



Skov & Landskab

Pyntegrøntserien
Nr. 15 • 2000

Forædling af nordmannsgran og nobilis: Status og muligheder

Ulrik Bräuner Nielsen



Rapportens titel

Forædling af nordmannsgran og nobilis: Status og muligheder.

Forfatter

Ulrik Bräuner Nielsen

Udgiver

Forskningscentret for Skov & Landskab

Serietitel, nr.

Pyntegrøntserien nr. 15-2000

Ansvarshavende redaktør

Niels Elers Koch

Layout

Nelli Leth

Bedes citeret

Ulrik Bräuner Nielsen (2000): Forædling af nordmannsgran og nobilis: Status og muligheder. Pyntegrøntserien nr. 15, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2000. 54 s.

ISBN

87-7903-060-2

ISSN

0907-0354

Tryk

Kandrup's Bogtrykkeri, 2100 København Ø

Oplag

500 eks.

Pris

100 kr. inkl. moms

Forsidefotos

Ulrik Bräuner Nielsen

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af Forskningscentrets navn kun tilladt efter skriftlig tilladelse.

Rapporten kan købes ved henvendelse til

Forskningscentret for	eller	Miljøbutikken
Skov & Landskab		Læderstræde 1
Hørsholm Kongevej 11		DK-1201 København K
DK-2970 Hørsholm		Tlf. 3395 4000
Tlf. 4576 3200		Fax 3392 7690
Fax 4576 3233		E-mail butik@mem.dk
E-mail fsl@fsl.dk		

Forord

Denne rapport er udarbejdet som en status efter godt 7 års forædlingsarbejde i FSL's regi indenfor træarterne nobilis og nordmannsgran.

Projektet indledtes i 1992 og blev finansieret for en femårig periode af det daværende Landbrugsministerium med ca. 600.000 kr. om året. Efter ressortændringen har projektet indtil videre været finansieret via FSL's basisbevilling. Projektet har i øvrigt haft medfinansiering i form af:

- Forsøgsværter på stats- og privatskovdistrikter har lagt areal til afkomsforsøgene og afholdt ekstra udgifter i forbindelse med disse anlæg.
- Mogens Andersens Fond har medfinansieret studieophold i USA.
- Pyntegrøntsektionen overdrog i 1993 en serie forsøgsanlæg med enkelttræsafkom i nobilis til FSL.
- Stiftelsen Hofmangave har fra 1996 finansieret en undersøgelse af resistens mod ædelgranlus i nordmannsgran og den genetiske variation for denne egenskab. Undersøgelsen foretages som et samarbejdsprojekt mellem stud. ph.d. Arne Kirkeby-Thomsen, seniorforsker Ulrik Bräuner Nielsen og Docent Hans Roulund, Arboretet.
- Produktionsafgiftsfonden for Juletræer og Pyntegrønt har finansieret forskning bl.a. vedr. efter-høstkvalitet og frostresistens i nordmannsgran.

Endvidere er der samarbejdsaftaler med Hedeselskabet og Statsskovenes Planteavlstation vedr. fremstilling af forsøgsplanter m.v.

Projektansvarlig var i de to første år lic.agro, forsøgsleder Søren Fl. Madsen og ph.d., forsker Ulrik Bräuner Nielsen og i de følgende år er projektet ledet af seniorforsker Ulrik Bräuner Nielsen. I årene 1993, -94 og -95 har forstkandidat Claus Jerram Christensen ca. halvtids været projektmedarbejder, men har kun været mere lejlighedsvist tilknyttet til projektet i 1996. Ole K. Hansen har været tilknyttet projektet først som studentermedhjælp siden 1996 og på fuld tid som forskningsassistent fra 1. maj 1999. Endvidere har en række studentermedhjælpere og eksterne måleentreprenører været tilknyttet projektet.

Rapporten har til formål at give en status over det hidtidige arbejde og tillige skitsere nogle af de fremtidige perspektiver ved en fortsat forædlingsindsats.

Den helt statusprægede oversigt over aktiviteter er henlagt til bilag, hvor der redegøres for publiceret materiale og interne notater i forbindelse med forædlingsarbejdet.

Indhold

Forord	3
Indhold	5
Sammendrag	7
Indledning	9
1. Nordmannsgran	11
1.1 Historisk baggrund	11
1.2 Forædlingsmål	12
1.3 Dyrknings- og forædlingszoner	13
1.4 Udvalgt materiale	14
1.5 Frøproduktion	16
1.6 Genetisk basis	18
1.7 Gevinstmuligheder	19
1.8 Forslag til strategi	23
1.9 Centrale indsatsområder	25
1.10 Konklusion nordmannsgran	26
2. Nobilis	28
2.1 Historisk baggrund	28
2.2 Forædlingsmål	29
2.3 Dyrknings- og forædlingszoner	30
2.4 Udvalgt materiale	31
2.5 Frøproduktion	34
2.6 Genetisk basis	35
2.7 Gevinstmuligheder	37
2.8 Forslag til strategi	39
2.9 Centrale indsatsområder	40
2.10 Konklusion nobilis	41
3. Efterskrift	42
4. Litteratur	43

Sammendrag

Forædling af nordmannsgran og nobilis til juletræs- og klippegrøntproduktion indledtes i FSL regi i 1992/93. Dette arbejde var en naturlig fortsættelse af allerede eksisterende forædlingstiltag og proveniensforskning.

I nordmannsgran har arbejdet især bestået i fornyet plustræsudvalg og iværksættelse af afkomsbedømmelse af de udvalgte træer. Der er p.t. udvalgt 464 plustræer, hvoraf 132 p.t. er under afkomsbedømmelse. Der er med tilknytning til forædlingsprojektet p.t. 35 ha frøplantager. Disse er etableret af Statsskovenes Planteavlstation, Hedeselskabet, Langesø skovdistrikt, Bredal planteskole m.fl.

I nobilis er der draget stor fordel af allerede iværksatte initiativer. Der var ved projektets start udvalgt 180 plustræer, hvoraf 150 var under afkomsbedømmelse i 16 afkomsforsøg. Supplerende afprøvning af de resterende er iværksat. Der er i regi af ovennævnte samarbejdspartnere på fremavlsiden p.t. etableret 20 ha nobilis frøplantager.

Opgørelser i forsøgene viser, at der for begge træarters vedkommende kan høstes værdifulde gevinster ved fortsat forædling. Juletræsudbyttet i nordmannsgran skønnes at kunne hæves med 10-20%-point (fra 50% til 60-70% i udbytte) baseret på materiale fra genetisk tyndede klonfrøplantager (eller 1.5 generations plantager). Højdevæksten udviser også stor arvelighed og variation, hvilket gør det muligt til de bedre boniteter at udvælge mere moderat voksende plantematerialer. I nobilis kan juletræsudbyttet hæves 11-14%-point, men fra et lavere udgangspunkt end nordmannsgran. Der er konstateret mærkbar effekt af den tidligere forædlingsindsats i nobilis - således en fordobling af antallet af særligt blå træer, men farven vil fortsat kunne forbedres.

Ud over de her skitserede resultater er der oparbejdet et omfattende datamateriale for såvel nobilis som for nordmannsgran mht. dyrkningsikkerhed, væksthastighed, juletræsegnethed, grøntkvalitet i nobilis, blomstringsvariation fra år til år og mellem individer m.m. Et materiale, der fortsat kan bidrage yderligere til gevinster baseret på frøplantagerne. Endvidere er der opbygget en række velfungerende arbejdsrutiner for datalagring og bearbejdning, ligesom der er udarbejdet en række målestandarder. I udarbejdelsen af målestandarderne er det søgt at kombinere objektivitet, reproducerbarhed, markedsmæssig relevans og økonomisk effektivitet.

Forædlingsmål er præciseret i samarbejde med producenter og aftagere, og der er udarbejdet en strategi for forædlingen. Centrale indsatsområder i den videre forædling bliver efter-høst kvalitet, dyrkningsikkerhed, herunder nordmannsgranens resistens mod ædelgranlus og frostsensitivitet. Helt grundlæggende for forædlingsarbejdet er dog en fortsat opfølgning af de etablerede feltforsøg. I disse måles en række egenskaber jf. de skitserede mål og herunder selvfølgelig juletræs- og grøntudbytter, kvalitet og senere økono-

misk værdisættelse. Afprøvningsarbejdet sigter på at "varedeklarere" de afprøvede plustræer, så dyrkerne sikres et velbeskrevet plantemateriale.

I forædlingsprojektets første periode fra 1992/93 til medio 1999 er der publiceret 43 titler, udarbejdet 53 interne rapporter/notater, og arbejdet er endvidere formidlet med foredrag på 25 temadage/konferencer. Endvidere er der udarbejdet lister specielt til brug for fremavls partnere til udvalg af materiale til videre fremavl baseret på opnåede forsøgsresultater - ofte inden egentlig publicering.

I rapporten er der skitseret en række gevinster og perspektiver ved forædlingen, der stort set alle forudsætter fortsat aktivitet på området, for at gevinsterne kan høstes i form af frø fra genetisk forbedrede frøplantager. Derfor forudsættes også en fortsat finansiering og aktivitet i forædling og fremavl svarende til det hidtidige niveau.

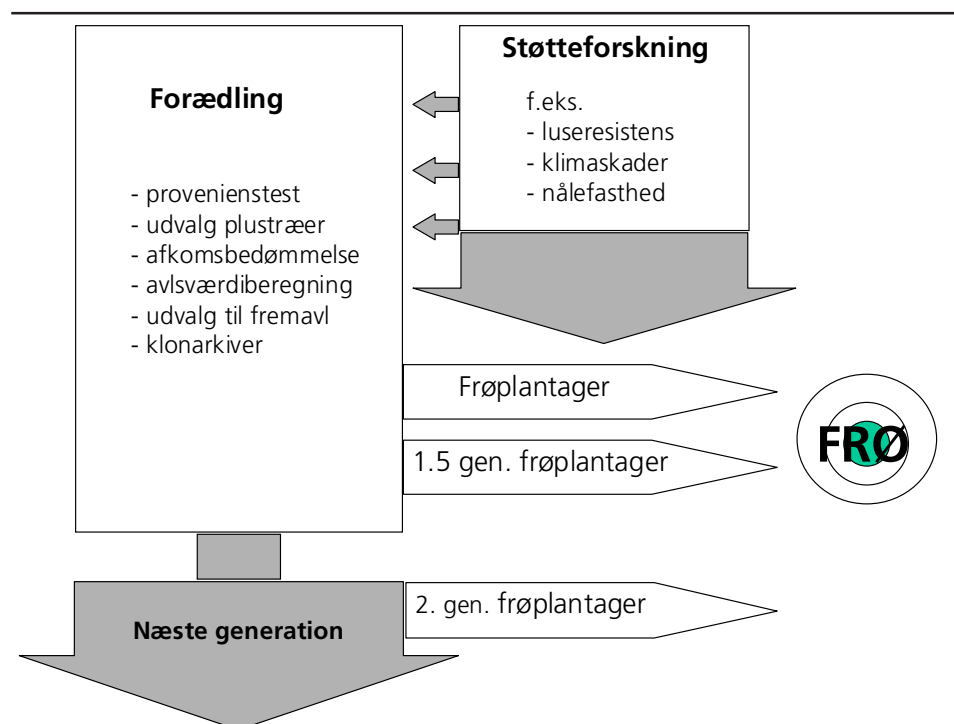
Indledning

Forskningscentret for Skov & Landskab (FSL) indledte i 1992 et projekt om forædling af nordmannsgran (*Abies nordman (niana) (stev.) Spach*) og nobilis (*Abies procera* Rehd.) til juletræs- og klippegrøntproduktion baseret på udvalg og afprøvning af enkeltræer. Projektet er en naturlig fortsættelse af tidligere forædlingsaktiviteter og proveniensforskning.

Baggrunden for forædlingsarbejdet er juletræs- og klippegrøntproduktionens store økonomiske betydning for skovbrugserhvervet, ønsket om et forbedret genetisk plantemateriale og ikke mindst ønsket om en sikker frøforsyning.

Figur 1 viser en skematisk oversigt over forædlingsprojektet. Projektets klare mål er at fremskaffe genetisk forbedret frømateriale til juletræs- og klippegrøntproduktion. En væsentlig del af arbejdet i projektets indledende faser består i opbyggelse af forædlingspopulationer baseret på udvalgte plustræer fra de bedste provenienser. Fremavl i form af frøplantageanlæg sker hovedsageligt i samarbejde med Statsskovenes Planteavlstation, Hedeselskabet, Langesø skovdistrikt, Bredal planteskole m.fl.

Ud over de målrettede aktiviteter med henblik på etablering af frøplantager er det nødvendigt gennem støttende forskning at fremskaffe øget viden om en række forhold af central betydning for dyrkningen samt viden, som understøtter det målrettede forædlingsarbejde. Forståelse og viden om f.eks. luseresistens og nåletabstendens er nødvendig, før afprøvninger og udvalg kan foretages. Endvidere kræves et betydeligt udviklingsarbejde for at fastlægge objektive og økonomisk effektive målemetoder.



Figur 1. Oversigt over centrale aktiviteter indenfor forædlingsprojektet.

Forædling af træer er en langsigtet proces, som kræver en nøje styring af, hvilke mål der efterstræbes. Den generelle hensigtserklæring for forædlingen er at øge værdien af juletræs- og klippegrøntproduktionen per arealenhed via:

- Et højere udbytte og forbedret kvalitet.
- Forbedret dyrkningssikkerhed.
- Mindsket anvendelse af hjælpestoffer.
- Forsyningsikkerhed for et veldefineret frømateriale af høj kvalitet.
- Sikre genetiske udvalgsmuligheder til en fremtidig produktion, herunder ændrede markedsforhold.

Denne rapport har til formål at give en status over det hidtidige arbejde og tillige skitsere nogle af de fremtidige perspektiver ved en fortsat forædlingsindsats.

1. Nordmannsgran

1.1 Historisk baggrund

Nordmannsgranen kom første gang til landet i 1848 (Larsen et al. 1997). Interessen samlede sig hovedsageligt om artens egnethed som vedproducent. Især som alternativ til ædelgran, fordi nordmannsgran blev anset for at være mindre udsat for frost og tørkeskader. Det daværende Statens forstlige Forsøgsvæsen anlagde produktionsprøveflader i begyndelsen af århundredet (Oppermann 1931). Vækst, tilpasning og skader var også indgangsvinkelen i Løftings arbejder i 1950'erne (Løfting 1959). I denne periode var der en begyndende interesse for at anvende nordmannsgranen til juletræs- og klippegrontproduktion. Den egentlige sammenlignende proveniensforskning i nordmannsgran indledtes i 1960 med en dansk delegations rejse til Kaukasus (Løfting 1961), hvor grunden blev lagt til bl.a. "russer-serien" (Løfting 1973, Larsen et al. 1984, Kromann 1996a,b). Denne serie er stadig en af grundpillerne i vores anbefalinger af provenienser. Store forsyningsproblemer med det ønskede frø fra Kaukasus førte i 1970'erne og 80'erne til en større interesse for materiale af tyrkisk oprindelse. Senere er nyere proveniensresultater kommet til, hovedsageligt omhandlende tyrkisk materiale og den nært beslægtede art/underart bornmüllergran (*Abies bornmülleriana* Mattf.) (Madsen 1994, 1997). Som det ofte er sket med veletablerede eksopter, er der anlagt sammenlignende forsøg med danske frøkilder. I nordmannsgran er en afprøvning særligt nødvendig, da to forhold skaber usikkerhed om de danske frøkilders værdi:

- 1) Juletræshugst, hvor de bedste træer fjernes, og de tilbageblevne vragtræers værdi som frøproducenter til kommende juletræsplantager kan betvivles.
- 2) Hybridisering med ædelgran er velkendt og optræder i forskelligt omfang.

I 1993 anlagdes en sådan serie i nordmannsgran på 6 lokaliteter. Serien omfatter 33 danske provenienser og som referencegrundlag 8 direkte importerede provenienser (Madsen og Christensen 1994, Christensen og Madsen 1994, Nielsen og Madsen 1998).

Forædling på enkelttræniveau blev indledt af Hedeselskabet v. Knud Brandt i midten af 1960'erne og en enkelt frøplantage blev etableret - FP. 620 Vallø. Der blev i slutningen af 1980'erne indsamlet klonvise frøprøver, og en afkomsbedømmelse blev iværksat af Arboretet. Disse forsøg blev i forbindelse med etableringen af en pyntegrøntafdeling overdraget til FSL.

1.2 Forædlingsmål

En første prioritering af forædlingsmålene i nordmannsgran blev foretaget efter en nærmere diskussion med en bred kreds af juletræsmyndige (Nielsen 1996 (ref. fra møde 20. 3. 1996, unpubl.)). Målene fordeler sig på fire hovedgrupper, hver med underregnskaber og delmål:

Dyrkningssikkerhed. Kan risikoen for alvorlige klimatisk betingede skader mindskes, vil dette have stor økonomisk betydning (reduceret omkostningsniveau). Derfor prioriteres overlevelse, tørkeresistens og mindsket risiko for frostskafer (delmål er sent udspring, tidlig afmodning og stor vinterfrost-tålsomhed). Endvidere er resistens mod ædelgranlus prioriteret (delmål er udspring og kemiske indholdsstoffer). Andre skader og skadevoldere søges inddraget, hvis der ser ud til at være genetiske forskelle i angrebsgraden, og omfanget af skaderne retfærdiggør en særskilt indsats.

