

## Skirtingø medþiø rûðiø radialiojo prieaugio savitumai ir jø priklausomybë nuo ávairiø veiksmiø

**Jonas Karpavièius**

*Vytauto Didþiojo universitetas,  
Gamtos mokslø fakultetas,  
Aplinkos tyrimø centras,  
P. E. Pilibero g. 2,  
LT-46324 Kaunas,  
el. paðtas j.karpavicius@gmf.vdu.lt*

Auganèiø medþiø radialiojo prieaugio savitumams nustatyti buvo panaudota per 30 laikinø tyrimo bareliø duomenys. Ðie tyrimo bareliai buvo parinkti grynuose ir miðriuose puðies, eglës, ápuolo, maumedþio, uosio, juodalksnio ir berþo medynuose. Parenkant tyrimo barelius vadovautasi keliais principais: kad medynai augtø kuo skirtingesnëse hidrologinio reþimo augavieèiø sàlygomis, kad bent du analogiðkos rûðinës sudëties medynai augtø panaðiose augavietëse, kad bûtø rûðiø ávairovë ir kad dalyje medynø bûtø iðreikðtas medþiø ardiðkumas ir skirtingas atstumas nuo vandens ðaltiniø.

Atliktieji tyrimai parodë, kad tyrinëtø medþiø rûðiø radialiojo prieaugio dinamika ir jos savitumai priklauso nuo daugelio veiksmiø: biologiniø medþiø savybiø, dirvoþemio litologinës sudëties, vandens lygio dirvoþemyje, atskirø laikotarpiø klimato sàlygø uþimamos padëties medynø, medþiø amþiaus ir kt.

Nustatyta, kad spygliuoèiai, iðskyrus maumedá á klimato sàlygø pasikeitimus reaguoja maþiau jautriai, nei lapuoèiai medþiai, o dėl pakitusios ðaknø sistemos puðys, auganèios pelkëse, reaguoja daug jautriau, nei auganèios normalaus drëgnumo augavietëse.

Á klimato sàlygø pasikeitimus nevienodai reaguoja ir atskiros metinës rievës dalys. Vëlyvasis radialusis prieaugis reaguoja jautriau nei ankstyvasis, o tai yra susijæ su atskirø sezonø, kada formuojasi atskiros rievës dalys, hidroterminiu reþimu.

Taip pat nustatyta, kad nepriklausomai nuo anksëiau minëtø atskirø veiksmiø poveikio visos medþiø rûðys reaguoja vienodai (neigiamai) á ðaltesnes nei norma þiemas, sausus ir vësius 2–3 metø trukmës, arba normalaus drëgnumo, bet labai sausas atskirø metø klimato sàlygas.

**Raktaþodþiai:** medþiø rûðys, radialusis prieaugis, priklausomybë, biologinës savybës, klimato ir augavieèiø sàlygos

### ÁVADAS

Medþiai, augantys vidutinio klimato su sezonine kaita platumose, turi gamtoje retai pasitaikanèià savybæ augdami formuoti metinio prieaugio sluoksnius – metines rieves, ypaè ryðkiai iðsiskirianèias spygliuoèiø ir kai kuriø lapuoèiø medienoje. Bûdami palyginti ilgamaþiai, medþiai per visà savo augimo laikà, kiekvienø metø rievėje (jos plotyje, tankyje, cheminėje sudëtyje) kaupia informacijà apie buvusias gamtinës aplinkos ir antropogeninës veiklos sàlygas. Todël neveltui informacija, gauta tyrinëjant medþiø radialiojo prieaugio dësningumus ir jø priklausomybæ nuo ávairiø veiksmiø, turi platø pritaikymà daugelyje gana skirtingø mokslo ir ðalies ūkio ðakø. Tai – klimatologija, astrofizika, archeologija, architektūra, kalnø glaciologija, sprendþiant ávairias miðkininkystës problemas ir kt.

