Kasvuomaduste erinevused hariliku männi (*Pinus sylvestris* L.) järglaskatsetes

Malle Kurm*, Andres Kiviste, Ursula Kaur ja Tiit Maaten

Kurm, M., Kiviste, A., Kaur, U., Maaten, T. 2009. Growth Differences in the Progeny Trials of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). – Forestry Studies | Metsanduslikud Uurimused 50, 84–97. ISSN 1406-9954.

Abstract. The progeny trials of Scots pine founded in Järvselja Training and Experimental Forest District in 1967 and 1968 by E. Pihelgas were analysed to estimate the dependence of progeny growth variables on mother tree or mother stand origin and age. Our progeny data set consists of 4622 DBH and 486 height measurements of the 41- and 42-year-old progeny trials. In 2008 and in 1995 all trees of the progeny trial were callipered and height of nine sample trees was measured on each plot. The analysis was carried out with the SAS/GLM procedure. It was proved that height of inland-originated progeny stands was significantly higher than height of progeny stands originated from maritime regions. Plus-tree progeny stands exceeded single tree and mixture-of-seeds progeny stands in height, diameter, basal area and volume.

Key words: *Pinus sylvestris*, progeny trials, plus trees, single trees.

Authors' addresses: Institute of Forestry and Rural Engineering, Estonian University of Life Sciences, Kreutzwaldi 5, 51014 Tartu, Estonia, *e-mail: malle.kurm@emu.ee

Sissejuhatus

Eestis on kõige levinumaks puuliigiks harilik mänd, männikute kogupindala on 775 tuhat ha, männikud moodustavad metsamaa pindalast riigimetsades 46,5% ja erametsades 28,5% (Adermann, 2008). Kuigi männimetsi leidub Eestis kõikjal, on kaks piirkonda, kus nende osatähtsus on mõnevõrra suurem. Need on Lääne- ja Loode-Eesti (kaasa arvatud Saare- ja Hiiumaa) ning Kagu-Eesti (Kollist, 1974). Männikud on erinevatel kasvukohtadel oma fenotüübilt väga erinevad. Nagu erinevad üksteisest puistud, nii erinevad metsakasvatustelt ka üksikud puud. Erinevusi täheldatakse eelkõige kasvukiiruses, võra kujus, okste jämeduses, tüve vormis, koore välisilmes, seemnekandvuses ja paljudes teistes tunnustes (Pihelgas, 1994). Järglaskatsed on vanemate ja järglaste kasvu, arengu ja tootlikkuse võrdlemiseks ning liigi levikuala populatsioonide erinevuste selgitamiseks tehtavad välikatsed (Kurm, 2009). Süstemaatiline hariliku männi selektsioon ja järglaskatsete rajamine sai alguse 20. sajandi alguses paljudes riikides, kus oli esindatud männi looduslik areaal. Järglaskatsete alane uurimistöö võimaldas kindlaks teha suuri kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid erinevusi suure areaali eri piirkondadest pärinevate järglaste vahel (Kohlstock & Schneek, 1992). Seni, kuni plusspuud on valitud fenotüübi järgi, on järglaskatsed parim viis hindamaks valikute suhtelist geneetilist väärtust (White *et al.*, 2007). Fenotüübiline valik üldiselt säilitab geneetilist varieeruvust, samas kui geneetiline valik vähendab seda, eriti siis, kui geneetiline kasu on maksimumini viidud. Fenotüübilist valikut soovitatakse üksnes juhul, kui informatsioon põlvnemise kohta ei ole kättesaadav (Kowalczyk, 2005). Järglaskatsete peamine tähtsus seisneb

kohaliku uuendusmaterjali ühest kasvukohatüübist teise viimise mõju selgitamises ja emapuu fenotüübi kujunemist mõjutanud genotüübi ja keskkonnatingimuste interaktsioonist genotüübi headuse tingimisel (determineerimisel) järglaste kasvuomaduste kaudu.

Eestis tehtud selektsiooni alased uuringud on olnud suunatud männikute tootlikkuse suurendamisele. Männi aretuses on olnud kaks peamist eesmärki: suurendada puistu produktiivsust ja parandada saadava puidu kvaliteeti. Eestis alustati erineva tootlikkusega puistute ja plusspuude ning üksikpuude järglaste võrdlemist prof E. Pihelgase initsiatiivil. Tema poolt rajatud katsete eesmärgiks oli selgitada, kas erinevused puistute vahel on ainult modifikatsioonilised ja tingitud ökoloogiliste tingimuste erinevusest või on olulisi erinevusi ka populatsioonide geenifondis, mis kajastuvad järgnevas põlvkonnas (Pihelgas, 1971, 1973). Järglaskatsete uurimisel tuleb arvestada sellega, et pool järglase geenidest pärineb uurijate jaoks tundmatutelt isadelt, mistõttu pool potentsiaalsest informatsioonist on kasutu ja võib olla transformeeritud statistilisse mürrasse (Lindgren, 1991). Prof Endel Pihelgase juhtimisel Järvseljale rajatud katsetes, nagu ka enamikus teistes seni tehtud järglaskatsetes, on võrreldud erineva päritoluga järglasi samal kasvukohal. Siinkohal väärib märkimist V. Koski (1994) soovitus uurida sama päritoluga järglasi erinevatel kasvukohtadel. Taolised katsed Eestis küll rajati (Pihelgas, 1971), kuid need pole kahjuks käesoleva ajani säilinud.

Männi pikemaajalisel kasvatamisel väikeses geograafilises piirkonnas pole D. Lindgreni (1984) arvates soovitatav teha järglaste valikut kõrguskasvu alusel mitte varem kui 15-20 aasta vanuses. Selektioon baseerub noores eas puu kõrgusel kui tulevasel puu tagavara indikaatoril. Tänu tugevale geneetilisele korrelatsioonile nii puu kõrguse ja tüve mahu kui ka puu rinnasdiameetri ja tüve mahu vahel saab neid näitajaid kasutada tüve mahu hindamisel (Eriksson *et al.*, 1987). Oluliseks sammuks metsapuude parendamise programmides on leida head päritavuse hinnangud, et nende alusel valida geneetilise kontrolli all olevatest tunnustest head selektsiooni kriteeriumid (Diebel *et al.*, 1992). Valiku efektiivsus oleneb suurel määral ka tunnuste arvust, mille järgi valikut tehakse. Põhiline, mis takistab metsapuude geneetiliste mehhanismide selgitamist, on puude väga aeglane kasv ning genotüübi ja keskkonna koosmõjude varieeruvus (Pöykko, 1982).