Efter-høst kvalitet. Nålefasthed er en helt central parameter, idet en høj kvalitet af produktet hos slutforbrugeren er det ultimative mål.

Udseende. Regelmæssighed (delmål er symmetri i grenstruktur, jævn vækstrytme, optimal væksthastighed, bredde-højdeforhold på 0,8-1,0, en ret stamme), en grenvinkel mellem 65-75 grader tilstræbes, skudtype (det ønskede skud er rundt, uden skilning, med let fremadrettede nåle og et frodigt udseende), grenethed (delmål er minimum 4 grene i kransen og 11 stammeinternodiegrene per 35 cm).

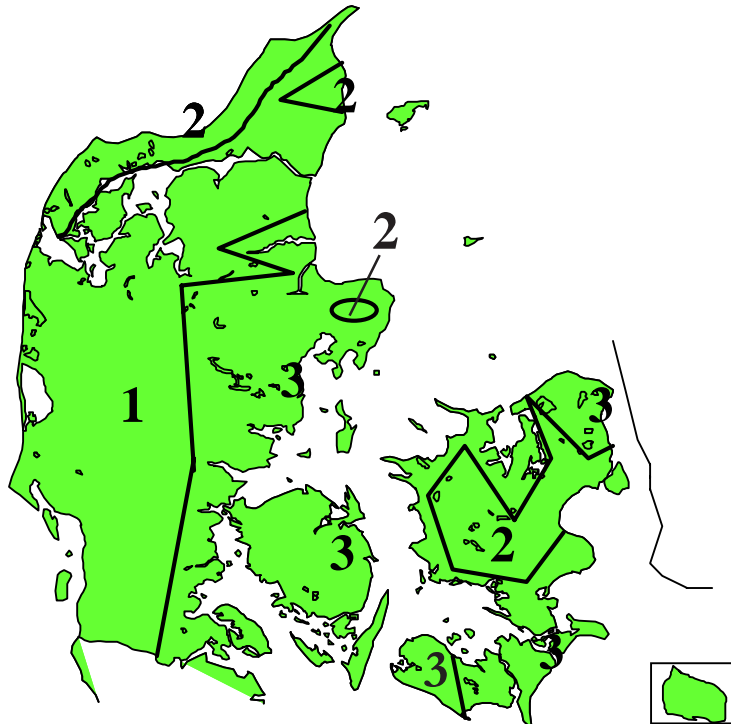
Egnethed som frøproducent. For at sikre en effektiv fremavl via frøplantager er det nødvendigt, at de udvalgte træer formår at sætte frø. Dette gælder især, hvis der anlægges plantager med forholdsvis få kloner. Da kommer blomstringsrytmen også til at spille en væsentligere rolle. Disse karakterer registreres i frøplantagerne, inden der foretages en genetisk tynding, se senere.

Målbarhed og forståelse af problemerne er en forudsætning for effektivt at kunne udvælge materialer med de ønskede egenskaber. Feltforsøg og planteskoleopgørelser er de traditionelle testmetoder. For en række af de ovennævnte egenskaber gælder, at vi på nuværende tidspunkt ikke behersker de teknikker, der skal til for at vurdere eventuelle genetiske forskelle. Metodeudvikling og afprøvning af materialerne er en kontinuerlig og uadskillelig proces. For egenskaben resistens mod ædelgranlus er der udført forsøg, der viser genetisk variation i modtagelighed for lus og ikke mindst i nålekrølning som følge af luseangreb (Kirkeby-Thomsen 1997). Materialet er under endelig bearbejdning (Nielsen et al. 1999). Der er endvidere indledt forsøg til belysning af efter-høst-kvalitet, hvor der synes at være en ganske betydelig genetisk variation. For frostresistens er der foretaget indledende studier og pilotforsøg. Fælles for disse forsøg er, at så snart anvendelige metoder foreligger søges disse inddraget i forædlingsarbejdet.

Endvidere er det et mål for forædlingen, at der sikres en tilstrækkelig genetisk variation i forædlingspopulationen, så at fremtidige selektions- og forædlingsmuligheder bevares.

1.3 Dyrknings- og forædlingszoner

Betingelserne for dyrkning af nordmannsgran juletræer varierer særdeles meget fra egn til egn og fra lokalitet til lokalitet. Antallet af frostfrie dage varierer fra ca. 145 dage i det centrale Jylland til op mod 235 dage i kystnære egne og på milde lokaliteter på Fyn og Sydsjælland (Nielsen 1994, p. 322). Nogle overordnede dyrkningszoner er skitseret i figur 1.1 (Østergård 1993, pers. medd.). Zonerne dækker over 1: Problematiske områder ofte med stærke frostproblemer og lav bonitet, 2: Moderat udsatte lokaliteter af varierende bonitet og 3: Mildere egne ofte af god bonitet.



Figur 1.1. Erfaringsmæssige dyrkningszoner for nordmannsgran (Østergård 1993, pers. medd.).

Disse forhold kan give anledning til at opdele forædlings- og fremavlsarbejdet i såkaldte “forædlingszoner” af to årsager. For det første kan det være, at det er forskellige plustræer, der klarer sig bedst i de forskellige zoner. For det andet kan det være forskellige egenskaber, som prioriteres i de forskellige zoner. Sent udspring kan f.eks. være en altoverskyggende faktor i zone 1, medens dette er relativt uinteressant i zone 3, hvor mindre vækstkraft kan være første prioritet.

Provenienserresultater fra “russer-serien” (Larsen et. al 1984) er vurderet ud fra korrelationer mellem lokaliteter (Nielsen 1994). Der synes at være betydende forskelle i proveniensernes rangordning mellem de enkelte lokaliteter. Data baseret på overlevelse viser, at to fynske og sjællandske lokaliteter danner en gruppe, dette gør ligeledes to lokaliteter i klitten, medens de øv-

rige to forsøg i Midtjylland og på Djursland er afvigende. Resultaterne influeres yderligere af anvendelse af skærm. Nye forsøgsanlæg etableredes i foråret 1997, hvor et af målene er en afdækning af disse lokalitetsvariationer i afkomets formåen, se også afsnit 1.6.

Nærmere undersøgelser må vise, om der er behov for udvalg af forskelligt materiale til frøproduktion til de forskellige områder, eller måske snarere lokalitetstyper. Endvidere kan det komme på tale at udvælge materiale, specielt egnet til hhv. juletræer og klip, såfremt det ikke er muligt at kombinere disse to egenskaber i det samme materiale.

1.4 Udvalgt materiale

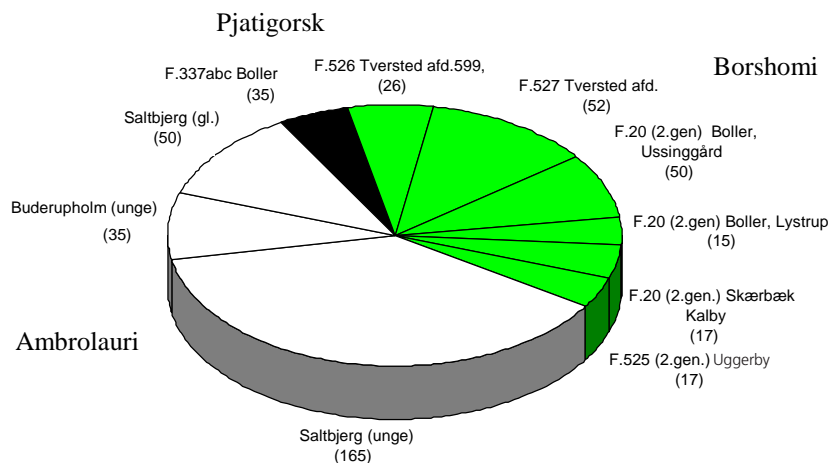
Udgangspunktet for at indlede forædling på enkelttræsniveau er en solid viden om provenienserne. Udvalget af plustræer sker i de bedste provenienser, så udgangsmaterialet har så højt et niveau som muligt.

Proveniensvalget til hovedparten af de danske dyrkningslokaliteter har været koncentreret om de centralkaukasiske områder heriblandt Ambrolauri og Borshomi. Erfaringer indenfor nordmannsgran er senest sammendraget af Larsen et al. (1997) og i Skov-Info nr. 14 (1996).

I figur 1.2 er der vist en oversigt over de provenienser, hvori der er udvalgt plustræer. Der indgår p.t. 464 plustræer i forædlingsprogrammet og fordelingen til provenienser er vist i figur 1.2, og antallet af plustræer er angivet i parentes. Indsatsen har hidtil koncentreret sig om de danske kårede bevoksninger eller 2. generation af disse samt nogle frøavlsbevoksninger af Ambrolauri-oprindelse.

Udvalget i forædlingsprojektets første fase er foretaget i danske bevoksninger herunder de daværende kårede bevoksninger i 1992. Det bevidste udvalg i danske bevoksninger bygger dels på Løftings (1973) beskrivelser af de gode dyrkningserfaringer med provenienser fra Borshomi-området, herunder F. 20 Boller, Dallerup skov, og Ambrolauri. Endvidere viser resultaterne fra "russer-serien", at F. 59 Langesø (formodet Borshomi oprindelse), der kun blev afprøvet på Langesø, havde højere juletræsudbytte end såvel Borshomi som Ambrolauri. Resultater fra en sammenligning af nogle af de tidligste danske kårede bevoksninger i nordmannsgran antyder, at F.20 Boller blandt disse er den bedste mht. juletræsudbytte (Kromann 1996c). Yderligere er det en erfaring fra f.eks. sitkagran (Nielsen 1994) at selv en enkelt generation i Danmark giver materialet en bedre tilpasning end direkte import fra samme oprindelsesområde. Noget lignende kan være tilfældet for nordmannsgran. Tidlige resultater fra planteskolen (Madsen og Christensen 1994) viste, at en række danske bevoksninger rangerede højt, og at især afkom af F. 20 Boller lå højt mht. sent udspring og nålekvalitet.

Som det ses af figur 1.2 er udvalget koncentreret om 3 hovedpuljer - alle baseret på danske bevoksninger med oprindelse i hhv.:



Figur 1.2. Oversigt over p.t. udvalgt materiale til forædlingspopulationen i nordmannsgran. Der er p.t. udvalgt i alt 464 plustræer - antal plustræer er angivet i parentes.

Nordlige Kaukasus - Pjatigorsk

Dette materiale er udvalgt i de kårede bevoksninger F. 337abc. 22 kloner er udvalgt af Hedeselskabet i 1965 (Stambogsblad FP. 620), og senere har Statsskovenes Planteavlstation (PL) anlagt en frøplantage med andre 13 kloner af samme oprindelse (Stambogsblad FP. 224). Materialet menes at stamme fra det Nordkaukasiske område omkring byen Pjatigorsk.

Centrale Kaukasus - Borshomi

Ved projektets start i efteråret 1992 var de eneste eksisterende kårede bevoksninger F. 337a Boller og Tversted bevoksningerne F. 526 og F. 527 samt F. 525 Uggerby. Da Statsskovenes Planteavlstation tillige i forbindelse med 3 års frøhøster i Tversted bevoksningerne havde udvalgt og mærket træerne med den bedste grøntkvalitet og udseende, blev dette materiale valgt som udgangspunkt for en første runde af afprøvninger. Der blev endvidere udvalgt i 2. generationsmateriale af F. 525 Uggerby.

Ligeledes er der i en række 2. generationsbevoksninger af F. 20 Boller udvalgt plustræmateriale. Dette er dog endnu kun i begrænset omfang sat under afprøvning. De fleste bevoksninger vil være frøbærende indenfor den næste 3-8 årige periode, og herefter kan afkomsbedømmelse etableres.

Centrale Kaukasus - Ambrolauri

Statsskovenes Planteavlstation har anlagt en række bevoksninger med frøproduktion som hovedformål. Derfor er der systematisk valgt kommende bestandstræer - hovedtræer - således, at juletræerne konsekvent er hugget fra den dårlige ende. I bevoksninger af denne type (Statsskovenes Planteavlstation 1996) er der udvalgt 165 fejlfri juletræer på ca. 7 ha i Saltbjerg, Åbenrå Statsskovdistrikt, og 35 på ca. 1 ha på Buderupholm Statsskovdistrikt. På grund af de udvalgte træers unge alder (ca. 12-16 år) vil der gå endnu 15 år, før afkommet kan afprøves. Endvidere har Hedeselskabet udvalgt 50 plustræer i den ældre del af bevoksningen på Saltbjerg.

Udvælgelsen af grundmateriale er en løbende proces, og materialernes egnethed revurderes, så snart nye resultater foreligger fra såvel afkomsforsøg som proveniensforsøg. Særlig aktuell er en ny serie med afprøvning af danske provenienser, anlagt 1994, hvor også russiske og tyrkiske provenienser indgår til sammenligning med 33 danske bevoksninger (Madsen og Christensen 1994, Nielsen og Madsen 1998).

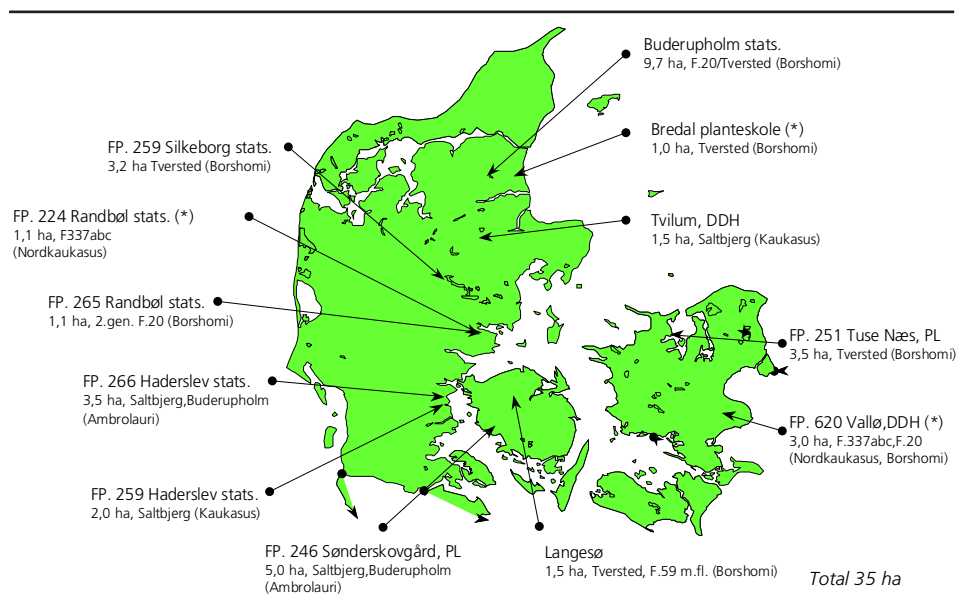
Som det fremgår af ovennævnte, er udvalget sket dels i unge bevoksninger, hvor der er valgt direkte på juletræsegneheden, og dels i ældre frøbærende bevoksninger, hvor grøntkvalitet og sundhed er prioriteret.

1.5 Frøproduktion

Helt centralt for en kommerciel udnyttelse af forædlingsarbejdet er, at det udvalgte materiale effektivt og hurtigt etableres i frøplantager. Selve fremavlen af materialet ligger udenfor FSL's rammer, men sker p.t. især i samarbejde med Statsskovenes Planteavlstation og Hedeselskabet.

For en træart som nordmannsgran, der blomstrer meget sent (30-35 år fra frø), og p.t. ikke kan opformeres vegetativt i kommerciel målestok, er fremavl ved hjælp af klonfrøplantager den mest farbare vej til en sikker frøforsyning af kommercielt betydende mængder.

I figur 1.3 er der vist en oversigt over de p.t. etablerede frøplantager inklusiv podningsprogrammet for foråret 1997 (Nielsen et al. 1996). I alt er der p.t. etableret 35 ha klonfrøplantager i nordmannsgran. Det samlede årlige frøbehov i nordmannsgran er meget vanskeligt at fastlægge. Det skønnes dog af Ditlevsen & Nielsen (1997), at ca. halvdelen af det forventede frøbehov kan dækkes af forædlet materiale baseret på de nuværende anlæg.

