DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

THE DANISH FOREST EXPERIMENT STATION
STATION DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE DANEMARK
DAS FORSTLICHE VERSUCHSWESEN IN DÄNEMARK

BERETNINGER UDGIVNE VED
DEN FORSTLIGE FORSØGSKOMMISSION

REPORTS — RAPPORTS — BERICHTE

BIND XXXV

HÆFTE 1

INDHOLD

SØREN FL. MADSEN: Egene ved Bremerhus. (An Old Permanent Sample Plot in Oak). S. 1—10. (Beretning nr. 283).

H. HOLSTENER-JØRGENSEN and E. HOLMSGAARD: The Dependence of the Increment on the Water Supply in a Young Norway Spruce Stand. (Tilvækstens afhængighed af vandforsyningen i en ung rødgranbevoksning). S. 11—14. (Beretning nr. 284).

B. OVERGAARD NIELSEN: Seasonal and Annual Variation in Litter Fall in a Beech Stand 1967—75. (Sæson- og årsvariation i løvfaldet i en bøgebevoksning 1967—75). S. 15—38. (Beretning nr. 285).

A. YDE-ANDERSEN: Angreb af Fomes annosus i granbevoksninger i relation til plantemetode samt kalk- og fosfattilskud. (Attacks by Fomes annosus in Spruce Stands in Relation to Planting Methods and Fertilization with Lime and Phosphate). S. 39—59. (Beretning nr. 286).

A. YDE-ANDERSEN: Fomes annosus-angreb ved fosfor- og kvælstofgødskning af gamle rødgranbevoksninger. (Fomes annosus and the Fertilization of Old Norway Spruce Stands with Phosphorus and Nitrogen). S. 61—68. (Beretning nr. 287).

E. C. L. LØFTING: Danmarks ædelgranproblem. 3. del. (Denmarks Silver Fir Problem. Part III). S. 69—133. (Beretning nr. 288).

KØBENHAVN
TRYKT I KANDRUP & WUNSCH'S BOGTRYKKERI
1977

DANMARKS ÆDELGRANPROBLEM

3. DEL

LOKALKLIMAETS INDFLYDELSE PÅ PROVENIENSVALG OG DYRKNING

DENMARK'S SILVER FIR PROBLEM

PART III

THE INFLUENCE OF THE LOCAL CLIMATE ON THE CHOICE OF PROVENANCE AND SILVICULTURAL METHODS

AF

E. C. L. LØFTING

FORORD

De to første beretninger under fællestitlen „Danmarks ædelgranproblem“ omfatter:

1. del: Proveniensvalg (*Løfting* 1954) og

2. del: Dyrkningsbetingelserne for *Abies alba* (Mill.) og *Abies Nordmanniana* (Spach.) i Danmark (*Løfting* 1959).

Når den følgende beretning tilknyttes de to ældre beretninger ved at indgå som 3. og sidste del af „Danmarks ædelgranproblem“, skyldes det:

1) at beretningen bl. a. gennem fortsatte undersøgelser i tilknytning til de ældste ædelgranproveniensforsøg kan betragtes som supplement eller korrektiv til de ældre undersøgelser.

2) at de tre dele af „Danmarks ædelgranproblem“ er knyttet til fælles undersøgelser vedrørende det klimatiske grænseområde for artens udvikling i Danmark (jfr. „Indledende redegørelse for undersøgelsernes formål og det teoretiske grundlag for den anvendte metodik“, Danmarks ædelgranproblem, 2. del, side 5—10.)

Da de tre dele af „Danmarks ædelgranproblem“ er affattet som selvstændige beretninger, vil følgende introduktion være rimelig:

De specielle vanskeligheder, der opstår for en træarts dyrkning, når den indføres i et klimatisk grænseområde for arten, skyldes de klimaforhold, som årstidsbestemt og i lokalt skiftende omfang svækker træarten indenfor det pågældende område. Under disse forhold vil det være en betingelse for at opnå en rimelig produktion og dyrkningssikkerhed, at:

1) retningslinierne for proveniensvalget,

2) valget af dyrkningsarealerne og

3) skovbehandlingen

bestemmes under hensyntagen til grænsevirkningens klimatiske årsag, dens lokale variation og eventuelt skiftende karakter indenfor det pågældende område.

Selv om ædelgran som art m.h.t. vækst, form og dyrkningskrav er meget homogen over langt den største del af sit udbredelsesområde og her kun

viser små proveniensbetingede forskelle, er træarten dog — indført i et klimatisk grænseområde for artens udvikling — særlig velegnet til påvisning af de ovennævnte principielle forhold.

Dette skyldes i første række, at træartens klimatiske følsomhed er kombineret med nøjsomhed og tolerance overfor jordbundsforholdene. Dens stærke reaktioner overfor små kårændringer indenfor et klimatisk grænseområde vil således i vid udstrækning være rent klimatisk betingede. Samtidig vil klimatiske racer med særlig resistens overfor den aktuelle klimatiske grænsevirkning her adskille sig stærkt fra det øvrige ædelgranmateriale.

Ædelgranens dyrkningsværdi i Danmark må bedømmes ud fra træartens tålsomhed i sine jordbundskrav, dens gode, anvendelige produktion og dens resistens overfor *Fomes annosus,* der bidrager til at sikre ædelgranernes vedholdende vækst og stabiliserende indflydelse som indblanding i rødgranbevoksninger m. v. Endelig må man tillægge den stærkt stigende anvendelse af ædelgrangrønt og -juletræer en vis betydning for træartens dyrkningsøkonomi.

Når ædelgrandyrkning trods træartens mange gode egenskaber stort set er blevet opgivet i den største del af landet, må dette sættes i forbindelse med træartens strenge klimatiske krav, som skaber dyrkningsproblemer af såvel makroklimatisk som mikroklimatisk oprindelse.

Ædelgranmaterialets klimatiske følsomhed gør træarten ret uegnet til at indgå i skovbrug baseret på højskovsdrift med ensartede, ensaldrende afdelinger og dertil knyttede renafdrifter. De mikroklimatiske betingelser for arten er ved denne driftsform meget uheldige; kulturerne udsættes for stærk fordampning, store temperaturudsving i forbindelse med græsvækst og en stedvis helt ødelæggende forårsnattefrost, ligesom ædelgranerne ofte skades i højskovens senere faser som følge af træk og udtørring. Under disse forhold kræver ædelgranen overordentlig gunstige makroklimatiske betingelser, både med hensyn til temperatur- og fugtighedsforhold for at opnå en nogenlunde sund og sikker udvikling.

Skovdyrkningsmæssigt kan de mikroklimatisk betingede vanskeligheder imødegås eller undgås ved etablering af skærm for kulturerne og gennem en driftsform, som i højere grad tilpasses træets krav og natur, — herunder dets evne og tilbøjelighed til, som et udpræget skyggetræ, at indgå som et værdifuldt blandingstræ sammen med bøg, rødgran m. fl.

Man kunne tænke sig, at interessen for ædelgrandyrkning ville være meget ringe i en rationaliseringstid, idet træarten kræver skovklima og er uegnet til opvækst på åbne, frostudsatte kulturflader, langsom i sin første udvikling og udsat for vildtbid m. m. Dette er dog næppe hovedårsagen til det store tilbageslag for ædelgrandyrkningen på Øerne og i Østjylland, idet der har været en stigende interesse for ædelgrandyrkning i midt- og specielt vestjyske hedeområder og en udstrakt anvendelse af træarten i de vest-

jyske klitplantager, specielt i Thy, hvor ædelgranen er blevet en hovedtræart. I disse områder har ædelgranen selv under tarvelige og vanskelige jordbundsforhold opnået en forbavsende god udvikling. I modsætning hertil har den kun indenfor begrænsede områder i Østjylland og på Øerne klaret sig tilfredsstillende, idet omfattende angreb af *Dreyfusia nordmannianae,* stort nåletab m. v. som oftest har decimeret bevoksningerne og nedsat tilvæksten, uanset gode jordbundsforhold i disse områder.

Da ædelgrandyrkning har været forsøgt i alle egne af Danmark, genspejler dyrkningsresultaterne og den deraf følgende stærkt skiftende interesse fra egn til egn således meget klart, at ædelgranen indenfor vort land har reageret stærkt for små egns-, lokalitets- og årsbestemte klimatiske variationer. Denne følsomhed markerer ganske entydigt, at ædelgranen i Danmark dyrkes i et klimatisk tørkegrænseområde for artens gode udviklingsmuligheder som skovtræ (*Løfting* 1959). Bedømmer man dyrkningsbetingelserne i Danmark på basis af det hidtil anvendte ædelgranmateriales dyrkningsresultater i vore skove, må man nok erkende, at store områder i Østjylland og på Øerne ligger udenfor den klimatiske grænse for dette materiales forsvarlige anvendelse. Omvendt viser ædelgranens fortrinlige udvikling i mange jyske klitplantager og gode ædelgranbevoksninger i den vestlige del af Jylland, på den jyske højderyg og i hedeområderne i Midt- og Vestjylland, at det anvendte materiale her har mødt tilstrækkelig gunstige klimatiske betingelser.

A. Martin Jensen (1968) viser, at ædelgranen i de ældre bevoksninger vækstmæssigt bliver rødgranerne overlegen indenfor de tidligere midt- og vestjyske hedeområder. Det må dog tilføjes, at sen forårsfrost og vintersvækkelser (kambialsprængninger) efter ufuldstændig modning (forvedning) er en alvorlig fare for ædelgranens opvækst i det midtjyske hedeområde, medens rødgrankulturerne her er langt lettere og sikrere at gennemføre. I de vestlige hedeområder bliver ædelgranens overlegenhed mere udtalt, bl. a. fordi rødgraner i dette område tidligere bliver svækkede (tyndnålede) som følge af vind og saltnedslag. Undersøgelsen bekræfter tillige, at ædelgranerne østligere i Jylland ofte viser tydelige svaghedstegn og vækstmæssigt bliver rødgranerne underlegne.

De nævnte erfaringer vedrørende udviklingsbetingelserne for ædelgran i Danmark er baseret på ældre ædelgranmateriale, som med hensyn til klimatisk følsomhed ikke har vist tydelige proveniensbetingede forskelle hos os, ligesom materialet under samme vækstvilkår ikke har vist store proveniensforskelle med hensyn til vækst og formtendens. Dette ædelgranmateriale har imidlertid lige siden von Langen i 1762 indførte de første ædelgraner i vort skovbrug og indtil de sidste årtier repræsenteret den del af træartens udbredelsesområde, som omfatter mellemeuropæiske, nedbørsrige, specielt vesttyske bjergegne (Schwarzwald m. v.). Man har for-

mentlig såvel fra tysk som fra dansk side bestræbt sig for at skaffe frø fra teknisk gode, sunde moderbevoksninger, men dette har yderligere medvirket til, at vi har importeret vort ædelgranfrø fra de egne og lokaliteter, hvor ædelgranen, bl. a. i kraft af gode humide klimatiske forhold, har vist den smukkeste udvikling.

I betragtning af Danmarks beliggenhed i et klimatisk tørkegrænseområde for arten har de nævnte proveniensvalg været uheldige. Vor bedømmelse af dyrkningsmulighederne for ædelgran i dansk skovbrug bør derfor i højere grad baseres på de tørketålende klimaracers udvikling i vore proveniensforsøg end på vore tidligere dyrkningsresultater (jfr. *Løfting* 1954 og 1959).

De tørkesvækkelser, som trækker den klimatiske tørkegrænse for ædelgran i Danmark, indtræffer i forsommeren i tilknytning til stærk, langvarig fordampning i klart vejr med høj dagtemperatur, lav luftfugtighed og mange sammenhængende solskinstimer (mange dagtimer). Når faren for disse tørkesvækkelsers indtræden kan tidsbegrænses til ca. 6 uger, fra midten af maj til udgangen af juni, skyldes dette i første række, at ædelgranernes nye skud i skudstrækningsperioden, indtil nålene er fuldt udviklede, er dårligt beskyttede mod cuticulær fordampning, medens saftstigningen (trods træartens kraftige rodsystem, der muliggør udnyttelsen af vandreserverne i et anseligt rodrum) foregår for langsomt til at erstatte fordampningstabet under et stærkt og langvarigt fordampningskrav i denne periode (*Løfting* 1959).

Den nedsatte saftspænding forringer træets modstandskraft overfor sugning af *Dreyfusia nordmannianae,* som muligvis yderligere tillokkes og opformeres i særlig grad gennem en forhøjet koncentration af sukker m. v. i de svækkede træers stagnerende perifere saftstrøm. Enhver nedsættelse eller afbrydelse af fordampningen samt enhver mulighed for cuticulær vandoptagelse vil under disse forhold være af afgørende betydning. Beskygning, skydannelser, tåge- og dugvirkning samt hyppig nedbør vil således indenfor den nævnte periode være fuldt så afgørende for træartens udvikling som den absolutte nedbørsmængde. Disse forhold forklarer, at Ariditetsindex (*Martonne* 1926) og beregninger med henblik på ædelgrandyrkning i forbindelse hermed (*Rol* 1936) ikke giver et rimeligt grundlag for bedømmelsen af de klimatiske betingelser for ædelgranens udviklingsmuligheder i Danmark. Som et slående eksempel herpå kan man nævne ædelgranens gode udvikling i et ekstremt nedbørsfattigt område i det nordvestlige Sjælland (specielt på Asnæs). Ariditetsindex er her ca. 20, svarende til ca. halvdelen af den værdi, der skulle angive træartens minimumskrav. Hyppige tågedannelser fra det nordvestfor liggende hav sikrer i dette tilfælde ædelgranens udvikling, ligesom den nedsatte fare for sen forårsfrost i kystområdet letter foryngelserne. Tilsvarende forhøjet tågevirkning

m. v. fra havet bidrager til at skabe optimale dyrkningsbetingelser (efter danske forhold) for ædelgran i dele af klitplantagerne i Thy. Også inde i landet, langs søområder og på vest- og nordvestvendte bakkedrag, der hæver sig over lave, flade landstrækninger, skabes lokalt forbedrede klimatiske fugtighedsbetingelser for ædelgranerne. Et ret pålideligt udtryk for de enkelte egnes klimatiske fugtighedsbetingelser for ædelgrandyrkning kan man få, hvis man sammenholder maksimalfordampningen for perioden fra midten af maj til udgangen af juni med nedbør, tågevirkning og om muligt dugvirkning indenfor samme periode (*Løfting* 1959), men de oplysninger, dette kræver, kan kun fremskaffes for meget få stationers vedkommende.

Ædelgranens stærke reaktion på de egns- og lokalitetsbetingede klimatiske variationer i Danmark vedrører som nævnt et proveniensmateriale fra et køligt tempereret, fugtigt klima i det naturlige udbredelsesområde i Mellemeuropas bjergegne. Som et udpræget skyggetræ opnår ædelgranen her sin smukkeste udvikling i blandingsskov sammen med bøg og rødgran. Særlig konkurrencedygtig og ofte dominerende bliver den, hvor luftfugtigheden er høj (fordampningen moderat) på nord- og vesthældende terræn, i tågebælter, kløfter m. v.

Som klimatisk begrænsende for træartens udviklingsmuligheder nævnes:

1) *Sommertørke.* Svækkelserne skyldes hos os normalt for stærk og langvarig fordampning i skudstrækningsperioden (16/5—30/6) og har i hovedparten af landet den stærkeste klimatiske grænsevirkning.

2) *Vinterkulde.* Frostsprængninger (partielle ødelæggelser) i kambiet i tilknytning til ufuldstændig forvedning har normalt kun mindre betydning for træartens udvikling i de fleste danske områder, men i områder (og år), hvor barske temperaturforhold efterfølger en kort og kølig eftersommer (bl. a. i de midtjyske hedeegne), kan disse svækkelser antage en alvorlig karakter og hæmme træartens udvikling stærkt under opvæksten. Misfarvning af småkviste (angreb af *Nectria cucurbitula*) kan opstå i forbindelse med stærkt skiftende temperaturer i senvinteren (*Robak* 1951), hvor stærkt nålefald kan forekomme på ældre træer i tilknytning til barfrostperioder med tør, østlig vind.

3) *Forårsnattefrost.* Normalt indtræffer den sidste forårsnattefrost ved mange danske indlandsstationer efter ædelgranernes udspring, og kulturerne kræver ofte skærm gennem en længere årrække.

4) *Luftforurening.* Ædelgran er meget følsom for forurening fra industriområder (SO_2 m. v.), men hårdfør overfor saltnedslag (i klitplantager m. v.)

Ædelgranens nuværende, ret sammenhængende naturlige udbredelsesområde skulle efter den klassiske opfattelse (*Bertsch* 1940, *Firbas* 1949 m. fl.) være opstået ved, at træarten efter istiden fra 3 refugier — et sydvestligt i Pyrenæerne, et sydligt i Syditalien og et sydøstligt på Balkan — er vandret 1) fra sydvest ad „Juravejen" til Vogeserne og Schwarzwald, 2) fra syd af „Allgäuvejen" gennem Alperne til Bodensøområderne og øvre Rhinområde og 3) fra sydøst ad „Østalpevejen" mod Karpaterområdet m. v. Efter denne teori skulle „Østædelgranerne", omfattende Grækenland, Albanien, Jugoslavien, Rumænien, Bulgarien, Ungarn, østlige del af Østrig, Slovakiet og Polen, stamme fra det sydøstlige refugium på Balkan.

De nyeste undersøgelser viser imidlertid (ref. *Hannes Mayer* 1972), at ædelgranerne fra det sydlige refugium (Italien) tidligt er trængt frem og har indtaget langt den største part af træartens udbredelsesområde. Fra refugiet i Pyrenæerne er træartens fremrykning foregået meget langsomt, og ædelgranerne herfra har først sent opnået kontakt med ædelgranerne fra det italienske refugium, længe efter, at disse var trængt frem gennem den vestlige alpebue. Ædelgranforekomsterne i næsten hele artens østlige udbredelsesområde synes ligeledes at kunne føres tilbage til det sydlige (italienske) refugium, og det kan endog være tvivlsomt, om den almindelige ædelgran overhovedet har haft et refugium på Balkan.

Ædelgranen danner let krydsninger med andre Abies-arter. Særlig kendte i vore skove er ædelgrankrydsningerne i bevoksninger af *Abies nordmanniana* fremgået af hjemmeavlet eller indført europæisk frø. Af særlig betydning med henblik på vore bestræbelser for at indføre et ædelgranmateriale, der er mindre følsomt overfor den klimatiske tørkegrænsevirkning i Danmark, er artens tilbøjelighed til at udvikle overgangsformer til andre Abies-arter, som den møder i sine sydøstlige og sydlige tørkegrænseområder.

Mod sydøst — i et område fra det østlige Albanien, gennem det sydlige Jugoslavien og nordlige Grækenland til Rhodopebjergene i det sydvestlige Bulgarien — danner ædelgranen meget varierende mellemformer med *Abies cephalonica*. Disse mellemformer skal ifølge *Nitzelius* (1968) gennemgående være vækstkraftige og have relativ stor økologisk spændvidde. Mod syd i Calabrien (Italien) danner ædelgran, jfr. *Nitzelius* (1968), en overgangsform til den sicilianske ædelgran s. sp. *nebrodensis*, som danner overgang til den nordafrikanske ædelgran, *Abies numidica*. Endelig skal det nævnes, at de sydvestlige ædelgraner i Spanien danner krydsninger med *Abies pinsapo*.

De racebetingede forskelle i forstligt vigtige egenskaber hos ædelgran har kun i beskedent omfang været undersøgt. Dette må ses på baggrund af, at ædelgranen som art synes at være meget homogen indenfor meget store dele af sit udbredelsesområde, således at man ikke på forhånd har kunnet

vente større proveniensforskelle. Derimod har det været almindeligt kendt, at ædelgranerne i plantningskulturer ofte viser store individuelle forskelle med hensyn til vækst og sundhed. Forholdet kan i nogle tilfælde være udtryk for plantematerialets følsomhed overfor små kårændringer, specielt i mikroklimatisk henseende, men det har i flere tilfælde gjort det nærliggende at udvælge plusvarianter til opformering. Det skal i denne forbindelse nævnes, at *Martin Jensen* (1968) finder, at de dominerende ædelgraner i danske hedebevoksninger har været plusvarianter på et meget tidligt tidspunkt. Afkom af udvalgte modertræer har dog ikke — i henhold til undersøgelser foretaget af K. Brandt (Det danske Hedeselskabs Skovfrøcentral) — vist speciel vækstenergi. I Tjekkoslovakiet har *Vinš* (1966) heller ikke fundet påfaldende stor vækstenergi for afkom af dominerende ædelgraner trods signifikante forskelle i vækstenergi for enkelttræ-afkom.

I dansk skovbrug har ædelgran som nævnt været dyrket i nærheden af en klimatisk tørkegrænse for arten igennem mere end 200 år. Tilmed har ædelgranerne her oftest været plantet som monokulturer og er indgået i normal højskovsdrift under stærkt selektive, kraftige tyndinger. Man kunne tænke sig, at dette ville have medført en ret kraftig selektion; men selvom vort frøforbrug i stadig stigende grad har været baseret på hjemmeavlet frø fra udvalgte moderbevoksninger, synes ædelgranafkommet f. eks. ikke at vise større resistens overfor *Dreyfusia nordmannianae* end normalt for ædelgran af mellemeuropæisk herkomst. Dette kan muligvis stå i forbindelse med, at de gode frøavlsbevoksninger findes på lokaliteter, hvor den klimatiske tørkegrænsevirkning har været moderat, og at alvorlige luseangreb i unge ædelgranbevoksninger først er blevet almindelige i Danmark igennem de første årtier af dette århundrede. Vækstenergien for dette afkom synes derimod indenfor egne med relativt gunstige klimatiske fugtighedsbetingelser for arten at være fuldt tilfredsstillende. Såvel til disse gunstige områder som til eksport til gode mellemeuropæiske ædelgranområder synes anvendelsen af vort hjemmeavlede ædelgranfrø således at være forsvarlig. Derimod er det tvivlsomt, om dette danske materiale overhovedet bør anvendes i hovedparten af skovene på Øerne og øst for den jyske højderyg.

Det er naturligt, at ædelgranafkom, som flyttes til et klimatisk tørkegrænseområde (f. eks. til Danmark) fra et for arten gunstigt klimaområde, vil vise særlig stor individuel spredning både med hensyn til sundhed og vækst, idet man ud over normal spredning må vente en spredning, der skyldes reaktion på tørkesvækkelserne.

De hidtidige resultater fra de ældste danske ædelgranproveniensforsøg tyder på, at det er lykkedes at finde provenienser, som er tilstrækkelig resistente overfor de klimatiske tørkesvækkelser for arten i Danmark. På den baggrund bliver proveniensforsøgenes næste mål at udpege de prove-

nienser indenfor dette materiale, som viser den bedste produktion (vækstenergi og form), når de dyrkes i Danmark.

Det første proveniensforsøg, der har påvist tilstedeværelsen af klimatiske raceforskelle indenfor ædelgran, er anlagt af *Pavari* i Italien på basis af frø fra 1925. Forsøget omfatter 17 provenienser, hvoraf de 11 er italienske, medens de 6 øvrige repræsenterer: Tyroleralperne, Hohewand (Østrig), Burgenland, Pyrenæerne, Normandiet og Nedre Vogeser.

Proveniensmaterialet findes i to parallelle forsøg, hvoraf det ene i *Foresta di Vallombrosa* (1000 m o.h.) er anlagt på en mild og sommertør (varm) lokalitet: Årstemperatur 10°,2, varmeste måned 19°,7, koldeste måned ÷ 0°,9, årsnedbør 1313 mm (juni-august 189 mm). Den anden lokalitet, *Foresta dell'Alba Val Parma,* må betegnes som barsk og vinterkold, højde o.h. 1470 m. (700 m o.h. er årstemperaturen 9°,7, varmeste måned 20°,5, koldeste måned ÷ 2°,1, nedbør 1614 mm.)