Rootsis saadud tulemuste põhjal omasid plusspuu järglased 12% kõrgemat tagavara juurdekasvu pinnaühiku kohta võrreldes parendamata kontrollpartiide järglastega (Jansson, 2007). Geneetiline kasu on järglaste progress võrrelduna algse populatsiooniga (Eriksson & Ekberg, 2001). Geneetiline kasu sõltub selektsiooni intensiivsusest, produktiivsuse tunnuste kasu harilikul männil on massilise valiku puhul harilikult 12–15%, järgnev genotüübiline valik võib anda palju kõrgema geneetilise kasu (Danusevičius, 2002). Fenotüübi järgi valitud plusspuude, kontrollitud ristamisest saadud järglaste ja valikuta loodulikust puistust pärit järglaste geneetilise erinevuse selgitamisel ilmses (Andersson *et al.*, 2007), et parendatud puud omasid 5,5% suuremat kõrguse ja diameetri suhet (olid sihvakamad). Poolas tehtud uurimuste järgi (Giertych, 1995) kattus geneetiline valik ainult 48 % ulatuses fenotüüblise valikuga plusspuid valides.

Oluline põhjus järglaste testimiseks on uute genotüüpide saamine aretuspopulatsiooni uue tsükli jaoks. Tehes otsuseid järgmise aretustsükli jaoks, on küsimuseks, kas valida välja vanempuud (*backward* – tagasi suunatud valik) või leida nende parim vabatoetlemise teel saadud järglane (*forward* – eelseisev valik) (Ruotsalainen, 2002). Tagasi suunatud valik tähendab parimate plusspuude tunnistamist vanema-

teks järgmisel paljundamisel, põhinedes järglaskatsete tulemusel (Ruotsalainen & Lindgren, 1998). Lindgren (1986) on väitnud, et põhimõtteliselt tuleks kontrollitud genotüüpidega parimate järglaste puhul teha tagasi suunatud ja teiste puhul eelseisvat valikut. Vabatoimlemise teel saadud seeme on kiiresti kättesaadav materjal nii metsapuude järglaskatsete kui ka kultuuride jaoks, kuid kontrollimata õietolm, mis vähendab saavutatud geneetilist kasu, on peamine puudus vabatoimlemisega materjali kasutamisel eelseisvas valikus (Harju, 1995). Samas parima avatud toimlemisega järglaste kasutamine madalama hindega plusspuu asemel on iseenesest hea alternatiiv (Ruotsalainen & Lindgren, 1998).

Prof Endel Pihelgase juhtimisel rajatud järglaskatseid Järveljal on varem uuritud mitmel korral. H. Kivimägi (1977) oma diplomitöös E. Pihelgase juhendamisel selgitas plusspuude ja üksikpuude järglaste kasvuerinevusi. Ilmnes, et mitte kõiki vanemate tunnuseid ei anta edasi järglastele. Üksikud järglaskonnad erinevad omavahel keskmise kõrguse, puhkemise aja, võra vormi ja teiste tunnuste poolest. Antud katsekultuure uuris ka E. Jõepeere (1999) oma bakalaureusetöös T. Mölsi ja M. Kurmi juhendamisel. Ilmnes, et hariliku männi kõrguse päritavuses etendasid lisaks geneetilisele faktorile olulist osa ka emapuu vanus epigeneetilise faktorina (Kurm *et al.*, 2000). On selgunud, et hariliku männi järglaste kõrguskasvu puhul kultuuri vanuse suurenedes päritavuse osatähtsus väheneb (Krusche *et al.*, 1980). U. Kauri (2009) magistr töö eesmärgiks oli selgitada hariliku männi kõrguse ja rinnasdiameetri päritavuse taset 41 ja 42 aasta vanuste järglaskatsete põhjal. Uuriti, millisel määral sõltuvad järglaspuude kasvuomadused emapuude ja emapuistute päritolust ning vanusest. Muuhulgas selgus, et plusspuude järglased on plusspuude registrisse mittekuluvatest puude järglastest mõnevõrra sihvakamad (suurema kõrguse ja diameetri suhtega).

Käesolevas töös jätkavad autorid varem tehtud uurimusi (Kurm *et al.*, 1998a; 1998b; 2000; 2008) prof E. Pihelgase juhtimisel Järveljale rajatud järglaskultuuride analüüsimisel. Töö eesmärgiks on uurida, (1) millisel määral sõltuvad järglaskultuuride kasvuomadused emapuude päritolust kultuuride erinevas vanuses, (2) millisel määral erinevad plusspuude järglaspuistute takseertunnused plusspuude registrisse mittekuluvate emapuude seemnetest kasvatatud järglaspuistute vastavatest tunnustest, (3) kuidas emapuistute vanus mõjutab järglaste kasvuomadusi, samuti, (4) kas on võimalik leida mereäärsetest regioonidest ning sisemaalt pärit emapuistute järglaspuistute vahel kasvuerinevusi.

Materjal ja metoodika

Seemnete varumine järglaskatsete rajamiseks

Selgitamaks, milline on erineva päritoluga emapuistute ja emapuude (plusspuude, üksikpuude ja segapartiide) geneetiline mõju järglaste tunnustele ja milliseid emapuude tunnuseid on otstarbekas kasutada edaspidi plusspuude valikul, koguti prof Endel Pihelgase juhendamisel katsekultuuride rajamiseks käbisid kahel korral, 1965. ja 1966. aastal. Kahjuks pole antud katsekultuuride puhul kõik emapuistute, üksikpuude ja neid ümbritsevate puistute takseerandmed tänapäevani säilinud.

1965. a varuti käbisid 11 puistust kaheksast praegusest maakonnast, igast puistust vähemalt 20 juhuslikult valitud puult. Valitud puistute iseloomustamiseks on tabelis 1 esitatud nende kasvukohatüüp, vanus, kõrgus, diameeter ja koosseis. Seemnepartii koodi esimene osa tähistab seemnete kogumise aastat, teine osa tähistab seemnepartii numbrit.

Tabel 1. 1965. a seemnevarumiseks kasutatud puistute asukoht ja takseerandmed.

Table 1. Characteristics and origin of stands used for seed collection in 1965.