Sëkmingas medþiø radialiojo prieaugio dinamikos dësningumø ir jø priklausomybës nuo ávairiø veiksmiø pritaikomumas daugelyje mokslo ir ðalies ūkio ðakø yra glaudþiai susijæs su tyrimams naudojamø medþiø amþiumi. Patikimai rekonstruoti buvusias gamtinës aplinkos sàlygas ir vëliau prognozuoti bûsimas galima tik iðsiaiðkinus ne vien trumpalaikius (3–5 metø) ar ilgesnës trukmës (11–22), bet ir ðimtmetinius aplinkos sàlygø kaitos ciklus. Dël palyginti nedidelio Lietuvoje auganèiø medþiø amþiaus, kuris neretai siekia 200–300 (400) metø, yra sunku patikimai iðsiaiðkinti ilgalaikius (ðimtmetinius ir ilgesnius) ciklus. Tuo tikslu ir sudarinëjamos ilgamaþës rievø serijos, panaudojant ávairios istorinës ir subfosilinës medienos prieaugio duomenis. Kadangi ávairiems pastarojo tûkstantmeèio statiniams daugiausia buvo naudota puðies (*Pinus sylvestris* L.), ápuolo (*Quercus robur* L.) ir eglës (*Picea abies* L.) (Kars-

ten.) mediena, todėl iki šiol šio medžių rūšių radialiojo prieaugio duomenys daugiausiai ir buvo naudojami dendrochronologiniuose tyrimuose.

Ankstesni Dendroklimatochronologijos laboratorijoje atlikti tyrimai parodė, kad atskirais klimato laikotarpiais šio medžių rūšių išplitimas (Битвинскас и др., 1978; 1981) gana stipriai kito, t. y. vyravo tam tikros medžių rūšys ir augalijos bendrijos. Dėl šios priežasties sudaryti ilgaamžės rievės serijas, naudojant tik vienos medžių rūšies radialiojo prieaugio sekas, juo labiau kad dar medžiai būtų augę panašiomis augavietėse sąlygomis, yra labai sudėtinga. Todėl šio straipsnio pagrindinis tikslas yra iširti mažiau tirtose medžių rūšyse – uosio (*Fraxinus excelsior* L.), juodalksnio (*Alnus glutinosa* L.), beržo (*Betula* sp.) ir kt. radialiojo prieaugio bendruosius dėsningumus ir įvertinti panaudojimo sudarant apibendrintas ilgaamžės rievės serijas galimybes.

## TYRIMO METODIKA IR OBJEKTAI

Išsamiausi dendrochronologiniai tyrimai dabar augančiuose medynuose buvo atliekami Dubravos eksperimentinės miškos urėdijos (m.u.) Dilenės g-jos miškuose. Tai daugiausia susiję su dviem priežastimis. Šiems miškams būdinga didelė augavietinių sąlygų ir medžių rūšių įvairovė, ir jie yra netoli Kauno meteorologijos stoties. Kaip tik Kauno meteorologijos stoties stebėjimų duomenų sekos yra vienos ilgiausios Lietuvoje. Jos prasideda 1893 m. ir su kelerio metų pertrūkiais I pasaulinio karo ir pokario metu tęsiasi iki šio dienų. Šiems pertrūkiams užpildyti buvo panaudota Kaliningrado srities Lesnoje ir Vilniaus meteorologijos stoties duomenys.

Parentant tyrimo barelius vadovautasi keliais principais: kad medynai augtų kuo skirtingesnėmis hidrologinio režimo augavietėse sąlygomis, kad bent du analogiškos rūšinės sudėties medynai augtų panašiose augavietėse, kad būtų rūšių įvairovė ir kad dalyje medynų būtų išreikštas medžių ardiškumas ir skirtingas atstumas nuo vandens šaltinių. Kaip nustatyta anksčiau, visi šie veiksniai yra vieni pagrindiniai, lemiantys medžių radialiojo prieaugio savitumus ir jų priklausomybę nuo klimato sąlygų.

Kiekviena tyrimo barelyje grafinėliai buvo imami iš ne mažiau kaip 10 modelinių kiekvienos rūšies medžių. Modeliniai medžiai buvo parinkti iš vidutinių ir normalios selekcinės kategorijos medžių, turinčių didesnę prieaugį, bei dėl mažesnės jų reakcijos priklausomybės nuo tarpusavio santykių medynuose (Karpavičius, 1986). Be to, pavyzdžiai buvo imami iš skirtingose amžiaus grupių medžių, siekiant įvertinti amžiaus atkã bei lengviau atlikti pavyzdžių sinchronizaciją ir išaiškinti iškrentančias rieves. Vadovaujantis šiais principais buvo parinkta keletas laikinų tyrimo barelių, kurių duomenys pateikiami 1 lentelėje.