I disse parallelforsøg viste proveniensen fra Calabrien, Serra San Bruno (Catanzaro), fra ædelgranforekomstens nedre grænse, tydelige særpræg i sin reaktion overfor klimatiske påvirkninger, idet den på den milde, sommertørre lokalitet i Foresta di Vallombrosa var de øvrige provenienser overlegen, medens den på den barske, vinterkolde lokalitet i Foresta dell' Alba Val Parma havde større planteafgang end de øvrige provenienser. Proveniensen betegnes af Pavari som tørkepræget (tørkeresistent og tilpasset et mildt, maritimt klima). Luftfugtigheden ved Serra San Bruno angives at være meget lav om sommeren, hvor man har et udpræget nedbørsminimum. Klimatallene fra Certosa (Serra San Bruno), 790 m o.h., viser en årsnedbør på 2019 mm, men kun 96 for juni-august. Pavari fandt en høj procentvis forekomst af tætnålede ædelgranplanter med relativt korte, spidse nåle i dette afkom (*Pavari* 1951).

Det ældste danske proveniensforsøg med ædelgran blev anlagt af Forsøgsvæsenet (C. H. Bornebusch) på basis af frø fra 1934 og 1935. Forsøget omfatter 20 ædelgranprovenienser, heraf 3 fra danske bevoksninger og 17 fra artens naturlige udbredelsesområde (se proveniensfortegnelsen i bilag 1, side 127) og kort hos Løfting 1954, side 343. I forsøget indgår endvidere 1 *Abies nordmanniana* proveniens (prfl. GT, Boller distrikt, F. nr. 20). Provenienserne indgår i 7 parallelle forsøg på følgende lokaliteter:

Kronborg statsskovdistrikt,	Horserød hegn,	afd. 151.
Bregentved skovdistrikt,	Børsted skov,	„ 12.
Bidstrup skovdistrikt,	Pedersted skovpart,	„ 232.
Wedellsborg skovbrug,	Ørslev plantage,	„ 26.
Palsgård statsskovdistrikt,	Gludsted „	„ 197.
Frijsenborg skovbrug,	Sølunden,	„ 15.
Bornholms statsskovdistrikt,	Almindingen,	„ 242.

Da forsøget blev anlagt, var den klimatiske tørkegrænses nærhed og egenart med henblik på ædelgrandyrkning i Danmark ikke klarlagt. Udvælgelsen af provenienser har tilsigtet en nogenlunde jævnt fordelt geografisk repræsentation af arten, — desværre med det østlige område svagest repræsenteret. Ingen af de 7 forsøgsrækker er i klimatisk henseende anbragt særlig gunstigt for dyrkningen af ædelgran. De 5 rækker ligger på Øerne og 1 række i den østlige del af Jylland. Den 7. forsøgsrække ligger umiddelbart vest for den jyske højderyg og gunstigere med hensyn til klimatisk fugtighed, men lokaliteten, Gludsted plantage, repræsenterer klimatisk et kuldegrænseområde for ædelgranens mulige opvækst.

Forsøgsplantningerne, foretaget under skærm på de 7 lokaliteter, lykkedes uden større planteafgang i plantningsåret, men kulturernes følgende udvikling blev uensartet og gennemgående dårlig.

Forsøgsrækken i Gludsted plantage, afd. 197, var plantet under en skærm af gamle bjergfyr på meget tarvelig bund. Denne skærm svigtede meget tidligt, hvorefter forårsfrost, efterfulgt af stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae,* anrettede så store skader, at kulturen måtte opgives som proveniensforsøg. I alle de øvrige forsøgsrækker indtraf der ret tidligt stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae,* således at hele forsøget på et vist tidspunkt betragtedes som ret mislykket. Da enkelte provenienser, i første række prov. *nr. 46, Lapus, Rumænien* (*Løfting* 1954) viste stor resistens overfor luseangrebene, blev det besluttet at følge de tre forsøgsrækker, hvori denne proveniens indgår, med fortsatte undersøgelser. Også proveniens *nr. 57, Calabrien, Italien,* og proveniens *nr. 63, Perister, Jugoslavien,* viste en god resistens, og de nævnte 3 provenienser danner nu, som det fremgår af forsøgsresultaterne i bilag 2—4, en proveniensgruppe, hvis dyrkningsresultater langt overgår de øvrige proveniensers hidtidige præstationer. Derimod har senere undersøgelser (*V. Gøhrn*) vist, at provenienserne fra Como, Italien, og fra Pyrenæerne, som begge med hensyn til resistens også syntes at adskille sig i positiv retning fra det mellemeuropæiske ædelgranmateriale, ikke på nuværende tidspunkt har haft en bedre produktion end flere af de øvrige provenienser.

De 3 forsøgsrækker, i hvilke de fortsatte målinger er blevet foretaget af Forsøgsvæsenets proveniensafdeling, omfatter *B-forsøg nr. 95, Frijsenborg, B-forsøg nr. 97, Bidstrup skovdistrikt* og *B-forsøg nr. 99, Bregentved.* I alle disse forsøgsrækker er proveniens *nr. 46, Lapus, nr. 57, Calabrien,* og *nr. 63, Perister,* repræsenteret.

I *B-forsøg nr. 97, Bidstrup skovdistrikt,* blev ædelgranerne meget tidligt angrebet af *Dreyfusia nordmannianae.* Allerede da forsøget blev tilset i 1953, havde angrebet udviklet sig så voldsomt, at mere end halvdelen af ædelgranerne var blevet dræbt i de fleste parceller. En omfattende efter-

bedring, som blev foretaget med rødgran, var derfor nødvendig. Proveniens *nr. 46, Lapus,* som i dette forsøg kun fandtes på en meget lille parcel, var dog næsten helt upåvirket af angrebet (efterbedringen omfattede her kun 1 rødgranplante). Efterbedringen i parcellen med proveniens *nr. 63, Perister,* blev også ubetydelig, medens parcellen med proveniens *nr. 57, Calabrien* blev efterbedret med ca. 33 % rødgran. Det er ikke givet, at samtlige døde ædelgraner har været dræbt som følge af luseangrebet, men sammenholdt med undersøgelsen over døde træer i det parallelle forsøg på Frijsenborg (ved tyndingerne i e. 1956 og f. 1959) er resultatet instruktivt.

I foråret 1967 blev der foretaget højde- og diametermåling på ædelgranerne i forsøget; men da disse måletal kun repræsenterer de få overlevende træer i de stærkest angrebne parceller og sluttede bestande i de mere resistente bevoksninger, medens oplysning om stamtal pr. ha, vedmasse m. v. mangler, får man ikke her igennem et billede af de forskellige proveniensers resistens og produktion. Målingerne (bilag 2) viser dog, at proveniens *nr. 46, Lapus,* og *nr. 57, Calabrien,* med hensyn til træernes højde og diameter ligger klart i spidsen, medens proveniens *nr. 63, Perister,* (repræsenterende en intakt bevoksning) kun viser beskedne tal for højde og diameter. I fuld overensstemmelse med resultaterne fra de 2 andre forsøg ser man, at proveniens *nr. 46, Lapus,* som i målingen viser den største gennemsnitshøjde, i forhold til proveniens *nr. 57, Calabrien,* repræsenterer en slank ædelgrantype, medens den calabriske ædelgran navnlig udmærker sig ved en stærk diametertilvækst.

Ved orkanen i oktober 1967 blev hovedparten af dette forsøg ødelagt. Kun en mindre del af arealet, som lå noget i læ, undgik stormfaldet. Dette areal omfatter bl. a. parcellen med prov. *nr. 57, Calabrien,* som nu danner en sund og vækstkraftig ædelgranbevoksning med indblandede rødgraner.

I B-forsøg *nr. 95, Frijsenborg,* var angrebene af *Dreyfusia nordmannianae* ret udbredte på ædelgranerne, uden at det skønnedes nødvendigt at foretage efterbedringer ved tilsynet i 1953. Ædelgranernes sundhed og vækst er nøje fulgt af Forsøgsvæsenets proveniensafdeling i dette forsøg. Udviklingen af angrebene af *Dreyfusia nordmannianae* kan ses på basis af de tørre træer i tyndingerne i efteråret 1956 og foråret 1959 (sammenstillet i bilag 5), endvidere genspejles angrebenes indflydelse på de enkelte proveniensers produktion meget klart i måleresultaterne (bilag 3). Det er muligt, at en del af de døde træer ved tyndingen i efteråret 1956 må tilskrives træer, som er bukket under i en meget tæt bestand. I proveniens *nr. 46, Lapus,* hvor plantetætheden havde været størst, fandtes der således 14.093 træer pr. ha før tyndingen; heraf blev der ved denne første tynding fjernet 7.017 træer pr. ha, hvoraf 702 var udgåede. Selvom man kunne have ventet en chokvirkning efter en tynding, hvor ca. halvdelen af træerne blev fjernet,

fandtes der ved den næste tynding i foråret 1959 ingen døde træer i bevoksningen. På denne baggrund er det mest sandsynligt, at de fleste udgåede træer ved den første tynding har været skygget ihjel. Selvom man ser bort herfra, viser opgørelsen over døde træer, som er fjernet ved tyndingerne, ganske klart, at proveniens *nr. 46, Lapus,* og proveniens *nr. 63, Perister,* har vist langt større resistens overfor *Dreyfusia nordmannianae* end de øvrige provenienser, medens proveniens *nr. 57, Calabrien,* ikke med hensyn til dødelighedsprocenten i tyndingerne har adskilt sig skarpt fra de øvrige provenienser. Undersøgelsen over angrebsgraden af ædelgranlusene i foråret 1962 (bilag 6) viser, ganske som for proveniensforsøget nr. 97, Bidstrup skovdistrikt, at angrebet nu er moderat, samt at lusene findes nogenlunde jævnt fordelt indenfor samtlige provenienser.

Betragter man måleresultaterne fra forsøget på Frijsenborg (bilag 3), ser man, at de 3 provenienser adskiller sig fra de øvrige gennem en større produktion. Proveniens *nr. 46, Lapus,* har den største totalproduktion, 350,1 m^3 pr. ha, og en årlig tilvækst i perioden F. 1957 til F. 1969 på 23,3 m^3 pr. ha, hvilket omtrent svarer til det dobbelte af, hvad afkommet fra de mellemeuropæiske og danske bevoksninger har præsteret. For proveniens *nr. 57, Calabrien,* er de tilsvarende tal for produktionen henholdsvis 280,5 m^3 og 19,1 m^3 og for proveniensen *nr. 63, Perister,* henholdsvis 275,1 m^3 og 19,0 m^3. Også i dette forsøg har proveniens *nr. 46, Lapus,* opnået den største højde, medens proveniensen *nr. 57, Calabrien,* har haft den største diametertilvækst. Proveniens *nr. 63, Perister,* har også i dette forsøg mindre dimensioner.

B-forsøg nr. 99, Bregentved, ligger — i modsætning til B-forsøgene nr. 95 og 97, på meget fladt terræn og ensartet, stærkt leret jordbund. Ved tilsynet i foråret 1953 havde angreb af *Dreyfusia nordmannianae* endnu ikke haft indflydelse på udviklingen af forsøget (*Løfting* 1954). Kun i en del af en enkelt parcel (proveniens nr. 45, Gurre Vang) var angrebet under udvikling. På baggrund af erfaringerne fra de øvrige forsøg kunne det dog forudses, at angrebet „formentlig i de kommende år vil brede sig som en løbeild over parcellerne med træer af mellemeuropæisk oprindelse". Angrebene blev ret voldsomme, men ved undersøgelsen i foråret 1962 (s. 132) kunne det konstateres, at de havde kulmineret og — ligesom i de andre undersøgte forsøg — var blevet moderate, samt at de tilbageblevne lus var jævnt fordelt på samtlige provenienser.

Ganske som i de andre forsøg har der været mange døde og døende ædelgraner efter angreb af *Dreyfusia nordmannianae* i de fleste parceller. Disse træer er blevet fjernet på distriktets foranledning. De sunde træer har haft en hurtig vækst på den kraftige jordbund, og i parcellerne med proveniens *nr. 46, Lapus, nr. 57, Calabrien* og *nr. 63, Perister,* blev bevoksningstæt-

heden tidligt meget stor, idet disse provenienser viste en påfaldende resistens overfor lusenes angreb.

Foruden højdemålingerne i foråret 1949 og 1953 har Forsøgsvæsenets proveniensafdeling gennemført højdemåling i foråret 1962 og foretaget en måling af træbestanden i samtlige parceller i foråret 1970 (bilag 4). Det fremgår heraf, at de tre nævnte provenienser alle har opnået en betydeligt større vedmasse pr. ha ved målingen i 1970 end de øvrige provenienser.

I målingen i foråret 1970 er den beregnede grundflade pr. ha for de tre proveniensers vedkommende meget stor, specielt for de calabriske ædelgraner. Som følge af parcellernes ret ringe størrelse kan grundfladetallene pr. ha være lidt unøjagtige, men det fremgår dog ganske entydigt, at proveniens *nr. 57, Calabrien,* har haft den kraftigste udvikling i dette forsøg. Denne parcel udgør nu en særdeles smuk bevoksning, hvor højde- og diameterspredningen er meget stor, således at bevoksningen virker etageret med fortrinligt udviklede træer i øverste etage. Højden og diameteren i middelstammegrundfladen var ved målingen i foråret 1970 henholdsvis 16,5 m og 19,1 cm. For proveniens *nr. 46, Lapus,* var de tilsvarende tal 16,2 m og 17,1 cm. Denne bevoksning var stærkt opknebet, med små, noget afslidte kroner, men iøvrigt sund. Spredningen havde her været langt mindre, hvilket i forbindelse med manglende udtynding havde haft en uheldig indflydelse på udviklingen. Proveniens *nr. 63, Perister,* havde, sammenlignet med de 2 andre provenienser, også i dette forsøg opnået mindre dimensioner, højde 14,8 m og diameter 16,0 cm, men iøvrigt var bevoksningen intakt og sund.

De 3 proveniensers overlegenhed i disse 3 parallelle forsøgsrækker må ses på baggrund af de øvrige proveniensers svækkelse (nedsat modstandskraft overfor angreb af *Dreyfusia nordmannianae*) i de dele af Danmark, hvor den klimatiske tørkegrænse for ædelgranernes gode udvikling markeres stærkt. Under gunstigere klimatiske fugtighedsbetingelser, f. eks. i klitområderne i Thy, hvor det sædvanlige mellemeuropæiske ædelgranmateriale har haft en udmærket udvikling, ville resultatet nok være blevet anderledes. Man tør endog ikke udelukke muligheden for, at navnlig den rumænske proveniens vil have vanskeligere ved at tåle vindpåvirkningen ved den jyske vestkyst end det hidtil anvendte ædelgranmateriale.

Forsøgsresultaterne viser:

1) At der findes ædelgranprovenienser, hvis resistens overfor klimatiske tørkesvækkelser er tilstrækkelig til, at en ædelgrandyrkning baseret på afkom af disse provenienser vil være forstlig forsvarlig indenfor mange af de egne af Danmark, hvor det hidtil anvendte ædelgranmateriale har givet usikre eller dårlige dyrkningsresultater — på baggrund af den klimatiske tørkegrænsevirkning.

Idet de 3 provenienser, som har vist størst dyrkningssikkerhed i de 3 parallelle forsøg, stammer fra klimatiske tørkegrænser for arten, bekræfter forsøgsresultaterne tillige:

2) At ædelgran, der indføres til skovdyrkning i et område, hvor en klimatisk tørkegrænsevirkning har afgørende indflydelse på artens udvikling, bør stamme fra klimatiske tørkegrænseområder, hvor arten har været udsat for en kraftig selektion med henblik på denne grænsevirkning (jfr. *Løfting* 1954 og 1959).

Blandt de 3 nævnte provenienser repræsenterer *nr. 46, Lapus,* ren ædelgran fra et klimatisk tørkegrænseområde, hvor den årlige rytme både med hensyn til temperaturgang og nedbørsforhold viser ret god overensstemmelse med danske forhold.

Proveniens *nr. 57, Calabrien,* repræsenterer ædelgran fra det sydlige tørkegrænseområde, hvor klimaet er udpræget sommertørt, medens nedbøren i den øvrige del af året er langt større end i Danmark. Racens tørkeresistens er påvist af *Pavari* (1951) i de italienske proveniensforsøg og bekræftes af de danske proveniensforsøg i et klimatisk tørkegrænseområde for ædelgran, som må være proveniensen fremmed. Der kan måske herske lidt tvivl om, at denne — også i morfologisk henseende — særprægede ædelgrantype repræsenterer en helt ren ædelgran. *Nitzelius* (1968) nævner således, at der i det sydlige Calabrien stedvis findes en overgangsform til s. sp. *nebrodensis,* af hvilken der endnu findes spredte rester på Sicilien.

Proveniens *nr. 63, Perister,* er ganske øjensynlig en overgangsform mellem *Abies alba* og den mere tørke- og varmetålende *Abies cephalonica.* Overgangsformer imellem disse to arter er almindeligt forekommende og har stor udbredelse langs ædelgranens sydøstlige grænseområde, hvor de to arter mødes. Overgangsformerne skal have en relativ stor økologisk spændvidde og specielt stille mindre krav m.h.t. klimatisk fugtighed end almindelig ædelgran. Dette i forbindelse med forsøgsresultaterne for proveniens *nr. 63, Perister,* tyder på:

3) at der findes overgangsformer mellem *Abies alba* og *Abies cephalonica,* som også ved vore nordlige klimatiske tørkegrænseområder for ædelgran vil være relativt dyrkningssikre. I denne forbindelse må det dog undersøges:

a) om der i dette materiale kan findes provenienser, som m.h.t. vækst og kvalitet tåler sammenligning med *Abies alba,*

b) om de pågældende provenienser vil være tilstrækkeligt hårdføre under mere barske forhold for ædelgran, eller om de f. eks. vil være udsat for vintersvækkelser efter mangelfuld skudmodning og forvedning.

Vedrørende punkt a) muliggør de 3 parallelle forsøg en bedømmelse af proveniens *nr. 57, Calabrien,* og *nr. 63, Perister,* i forhold til den rene ædelgranproveniens *nr. 46, Lapus,* idet disse 3 provenienser repræsenteres

i de parceller, hvor træerne har haft en sund og harmonisk udvikling uden større væksthæmninger som følge af angreb af *Dreyfusia nordmannianae* m. v.

Vedrørende punkt b), overgangsformernes hårdførhed i forhold til almindelig ædelgran, viser de 3 forsøg blot, at samtlige provenienser under de givne forsøgsbetingelser har undgået frostskader af nævneværdig betydning for deres udvikling. På baggrund af erfaringerne fra de italienske proveniensforsøg (*Pavari* 1951), hvor den calabriske proveniens har vist særlig følsomhed overfor barske temperaturforhold, er dette resultat af betydning. Afprøvningen på dette punkt har imidlertid ikke været så hård, at man alene på dette grundlag tør slutte, at de to provenienser (nr. 57 og nr. 63) vil vise samme hårdførhed som alm. ædelgran i et område, hvor grænsevirkningen for træartens udviklingsmuligheder skyldes barske temperaturforhold, som f. eks. i nogle af de midtjyske hedeegne.

Medens den rumænske proveniens, *nr. 46, Lapus,* kun blev anvendt i de 3 omtalte forsøgsrækker, blev både proveniens *nr. 57, Calabrien,* og proveniens *nr. 63, Perister,* plantet i forsøgsrækken *B. nr. 100 i Gludsted plantage, afd. 197,* hvorved de kom til at indgå i den forsøgsrække, hvor afprøvningen overfor en kuldegrænsevirkning for ædelgrandyrkning og fattig jordbund har været overordentlig hård.

De klimatiske betingelser i Gludsted plantage kan i korthed karakteriseres ved, at den frostfrie periode er meget kort, idet forårsnattefrost normalt indtræffer indtil midten af maj og i nogle år langt ind i juni måned, medens den første efterårsfrost normalt indfinder sig i begyndelsen af oktober og i enkelte år kan optræde indtil en måned tidligere. Vinterklimaet er efter danske forhold hårdt med lave minimums-temperaturer. I modsætning til temperaturforholdene må de klimatiske fugtighedsbetingelser for ædelgran, set på landsbasis, betegnes som gunstige og langt bedre end ved de 3 undersøgte forsøgsrækker.

De nævnte klimaforhold bevirker, at ædelgrandyrkningen i Gludsted plantage møder meget store vanskeligheder, indtil træerne er nået gennem kulturstadiet og opvæksten, medens udviklingsbetingelserne derefter bliver langt gunstigere for arten.

Forsøgsarealet er fladt og jordbundsforholdene særdeles tarvelige, idet lokaliteten ligger på hedefladen vest for israndslinien.

Ædelgranproveniensforsøget i Gludsted pltg. blev plantet med 2/2 planter i foråret 1939 (proveniens nr. 45, nr. 75 og afkom fra Palsgård skov, afd. 104 blev dog plantet i foråret 1938, og prov. nr. 74 blev plantet i foråret 1940) under en skærm af gamle bjergfyr. Som omtalt blev arealet afskrevet som proveniensforsøg, efter at bjergfyrskærmen hastigt var gået i opløsning, og ædelgranerne herved var blevet udsat for ødelæggende nedfrysnin-

ger med påfølgende angreb af *Dreyfusia nordmannianae*. Distriktet søgte at hindre kulturens totale udslettelse ved i foråret 1946 at plante 8.500 *japanske lærk* ind over forsøgsarealet. Det lykkedes herved at få etableret en ny skærm så hurtigt, at en del af ædelgranplanterne fik mulighed for at overleve.

På arealet står der nu en lovende blandingsbevoksning, hvor de japanske lærk endnu dominerer stærkt de fleste steder (højder fra 10 til 14 m). Ædelgranerne danner, stedvis sammen med selvsåede rødgraner, en gennemgående meget åben underetage, hvorfra spredte træer er vokset op som medherskende og i enkelte tilfælde dominerende blandt lærkene. Endvidere finder man en del ældre rødgraner, som allerede fandtes i den gamle bjergfyrskærm.

Blandingsbevoksningen er i sig selv meget instruktiv med henblik på ædelgrandyrkning under de barskeste klimaforhold på mager hede (jfr. *Henriksen* 1971). Som ædelgranproveniensforsøg må den på nuværende tidspunkt betragtes som mislykket, dels på grund af den store planteafgang, men navnlig fordi forsøgsbetingelserne (overlevelsesmulighederne og vækstforholdene) ikke kan have været ensartede på arealet i den meget kritiske periode for ædelgranerne, hvor bjergfyrskærmen var gået i opløsning, medens lærkeplantningen endnu ikke kunne yde beskyttelse. Man kan konstatere, at kun ca. ⅓ af de ædelgraner, som i 1939 udgjorde forsøget, lever på nuværende tidspunkt, men at samtlige provenienser stadig er repræsenteret. Antallet af overlevende ædelgraner i forhold til det oprindelige plantetal varierer stærkt fra parcel til parcel, hvilket som nævnt ikke udelukkende behøver at være proveniensbetinget. Blandt de undertrykte ædelgraner, der udgør langt den største part af ædelgranerne i den nuværende blandingsbevoksning, er en stor del misdannede og svage, prægede af alvorlige frostskader, der er fremkaldt af såvel forårsnattefrost som vinterfrost (kambialsprængninger). Yderligere kan man se, at mange af disse træer har været udsat for angreb af *Dreyfusia nordmannianae* og vildtbid. De ædelgraner, som nu er ved at blive medherskende blandt lærkene, og i særdeleshed de få stærkt dominerende træer, viser til gengæld en sundhed og tilvækst, som — ikke mindst i betragtning af lokalitetens meget fattige jordbund — er påfaldende god.

Man kan med sikkerhed fastslå, at hele det ædelgranmateriale, som er repræsenteret i proveniensforsøget i Gludsted plantage, er afprøvet under klimatiske betingelser, som for artens mulige opvækst betegner en grænse dikteret af barske temperaturforhold. Her overfor er den sædvanlige klimatiske tørkegrænsevirkning af sekundær betydning i dette område.

Set på denne baggrund får proveniensforsøget i Gludsted plantage stor betydning for vor viden om provenienserne *nr. 57, Calabrien,* og *nr. 63, Perister,* m.h.t. hårdførhed, hvis disse provenienser indføres i midtjysk

hedeskovbrug, hvor temperaturforholdene får grænsevirkning på ædelgrandyrkningen.