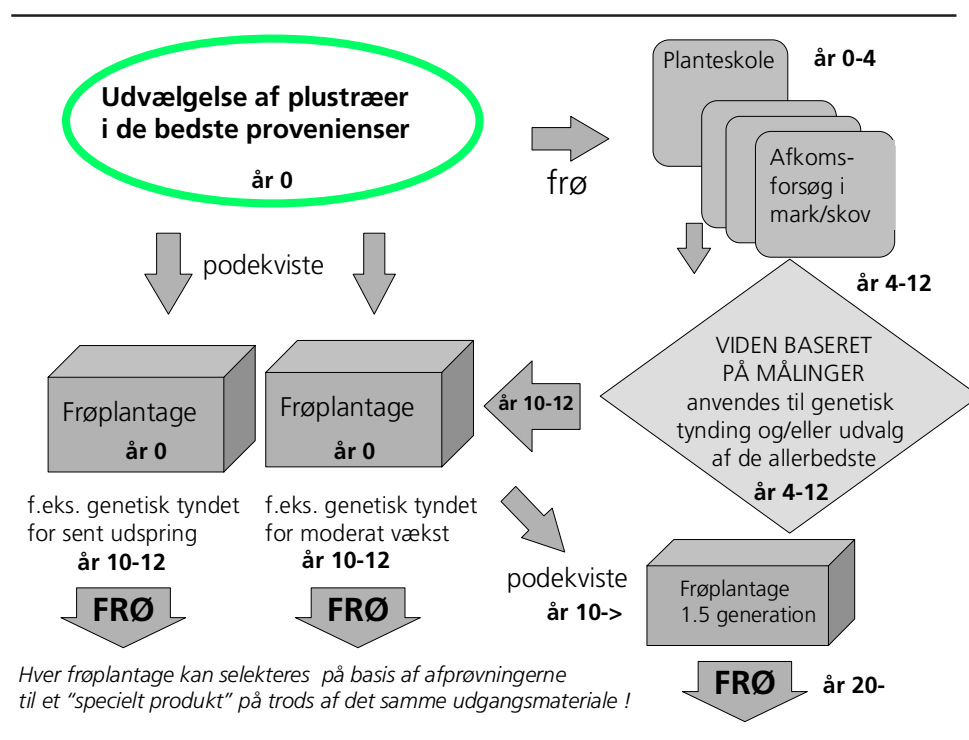


Figur 1.3. Oversigt over etablerede frøplantager med forbindelse til forædlingsprogrammet. De med "stjerne" markerede er i dag frøproducerende eller meget tæt på at være det. De øvrige forventes at give frø i kommercielle mængder indenfor en 5-15-årig periode.

Derfor vil frøavlsbevoksninger, gode danske kårede og afprøvede bevoksninger samt importere i de næste mange år stadig spille en væsentlig rolle.

De formodede gode træer - plustræerne - som man anvender til videre frøplantageanlæg og afkomsbedømmelse er udvalgt i forskellige aldre, hvilket også påvirker fremavlen:

- 1) *Udvalg i bevoksninger i juletræstørrelse.* Her kan plustræer udvælges direkte på deres udseende som juletræ og deres sundhed i øvrigt. Der tages podekviste fra de udvalgte træer, og disse podes op i frøplantager. Da nordmannsgran som nævnt blomstrer sent, vil der gå ca. 15-20 år, før der kan høstes frø på materialet. Derfor vil de etablerede frøplantager tidligst kunne give frø efter denne periode. I de første 10 år af frøhøsten vil gevinsten ved frøplantagen alene være baseret på "plustræeffekten", der er plustræernes gennemsnitlige overlegenhed (som følge af udvalget) i forhold til proveniensen som helhed. Senere vil der kunne foretages genetisk tynding, se nedenfor.
- 2) *Udvalg i ældre bevoksninger.* I ældre bevoksninger kan egnetheden som juletræer ikke direkte erkendes. Plustræerne kan søges udvalgt for grøntkvalitet, kroneform, grenethed og generel sundhed i øvrigt. I figur 1.4 er der vist en skitse over klonfrøplantagemodellen for udvalg i ældre bevoksninger. Frø og podekviste høstes, og hhv. afkomsbedømmelse og frøplantage etableres. Efter ca. 10-12 år vil resultater fra afkomsbedømmelsen foreligge, og klonfrøplantagen kan nu tyndes på basis af plustræernes "avlsværdier" udtrykt ved plustræafkommets formåen.



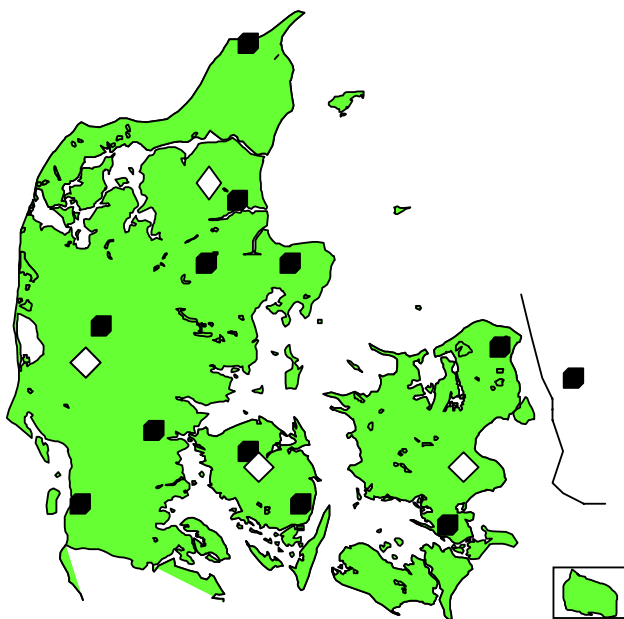
Figur 1.4. Principskitse for fremavl via klonfrøplantager med afkomsbedømmelse og senere genetisk tynding af frøplantagen. Her beskrives situationen, når plustræerne udvælges i ældre frøbærende bevoksninger.

1.6 Genetisk basis

Mulige gevinster ved forædling forudsætter, at en given egenskab viser variation, og at egenskaben tillige er arvelig. Det forudsættes generelt, at et givent træs formåen kan beskrives ved hjælp af en genetisk delkomponent og en kårnæssig delkomponent. Er arveligheden stor, betyder det, at kårnkomponenten er relativt lille, og at man med større held kan udvælge på basis af selve træets udseende. Er arveligheden derimod lille, vil direkte udvalg af plustræer få tilfældighedens præg, da kårnkomponenten er relativt stor. I sidstnævnte tilfælde vil en afkomsbedømmelse af plustræet være nødvendig. Afkomsbedømmelser er også en nødvendighed, når der udvælges træer på et alderstrin/tidspunkt, hvor egenskaben ikke udtrykkes - f.eks. vurdering af gamle træers egnethed til juletræer. For at kunne vurdere de enkelte plustræers egnethed på forskellige lokalitetstyper kræves også afkomsforsøg.

Når arveligheden er lille, opnår man en væsentlig større præcision for udvælgelsen end ved simpel plustræsudvalg, ved etablering af sammenlignende afkomsforsøg. Målet med afkomsforsøgene er, at alle modertræerne kan beskrives med en "varedeklaration" i form af en række avlsværdier for ønskede og uønskede egenskaber. Endvidere opnås der viden om plustræsafkomsformåen på forskellige dyrkningslokaliteter. På basis af denne samlede viden kan modertræerne rangordnes, og udvalg kan foretages efter indbyrdes vægtning af egenskaberne, evt. under hensyn til lokalitet, da rangordningen ikke nødvendigvis er den samme på alle testlokaliteter.

I figur 1.5 er der vist en oversigt over de allerede etablerede forsøg til afkomsbedømmelse af nordmannsgran plustræer. I alt 132 afkom er p.t. under afprøvning.



Figur 1.5. Oversigt over afkomsforsøg i nordmannsgran. Status efteråret 1998. Sort firkant er den nye serie, der er anlagt i foråret 1997. I denne serie afprøves 132 enkeltræsafkom, 6 danske provenienser og en Ambrolauri som standard. Hvid diamant viser lokaliteterne i den første afprøvning af Vallø frøplantagen, hvor op til 18 ud af 23 kloner afprøves.

I tabel 1.1 er der givet en foreløbig oversigt over nogle egenskabers variation og arvelighed. Udspring og morfologi synes at være forholdsvist stærkt nedarveligt, medens den mere sammensatte egenskab juletræskandidatur ligger i den nedre ende. Variationen og arvelighed svarer generelt godt til erfaringer fra andre træarter (Danell 1990).

Tabel 1.1. Grov oversigt over genetisk variation og arvelighed af udvalgte egenskaber baseret på foreløbige resultater fra planteskoleforsøg og to feltforsøg ved 6 års status.

Egenskab	Arvelighed (enkeltræsheritabilitet)	Variation (genetisk var.koeff.%)
Højdevækst	stor	moderat
Udspring	meget stor	stor
Skudtype	stor	moderat-stor
Grene	moderat	moderat
Juletræskandidat	lille	moderat-stor

Ved vægtningen af egenskaberne er det vigtigt at have indblik i korrelationerne mellem egenskaberne, så udvalgte for en egenskab ikke medfører uhenigtsmæssig nedgang i en anden. Desuden er det nødvendigt med viden om de enkelte plustræsafkoms formåen på forskellige dyrkningslokaliteter, hvilket kan påvirke korrelationerne.

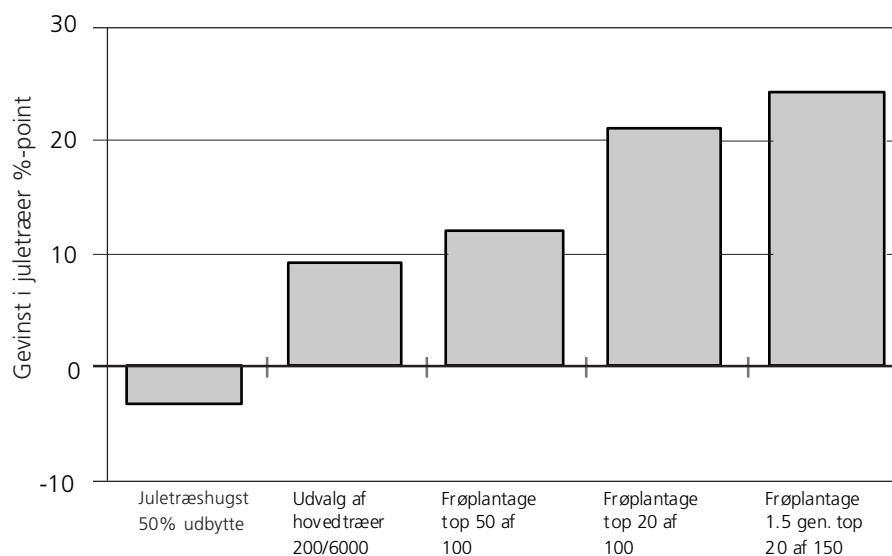
Generelt er der en positiv korrelation mellem “frodighedskarakterer” som vækstkraft, antal grene, antal internodier osv. Juletræsegnethed korrelerer negativt til udspringstidspunkt, dvs. at tidligt udspringende træer generelt har tendens til ringere juletræskvalitet. Dette skyldes i høj grad en øget risiko for forårsfrostskafer. Udvalgte af plustræer med sent udspring synes således at kunne forbedre udbyttet af juletræer betragteligt. Der er dog en række egenskaber, som vi endnu ikke kender, herunder afmodning, vinterfrostresistens og efter-høst kvalitet. Hvorvidt disse egenskaber er korrelerede med udspringstidspunktet er vigtigt at få klarlagt, således at udvalget for sent udspring ikke indirekte sammenkædes med forringelser af disse andre vigtige egenskaber.

1.7 Gevinstmuligheder

Gevinsten ved forædling bygger på valg af proveniens, effekten af plustræsudvalget og hvor stærkt et udvalgte, der foretages på basis af avlsværdierne. I figur 1.6 er der vist nogle forskellige muligheder for en given bevoksning, når sigtet er *frøproduktion*.

Alm. juletræshugst

I figur 1.6 vises effekten af at høste juletræer i en bevoksning for siden at lade den overgå til frøproduktion. Ved 50% udbytte forringer man bevoksningens værdi som frøproducent m.h.t. juletræproduktion med ca. 5 procentpoint i forhold til en urørt. Denne forringelse skal tages i betragtning når udgangsmateriale til forædlingen udvælges, men forringelsen er ikke alarmerende stor. Ved større udnyttelsesprocenter forringes bevoksningen yderligere. Endvidere er beregningerne udført under forudsætning af en ret lille



Figur 1.6. Forventet påvirkning af en bevoksnings egnethed til senere frøproduktion og forventede gevinster ved udvalg af hovedtræer og etablering af klonfrøplantager.

grad af arvelighed for juletræsegenskaben. Er denne reelt højere, øges også den negative effekt af juletræshugsten. Er arveligheden dobbelt så stor som estimeret i figur 1.6, vil den negative effekt af juletræshugst snarere være 10%-point.

Udvalg af hovedtræer inden juletræshugst

Udvælges der inden og i forbindelse med juletræshugsten hovedtræer, således at de bedste 200 juletræer ud af ca. 6000 plantede til sin tid danner den frøbærende slutbestand, kan bevoksningsens værdi som frøproducent øges ca. 10 procentpoint. Udvalg af hovedtræer er således langt at foretrække fremfor en kommerciel hugst, og omkostningen svarer til ca. 200 ikke solgte primatræer samt lidt opmærkning. Det forudsætter selvfølgelig, at målet for bevoksningsen er erkendt inden høsttidspunktet. Denne udvalgsmetode er bl.a. praktiseret i Statsskovene og på Langesø skovdistrikt i bevoksninger af Ambrolauri-oprindelse. Frø vil være tilgængeligt ca. 15-20 år efter udvalget er foretaget i juletræstørrelse. Er arveligheden som ovenfor nævnt større, end vi p.t. forventer, vil denne udvalgsform vinde gevinstmæssigt ind på de nedenfor nævnte frøplantagetyper, men tidsforskellene vil ikke ændres.

Podning af plustræer og genetisk tynding

Udvælges plustræer i ældre bevoksninger med samtidig høst af frø og podkviste, som beskrevet i figur 1.4, opnås der gevinster på 10 til 20 procentpoint, se figur 1.6 De største gevinster opnås med den stærkeste genetiske tynding. Ofte står podningerne så tæt, at kun de ca. 20% bedste træer er tilbage efter afsluttet tynding. Frø vil være tilgængeligt i løbet af en 10-12 årig periode fra podetidspunktet, når podemateriale fra ældre træer anvendes. Ved anvendelse af podemateriale fra træer i juletræsstørrelse forventes frø efter 15-20 år fra podetidspunktet.

1.5 Generations frøplantager

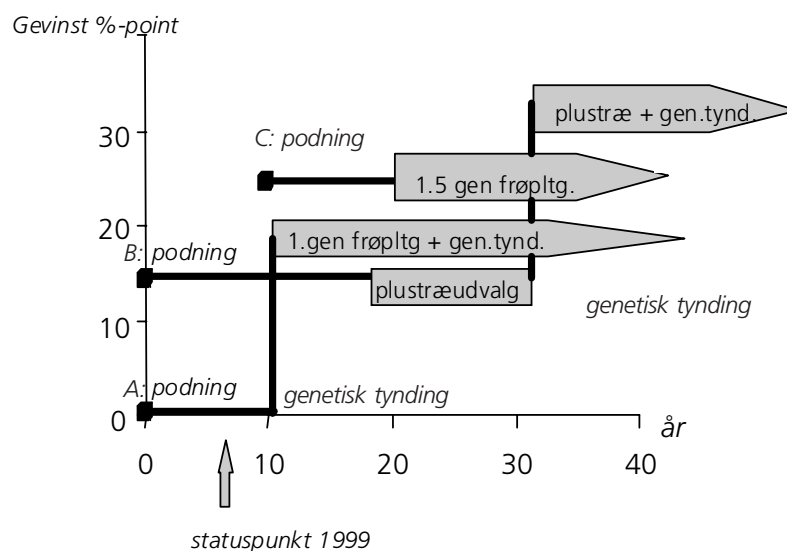
Når resultater fra afkomsbedømmelserne foreligger, om ca. 7-10 år, kan der etableres nye frøplantager baseret på et endnu stærkere udvalg. I disse så-

kaldte "1.5 generations frøplantager" påregnes der ikke nævneværdig genetisk tynding, idet udvalget sker på baggrund af allerede eksisterende oplysninger. Tidsmæssigt vil disse bevoksninger være forskudt med ca. 7-10 år i forhold til de ovenfor nævnte frøplantager. Til gengæld er gevinsterne større som følge af de stærkere udvalg. Det fremgår tillige af figur 1.6 på forrige side, at antallet af afprøvede familier er meget afgørende for den forventede gevinsts størrelse.

Tidsperspektiv

Ud over gevinsternes størrelser spiller den tidsmæssige horisont også en meget afgørende rolle. I figur 1.7 er tallene fra figur 1.6 vist i et tidsmæssigt perspektiv. Den hurtigste gevinst fås via klonfrøplantagemodellen med genetisk tynding af 80% af de podede plustræer. 1.5 generations frøplantagerne giver et forventet højere udbytte, men ligger tidsmæssigt senere. En kombination af disse modeller vil hen over tiden sikre en effektiv fremavl på et højt udbytt niveau.