Seemnepartii kood / Code of seed lot	Forest district	Kvartal Compartment	Kasvuko- hatüüp Site type	Puistu / Stand			
				Koosseis Composition	Vanus, a Age (y)	Kõrgus, m Height (m)	Diaameeter, cm DBH (cm)
65-1	Järvelja (Tartumaa)						
65-2	Järvelja (Tartumaa)	116	kõdusoo	90Mä5Ku3Ks2Hb	130	30	44
62-73	Järvelja (Tartumaa)						
65-4	Varbla (Pärnumaa)	15					
65-5	Saru (Võrumaa)	128	kõdusoo	80Mä20Ku	110	24	24
65-7	Kooraste (Võrumaa)	104		50Mä47Ku3Ks	130	26	30
65-6	Karula (Valgamaa)	35	kõdusoo	70Mä30Ku	80		
65-8	Siniallika (Harjumaa)	26		100Mä	60	19	24
65-9	Kõpu (Viljandimaa)	60	pohla	80Mä10Ku10Ks	110		
65-10	Pidula (Saaremaa)		pohla	95Mä5Ku	17		
65-11	Riguldi (Läänemaa)	11	pohla	100Mä	40		

Tabel 2. 1966. a. seemnevarumiseks kasutatud plusspuude asukoht ja nende andmed.

Table 2. Characteristics and origin of plus trees used for seed collection in 1966.

Seemnepartii kood / Code of seed lot	Plusspuu registritä- his / Registration ID of plus tree	Metsakond Forest district	Kvartal Compartment	Plusspuu / Plus tree		
				Vanus, a Age (y)	Kõrgus, m Height (m)	Diaameeter, cm DBH (cm)
66-35		Järvelja	288			
66-36	V-3	Aakre	57	75	24	26
66-38	V-6	Aakre	57	75	24	26
66-39	V-11	Aakre	57	75	24	26
66-40	E-5	Kuuste	117	70	28	27
66-43	E-21	Kiidjärve	146	85	24	22
66-50	Al-4	Iisaku	121	70	24	24

1966. a varuti käbisid 12 plusspuult ja 26 üksikpuult. Katsekultuurides on esindatud endise Valgamaa Metsamajandi Aakre metskonna, Alutaguse Metsamajandi Iisaku metskonna ja Elva Metsamajandi Kuuste metskonna päritoluga plusspuude ning Järvelja ühe eliitpuu 66-35 järglased (tabel 2).

Lisaks plusspuudele koguti käbisid plusspuude registris mitteesinevatelt puudelt (üksikpuudelt) endise Tartu Metsamajandi Raadi ja Halliku metskonnast ja EPA Järvelja Öppe- ja Katsemetsamajandist. Valitud üksikpuud olid naaberpuudest parema fenotüübiga, kuid nende puhul ei olnud täidetud kõik plusspuudele esitatavad nõuded, mistõttu nad ei olnud kantud plusspuude riiklikku registrisse. Üksikpuude vanus, kõrgus ja rinnasdiaameeter ning ümbritseva puistu kasvukoha-tüüp ja koosseis on esitatud tabelis 3.

Lisaks plusspuude ja üksikpuude seemnetele kasutati järglaskatse rajamisel 11 nn segapartii seemneid, mis olid saadud hõredatest noorendikest või väikestest puude gruppidest kogutud käbidest endisest Halliku ja Halinga metskonnast, Elva Metsamajandist ning EPA Järvelja Öppe- ja Katsemetsamajandist.

Saadud seemned (plusspuude-, üksikpuude-, segapartiide- ja puistuseeme) külvati tolleaegse EPA Järvelja Öppe- ja Katsemetsamajandi taimeaeda külvinormiga 1,5 g meetri kohta, millest kasvanud kaheaastased seemikud istutati katseruutudele 1967. ja 1968. a (katseruutude koodid tabelites 1-3 algavad vastavalt seemnete varumisaastale numbriga 65 ja 66).

Tabel 3. 1966.a. seemnevarumiseks kasutatud üksikpuude asukoht ja nende takseernäitajad.
 Table 3. Characteristics and origin of single trees (mother trees) used for seed collection in 1966.

Seemnepar- tii kood <i>Code of seed lot</i>	Metskond <i>Forest district</i>	Kvartal <i>Com- part- ment</i>	Ümbritsev puistu <i>Surrounding stand</i>		Üksikpuu <i>Single tree</i>		
			Kasvukohatüüp <i>Site type</i>	Koosseis <i>Composition</i>	Vanus, a <i>Age (y)</i>	Kõrgus, m <i>Height (m)</i>	Diameeter, cm <i>DBH (cm)</i>
66-16	Järvelja (Tartumaa)	117	pohla	95Mä3Ku2Ks	140	34	32
66-17	Järvelja (Tartumaa)	117	pohla	95Mä3Ku2Ks	147	36,6	48,5
66-5	Raadi (Tartumaa)	164	pohla	95Mä5Ku	75	22,5	35
66-4	Raadi (Tartumaa)	164	pohla	95Mä5Ku	68	27	25
66-20	Järvelja (Tartumaa)	167	kõdusoo	95Mä5Ks	110		
66-21	Järvelja (Tartumaa)	167	kõdusoo	95Mä5Ks	110		
66-18	Järvelja (Tartumaa)	117	pohla	95Mä3Ku2Ks	140	34,8	42,5
66-27	Järvelja (Tartumaa)	167	kõdusoo	95Mä5Ks	110		
66-28	Järvelja (Tartumaa)	167	kõdusoo	95Mä5Ks	110		
66-29	Järvelja (Tartumaa)	167	kõdusoo	95Mä5Ks	110		
66-30	Järvelja (Tartumaa)	167	kõdusoo	95Mä5Ks	110		
66-31	Järvelja (Tartumaa)	167	kõdusoo	95Mä5Ks	110		
66-32	Järvelja (Tartumaa)	167	kõdusoo	95Mä5Ks	110		
66-33	Järvelja (Tartumaa)	167	kõdusoo	98Mä2Ks	110		
66-54	Järvelja (Tartumaa)						
66-55	Järvelja (Tartumaa)						
66-57	Järvelja (Tartumaa)	80					
66-14	Halliku (Tartumaa)				15	5	11
66-13	Halliku (Tartumaa)				15	5	10
66-52	Järvelja (Tartumaa)						
66-53	Järvelja (Tartumaa)						
66-10	Halliku (Tartumaa)				18	4,5	12
66-11	Halliku (Tartumaa)				18	6	16
66-12	Halliku (Tartumaa)				18	6	16
66-34	Järvelja (Tartumaa)						
66-58	Järvelja (Tartumaa)	80					

Katsekultuuride rajamisest

Hariliku männi järglaspuude katsealad EPA Järvelja Õppe- ja Katsemetsamajandisse rajati prof Endel Pihelgase juhendamisel aastatel 1967 ja 1968. Igale katseruudule istutati üldjuhul 240 kaheaastast seemikut (10 rida, igas reas 24 taime). Katseruutude vahele jäeti ühe rea laiune tühi riba, et hiljem oleks võimalik katseruute paremini üksteisest eraldada. Katseruudu pindala oli üldjuhul 450 m², mõne seemnepartii korral oli istutatud ridu ka vähem, väikseim katseruudu pindala oli 90 m².