I parcellen med proveniens *nr. 57, Calabrien,* har (jfr. *Henriksen* 1971) ca. 44 % af de oprindelig plantede ædelgraner overlevet; dette tal ligger noget over gennemsnittet for ædelgranplantninger i forsøget taget som en helhed, hvilket dog — jfr. forsøgets udviklingshistorie — kun viser, at proveniensen i hvert fald ikke påviseligt har vist mindre hårdførhed end normalt for ædelgran. Langt de fleste ædelgraner findes her — som i de øvrige parceller — i underetagen og frembyder det sædvanlige billede med mange misdannede, frostskadede træer, som tildels bærer præg af at have været angrebet af *Dreyfusia nordmannianae* og vildtbidt. Medens man i de fleste parceller i forsøget kan finde ædelgraner, der er ved at blive medherskende blandt lærkene, findes der ialt kun 20—25 ædelgraner, som kan betegnes som dominerende, og af disse står ca. 5, deriblandt de største i forsøget, på parcellen med proveniens *nr. 57, Calabrien.* De 5 ædelgraner havde ved måling i november 1972 brysthøjdediametre fra 19 til 22,5 cm og højder fra 11,5 til 14 m. Disse træer er fuldkommen sunde og robuste med den for proveniensen karakteristiske tætte benåling og en løbende højdevækst på ca. 50 cm om året (jfr. *Henriksen* 1971). Idet lærkeskærmens højde i denne parcel er ca. 11 m med en løbende årlig højdevækst på 15—25 cm, er de største ædelgraners absolutte dominans meget iøjnefaldende.

I parcellen med proveniens *nr. 63, Perister,* er antallet af overlevende ædelgraner påfaldende stort (ca. 75 % af det oprindelige planteantal). Selvom hovedparten af ædelgranerne er undertrykte, ser man her kun i mindre omfang misdannelser og større svækkelser som følge af frostskader, luseangreb m. v. Hvor lystilgangen har tilladt det, er træerne pletvis blevet mere eller mindre medherskende blandt lærkene. Den største målte diameter var her 18 cm. Udviklingsbilledet kunne tyde på, at proveniensen besidder en lidt større hårdførhed end normalt for ædelgran; men da parcellen ligger nordligt i forsøget, hvor der i hvert fald endnu i 1948 fandtes spredte rester af bjergfyroverstanderne, medens de ældre rødgranbevoksninger nord for forsøget kan have haft en svagt mildnende indvirkning på temperaturforholdene i denne del af arealet, bør man kun fastslå, at proveniensen i hvert fald ikke har vist tegn på mindre hårdførhed end normalt for det rene ædelgranmateriale.

Den proveniensafprøvning, der entydigt har vist, at provenienserne *nr. 46, Lapus, nr. 57, Calabrien* og *nr. 63, Perister,* både med hensyn til sundhed og produktion har givet langt bedre dyrkningsresultater end alle de øvrige afprøvede proveniensafkom, er som nævnt foretaget i 3 parallelle forsøg. De 3 forsøgsarealer ligger alle i den del af Danmark, hvor den

klimatiske tørkegrænsevirkning på ædelgranernes udvikling normalt er meget stærk.

Vest for den jyske højderyg i de midtjyske hedeområder, som repræsenteres ved ædelgranproveniensforsøget i Gludsted plantage, er den klimatiske tørkegrænsevirkning betragtet som en isoleret faktor moderat, men her vil de meget hårde temperaturbetingelser for ædelgranerne under opvæksten indgå i en kraftig klimatisk kuldegrænsevirkning; i tilknytning hertil kan frostskadede planter muligvis blive udsat for efterfølgende tørkesvækkelser. Afprøvningen af proveniens *nr. 57, Calabrien,* og *nr. 63, Perister,* under disse barske betingelser har som nævnt vist, at disse sydlige provenienser, hvoraf i hvert fald proveniensen fra Perister er en overgangsform til en mere varme- og tørketålende Abies-art, med hensyn til hårdførhed kan sidestilles med det almindeligt anvendte ædelgranmateriale.

Samtlige forsøgsrækker viser, at de svækkede ædelgraner overalt er blevet udsat for kraftige angreb af *Dreyfusia nordmannianae.* Dette forhold gælder såvel de forsøgsrækker, hvor ædelgranerne er under stærk indflydelse af den klimatiske tørkegrænsevirkning (fordampningssvækkelser), som i forsøgsrækken i Gludsted plantage, hvor den klimatiske grænsevirkning i særlig grad er knyttet til hårde temperaturbetingelser (forårs- og vinterfrost). De klimatiske svækkelser synes at være den almindeligste årsag til, at ædelgranerne bukker under for — eller skades alvorligt af — lusenes angreb. Forholdet ses bl. a. af, at provenienserne *nr. 46, Lapus, nr. 57, Calabrien,* og *nr. 63, Perister,* som nævnt har vist så stor resistens, at de har undgået de kraftige angreb af *Dreyfusia nordmannianae* i alle de forsøgsrækker, hvor de øvrige provenienser efter fordampningssvækkelser har været udsat for meget alvorlige luseangreb. Den resistens overfor *Dreyfusia nordmannianae,* som de 3 provenienser samstemmende viser i disse forsøgsrækker, må ses som et udtryk for, at de pågældende provenienser er tilpasset de klimatiske betingelser ved en tørkegrænse for arten. Dette forhold er vigtigt for vor forståelse af, at det vil være muligt at dyrke ædelgran i mange egne, hvor tørkegrænsevirkningen hindrer det sædvanlige ædelgranmateriales gode udvikling. At der ikke er tale om en ægte resistens hos de tørkeresistente specialracer, f. eks. baseret på smags- eller giftstoffer, der gør træerne immune overfor lusene, har tidligere været påvist (*Løfting* 1954); dette fremgår iøvrigt også af den undersøgelse, som proveniensafdelingen foretog i 1962, vedrørende lusenes fordeling på provenienserne, efter at de tidligere, voldsomme angreb var faldet til ro (se s. 132); resultatet viser, at lusene på det tidspunkt „i passende antal" var nogenlunde jævnt fordelt over hele proveniensmaterialet i de 3 parallelle forsøgsrækker.

Man tør således gå ud fra, at ædelgranernes proveniensbetingede resistens overfor *Dreyfusia nordmannianae* er uægte, hvorimod luseangrebenes proveniensbetingede opblussen er et udtryk for, at det angrebne ædelgran-

materiale er blevet klimatisk svækket. På denne baggrund kan man ikke vente, at de provenienser, som er specialiseret til at modstå de klimatiske tørkesvækkelser, også vil udmærke sig ved at være særlig resistente overfor en kuldegrænsevirkning dikteret af barske temperaturforhold i forbindelse med en kort frostfri periode for artens udvikling. Forsøgsrækken i Gludsted plantage viser som nævnt også, at samtlige provenienser, hvoriblandt såvel *nr. 57, Calabrien,* som *nr. 63, Perister,* indgår, har været udsat for stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae* i forbindelse med alvorlige forårs- og vinterfrostskader. Proveniens *nr. 46, Lapus,* som ikke indgår i forsøgsrækken i Gludsted plantage, ville her næppe have undgået de nævnte angreb. Senere indført afkom fra Lapus har ganske vist stedvis udpræget resistens overfor *Dreyfusia nordmannianae* i nogle midtjyske plantager, f. eks. i Nørre-Risager plantage; men det skal nævnes, at denne proveniens, som er anvendt i et kulturforsøg plantet under en mørk rødgranskærm i foråret 1969 i Sevel plantage, afd. 101, Feldborg statsskovdistrikt, blev udsat for et stærkt luseangreb i de første år efter plantningen. På nuværende tidspunkt synes angrebet at være overvundet. Her var anvendt høje, noget strenglede 2/3 planter, som antagelig efter mangelfuld skudmodning er blevet udsat for vintersvækkelser i de første år. Idet den klimatiske tørkevirkning på ædelgranerne også vil være mærkbar i de midtjyske hedeegne, tør man antage, at tørkeresistente ædelgranprovenienser — forudsat en for arten normal hårdførhed — vil vise en tendens til hurtigt at overvinde eftervirkninger af frostsvækkelserne. Den tidligere omtalte udvikling for proveniens nr. 57 og nr. 63 i forsøgsrækken i Gludsted plantage synes at bekræfte dette forhold.

Frostsvækkelserne udgør som nævnt den største fare for ædelgranerne under opvæksten i de midtjyske hedeegne og på andre lokaliteter med barske temperaturforhold. I selve kulturstadiet er de meget iøjnefaldende nedfrysninger af planterne i forbindelse med forårsnattefrost en så normal, årligt tilbagevendende foreteelse, at ædelgranernes opvækst på bar mark er en umulighed i sådanne områder. Kulturforanstaltningerne må derfor i første række tilsigte en effektiv beskyttelse af planterne imod forårsfrosten. Ædelgranerne kan bl. a. indbringes under en stærk skærm af en tidligere bevoksning, under en forkultur eller i blanding med hårdføre træarter med en hurtigere begyndelsesvækst (eventuelt kappeplantet). Man opnår herigennem, at ædelgranerne i deres første opvækst drager fordel af de andre træers skygge, hvorved man imødekommer nogle af denne skyggetålende træarts elementære naturlige krav, idet planterne får beskyttelse såvel imod forårsnattefrost som imod en for stærk fordampning. Fordampningssvækkelserne er som nævnt overordentlig farlige for ædelgranerne, hvor den klimatiske tørkegrænsevirkning er stærk (jfr. de målte 3 parallelle forsøgsrækker), og de bliver der helt bestemmende for hvilke dyrkningsforanstalt-

ninger, der kan sikre den videre udvikling, når planterne er kommet op over den farlige højde for forårsnattefrostens virkning. I modsætning hertil må behandlingen af ædelgranopvæksten omkring kuldecentrene i Midtjylland helt tage sigte på at beskytte træerne imod kuldegrænsevirkningen igennem hele opvækstperioden. Proveniensforsøget i Gludsted plantage viser, gennem de ødelæggelser den oprindelige bjergfyrskærms bortfald forvoldte, hvor nødvendig og vanskelig en langvarig beskyttelse af ædelgranerne imod forårsnattefrosten er i disse områder. I tilknytning hertil kommer, som de alvorligste vanskeligheder for ædelgranernes videre opvækst omkring kuldecentrene, de vintersvækkelser, der her forekommer efter en forudgående mangelfuld skudmodning (forvedning). Svækkelserne, som skyldes frostsprængninger (partielle ødelæggelser), der berører kambiet, bliver ofte undervurderet, bl. a. ved forveksling med forårsnedfrysninger eller med tørkesvækkelser under skærmens afvikling.

Proveniensforsøget i Gludsted plantage er et godt eksempel på, i hvor høj grad *vintersvækkelserne* indgår som en stærkt skadende faktor for ædelgranopvækstens udvikling og sundhedstilstand i dette område. Retableringen af skærmen over ædelgranproveniensforsøgets rester ved indplantning af japansk lærk over forsøgsarealet i foråret 1946 har som nævnt resulteret i udviklingen af den nuværende tætte blandingsbevoksning, hvori lærkene de fleste steder indgår som en overetage — dog iblandet få dominerende, absolut sunde og kraftigtvoksende ædelgraner og nogle rødgraner. Langt den største part af de overlevende ædelgraner danner som nævnt en underetage, hvori mange af træerne er stærkt misdannede og svækkede som følge af frostskader med tilknyttede angreb af *Dreyfusia nordmannianae*. Selvom nedfrysningerne ved den oprindelige bjergfyrskærms sammenbrud i alt væsentligt må tilskrives forårsnattefrost, er det ret usandsynligt, at forårsnattefrosten har anrettet større skader på ædelgranerne, efter at lærkeskærmen har sluttet sig. Tager man blandingsbevoksningens nuværende højde og tæthed i betragtning, tør man helt udelukke, at forårsnattefrosten har skadet de undertrykte ædelgraner igennem den sidste årrække. Disse træers nuværende svækkelsestilstand må i alt væsentligt skyldes vintersvækkelser efter mangelfuld skuddannelse (forvedning) og de dertil knyttede luseangreb.

Forsøget synes således at vise, at beskyttelsesforanstaltninger for ædelgranplanterne imod forårsnattefrost og fordampningssvækkelser kan koordineres ved hjælp af en skærm for planterne, men at faren for vintersvækkelser efter mangelfuld forvedning af ædelgranerne øges ved en tæt og langvarig beskygning på de lokaliteter, hvor barske temperaturforhold (og en kort vækstperiode) får grænsevirkning for artens udvikling i Danmark.

Ufuldstændig forvedning med påfølgende frostskader (kambialsprængninger m. v.) — ofte som basis for insekt- eller svampeangreb — kendes

fra mange andre af vore indførte nåletræarter. Disse svækkelser vil normalt vise os, at der er anvendt et for varmekrævende proveniensmateriale på de pågældende lokaliteter, eller at man ikke ved regulering af lystilgang har givet proveniensen tilstrækkelig gunstige modningsbetingelser.

Abies nordmanniana, som både botanisk og med hensyn til økologiske krav står den almindelige ædelgran meget nær, er i modsætning til ædelgran meget tydeligt opdelt i klimaracer, som bl. a. kan adskille sig skarpt fra hinanden gennem et forskelligt udspringstidspunkt (*Løfting* 1959 og 1973). De senest brydende typer får herved en kort vækstperiode til skudstrækning og modning. Selvom disse typer normalt vil undgå at blive skadet af forårsnattefrost, vil de hos os reagere som varmekrævende provenienser, der er stærkt udsat for mangelfuld forvedning med påfølgende vinterfrostskade (kambialsprængninger) og dertil knyttede angreb af *Dreyfusia nordmannianae,* medmindre de dyrkes i et område, hvor eftersommeren er relativt varm og lang og på lune lokaliteter under mindst mulig overskygge.

Nordmannsgran indgår ikke i proveniensforsøget i Gludsted plantage, men forholdsvis tidligt brydende (8—14 dage senere end alm. ædelgran) nordmannsgraner viser andre steder i plantagen (bl. a. i træartsforsøget i afd. 9 og 10) en hårdførhed overfor vinterfrost, som mindst modsvarer ædelgranernes.

I ædelgranproveniensforsøget i Gludsted plantage er de proveniensbetingede forskelle på ædelgranernes frostfølsomhed ikke iøjnefaldende, og selvom der synes at være proveniensbetingede nuancer i materialets hårdførhed, vil en proveniensbedømmelse på basis heraf være meget usikker på baggrund af forsøgets udviklingshistorie. Af forsøget synes det således kun med sikkerhed at fremgå, at arten også med hensyn til frostfølsomhed repræsenterer et ret homogent materiale indenfor store dele af sit udbredelsesområde. Resultatet udelukker dog ikke, at der ved ædelgranens kuldegrænser vil kunne findes provenienser med en større kulderesistens end normalt for arten, eller at der (jfr. *Pavari* 1951) kan findes kuldefølsomme (varmekrævende) provenienser, som er uegnede til dyrkning i Danmark.

På baggrund af erfaringerne vedrørende *Abies nordmanniana* og ædelgranens tidlige udspring med en påfølgende ret kort skudstrækningsperiode (afsluttet ca. 1. juli), skulle man ikke vente, at ædelgran hos os — selv i områder med barske temperaturforhold og en kort frostfri periode — skulle have problemer i tilknytning til forvedningen. Danske årringsanalyser (*Holmsgaard* 1955) viser imidlertid, at ikke blot fugtighedsforholdene i maj-juni, men også temperaturforholdene i august har kendelig indflydelse på ædelgranernes årlige vækst. Selv om nedbørsforholdene i maj-juni markeres stærkest i disse undersøgelser, må man være opmærksom på, at det ikke er ædelgranernes vækstforhold i kuldecentrene for artens dyrkning i Danmark, der har været behandlet i undersøgelsen. Det synes derfor be-

kræftet, at de klimatiske vanskeligheder, som får grænsevirkning for ædelgranernes udvikling i Danmark, kan skyldes såvel tørkesvækkelser som kuldesvækkelser (ufuldstændig forvedning). På denne baggrund er det naturligt, at vintersvækkelser efter utilstrækkelig modning og forvedning kan blive farlige for udviklingen af de undertrykte ædelgraner i nærheden af de midtjyske kuldecentre.

Vinterfrostskader kunne endog iagttages blandt stærkt overskyggede ædelgraner i opvækststadiet på mange midtjyske plantagedistrikter i den milde vinter 1974/75. Forholdet må antagelig tilskrives dårlige modningsbetingelser.

Iagttagelser over vintersvækkelserne i 1974/75 og deres indflydelse på de frostskadede ædelgraners udvikling og sundhedstilstand i vækstperioden 1975 er bl. a. foretaget i Nørre-Risager plantage, afd. 4. Ædelgranerne (proveniens Swietokrzyskie, Polen, og — på et mindre areal — Frijsenborg) er plantet i foråret 1959 i tolnepløjede render under skærm af en dårlig rødgranbevoksning (bonitet 4,7, plantningsår 1909), som var stærkt angrebet af *Fomes annosus.*

Skærmen har gennem en forsigtig hugst fra toppen og fjernelsen af synligt syge rødgraner været ret tæt, bortset fra lysninger ved større trameteshuller og spredte vindfælder. Ædelgranerne har efter en langsom begyndelsesvækst gruppevis fået en efter forholdene fortrinlig vækst i lysningerne, tildels i blanding med selvsåede rødgraner, medens deres udvikling har været stærkt hæmmet på de stærkere overskyggede dele af arealet. Der har specielt blandt de hæmmede ædelgraner været spredte og pletvise angreb af *Dreyfusia nordmannianae* og en del udgåede og deformerede planter — sandsynligvis ofte i tilknytning til tidligere vintersvækkelser.

I foråret 1975 kunne man spredt over de beskyggede arealer finde ædelgraner, som i tilknytning til tydelige vintersvækkelser viste begyndende misfarvning af nålene på den del af træerne, som var ovenfor de frostskadede områder på stammerne. På en del af disse træer kunne man iagttage, at mange skud fra 1974 havde stærkt rødbrune nåle og tilsyneladende var dræbt efter en indsnævring ved basis af skudaksen; tilsvarende udgåede skud kunne iøvrigt iagttages på enkelte ædelgraner, som ikke viste andre tegn på frostskade. Indsnævringerne ved skudbasis skyldes svampeangreb i tilknytning til frostskader på svagt forveddede skud, jfr. *Robak* (1951) vedrørende angreb af *Nectria cucurbitula* på Abies-arter. På næsten alle de frostskadede træer kunne man iagttage angreb af *Dreyfusia nordmannianae,* og disse blev i løbet af forsommeren meget voldsomme, dog uden at brede sig nævneværdigt til de omkringstående træer. De stærkt frostskadede, angrebne ædelgraner vil i nogle tilfælde være dræbt, medens andre sætter skud op fra den nedre del af stammen og overlever som stærkt

tilbagefrosne, deformerede træer. De spredte vinterfrostskader på de overskyggede ædelgraner har således samme karakter som de langt mere udbredte skader på de stærkt overskyggede ædelgraner i det gamle proveniensforsøg i Gludsted plantage, hvor dyrkningsbetingelserne i umiddelbar nærhed af kuldegrænsen for artens mulige opvækst er langt vanskeligere.

De vinterfrostskadede ædelgraners spredte forekomst i underplantningen viser en individuel variation i materialets resistens overfor svækkelserne (jfr. *Beier-Petersen, Esbjerg* og *Søegaard* 1974), et forhold, som tyder på, at der ved artens naturlige kuldegrænser må findes et ædelgranmateriale, som på dette punkt har gennemgået en mærkbar selektion; men et sådant materiale synes ikke at være repræsenteret i de hidtidige danske proveniensforsøg.

Såvel de store ædelgraner, som spredt er nået op igennem lærkeskærmen i proveniensforsøget i Gludsted plantage, som de større ædelgrangrupper, der er vokset op i udvidede trameteshuller under rødgranskærmen i Nørre-Risager pltg., afd. 4, viser som nævnt en påfaldende kraftig og sund udvikling. Disse ædelgraner har øjensynligt fået fortrinlige vækstbetingelser forenet med en tilstrækkelig modning og forvedning til at modstå vintersvækkelser. Samtidig viser denne udvikling, at de klimatiske betingelser for ædelgranernes udvikling inden for disse områder er relativt gunstige, *når* træerne er kommet igennem opvækstperiodens farlige stadier for frostødelæggelser.

Efter de konstaterede vintersvækkelser blandt de overskyggede ædelgraner i Nørre-Risager pltg., afd. 4, blev der i maj 1975 foretaget en kraftig lysning i rødgranskærmen, som endog på et mindre, forholdsvis beskyttet areal blev helt fjernet. Hugsten skulle sikre ædelgranerne bedre betingelser for skudmodning, men det valgte tidspunkt var med henblik på eventuelle klimatiske tørkesvækkelser i vækstperioden 1975 noget farligt. På trods af den påfølgende sommertørke fik ædelgranerne en relativ sund udvikling, når man ser bort fra de omtalte vinterfrostskadede træer. Særlig bemærkelsesværdigt er det, at de koncentrerede angreb af *Dreyfusia nordmannianae* på de frostskadede træer ikke fik større udbredelse på de øvrige ædelgraner. Dette foreløbige resultat af lysningshugsten understreger den klimatiske tørkegrænsevirknings stærkt afdæmpede indflydelse på ædelgranernes udvikling i dette område. På nuværende tidspunkt kan det derimod ikke afgøres, om de bedrede modningsbetingelser efter lyshugsten har modvirket nye vintersvækkelser på ædelgranerne, eller om de blottelser af undertrykte ædelgraner, som hugsten har medført, midlertidigt vil give anledning til øgede vintersvækkelser.

På denne lokalitet, hvor kuldegrænsevirkningen under ædelgranernes opvækst er umiskendelig (men betydelig svagere end i umiddelbar nærhed af kuldecentrene), er det endnu usikkert, om det vil være muligt at skabe

en nogenlunde intakt ædelgranbevoksning over hele arealet. Det vil sandsynligvis blive nødvendigt — og under alle omstændigheder formålstjenligt — at lade de selvsåede rødgraner indgå som spredt og gruppevis indblanding, eventuelt suppleret med en meget spredt efterbedring med japansk lærk.

Under barskere klimatiske betingelser for ædelgranerne, specielt omkring de midtjyske kuldecentre, vil større samlede kulturer med ren ædelgran — selvom de anlægges under en solid, levedygtig skærm — falde udenfor den forsvarlige grænse for træartens anvendelse. Den nødvendige, stærke beskyttelse vil her medføre en beskygning, som i forbindelse med en kort frostfri periode vil udelukke en skudmodning og forvedning, der sikrer ædelgranerne imod vintersvækkelser, og kulturen vil under stagnerende vækst komme i en svækkelsestilstand, som kan antage en permanent karakter, hvor en langvarig, stærk beskygning opretholdes. De fleste ædelgraner vil dog herunder vise en forbavsende overlevelsesevne, jfr. proveniensforsøget i Gludsted pltg., men planterne vil være overordentlig følsomme overfor forandringer, der medfører stærke temperaturudsving (hurtige frysninger og optøninger). Under disse forhold vil en traditionel skærmafvikling, d.v.s. en skærmafvikling, der tilsigter en jævn lysfordeling over hele kulturarealet, være særdeles vanskelig at gennemføre med udsigt til et godt resultat. Der vil under hele denne langvarige proces stilles krav til skærmens stormfasthed og levedygtighed, som meget sjældent kan opfyldes af gamle 1. generations rødgraner og bjergfyr i plantagerne. De fleste større ædelgranunderplantninger i disse områder er da også ved skærmens for tidlige bortfald blevet totalt udslettet på grund af frost, ofte i løbet af ganske få år.

Selv hvor det undtagelsesvis har været muligt at gennemføre en skærmafvikling uden nævneværdige uheld igennem en længere årrække og herunder at bringe ædelgranerne uskadt op over eller omkring den øvre grænse for *forårsnatte*frostens normale indflydelse, viser erfaringerne, at ædelgranernes afhærdning har været ganske utilstrækkelig til at modstå frostvirkningen, efter at skærmen er blevet fjernet.