På endnu længere sigt er det muligt at tage udgangspunkt i plustræerne valgt i unge bevoksninger evt. efter afkomsbedømmelse. Hvis den forventede plustræeffekt er til stede, er disse anlæg næsten på højde med klonfrøplantagerne, men forskudt i tid. Til deres fordel taler, at de er billige, idet den godt nok lidt mindre gevinst høstes uden omkostninger til afprøvninger. Senere vil frø fra disse frøplantager kunne baseres på såvel den direkte plustræeffekt som senere genetisk tynding, såfremt afkomsbedømmelser iværksættes.



Figur 1.7. Juletræskandidater 6 år efter udplantning - gældende for dyrkningslokaliteter i det østlige Danmark og et gennemsnitligt niveau på 50% juletræskandidater. De forventede gevinster ved forædlingen er vist med sandsynlig placering i tid. Tonedede områder angiver det tidspunkt, hvor frøproduktionen indledes. Firkant angiver, hvornår materialet podes, vandrette streger angiver uproduktiv periode før blomstring, og lodrette streger angiver gevinst ved den forventede genetiske tynding. A, B og C. (Se forklaring i teksten på næste side).

Vurderingen af gevinstens størrelse er baseret på meget tidlige resultater og ændres givetvis i takt med, at flere erfaringer indhøstes. Derimod ændres de relative udbytteforhold mellem de forskellige initiativer næppe afgørende.

Frøplantagetyper - nærmere beskrivelse

- A:** Udvalg i gamle bevoksninger og podning af det udvalgte materiale. Der forventes ingen plustræeffekt på juletræsegnethed. Efter ca. 10 år kan der på basis af etablerede afkomsforsøg tyndes genetisk, hvorved udbytteneiveauet hæves ca. 20%-point i forhold til den oprindelige bevoksning. Dette sker samtidigt med, at det første frø kan høstes. Frøplantagen er nu i produktion.
- B:** Udvalg i unge bevoksninger i juletræsstørrelse. Der forventes en plustræeffekt ved et systematisk udvalg på ca. 15%-point. Da træerne er unge går der ca. 15-20 år, før frøplantagen giver frø. Efter den første frøhøst kan der etableres afkomsbedømmelse. På basis af denne kan plantagen ca. 30 år efter podningen tyndes genetisk, hvorved udbyttet forventes at stige yderligere.
- C:** På basis af det udvalgte materiale i de gamle bevoksninger, der nu ved år 10 er afkomsbedømt, kan der etableres nye såkaldte 1.5 generations frøplantager. Disse kan etableres med de absolut bedste plustræer og derved sikres store gevinster. Efter podningen vil der igen gå ca. 10 år, før frøplantagen giver frø.

Vores viden om de genetiske parametre er endnu meget sparsom, men planerne vil blive revideret i takt med, at nye informationer indvindes. Beregningerne bygger på ét forsøg. Er der betydelige vekselvirkninger mellem dyrkningslokaliteterne, kan gevinsterne alene af denne grund reduceres. Ved sammenligning af de første målinger på Vallø og Langesø, hvor Vallø klonerne afprøves, viser resultaterne en ganske god overensstemmelse, hvilket ikke tyder på de store vekselvirkninger mellem disse to østdanske lokaliteter.

Økonomi

De p.t. etablerede frøplantager i nordmannsgran er beskrevet nærmere af Nielsen et al. 1996. Ditlevsen og Nielsen (1997) har lavet en udbudsprognose for frøforsyningen baseret på frøplantagerne i Statsskovene. Denne frøprognose er endvidere inddraget i en økonomisk analyse af nordmannsgran forædlingen (Johansen et al. 1998), hvor det konkluderes, at forædlingen kan danne grundlaget for ganske væsentlige økonomiske gevinster i juletræsbranchen. Dette forudsætter dog en fortsat opfølgning af de iværksatte forædlings- og fremavlsaktiviteter.

Genkonservering

Bevoksningsafkom vil stadig have en stor rolle som frøkilde i de næste mange år. Bevaring af gode danske bestande som fremtidige genpuljer vil være at foretrække - måske i form af målrettede frøavlslanlæg. Arten er en eksot, og det naturlige udbredelsesområde influeres derfor ikke af den foretagne

forædling i Danmark. I forbindelse med forædlingsarbejdet oprettes klonarkiver, så tab af de udvalgte modertræer undgås som følge af stormfald eller lignende i de oprindelige bevoksninger. De etablerede frøplantager fungerer som klonarkiver i det mindste indtil den første genetiske tynding.

Eventuelle antalsmæssigt snævre frøplantager, f.eks. 10-15 kloner, er kun til fremavl. Samlet baseres forædlingen på p.t. ca. 450 plustræer og flere kommer formentlig til. Identiske frøplantager kan tyndes i forskellige retninger og derved sikre bredde i, hvilke materialer der anvendes i dyrkningen (se figur 1.4, side 17). Frømateriale fra de snævre frøplantager forventes udelukkende anvendt til juletræsproduktion. Derfor vil dette plantemateriale næppe danne baggrund for næste generation i form af frøhøst eller selvforryngelser. I modsat fald kan problemer med for tæt beslægtethed opstå.

I øvrigt pointeres det, at selv en frøplantage på 10-15 kloner vil indeholde næsten lige så megen variation i de fleste egenskaber, f.eks. i højde, som et almindeligt proveniensparti. Den klare fordel ligger derimod i en væsentlig forskydning af det gennemsnitlige niveau for selekterede egenskaber af de udvalgte kloners afkom i forhold til proveniensen, f.eks. en øget andel af prima træer.

1.8 Forslag til strategi

Fortsat afkomsbedømmelse

Som det fremgår af de tidligere afsnit, er det i meget stor udstrækning antallet af afprøvede individer, der er med til at sikre gevinsterne. Jo flere der er at vælge imellem, jo flere gode er der at basere frøproduktionen på. Derfor vil det være oplagt, at fortsætte med afkomsbedømmelsen af de udvalgte plustræer, der allerede er podet i frøplantager. Det materiale, der aktuelt kan komme på tale, er:

F.20 Boller Ussinggård	50 stk.
F.20 Boller Lystrup	15 stk.
Boller F.337a	13 stk.
Saltbjerg (Kaukasus/Ambrolauri)	50 stk.
I alt	128 stk.

Der er i efteråret 1998 foretaget frøhøst, i de nævnte bevoksninger til fortsat afkomsbedømmelse, og disse frøpartier er udsået i foråret 1999. Der kunne høstes fra knap 100, af de udvalgte træer.

Herudover kunne det overvejes at inddrage noget mere materiale fra danske Ambrolauri bevoksninger, f.eks. den kårede bevoksning på Berritzgård. Det anses dog for mest nærliggende at afvente de allerede etablerede forsøg til afprøvning af danske provenienser, se nedenfor.

Revurdering af provenienserne

De etablerede proveniensforsøg med 33 danske provenienser og nogle importererede provenienser vil omkring år 2000-2002 give en central viden om

de puljer, der allerede er udvalgt plustræer i. På dette tidspunkt kan “plustræsprovenienserne” sammenholdes med andre potentielle materialer for plustræsudvalg. Er de oprindelige puljer ikke, som forventet, blandt de bedste provenienser, må det overvejes at supplere forædlingspopulationen med plustræer fra disse overlegne provenienser.

Det skal dog bemærkes, at hvis man vil vælge det ny plustræmateriale på juletræsstadiet, skal også de bedste af de allerede etablerede enkelttræsafkom inddrages i vurderingen af egnet udgangsmateriale. Vælges i disse enkelttræsafkom, er der reelt tale om 2. generationsplustræer. Kun beregninger, baseret på den faktiske produktion i de respektive materialer og inddragelse af den genetiske variation, kan afgøre, hvilken strategi der er mest fordelagtig. Fælles for disse unge materialer er, at blomstringen vil indtræde nogenlunde samtidig.

Vælges det derimod at selekttere nye plustræer i de gamle frøproducerende bevoksninger og afprøve disse plustræer kan 2. generationsplustræerne ikke være med tidsmæssigt.

Særlig forædling for ædelgranluseresistens

Yderligere må udgangsprovenienserne revurderes set i lyset af eventuelt manglende eller stærkt reducerede muligheder for anvendelse af kemiske midler til bekæmpelse af ædelgranlus (Nielsen og Madsen 1997, p. 30). Resultater fra igangværende undersøgelser af genetisk variation i modtagelighed for ædelgranlus vil kunne inddrages. Det kan komme på tale at etablere en særlig forædling for luseresistens - måske om nødvendigt med inddragelse af andre end de p.t. gængse provenienser. Der kunne blive tale om et specielt produkt til særligt certificerede ikke kemisk behandlede juletræer - en slags “økologiske juletræer”. Det ideelle ville dog selvfølgelig være en generel reduktion af modtageligheden for lus indenfor det gode juletræsmateriale.

Bornmüllergran

Endvidere bør det overvejes, hvorvidt bornmüllergran bør inddrages i forædlingen, idet flere resultater synes at indikere nogle lovende perspektiver for denne træart (eller underart af nordmannsgran) (Madsen 1994,1997).

Statsskovenes Planteavlstation og Wefri A/S har anlagt frøplantager i denne træart.

Vegetativ formering

Vegetativ formering af materiale fra frø (somatisk embryogenese) ved hjælp af cellekulturer er p.t. kun i begrænset omfang mulig. Fryselagring af cellekulturer er mulig (Nørgaard et al. 1993), selvom der også er genetisk variation i evnen til at tåle fryselagring. Når den vegetative formeringsteknik er blevet mere praktisk tilgængelig, kan den med fordel søges inddraget i forædlingsarbejdet. Kloningen kan da ske på basis af frøpartier fra krydsninger af træerne med de bedste avlsværdier.

Antages det, at teknikken er tilgængelig i løbet af en femårs periode, kan der etableres en række kloner på basis af spirede frø (embryoer). Derefter skal der fremstilles planter (3-4 år), og klonafprøvninger kan efterfølgende etableres (ca. 7-11 år). Tidshorizonten er således hen imod 10-15 år ud i fremtiden, før der i bedste fald kan leveres afprøvet klonet materiale til praktisk juletræsproduktion. Et materiale, der forventes at have en meget høj grad af ensartethed kombineret med høj ydeevne.

Afkomsbedømmelserne og viden om dyrkningszoner/lokalitetstyper danner en naturlig basis for en eventuel afprøvning af kloner. Førstnævnte sikrer endvidere det bedste udgangsmateriale for udvælgelsen af kloner. Desuden giver viden om dyrkningsbetingelser og vækstfaktorer et solidt grundlag for planlægning af klonafprøvningerne.

Generationsskifte

Nordmannsgran sætter først frø ved 30-35 års alderen, hvilket gør, at frøproduktion baseret på 2. generationsmateriale ligger langt ude i fremtiden, især hvis et krydsningsmateriale først skal frembringes som selektionsgrundlag. Udvalg af 2. generationsplustræer kan derfor nemmest og hurtigst ske i de bedste af de afprøvede halv søskende familier. I serien, etableret i foråret 1997, indgår der for størsteparten af enkelttræsafkommene i alt 480 træer per familie fordelt på 12 lokaliteter. Statsskovenes Planteavlstation har desuden anlagt supplerende bevoksninger med store familiegrupper, der efterfølgende kan anvendes til 2. generations plustræselektion (og tillige tjene som genbank for videre undersøgelser). En forudgående screening af materialet baseret på planteskoleforsøgene kan reducere sådanne anlægs omfang.

Man kan dog også på basis af de første avlsværdier efter 10 år indlede et krydsningsprogram med sigte på et generationsskifte. Når krydsningsarbejdet er udført, kan der anlægges en frøplantage baseret på helsøskendeafkom. Vælges det rette forsøgsdesign kan plantningen, ud over at være frøplantage, samtidig tjene som sin egen afkomsbedømmelse og efter ca. 25-30 år kan der høstes frø fra 2. generationsplustræer. Dette materiale kan danne grundlag for yderligere selektion og anlæg af klonfrøplantager. Tidshorizonten er lang, men omkostningerne vurderes at være relativt begrænsede.

1.9 Centrale indsatsområder

Indenfor nordmannsgranforædlingen er der fem til seks meget oplagte områder for en videre indsats:

- *Fortsat afkomsbedømmelse.* De foreløbige opgørelser viser gode gevinstmuligheder ved klonfrøplantageetablering og afkomsbedømmelse. Effektiv udnyttelse af planteskoleresultater synes at være et godt screeningsværktøj.
- *Frostresistens.* Bedre kendskab til årsrytmen i modtagelighed for frostska-der vil styrke forædlingsgevinsterne. Herunder inddragelse af kunstige frysetest evt. på planteskoleplanter.

- *Ædelgranluseresistens.* Nordmannsgran besidder en lang række fortrinlige egenskaber som juletræsart, men såfremt kemiske hjælpemidler helt forbydes er ædelgranlus et meget stort problem. Derfor vil fortsat forskning og muligvis forædling have gode perspektiver.
- *Væksthastighed.* Nordmannsgranen er en langsom starter, og på en række af de gode dyrkningslokaliteter er der senere problemer med for hurtig vækst. Derfor kunne det være interessant at undersøge, om det er muligt at selektere materiale med en mere fordelagtig vækstrytme.
- *Efter-høst-kvalitet.* Kvaliteten af varen hos slutbrugeren er afgørende. Endvidere er det kendt, at der i visse år kan være store problemer med nåletab af især tidligt høstede partier grønt, men også problemer med juletræernes holdbarhed kendes under særlige forhold. Derfor vil metodeudvikling og eventuel udvælgelse for nålefaste individer kunne bidrage til produktets markedsværdi og sikkerhed.
- *Dyrkningssystemer.* Ud over de allerede etablerede forsøg til afkomsbedømmelse af plustræerne på en række forskellige dyrkningslokaliteter bør det overvejes at lade forædlet materiale indgå som grundlag i forsøg til sammenligning af dyrkningssystemer. F.eks. at udnytte frostresistent materiale i kombination med reduceret ukrudtsbekæmpelse.
- *Vegetativ formering.* Udviklingen i de vegetative formeringsteknikker bør følges nøje og inddrages i forædlingen når dette bliver muligt. Samarbejde om udvalg af udgangsmateriale og afprøvning af etablerede kloner er en oplagt mulighed.

1.10 Konklusion nordmannsgran

Der indgår p.t. 464 plustræer i forædlingsprogrammet, hvoraf 132 er under afkomsbedømmelse på 16 forskellige lokaliteter. Materialet er hovedsageligt baseret på danske bevoksninger med oprindelse i det central kaukasiske område, men en mindre del har oprindelse i det nordlige Kaukasus.

Der findes p.t. ca. 35 ha frøplantager i nordmannsgran med tilknytning til forædlingsprogrammet. Fremavlen ligger uden for FSL's regi og frøplantagedriften varetages p.t. af Statsskovenes Planteavlstation, Hedeselskabet, Langesø skovdistrikt og Bredal planteskole.

Der er genetisk variation tilstede, og der er generelt gode gevinstmuligheder ved forædling for en række kommercielt betydende egenskaber. Juletræsudbyttet synes at kunne hæves med ca. 15-20%-point ved anvendelse af frø fra frøplantager. Udbyttet kan hæves yderligere ved anlæg af nye frøplantager baseret på afprøvninger af plustræerne.

Afkomsbedømmelse og samtidig anlæg af frøplantager er den hurtigste vej til gevinster.

Opfølgning af anlagte forsøg i de kommende år er en *betingelse* for høst af de skitserede gevinster.

Nye supplerende afprøvninger af de allerede udvalgte og podede plustrær vil øge gevinsterne, idet antallet af afprøvede individer er afgørende for gevinsternes størrelser.

Resultater fra nyligt anlagte proveniensforsøg vil give en vigtig baggrundsviden for revurdering af det foretagne plustræsudvalg.

Et ikke uvæsentligt biprodukt af forædlingen er en bedre forståelse af det plantemateriale, vi arbejder med, vores dyrkningslokaliteter og hvilke komponenter det er muligt at påvirke genetisk såvel som kåræssigt.

Sidst men ikke mindst er der stærke miljømæssige perspektiver i forædlingsarbejdet.

2. Nobilis

2.1 Historisk baggrund

Nobilis er hjemmehørende i det nordvestlige USA. Arten bragtes første gang til Europa i 1830'erne, og den første introduktion af arten i Danmark fandt sted i 1850'erne (Lange 1994). Siden 1880'erne har nobilis været anvendt i skovbruget. Oprindelsen af de første danske bevoksninger fortæller sig i det uvisse. I perioden 1900 til 1910 blev der regelmæssigt importeret frø fra Oregon og i perioden 1910 til 1920 fra Skotland (Barner et al. 1980). Siden 1930'erne har det været almindeligt at høste frø på danske bevoksninger (Barner et al. 1980).

Nobilis adskiller sig herved meget fra nordmannsgranen, idet vi har et meget stort dansk materiale at tage udgangspunkt i. Der er heller ingen hybridiseringsproblemer. Idet hovedparten af bevoksningernes oprindelse er ukendt, har der været fremført bekymringer om materialets genetiske bredde. Vurderet ud fra graden af arvelighed og variationen indenfor bevoksningerne, afviger denne ikke fra tilsvarende estimater fra naturbestande i USA. Desuden indikerer en første gruppering af det danske afprøvede materiale efter "slægtskab" flere tidsmæssige og oprindelsesmæssige forskelle (Nielsen 1998). En række observationer tyder dog på en form for landracedannelse af "dansk nobilis".