1967. aastal rajati 2,52 ha katsekultuure Kikassaare tee äärde Tasale kvartalile 312 (enne 1962. aastat 12A) endisele põllumaale (nõrgalt leetunud kamarleetmuld, FAO-UNESCO klassifikatsiooni järgi *Podzoluvisols*) erinevatest regioonidest ja erineva vanusega emapuistutest (tabel 1) pärit seemnest kasvatatud seemikutega. Erinevad variandid olid katsekultuuridena antud katsealal esindatud kuni kolmes korduses.

1968. a rajati järglaskatse alad pindalaga 1,83 ha ja 1,30 ha erinevatelt emapuudelt: nii pluss- ja üksikpuudelt kui ka segapartiidest (tabelid 2 ja 3) pärit seemnetest kasvatatud seemikutega kvartalile 312 (enne 1962. a. 12A) ja kvartalile 313 (enne 1962. a. 12B). Enamuse seemnepartiide järglased on esindatud ühes katsekultuuris mõlemal katsealal.

Aastatel 1967–68 rajati kolmele katsealale kokku üle 100 katseruudu. Katsealade keskpunkt on koordinaatidega 58°21'19" ja 27°13'6". Praegusel hetkel asuvad need katsealad eramaal, mis on omandireformi käigus tagastatud õigusjärgsetele omanikele.

Järglaspuude mõõdistamine

Käesolev uurimus toetub hariliku männi eelpool kirjeldatud kolme katseala 76 säilinud katseruudu 1995. a ja 2008. a mõõtmiste andmetele.

1995. a mõõdeti katseruutudel järglaspuude rinnasdiameetreid ridade kaupa 1 cm astmega. Osal proovitükkidest klupiti järglaspuuid osapinnaliselt. Klupitud osatüki pindala arvutati sel juhul sõltuvana mõõdetud ridade arvust (ühe rea pindalaks arvestati 45 m²). Igal osatükil mõõdeti kuni üheksal juhuslikult valitud järglaspuul lisaks rinnasdiameetritele ka kõrgus. Kokku mõõdeti 6052 järglaspuu diameeter ja 621 järglaspuu kõrgus.

2008. a katsekultuuride mõõtmise hetkeks oli omandireformi tulemusena kujunenud olukord, kus osa katsekultuure olid peamiselt lehtpuude konkurentsi tõttu liigihõrenenud ning tuli lugeda hukkunuks. Välimõõtmiste kavandamisel 2008. a tekkis küsimus, milline peaks olema minimaalne säilinud puude arv katseruudul, et sealt saadavad mõõtmisandmed oleksid veel üldistatavad. Lähtuti seisukohast, et katseruudu minimaalne täius peaks olema 30%. Kuna selline täius on võimalik nii väiksema arvu suuremate puude puhul kui ka suurema arvu väiksemate puude korral, siis otsustati katseruutudel olevad puud esialgu ainult loendada. Lõplik otsus, kas katseruudul olevaid puud analüüsitakse või mitte, tehti vastavalt mõõtmisandmetele MS Exceli arvutustabeli abil ja saadud kriitilisele puude arvule. Arvutuse sisendiks oli katseruudult saadud loendusandmed ning katseruudu pindala. Täiusele 30% vastav kriitiline puude arv arvutati antud katsealade keskmisest kõrgusest ja diameetrist ning konkreetse katseruudu pindalast lähtuvalt metsatakseerimise normatiivide (Metsa korraldamise juhend, 2009) abil.

Ka 2008. a mõõdeti järglaskatsete 76 säilinud katseruudul kõigi puude rinnasdiameeter 1 cm astmega ning 54 katseruudul juhuslikult valitud üheksal puul lisaks ka kõrgus. Kokku mõõdeti 4622 järglaspuu rinnasdiameeter ja 486 puu kõrgus.

Katseruutude takseertunnuste arvutamine

Järglaskultuuride kasvuomaduste iseloomustamiseks katseruudus arvutati alljärgnevad puistu tasemel takseertunnused: tihedus N (ha⁻¹), rinnaspindala G (m²ha⁻¹), keskmine diameeter D (cm), keskmine kõrgus H (m) ja tüvemaht V (m³ha⁻¹). Puistu tihedus N , rinnaspindala G ja keskmine diameeter D kui puude diameetrite ruutkeskmine arvutati katseruudu kluppimisandmete põhjal võttes seejuures arvesse katseruudu pindala mõõtmisaastal. Katseruudu keskmine kõrgus H arvutati valemiga (Kiviste *et al.*, 2003)

$$H = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i \cdot \left(1 - (0,369 - 0,0056 \cdot D) \cdot \left(1 - \left(\frac{D}{d_i} \right)^{1,31} \right) \right) \quad (1),$$

kus D - katseruudu keskmine diameeter cm,
 n - mõõdetud kõrgusega järglaspuude arv katseruudul,
 d_i - juhuslikult valitud järglaspuu rinnasdiameeter cm,
 h_i - juhuslikult valitud järglaspuu kõrgus m.

Katseruudu kõigile puudele arvutati kõrgus h valemiga

$$h = \frac{H}{1 - (0,369 - 0,0056 \cdot D) \cdot \left(1 - \left(\frac{D}{d} \right)^{1,31} \right)} \quad (2),$$

kus H – katseruudu keskmine kõrgus m,
 D – katseruudu keskmine diameeter cm,
 d – puu rinnasdiameeter cm.

Katseruudu puude tüvemaht v arvutati valemiga (Padari, 1993)

$$v = \pi \cdot d^2 \cdot h \cdot \left(0,3571 + \frac{0,66}{d} + \frac{2,156}{h} - \frac{8,312}{d \cdot h} \right) \quad (3),$$

kus h – puu kõrgus m,
 d – puu rinnasdiameeter cm.

Katseruudu tüvemaht V arvutati klupitud puude tüvemahtude summa ja katseruudu pindala suhtena.

Statistilise andmetöötluse metoodika

Kogutud andmestikul uuriti emapuu või emapuistu tunnuste (asukoht, vanus, seemnete valiku meetod) mõju järglaspuistu (katseruudu) tunnustele (tihedus N , rinnaspindala G , ruutkeskmine diameeter D , keskmine kõrgus H ja tüvemaht V). Tunnustevahelise sõltuvuse uurimiseks kasutati rakendusstatistika tarkvarapaketi SAS üldiste lineaarmetodite protseduuri GLM (SAS Institute inc., 1989).