For at belyse den overraskende frostvirkning, som under disse forhold kan dræbe ædelgranerne over et større areal — ofte indenfor et enkelt år efter skærmafvikling — skal der nævnes et eksempel fra *Myremalm plantage, afd. 44.* Afdelingen, ca. 3,4 ha, var tilplantet med ædelgran under skærm af gammel rødgran (bonitet 5—6). Afdelingen ligger vestligt i plantagen, men skærmen var, dels på grund af terrænets stigning mod vest, dels ved et bælte af mellemaldrende gran m. v. langs vestkanten, ret godt beskyttet imod stormfald. Det var her lykkedes gennem lysningshugster at vedligeholde en tilstrækkelig skærm over ædelgranerne. Efter den sidste lysningshugst i 1969 omfattede overstanderne ca. 60 m^3 pr. ha, som blev

afskovet i 1972. Ædelgranernes alder på dette tidspunkt opgives til 15 år. Udviklingen havde indtil dette tidspunkt været god, idet ædelgranerne tilsyneladende med jævnt tiltagende vækst udgjorde en intakt og forholdsvis ensartet plantning med en gennemsnitshøjde på omtrent 1,5 m (noget lavere mod øst, men i den vestlige del ca. 2 m med træer op til godt 3 meters højde). Ved en besigtigelse af arealet i foråret 1975 kunne det konstateres, at ædelgranerne længe havde været udgåede og formentlig var frostdræbte inden skudsætningen i 1974, idet træerne var totalt afnålede og fuldkommen tørre. Kun ganske få, ca. 3 m høje træer på den højereliggende del af arealet mod vest havde et par grønne grenkranse i toppen, medens de øvrige grene var tørre, ligesom nogle få ædelgraner, som stod op ad en tilfældigt opvokset birk eller en jævnaldrende rødgran, havde holdt livet, skønt deres nye skud var afsvedet af forårsnattefrost.

Man vil i almindelighed gå ud fra, at fejlslagne ædelgrankulturer — efter skærmens bortfald — på frostudsatte lokaliteter er blevet ødelagt af forårsnattefrost. En forårsfrost, som normalt kun afsvider de nye skud kort efter løvspring, vil dog ikke på et enkelt år kunne dræbe 15-årige indtil 2 m høje ædelgraner over et helt område. Der må her være tale om en *kuldepåvirkning,* som står i forbindelse med træernes utilstrækkelige afhærdning. Betragter man de døde træer, får man indtryk af, at den dræbende frost er indtruffet inden de nye skud er brudt frem. Det kan være tvivlsomt, om denne frostvirkning skyldes aprilfrost (jfr. *C. M. Møller* 1965), eller om den kan betegnes som vinterfrost. Den omstændighed, at enkelte ædelgraner, som har stået ved siden af en rødgran eller birk, har overlevet, omend med stærkt afsvedne skud, tyder på, at ødelæggelserne står i forbindelse med store temperatursvingninger på grund af direkte sollys, hurtige optøninger og frysninger i senvinteren eller det tidlige forår. Endelig skal det nævnes, at de få overlevende 3—3,5 m høje ædelgraner i den vestlige (højereliggende) del af arealet viser en skarp øvre grænse (i ca. 2,5 m højde) for de udgåede grene, et forhold, som leder tanken hen på forårsnattefrost af en særlig ondartet karakter, eller aprilfrost.

De fleste rene ædelgrankulturer omkring de midtjyske kuldecentre er som nævnt gået til grunde ved skærmens bortfald. Denne skæbne ville ædelgranerne i proveniensforsøget i Gludsted plantage også have fået, hvis skovrider Kierkgaard ikke, da bjergfyrskærmen gik i opløsning, havde gennemplantet arealet med japansk lærk. Herved danner de reddede ædelgraner i denne kultur en undtagelse, samtidig med at forsøget viser, i hvor høj grad den japanske lærk kan indgå som et værdifuldt hjælpetræ for ædelgran i dette område. Det må dog bemærkes, at hovedparten af disse ædelgraner endnu 37 år efter, at de er udplantet i proveniensforsøget og 30 år efter, at de japanske lærk er indplantet, befinder sig i kulturstadiet,

idet de indgår som helt undertrykte, svækkede planter under den tætte skærm. Som nævnt ser man her på tværs af proveniensgrænserne, spredt over arealet, nogle store (indtil 16 m høje), kraftigtvoksende, absolut sunde ædelgraner, som er vokset op igennem huller i lærkeskærmen og således danner en mærkelig kontrast til de øvrige små og svækkede planter. I denne gamle ædelgrankultur ser man således et stort antal tilsyneladende syge planter i ventestadiet, efter at de er blevet eftertrykkeligt skærmet imod forårsnattefrost, samt et mindre antal ædelgraner, som har fået mulighed for god vækst og afhærdning. I en mere afdæmpet form viser ædelgranopvæksten i Nørre-Risager pltg., afd. 4, det samme billede gennem den gruppevis gode udvikling i trameteshullerne.

Betragter man på denne baggrund de spredte, gamle ædelgraner, der i de midtjyske plantager er blevet resultatet af ret omfattende ædelgranplantninger, forstår man, at de største af disse ædelgraner allerede på et tidligt tidspunkt har været dominerende blandt deres jævnaldrende (jfr. *Martin Jensen* 1968), men det er langtfra sikkert, at de genetisk er udstyret med en for arten usædvanlig vækstenergi (jfr. afkomsbedømmelserne). Man tør end ikke gå ud fra, at de repræsenterer et særlig hårdført materiale, skønt man på dette punkt måske kan vente en vis selektion. Medens det ikke har været muligt at basere en ædelgrandrift på større renkulturer, viser disse stærke, gamle ædelgraner, at træarten trods alt har udviklingsmuligheder og berettigelse som et værdifuldt indblandingstræ til støtte for rødgranerne og sikring af skovtilstanden i plantagerne i disse egne. Baggrunden for disse træers gode udvikling synes at være, at man, bevidst eller ubevidst, har givet dem de særlige betingelser for opvækst, som ædelgranerne også i de naturlige blandingsskove drager fordel af i konkurrence med rødgran og bøg.

Ædelgranernes særlige evne til længe at kunne vegetere som en lav undervækst i stærk skygge for derpå hurtigt at kunne udnytte et opstået hul i de gamle træers kronetag til en kraftig opvækst er velkendt, hvor træarten i Mellemeuropa indgår i naturlig blanding med rødgran og bøg. *Zentgraf* (1949) sætter dette i forbindelse med ædelgranernes evne til at have en fortsat god rodudvikling trods en langvarig, stærk beskygning. Dette særprægede opvækstforløb synes at være stærkt medvirkende til, at ædelgranerne trods deres langsomme begyndelsesvækst i forhold til bøg og rødgran gruppevis får betingelser for at dominere i opvæksten, således at træartens fortsatte plads i blandingsskoven bliver sikret. Ædelgranernes påfaldende gode vækst i en lodret lysbrønd kan desuden forklares ved, at denne udprægede skyggetræart, som trods sit veludviklede rodsystem kun kan præstere en langsom saftstigning (*Løfting* 1959), her vil få fuld udnyttelse af røddernes mulige vandoptagelse, uden at de stærkt skyggeopdragede planter udsættes for et skadeligt fordampningskrav på grund af

direkte sol og vind. I modsætning hertil vil rødgranerne, som bedre er i stand til at tåle og udnytte et direkte sollys (stærkere fordampning), ikke få tilstrækkelig fordel af en stærkt begrænset lysbrønd.

Ved dyrkning af ædelgran i artens kuldegrænseområder i Midtjylland vil det af hensyn til faren for forårsnattefrost almindeligvis være nødvendigt at udnytte træartens særlige evne til længe at kunne vegetere i stærk skygge. Selvom træerne herved bliver udsat for vintersvækkelse — jfr. proveniensforsøget i Gludsted plantage — vil de fleste planter normalt overleve og bevare evnen til at vokse op under ændrede lysforhold. De svækkede, skyggeopdragede ædelgraner vil dog være overordentlig følsomme overfor blottelser, der giver adgang for lavt sollys og træk, specielt fra østlige retninger, formentlig på grund af de stærke temperaturudsving (hurtige optøninger og frysninger), som er forbundet hermed. Under disse forhold vil det trods alt være muligt at sikre en spredt eller gruppevis opvækst af kraftigt voksende ædelgraner, som opnår tilstrækkelig gode modningsbetingelser til at modstå kuldegrænsevirkningen. Forudsætningen herfor synes at være, at man opretholder beskyttelsen omkring ædelgranerne, medens man pletvis skaber huller i skærmen over planterne, d.v.s., at man udnytter træartens specielle evne til kraftig opvækst under en lysbrønd. Det ligger i sagens natur, at det ikke herved vil være muligt at frembringe en ensartet, ensaldrende ædelgranopvækst over et større samlet areal.

I dette område, hvor kuldegrænsevirkningen for ædelgranerne i kulturstadiet og under hele opvæksten er overordentlig farlig, vil større kulturanlæg med ren ædelgran som nævnt være uhensigtsmæssige. De vil være dyre både i anlæg og beskyttelsesforanstaltninger, og dyrkningsresultaterne vil være særdeles usikre. Ædelgranen må i dette område kun betragtes som et værdifuldt hjælpe- og indblandingstræ, som først i de ældre aldersklasser bliver robust og opnår en god, sund og vedvarende produktion, som kan supplere og støtte rødgrandriften og bidrage til at stabilisere skovtilstanden i plantagerne. Såvel i det gamle proveniensforsøg i Gludsted plantage som i de ret sparsomme, men værdifulde forekomster af gammel ædelgran omkring kuldecentrene i Midtjylland, har de store ædelgraner normalt gennemgået et ventestadium under stærk skygge (og herunder ofte været glemt eller opgivet af omverdenen). De stærkt svækkede træer har derpå fået lejlighed til at vise artens særlige evne til at reagere hurtigt og stærkt på et opstået lyshul over planterne, idet de med kraftig vækst og god skudmodning er kommet igennem opvækststadiet for derefter som robuste, afhærdede træer at indgå som en værdifuld støtte i de gamle bevoksninger.

På baggrund af de mange ædelgraner, som under opvæksten er blevet dræbt af frost i disse områder, tyder alt på, at det for disse træer har været livsvigtigt — eller i det mindste afgørende for deres gode udvikling — at kuldepåvirkningen er blevet afbødet i forbindelse med den øgede lystilgang.

Dette har kun været muligt, hvor der har været en beskyttelse fra mere frostsikre træer omkring ædelgranerne samtidig med, at disse har fået tilstrækkeligt ovenlys til sikring af skudmodningen og udnyttelsen af den latente vækstenergi. Hele det særprægede udviklingsforløb, som kuldegrænsevirkningen har nødvendiggjort omkring de midtjyske kuldecentre, svarer således til ædelgranopvækstens adfærdsmønster under opvækst i de naturlige blandingsskove, hvor den konkurrerer med bøg og rødgran.

Dyrkningsmæssigt vil det næppe være nødvendigt af hensyn til træartens senere udvikling, at ventestadiet udstrækkes ud over den tid, beskyttelse mod nattefrosten kræver. Specielt hvor dyrkningen foregår i blanding med jævnaldrende rødgran, vil en forlænget ventetid for ædelgranerne udelukke, at de når med op i den fremtidige bevoksning — medmindre rødgranerne også bliver stærkt væksthæmmede og svækkede under opvæksten. Med henblik på en berettiget anvendelse og dyrkning af ædelgran som indblandings- og støttetræart i plantagerne omkring de midtjyske kuldecentre, vil det dog være muligt at give visse retningslinier på basis af de gamle ædelgraners udviklingshistorie.

I det gamle ædelgranproveniensforsøg i Gludsted plantage kan man som flere gange nævnt iagttage den japanske lærks fortrinlige egenskaber til beskyttelse og hjælp for ædelgranerne. Mens lærkens frostbeskyttelse overalt har været effektiv, så er de virkeligt gode vækstbetingelser, som også kan skabes i bevoksningen, kun opnået nogle få steder — i de tilfældige huller i lærkeskærmen, hvor man nu har store ædelgraner. Man ser her at ædelgraner med en langt mere vedholdende og kraftig vækst end de omgivende lærk, vil indgå som robuste, dominerende træer i bevoksningen. På basis af erfaringerne vedrørende stærkt undertrykte, svækkede ædelgraners iboende evne til hurtig regeneration og vækst må man tro, at en pletvis stærk lysning i lærkeskærmen over de stærkt undertrykte ædelgraner vil resultere i en gruppevis sund og kraftig opvækst af ædelgran, således at der her kan skabes en stærk og med tiden værdifuld og smuk blandingsbevoksning af ædelgran, japansk lærk og rødgran.

På baggrund af ædelgranernes evne til at udnytte opståede huller i kronetaget er det umiddelbart indlysende, at en indplantning af ædelgrangrupper i begyndende, tidligt opståede trameteshuller under rødgran vil kunne give ædelgranerne udmærkede vækstbetingelser. En demonstration heraf kan bl. a. ses i Palsgård statsskov, hvor skovrider Fabricius omkring århundredskiftet etablerede fortrinlige støttepunkter for 1. generations rødgran og den fremtidige skov ved gruppevis indplantning af ædelgran, hvor rødgranerne viste tidlige opløsningstendenser i den vestlige del af plantagen. En tidlig sikring af plantagevestrande ved indplantning af ædelgran under tyndnålede, svagt vigende rødgranudkanter har ligeledes givet udmærkede resultater. Dels giver de vestvendte udkanter ædelgranerne relativt gunstige

klimatiske fugtighedsforhold, dels yder de gamle rødgraner her fuld beskyttelse fra øst, hvorved frostvirkningen (stærke temperatursvingninger) afdæmpes, og endelig synes de overlevende rødgraner at blive stimulerede gennem undervæksten.

Erfaringerne har vist, at ædelgranindplantningen bør foretages så langt ind under de ældre rødgraner, at de inderste ædelgraner kun vil få mulighed for at blive til noget, hvis rødgranrandens opløsningstendens fortsætter. En spredt indblanding af japansk lærk i de ydre ædelgranrækker har ligeledes vist sig at være gavnlig til sikring af ædelgranerne.

I modsætning til de få tilfælde indenfor de frostudsatte midtjyske plantager, hvor ædelgranerne i blanding med jævnaldrende rødgraner har gjort sig gældende i 1. generation, finder man ofte, bl. a. i Gludsted og Kompedal plantager, udmærkede ældre ædelgraner i udkanter og læstriber. Disse ædelgraner har været plantet sammen med hvidgran og bjergfyr; de har også her været totalt overvoksede gennem en længere periode, men de andre træarters tidlige opløsningstendens eller en rettidig lysningshugst har derpå givet ædelgranerne tilstrækkeligt ovenlys til at vokse op og blive afhærdede for senere at blive totalt dominerende som følge af de andre træarters stagnerende vækst i den ældre bestand.

Skabelsen af stabile vestkanter og læstriber baseret på ædelgran er en meget vigtig opgave, som kan løses uden overhængende fare for, at ædelgranerne i de stærkt kuldeprægede områder vil blive ødelagt af frost under opvæksten, og uden at dette vil kræve urimelige økonomiske ofre. Under mindre barske betingelser vil det dog være nærliggende at erstatte de mindreværdige hjælpetræer (hvidgran og bjergfyr) med japansk lærk, hvilket dog vil kræve tidlige og hårdhændede hugstindgreb i lærkene omkring ædelgranerne.

I nærheden af den midtjyske kuldegrænse for ædelgrandyrkningen findes der som nævnt kun meget få eksempler på, at ædelgran i blanding med jævnaldrende rødgran har gjort sig gældende som en jævnbyrdig eller dominerende indblanding i de gamle bevoksninger. I de få tilfælde, hvor dette er lykkedes, er ædelgranindblandingen blevet overordentlig værdifuld både på grund af dens sunde, velholdende produktion og dens stabilisering af skovtilstanden. Som et eksempel kan nævnes „Skovfoged Andersens Graner", Gludsted plantage, afd. 192 m. fl. Arealet blev for ca. 100 år siden tilplantet med ædelgran og rødgran i blanding i dybe, gravede „Rosenske huller", hvorfra lyngtørven var fjernet, så at planterne kom til at stå dybt i forhold til den omgivende lynghedes overflade. Da kulturen tilsyneladende var mislykket, blev arealet nogle år senere tilplantet med bjergfyr, som dannede en tæt skærm, hvori rødgranerne, efterhånden stærkt trykkede, voksede op. Bjergfyrrene blev 25—30 år efter plantningen fjernet gennem et par sablinger af hensyn til rødgranerne. Ædelgranerne var da forlængst

glemt, men de havde i mange tilfælde overlevet i de dybe huller efter at have været frosset ned. Ved bjergfyrrenes sabling fik ædelgranerne lys nok til en kraftig vækst imellem de tyndnålede rødgraner for senere at indgå som en medherskende, tildels dominerende indblanding i den meget smukke gamle bevoksning.

Hvor rødgrankulturer med spredt indblandede ædelgraner har haft en normal udvikling i disse områder (ofte med bjergfyr som hjælpetræart), er ædelgranerne enten frosset bort eller tidligt blevet totalt overvoksede uden senere mulighed for at vokse op og blive medherskende i de ældre bevoksninger. Stedvis kan man her ved rødgranernes foryngelse finde spredte, undertrykte ædelgraner. Blandt andet i kulisseforyngelserne i Gludsted plantage, afd. 193, kan man se enkelte ædelgraner, som efter 70—80 års undertrykkelse med god vækst vokser op sammen med foryngelserne. Selv om denne indblanding er så svag, at den ikke kan tillægges større praktisk betydning, er det sandsynligt, at en tidlig, hårdhændet hugst i rødgranerne, som Forsøgsvæsenets nye hugstforsøg synes at berettige (jfr. *Bryndum* 1969), i forbindelse med en noget større planteafstand end tidligere, kan resultere i, at en spredt ædelgranindblanding får større mulighed for at overleve i blanding med jævnaldrende rødgran. Dette kan blive af betydning for den fremtidige udvikling af plantagerne i de barske, frost- og stormudsatte midtjyske egne, hvor den stærkt anvendte spredte indblanding af 25 % ædelgran i rødgrankulturerne ikke hidtil har svaret til forventningerne. Ganske vist kan ædelgranerne næppe — trods stærk hugst i rødgranerne — nå op som en jævnbyrdig indblanding i de *jævnaldrende* rødgraner, men et betydeligt antal overlevende, undertrykte ædelgraner i disse bevoksninger vil kunne danne grundlag for en *kommende* blandingsskov med rødgran som hovedtræart og ædelgran som en yderst værdifuld indblanding og støttetræart.

Et særlig interessant eksempel på en sådan udvikling indenfor ædelgranernes naturlige vokseområde kan iagttages på Forstamt Villingen, som i klimatisk henseende slutter sig til Baarområdet, der danner en udstrakt frostsænkning øst for Schwarzwald til de Schwabiske Alper. Klimaet er her med henblik på ædelgrandyrkning overordentlig hårdt og kontinentalt præget: Årsgennemsnit 6°C. Vinteren er lang og snerig, foråret meget kort, nærmest en brat overgang til sommeren, hvor der fremdeles kan ventes nattefrost „praktisk taget i alle måneder". Området er stærkt udsat for storm fra vestlig retning. Jordbunden består hovedsagelig af forvitringsprodukter fra et sandstensunderlag (dog med et betydeligt finkornsindhold i forhold til danske hedeområder). På Forstamt Villingen er terrænet ret fladt, men svagt østskrånende fra ca. 900 m o.h. til ca. 750 m o.h. Årsnedbøren er i distriktets vestligste del ca. 1200 mm årlig, men stærkt faldende

østpå, hvor nedbøren opgives til ca. 750 mm årlig. På dette distrikt, som i hovedsagen er en blandingsskov, indtager rødgran 60—65 % af arealet, ædelgran 15—20 % og skovfyr ca. 20 %, medens bøgen er helt uden betydning. Dette blandingsforhold synes at have været ret konstant igennem de sidste 1000 år indtil 1835, d.v.s. gennem et meget langt tidsrum, hvor der dels har været en del kreaturgræsning i skoven, dels en ret tilfældig skovdrift.

Det, der i denne forbindelse har særlig interesse, er dog, at renafdrifter, som før 1835 er foretaget således, at de undertrykte ædelgraner er blevet efterladt, har givet fortrinlige blandingsbevoksninger, hvor tidligere undertrykte 80—100-årige ædelgraner er vokset op sammen med foryngelserne. Der kan endnu fremvises rester af disse bevoksninger, hvor de store, ofte noget grovgrenede gamle ædelgraner udgør ca. 30 % af vedmassen som spredt indblanding i meget smuk rødgran, stedvis iblandet skovfyr.

Uden iøvrigt at gå i detaljer skal det nævnes, at de undertrykte ædelgraner efter gennemførelsen af regelmæssig højskovsdrift efter 1835 blev borthugget i de ældre bevoksninger, og at træarten herefter gik stærkt tilbage, selvom man anlagde store foryngelser under skærm af de gamle bevoksninger, idet skærmen normalt blev ødelagt ved stormfald og ædelgranerne dræbt af frost. Da man derefter gik over til regelmæssig højskovdrift baseret på renafdrifter, blev ædelgranerne yderligere fortrængt. I erkendelse af ædelgranernes store betydning for stabiliteten og produktionen i bevoksningerne og skovfyrrenes betydning som hjælpetræ for ædelgranerne har man senere ofret store anstrengelser på at genskabe træarternes oprindelige blandingsforhold på distriktet. Dette er i vid udstrækning lykkedes, navnlig ved overgangen — efter 1933 — til foryngelse ved „Keilschirmschlag", d.v.s. kileforyngelse (fra øst) med tilknyttede randforyngelser (jfr. kulisseforyngelserne, som herhjemme indledtes på Palsgård statsskovdistrikt i 1928), kombineret med skærmstilling, hvor bl. a. de gamle skovfyr overholdes. Metoden tilsigter gennem en kraftig hugst i de ældre bevoksninger at skabe basis for ædelgranselvsåning, der såvidt muligt skal have 20—30 års forspring for rødgran og skovfyr, ligesom man fremdeles søger at få ældre, undertrykte ædelgraner til at indgå i foryngelserne.

I Danmark møder skovfyr, specielt i de midtjyske hedeområder, meget vanskelige klimatiske dyrkningsbetingelser. Her vil kun de stærkt atlantisk prægede skovfyr (f. eks. fra Sæverås i Norge) have en rimelig dyrkningssikkerhed, men samtidig en mindre værdifuld produktion. En større anvendelse af skovfyr som hjælpetræ for ædelgran vil derfor næppe være hensigtsmæssig (bortset fra kappeplantning) i disse områder. Her synes det mere nærliggende at gøre brug af den japanske lærk. Dette er forsøgt flere steder, bl. a. i Kompedal pltg. og i Birkebæk, idet man i rødgranforyngelser med 8—10 rækkers mellemrum har indskudt 3 samlede rækker med

japansk lærk, hvori ædelgran er indplantet i midtrækken (stedvis med yderligere indplantning af skovfyr). I praksis er disse ædelgraner dog blevet totalt undertrykt; alligevel må det på basis af denne kulturmetode — eller en mere gruppevis indplantning af lærk og ædelgran — være muligt at få nogle af ædelgranerne til at vokse op og blive medherskende gennem en meget tidlig, pletvis fjernelse af lærkene (jfr. proveniensforsøget i Gludsted plantage).