Taip pat paŕymėtina, kad dalyje tyrimo barelių buvo atlikta dirvoŕemio litologinės sudėties ir vandens slūgsojimo tyrimai, nes, kaip nustatyta anksčiau, šios savybės yra labai svarbūs veiksniai, nulemiantys radialiojo prieaugio dydį ir savitumus (Karpavičius, 1996; Karpavičius ir kt., 1996; Stravinskienė, 2002). Be to, siekiant nustatyti medžių rievės formavimosi sezoniškumą, tyrimo bareliuose pavyzdžiai rinkti skirtingais sezono laikotarpiais.

Radialiojo prieaugio bendriesiems dėsningumams įvertinti buvo panaudoti ir anksčiau parinkti tyrimo barelių duomenys. Atrenkant šiuos tyrimo barelius taip pat daugiausia dėmesio buvo skiriama tam, kad juose augantys medžiai atspindėtų kuo didesnę įvairių veiksnų įvairovę.

Tyrimo bareliuose, parinktuose Veisėjų m.u. (VE27A) Seirijų g-jė ir Rokiškio m.u. Girios g-jė (ROA), ąpuolai auga eŕerø pakrantėje, kur po gana storoko humusinio horizonto (iki 20–30 cm) prasideda smėlis ar priemėlis. Gruntinis vanduo –1,5 m gylje. ąpuolynai, kuriuose buvo parinkti tyrimo bareliai Prienø m.u. N. Ūtos g-jė (PR34A), Panevėžio m.u. Gustoniø g-jė (PN40A), Pasvalio m.u. Pasvalio g-jė (PA41A) ir Rietavo m.u. Kaltanėnø g-jė (RT32A), auga molio dirvoŕemiuose. Esminis skirtumas – tai gruntinio vandens gylis. T.b. PR34A jis giliau kaip 7 m, t.b. PN40A giliau kaip 2,2 m, o t.b. PA41A bei barelyje RT32A aptiktas atitinkamai 2,4 ir 1,2 m gylje. Gruntinis vanduo yra giliau kaip 3 m ir t.b., parinktame Jurbarko m.u. Naukaimio g-jė (JB13A), kurio dirvoŕemyje vyrauja smėlis su ŕvyru. Reljefas lygus. Analogiška dirvoŕemyje auga ąpuolai ir Alytaus m.u. Punios g-jė (PU5A). Esminis skirtumas tai, kad ąpuolai Punios g-jė auga mezoreljefo sąlygomis, todėl gruntinio vandens lygis įvairiose vietose yra skirtingas, nuo 1,5 m apačioje iki 5,0 m pakilimo viduryje.

Duomenø palyginimui buvo panaudota ir *Larix* sp., augančios Degsnės maumedynė (DEM), Vidzgirio miške (VDM) bei dviejø t.b., esančios Dilenės girininkijoje (SI1M ir SI6M). T.b. SI1M maumedžiai auga gretimai pušø ir egliø analogiškoje augavietėje, kaip ir t.b. SI3 (1 lent.), o t.b. SI6M pasireiškia antropogeninis poveikis, nes medžiai auga prie autobusø stotelės ir dirvoŕemio paviršinis sluoksnis yra pastoviai trypiamas.

Padidinto antropogeninio poveikio sąlygomis auga ir dalis uosio Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sode (KBS). Pirmoji grupė uosio (KBU1) auga prie pastato (P. E. Pilibero g. 2). Vykdamas šio pastato rekonstrukciją iš jo galø buvo pristatyti nauji rizalitai bei užpiltas ŕemėmis (~0,5 m storio) ŕalia pastato buvęs akmeninis grindinys. Netoli pastato (Pilibero g. 4) auga ir treios (KBU3) grupės uosiai. Automatiškos išmetami teršalai labiau

1 lentelø. **Trumpos tyrimo objektø charakteristikos**  
Table 1. **Brief characteristics of the study objects**