Puistusemnest rajatud järglaspuistute (1967. a rajatud katsekultuurid) takseertunnuste (N , G , D , H ja V) analüüsimiseks kasutati üldist lineaarmudelit, kus uuritavateks faktoriteks olid järglaskultuuri vanus (29 või 42 aastat), emapuistu asukoht kas mereäärne (Saaremaa, Läänemaa, Harjumaa ja Pärnumaa) või sisemaa (Valgamaa, Võrumaa, Viljandimaa ja Järvselja) diskreetsete tunnustena ja emapuistu vanus pideva tunnusena. Emapuu seemnetest rajatud järglaspuistute (1968. a rajatud katsekultuurid) takseertunnuste analüüsimisel võeti uuritavateks faktoriteks järglaskultuuri vanus (28 või 41 aastat), emapuu valiku meetod (plusspuu, üksikpuu või segapartii) diskreetsete tunnustena ja emapuu vanus pideva tunnusena.

Tulemused ja arutelu

Emapuistutest kogutud seemnetest rajatud järglaspuistute omadused

Üldiste lineaarmetoditega tehtud analüüsi tulemused puistusemnestest rajatud järglaspuistute omadusi mõjustavate faktorite olulisuse selgitamiseks on esitatud tabelis 4.

Täiesti ootuspäraselt selgus (tabel 5), et järglaskultuuride diameeter D , kõrgus H ja tüvemaht V on 13 aasta jooksul (vanusest 29 aastat vanuseni 42 aastat) usaldusväärselt kasvanud (olulisuse tõenäosus alla 0,0001). Rinnaspindala (G) muutus samal ajal ei osutunud statistiliselt oluliseks (tabel 4). Kuna mõõtmiste vahelisel perioodil ei olnud tehtud hooldusraieid, siis ka järglaspuistute tiheduse (N) vähenemine osutus oluliseks vaid olulisusnivoo 0,1 korral (tabel 4).

Emapuistu mõju osutus statistiliselt oluliseks vaid järglaspuistute kõrguse osas, kusjuures statistiliselt oluliseks osutus nii emapuistu vanus kui ka mere lähedus (tabel 4).

1967. a istutatud erinevatest regioonidest pärit järglaspuistute võrdlemisel tähelel dati, et kõrguse osas ületasid sisemaa päritoluga järglaspuistud oluliselt mereäärse päritoluga järglaspuistuid keskmiselt ligikaudu ühe meetri võrra (tabel 5).

Tõenäoliselt on see erinevus tingitud ka rannikualade ja sisemaa kliimaatilistest erinevustest. Erinevate kasvukohtade männikute erinevused ilmnevad esmalt

Tabel 4. Üldiste lineaarmetodite protseduuri tulemused puistuseemnetest rajatud järglaspuistute (1967. a rajatud katsekultuuride) tiheduse (N), rinnaspindala (G), ruutkeskmise diameetri (D), keskmise kõrguse (H) ja tüvemahu (V) jaoks: mudelite determinatsioonikordajad (R^2) ning faktorite olulisuse tõenäosused.

Table 4. Results of the General Linear Methods procedure for density (N), basal area (G), mean-square diameter (D), mean height (H) and volume (V) of progeny trials (established in 1967 using seeds from stands): coefficients of determination of models (R^2) and p-values of factors.

Tunnused Variables	R^2	Olulisuse tõenäosus / p-value		
		Järglaskultuuri vanus Age of progeny trial	Emapuistu vanus Age of mother stand	Merelisuse indikaator Indicator of maritime conditions
N	0,51	0,0861	0,95	0,62
G	0,03	0,4187	0,9465	0,7501
D	0,85	<0,0001	0,8172	0,6559
H	0,976	<0,0001	0,0063	<0,0001
V	0,376	<0,0001	0,8977	0,9150

Tabel 5. Järglaspuistu vanuse ja emapuistu mereäärsuse mõjude hinnangud 1967. a istutatud katsekultuuride andmeil koostatud üldiste lineaarmudelite järgi (mereäärsete ja sisemaa regioonide mõjud on taandatud samale vanusele).

Table 5. Predictions of progeny stand variables by stand age and maritimidity of mother stands based on General Linear Models using data from trials (established in 1967). Effects of seed source origin (maritime and inland regions) are calculated at the same age.

Tunnused Variables	Mõõtmiste arv Number of measurements	Takseertunnuse mudelprognoos / Prediction of variable			
		Katsekultuuride vanus, a Age of progeny trials		Mereäärsed regioonid Maritime regions	Mandri regioonid Inland regions
		29	42		
N	48	2360	1273	1965	1669
G	48	44,2	47,7	48,2	43,7
D	48	15,6	22,0	18,6	19,0
H	44	14,6	21,7	17,6	18,7
V	44	333	484	414	403

puistute tootlikkuses ja puude morfoloogilistes tunnustes (Pihelgas, 1994).

Eestis on uuritud (Etverk & Kurm, 1992) ka kuuskede kasvu nii kontinentaalses kui mereäärses allrajoonis. Ilmnes, et kontinentaalse allrajooni kuused ületavad mereäärse allrajooni kuuski nii kõrguselt kui rinnasdiameetrit. On jõutud järeldusele, et seemneid võib viia kontinentaalsest allrajoonist mereäärsesse, kuid mitte vastupidi.

Emapuistute vanuse ja päritolu regioonide koosmõju arvestamiseks kasutati üldise lineaarmudeli SAS/GLM protseduuri, kus kultuuri vanus (29 või 42) ja päritolu regioon (mere lähedal või sisemaal) olid diskreetsed faktorid ning emapuistu vanus oli pidev tunnus. Selgus, et järglaste kõrgusele avaldasid samaaegselt mõju nii emapuistu vanus ($p=0,0063$) kui ka mere lähedus ($p<0,0001$). Joonistel 1 ja 2 selgub, et katses kasutatud mereäärsetest regioonidest pärit seemned olid saadud noorematest emapuistutest ja sisemaalt pärinevad seemned pärinesid vanematest emapuistutest. Emapilgul tundub (joonised 1 ja 2), et vanemate emapuistute järglased on

Joonis 1. Järglaspuistu keskmine kõrgus 1995. a sõltuvana emapuistu vanusest ja asukohast (○ – mereäärne, Δ – sisemaal asuv puistu).

Figure 1. Mean heights in 1995 of progeny stands by age of mother stand and by it's location (○ – maritime region; Δ – inland region).

Joonis 2. Järglaspuistu keskmine kõrgus 2008. a sõltuvana emapuistu vanusest ja asukohast (○ – mereäärne, Δ – sisemaal asuv puistu).