Medens dyrkningen af ædelgran, specielt sammen med jævnaldrende rødgran, kan være overordentlig vanskelig og ofte har været bekostelig i nærheden af kuldecentrene i Midtjylland, bliver dyrkningen lettere og mindre kompliceret i Vestjylland, hvor man har fjernet sig fra kuldecentrene samtidig med, at den klimatiske tørkegrænsevirkning er moderat i disse områder. Ædelgran dyrket i blanding med jævnaldrende rødgran vil normalt også her blive overvokset i kulturstadiet, men i de mellemaldrende bevoksninger vil ædelgranen indhente rødgranen og ofte blive dominerende i de ældre bevoksninger. Forholdet må dels ses på baggrund af kuldegrænsevirkningens svagere indflydelse på ædelgranernes udvikling, dels på baggrund af tidlige nålefald og opløsningstendenser blandt rødgranerne som følge af vindslid, saltnedslag m. v. i disse områder. Der findes dog også i Vestjylland mindre områder og lokaliteter, hvor en sen og ret streng forårsnattefrost er almindelig, f. eks. omkring Oksbøl (Ål pltg. m. fl.) og Klosterheden. Da dette ofte vil være sammenfaldende med en kort og kølig frostfri periode, kan der her, på tilsvarende måde som i de barske midtjyske hedeområder, lokalt opstå alvorlige problemer i tilknytning til vintersvækkelser på overskyggede ædelgraner, hvor en skærm længe kan være nødvendig af hensyn til sen forårsnattefrost. Hvor kuldegrænsevirkningen er moderat i de vestjyske områder kan ædelgran dyrkes såvel i renbestand som i blanding med rødgran over større samlede arealer. En nødvendig skærm for ædelgranerne af hensyn til forårsnattefrost vil her kunne afvikles, således at der skabes ensartede, ret gode opvækstbetingelser for ædelgranerne over større arealer. I blanding med rødgran, hvis udvikling i nogen grad vil blive hæmmet af skærmen, vil det under passende lystilgang ofte være muligt at få ædelgranernes ungdomsvækst tilpasset til rødgranernes udvikling.

I klitområderne, hvor de klimatiske betingelser for rødgranernes udvikling er meget dårlige, er ædelgrandyrkning baseret på ensaldrende, rene bevoksninger meget anvendt, og der er her, specielt under de særlig gunstige klimatiske betingelser for ædelgran i kystområdet i Thy (Vanned - Vilsbøl pltgr. m. fl.), opnået udmærkede dyrkningsresultater. Selv under disse forhold kan man dog bemærke, at ædelgran under opvækst opnår den sundeste og stærkeste udvikling under huller, der opstår i en iøvrigt mørk skærm. Det skal i tilknytning hertil bemærkes, at Vesterhavets mildnende

indflydelse på temperaturforholdene aftager hurtigt ind i landet både i Thy og Vendsyssel. Faren for sen forårsnattefrost er således alvorlig i de østlige dele af Vanned plantage. I denne del af plantagen er store arealer med bjergfyr blevet underplantet med ædelgran, som længe kom til at stå under en meget tæt skærm. I lyse pletter i skærmen fik ædelgranerne en sund udvikling, medens de flere steder under den mørke skærm viste mangelfuld skudmodning og i tilknytning hertil blev stærkt angrebet af *Dreyfusia nordmannianae*. De mangelfulde modningsbetingelser var særlig tydelige i afdelinger, hvor der var indblandet Nordmannsgran af den smukke, sentbrydende proveniens fra Tversted plantage. Disse Nordmannsgraner, som i begyndelsen viste en meget kraftig udvikling, blev senere helt ødelagt af luseangreb i forbindelse med mangelfuld modning under den tætte skærm, medens de i åbne huller fortsatte deres stærke, sunde udvikling.

Ædelgranernes særlige evne til at opnå en relativt hurtig og sund begyndelsesvækst under ovenlys i forbindelse med en tæt beskyttelse omkring planterækkerne er flere steder — både indenfor hedeskovbruget og klitskovbruget — udnyttet under fornyelse af helt ung (1—1½ m høj) bjergfyr. Efter rækkehugst i bjergfyrren er ædelgranerne plantet i de tomme rækker, hvor de straks har fået en kraftig udvikling. Metoden, som kræver, at lokaliteten ikke i særlig grad er udsat for sen forårsnattefrost, er bl. a. gennemført over et større areal i Amtsplantagen ved Hvalpsund og kan desuden ses på højtliggende terræn i Vanned og Kronenshede klitplantager.

Der er næppe tvivl om, at kuldesvækkelser, d.v.s. vintersvækkelser i tilknytning til ufuldstændig forvedning til tider kan blive farlige, specielt for stærkt overskyggede ædelgraner, også i egne, hvor tørkesvækkelserne normalt har den afgørende indflydelse på udviklingen. I dele af Djursland, hvor sen forårsfrost og en kort frostfri periode er forenet med en kraftig klimatisk tørkegrænsevirkning, er træartens udviklingsbetingelser således meget vanskelige. Man må også vente, at kuldesvækkelserne i enkelte år med en uheldig kombination af temperaturforholdene i eftersommeren og den påfølgende vinter vil få kendelig indflydelse på ædelgranernes udvikling udenfor de normalt kuldeprægede områder for træartens dyrkning. Det er f. eks. en nærliggende mulighed, at de tidlige, meget voldsomme angreb af *Dreyfusia nordmannianae*, som blev registreret i proveniensforsøg nr. 99, Frijsenborg, gennem dødelighedsprocenterne i tyndingerne i efteråret 1956 og foråret 1959 (se side 131) kan stå i forbindelse med en forudgående vintersvækkelse i lige så høj grad som med de klimatiske tørkesvækkelser.

Udover de 4 hidtil omtalte proveniensforsøg indgik der i den samlede plan for ædelgranproveniensforsøget (jfr. side 79) følgende proveniensforsøg: B-nr. 93, Kronborg Statsskovdistrikt, Horserød Hegn, afd. 151; B-nr.

94, Wedellsborg skovdistrikt, Ørslev pltg., afd. 26; B-nr. 96, Bornholms Statsskovdistrikt, Almindingen, afd. 242. I disse 3 proveniensforsøg er provenienserne nr. 46, Lapus, nr. 57, Calabrien, og nr. 63, Perister, ikke plantet.

Proveniensforsøg *B-nr. 93, Kronborg Statsskovdistrikt,* blev efter stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae* nedlagt og underplantet med bøg. I ædelgranskærmen, som er under afvikling, indgår der kun ganske enkelte helt sunde ædelgraner spredt over arealet.

Proveniensforsøg *B-nr. 94, Wedellsborg,* er anlagt på et smalt forsøgsareal henad en nordøst-skråning; alle parcellerne er tværgående, således at proveniensgrænserne følger terrænets faldretning. Forsøgsarealets smalleste del findes mod sydøst, omfattende proveniens nr. 45, 65, 55, 74 og 76, som har været så stærkt udsat for oktoberstormen i 1967, at disse parceller er gået i opløsning. De øvrige parceller har ikke været udsat for væsentlige stormfald, og sundhedstilstanden var ved besigtigelse af arealet i juli 1972 i alt væsentligt god, efter at der tidligere har været ret stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae.* Disse parceller er nu i hovedsagen intakte, dog med ret tydelige variationer fra proveniens til proveniens såvel med hensyn til slutningsgrad som til de opnåede dimensioner.

Medens der kun findes 1 parcel for hver af de øvrige provenienser, indgår proveniens nr. 45, Gurrevang, med 3 parceller, hvoraf den ene som nævnt blev ødelagt i stormen i 1967. De 2 andre parceller er begge noget åbne med en kraftig bundvegetation af hindbær, bølget bunke, bregner m. v., men de indeholder en del meget store, vækstkraftige træer. Også parcellen med prov. nr. 75, Søholt, er ret åben, bundfloraen er også her stærk, men træerne er nu i kraftig vækst. I de øvrige parceller er slutningen så stærk, at bundfloraen i hovedsagen mangler. Særlig mørk og dybtkronet virker prov. *nr. 58, Como,* men den gennemsnitlige dimension på træerne er her mindre. Prov. *nr. 49, Pyrenæerne,* viser en meget regelmæssig opbygget, temmelig fingrenet ædelgrantype, som danner en sluttet bevoksning, men tilvæksten synes for denne proveniens' vedkommende at være mindre end for det øvrige proveniensmateriale. Det skal dog i tilknytning hertil bemærkes, at højdemålinger i parcellerne i det stærkt luseangrebne proveniensforsøg *B-nr. 93, Kronborg distrikt,* umiddelbart inden dette forsøg blev nedlagt, giver et helt andet billede af de nævnte provenienser. Målingen, som er foretaget af *O. Kjersgård* i efteråret 1962, gav følgende resultat:

Proveniens nr.	45, Gurrevang	(gennemsn. for 5 parceller)	højde 6,5 m
— -	75, Søholt	1 parcel	— 7,3 -
— -	58, Como	1 —	— 7,8 -
— -	49, Pyrenæerne	1 —	— 8,6 -

Højden for prov. nr. 49, Pyrenæerne, var iøvrigt den største, der blev målt i hele forsøgsrækken. Målingen af dette stærkt medtagne forsøg på Kronborg bør ikke indgå i en bedømmelse af proveniensernes genetiske

vækstenergi, idet de enkelte proveniensers svækkelsesgrad har haft en afgørende indflydelse på deres højdevækst. Proveniens *nr. 58, Como,* og i særdeleshed proveniens *nr. 49, Pyrenæerne,* har i alle de forsøgsrækker, hvor ædelgranernes sundhedstilstand på et ret tidligt tidspunkt er blevet relativt god, vist en lidt langsommere vækst end gennemsnittet af de mellemeuropæiske provenienser. Sammenholdt med målingen synes dette at antyde, at de to provenienser i forhold til det anvendte mellemeuropæiske ædelgranmateriale har en lidt mindre vækstenergi, kombineret med en lidt større resistens overfor klimatiske svækkelser, når de dyrkes i Danmark.

Proveniensforsøg *B-nr. 96, Bornholms Statsskovdistrikt,* er anlagt på et ret højtliggende terræn i Almindingen. Forsøgsarealet er rektangulært med den største udstrækning i retning nord-syd, og samtlige parceller er på 360 m² (18 × 20 m). Forsøgsarealet er lavest i midten, og ikke mindst her har forsøget været udsat for stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae,* formentlig i tilknytning til svækkelser, som kan tilskrives såvel hård fordampning som forårsfrost. Orkanen i oktober 1967 har yderligere anrettet stor skade i forsøget, hvorved stamtallet i mange parceller er blevet stærkt reduceret, og et par provenienser (i lavningen) helt er forsvundet. Størst interesse knytter der sig til proveniens *nr. 76, Abies nordmanniana, F. 20,* Boller distrikt, idet denne udgør en intakt og meget tæt (aldrig tyndet) bevoksning på forsøgets sydvestligste parcel. Denne stærkt opknebne bevoksning består af særdeles velformede Nordmannsgraner med en tæt nålefylde og en god sundhedstilstand — bortset fra spredte angreb af stammelus (juli 1972). Fra tidligere beskrivelser af forsøget ved man, at ædelgranerne har lidt en del af frost, samt at parcellen med Nordmannsgran stort set har undgået forårsnattefrost, hovedsagelig på grund af det senere udspring. I parcellen med Nordmannsgran var der oprindelig 5—10 % krydsninger med alm. ædelgran, hvilket var normalt for afkom af proveniens nr. 76, F. 20, Boller, på daværende tidspunkt. I forsøgene har disse krydsninger i mange tilfælde vist heterosis, men meget ringe resistens overfor *Dreyfusia nordmannianae,* og de synes i hovedsagen at være faldet bort på et ret tidligt tidspunkt. Dette synes også at være tilfældet i den utyndede parcel på Bornholm, — dog synes mindst en af de højeste Nordmannsgraner her at afvige så stærkt i form og nålefylde fra det øvrige materiale, at den sandsynligvis må være en krydsning.

Medens ædelgranparcellerne i forbindelse med frostskader m. v. har været ret stærkt angrebne af *Dreyfusia nordmannianae,* har kun få af de rene Nordmannsgraner i parcellen på Bornholm været udsat for alvorlige angreb, og de udgjorde allerede ved besigtigelse af forsøget i 1953 den eneste helt vellykkede parcel i forsøget. En provenienssammenligning efter de voldsomme stormødelæggelser, forsøget har været udsat for, vil være for usikker. Ved tilsyn af arealet i juli 1972 blev det daværende stamtal pr.

parcel optalt, ligesom de 10 største træer pr. parcel blev opmålt. Højdemålingerne blev velvilligst udført af de daværende forststuderende H. J. Lei og T. Lynge Madsen. Den følgende sammenstilling af måleresultaterne viser dels Nordmannsgranernes sikre og gode udvikling i forsøget, dels den daværende tilstand i de øvrige parceller.

B-forsøg nr. 96, Bornholms Statsskovdistrikt, Almindingen, afd. 242, juli 1972.

			Stamtal		10 største træer pr. parcel	
			pr. parcel	pr. ha	Middelhøjde m	Middeldiam. cm
Ædelgran	nr. 45	(Gurrevang)	43	1194	15,1	25,3
—	- 47	(Massif Centr.)	56	1556	13,–	19,8
—	- 48	(Vosges)	107	2972	12,9	19,2
—	- 49	(Pyrenæerne)	36	1000	12,9	18,9
—	- 50	(Jura)	41	1138	14,–	23,3
—	- 52	(Schwarzwald)	57	1583	14,7	22,8
—	- 53	(Böhmerwald)	37	1028	13,2	22,3
—	- 55	(Böhmen-Mähren)	47	1306	15,–	18,8
—	- 58	(Como, Italien)	88	2444	13,3	20,3
—	- 59	(Sudeterne)	43	1194	13,–	19,1
—	- 60	(Slovakiet, Tatra)	54	1500	14,–	21,2
—	- 65	(Bern, Schweiz)	34	944	12,5	22,2
—	- 75	(Søholt, Thy)	34	944	15,1	19,6
A. Nordmann.	- 76	(F. nr. 20, Boller)	151	4195	*15,8*	22,2

Det er muligt, at Nordmannsgranparcellens kompakte slutning har reddet denne parcel fra stormfald (jfr. erfaringerne fra Hastrupforsøget vedrørende A-parcellernes stormfasthed ved stormen i 1934 (*Bornebusch* 1937)). Proveniensens gode udvikling i dette forsøg er under alle omstændigheder påfaldende. Som nævnt kan forholdet skyldes, at den sene forårsfrost på arealet jævnligt er indtrådt efter ædelgranernes udspring, men førend Nordmannsgranerne har brudt. Yderligere er det sandsynligt, at det sene forår på Bornholm og den påfølgende ret sene, men lange sommerperiode med sent indtræffende efterårsfrost (jfr. også forholdene i klitområderne i Jylland) er godt koordineret med proveniensens vækstrytme og modningskrav.

Proveniens nr. 76, *Abies Nordmanniana* er desuden plantet i proveniensforsøgene *B-nr. 93, Kronborg distr., B-nr. 94, Wedellsborg distr., B-nr. 97, Bidstrup distr.* I *B-forsøg nr. 93* blev højden på Nordmannsgranerne målt til 7,9 m i efteråret 1962, inden forsøget blev nedlagt. Denne højde ligger noget over gennemsnittet for ædelgranprovenienserne, men i dette forsøg havde Nordmannsgranerne været angrebet af *Dreyfusia nordmannianae* omtrent lige så stærkt som ædelgranerne. I den efterladte skærm er der dog

udtaget adskillige gode Nordmannsgraner til pyntegrønt. I *B-forsøg nr. 94* indgik parcellen med Nordmannsgran som nævnt i den del af forsøget, som blev ødelagt i stormen i 1967. I *B-forsøg nr. 97* blev Nordmannsgranerne, når man undtager krydsningerne med ædelgran, kun angrebet i ringe udstrækning af *Dreyfusia nordmannianae,* men i målingen i foråret 1967 ligger såvel højde som diameter på Nordmannsgranerne lavere end gennemsnittet for ædelgranprovenienserne (se side 128). Dette må dog ses på baggrund af, at distriktet efter de voldsomme angreb af lusene, som de fleste ædelgranprovenienser havde været udsat for, troede, at forsøgsrækken måtte opgives og i november 1961 havde hugget de største Nordmannsgraner til pyntegrønt for at få en mere ensartet bevoksning til senere grøntudnyttelse. Ved tilsyn i 1972 kunne det konstateres, at den senere udvikling af Nordmannsgranerne på den tidligere forsøgsparcel har været god.

Abies nordmanniana af proveniens *nr. 76, F. nr. 20, Boller Statsskovdistrikt,* Dallerup skov, afd. 173 (tidligere prøveflade GT) kan på basis af de 4 forsøgsrækker, hvori proveniensen er anvendt, bedømmes på følgende måde:

Proveniens nr. 76 repræsenterer en smuk, tætnålet nordmannsgrantype med en vækstenergi, der nærmer sig det normale for almindelig ædelgran. Proveniensen er ret hårdfør (udspring ca. 14 dage senere end normalt for alm. ædelgran) og noget mere resistent overfor klimatiske tørkesvækkelser end de sædvanlige mellemeuropæiske ædelgraner. Proveniensen er på de fleste lokaliteter noget mere resistent overfor angreb af *Dreyfusia nordmannianae* end vort sædvanligt anvendte ædelgranmateriale (af mellemeuropæisk oprindelse). Forholdene genspejler materialets afstamning fra de østlige forekomster indenfor artens sydvestlige udbredelsesområde. Dette grænseområde, der klimatisk danner en tørkegrænse under relativt barske (kontinentale) temperaturforhold for arten, repræsenteres bl. a. ved proveniensen Borchomi (Achaldaba distr.), som dels synes at have leveret frø til det første nordmannsgranmateriale, der kom til Europa, dels er genindført bl. a. til proveniensforsøg i Danmark (*Løfting* 1961 og 1973).

I plantematerialet af *proveniens nr. 76* (F. nr. 20) Boller, som blev anvendt i forsøgene, indgik som nævnt 5—10 % ædelgrankrydsninger, der oftest viste stor vækstenergi (heterosis) forbundet med en iøjnefaldende mangel på resistens overfor angreb af *Dreyfusia nordmannianae,* hvorved disse planter som regel er gået til grunde. På baggrund af, at der er tale om afkom af en god moderproveniens krydset med alm. ædelgran, kan dette resistenstab overraske. Det kan tænkes, at det større skudareal (som følge af heterosis) øger mulighederne for fordampningssvækkelser i skudstrækningsperioden — i så fald er det muligt, at resultatet var blevet bedre, hvis krydsningen var sket med ædelgran af proveniens *nr. 46 Lapus, nr. 57 Calabrien* eller *nr. 63 Perister.* Det er dog mest nærliggende at antage, at

den større vækstenergi (heterosis) øger krydsningernes krav om en varm og lang eftersommer for at opnå en tilstrækkelig forvedning til sikring imod vintersvækkelser. Tilstedeværelsen af enkelte krydsninger blandt de største træer i parcellen i proveniensforsøg *nr. 96, Bornholms Statsskovdistrikt,* kunne tyde på, at den sidste forklaring er mest sandsynlig, jfr. den varme, lange eftersommer på Bornholm.

I det samlede ædelgranproveniensforsøg har den klimatiske tørkegrænsevirkning (stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae* i tilknytning til fordampningssvækkelser i skudstrækningsperioden) været afgørende for udviklingen indenfor alle forsøgsrækkerne på Øerne og på Frijsenborg. Selv om svækkelserne i flere tilfælde har været suppleret med frostskader, har udviklingen i disse forsøg været i god overensstemmelse med tidligere undersøgelser, som viser, at den klimatiske tørkegrænsevirkning for arten er overordentlig stærk i store dele af Østjylland og i de fleste områder på Øerne. Disse forsøgsrækkers vigtigste resultat er, at provenienserne *nr. 46 Lapus, nr. 57 Calabrien* og *nr. 63 Perister* er tilstrækkeligt tørkeresistente til at modstå de nævnte klimatiske tørkesvækkelser med de dertil knyttede stærke luseangreb.

De tørketålende ædelgranproveniensers dyrkningssikkerhed bør resultere i:

1) Proveniensforsøg med velformet, vækstkraftigt ædelgranmateriale fra stærkt markerede klimatiske tørkegrænser for arten (herunder overgangsformer til mere tørketålende Abies-arter).

2) En stærkt forøget anvendelse af provenienserne *nr. 46 Lapus* og *nr. 57 Calabrien,* som begge har vist tørkeresistens i forbindelse med værdifulde forstlige egenskaber i proveniensforsøget. Disse provenienser bør helt erstatte det hidtil anvendte ædelgranmateriale indenfor de områder, hvor den klimatiske tørkegrænsevirkning har gjort dette materiales sundhed og produktion usikker. Yderligere vil disse provenienser formentlig med fordel kunne anvendes indenfor hedeområderne, medens de i klitområder, hvor det almindeligt anvendte ædelgranmateriale ikke har mødt klimatiske vanskeligheder af større betydning for produktion og sundhed, kun bør anvendes på forsøgsbasis. De 3 provenienser, som på grundlag af forsøgsresultaterne må betegnes som resistente overfor de klimatiske tørkesvækkelser i Danmark — samtidig med, at de under barske temperaturbetingelser (Gludsted pltg. m. v.) har vist en for arten normal hårdførhed — kan med hensyn til vækst og formtendens karakteriseres på følgende måde:

1) Proveniens *nr. 46 Lapus* (Strambu-Baiutuli, 700 m o.h.), Rumænien*, repræsenterer en meget velformet, slank og ret fingrenet ædelgrantype med

* Det har ved besøg på skovdistriktet vist sig, at indsamlingslokaliteten ligger i umiddelbar nærhed af Baiut (jfr. kortet side 369 hos *Løfting* 1954).

tilfredsstillende vækstenergi. Materialet virker både m.h.t. vækst og form meget homogent. Benålingen er tættere end normalt for alm. ædelgran, således at grenene efterhånden antager et Abies nordmanniana-agtigt præg.

2) Proveniens *nr. 57 Calabrien* (Gariglione, Sila di Catanzaro, 1600 m o.h.), Italien, repræsenterer en robust udseende, lidt grovgrenet type, som ikke mindst med hensyn til diametertilvækst har vist stor vækstenergi. Materialet virker heterogent (spredningen i bevoksningen er stor), og der er muligvis tale om en overgangsform til s.sp. nebrodensis (*Nitzelius* 1968). Benålingen er meget tæt, således at grenene også for denne proveniens' vedkommende antager et Abies nordmanniana-lignende udseende.

3) Proveniens *nr. 63 Perister* (Perister planina, Bitolj, 1550 m o.h.), Jugoslavien, er en overgangsform til *Abies cephalonica*. Vækstenergien synes at være mindre end for de 2 forannævnte provenienser. Materialet virker iøvrigt ret homogent. Benålingen er tæt, nålene er noget strittende og har et blåligt skær.

Siden 1958 har det (efter stedfæstelse og besigtigelse i Rumænien) været muligt at importere ædelgranfrø fra *Baiut-Lapusuli* (svarende til proveniens nr. 46). Selvom import af ædelgranfrø fra Calabrien er forsøgt i de seneste år, er det endnu ikke lykkedes at få et frømateriale, som nøjagtigt kan svare til proveniens *nr. 57*. Denne proveniens skal ifølge provenienssangivelsen repræsentere *ædelgran i 1600 m højde o.h. på Gariglionebjerget,* hvis højder når op til 1700 m o.h. (ca. 10 km syd for Silabjerget (1929 m o.h.) og 25—30 km nord for byen Catanzaro). Om calabrisk ædelgran ved man (jfr. *Pavari*), at proveniensen *Serra San Bruno (Catanzaro)*, fra lav bjerghøjde, er tørkeresistent, men meget følsom overfor barske temperaturforhold. Denne proveniens ligger i luftlinie ca. 50 km sydligere end proveniensen *nr. 57*. Yderligere ved man (jfr. *Nitzelius* 1968), at ædelgranerne (med overgangsformer) i den sydligere del af Calabrien danner stærkt sammensatte populationer, både morfologisk og m.h.t. vækst.

Fra *Monte Pecoraro* (1100—1400 m o.h.) lidt syd for Serra San Bruno og fra *Serra San Bruno* (1100 m o.h.) har Hedeselskabets Centralplanteskole i foråret 1972 modtaget ædelgranfrø, som har givet meget vækstkraftige planter, men i henhold til I. Nyholm blev over halvdelen af frøbedsplanterne ødelagt af vinterfrost.