Det første egentlige sammenlignende nobilis proveniensforsøg blev anlagt i 1969 af H. Barner fra Statsskovenes Planteavlstation. I alt indgik 27 provenienser (Barner et al. 1980). Resultaterne fra denne serie har haft meget stor indflydelse på vores proveniensvalg i dag og på, hvilke bevoksninger der er kåret. Senere er forsøgene fulgt op af Jensen og Roulund (1990).

I 1972 har Planteavlstationen anlagt en serie på 4 lokaliteter, hvor 7 direkte importere og en dansk proveniens afprøves, men resultater er ikke publiceret. Ligeledes er der af Hedeselskabet anlagt en serie med nye direkte importere fra USA bl.a. indeholdende shastagran, der er en overgangsform mellem nobilis og *Abies magnifica* (Christensen og Madsen 1995ab, Hagen 1992).

I 1983 er der anlagt en international IUFRO-serie med direkte importere fra USA. Resultater er publiceret fra flere udenlandske forsøg, men danske resultater fra feltforsøg foreligger endnu ikke. Planteskoleundersøgelser m.v. er publiceret af Larsen (1985).

I 1987 blev en ny serie med danske provenienser anlagt på 4 lokaliteter. Resultater for juletræsegnethed er publiceret af Jøhnik et al. (2000).

På hovedparten af lokaliteterne for den første proveniensafprøvning fra 1969 (Barner et al. 1980) blev der også etableret en serie med 15 enkelttræafkom efter fri afblomstring. Resultater fra denne del af serien er opgjort af

Roulund og Jensen (1990) og viser, at der for blandt andet juletræsegnethed er store forskelle mellem afkommene, og at særligt gode typer kan udvælges.

Hedeselskabet v. Knud Brandt etablerede sidst i 1960'erne den første nobilis klonfrøplantage nr. FP. 623 i C. E. Flensborg Plantage. Klonvise afkomsforsøg blev etableret i 1983 på Langesø skovdistrikt (Christiansen 1993) og igen på et mere omfattende materiale af Arboretet i 1987 på i alt 4 lokaliteter. Sidstnævnte forsøg er senere overdraget til FSL.

I efteråret 1983 foretog Pyntegrøntsektionen et plustræsudvalg i en række danske bevoksninger, og i 1987 blev der etableret 14 feltforsøg med enkelttræsafkom og proveniensstandarder. Dette materiale blev i efteråret 1993 overdraget til FSL. Resultater fra denne serie er publiceret i Videnblade og artikler i PS Nåledrys.

Som det fremgår af ovenstående, har der for træarten nobilis været ganske mange og særdeles gode initiativer indenfor såvel proveniens- som enkelttræsafprøvning. Vi står nu overfor de første opgørelser af forsøgene anlagt i 1980'erne, og dette materiale er meget værdifuldt for fastlæggelse af den videre frøforsyningsstrategi for såvel klippegrønt som juletræsproduktion.

2.2 Forædlingsmål

Ud over de generelle mål for forædlingen, som er beskrevet i indledningen, er der fastlagt mere detaljerede mål. Målene er diskuteret på et møde med en række indbudte gæster repræsenterende dyrkere, forædlere og grossister (Nielsen 1994, unpubl.).

Klippegrønt

Generelt er der lagt vægt på de egenskaber, som stærkest og mest positivt karakteriserer produktet nobilis, og dermed måtte anses for at være de markedsmessigt mest stabile egenskaber på lang sigt.

For klippegrønt blev følgende egenskaber prioriteret:

Grønt: Nålefasthed (stor).
Dækkeevne (stor).
Farve (blå).

Grene: Optimal regenerationsevne/reaktion på klip.

Vækst: Optimal grenlængde og grenbøjelighed.

Desuden følges en række andre egenskaber for at undgå væsentlige forringelser af disse.

Det nuværende produktionsniveau i tons/ha ansås for at være tilstrækkeligt, når blot kvaliteten og dermed værdiproduktionen kunne højnes. Ligeledes var den generelle opfattelse, at dyrknings sikkerheden med den rigtige kulturteknik var god nok til klippegrøntproduktion.

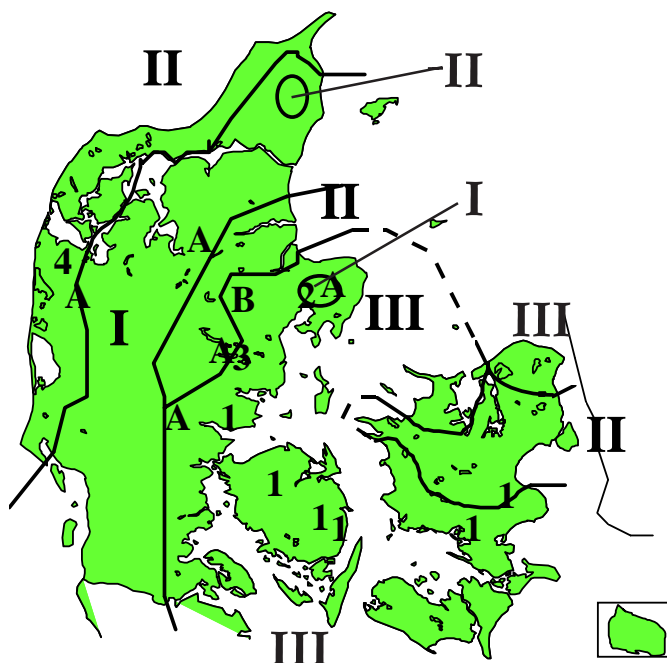
Juletræer

For juletræer blev følgende parametre prioriteret højest:

<i>Dyrkningsikkerhed:</i>	Overlevelse, få aksebrud og ringe knopdød.
<i>Vækst:</i>	Højde/vækstrytme ideelt 35-45 cm maksimalt 50 cm per år.
<i>Grønt:</i>	Stor nålefasthed.
<i>Skelet:</i>	Stor andel af træer med primaskelet.

2.3 Dyrknings- og forædlingszoner

I figur 2.1 er der vist nogle oversigtlige dyrkningszoner for nobilis (Østergård 1993). På basis af resultater for højdevækst i to forsøgsserier (Barners enkelttræforsøg fra 1969 (Roulund og Jensen 1990) og Pyntegrøntsektionens plustræsserie fra 1988 (upubl. data)) er det forsøgt at inddele forsøgslokaliteterne i grupper, så der inden for en gruppe af lokaliteter i grove træk er sammenfaldende forsøgsresultater, dvs. nogenlunde ensartet rangordning af de afprøvede afkom. Der synes i rimelig grad at være overensstemmelse mellem de erfaringsmæssige dyrkningszoner og grupperingen baseret på forsøgsresultaterne.



Figur 2.1. Meget grov oversigt over erfaringsmæssige dyrkningszoner for nobilis (Østergård 1993). Endvidere er resultater fra PS plustræforsøgene angivet med tal, og med bogstaver resultater fra Barners enkelttræserie fra 1969 (Roulund og Jensen 1990). Ens tal eller bogstav angiver, at afkomme praktisk taget rangordner ens, forskelligt tal eller bogstav antyder forskelle i rangorden.

Sammenholdes resultaterne videre med landbrugsgeografiske regioner som beskrevet af Kampp (1981 p. 72) ses en meget god sammenhæng. Her svarer zone 3 stort set til det "landbrugsgeografiske Øst-Danmark", zone II (højderyggen og Djursland) dækker store dele af "overgangsområderne" (Kampp 1981 p. 72) og zone II (vestlige Jylland) dækker over regionerne det "landbrugsgeografiske Vendsyssel" og det "vestlige Limfjordsområde". Zone 1 dækker regionerne det "landbrugsgeografiske Sønderjylland + Vestjylland og de kystfjerne områder af Vendsyssel".

Følgende grupper af dyrkningslokaliteter synes at tegne sig på basis af resultaterne for højdevækst og de geografiske regionskort.

- (1) Øerne og kystnære egne af Østjylland.
- (2) Sandede eller grusede områder i nogen afstand fra kysten i Vest-, Midt- og Nordjylland samt den centrale og mere sandede del af Djursland.
- (3) Den jyske højderyg, hvor der tilsyneladende er en del variation.
- (4) Centrale områder især i Midtjylland, hvor nobilisdyrkning erfaringsmæssigt er meget vanskelig.

På basis af dette foreslås to forædlingszoner:

- A: En zone for de mildere egne typisk jorder af god bonitet
- B: Mere udsatte lokaliteter af moderat til lavere bonitet

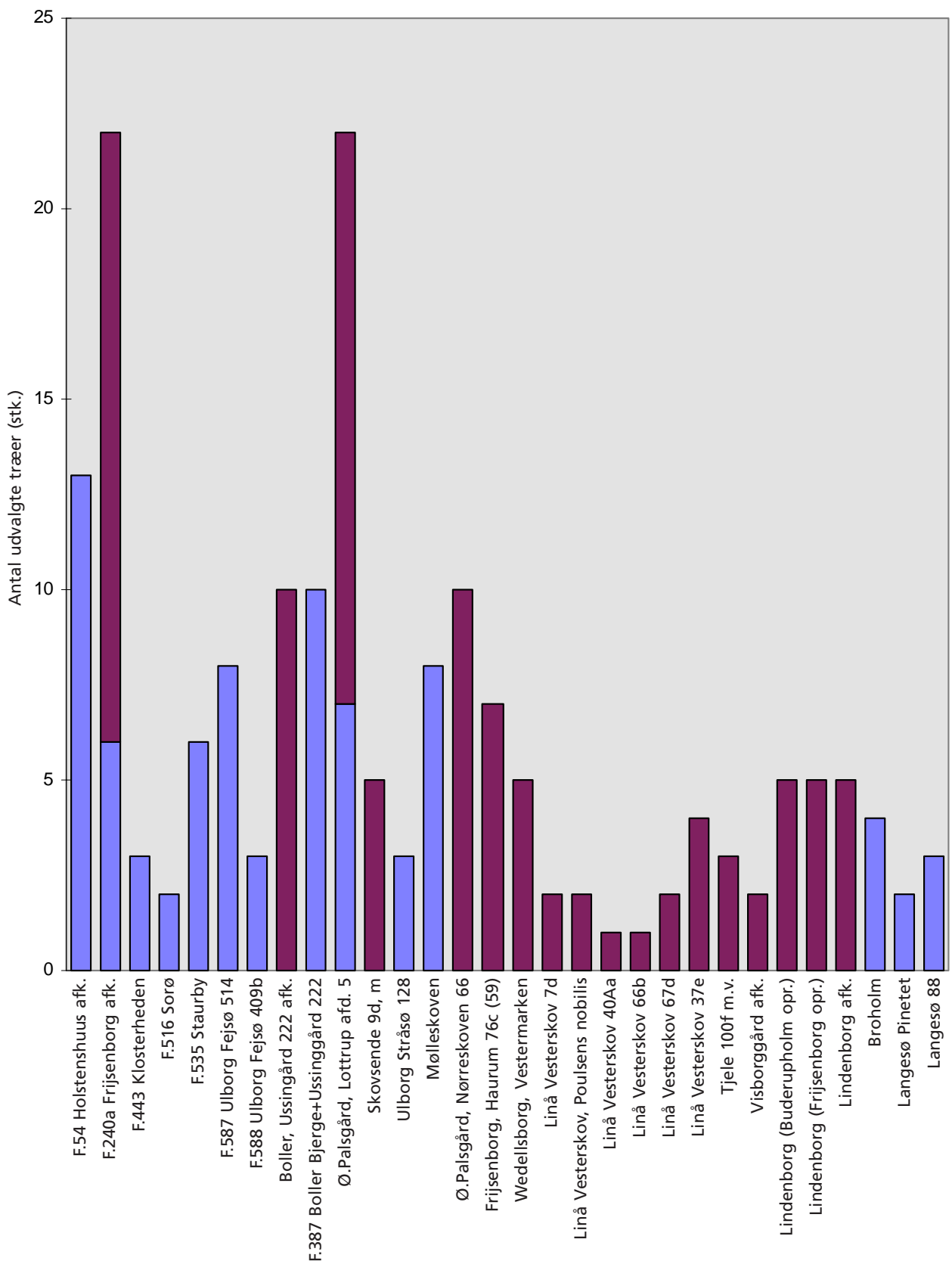
Der vil være områder f.eks. i det centrale Midtjylland, hvor dyrkning af nobilis er vanskelig, og hvor forædling indenfor rimelige økonomiske rammer næppe vil kunne bidrage væsentlig til en forbedret dyrkning. Her må nye arter snarere være løsningen.

2.4 Udvalgt materiale

P.t. udvalgte plustræer

Plustræspuljen i nobilis udgøres i dag dels af 100 kloner, der er podet i FP. 623 C. E. Flensborg frøplantagen, Hedeselskabet, og dels af knap 80 plustræer udvalgt af Pyntegrøntsektionen. Sidstnævnte 80 er podet i frøplantager af Planteavlstationen. I figur 2.2 er der givet en oversigt over hvilke proveniensgrupper, de er valgt i. Gruppen "F. 240a Frijsenborg afk." dækker over flere bevoksninger alle med oprindelse i F. 240a Frijsenborg. I Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-12 og 3.2-13 (Nielsen 1998) er der vist en mere detaljeret liste over de bevoksninger, der er udvalgt plustræer i.

Som tidligere nævnt indgik der i Barners serie fra 1969 14 enkelttræsafkom. Dermed er 14 modertræer også afkomsbedømt, men disse modertræer kan desværre ikke genfindes i dag og indgår derfor ikke i figur 2.2.



Figur 2.2. Oversigt over proveniensgrupper hvori der p.t. er udvalgt plustræer. Forkortelsen afk. betyder, at der er udvalgt i en eller flere 2. generationsbevoksninger af den givne moderbevoksning. Højden af søjlen angiver antallet af udvalgte træer. Den mørke farve angiver træer udvalgt til FP. 623 C. E. Flensborg frøplantagen, og den lyse farve angiver træer udvalgt af Pyntegrøntsektionen.

Der er i projektperioden ikke udvalgt nye plustræer, men arbejdet har koncentreret sig om udnyttelse af de eksisterende og ret omfattende forsøgsanlæg til afkomsbedømmelse af i alt 150 enkeltræer. Der er i efteråret 1998 høstet frø fra de resterende endnu ikke afprøvede kloner fra FP. 623 puljen. Disse frøpartier blev udsået i foråret 1999 af Hedeselskabet. Senere vil feltforsøg til supplerende afkomsbedømmelse blive iværksat.

Provenienserresultater

Proveniensenbefalinger bygger stadig i høj grad på Barner et al. (1980). Her toppede Frijsenborg, Hagsholm afd. 16, Sorø, Grydebjerg afd. 98c og Frijsenborg, Hagsholm afd. 51 kåret som F. 240a. Senere undersøgelser (Jensen og Roulund 1990) viser, at også Østre Palsgård, Lottrup afd. 5, er blandt de bedre, men mere frostfølsom. Blandt disse er Frijsenborg proveniensen Hagsholm afd. 16 ikke repræsenteret med plustræsudvalg.

Foreløbige resultater fra den nye danske serie fra 1987 (Bøgehøve og Madsen 1994) antyder, at mht. farve er FP. 623 C. E. Flensborg materialet helt i top og bedre end afkom af de ovennævnte bedst rangerende provenienser. I serien indgår også Mølleskoven, og denne ligger næsthøjest mht. farve.

Forsøgsserien med danske provenienser er, afrapporteret for juletræsegnethed (Jøhnk et al. 2000). Resultater for grøntkvalitet med status 10 år efter anlæg er under udarbejdelse. Disse resultater er en helt central kilde til revidering af det foretagne plustræsudvalg. Efterfølgende kan eventuelle nye plustræer udvælges i de absolut bedste provenienser. Enten i de oprindelige bevoksninger eller i proveniensforsøgene, hvor et stort datamateriale på enkeltræsniveau er tilgængeligt som basis for udvalget.

Amerikanske provenienser

I Pyntegrøntsektionens plustræsserie indgår der 4 danske provenienser og 5 amerikanske provenienser (Christensen og Nielsen 1995abcd). Ved den første opgørelse 6 år efter plantning havde de amerikanske provenienser ca. 6-procentpoint flere juletræsegnede individer end gennemsnittet af de danske. Opgørelser de efterfølgende år viste, at de amerikanske provenienser havde større tendens til for kraftig vækst end tilsvarende danske. Tillige var de amerikanske provenienser væsentlig hårdere angrebet af "røde nåle" i somrene 1994 og 1995 (Nielsen og Christensen 1995e). Dette gælder også hyppigheden af tørkeskader (Nielsen et al. 1996). Endelig er de amerikanske provenienser meget mere grønne end de danske. Da udbytteprocenterne for juletræer er så lave, at det generelt må forventes, at bevoksningerne overgår til klip efter juletræshugst, taler dette for ikke at anvende amerikanske provenienser. Den mulige ekstragevinst ved tidlige juletræer tabes formodentlig i klippekvalitet (manglende farve) og salgbare mængder (nålemisfarvninger og lange grene).