Figure 2. Mean heights in 2008 of progeny stands by age of mother stand and by it's location (○ – maritime region; Δ – inland region).

keskmiselt pisut kõrgemad kui nooremate emapuistute järglased. Täpsemal vaatlusel selgub, et nii mereäärsete kui ka sisemaalt pärit puistute järglased eraldi võetuna ilmutavad kõrguses langevat trendi.

Saadud tulemus sobib E. Pihelgase (1968) järeldusega, et noorte emapuude järglased on vastupidavamad ja kiirema kasvuga nii kõrguse kui ka diameetri osas. Samas on avaldatud ka vastupidiseid tulemusi. Näiteks Poolas, 59 aasta vanustes järglaskatsetes, oli nii üksikpuude diameeter kui ka puude rinnaspindala väiksem nooremate emapuude järglastel ja suurem vanemate emapuude järglastel (Wiluzi & Giertych, 1974). On ka arvatud (Kurm *et al.*, 2000), et emapuu vanuse mõju on epigeneetiline. Kuna meie saadud tulemused ei leidnud kinnitust kirjanduses avaldatud tulemustega, siis osutus otstarbekaks veelkord analüüsida järelduste aluseks olnud andmestikku. Kuna 1967. a. aastal rajatud katsekultuuri andmestikus olid mereäärsed puistud esindatud ainult noorte emapuistute järglastega ja sisemaised puistud vaid vanade emapuistute järglastega, ei pruugi saadud tulemus olla usaldusväärne.

Erinevatelt emapuudelt kogutud seemnetest rajatud järglaspuistute omadused

Üldiste lineaarmetoditega tehtud analüüsi tulemused erinevate emapuude seemnetest rajatud järglaspuistute omadusi mõjustavate faktorite olulisuse selgitamiseks on esitatud tabelis 6.

Täheldati (tabel 6), et järglaskultuuride rinnaspindala, diameeter, kõrgus ja tagavara on 13 aasta jooksul (vanusest 28 aastat vanuseni 41 aastat) usaldusväärselt kasvanud (olulisuse tõenäosus alla 0,0001). Kuna mõõtmiste vahelisel perioodil ei olnud tehtud katseruutudel hooldusraieid, siis ka järglaspuistute tiheduse (N) vähenemine osutus oluliseks vaid olulisusnivoo 0,02 korral.

Emapuu mõju osutus statistiliselt oluliseks vaid järglaspuistute kõrguse ja rinnasdiameetri osas, kusjuures oluliseks osutusid nii emapuistu vanus kui ka emapuu valiku tunnus (plusspuu, üksikpuu või segapartii) (tabel 6).

Emapuistute vanuse ja päritolu regioonide mõju arvestamiseks tehti lineaarmudel SAS/GLM protseduuriga, kus kultuuri vanus (28 või 41) ja emapuude valiku tunnused (plusspuu, üksikpuu või segapartii) olid diskreetsed faktorid ning emapuu vanus oli pidev tunnus. Selle tulemusel selgus, et järglaste kõrgusele avaldasid samaaegselt mõju nii emapuistu vanus (olulisuse tõenäosus 0,015) kui ka teatud määral emapuu valiku tunnus (olulisuse tõenäosus 0,06). Joonistel 3 ja 4 selgub, et katses kasutatud plusspuudelt ja üksikpuudelt pärit seemnetest kasvanud puud olid kõrgemad vanemate emapuude puhul ja madalamad järglased pärinesid noorematelt puudelt. Segapartiid olid pärit ainult noorematelt puudelt. Plusspuude järglased olid keskmiselt peaaegu meetri võrra kõrgemad kui üksikpuude ja segapartiide järglased (tabel 7 ja joonis 4). Joonisel 4 selgub, et plusspuude ja üksikpuude järglased ilmutavad kõrguskasvus vanuse suurenedes tõusvat trendi emapuude vanuse suhtes, mis on vastassuunaline emapuistutest kogutud seemnetest kasvatatud järglaskultuurides täheldatud trendiga.

Selgus, et järglaste rinnasdiameetrile avaldasid samaaegselt mõju (tabel 6) nii emapuistu vanus (olulisuse tõenäosus 0,01) kui ka emapuu valiku tunnus (olulisuse tõenäosus 0,004). Oluliselt suurema rinnasdiameetriga olid plusspuude järglased, mis ületasid üksikpuude järglasi keskmiselt 2 cm võrra. Täheledata mõningast erinevust ka üksikpuude ja segapartiide järglaste vahel ($p=0,05$).

Tabel 6. Üldiste lineaarmetodite protseduuri tulemused emapuude seemnetest rajatud järglaspuistute (1968. a rajatud katsekultuuride) tiheduse (N), rinnaspindala (G), ruutkeskmise diameetri (D), keskmise kõrguse (H) ja tüvemahu (V) jaoks: mudelite determinatsioonikordajad (R^2) ning faktorite olulisuse tõenäosused.

Table 6. Results of the General Linear Methods procedure for density (N), basal area (G), mean-square diameter (D), mean height (H) and volume (V) of progeny trials (established in 1968 using seeds from mother trees): coefficients of determination of models (R^2) and p-values of factors.

Tunnused Variables	R^2	Olulisuse tõenäosus / p-value		
		Järglaskultuuri vanus Age of progeny trial	Emapuu vanus Age of mother tree	Valiku tunnus Variable of selection
N	0,1930	0,0202	0,4763	0,1374
G	0,3208	<0,0001	0,5432	0,3424
D	0,7871	<0,0001	0,0095	0,0043
H	0,9224	<0,0001	0,0152	0,0600
V	0,6218	<0,0001	0,3381	0,4111

Tabel 7. Järglaspuistu vanuse ja emapuude valiku mõjude hinnangud 1968. a istutatud katsekultuuri andmeil koostatud üldiste lineaarmudelite järgi (emapuu valikute mõjud on taandatud samale järglaspuistu vanusele).

Table 7. Predictions of progeny stand variables by stand age and by seed source origin based on General Linear Models compiled using the data from trials (established in 1968). Effects of seed source origin (plus trees, single trees and mixture of seed) are calculated at the same age.

Tunnused Variables	Mõõtmiste arv Number of measure- ments	Takseertunnuse mudelprognosis / Prediction of variable				
		Katsekultuuride vanus, a Age of progeny trials		Plusspuud Plus trees	Üksikpuud Single trees	Segapartiid Mixture of seeds
		28	41			
N	104	2032	1647	1933	1825	1760
G	104	40,2	52,6	54,5	41,8	42,9
D	104	16,0	20,2	19,1	17,3	17,9
H	86	14,8	21,2	18,7	17,8	17,8
V	86	317	529	497	381	391

Joonis 3. Järglaspuude keskmine kõrgus 1995. a sõltuvana emapuu vanusest ja seemneallikast (◇ – plusspuu, □ – üksikpuu, * – segapartii).