Et mindre frøparti, som er samlet i 1400 m højde o.h., måske i nærheden af prov. *nr. 57,* skal i henhold til V. Gøhrn have givet gode planter. På baggrund af de stærkt divergerende erfaringer vedrørende ædelgranmateriale fra Calabrien, som bekræfter dette materiales sammensatte og stærkt vekslende karakter — både med hensyn til vækst, form og hårdførhed — er det vigtigt, at importen af ædelgranfrø fra dette område underkastes en meget kritisk kontrol, så at man kan undgå skæbnesvangre fejltagelser. I betragtning af den store dyrkningsværdi, man må tillægge proveniens *nr. 57 Cala-*

brien i Danmark, er det påkrævet at genfinde denne proveniens i Calabrien med henblik på en større frøimport, medens man indtil videre bør afvise mere eller mindre tilfældig import af ædelgranfrø fra området.

Det er sandsynligt, at den stærkt heterogene, robust udseende proveniens *nr. 57 Calabrien* (fra stor bjerghøjde) og den meget homogene, fint opbyggede proveniens *nr. 46 Lapus* skovdyrkningsmæssigt vil kunne supplere hinanden indenfor dansk skovbrug. De erfaringer, der kan drages af den første udvikling for proveniens *nr. 46 Lapus* på basis af importen fra 1958, viser, at den repræsenterer den lyselskende (heliophile) ædelgrantype (jfr. *Giacobbe* 1951). Der findes f. eks. i Nørre Risager plantage en mindre bevoksning, som i fuldt sollys er i meget kraftig udvikling og fuldkommen sund, også efter de usædvanlig tørre og vanskelige somre 1974 og 1975. Samtidig kan man i denne og andre plantager finde skyggeopdragede individer, hvoraf nogle, ganske som ædelgran af mellemeuropæisk oprindelse, er luseangrebne. Det er sandsynligt, at proveniens *nr. 57 Calabrien* også er af den heliophile type (jfr. også begge disse proveniensers resistens overfor fordampningssvækkelser). Man kan antage, at proveniens *nr. 46 Lapus,* bl. a. på grund af den meget slanke form vil være mindre velegnet til dyrkning på særlig vindudsatte lokaliteter (vestkanter, klitplantager m. v.), medens proveniens *nr. 57 Calabrien,* som viser den modsatte tendens i forbindelse med stor spredning, måske netop vil være værdifuld på vindudsatte lokaliteter.

Proveniens *nr. 63 Perister,* som ganske øjensynligt har mindre vækstenergi end de 2 andre provenienser, bør næppe genindføres i dansk skovbrug. Denne overgangstypes hårdførhed og tørketålingsevne er derimod af stor interesse med henblik på nye proveniensafprøvninger fra det meget udstrakte sydøstlige grænseområde, som denne type er repræsentant for. Det vil navnlig være nærliggende at afprøve nogle af de meget smukke og væstkraftige overgangstyper i Bulgarien. Under artsbetegnelsen *Abies acutifolia* afløser disse mellemformer den almindelige ædelgran i Rhodopebjergene i den sydligste og sydvestligste del af Bulgarien, hvor den almindelige ædelgran har nået sin klimatiske tørkegrænse. Man finder bl. a. meget store *Abies acutifolia i ca. 1500 m o.h. på Kazava distriktet.*

Disse 150—200 årige træer har højder på ca. 50 m og diametre 1,3 m over jorden på 1,5 à 2,0 m, og de indgår sammen med spredte gamle rødgraner som en imponerende indblanding i gammel bøgeskov. Lokaliteten ligger på de vestskrånende bjergsider øst for en stor lavning, hvorigennem den nord-sydgående vej (ca. 10 km nord for Salovča) fører gennem Kazava distriktet. Jordbunden er kraftig, med en righoldig muldflora. Årstemperaturen i 1500 m o.h. er ca. 6°,3, og den årlige nedbør ca. 920 mm. Såvel denne vækstkraftige, robuste type af *Abies acutifolia,* som de nedennævnte forekomster ved Smoljan står de alm. ædelgran langt nærmere end proveniens nr. 63, Perister, medens der i det sydvestligste

hjørne af Bulgarien i grænsebjergene mod Grækenland skal findes Abies acutifolia, som står *Abies cephalonica* nærmere.

Forekomsterne ved Smoljan findes bl. a. i rene, ensaldrende (73-årige) bevoksninger op ad bjergskråningerne (nordhælder) umiddelbart syd for byen. Det bulgarske forsøgsvæsen har her udlagt prøveflader, som følges med målinger (i højder o.h. fra 1300 m til 1500 m). Yderligere er der her mærket plustræer i en prøveflade i 1300 m højde, hvorfra der høstes frø under kontrol af dr. *Velichko Gagov*. (Nærmere vedrørende de ovennævnte forekomster se *Løfting*, 1976).

Medens det næppe vil være muligt at importere frø fra de kæmpestore træer på Kazava distrikt (nord for Salovča), vil der kunne leveres frø fra bevoksningerne ved Smoljan (under betryggende kontrol). Man tør gå ud fra, at disse forekomster af *Abies acutifolia* i Danmark vil være tørkeresistente og — i det mindste fra højdelag omkring 1500 m o.h. — tilstrækkelig hårdføre. Benålingen er noget tættere end på alm. ædelgran og antager tidligt en Abies nordmanniana-agtig karakter. Barken er meget lys og glat.

På basis af de første resultater fra de foran omtalte ældste ædelgranproveniensforsøg i Danmark anlagde Forsøgsvæsenet nye forsøg med afkom fra nordligere, geografisk set mere nærliggende, formodede klimatiske tørkegrænser for arten. Forsøgsrækkerne, hvoraf de fleste blev udlagt af Forsøgsvæsenets afdeling for Hede- og Klitskove, kom dels til at omfatte afkom af polske provenienser, dels afkom fra vesteuropæiske tørkegrænser for arten.

I foråret 1959 anlagdes 6 parallelle forsøg med 2/2 planter omfattende 5 *polske provenienser*, og i foråret 1960 anlagdes 5 parallelle forsøg med 2/2 planter af *ædelgran fra vesteuropæiske tørkegrænser* for arten omfattende 5 provenienser indsamlet af Gunnar Poulsen. Disse parallelle forsøgsrækker er placeret således indenfor hede- og klitområderne, at de repræsenterer henholdsvis gunstige, middelmådige og vanskelige lokaliteter med hensyn til de klimatiske betingelser for artens udvikling. I disse forsøg indgår endvidere nogle afkom fra godkendte danske ædelgranbevoksninger og en enkelt proveniens fra Czekoslovakiet (Smolnicka Huta, Nedre Tatra). Proveniensangivelser og de første måleresultater findes i bilag 7 og 8.

Forsøgsvæsenets proveniensafdeling (V. Gøhrn) har i foråret 1959 anlagt 5 parallelle forsøg med afkom af kårede danske ædelgranbevoksninger; i disse forsøg indgår 4 af de polske provenienser.

Hedeselskabets Skovfrøcentral (K. Brandt) har i foråret 1959 anlagt ædelgranproveniensforsøg med afkom efter fri bestøvning af udvalgte enkelttræer samt afkom af en del danske og udenlandske bevoksninger. Forsøget er anlagt i Frøstrup pltg., afd. 18 og 19 a samt i C. E. Flensborg pltg., afd. 93, hvor de 5 polske provenienser og afkom af kårede danske ædelgranbevoksninger indgår.

I de fleste af disse forsøg synes afkommet af de kårede danske bevoksninger gennemsnitlig at vise den stærkeste begyndelsesvækst, medens de

polske provenienser og afkom fra Normandiet gennemsnitlig har lidt mindre højder. Dog viser Hedeafdelingens forsøg fra 1959, hvor der er foretaget højdemålinger i 4 parallelforsøg i foråret 1970 og 1971 (bilag 8), kun i eet tilfælde, at afkommet fra godkendte danske ædelgranbevoksninger har stærkere begyndelsesvækst end de polske proveniensafkom, medens de 3 andre forsøg viser den modsatte tendens. Det kan tænkes, at det godkendte afkom normalt vil have størst vækst, medens de polske provenienser under barskere klimaforhold, hvor kuldegrænsevirkningen er stærk, vil klare sig bedst. Det er dog tvivlsomt, om man på et så tidligt tidspunkt kan tillægge målingerne større værdi på grund af planternes store følsomhed overfor små variationer i vækstbetingelserne. Det skal således nævnes, at højden for proveniensen Krakow i forsøget i Frøstrup pltg. repræsenterer gennemsnitstal for 9 adskilte rækker, hvis gennemsnitshøjder varierer overordentlig stærkt. Angrebene af *Dreyfusia nordmannianae,* som nu kan iagttages i flere af de parallelle forsøg, har hidtil udviklet sig lige så stærkt i parceller med polske provenienser som i parcellerne med afkom fra danske ædelgranbevoksninger (af mellemeuropæisk oprindelse). Det må erkendes, at denne udvikling tyder på, at de polske ædelgraner ikke i samme grad som provenienser fra Lapus, Calabrien og Perister repræsenterer ædelgran fra en klimatisk tørkegrænse, hvor selektionen har været så stærk, at afkommet ved dyrkning i Danmark vil vise en særlig resistens overfor den klimatiske tørkegrænsevirkning. Det skal i tilknytning hertil nævnes, at skovrider J. E. Due, der sammen med Oberforstmeister W. Kramer har berejst de polske ædelgranområder, hævder, at ædelgranens nordgrænse i Polen betegner en skovrydningsgrænse for de gode landbrugsjorder på det nord for liggende sletteland. I henhold til Due anerkender det polske forstvæsen ikke den tidligere teori om, at ædelgranen i Polen er nået frem til en klimatisk tørkegrænse for arten, ligesom ædelgranernes meget smukke udvikling helt ud til den nuværende grænse for arten heller ikke kan støtte denne teori. Som nævnt kan det være muligt, at nogle af de polske provenienser overfor barske temperaturforhold (kuldegrænsevirkning) vil vise større resistens end normalt for mellemeuropæisk ædelgran.

Målingerne i forsøgene fra 1960 med ædelgranafkom fra vestlige tørkegrænser er foretaget forår 1970 og 1971 (bilag 8). Disse målinger viser, at afkommet fra Bergzabern og Beaujolais hidtil har vokset hurtigst.

Om materialets dyrkningsværdi i Danmark (sundhedsforhold m. v.) i sammenligning med afkom af det hidtil anvendte mellemeuropæiske, hjemmeavlede materiale giver de yngre forsøg endnu ingen oplysninger.

Fra udlandet skal nævnes *czekoslovakiske proveniensforsøg* anlagt i 1957 og 1958 med 10 czekoslovakiske provenienser, en vestlig gruppe på 5 provenienser fra området syd og sydvest for Prag i Böhmen og en østlig

proveniensgruppe fra området øst for Brünn (*Vinš* 1966).

Vinš finder

1) signifikante forskelle i vækstmæssig henseende mellem afkom af forskellige provenienser og tildels også mellem afkom af forskellige modertræer indenfor samme proveniens.

2) at hidtidige målinger tyder på størst vækstenergi for afkommet fra den østlige proveniensgruppe.

Gennem nøje studier over vækstforløbet for afkom af forskellige provenienser søger *Vinš* at påvise proveniensbestemte fysiologiske variationer.

I *Storbritannien* har Roger Lines anlagt ædelgranproveniensforsøg på basis af frø udsået i 1961 fra 25 ædelgranprovenienser.

I *Tyskland* har Oberforstmeister W. Kramer, som har et godt kendskab til de danske iagttagelser, i de sidste år arbejdet med anlæg af nye ædelgranproveniensforsøg.

I *Frankrig* findes der under Centre National de Recherches Forestières (Nancy) bl. a. et gammelt proveniensforsøg med franske ædelgranprovenienser. Heri indgår frønumrene 47, 48, 49 og 50, som også repræsenterer det franske ædelgranmateriale i de gamle danske proveniensforsøg.

På basis af frø udsået i foråret 1964 er der foretaget nye proveniensforsøg, der omfatter 21 franske og 2 rumænske ædelgranprovenienser, jfr. *Arbez* (1969). Provenienserne fra Rumænien til dette forsøg omfatter:

1) *Lapusul Superior,* 700—850 m o.h.

Frøet af denne proveniens blev leveret gennem Statsskovenes Planteavlsstation, Danmark, i foråret 1964 og udgjorde en del af et frøparti, som blev hjemtaget til Danmark på baggrund af de første resultater fra de ældste danske ædelgranproveniensforsøg (*Løfting* 1954). Dette materiale repræsenterer *samme proveniens som nr. 46 Lapus (Strâmbu-Baiutuli)* i de omtalte ældste danske proveniensforsøg.

2) *Prahovei,* 45°21′n.br., 25°31′ø.l. (1100 m o.h.), Transsylvanske Alper (i det nordlige grænseområde for Valakiet).

På grundlag af det 4-årige plantemateriale undersøgte *Arbez* systematisk 21 karakteregenskaber hos de anvendte proveniensafkom. På baggrund af proveniens nr. 46 Lapus' udvikling i de gamle forsøg er det af ganske særlig interesse, at *Arbez* (1969) giver plantematerialet fra begge de rumænske provenienser følgende karakteristik:

1) Tilfredsstillende højdevækst.

2) Tæt, børsteagtig, noget Abies nordmann.-lignende benåling.

3) Slank opbygning (høj værdi for H/D).

I *Østrig* har professor, dr. Hannes Mayer anlagt proveniensforsøg med særligt henblik på alpeområdernes ædelgranforekomster, deres genetiske opdeling (efter refugier m. v.) og deres biotypiske karakteregenskaber (på baggrund af udviklingen indenfor forskellige skovtyper m. v.).

I *Schweiz* har E. Marcet udført korttids proveniensundersøgelser vedrørende tørkeresistens med 2-årige planter fra 4 provenienser, hvoraf den ene repræsenterer „inneralpiner Trockentanne" fra den nedre grænse af bevoksningen i *Val d'Anniviers* (Eifischtal) *ob Chippis,* medens de øvrige provenienser repræsenterer de nordlige Foralper.

Marcet (1971) fandt herved signifikant overlegenhed vedrørende:

1) resistens overfor fordampningssvækkelser (juni), og
2) udtørring (august), samt
3) større regenerationsevne efter tørkeskade

i afkommet fra Val d'Anniviers.

Ædelgranens store betydning i mellemeuropæisk skovbrug i forbindelse med træartens tilbagegang og påfaldende svækkelser (Nålefald, Tannensterben m. v.) indenfor store dele af dens naturlige udbredelsesområde gav anledning til, at IUFRO sektion 23 ved prof. dr. Hannes Meyer indkaldte til et forberedende ædelgran-symposium i Wien, apr. 1969: „Zur waldbaugenetischen Beurteilung der Tanne", jfr. *Hannes Mayer* (1969). Fra dansk side forelå et referat vedrørende resultaterne fra vore proveniensforsøg (*Løfting* 1969).

Nødvendigheden af nye proveniensundersøgelser gennem kortvarige undersøgelser og anlæg af nye proveniensforsøg blev stærkt fremhævet, hvilket internationalt har resulteret i fornyet aktivitet på disse områder.

REKAPITULATION

Det ældste danske ædelgranproveniensforsøg var anlagt som syv parallelle forsøg (proveniensfortegnelse og forsøgsarealernes beliggenhed se s. 127 og s. 79), hvoraf et forsøg (Gludsted pltg.) på grund af frostskader hurtigt blev opgivet. De øvrige forsøg blev tidligt udsat for stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae* og som helhed stærkt skadede heraf. I de parallelle forsøg B-nr. 95, Frijsenborg, B-nr. 97 Bidstrup og B-nr. 99, Bregentved, hvori bl. a. provenienser fra sydlige klimatiske tørkeområder for arten er repræsenteret, viste de første undersøgelser, at disse provenienser var påfaldende sunde og resistente overfor de stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae,* som var under udvikling i forsøgene (*Løfting* 1954).

Proveniensafdelingens målinger igennem den påfølgende periode viser, at de tre provenienser:

Nr. 46 Lapus (Stràmbu-Baiutuli) 700 m o.h., Rumænien,
Nr. 57 Calabrien (Gariglione, Sila di Catanzaro) 1600 m o.h., Italien,
Nr. 63 Perister planina (Bitolj) 1500 m o.h., Jugoslavien,

har været de øvrige provenienser klart overlegne med hensyn til sundhed (resistens overfor *Dreyfusia nordmannianae*), samt at de i tilknytning hertil har haft en langt større produktion (indtil ca. 35 års alderen) end de øvrige provenienser, jfr. målingerne s. 128—130.

Antal døde træer i tyndingerne efterår 1956 og forår 1959 og deres procentvise andel af stamtallene før tyndingerne er endvidere vist for B-forsøg nr. 95 Frijsenborg på side 131. De stærke angreb af *Dreyfusia nordmannianae* var i de tre forsøg ophørt inden 1962, hvor proveniensafdelingen i samråd med Broder

Beier Petersen, Landbohøjskolens zoologiske afd., foretog en bedømmelse af fordelingen af de resterende lus på provenienserne. Denne viste, at lusene nu fandtes jævnt fordelt over samtlige provenienser (se s. 132).

Den resistens overfor lusenes angreb, som vises af de tre provenienser fra artens naturlige tørkegrænseområder, hvor fordampningen er stærk, er således ikke ægte, men et udtryk for, at disse provenienser gennem selektion har opnået en særlig resistens overfor den klimatiske tørkegrænsevirkning for arten. Denne grænsevirkning er stærk i de områder, hvor de tre forsøg er udlagt, hvilket iøvrigt gælder for størstedelen af Danmark omfattende Østjylland og Øerne. Dog er der betydelig lokal variation bl. a. som følge af særlig høj luftfugtighed og tågedannelser ved nordvestvendte kystområder, omkring søer, på vestvendte højdedrag m. v. (*Løfting* 1959). Makroklimatisk bliver den klimatiske tørkegrænsevirkning moderat i Vestjylland (regnet fra den nord-sydgående jyske højderyg) og er her ret ufarlig for træartens udvikling.

Indenfor de stærkt kuldeprægede områder vest for den jyske højderyg skifter det klimatiske grænseområde for ædelgranens dyrkning karakter, idet en kraftig kuldegrænsevirkning her bliver ganske afgørende for ædelgranernes udviklingsmuligheder og skovdyrkningskrav under opvæksten. Resterne af det proveniensforsøg, der måtte nedlægges på grund af frostødelæggelser, da bjergfyrskærmen over ædelgranerne gik i opløsning, det tidligere *B-forsøg nr. 100, Gludsted plantage, afd. 197,* ligger i dette kuldegrænseområde for ædelgranernes opvækst. Der er her frembragt en meget interessant blandingsbevoksning, idet arealet, da skærmen svigtede, blev gennemplantet med japansk lærk, hvorved ca. ⅓ af ædelgranerne, repræsenterende samtlige anvendte provenienser (herunder de to klimatisk tørkeresistente provenienser *nr. 57, Calabrien,* og *nr. 63, Perister*) undgik at blive dræbt af forårsnattefrost m. v. Man kan her konstatere, at kuldegrænsevirkningen både har omfattet (tidlige) nedfrysninger som følge af hård, sen forårsnattefrost og (senere) vinterfrostskader på stærkt overskyggede ædelgraner (kambialsprængninger efter utilstrækkelig skudmodning og forvedning). Frostskaderne har for samtlige proveniensers vedkommende været ledsaget af angreb af *Dreyfusia nordmannianae.*

De klimatisk tørkeresistente provenienser har således, ved at blive flyttet fra et klimatisk tørkegrænseområde, hvor de har vist en særlig resistens overfor *Dreyfusia nordmannianae,* til et kuldegrænseområde for ædelgranernes opvækst, mistet denne særlige resistens.

Overfor kuldegrænsevirkningen viser de to klimatisk tørkeresistente provenienser, at de i hvert fald ikke påviselig har været mindre resistente end det øvrige proveniensmateriale. Dette forhold er meget vigtigt på baggrund af, at calabrisk ædelgran af proveniens Serra San Bruno (Catanzaro), jfr. *Pavari* (1951), og danske importer fra lavere højder, ca. 1100 m h.o.h., har vist sig at være frostfølsomme.

Proveniens nr. 46, Lapus, indgik ikke i dette forsøg, men den har, dyrket i kuldeprægede midtjyske områder vist normal resistens overfor kuldegrænsevirkningen, d.v.s. den kan i stærk skygge få vintersvækkelser og i forbindelse hermed blive angrebet af *Dreyfusia nordmannianae,* men den synes stedse, hvor den indenfor området kan få tilstrækkeligt lys ovenfra — uden fare for forårsnattefrost — at være fuldkommen sund. Den synes, ligesom proveniens nr. 57, Calabrien, at tilhøre den heliophile (lyselskende) ædelgrantype (*Giacobbe,* 1951).

Ædelgranerne i blandingsbevoksningen i det gamle proveniensforsøg i Gludsted pltg. indgår i hovedsagen som undertrykte træer i bevoksningen, ofte mis-

dannede af vinterfrostskader, tidligere luseangreb og tildels vildtbid. I stærk kontrast hertil har enkelte ædelgraner af forskellige provenienser fået lejlighed til at vokse op, hvor der har været et hul i lærkeskærmen. Disse ædelgraner har fået en efter lokaliteten forbløffende vækst, de største findes i parcellen med calabrisk ædelgran, hvor de nu er over 16 m høje og stærkt dominerende imellem lærkene, som er et par meter lavere.

Ædelgranernes udvikling på det gamle forsøgsareal viser træartens vanskeligheder for opvækst under hård kuldegrænsevirkning, samt dens muligheder for spredt eller gruppevis opvækst uhæmmet af frost- eller tørkegrænsevirkning. Udviklingsbetingelserne for ædelgranerne i kuldegrænseområdet for artens opvækst vil være følgende:

1) Planternes beskyttelse mod forårsnattefrost kræver normalt stærk beskygning, som (under en kort frostfri periode) giver utilstrækkelig skudmodning og forvedning.

2) Under stagnerende vækst indgår planterne, stærkt disponerede for vintersvækkelser (kambialødelæggelser), i et ventestadium, hvor de fleste af ædelgranerne, tilsyneladende stærkt svækkede, vil kunne overleve (om nødvendigt gennem en lang årrække) uden herved at have mistet evnen til hurtig regeneration og vækst.

Under dette sårbare stadium kan ethvert indgreb i skovtilstanden, som øger faren for hurtige optøninger og frysninger (direkte, lav sol og træk), blive skæbnesvangert for planterne.

3) Fornyet vækst og afhærdning (et hurtigt og heldigt gennemført opvækststadium) vil kræve lys ovenfra (helst uden direkte sol) d.v.s. en lysbrønd, medens beskyttelsen omkring planterne opretholdes.

Dette udviklingsmønster, som ædelgranerne har naturlige forudsætninger for at følge (jfr. ædelgranernes udvikling i naturlige blandingsskove i konkurrence med bøg og rødgran), synes de spredt og gruppevis stærke, værdifulde ædelgraner at have fulgt, hvor de nu udgør en kraftig støtte for rødgranerne i de gamle plantager i kuldegrænseområdet for ædelgranernes dyrkning.

Forholdene viser, at anlæg af større rene kulturer med ædelgran i kuldegrænseområderne bør undgås. Derimod vil en tidlig indplantning af ædelgran i begyndende trameteshuller og tidligt svækkede vestkanter i rødgranbevoksningerne være værdifuld. Ligeledes vil gruppevis indplantning af ædelgran, f. eks. med lærk som et hjælpetræ, hvor der tidligt kan skabes lysbrønde for ædelgranerne, kunne give meget ønskelige støttepunkter til sikring af rødgrandriften.

Den meget anvendte spredte indblanding af ædelgran i rødgrankulturer har i de kuldeprægede områder for ædelgranernes opvækst sjældent givet de ønskede resultater. De to træarters forskellige krav til beskyttelse og lys og meget forskellige udviklingsrytme i ungdomsstadiet, har normalt medført, at ædelgranerne er blevet totalt overvoksede. Den moderne større planteafstand og hårdhændede, tidlige tynding i rødgranerne, kan muligvis bedre betingelserne for metodens anvendelse, eventuelt blot med henblik på en værdifuld ædelgranindblanding i en følgende generation af rødgran (jfr. erfaringer fra Forstamt Villingen ved det kuldeprægede og stormudsatte Baarområde, hvor ædelgran, som en naturlig indblanding på 15—20 % i rødgran (og ca. 20 % skovfyr) indgår som en meget værdifuld bestanddel af bevoksningerne).