Via samarbejdspartnere i USA blev der i 1994 udsået frø fra enkeltræer udvalgt og afprøvet i USA specielt med henblik på juletræproduktion (Landgren 1994, pers. medd.). Planteproduktionen blev dog ramt af uheld og

måtte senere opgives. Generelle erfaringer fra USA er nærmere omtalt af Nielsen (1996).

Sammenfattende anses det ikke p.t. for sandsynligt, at amerikansk materiale vil komme til at udgøre en stor andel af vores plustræspulje.

2.5 Frøproduktion

Som for nordmannsgran er det helt centralt for en kommerciel udnyttelse af projektets resultater, at det udvalgte materiale etableres i frøplantager. Se også Nielsen og Thomsen (1998)

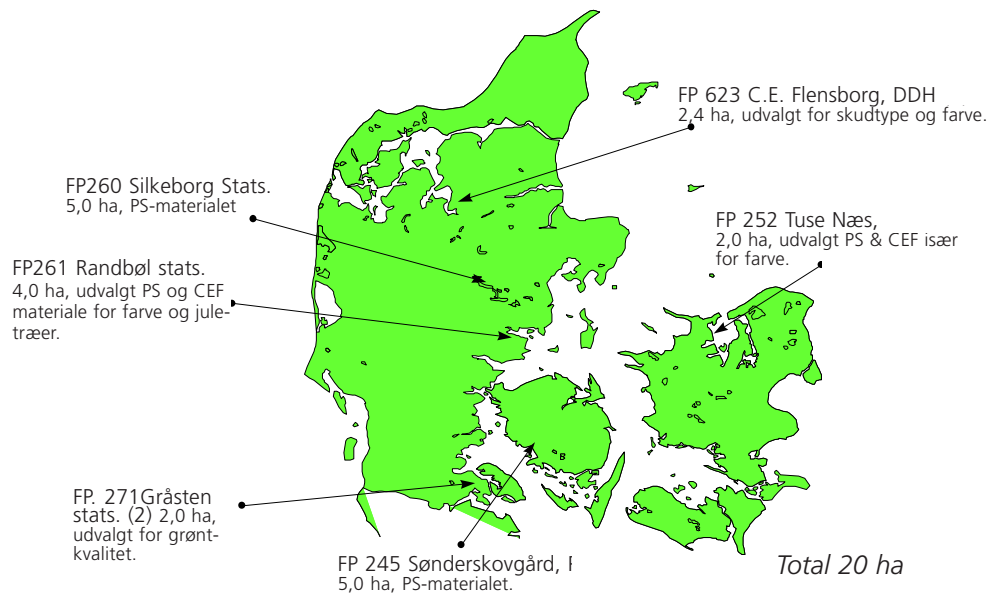
Formering via frøplantager er i dag den eneste farbare vej til frembringelse af kommercielle plantepartier af nobilis. Vegetativ formering er ikke, med den nuværende viden, mulig til praktiske formål.

Behovet for frø er vanskeligt at fastlægge præcist. Antages der at være ca. 8000 ha nobilis i Danmark, og at 10% er til juletræ og 90% til klip i hhv. 10 og 40 års rotation, skal der forynges hhv. 80 ha og 180 ha om året i alt 260 ha. Til dette kræves ca. 2 mio. planter (Østergård 1997, pers. medd.). Med et udbytte på ca. 10.000 salgsklare planter per kg giver dette et absolut minimumsforbrug på 200 kg frø per år, hvilket dog er langt under det faktiske forbrug. Dette skønnes af Planteavlsstationen at være ca. 1000-1500 kg per år (Kjær 1997, pers. medd.).

Hedeselskabet har anlagt den hidtil eneste frøproducerende frøplantage, medens Statsskovenes Planteavlsstation i de seneste 7 år har etableret en række nye frøplantager. I disse er avlsværdier fra forædlingsprogrammet udnyttet således, at kun de bedste er podet til senere frøproduktion. De beregnede avlsværdier giver mulighed for, på et sikrere grundlag end plustræsudvalg alene, at sammensætte frøplantagerne med de ønskede egenskaber, se senere under gevinster. Materialet i frøplantagerne er dog stadig så bredt, at en endelig genetisk tynding kan foretages på basis af tilgængelig viden om såvel juletræsegnethed som grøntkvalitet inden kommercielle frømængder produceres om ca. 3-10 år.

Der er i dag i alt etableret 20 ha nobilis frøplantager, se figur 2.3 side 35.

Udenlandske undersøgelser har vist, at nobilis på trods af stærk indavl kan producere levedygtigt frø, dog i nedsat omfang sammenlignet med almindeligt krydsbestøvet materiale. Ligeledes giver indavlet frø planter med en gennemsnitlig lavere vækstkraft. Hyppigt forekommende selvbestøvning vil kunne influere på frøudbytte, og de forventede gevinster ved etablering af frøplantager. Undersøgelser foretaget i samarbejde med Arboretet (Siegismund et al. 1996, Nielsen et al. 1996) viser, at selvbestøvning ikke forekom i det undersøgte år i frøplantagen FP. 623 C. E. Flensborg plantage. Supplerende undersøgelser i to danske bevoksninger viste, at der ikke er et særligt selvbestøvningsproblem i nobilis (Nielsen et al. 1996). Frembringelse af forbed-



ret materiale via frøplantagefrø synes således ikke at indeholde nye risici i relation til indavl.

Figur 2.3. Oversigt over etablerede frøplantager med forbindelse til forædlingsprogrammet. FP. 623 C. E. Flensborg frøplantage er p.t. den eneste frøproducerende. De øvrige ventes at give kommercielle frømængder indenfor en 3-10 årig periode.

2.6 Genetisk basis

Forudsætningen for at opnå gevinster ved forædling er, at den givne egenskab udviser variation, og at egenskaben er arvelig, se nærmere om principperne i afsnit 1.6.

Beregninger baseret på data fra feltforsøgene viser, at nobilis for en langt overvejende del af de målte egenskaber udviser såvel variation som arvelighed af de pågældende egenskaber. I tabel 2.1 er der givet nogle grove fingerpeg over arvelighed og variationens størrelse. Det skal dog erindres, at disse parametre er uløseligt bundet til de givne dyrkningsforhold og kan dermed være forholdsvis variable.

Det generelle indtryk er, at niveauet af arvelighed og variationen indenfor den etablerede plustræspulje meget svarer til amerikanske resultater fra Oregon baseret på materiale indsamlet i Washington/Oregon regionen (Doede 1993, Sorensen et al. 1990). Ligeledes er niveauerne stort set sammenfaldende med erfaringer for andre træarter (Danell 1990). Der synes derfor generelt at være gode forædlingsmuligheder også ved en forædling baseret på dansk nobilis.

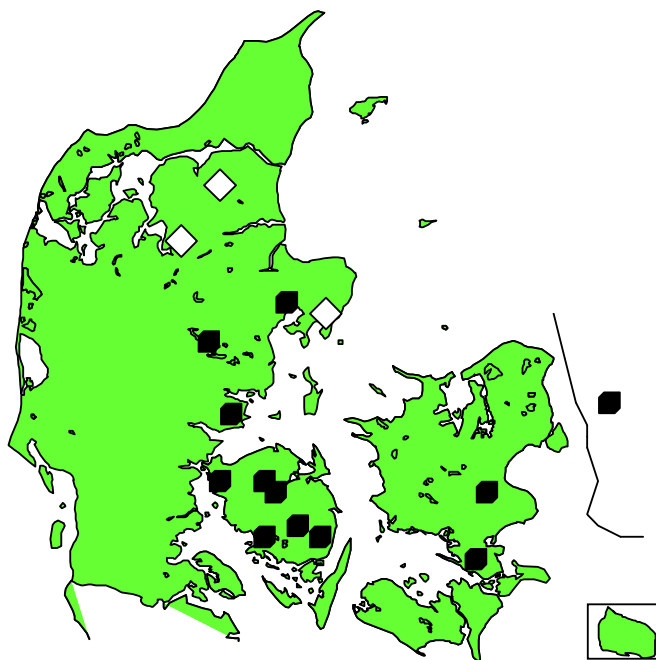
Det generelle indtryk af korrelationerne mellem de målte egenskaber er, at vækstkraft og frodighedsegenskaber som antal grene, internodier, skudlængde m.v. er positivt sammenhængende, medens skader er negativt korrelerede til væksten. Juletræsegnetheden er nært korreleret til et minimum af skader på skelettet i form af manglende grene og mistede toppe og hænger derfor også i nogen grad sammen med god vækst (få skader). Farven synes ikke at have nogen entydig korrelation til vækstkraft.

Tabel 2.1. Grove skøn over arvelighed og variation ud fra foreløbige forsøgsresultater. Skønnene er angivet fra X : lille arvelighed/variation til XXXX : meget stor arvelighed/variation.

		arvelighed	variation
DYRKNINGS- SIKKERHED	Overlevelse	xx	xx
	Aksebrud	xx	xx
	Udspring	xxxx	x
	Frysetests (knop og skud)	x	x
VÆKST	Højde	xx	xx
	Grendiameter	xxx	xx
	Grenlængde	xx	xx
GRØNT	Farve	xxxx	xx
	Misfarvning	x	xx
	Dækkeevne	xxx	xx
	Skudbygning	xxx	xxx
	Skudbredde /højde	xxxx	x
	Nåleskader	x	x
GRENE	Internodier på stamme	x	xxx
	Antal grene i kransen/knopper	xx	xx
SKELET	Andel træer med prima skelet	xx	xxx

Afkomsforsøg

Basis for etableringen af ovennævnte viden om arvelighed og variation er de anlagte afkomsforsøg. Figur 2.4 viser en oversigt over de p.t. eksisterende forsøg, der indgår i de systematiske målinger.



Figur 2.4. Oversigt over etablerede feltforsøg med enkelttræsafkom i nobilis, der indgår i forædlingsprogrammet. Sort firkant er PS-serien og hvid diamant er forsøgene til afprøvning af klonerne fra FP. 623 C. E. Flensborg frøplantagen.

Forsøgene viser også, at nobilis er en meget variabel træart alt efter dyrkningsforholdene (Nielsen og Christensen 1994, Nielsen 1999a), og lokalitetsvalget spiller en afgørende rolle for dyrkningsresultatet næsten uanset valg af plantemateriale. Der skal dog ikke herske tvivl om, at der på næsten samtlige lokaliteter var gode gevinster at hente ved det rigtige valg af materiale - lokalitetens niveau taget i betragtning.

2.7 Gevinstmuligheder

I dette afsnit er det valgt at belyse gevinstmulighederne for to egenskaber, nemlig farve og juletræsegnethed. Valget af disse to egenskaber er delvis en følge af forsøgenes alder, idet disse er anlagt i slutningen af 1980'erne, og træerne har i den forgangne periode "gennemvokset" juletræsstadiet og målinger af grøntkvalitet og klippemængder er derefter indledt. Forsøgenes egentlige mål er grøntkvalitet og mængder.

Blå farve

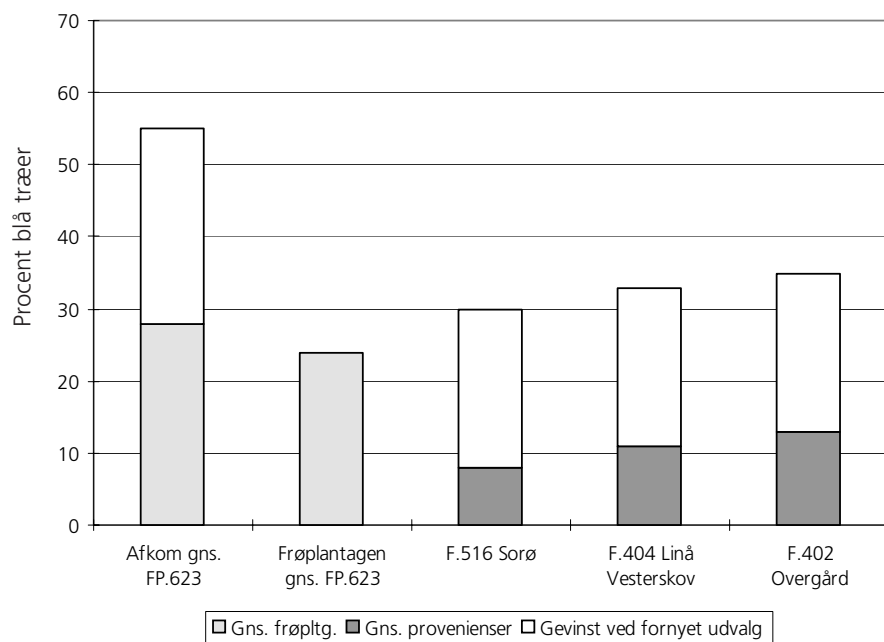
I figur 2.5 er der vist resultater fra en afprøvning af 60 kloner fra FP. 623 C. E. Flensborg frøplantagen. Nederste søjle angiver de målte gennemsnitsværdier for procentdelen af træer med en særlig blå farve. Frøplantagen er klart bedst med knap 25% blå, medens de danske provenienser har ca. 10% blå individer. Frøplantagen er udvalgt for blå farve og skudbygning. Endvidere er der ud fra forsøgets resultater beregnet mulige gevinster ved fornyet selektion for blå farve og etablering af frøplantager. Det ses, at gevinstmulighederne er nogenlunde ens (lidt større ved valg på basis af afkomsbedømmelse) ved udvalg af de 15 bedste modertræer i frøplantagen på basis af afkomsbedømmelsen og et meget nøje/stærkt udvalg af enkelttræer i de givne provenienser (1 ud af 100). Den væsentligste forskel udgøres af udgangsniveauet, hvilket gør den samlede gevinst næsten dobbelt så stor ved at fortsætte forædlingen i den allerede etablerede plustræspulje fremfor fornyet plustræsudvalg.

Endvidere bemærkes det, at de teoretiske gevinstmuligheder ved udvalg i de tre provenienser stort set svarer til den realiserede gevinst i C. E. Flensborg frøplantagen. Det skal tillige tages i betragtning, at C. E. Flensborg materialet er udvalgt i en bred vifte af bevoksninger, medens de tre standardprovenienser hører til i den bedste ende af de kårede provenienser (to er F. 240a afkom jf. Barner et al. 1980). Derfor er gevinsten ved dette teoretiske førstegangs plustræsudvalg sandsynligvis lidt større end den realiserede gevinst ved udvalget til C. E. Flensborg frøplantagen.

I PynTEGRØNTSEKTIONENS serie er der udvalgt for grøntkvalitet, og resultaterne fra forsøgene (Suurballe og Nielsen 1993) viser en mindre, men positiv effekt på farve af plustræsudvalget. Materialet indeholder dog stadig plustræer med meget blåt afkom.

Ovennævnte eksempler viser betydningen af at vurdere såvel udgangspunkt som gevinstmuligheder og ikke mindst det tidsmæssige perspektiv. Et fornyet plustræsudvalg i danske bevoksninger, isoleret set for farve, vil kun give

et niveau svarende til ca. C. E. Flensborg plantagens nuværende niveau. Da det tillige ikke er uden omkostninger at etablere og afprøve, de udvalgte plus-træer, kan kræfterne mere fordelagtigt lægges indenfor den eksisterende pulje - når farve betragtes isoleret.



Figur 2.5. Gevinster for farve målt som procentdelen af individer med en særlig blå farve. Data fra forsøg 1370 C. E. Flensborg plantage - status 8 år efter plantning.

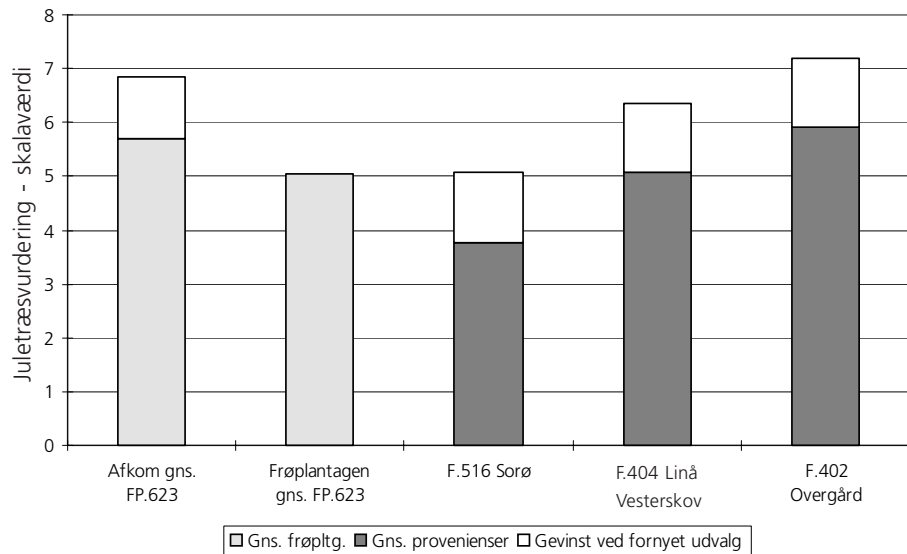
Juletræsegnethed

Juletræer i nobilis er traditionelt et tyndings- eller biprodukt af den egentlige klippegrøntproduktion. Nobilis er generelt et sundt træ uden problemer med lus som f.eks. nordmannsgran. Derfor kan nobilis være et muligt alternativ til nordmannsgran som juletræsproducent, såfremt der kommer forbud mod anvendelse af kemiske hjælpepestoffer (Nielsen og Madsen 1997, Nielsen og Christensen 1995).