Figure 3. Dependence between of mean height of progeny and age of mother tree and seed source in 1995 (◇ – plus tree, □ – single tree, * – mixture of seeds from different trees).

Joonis 4. Järglaspuude keskmine kõrgus 2008. a sõltuvana emapuu vanusest ja seemneallikast (◇ – plusspuu, □ – üksikpuu, * – segapartii).

Figure 4. Dependence between of mean height of progeny and age of mother tree and seed source in 2008 (◇ – plus tree, □ – single tree, * – mixture of seeds from different trees).

Rinnaspindala puhul selgus vanuse oluline mõju ($p < 0,0001$). Suurima rinnaspindalaga olid plusspuude järglaspuistud ($54,54 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$).

Ka järglaspuistute tüvemaht kasvas vanusega oluliselt ($p < 0,0001$), kusjuures eris-
tusid oluliselt plusspuude järglaspuistud. Tüvemahu osas ületasid plusspuude järg-
lased üksikpuude järglasi keskmiselt $116 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ ja segapartiide järglasi $106 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$
võrra.

Kokkuvõte

Männikute osatähtsuse säilitamiseks, uue metsapõlve rajamiseks ja produktiivsete
puistute saamiseks on olulised järglaskatsete uurimise tulemused. Eestis tehtud
selektiooni alased uuringud on olnud suunatud männikute tootlikkuse suurenda-
misele. Eestis alustati erineva tootlikkusega puistute ja plusspuude ning üksikpuude
järglaste võrdlemist prof E. Pihelgase initsiatiivil.

Professor E. Pihelgase juhendamisel 1967. ja 1968. a rajatud järglaskatsete uuri-
mistulemuste põhjal võib teha järgmised järeldused:

- sisemaalt pärinevad järglaspuistud ületavad kõrguse poolest oluliselt mereäärse-
test regioonidest pärinevaid järglasi;
- plusspuude järglaspuistud ületasid nii üksikpuude järglasi ja segapartiidest kas-
vatatud puistusid kõigi takseertunnuste (keskmine kõrgus, rinnasdiameeter,
rinnaspindala ja tüvemaht) osas;
- 1967. a ja 1968. a rajatud järglaskultuurides on emapuistute ja emapuude vanuse
mõju järglaspuistute kõrgusele vastassuunaline, mille põhjuseks võivad olla
tasakaalustamata valim 1967. a. katsekultuurides kui ka emapuistu vanuse
epigeneetiline mõju.

Tänuavaldused. Uurimus valmis Haridus- ja Teadusministeeriumi (SF0170014s08)
toetusel.

Kasutatud kirjandus

- Adermann, V. 2008. Eesti metsad 2007. (Estonian Forests 2007). Metsavarude hinnang statistilisel valik-
meetodil. (The estimation of forest sources by statistical sampling methodology). – Metsakaitse- ja
Metsauuenduskeskus. Tallinn. 14 p. (tables and figures). (In Estonian).
- Andersson, B., Elfving, B., Persson, T., Ericsson, T., Kroon, J. 2007. Characteristics and development of im-
proved *Pinus sylvestris* in northern Sweden. – Canadian Journal of Forest Research, 37(1), 84–92.
- Danusevicius, J. 2002. Breeding of Pines. (Pusies selekcija). Monograph. Kaunas. 352 p. (In Lithuanian).
- Diebel, K. E., Geyer, W. A., Lynch, K. D. 1992. Heritability and expected gain estimates for traits of Scots
pine christmas tree seed sources. – Western Journal Applied Forestry, 7(3), 82–86.
- Eriksson, G., Ilstedt, B., Nilsson, C., Rytman, H. 1987. Within- and between-population Variation of
Growth and Stem Quality in a 30-year-old *Pinus sylvestris* Trial. – Scandinavian Journal of Forest
Research, 2, 301–314.
- Eriksson, G., Ekberg, I. 2001. An Introduction to Forest Genetics. Uppsala. 166 pp.
- Etverk, I., Kurm, M. 1992. Kuuskede kasv Songa seemlas. (The growth of spruces in Songa seed orchard).
– Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused XXV. Metsamajanduse päevakorraprobleeme.
Tartu, 161 pp. (In Estonian).
- Giertych, M. 1995. Family variability and selection of elite trees in Scots Pine. – Arbor Kornickie, 40,
55–70.
- Harju, A. 1995. Genetic functioning of Scots pine seed orchards. – Acta Universitatis Ouluensis. A Scientiae
Rerum Naturalium, 271. 39 pp.
- Jansson, G. 2007. Gains from selecting *Pinus sylvestris* in southern Sweden for volume per hectare. – Scan-
dinavian Journal of Forest Research, 22, 185–192.