De stærke vestkanter og læstriber med ædelgran, som yder en fortrinlig støtte for de bagved liggende rødgranbevoksninger i barske midtjyske egne, er normalt opstået ved, at ædelgranerne har været plantet i blanding med hvidgran (og

bjergfyr). Også her har ædelgranerne været totalt overvoksede (og ofte glemt), men relativt tidlige svækkelser (eller tynding) blandt hvidgranerne har givet ædelgranerne en senere lejlighed til at gennemføre det omtalte vanskelige opvækststadium, ofte skærmet mod østsol af rødgranplantningerne.

De gamle ædelgran-proveniensforsøg viser ingen klar proveniensbestemt forskel i kulderesistens indenfor det anvendte materiale. I den henseende adskiller de tørkeresistente provenienser sig som nævnt ikke i påviselig grad fra de øvrige; de synes dog, måske i kraft af deres tørkeresistens, bl. a. bedømt på baggrund af luseangreb, hurtigere at forvinde eftervirkninger af kuldesvækkelser end normalt for det øvrige proveniensmateriale i dette område. En tilsyneladende stærkt individuel resistens over for vintersvækkelser inden for alle provenienserne tyder på, at der i kuldegrænseområder inden for artens naturlige udbredelsesområde — muligvis i Baarområdet — kan findes et ædelgranmateriale, som har gennemgået en mærkbar selektion med henblik på kuldegrænsevirkningen, således at deres anvendelse omkring de midtjyske kuldecentre vil være hensigtsmæssig.

I de vestlige hede- og klitområder er såvel den klimatiske tørkegrænsevirkning som kuldegrænsevirkningen for ædelgranerne normalt moderat, dog med lokale kuldeprægede områder for træarten. I disse områder har de hidtil dyrkede ædelgraner af mellemeuropæisk oprindelse gennemgående haft en god og sund udvikling og kun lokalt mødt stærk klimatisk grænsevirkning.

De 3 provenienser, som på baggrund af ædelgran-proveniensforsøgenes resultater må betragtes som dyrkningssikre overfor den klimatiske tørkegrænsevirkning i Danmark, repræsenterer typer, som i forstlig henseende afviger stærkt fra hinanden.

Proveniens nr. 46, Lapus (Strâmbu-Baiutuli), 700 m o.h., Rumænien, er en slank, velformet, homogen ædelgrantype med tilfredsstillende vækst (specielt m.h.t. højdevækst). Benålingen er tæt og antager i fuldt lys tidligt et Abies nordmanniana-agtigt præg (jfr. også Arbez, 1969).

Proveniens nr. 57, Calabrien (Gariglione, Sila di Catanzaro), 1600 m o.h., virker meget robust og har en kraftig vækst (specielt m.h.t. diametertilvækst), typen er meget heterogen (med stor spredning i bevoksningerne), benålingen er tæt og bliver tidligt Abies nordmanniana-agtig.

Proveniens nr. 63, Perister planina (Bitolj), 1550 m o.h., Jugoslavien, er en *overgangsform til Abies cephalonica,* vækstenergien synes at være kendelig mindre end for de 2 andre proveniensers vedkommende, typen synes iøvrigt at være ret homogen, benålingen er ret tæt, nålene er noget strittende, tilspidsede og har et blåligt skær.

Af disse provenienser, som alle har vist en for ædelgran normal kulderesistens, vil kun nr. 46, Lapus, og nr. 57, Calabrien, være af direkte skovdyrkningsmæssig interesse i Danmark. Disse provenienser vil — i sammenligning med det sædvanlig anvendte ædelgranmateriale — være overordentlig værdifulde til dyrkning i den største del af landet, hvor den klimatiske tørkegrænsevirkning hidtil har gjort ædelgrandyrkningen usikker; også indenfor de kuldeprægede områder for ædelgrandyrkningen i de midtjyske hedeegne synes disse proveniensers dyrkning at være berettiget, hvor man kan tage hensyn til disse typers heliophile natur.

Det er yderligere sandsynligt, at den robuste, heterogene proveniens nr. 57, Calabrien, vil være anvendelig i klitområderne, medens den slanke, fint opbyggede proveniens nr. 46, Lapus, næppe bør anvendes på særlig vindeksponerede lokaliteter. Overgangstypen nr. 63, Perister, som på grund af sin beskedne vækstenergi næppe bør genindføres, viser at disse sydøstlige mellemformer til Abies cephalo-

nica (fra større bjerghøjde) samtidig med, at de viser udpræget klimatisk tørkeresistens, kan være tilstrækkelig hårdføre til dyrkning i Danmark. Da der blandt disse mellemformer, som i Bulgarien betegnes som *Abies acutifolia,* findes særdeles vækstkraftige provenienser — bl. a. i Rhodopebjergene på Kazava distrikt i ca 1500 m o.h. — vil en afprøvning af disse provenienser i Danmark være rimelig.

Udviklingen i de gamle ædelgran-proveniensforsøg gav anledning til, at der i 1959 anlagdes en serie proveniensforsøg med ædelgran fra den formodede klimatiske tørkegrænse for ædelgranernes nordlige forekomster i Polen (proveniensfortegnelse og de første målinger se s. 133 og 134). I 1960 anlagdes endvidere proveniensforsøg med ædelgran fra vesteuropæiske tørkegrænser for arten (proveniensfortegnelse og de første målinger se s. 133 og 134). Disse yngre proveniensforsøgs første udvikling tyder ikke på, at de polske provenienser i særlig grad er resistente over for den klimatiske tørkegrænsevirkning, et forhold som bestyrker formodningen om, at ædelgranernes nuværende nordlige begrænsning i Polen må betragtes som en rydningsgrænse for det nord for liggende gode agerland; det er dog muligt, at der i materialet indgår provenienser med en lidt større kulderesistens end normalt for det mellemeuropæiske ædelgranmateriale. Man tør håbe, at der blandt provenienserne fra de vesteuropæiske tørkegrænser findes et materiale, som er tilpasset vor klimatiske tørkegrænse for ædelgran — jfr. Marcet (1971).

Nye proveniensforsøg i Danmark bør nok anlægges på basis af korttidsundersøgelser af planterne, jfr. *Marcel* (1971) og *Beier-Petersen, Esbjerg* og *Søegaard* (1974). Disse forsøg bør danne grundlag for udvælgelsen af et vækstkraftigt, velformet ædelgranmateriale på baggrund af en større repræsentation af klimatisk tørkeresistente provenienser med en efter danske forhold tilstrækkelig hårdførhed. Heri bør proveniens nr. 46, Lapus, Rumænien, og helst flere tørkeeksponerede rumænske provenienser indgå (f. eks. Prahovei (1100 m o.h.), Transsylvanske Alper). Fra Calabrien bør om muligt proveniens nr. 57 fremskaffes og yderligere en tilsvarende god ædelgranproveniens fra samme højdelag (ca. 1600 m o.h.) medtages (vedr. de calabriske ædelgranproveniensers stærkt skiftende karakter, se *Nitzelius* (1968), og deres kuldefølsomhed fra lave bjerghøjder, se *Pavari* (1951) m. fl.). Såvel stærkt tørkeprægede provenienser fra de vestlige udbredelsesområder, den Schweiziske „Trockentanne" (*Marcet,* 1971), som en stærkere repræsentation af provenienser fra artens sydøstlige tørkegrænse (herunder Bulgarien) bør afprøves, ligesom gode provenienser af Abies acutifolia fra 1500—1600 m o.h. i Rhodopebjergene bør indgå i forsøget.

Proveniensforsøget bør, som hidtil i Danmark, omfatte parallelle forsøgsrækker anlagt således, at den klimatiske tørkegrænsevirkning varierer fra forsøgsrække til forsøgsrække, ligesom nogle forsøgsrækker bør anlægges i kuldeprægede områder for ædelgrandyrkningen.

Med hensyn til provenienskrydsning, synes det på nuværende tidspunkt rimeligt at prøve nr. 46, Lapus × nr. 57, Calabrien — og her vil det være nærliggende at anvende de få, meget store og sunde, calabriske ædelgraner i kuldegrænseområdet (proveniensforsøget i Gludsted plantage).

Ædelgranernes følsomhed overfor stærk fordampning, specielt i skudstrækningsperioden, kan spores overalt inden for ædelgranens udbredelsesområde. Træartens konkurrenceevne i de naturlige blandingsbevoksninger, kronernes dybde og tæthed m. v. skifter således stærkt efter terrænets hældningsretning,

luftfugtighed, tågedannelser m. v. Under indtryk af træartens almindelige tilbagegang — både areal- og sundhedsmæssigt — kan det være et spørgsmål, om ikke en indbringning af et mindre fordampningsfølsomt ædelgranmateriale — eventuelt blot fra mere lokale klimatiske tørkegrænser for arten — ville være hensigtsmæssig inden for hovedparten af ædelgranens vokseområde. Under alle omstændigheder er det set på længere sigt næppe heldigt at anvende ædelgranbevoksninger, som er opvokset under særlig gunstige humide betingelser, som basis for frøavl — navnlig ikke med henblik på områder, hvor de klimatiske fugtighedsbetingelser er mindre gunstige for arten.

SUMMARY

The earliest Danish silver fir provenance experiment was established as seven parallel experiments (list of provenances and geographical position of experimental areas, see p. 127 and p. 79, of which one (Gludsted plantation) was soon abandoned owing to damage by frost. The remaining experiments were at an early stage exposed to heavy attacks by *Dreyfusia nordmannianae* and were, on the whole, badly damaged. In the three measured parallel experiments B-no. 95, Frijsenborg, B-no. 97, Bidstrup, and B-no. 99, Bregentved, in which, among others, provenances from southerly climatic drought regions* for this species are represented, the first examinations showed that these provenances were remarkably healthy and resistant to the heavy attacks by *Dreyfusia nordmannianae,* which were developing in the experiments (*Løfting* 1954).

The measurements made during the following period show that the three provenances —
No. 46 Lapus (Stråmbu-Baiutuli) 700 metres above sea level, Roumania,
No. 57 Calabria (Gariglione, Sila di Catanzaro) 1600 metres above sea level, Italy,
No. 63 Perister planina (Bitolj) 1500 metres above sea level, Yugoslavia,
have been signally superior to the other provenances in respect of health (resistance to Dreyfusia nordmannianae), and that, in this connexion, they have had a much larger production (until the age of abt. 35 years) than the other provenances, cf. the measurements, pp. 128—130.

Number of dead trees in the thinnings autumn 1956 and spring 1959 and the percentages they represent of the stem numbers before the thinnings are, moreover, shown for B-experiment no. 95 Frijsenborg on page 131. In the three measured experiments the heavy attacks by *Dreyfusia nordmannianae* had ceased before 1962. An assessment made that year showed that Dreyfusia was equally present in all provenances (see p. 132).

The resistance to the pest attacks shown by the three provenances from the natural drought limiting regions of this species, where the evaporation is heavy, is therefore not genuine but a demonstration of the fact that through selection these provenances have attained a special resistance to the climatic drought limiting effect for this species. The limiting effect is strong in the regions where the three experiments are situated, and this, by the way, applies to the greater part of Denmark, comprising East Jutland and the islands. However, there is a considerable local variation as a result of, among other circumstances, a particularly high degree of humidity in the atmosphere and fog formation in northwest-oriented coastal regions, around lakes, on west-oriented ridges, etc. (*Løfting*

* Regions where low rain fall and low air humidity during the growing season are the norm. Edaphic water may well be abundant.

1959). Macro-climatically, the climatic drought limiting effect becomes moderate in West Jutland (reckoned from the ridge passing north-south through Jutland) and is here no great danger to the development of the species.

Within the regions west of the Jutland rigde, where a brief frost-free period and low temperatures are typical features, the climatic limiting region for the growing of silver fir changes its character, a forceful cold limiting effect becoming here quite decisive for the chances of development of silver fir and for the silvicultural requirements of its young plantations. The remains of the provenance experiment that had to be abandoned owing to destructions by frost when the mountain pine canopy over the silver fir disintegrated, i.e. the former *B-experiment no. 100, Gludsted plantation, Compt. 197,* are situated in this cold limiting region for the early growth of silver fir. Here a very interesting mixed stand has been produced, since, when the canopy collapsed, Japanese larches were planted through the area, by which about one-third of the silver firs, representing all provenances involved (including the two climatic drought-resistant provenances *No. 57, Calabria* and *No. 63, Perister*) escaped being killed by spring-night frost etc. It can be seen here that the cold limiting effect has involved both (early) freezing back as a result of hard late spring-night frost and (later) winter frost injuries to densely sheltered silver firs (cambium ruptures after insufficient shoot hardening and lignification). For all provenances the frost damage was followed by attacks by *Dreyfusia nordmannianae.*

Thus, the climatic drought-resistant provenances have lost this special resistance by being removed from a climatic drought limiting region, where they have shown an extraordinary resistance to *Dreyfusia nordmannianae,* to a cold limiting region for the early growth of silver fir.

As regards the cold limiting effect, the two climatic drought-resistant provenances show that they have not been less resistant (or at least, it has not been possible to demonstrate that they were less resistant) than the other provenances in the material. This fact is very important, considering that Calabrian silver fir of the provenance Serra San Bruno (Catanzaro), cf. *Pavari* (1951), and Danish imports from lower elevations, abt. 1100 metres above sea level, have proved to be frost-tender.

Provenance No. 46, Lapus was not included in this experiment (B. no. 100), but, grown in cold-exposed regions in central Jutland, it has shown a normal resistance to the cold limiting effect, that is to say, in dense shade it may suffer from winter debilitation and in that connexion be attacked by *Dreyfusia nordmannianae,* but it seems to remain completely healthy where it may have sufficient light from above without being threatened by spring-night frost. It seems, like provenance No. 57, Calabria, to belong to the heliophilous (light-loving) type of silver fir (*Giacobbe* 1951).

The silver firs in the mixed stand in the old provenance experiment in Gludsted plantation mainly occur in the stand as suppressed trees, often deformed by winter-frost injuries, previous pest attacks, and to some degree by damage caused by game. In strong contrast with these suppressed trees a few silver firs of various provenances have had the opportunity to grow up where there has been a gap in the larch canopy. These silver firs have obtained an amazing growth considering the locality; the biggest are in the plot containing Calabrian silver fir, where they are now more than 16 metres high and strongly dominant among the larches, which are a couple of metres lower.

The development of the silver firs in the old experimental area shows the

difficulties this species has in growing up under a severe cold limiting effect, and also its possibilities of growing up, scattered or in groups, unrestrained by frost or drought limiting effects. For silver fir to obtain a proper development in the cold limiting region for the early growth of this species the conditions will be the following —

(1) The protection of the plants from spring-night frost normally necessitates dense shading, which (during a brief frost-free period) results in insufficient shoot hardening and lignification.

(2) Under stagnant growth, the plants, strongly predisposed to winter debilitation (cambium rupture) enter into a waiting stage, in which most of the silver firs, apparently badly enfeebled, will be able to survive (if necessary through a great many years) without losing their ability to regenerate quickly and resume growth.

During this vulnerable stage, any interference with the silvicultural conditions which may increase the danger of quick thawings and freezings (direct, low sun and draught) may prove fatal to the plants.

(3) Renewed growth and acclimatization (a fast and successfully accomplished stage of early growth) will depend on light from above (preferably without direct exposure to the sun), while the protection surrounding the plants is maintained.

This development pattern, which the silver firs have a natural aptitude for conforming to (cf. the development of silver fir in natural mixed forests in competition with beech and Norway spruce), seems to be the pattern adopted by the silver firs, strong and valuable when scattered or in groups, where they are now a support for the Norway spruces in the old plantations in the cold limiting regions for the growing of silver fir.

These circumstances show that the establishment of large pure plantations of silver fir in the cold limiting regions should be avoided. On the other hand, an early planting of silver fir into initial gaps caused by Trametes attacks and early weakened west-fringes in Norway spruce stands will be valuable. Likewise, planting of silver fir in groups, with for instance larch as a nurse tree, where such groups may be established at an early stage, will provide very desirable points of support to secure the Norway spruce crop.

The much used scattered admixture of silver fir in Norway spruce plantations has seldom produced the desired results in the cold-exposed regions for the early growth of silver fir. The different requirements of the two species in respect of protection and light, and their very different development rhythms during their early growth have normally resulted in the silver firs' becoming totally overtopped. The modern wider spacing and heavy-handed early thinning of Norway spruce may possibly improve the applicability of this method, if only with a view to establishing a valuable admixture of silver fir in a subsequent generation of Norway spruce (cf. experiences from Forstamt Villingen in the cold and storm-exposed Baar district, where silver fir as a natural admixture of 15—20 % to Norway spruce (and abt. 20 % Scots pine) constitutes a very valuable element of the stands).

The strong west-fringes and shelter strips of silver fir, which in the inclement regions of central Jutland are an excellent support for the Norway spruce stands behind them, usually originate from the silver firs' being planted mixed with white spruce (and mountain pine). Also here the silver firs have been totally overtopped (and often forgotten), but rather early debilitation (or thinning) of

the white spruces has given the silver firs a later opportunity to carry through the mentioned difficult early stage of growth, often shaded from the east sun by the Norway spruce plantations.

The old silver fir provenance experiments show no obvious provenance-dependent difference in cold resistance within the material used. In that respect the drought-resistant provenances do not, as mentioned, differ in a demonstrable degree from the others; however, possibly owing to their drought resistance, estimated among other things on the basis of pest attacks, they seem to be quicker in overcoming the after-effects of cold debilitation than is normal for the rest of the provenance material in this region. An apparently strong individual resistance to winter debilitation in all the provenances seems to indicate that in cold limiting regions within the natural habitat of this species — possibly in the Baar district — a silver fir material may be found that has been subjected to a perceptible selection as to the cold limiting effect, so that its application around the cold centres in central Jutland will be appropriate.

In the western moorland and dune regions, both the climatic drought limiting effect and the cold limiting effect for silver fir are normally moderate; yet there are local cold-exposed areas for this species. In these areas the silver firs of Central-European origin cultivated so far have, on the whole, had a good and healthy development and have only locally met with a strong climatically limiting effect.

The three provenances which, according to the results of the silver fir provenance experiments, must be considered safe to grow with a view to the climatic drought limiting effect we have in Denmark, represent types which in respect of their silvicultural qualities differ heavily from each other.

Provenance No. 46, Lapus (Strâmbu-Baiutuli), 700 metres above sea level, Roumania, is a slender, shapely, homogeneous silver fir type with satisfactory growth (especially as regards height growth). Its foliage is dense and in full light it assumes early an Abies nordmanniana-ish character. (Cf. also Arbez 1969).

Provenance No. 57, Calabria (Gariglione, Sila di Catanzaro), 1600 metres above sea level, Italy, appears very robust and has a fast growth (especially as regards diameter increment); it is a very heterogeneous type (with great variations within the stands), its foliage is dense and early becomes Abies nordmanniana-ish.

Provenance No. 63, Perister planina (Bitolj), 1550 metres above sea level, Yugoslavia, is a *transitional form to Abies cephalonica,* its growth energy seems to be perceptibly lower than those of the two other provenances, the type seems to be rather homogeneous, its foliage is rather dense, the needles are somewhat bristling, acuminate, and have a bluish tinge.

Of these provenances, which have all displayed the cold resistance that is normal for silver fir, only No. 46, Lapus and No. 57, Calabria will be of direct silvicultural interest in Denmark. These provenances will — compared with the usually employed silver fir material — be extremely valuable for cultivation in the greater part of this country, where the climatic drought limiting effect has until now made the cultivation of silver fir insecure; also within the cold-exposed regions for cultivation of silver fir in the moorlands of central Jutland, the cultivation of these provenances seems to be justified where due regard can be paid to the light loving nature of these types.

It is, moreover, probable that the robust, heterogeneous provenance No. 57, Calabria may be used in the dune areas, whereas the slender, finely built prove-

nance No. 46, Lapus is not to be recommended for particularly wind-exposed localities. The transitional type No. 63, Perister, which owing to its modest growth energy should not be re-introduced, shows that these south-eastern intermediate forms to *Abies cephalonica* (from high mountain elevations) may, at the same time as they show a distinct climatic drought resistance, be hardy enough for cultivation in Denmark. Since these intermediary forms, which in Bulgaria are termed *Abies acutifolia,* include provenances of particularly sturdy growth — for instance in the Rhodope Mountains in the Kazava district at abt. 1500 metres above sea level — a testing of these provenances in Denmark would be reasonable.

The development in the old silver fir provenance experiments occasioned the establishment in 1959 of a series of provenance experiments with silver fir from the presumed climatic drought limit for the northerly occurrence of silver fir in Poland (list of provenances and first measurements, see pp. 133 and 134). Furthermore, in 1960 provenance experiments were established with silver fir from West-European drought limits for this species (list of provenances and measurements, see pp. 133 and 134). The early development of these younger provenance experiments seems not to indicate that the Polish provenances are particularly resistant to the climatic drought limiting effect, a circumstance which strengthens the assumption that the present northern limit of silver fir in Poland must be regarded as a clearance boundary of the good arable land north of it; it is possible, however, that the material includes provenances with a somewhat higher cold resistance than is normal for the Central-European silver fir material. We may hope that among the provenances from the West-European drought limits there will be a material suited to our climatic drought limit for silver fir — cf. *Marcet* (1971).

The establishment of new provenance experiments in Denmark should probably be preceded by short-term testings of the plants, cf. *Marcel* (1971) and *Beier-Petersen, Esbjerg* and *Søegaard* (1974). These tests should form the basis for the selection of a silver fir material of vigorous growth and fine shape from a great choice of climatic drought-resistant provenances of sufficient hardiness for Danish conditions. They ought to include provenance No. 46, Lapus, Roumania and preferably some further drought-exposed Roumanian provenances (such as Prahovei (1100 metres above sea level), Transylvanian Alps). From Calabria provenance No. 57 should, if possible, be procured and further a similar good silver fir provenance from the same elevation (abt. 1600 metres above sea level) should be included (as to the very changeable nature of the Calabrian silver fir provenances, see *Nitzelius* (1968), and concerning their tenderness to cold from low mountain elevations, see *Pavari* (1951) and others). Provenances adapted to intense drought from the western habitats, the Swiss "Trockentanne" (*Marcet* 1971), as well as a stronger representation of provenances from the south-eastern drought limit (including Bulgaria) should be tested, just as good provenances of Abies acutifolia from 1500—1600 metres above sea level in the Rhodope Mountains should be included in the experiment.

The provenance experiment should, as has been the case so far in Denmark, comprise parallel series of experiments, established in such a way that the climatic drought limiting effect varies from series to series, and some series should be established in cold limiting regions for the cultivation of silver fir.

As to cross-breeding of provenances, it seems at present reasonable to try No. 46, Lapus × No. 57, Calabria — and it seems obvious to use the few but very large and healthy Calabrian silver firs in the cold limiting region (the provenance experiment in Gludsted plantation).

The sensitivity of silver fir to heavy evaporation, especially in the flushing and shoot elongation period, is noticeable everywhere within the range of this species. Thus, the competitive power of silver fir in the natural mixed stands, the depth and density of the crown, etc. vary greatly with the aspect of the terrain, the humidity of the atmosphere, fog formation, etc. Considering the general retrogression of the species — both in respect of area and health — one may ask whether the introduction of a less evaporation-sensitive silver fir material — possibly only from more local climatic drought limits for the species — would not be appropriate in the greater part of the regions where silver fir is grown. Anyhow, in the long run it is hardly advisable to choose silver fir stands raised under particularly favourable humidity conditions as a basis for seed collection — especially not when the seed is intended for use in regions where the climatic humidity conditions are less favourable for the species.

LITTERATUR

Arbez, M., 1969: Étude comparative en pépinière de quelques provenances françaises de sapin pectiné (Abies alba Mill.). Premier aperçu de la variabilité infraspécifique et mise au point sur le „Sapin de l'Aude„. — Ann. Sci. forest., 26, 475—509.