Produktionen af nobilis juletræer er meget stærkt afhængig af lokaliteten (Nielsen og Christensen 1994), men derudover viser resultaterne fra afkomsforsøgene, at der er ret store forskelle mellem de forskellige enkelttræsafkoms egnetthed til at producere juletræer.

I figur 2.6 på næste side, er der vist en oversigt med tilsvarende indhold som den foregående figur omhandlende farve. Det ses, at frøplantagen FP. 623 C. E. Flensborg plgt. er nogenlunde intermediær mht. juletræsklassificering. Der er tillige angivet potentielle gevinster ved anlæg af nye frøplantager. Fornyet udvalg af plus-træer i provenienserne kan komme på tale, men gevinsten er dog meget afhængig af arvelighedens størrelse, som de første beregninger tyder på er ret lav. Derfor må afprøvning i feltforsøg anses for at være den sikreste vej til gevinster.

Gevinster ved udvalg for juletræsegnethed er tidligere beskrevet af Nielsen og Christensen (1995) baseret på resultater fra PS-serien. Her skønnes ud-



Figur 2.6. Selektionsgevinster ved udvalg for juletræegnethed.

bytterne for juletræer (status 6 år efter anlæg) at kunne hæves med 11-14 procentpoint baseret på frø fra juletræsfrøplantager. Det gennemsnitlige udbytniveau lå på 35-40% juletræer.

2.8 Forslag til strategi

For såvel juletræegnethed som grøntkvalitet gælder det, at der skal foretages en revurdering af plustræsudvalget, når resultater fra forsøgene med de 30 danske provenienser foreligger for hhv. juletræegnethed og grøntkvalitet. På basis af denne sammenligning mellem provenienser og afkom kan det besluttes, om og hvordan forædlingen indenfor denne træart mest effektivt føres videre.

Endvidere pointeres det, at strategi og materialevalg i høj grad skal vurderes ud fra hvilke specifikke egenskaber, man ønsker at fremme.

I de nærmeste år vil der kunne foretages tynding af eksisterende frøplantager på basis af resultater fra fortsatte målinger og opgørelser fra afkomsforsøgene.

Endvidere kan der med meget få ekstraomkostninger etableres 1.5 generations frøplantager, der skulle indeholde et godt potentiale for gevinster. Et sådant arbejde er indledt.

Det vil være sandsynligt, at man indenfor denne træart med stor fordel kan drage nytte af et "multiple breeding population system". Herved skabes to til flere elitelinier bestående af de bedste plustræer (20-30 modertræer indenfor hver gruppe) på basis af afkomsbedømmelsen eller evt. suppleret med et fornyet plustræsudvalg. F.eks. linier for grøntkvalitet, blå farve, juletræegnethed m.fl.

Disse udvalgte træer krydses i et forudbestemt mønster, og afkomsbedømmelsen kan formentlig i nogen udstrækning (især for juletræer) tillige anvendes som kommende frøplantageanlæg ud over at sikre materiale til udvalg af 2. generations plustræer.

Viden om genetiske parametre herunder genotype-kår vekselvirkninger udnyttes fra den første generation af afkomsforsøg, således at programmet dimensioneres så effektivt som muligt.

2.9 Centrale indsatsområder

- *Fortsat afkomsbedømmelse* og beregning af avlsværdier for det testede materiale samt testning af endnu ikke afprøvede plustræer. Disse avlsværdier er nødvendige for en effektiv fremavl, herunder tynding af allerede etablerede frøplantager.
- *Revurdering af plustræsudvalget* i lyset af nye proveniensresultater og fastlæggelse af en effektiv forædlingsstrategi.
- *Efter-høst kvalitet.* Selvom nobilis generelt er kendetegnet ved en særdeles god nåleholdende evne, vil det være interessant at få klarlagt genetisk variation i vigtige holdbarhedsparametre som udtøringshastighed og nålefarve hos forbrugeren, f.eks. i en bundet adventskrans eller en dekoration.
- *Dyrkningssikkerhed.* Frostfølsomhed formodes at være en central faktor i den ofte manglende symmetri hos nobilis, der reducerer juletræsudbyttet drastisk. Nærmere undersøgelser af dette kunne lede til en mere effektiv udvælgelse af egnede modertræer. Nobilis er generelt meget lidt modtagelig for en række skadegørere, men "røde nåle", der er klimatisk betinget, har på visse jorder både i 1994, 95, 97 og 1999 været et reelt problem. Dansk materiale er generelt mindre modtageligt end amerikansk, men der er alligevel visse plustræsafkom, som har en relativ høj tendens til disse skader. Derfor er det vigtigt at få undersøgt disse forhold så plustræer med denne skavank, der kun udtrykkes i visse år, ikke inkluderes i fremavlspopulationerne.
- *Bestøvningsteknik.* Såfremt der skal foretages krydsningsarbejde til etablering af elitepuljer og 2. generationsplustræer skal der udvikles og beherskes teknikker til pollenhåndtering og et effektivt krydsningsarbejde.
- *Frøplantageteknik.* I samarbejde med fremavls partnere kunne der iværksættes forsøg til effektivisering af frøproduktionen f.eks. i form af supplerende bestøvning, andre frøplantagetyper, blomstringsinduktion, systemer til selektiv høst i frøplantagerne og estimation af gevinster ved denne procedure m.v.

- *Blomstringsundersøgelser.* Ikke alle kloner i en frøplantage deltager lige meget i koglesætningen. Det bevirker, at nogle kloner “slår” mere igennem i det samlede produkt fra frøplantagen. Da koglesætningen yderligere varierer fra år til år, er der behov for at vurdere denne variationsindflydelse på egenskaberne af det frøprodukt frøplantagen giver i forskellige år.

2.10 Konklusion nobilis

I nobilis var der ved dette projekts start allerede udvalgt ca. 180 plustræer, hvoraf ca. 150 var under afkomsbedømmelse. I alt er der p.t. 16 afkomsforsøg. Endvidere er der foretaget en supplerende høst af hovedparten af de endnu ikke afprøvede plustræer.

Forsøgene er anlagt i 1987-88, og der er målt en lang række egenskaber af betydning for juletræsproduktion og klippegrøntkvalitet. De sidste målinger af juletræsegnethed blev foretaget i efteråret 1997.

Dette forsøgsmateriale udgør en meget værdifuld kilde til avlsværdibestemmelse af de enkelte plustræer og danner hermed baggrund for den videre tynding af de allerede etablerede frøplantager.

Endvidere kan der anlægges 1.5 generations frøplantager baseret på et målrettet udvalg for de karakterer, der ønskes fremmet. Flere “frøplantage-linier” kan anlægges, f.eks. for blå farve, klippegrøntkvalitet, juletræsegnethed osv., ved specifikt at sammensætte frøplantagerne ud fra avlsværdierne. Et arbejde der allerede er i gang.

Den videre forædlingsstrategi skal analyseres på basis af resultater fra afkomsforsøg og proveniensforsøg. Det er dog sandsynligt, at der ud fra avlsværdierne etableres “elite-linier” baseret på krydsning af de absolut bedste træer til det givne formål.

Ved anlæg eller tynding af frøplantager for juletræsegnethed kan det gennemsnitlige udbytte øges med ca. 11-14%-point.

Resultatet af tidligere udvalg for blå farve viser, at der er opnået en fordobling af antallet af særlig blå træer fra ca. 10-12% til 20-25%. Denne gevinst kan øges til 40-45% særlig blå træer ved anlæg af 1.5 generations frøplantager.

Fremskaffelse af genetisk forbedret plantemateriale må med den nuværende viden ske gennem anlæg af frøplantager.

Ud over de nævnte egenskaber er der generelt fundet god variation og arvelighed, således at der også for andre egenskaber er muligt at opnå betydende gevinster.

Det synes mest oplagt at fortsætte forædlingen indenfor det danske materiale af nobilis, der er tilpasset vores klima og produktion gennem snart mere end 100 år.

3. Efterskrift

Ud over de direkte involverede projektmedarbejdere har en række personer deltaget i projektarbejdet med bidrag i form af ideer, faktiske oplysninger m.m. Nu afdøde Søren Fl. Madsen har løbende kommenteret udkast og planer, hvilket også gælder Kaj Østergård, der tillige har været stærkt involveret i de markedsmæssige aspekter. Kolleger på FSL, Arboretet, Statsskovenes Planteavlsstation, Københavns Universitet og Hedeselskabet har ligeledes bidraget med ideer og givtige diskussioner, hvilket også gælder vores søgsværter.

4. Litteratur

(Citeret litteratur, der ikke er nævnt i bilag 1)

Barner, H., Roulund, H. og Qvortrup, S.A. (1980):

Abies procera frøforsyning og proveniensvalg. Dansk Skovforenings Tidsskrift bd. 65 : 263-295.

Bøgehøve, E. og Madsen, S. F. 1994:

Foreløbige resultater fra proveniensforsøg med danske provenienser på Langesø. Plancher anvendt ved Langesømessen 1994.

Christensen, C. J. og Madsen, S. F. 1995a:

Proveniensforsøg med nordmannsgran og bornmüllergran i Egelund. Forsøgsbeskrivelse samt resultater for udspring og afmodning. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-6, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.

Christensen, C. J. og Madsen, S. F. 1995b:

Proveniensforsøg med nordmannsgran og bornmüllergran i Egelund. Resultater for vækst, morfologi og fordampning. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-7. Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.

Christensen, C. J. og Madsen, S. F. 1995c:

Proveniensforsøg med nordmannsgran og bornmüllergran i Egelund. Udbytteopgørelser. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-8, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.

Danell, Ö. 1990:

Possible Gains in Initial Stages of a National Tree Improvement Programme Using Different Techniques. In Proceedings From the Nordic Tree Breeders Meeting. September 1990. Hørsholm. Denmark. Forest Tree Improvement 23 : 11-30.

Doede, D. L. 1993:

Genetics of stem volume, stem form, and branch characteristics in sapling noble fir. M.Sc. thesis, Oregon State University, Corvallis.

Jensen, J. H. og Roulund, H. 1990:

Nyt fra gamle nobilisforsøg. PS Nåledrys 11/90 : 16-17,19.

Johansen, S. V., Rasmussen, C. B. og Kjær, E. D. 1998:

Forædling af nordmannsgran juletræer. Skoven 10/1999: 430-432.

Kampp, Aa. H. 1981:

Agerlandets geografi. I: Danmarks Natur bd. 8 : 35-81 (ed. Nørrevang, A. og Lundø, J.). Politikens Forlag, København.

Kirkeby-Thomsen, A. 1997:

Ædelgranlus i samspil med nordmannsgran. Skov & Landskabskonferencen 1997. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole og Forskningscentret for Skov & Landskab. Rapport til mødedeltagere (eds. Larsen, J.B. og Kock, N.E.), s.95-98.

Kromann, H. K. (1996a):

Klippegrøntudbytter i to forsøg med afkom af danske kårede nordmannsgranbevoksninger. Videnblade pyntegrønt nr. 3.1-11, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.

Kromann, H. K. 1996b:

Nordmannsgran-provenienser. Pyntegrøntudbytter i to forsøg med provenienser fra USSR, Tyrkiet og Danmark. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-9, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2 pp.

Kromann, H. K. 1996c:

Undersøgelser af klip i Kragsskovhedeforsøget - provenienser af nordmannsgran fra USSR, Tyrkiet og Danmark og bornmüllergran. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-10, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.

Lange, J. 1994:

Kulturplanternes indførselshistorie i Danmark. København.

Larsen, J. B. 1985:

Økofysiologiske og morfologiske undersøgelser af forskellige *Abies* pro-cera provenienser med hensyn til deres egnethed til pyntegrøntproduktion. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, bd. 40: 173-199.

Larsen, J. B., Larsen, B. G. og Kromann, H. K. (1984):

Abies nordmanniana provenienser til pyntegrønt og juletræer. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, bd.39 (3) 1984 :365-382

Løfting, E. C. L. 1959:

Danmarks ædelgranproblem. 2.del. Dyrkningsbetingelserne for *Abies alba* (Mill.) og *Abies nordmanniana* (Spach.) i Danmark. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark.

Løfting, E. C. L. 1961:

Abies nordmanniana i Kaukasus. DST bd.46 (1961) : 426-455.

Løfting, E. C. L. (1973):

Statusopgørelse for nordmannsgran. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, bd.33 (3) 1973 : 305-326.

Madsen, S. F. (1994):

Provenance Trial of *Abies nordmanniana* and *Abies bornmuelleriana* for Christmas Tree Production in North Sealand. For. & Landsc. Res. 1994 : 1: 143-166.

Madsen, S. F. (1997):

Abies bornmuelleriana Mattf. and *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. in a Christmas tree experiment in the Valby hegn forest of North Sealand (Manuskript).

Madsen, S. F. og Christensen, C. J. (1994):

Danske, tyrkiske og russiske nordmannsgranprovenienser. - Planteskole, iagttagelser. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-4, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.

Nørgaard, J. V., Baldursson, S. og Krogstrup, P. 1993:

Genotypic Differences in the Ability of Embryogenic *Abies nordmanniana* Cultures to Survive Cryopreservation. *Silvae Genetica* 42 (2-3) : 93-97.

Roulund, H. og Jensen, J. H. 1990:

Bedømmelse af plustræsudvalg i *nobilis* (*Abies procera* Rehd.) på grundlag af afkomsforsøg efter fri afblomstring. DST bd.75 :187-208.

Sørensen, F. C., Campbell, R. K. and Franklin, J. F. 1990:

Geographic variation in growth and phenology of seedlings of the *Abies procera* - *A. magnifica* complex. *For. Ecol. Manage.*, 36 : 205-232.

Skov-Info, 1996: Skov-Info nr. 14. Valg af frø og plantemateriale. Skov-Info, Skov- og Naturstyrelsen.

Statsskovenes Planteavlstation 1996:

Frøkildebeskrivelser - A3. Statsskovenes Planteavlstation, 2pp.

Bilag 1.

Oversigt over udarbejdet materiale i forbindelse til forædlingsprojektet fra 1992 til og med sommeren 1999.

Publiceret materiale:

1. *Suurballe, A. og Nielsen, U. B. 1993:*

Nobilis plustræforsøg på Langesø opgørelse efter 5 vækstsæsoner. PS Naledrys 17 : 36-39.

2. *Nielsen, U. B. 1994:*

Forædlingsresultater i nobilis og nordmannsgran samt planer for de kommende år. Skov & Landskabskonferencen 1994. FSL og KVL : 139-149.

3. *Nielsen, U. B. 1994:*

Læhegn af sitkagran ved pyntegrøntkulturer - proveniensvalg. Videnblade Pyntegrønt nr. 4.2-3, Forskningscentret for Skov & Landskab, Lyngby, 2 pp.

4. *Nielsen, U. B. 1994:*

Breeding Noble Fir (*Abies procera Rehder*) and Nordmann Fir (*Abies nordmanniana (Stev.)Spach*) for Christmas Trees and Greenery in Denmark. In: (Ed. Lee,S.J.) Progeny Testing and Breeding Strategies. Proceedings of the Nordic Group for Tree Breeding, Edinburgh, Scotland. 6-10 October 1993: 118-127.

5. *Christensen, C. J., Nielsen, U. B. og Østergård, K. 1994:*

Vurderingsprincipper for juletræer i nobilis. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-1, Forskningscentret for Skov & Landskab, Lyngby, 2pp.

6. *Nielsen, U. B. og Christensen, C. J. 1994:*

Nobilis juletræer - opgørelse af skadetyper. Resultater fra PS nobilis lustræforsøgene. Videnblade Pyntegrønt 3.2-2. Forskningscentret for Skov & Landskab, Lyngby, 2pp.

7. *Nielsen, U. B. og Christensen, C. J. 1994:*

Nobilis juletræer - stor lokalitetsvariation i udbytte. Resultater fra PS nobilis plustræforsøgene. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-3. Forskningscentret for Skov & Landskab, Lyngby, 2pp.

8. *Nielsen, U. B. og Christensen, C. J. 1995:*

Røde nåle på nobilis i sommeren 1994 - resultater fra de to PS plustræforsøg på Langesø. - Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-4, Forskningscentret for Skov & Landskab, Lyngby, 2 pp.