Miðkø urødija Forest enterprise	Girininkija, vietovø Forestry, locality	Tyrimo barelis Exper. plot	Medþiø rûðis ir ðifras Species of tree and cipher	Pavzdþiø ÷mimo data Data of sampling	Augimo sálygos ir pastabos Growth conditions and notes
1	2	3	4	5	6
Dubravos eksperimentinë	Ðilønø	SI1	<i>Pinus</i> (SI1P)		Puðys auga virðutinøje senojo Nemuno slønio terasoje. Po 3 cm storio miðko paklotës ir 8–10 cm pilkðvo humusingo sluoksnio prasideda smëlis. Gruntinis vanduo giliau kaip 2 m.
		SI2	<i>Pinus</i> (SI2P)	2001 05 06	Puðys auga antroje senojo Nemuno slønio terasoje prie Kauno mariø. Pavyzdþiai iðskaidyti á keturias grupes priklausomai nuo atstumo iki Kauno mariø, reljefo, jo aukðeiø ir medþiø amþiaus
		SI3	<i>Pinus</i> (SI3P), <i>Picea</i> (SI3E)	2001 06 04	Medynas miðrus, auga Dubravos miðke, 34 kvart. Dirvoþemiui bûdinga: 5 cm storio miðko paklotø, po kuria prasideda pilkðvas priesmëlis, 20 cm gylje pereinantis á gelsvâ smëlâ. Nuo 45 cm aptinkamas kietas rudas molis.
		SI5	<i>Pinus</i> (SI5P), <i>Alnus</i> (SI5J)	2001 09 03	Medþiai auga raiste, ant kupstø. Juodalksniai su apdþiuvusiomis lajomis. Dubravos miðke, 33 kvartale.
		SI7	<i>Alnus</i> (SI7J)	2001 09 21	Medynas auga ðlapioje vietoje, kur prasideda upelis Deguëiupis.
	Kuro	KU	<i>Pinus</i> (KUP)	2001 09 19	Reljefas iðreikðtas, todël pavyzdþiai iðskaidyti á dvi grupes (virðuje ir apaëioje).
		KU	<i>Picea</i> (KUE), <i>Alnus</i> (KUJ)	2001 09 18	Medynas miðrus, medþiai auga ant kupstø. Juodalksniai 100% su iðpuvusiu centru, nors lajos nedþiûsta.
Kazlø-Rûdos	Kazlø-Rûdos	KZ1	<i>Picea</i> (KZ1E), <i>Alnus</i> (KZ1J)	2001 05 30 2001 08 16	Medþiai auga raiste ant kupstø, vietomis telkðojo vanduo.
		KZ2	<i>Pinus</i> (KZ2P), <i>Picea</i> (KZ2E)	2001 05 29 2001 08 16	Medynas auga ant pakilimo, uþ 100 m nuo t. b. KZ1. Gruntinis vanduo pakilimo viduryje 2,15 m gylje. Po miðko paklotës ir pilkðvo humusingo sluoksnio, gelsvo smëlio eliuvinis horizontas aptiktas 18–31 cm gylje. Jis pereina á gelsvâ, su tamsiai rudomis dëmėmis, iliuviná horizontâ, besitæsiantâ iki 40 cm gylio.
		KZ3	<i>Pinus</i> (KZ3P), <i>Picea</i> (KZ2E)	2001 05 29	Reljefas lygus, apie 200 m nuo barelio KZ1. Dirvoþemiui bûdinga: 10 cm sudurpëjæs pavirðius, o nuo 21 iki 40 cm pilkðvai rudas eliuvinis ir nuo 41 iki 51 cm kietas, tamsiai rudas iliuvinis horizontas. Gruntinis vanduo 1,2 m gylje.
Kaiðiadoriø	Dieþmariø	GI	<i>Fraxinus</i> (GIU), <i>Alnus</i> (GIJ), <i>Picea</i> (GIE), <i>Betula</i> (GIB)	2001 07 12	Pavyzdþiai imti Girelës miðke. Juodalksniai ir uosiai auga grupėmis, o tarp jø auga berþai ir eglës. Juodalksniai ir uosiai apdþiuvusiomis lajomis.