- Jõepere, E. 1999. Kõrguse ja rinnasdiameetri päritavuse uurimine harilikul männil. (Estimation of variance components and heritability coefficient in Scots pine). Bakalaureusetöö. (Bachelor thesis). TÜ Matemaatikateaduskonna matemaatilise statistika instituut. 33 pp. (In Estonian).
- Kaur, U. 2009. Kasvuomaduste erinevuste uurimine hariliku männi järglaskatsetes. (The studies on growth differences in the progeny trials of the Scots pine). Magistritöö. (Master thesis). Tartu, EMÜ Metsandus- ja maaehitusinstituut. 69 pp. (In Estonian).
- Kivimägi, H. 1977. Pärilikkuse mõjust männikultuuride kasvule. (About the heritability influence to the growth in Scots pine culture). Diplomitöö. (Diploma thesis). Tartu. 72 pp. (In Estonian).
- Kiviste, A., Nilson, A., Hordo, M., Merenäkk, M. 2003. Diameter distribution models and height-diameter equations for Estonian forests. – Modelling Forest systems. CABI Publishing, 169–179.
- Kohlstock, N., Sneck, H. 1992. Scots pine breeding (*Pinus sylvestris* L.) at Waldsiederdorf and its impact on Pine management in the northeastern German lowland. – *Silvae Genetica*, 41(3), 174–180.
- Kollist, P. 1974. Mänd ja männikud. (A pine and the pine forest). – Eesti metsad. Tallinn, 104–110. (In Estonian).
- Koski, V. 1994. Analysis of yield components in provenance trials of *Pinus sylvestris*. – Scots Pine Breeding and Genetics Abstracts of the IUFRO S. 2. 02.18. Symposium, Lithuania September 13–17, 1994. Girionys, 2 p.
- Kowalczyk, J. 2005. Comparison of phenotypic and genetic selection in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) single tree plot half-sib progeny tests. – *Dendrobiology*, 53, 45–46.
- Krushe, D., Das, B. L., Stephan B. R. 1980. Results of a Progeny Test with *Pinus sylvestris* and Estimation of Genetic Gains from different Selection Methods. – *Silvae Genetica*, 29, 3–4, 122–129.
- Kurm, M., Tamm, Ü., Möls, T. 1998a. Järglaste omaduste sõltuvus emapuu omadustest ja kasvukohast harilikul männil. (Evaluation of the role of mother tree factors on progeny in Scots pine). – *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused*, 29, 45–54. (In Estonian).
- Kurm, M., Tamm, Ü., Möls, T. 1998b. Mother tree influence on progeny in Scots pine. Proceedings from the meeting of the Nordic Group for the Management of Genetic Resources of trees. – *Forest Tree Improvement*, 26, 38–46.
- Kurm, M., Möls, T., Tamm, Ü., Jõepere, E. 2000. Kõrguse ja rinnasdiameetri päritavuse uurimine harilikul männil. (Heritability of stem height and BHD in *Pinus sylvestris* L.). – *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused*, 32, 32–42. (In Estonian with English summary).
- Kurm, M., Kaur, U., Maaten, T., Kiviste, A. 2008. Pärilikkuse mõjust hariliku männi (*Pinus sylvestris* L.) kasvuomadustele järglaskatsetes. (About of heritability influence of the growth performance in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) progeny trials). – *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused*, 48, 79–87. (In Estonian with English summary).
- Kurm, M. 2009. Järglaskatsed. (Progeny trials). Eesti Maaelu entsüklopeedia. A-K. Eesti Entsüklopeedia-kirjastus. Tallinn. 262 pp. (In Estonian).
- Lindgren, D. 1984. Prediction and optimization of genetic gain with regard to genotype environment interactions. – *Studia Forestalia. Suecica*, 16, 15–24.
- Lindgren, D. 1986. How should breeders respond to breeding values? – Conference Proceedings: A joint meeting of IUFRO WP on breeding Theory, Progeny Testing and Seed Orchards, Virginia, October 13 to 17, 1986, 361, *Studia Forestalia. Suecica*, 372.
- Lindgren, D. 1991. Progeny testing. – Giertych, M., Matyas, Cs. (eds.). *Genetics of Scots pine*. Budapest, Akademiai Kiado, 191–203.
- Metsa korraldamise juhend. (The guide of forest management). 2009. 26 pp. (In Estonian).
- Padari, A. 1993. Hiiumaa männikute takseertunnuste sõltuvusest mere kaugusest. (Relationship between distance from sea and stand variables of Scots pine in Hiiumaa). Diplomitöö. (Diploma thesis). Tartu, 126 pp. (In Estonian).
- Pihelgas, E. 1968. Hariliku männi selektsioonilased katsekultuurid Järvselja Öppe- Katsemetsamajandis. (Die Selektionskulturen der Gewöhnlichen Kiefer in der Lehr- und Versuchsforstwirtschaft Järvselja). Eesti Põllumajanduse Akadeemia teaduslike tööde kogumik. Metsamajandusalased tööd, 50, 93–103. (In Estonian).
- Pihelgas, E. 1971. Hariliku männi selektsiooni alused ENSV tingimustes. (Principles of Scots pine selection : an Estonian case). Doktoridissertatsioon. (Doctoral thesis). Käsikiri EMÜ metsakasvatuse instituudis. Tartu. 626 pp. (In Estonian).
- Pihelgas, E. 1973. Hariliku männi seemnete kvaliteedi ja metsakultuuride kasvu olenevus emapuistute kasvukohast. (Dependence of seed and culture properties of Scots pines on site types of mother stands). – Tartu, Eesti Põllumajanduse Akadeemia teaduslike tööde kogumik, 89, 5–7. (In Estonian).
- Pihelgas, E. 1994. Männikute geneetilise muutlikkusest. (Genetic variability of Scots pine stands). Tartu, Eesti Põllumajandusülikool. Teadustööde kogumik, 173, 6–17. (In Estonian).

- Pöykko, T. 1982. Genetic variation in quality characters of Scots pine. – *Silva Fennica*, 16, 135–140.
- Ruotsalainen, S. 2002. Managin breeding stock in the initiation of a long-term tree breeding programm. – *Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja* (Finnish Forest Research Institute, Research Papers), 875. 95 pp.
- Ruotsalainen, S., Lindgren, D. 1998. Predicting Genetic Gain of Backward and Forward Selection in Forest Tree Breeding. – *Silvae Genetica*, 47(1), 42–50.
- SAS Institute Inc. 1989. *SAS/STAT User's Guide*, Version 6, Fourth Edition, Volume 2, Cary, NC: SAS Institute Inc. 846 pp.
- White, T. L., Adams, W. T., Neale, D. B. 2007. Genetic Testing-Mating Designs, field designs and test implementation. – *Forest Genetics*, Trowbridge, Gromwell Press, 357–394.
- Wilusz, W., Giertych, M. 1974. Effects of classical silviculture on the genetic quality of the progeny. – *Silvae Genetica*, 23(4), 127–130.

Growth Differences in the Progeny Trials of the Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.)

Malle Kurm, Andres Kiviste, Ursula Kaur and Tiit Maaten

Summary

The progeny trials of Scots pine were founded in Järvelja Training and Experimental Forest District in 1967 and 1968 by Professor E. Pihelgas. The aim of the present paper is to analyze the influence of seed origin (mother stands) and seed source (plus trees, single trees and mixture of seeds from different trees) on the growth performance of progeny trials of Scots pine.

Spatial and dendrometric data of selected mother trees are presented in Tables 1–3. In 1967 and 1968 total of 5.65 ha were planted with two-year old seedlings, with spacing 1.5×1.25m. In 1995 and 2008 all trees of the progeny trial were callipered and nine sample trees were measured for height on each plot. Our progeny data set consists of 4622 DBH and 486 height measurements. We distinguished two groups of regions: (1) maritime – regions close to the sea and (2) inland – regions having distance more than 50 km from the coastline.

The analysis was carried out with the SAS/GLM procedure. It was proved that height of inland-originated progeny stands was significantly higher than height of progeny stands originated from maritime regions. Plus-tree progeny stands exceeded single tree and mixture-of-seeds progeny stands in height, diameter, basal area and volume.

Influence of mother stands and the age of mother trees on the height of progeny trials established in 1967 and 1968 had different trends, which can be caused by the unbalanced structure of the trial established in 1967 or epigenetic character of the influence caused by the age of mother stands.

Received September 2, 2009, revised September 25, 2009, accepted October 7, 2009