9. *Nielsen, U. B. og Christensen, C. J. 1995:*
Forædling af nobilis - kan vi lave juletræer af nobilis? Skov & Land
skabskonferencen 1995, Miljø- og Energiministeriet - Forsknings-
centret for Skov & Landskab & Undervisningsministeriet - Den Kgl.
Veterinær- og Landbohøjskole, 129-138, udleveret til deltagere.
10. *Christensen, C. J. og Nielsen, U. B. 1995:*
Frasergran - en mulig pyntegrøntart i Danmark? - PS Nåledrys,
Dansk Skovforenings Pyntegrøntsektion, 11(21): 20-22
11. *Christensen, C. J. og Nielsen, U. B. 1995a:*
Provenienser i PS nobilis plustræforsøgene - status for juletræsegnet
hed efter 6 vækstsæsoner. - PS Nåledrys, Dansk Skovforenings Pynte-
grøntsektion, 11(22): 41-44.
12. *Christensen, C. J. og Nielsen, U. B. 1995:*
Abies fraseri - en vigtig pyntegrøntart i USA. Udbredelse, biologi og
anvendelse. - Videnblade Pyntegrønt nr. 3.4-1, Forskningscenteret for
Skov & Landskab, Lyngby, 2 pp.
13. *Christensen, C. J. og Nielsen, U. B. 1995:*
Frasergran - en mulig pyntegrøntart i Danmark? Del 1: Resultater fra
12 danske forsøg. - Videnblade Pyntegrønt nr. 3.4-2, Forsknings-
centret for Skov & Landskab, Lyngby, 2 pp.
14. *Christensen, C. J. og Nielsen, U. B. 1995:*
Frasergran - en mulig pyntegrøntart i Danmark? Del 2: Danske
dyrkningserfaringer. - Videnblade Pyntegrønt nr. 3.4-3, Forsknings-
centret for Skov & Landskab, Lyngby, 2 pp.
15. *Christensen, C. J. 1995:*
Magnifica og varieteten shastagran -1. Udbredelse, krav til voksested
og biologi. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.4-4, Forskningscentret for
Skov & Landskab, Lyngby, 2 pp.
16. *Christensen, C. J. og Madsen, S. Fl. 1995:*
Magnifica og varieteten shastagran -2. Danske forsøgsresultater -
Oversigt over materiale. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.4-5, Forsknings-
centret for Skov & Landskab, Lyngby, 2 pp.
17. *Christensen, C. J. og Madsen, S. Fl. 1995:*
Magnifica og varieteten shastagran - 3. Danske forsøgsresultater - re-
sultater. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.4-6, Forskningscentret for Skov
& Landskab, Lyngby, 2 pp.
18. *Christensen, C. J. og Nielsen, U. B. 1995b:*
Status efter 6 vækstsæsoner i PS-plustræforsøgene - 1. Oversigt over
forsøgsmaterialet. - Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-5, Forskningscen-
tret for Skov og Landskab, Hørsholm, 2 pp.

19. *Christensen, C. J. og Nielsen, U. B. 1995c:*
Status efter 6 vækstsæsoner i PS-plustræforsøgene - 2. Lokaltetsvise resultater for proveniensdelen. - Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-6, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2 pp.
20. *Christensen, C. J. og Nielsen, U. B. 1995d:*
Status efter 6 vækstsæsoner i PS-plustræforsøgene - 3. Proveniensresultater. - Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-7, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2 pp.
21. *Siegismund, Kjær, E. D. og Nielsen, U. B. 1996 :*
Mating system estimates for an isolated noble fir (*Abies procera*) clonal seed orchard in Denmark. *Can.J.For.Res.* 26 (7): 1135-1141.
22. *Nielsen, U. B. 1996:*
Nobilisforædling og dyrkning i Nordvestamerika - nogle indtryk fra et studieophold. *PS Nåledrys* 23/96: 34-36.
23. *Nielsen, U. B., Østergård, K. og Christensen, C. J. 1996:*
Misfarvninger af nobilis nåle i sensommeren 1995 - resultater fra afkomsforsøg og nogle dyrkningserfaringer. Videnblade Pyntegrønt 3.2.8, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2 pp.
24. *Nielsen, U. B. Kjær, E. D. og Hoyer, H. 1996:*
Fremtidig produktion af nordmannsgran. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-12, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2 pp.
25. *Nielsen, U. B., Kjær, E. D og Siegismund, H. R. 1996:*
Selvbestøvning i nobilis - et særligt problem. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-9, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.
26. *Nielsen, U. B. og Madsen, S.F. 1997:*
Træartsvalg og provenienser. I: Kap. 5 i Miljøvenlig juletræsproduktion - En statusopgørelse (red. Lundqvist,H.): 27-44.
27. *Larsen, J. B., Nielsen, U. B. og Møller, I. S. 1997:*
Nordmannsgran - proveniensvariation, forædling og frøkildevalg. *DST* 82 (1997): 203-213.
28. *Larsen, J. B., Møller, I. S. og Nielsen, U. B. 1997:*
Nobilis - proveniensvariation, forædling og frøkildevalg. *DST* 82 (97): 193-202.
29. *Tvedt, T. 1997:*
Forædling af nobilis og nordmannsgran - status og muligheder. *Skov & Landskab NYT* nr. 2 juni 1997 (notits).
30. *Ditlevsen, B. og Nielsen, U. B. 1997 :*
Den fremtidige frøforsyning af nordmannsgran. *Skoven* 10/1997 : 453-457.

31. *Nielsen, U. B.*
Røde nåle på nobilis i sommeren 1997 - en sandsynlig årsag. PS Nåledrys 26/97: 30-31.
32. *Nielsen, U. B. og Christensen, C. J. 1998:*
Genetic variation in Current Season Needle Necrosis on Noble Fir - results from Danish progeny trials. (Ed. D. Gertzen) Proceedings from 4th Western Regional Research and Extension Conference September 21-24, 1997. Cowichan Lake Research Station, Mesachie Lake, BC. Canada. (under trykning).
33. *Nielsen, U. B. og Thomsen, A. 1998:*
Fremtidig frø- og planteforsyning af nobilis til juletræer og klippegrønt - en prognose. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-11, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.
34. *Nielsen, U. B. 1998:*
Dansk nobilis - et "stamtræ" baseret på afprøvede og kårede provenienser. 1. Introduktion. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-12, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.
35. *Nielsen, U. B. 1998:*
Dansk nobilis - et "stamtræ" baseret på afprøvede og kårede provenienser. 1. Tabeloversigt. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-13, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.
36. *Nielsen, U. B. og Madsen, S. F. 1998:*
Danske provenienser af nordmannsgran - Udspring og højdevækst efter 5 sæsoner på Langesø. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.1-13, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.
37. *Nielsen, U. B. 1998:*
Comparison of Danish 1st Generation or Later Seed Sources with Direct Imports - Examples on Sitka Spruce, Nordmann Fir and Noble Fir. Nordisk Skovtræforædlermøde, Biri Norge. 24-25 juni 1998. Abstract.
38. *Nielsen, U. B. 1999:*
PS plustræforsøgene i nobilis - vækst og grøntkvalitet - „Lokalitetsvariation“. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-14, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.
39. *Nielsen, U. B. 1999:*
PS plustræforsøgene i nobilis - vækst og grøntkvalitet - „Proveniensenvis resultater“. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.2-15, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2pp.
40. *Nielsen, U. B., Kirkeby-Thomsen, A. og Roulund, H. 1999:*
Resistens mod ædelgranlus. Genetisk variation i nordmannsgran. Videnblade Pyntegrønt nr. 3.4-14, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 2 pp.

41. Koch, N. E., Nielsen, U. B., Raulund-Rasmussen, K. og Skovsgaard, J. P. 1999: Pyntegrønt på FSL. PS Nåledrys 29: 48-50.
42. Nielsen, U. B. og Thomsen, I. M. 1999:
Knop- og topdød i nordmannsgran - observationer i et afkomsforsøg i Bjørslev plantage v. Herning. PS Nåledrys 30:13-15.
43. Jøhnk, N., Madsen, S. F. og Nielsen, U. B. 2000:
Juletræsproduktion med danske nobilisprovenienser. Pyntegrønt-serien nr. 14, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 65 pp.

Interne arbejdsnotater, studenteropgaver m.v.

1. Hagen, P. 1992:
Objektive målemetoder af kvalitative egenskaber i nobilis. Projekt-opgave i skovdyrkning.¹⁾
2. Hagen, P. 1992:
Proveniens- og artsvis sammenligning af nobilis (*Abies procera*) og *Abies magnifica* var *shastensis*. Projekt-opgave i forstgenetik. 61s.+bilag.²⁾
3. Nielsen, U. B. 1992:
Standard for opgørelse af blomstring i nobilis og nordmannsgran. Billedplancher m.v. 2pp.
4. Nielsen, U. B. 1992:
Baggrundsmateriale til brug for udarbejdelse af standard beregnings-system. Arbejdsnotat. 15pp.
5. Suurballe, A. 1992:
Opgørelse af nobilis plustræforsøg på Langesø. Hovedopgave 3.del. 78s.+bilag.¹⁾
6. Christensen, C. J., Elberling, J. og Zøfting-Larsen, J. 1993:
Forædlingsstrategiske muligheder for nobilis - kvalitativ bedømmelse af forædlingsmuligheder samt kvantificering af forædlingsgevinster for udvalgte egenskaber. 162pp.+bilag. 3.dels projekt-opgave.²⁾
7. Christiansen, B. 1993:
Nobilisanalyse i afkomsforsøg. Hovedopgave på skovteknikerstudiets 3.del. 69s.+ bilag.²⁾

¹⁾ FSL har været vært for denne KVL-studenteropgaver med tilknytning til forædlingsprojektet.

²⁾ FSL har delvis været vært ved denne Skovteknikeropgaver, data er senere udnyttet i forædlingsarbejdet.

8. *Christensen, C. J. 1993:*
Opgørelse af 2/2 planteskoleplanter ved statsskovenes planteavlstation - metoder og iagttagelser. Arbejdsnotat nr. 1, version 1.2. 10pp.
9. *Christensen, C. J. 1993:*
Målevejledning til brug for opgørelse af forsøg i afdelingen for pyntegrønt med Husky Hunter 16. Arbejdsnotat nr. 3, 20pp.
10. *Christensen, C. J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 1. Trolleholm. Anlægsrapport. 13pp.
11. *Christensen, C. J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 2. Clausholm. Anlægsrapport. 7pp.
12. *Christensen, C. J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 3. Rye Nørskov. Anlægsrapport. 9pp.
13. *Christensen, C. J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 5. Boller. Anlægsrapport. 10pp.
14. *Christensen, C. J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 6. Staurby. Anlægsrapport. 9pp.
15. *Christensen, C. J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 7. Langesø. Anlægsrapport. 13pp.
16. *Christensen, C.J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 9. Gudbjerg. Anlægsrapport. 11pp.
17. *Christensen, C.J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 10. Broholm. Anlægsrapport. 10pp.
18. *Christensen, C. J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 11. Holstenshuus. Anlægsrapport. 10pp.
19. *Christensen, C. J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 12. Bregentved. Anlægsrapport. 13pp.
20. *Christensen, C. J. 1994:*
Nobilis plustræforsøg. Materiale til forsøgsopgørelse. Forsøgslokalitet nr. 13. Gavnø. Anlægsrapport. 9pp.

21. *Nielsen, U. B. 1994:*
Metode til vurdering af nobilis juletræer. Arbejdsnotat vers. 1.3, p.17.
22. *Nielsen, U. B. 1994:*
Fastlæggelse af forædlingsmål - et diskussionsoplæg. Arbejdsnotat nr. 4, p.15.
23. *Nielsen, U. B. 1994:*
Forædlingsmål i nobilis. Referat af møde den 24.1.1994. p.5.
24. *Nielsen, U. B. 1994:*
Standard for måling af udspring på Nordmannsgran. Billedplanche. 1p.
25. *Nielsen, U. B. og Christensen, C. J. 1994:*
Standard for lagring af feltdata på FSL's EDB server, 3pp.
26. *Nielsen, U. B. 1994:*
Vejning af grønt - opgørelse af udbyttet i hver parcel,1pp.
27. *Christensen, C. J. 1995:*
Vejledning i brugen af Multilog-5 ved afd. for pyntegrønt. Arbejdsnotat nr. 4. Version 1.3. 12 pp.
28. *Christensen, C. J. 1995:*
Vejledning i brugen af Skye-datahog ved Afd. for pyntegrønt. Arbejdsnotat nr. 5. Version 1.3. 10pp.
29. *Christensen, C. J. 1995:*
Vejledning i brugen af Stick-logger ved Afd. for pyntegrønt. Arbejdsnotat nr. 6. Version 1.1. 11pp.
30. *Nielsen, U. B. 1995:*
Nåletab: Notat version 1. 8. maj 1995, p.6.
31. *Nielsen, U. B. 1995:*
Rejsebeskrivelse fra studieophold ved Oregon State University, Corvallis, Oregon. 50s + bilag.
32. *Hansen, O. 1996:*
Analyse af et afkomsforsøg fra Vallø frøplantage - kvantitativ genetik i Nordmannsgran-juletræer. Bacheloropgave, KVL 34s+bilag. ²⁾
33. *Nielsen, U. B. og Østergård, K. 1996:*
Forædlingsmål i nordmannsgran til juletræer - et oplæg til debat, p.4.
34. *Nielsen, U. B. 1996:*
Forædlingsmål i nordmannsgran til juletræer - referat fra mødet 20. marts 1996 på Clausholm, p.6.

35. *Nielsen, U. B. 1996:*
Notat vedr. etablering af nordmannsgran afkomsforsøg efteråret 1996 og foråret 1997: vers. 23.1.96/Ulrik Bräuner Nielsen, p.6.
36. *Roulund, H., Kirkeby-Thomsen, A. og Nielsen, U. B. 1996:*
Resistens mod ædelgranlus hos nordmannsgran. Projektansøgning sendt til Hofmangave.
37. *Nielsen, U. B. 1997:*
Målevejledning for nobilis grøntkvalitet. 4s. + fotoplancher.
38. SIS - slægtskabsregister.
Database fælles med øvrig skovtræsforædling. Alle plustræer er indlagt. Database skal løbende vedligeholdes.
39. *Jøhnk, N., Nielsen, U.B. og Madsen, S. F. 1998:*
Proveniensresultater for dansk nobilis mht. juletræsegenskaber og kvalitet af ungdomsgrene. Notat med foreløbige resultater udsendt til frøhandlere inden 1998 sæsonen. 11pp.
40. *Nielsen, U.B., Kirkeby-Thomsen, A. og Roulund, H. 1998:*
Genetic variation in *Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. with special reference to host plant resistance against *Dreyfusia nordmanniana* Eckst. (Rapport til bevillingsgiveren Stiftelsen Hofmangave).
41. *Nielsen, U.B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 518 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien. Forsøg 1403 Kronborg Statsskovdistrikt, Danstrup Hegn afd.639. Forskningscentret for Skov & Landskab, 26pp.
42. *Nielsen, U. B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 519 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien. Forsøg 1404 DDH Skovdistrikt Øst, Lekkende, Hovskoven afd.51a. Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.
43. *Nielsen, U. B. og Hansen, O.K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 520 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien. Forsøg 1405 Broholm Gods, v. Skovdyrkerforeningen Sydfyn. Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.
44. *Nielsen, U. B. og Hansen, O.K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 521 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien. Forsøg 1406 Langesø Skovbrug, afd. 104. Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.
45. *Nielsen, U.B. og Hansen, O.K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 522 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien. Forsøg 1407 Haderslev Statsskovdistrikt, Harte Skov afd. 933a. Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.

46. *Nielsen, U. B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 523 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien.
Forsøg 1408 A/S Plantningsselskabet Sønderjylland, Skærbækare-
alet. Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.
47. *Nielsen, U. B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 524 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien.
Forsøg 1409 DDH Midt- og Vestjylland, Studsgård. Forskningscentret
for Skov & Landskab, 29pp.
48. *Nielsen, U. B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 525 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien.
Forsøg 1451 DDH Øst- og Nordjylland, Laugesens plantage afd. 95c.
Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.
49. *Nielsen, U. B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 526 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien.
Forsøg 1411 Lounkær Skovdistrikt, Lounkær Skov afd. 38d. Forsk-
ningscentret for Skov & Landskab, 29pp.
50. *Nielsen, U. B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 527 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien.
Forsøg 1412 Løvenholm Skovdistrikt, Tårup Skov afd.320, Lyng-
roden. Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.
51. *Nielsen, U. B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 528 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien.
Forsøg 1413 Nordjyllands Statsskovdistrikt, Tversted Klitplantage,
afd. 603d. Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.
52. *Nielsen, U. B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 529 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien.
Forsøg 1414 Trolleholm Gods AB, Trolleholm skov afd. 240a.
Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.
53. *Nielsen, U. B. og Hansen, O. K. 1998:*
Anlægsrapport nr. 530 Nordmannsgran afkomsforsøg - 1992 serien.
Forsøg 1415 Arboretet, Frihedsløst - luseresistens anlagt forår 1996.
Forskningscentret for Skov & Landskab, 29pp.