Beier-Petersen, B., Esbjerg, P. og *Søegaard, B.*, 1974: The response of Dreyfusia nordmannianae Eckst. (Hom. Adelgidae) and of Oligonychus ununguis Jac. (Acarina, Tetranychidae) to individual clones of Abies alba (Mill.) and to light and water. — Forest Tree Improvement, Arboretet, Hørsholm, 8, 33—52.

Bertsch, K., 1940: Geschichte des deutschen Waldes. Jena.

Bornebusch, C. H., 1937: Stormskaden paa Udhugningsforsøget i Hastrup Plantage (den 8de Februar 1934). — Forstl. Forsøgsv. Danm. 14, 161—172.

Bryndum, H., 1969: Rødgranhugstforsøget i Gludsted plantage. — Forstl. Forsøgsv. Danm. 32, 1—156.

Firbas, Franz, 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. — Gustav Fischer, Jena.

Giacobbe, A., 1951: L'ecologia dell'abete bianco. Nota 4. L'eliofilia nell'Appennino. — Trav. Lab. for. Toulouse, 1 (5) Art. 3.

Henriksen, H. A., 1957: Forsøgsvæsenets prøveflader i Abies-arter. — Forstl. Forsøgsv. Danm. 23, 281—344.

— , 1971: Betragtninger vedrørende hedeskovenes foryngelse. — Dansk Skovforen. Tidsskr. 56, 1—29.

Holmsgaard, Erik, 1955: Årringsanalyser af danske skovtræer. — Forstl. Forsøgsv. Danm. 22, 1—246.

Jensen, A. Martin, 1968: Undersøgelse af ædelgranens vækst i det midt- og vestjyske magerjordsområde. Rapport. — Skovbrugsafd. Kgl. Vetr.- og Lbh.sk., København.

Kral, F., 1972: Grundlagen zur Entstehung der Waldgesellschaften im Ostalpenraum. — Ber. Deutsche Bot. Ges. 85, 173—186.

Løfting, E. C. L., 1954: Danmarks ædelgranproblem, 1. del. Proveniensvalg. — Forstl. Forsøgsv. Danm. 21, 337—381.

— , 1959: Danmarks ædelgranproblem, 2. del. Dyrkningsbetingelserne for Abies alba (Mill.) og Abies Nordmanniana (Spach.) i Danmark. — Forstl. Forsøgsv. Danm. 26, 1—249.

— , 1961: Abies Nordmanniana i Kaukasus. — Dansk Skovforen. Tidsskr. 46, 426—452.
— , 1969: Erfahrungen der dänischen Weisstannen-Provenienzversuche. — „Tannen-Symposium" der Arbeitsgruppe Gebirgswaldbau, IUFRO-Sektion 23, Wien.
— , 1972: Bericht über die Weisstanne (Abies alba) in Dänemark. (Provenienzerfahrungen einer klimatischen Trockengrenze). — „Tannen-Symposium" der Arbeitsgruppe Ökosysteme, IUFRO-Sektion 23, København.
— , 1973: Statusopgørelse for nordmannsgran. — Forstl. Forsøgsv. Danm. 33, 303—326.
— , 1976: Rapport over forstlig studierejse til Bulgarien den 17.—21. september 1975. (Forstligt projekt i henhold til den dansk-bulgarske overenskomst om teknisk-videnskabeligt samarbejde). — Mimeo.
Marcet, E., 1971: Versuche zur Dürreresistenz inneralpiner „Trockentannen" (Abies alba Mill.). — Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen 122, 117—135.
Mayer, Hannes, 1969: Bericht über ein „Tannen-Symposium". — Arbeitsgruppe Gebirgswaldbau, IUFRO-Sektion 23, Wien.
— , 1972: Forstgenetische Aspekte neuerer Erkenntnisse über die nacheiszeitliche Einwanderung der Tanne in die Alpen. — „Tannen-Symposium" der Arbeitsgruppe Ökosysteme, IUFRO-Sektion 23, København.
Møller, Carl Mar:, Vore skovtræarter og deres dyrkning. — København.
Martonne, E. de, 1926: L'indice d'aridité. — Bull. de l'assoc. des geographes français.
Nitzelius, Tor G., 1968: Abies. A review of the firs in the Mediterranean. — Lustgården, 49.
Pavari, A., 1951: Esperienze e indagini su le provenienze e razze dell'abete bianco (Abies alba Mill.). — Pubbl. Staz. sper. Selv. Firenze No. 8.
Robak, H., 1951: Noen iakttakelser til belysning av forholdet mellom klimatiske skader og soppangrep på nåletræer. — Medd. Vestland. Forsøkssta. nr. 27.
Rol, R., 1936: Contribution à l'étude de la répartition du Sapin (Abies alba Mill.). — Ann. L'Écol. Nat. Eaux et For. 6, 234—283.
Rubner, K., 1953: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. — Neumann, Radebeul & Berlin.
Vinš, B. & Korpel, S., 1965: Pestovanie jedle. — Slov. Vydav. Podohosp. Lit. Bratislava.
Vinš, B., 1966: A contribution to the variability of Silver Fir (Abies alba Mill.). — Academia, Praha.
Zentgraf, E., 1949: Die Edeltanne. — Allg. Forst- u. Jagdzeit. 121, 7—16.

Bilag 1

Fortegnelse over ædelgranprovenienser som indgår i forsøgsvæsenets ældre proveniensforsøg (forsøgenes beliggenhed er anført side 79 og nogle målinger i bilag 2—6).

Abies 45: Gurre statsskovdistrikt, prfl. BY, Gurre Vang, afd. 101.

„ *46:* Rumænien. Lapus, Vestkarpatherne, Strambu, 47°38 n. br., 23°50 ø. l., 700 m o. h., årsnedbør 7—900 mm.

„ *47:* Frankrig. Massif Central, Monts du Forez, Sècherie de la Tuilière (Loire).

„ *48:* Frankrig, Vosges, Forêt domaniale de la Haute-Meurthe. I ère Série, parcelle 2, 1000—1040 m o. h.

„ *49:* Pyrenæerne.

„ *50:* Frankrig. Jura, Forêt domaniale de la Joux. 5 eme Série, Cantons du Chevreuil et de Combe-Lerain. 730 m o. h.

„ *51:* Frankrig. Massif Central, Forêt domaniale de Boisgrand (Puy-de-Dôme), Monts du Livradois, 1050 m o. h.

„ *52:* Schwarzwald. Fra kulturskove på 48°—49° n. br., ca. 8°30 ø. l., 400—600 m o. h. (Rafn).

„ *53:* Böhmerwald. Fra naturskove på 49°—49°30 n. br., 13°30—14° ø. l., 500—750 m o. h. (Rafn).

„ *54:* Vestungarn. Rechnitz, østrig-ung. grænsebjerge. Fra naturskove på 47°22 n. br., 16°25 ø. l., 500—600 m o. h. (Rafn).

„ *55:* Böhmen-Mähren. Fra naturskove på 49°—49°30 n. br., 16°—16°30 ø. l., 400—550 m o. h. (Rafn).

„ *56:* Schweiz. Plenterwald Hochwacht bei der Lüdernalp auf einem Nagelfluh-Hang bei Wasen im Emmental. 1000 m o. h.

„ *57:* Italien. Gariglione. Sila di Catanzaro, Calabrien, 1600 m o. h.

„ *58:* Italien. Como, 1500 m o. h. (Rafn).

„ *59:* Sudeterne. Fra naturskove på 49°47 n. br., 17°30 ø. l., 350 m o. h. (Rafn).

„ *60:* Slovakiet. Tatra. Fra naturskove på 48°50 n. br., 20° ø. l., 550 m o. h. (Rafn).

„ *63:* Sydserbien (Makedonien). Forstdistriktet Perister planina under skovstyrelsen Bitolj, 1550 m o. h.

„ *65:* Schweiz. Schmidwald bei Huttwil im Kanton Bern, 800 m o. h.

„ *74:* Rømers ædelgraner, Bornholm.

„ *75:* Thy, Søholt planteskole.

„ *76:* Abies Nordmanniana, F. nr. 20, prfl. GT, Boller statsskovdistrikt.

Bilag 2

Ædelgranproveniensforsøg (B-nr. 97). Bidstrup skovdistrikt, Pedersted skovpart, afd. 232. Måling foråret 1967.

		Sået	Diam. $\bar{D}$ cm	Højde $\bar{H}$ m
45	(Prfl. BY, Gurre, Danmark)	1934	15,7	13,5
46	(Lapus, Rumænien)	„	*18,3*	*14,6*
47	(Mass. Centr., Mt. Forez, Frankrig)	1935	13,8	11,9
48	(Vosges, 1000—1040 m, „)	„	15,1	12,7
49	(Pyrenæerne, „)	„	13,4	12,1
50	(Jura, 730 m, „)	„	14,3	12,9
51	(Mass. Centr., Mt. Livradois, „)	„	11,5	10,9
52	(Schwarzwald, 400—600 m, Tyskland)	„	13,0	12,1
53	(Böhmerwald, Czekoslovakiet)	„	14,5	12,1
54	(Rechnitz, 500—600 m, Ungarn)	„	13,8	11,8
55	(Böhmen-Mähren, Czekoslovakiet)	„	14,9	12,8
56	(Emmental, 1000 m, Schweiz)	„	15,3	12,2
57	(Calabrien, 1600 m, S.d.C., Italien)	„	*18,9*	*13,7*
58	(Como, 1550 m, Italien)	„	12,9	11,3
60	(Tatra, Slovakiet, 550 m, Czekoslovakiet)	„	14,3	12,7
63	(Perister planina, Jugoslavien)	„	*12,8*	*12,8*
65	(Kanton Bern, 800 m, Schweiz)	„	13,2	11,9
74	(Rømers ædelgr., Bornholm, Danmark)	1936	14,2	12,8
76	(Abies Nordmanniana, F. 20, Boller, Danmark)	„	12,0	12,0

Bilag 3

Ædelgranproveniensforsøg (B-nr. 95). Frijsenborg skovbrug, Sølunden afd. 15. Forsøgsresultater foråret 1969.

Proveniens nr.		Sået år	Efter tynding forår 1969					Produktion	
			Stamt. stk./ha	Højde m	Diam. cm	Grfl. m²/ha	Vedm. m³/ha	i alt F. 1969 m³/ha	årlig F. 1957-69 m³/ha
45	(Gurre, Danmark)	1934	1395	10,9	13,8	20,64	118,8	191,2	12,4
46	(Lapus., Rumæn.)	—	1930	*11,9*	14,9	33,86	*210,4*	*350,1*	*23,3*
47	(Mass. Central, Mt. Forez, Frankrig)	1935	1423	11,1	13,2	19,63	114,2	179,3	11,5
48	(Vosges, Frankrig)	—	1627	9,3	11,8	17,88	91,3	152,4	9,9
49	(Pyrenæerne, Frank.)	—	1547	10,2	12,2	18,19	97,6	169,2	11,4
50	(Jura, Frankrig)	—	1530	9,5	12,6	18,80	93,8	147,8	9,8
51	(Mass. Central, Mt. Livradois, Frank.)	—	1132	9,5	13,0	16,26	81,5	143,5	9,0
52	(Schwarzwald, Tyskland)	—	1261	10,6	14,1	19,59	109,3	166,7	11,1
53	(Böhmerwald, Czekoslovakiet)	—	1360	11,2	13,7	19,79	115,7	181,2	12,1
54	(Rechnitz, Ungarn)	—	1445	10,2	13,5	20,81	111,7	178,7	12,4
55	(Böhmen-Mähren, Czekoslovakiet)	—	1394	10,6	13,2	19,17	106,7	168,6	11,2
56	(Emmental, Schweiz)	—	1522	10,2	13,2	20,74	111,3	192,4	12,3
57	(Calabrien, Italien)	—	1921	9,9	*15,3*	*35,39*	184,7	280,5	19,1
58	(Como, Italien)	—	1819	10,8	12,5	22,29	125,4	203,7	13,6
59	(Sudeterne, Czekosl.)	—	1192	11,6	14,4	19,35	117,4	205,8	13,5
60	(Tatra, Slovakiet, Czekoslovakiet)	—	1354	10,3	14,7	22,97	124,6	180,4	12,3
63	(Perister, Jugosl.)	—	*2180*	9,8	13,2	29,83	154,1	275,1	19,0
65	(Bern, Schweiz)	—	1625	10,5	13,3	22,69	125,1	221,3	14,2
74	(Rømers ædelgr., Bornholm, Danmark)	1936	1237	10,6	12,1	14,34	79,8	108,7	7,6
75	(Søholt planteskole, Thy)	1934	1557	10,3	12,2	18,37	99,5	166,9	10,6

Bilag 4

Ædelgranproveniensforsøg (B-nr. 99). Bregentved, Børsted Hestehave afd. 12.

Proveniens nr.		Sået år	F. 1949 Højde m	F. 1953 Højde m	F. 1962 Højde m	Forår 1970 bestandsmåling Højde m	Diam. cm	Stamt. stk./ha	Grfl. m²/ha	Vedm. m³/ha
45	(Gurre, Danmark)	1934	*3,5*	6,2	12,3	15,6	16,4	1840	38,8	315
46	(Lapus, Rumænien)	—	*3,5*	*6,3*	*12,4*	16,2	17,1	2549	58,6	494
47	(Mass. Central, Mt. Forez, Frankrig)	1935	2,9	5,8	10,9	13,3	14,0	1913	29,3	203
48	(Vosges, Frankrig)	—	2,7	5,1	11,2	13,9	15,3	1990	36,7	265
49	(Pyrenæerne, Frank.)	—	2,6	4,9	10,7	14,1	14,7	2054	35,0	256
50	(Jura, Frankrig)	—	2,9	5,3	10,6	14,1	14,8	1766	30,5	224
51	(Mass. Central, Mt. Livradois, Frank.)	—	2,7	4,9	10,5	14,2	15,1	2512	44,9	332
52	(Schwarzwald, Tyskland)	—	3,3	5,8	11,4	15,4	16,9	1613	36,1	289
53	(Böhmerwald, Czekoslovakiet)	—	2,9	5,4	11,2	15,4	17,1	1683	38,7	310
54	(Rechnitz, Ungarn)	—	2,8	5,2	10,8	15,0	16,1	2342	47,6	371
55	(Böhmen-Mähren, Czekoslovakiet)	—	3,3	5,9	11,6	15,6	16,3	1798	37,5	304
56	(Emmental, Schweiz)	—	2,9	5,5	11,0	15,7	17,3	2075	48,7	398
57	(Calabrien, Italien)	—	3,0	5,5	11,8	*16,5*	*19,1*	2351	*67,2*	*577*
58	(Como, Italien)	—	2,7	4,9	10,7	14,3	14,5	2291	37,8	281
59	(Sudeterne, Czekosl.)	—	3,2	5,6	11,7	15,5	17,1	1769	40,8	329
60	(Tatra, Slovakiet, Czekoslovakiet)	—	3,1	5,7	11,1	14,2	15,2	2053	37,4	276
63	(Perister, Jugosl.)	—	2,7	5,1	10,7	14,8	16,0	*2981*	60,3	464
65	(Bern, Schweiz)	—	3,2	5,6	11,7	15,3	16,2	1792	36,8	293

Bilag 5

Ædelgranproveniensforsøg (B-nr. 95). Frijsenborg skovbrug, Sølunden afd. 15. Opgørelse over døde træer.

Proveniens nr.		Før tynding efterår 1956 Stk. pr. ha	% af stamtal	Før tynding forår 1959 Stk. pr. ha	% af stamtal
45	(Prfl. BY, Gurre, Danmark)	2071	21,1	932	17,3
46	(Lapus, Rumænien)	702	4,7	0	0
47	(Mass. Centr., Mt. Forez, Fr.)	1304	14,6	755	15,5
48	(Vosges, 1000—1040 m. Fr.)	906	9,8	1090	17,8
49	(Pyrenæerne, Frankrig)	643	7,1	888	16,1
50	(Jura, 730 m, Frankrig)	704	7,5	1990	29,8
51	(Mass. Centr., Mt. Livradois, Fr.)	1133	10,0	1921	30,9
52	(Schwarzw., 400—600 m, Tyskl.)	1365	15,5	1276	25,8
53	(Böhmerwald, Czekoslovakiet)	1085	11,9	1461	28,0
54	(Rechnitz, 500—600 m, Ungarn)	529	5,4	1156	18,9
55	(Böhmen-Mähren, Czekoslov.)	1120	11,5	856	15,1
56	(Emmental, 1000 m, Schweiz)	1348	12,0	2217	37,2
57	(Calabrien, 1600 m, S.d.C.,Ital.)	568	5,4	1048	17,0
58	(Como, 1550 m, Italien)	563	5,7	498	7,8
59	(Sudeterne, 350 m, Czekoslov.)	1384	12,9	1397	23,9
60	(Tatra, Slov., 550 m, Czekoslov.)	1423	16,4	1257	27,1
63	(Perister planina, Jugoslav.)	142	1,2	95	1,4
65	(Kanton Bern, 800 m, Schweiz)	200	1,9	1125	15,7
74	(Rømers ædelgr., Born., Danm.)	1865	26,0	1489	38,2
75	(Søholt planteskole, Thy, Danm.)	926	9,8	1052	16,0

Bilag 6

Ædelgranproveniensforsøg B-nr. 95, Frijsenborg, B-97, Bidstrup og B-99, Bregentved. Middelkarakterer for angreb af stamme- og skudlus forår 1962.

Proveniens nr.		Frijsenborg. Stammel.	Frijsenborg. Skudl.	Bidstrup. Stammel.	Bidstrup. Skudl.	Bregentved Stammel.	Bregentved Skudl.
45	(Prfl. BY, Gurre, Danmark)	1,5	1,5	1,3	1,3	1,6	1,6
46	(Lapus., Rumænien)	1,7	1,7	1,2	1,3	1,6	1,6
47	(Massif Centr., Mt. Forez, Fr.)	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6
48	(Vosges, 1000—1040 m, Fr.)	1,5	1,4	1,3	1,3	1,4	1,4
49	(Pyrenæerne, Frankrig)	1,5	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6
50	(Jura, 730 m, Frankrig)	1,6	1,5	1,4	1,4	1,6	1,5
51	(Mass. Centr., Mt. Livradois, Fr.)	1,6	1,6	1,3	1,2	1,5	1,6
52	(Schwarzw., 400—600 m, Tyskl.)	1,4	1,6	1,3	1,3	1,4	1,4
53	(Böhmerwald, Czekoslovakiet)	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	1,6
54	(Rechnitz, 500—600 m, Ungarn)	1,4	1,6	1,4	1,3	1,5	1,6
55	(Böhmen-Mähren, Czekoslov.)	1,4	1,5	1,4	1,4	1,5	1,6
56	(Emmental, 1000 m, Schweiz)			1,4	1,3	1,4	1,5
57	(Calabrien, 1600 m, S.d.C., Ital.)	1,4	1,6	1,3	1,4	1,4	1,5
58	(Como, 1550 m, Italien)	1,3	1,3	1,2	1,3	1,5	1,5
59	(Sudeterne, 350 m, Czekoslov.)	1,4	1,7	1,2	1,3	1,4	1,5
60	(Tatra, Slov., 550 m, Czekoslov.)	1,4	1,5	1,2	1,2	1,6	1,6
63	(Perister planina, Jugoslavien)	1,5	1,4	1,2	1,4	1,4	1,5
65	(Kant. Bern, 800 m, Schweiz)	1,7	1,7	1,3	1,3	1,4	1,5
74	(Rømers ædelgr., Bornh. Danm.)	1,8	2,0	1,4	1,4	1,8	2,0
76	(Nordm., F. 20, Boller, Danm.)			1,4	1,3		
	Gennemsnit:	1,5	1,5	1,3	1,3	1,5	1,5

Efter samråd med Broder Beier-Petersen har Forsøgsvæsenets proveniensafdeling bedømt luseangrebene på grundlag af følgende karakterskala:

Stammelus:

1. intet til meget svagt angreb (få hvide pletter).
2. middel-angreb (begrænsede indtil håndflade-store sammenhængende pletter).
3. stærkt angreb (større dele af (evt. hele) stammen dækket af hvide belægninger).

Skudlus:

1. intet til svagt angreb (ringe skud- og nåleskade).
2. middel-angreb (nogen skud- og nåleskade; forkortede, gulspættede skud uegnede til pyntegrønt).
3. stærkt angreb (kraftig skud- og nåleskade (udtalt misfarvning, nålefald, døde toppe)).

Bedømmelsen omfatter alle herskende og medherskende træer.

Skemaet viser, at angrebet af *Dreyfusia nordmannianae* er blevet moderat i F. 1962, samt at lusene nu findes jævnt fordelt på alle proveniensafkom.

Bilag 7

Ædelgranproveniensforsøg plantet 1959. Polsk ædelgran fra artens nordlige grænseområder. Frøet er leveret gennem det polske forstlige forsøgsvæsen.

Proveniensfortegnelse:

Nr. 145, Swietokrzyskie, nær byen Kielce.
- 148, Oberförsterei Tomaszow Lubelski, 23°30′ ø. l., 50°25′ n. b.
- 149, — Brzeziny, Aus der Umgegend von Lodz, 19°45′ ø.l., 51°45′ n.b.
- 150, Krakow.
- 151, Rzeszow.
- 159, Gory Swietokrzyskie, Gebirgskette Lyso-Gory, Park Narodowy (leveret gennem professor Erteld, Eberswalde, D.D.R.).

Ædelgranproveniensforsøg plantet F. 1960 med ædelgran fra *Vesteuropæiske (formodede) klimatiske tørkegrænser* for arten. Frøet leveret F. 1956 ved forstkandidat Gunnar Poulsen.

*Proveniensfortegnelse***):

Nr. 163, Forstamt *Bergzabern,* Abt. Steinbruck II/7, 200 m o. h., Pfalz, Tyskland.
- 164, Forêt communale de *Guerberswihr,* Haut Rhin, Frankrig.
- 167, Forêt communale de *Türkheim,* Zimmerbach, 300—350 m o. h., Haut Rhin, Frankrig.
- 168, Forêt domaniale de *Bouxwiller,* 220 m o. h., Maibaeckeldalen, 2 km nord for Zinzel, Bas Rhin, Frankrig.
- 169, *Beaujolais* (Chamelet), 400—550 m o. h., Massif Central, Frankrig.
- 170[a], *L'Aigle,* Chateau Livet, canton du Parc Verneuil, 250 m o. h., Normandiet, Frankrig.

**) Kortmateriale og nøjere redegørelse for proveniensudtagningen er udarbejdet af *Gunnar Poulsen* (1956).

Bilag 8

Proveniensforsøg med Abies alba fra klimatiske tørkegrænser for arten. Højdemålinger, cm.

Proveniens	nr.	*Forsøg nr. (H): B-20*				*Forsøg nr. (H): B-22*			
		Prov. fra Polen, Normandiet og Danmark, sået 1955				Prov. fra Vesteuropa, Danmark, (og Smolnicka, Cz.), sået 1956			
		20b Fosdal klitpltg. 16 år	20e Frøstr. pltg. 16 år	20d Valskov pltg. 15 år	20f Gødding pltg. 16 år	22b Pajhede pltg. 13 år	22c Fosdal klitpltg. 15 år	22d Stendal pltg. 15 år	22e Valskov pltg. 14 år
Swietokrzyskie	145	*211*		*174*	252				
Normandie	147	192			287				
Tomaszow	148	182	176	155	278				
Lodz	149			144					
Krakow	150	190	238	119	*288*				
Rzeszow	151	181	209	121	243				
Swietokrzyskie (Erteld)	159	185			185				
Wedellsborg, F. 122	133	205	254						
Randbøl, F. 312	135		277						
Viborg, Papsø, F. 329[a]	136		285				126	218	
Frijsenborg, F. 126[a]	137		*306*		263				
— , F. 126[f]	138		278						
— , F. 126[c]	139		205					198	
Randbøl, F. 311	140		195	134	240				
Vilsbøl, F. 331	158		223						
Dronninglund	154		262						
Bergzabern	163					*111*	196	206	*153*
Guerberswihr	164						152		
Smolnicka (Cz.)	165					105	168	214	
Türkheim	167					88	171	205	116
Bouxwiller	168					101	186	185	125
Beaujolais	169					110	*218*	*240*	132
Normandie, L'Aigle	170[a]					86			