1 lentelė (tęsinys) Table 1 (continued)					
1	2	3	4	5	6
	Kruonio	KR	<i>Pinus</i> (KR2P) <i>Picea</i> (KRE0)	2002 08 08	Pušys ir eglės auga Dabintos ornitologiniame draustinyje. Pušys auga pelkėje, o eglės gretimai esančiame mišriame, normalaus drėgnumo medyne.
Kauno	Sausinės	SA	<i>Fraxinus</i> (SAU), <i>Quercus</i> (SAŲ), <i>Picea</i> : Jaunos (SAEJ), viduamės (SAEV)	2001 07 18	Pavyzdžiai imti iš medžių, augančių Sausinės miške. Eglės išskirtos į dvi grupes: jaunas ir viduamės. Uosio būklė bloga, nes daug driūstanėjų. 3–5 cm miško paklotė pereina į 12–15 cm storio humusingą horizontą ir iki 50 cm gylio besitęsiantį lengvo priemolio sluoksnį. Nuo 50 cm gylio prasideda lengvas molis. Tyrimo metu (07 18) visi horizontai buvo drėgni.
Tytuvėnų	Kelmės	KE	<i>Fraxinus</i> (KEU)	2002 06 19	Reljefas šmėtantis, netoli medyno teka upelis. Uosiai su išretėjusiomis, driūstančiomis lajomis nepriklausomai nuo jų amžiaus.
Raseinių	Buvusi Ariogalos	AR	<i>Fraxinus</i> (ARU)	2002 06 21	Didmiškio miškas. Daug išdriūvusių, ypač jaunų, uosio.
Jonavos	Svilonių	SV	<i>Pinus</i> (SVP)	2001 07 14	Medynas dviardis. I <sup>A</sup> auga pušys, II <sup>A</sup> – eglės. Už 100 m nuo medyno prasideda pelkutė, kurioje auga juodalksniai. Po 3 cm paklotės eina 25 cm storio sudurpėjęs sluoksnis, o 35–50 cm gylyje susidaręs tamsiai gelsvas smėlio horizontas. Gruntinis vanduo aptiktas 1,5 m gylyje.
		SV	<i>Picea</i> (SVE1 ir SVE2)	2001 07 15	Eglės auga atskira grupelė apsuptos pušų ir sudaro du arbus, todėl pavyzdžiai imti iš abiejų arbo eglė. Dirvojemėje aptinkami šie horizontai: 0–10 cm silpnai perpuvusi miško paklotė, 11–15 cm humusingas sluoksnis. Nuo 16 iki 30 cm aptikta tamsiai pilkas, o nuo 31 iki 55 cm pelenų spalvos smėlis. Nuo 66 cm aptiktas tamsiai gelsvas, rupus, kietas smėlis.
Ėakių	Lekėių	LE	<i>Pinus</i> (LEP)	2001 09 17	Medyne auga dviejų amžiaus klasių pušys. Reljefas lygus.

siai gali veikti antros (KBU2) grupės uosio būklė, nes jie auga P. E. Pilibero ir Vilties gatvių pakraščiais. Mažiausia antropogeninė poveiką patiria seniausi uosiai, augantys pastato (Pilibero g. 6) pietvakarinėje pusėje (KBU4), nes čia dirvožemis mažai trypiamas ir nekursuoja transporto priemonės.

Palyginimui dar buvo panaudota ir vieno seniausio Lietuvos pušyno radialiojo prieaugio duomenys. Vienas jų auga Panemunės parke Kaune (PAP), o kitas Punios g-jė (PUP). Čia pušų augimo sąlygos labai panašios, išskyrus tai, kad pušys Panemunės parke auga mezoreljefo sąlygomis. Tuo pačiu tikslu buvo panaudota ir dviejų pušyno, augančių Aukštosių plynios durpyne (AP6P ir AP7P), duomenys.

Vykdamas tolimesnius tyrimus, visiems grafinėliams, po pradinio paruošimo (rievių išryškavimo) pirmiausia matuojami pametinių rievėlių pločiai. Tam panaudoti stereomikroskopai MBS-9 ir MBS-2. Toms medžiams rūšims, kurios turi gerai išreikštas atskiras metinės rievės dalis, ankstyvoji ir vėlyvoji jos dalys matuojamos atskirai (pušims, eglėms, ąžuolams ir uosiams.). Kitoms medžiams rūšims, kaip beržams, juodalksnis, kurios neturi gerai išreikštos ankstyvosios ir vėlyvosios medienos dalių, paprastai matuojama tik metinių rievėlių pločiai.

Dėl labai nevienodo skirtingų medžių rievėlių pločių, spygliuočių rievės paprastai buvo matuojamos 0,05 mm, o kietųjų ir minkštųjų lapuočių 0,1 arba 0,05 mm tikslumu, priklausomai nuo rievėlių pločio.

Tolimesniame tyrimø etape radialiojo prieaugio dësningumams ir jø priklausomybei nuo ávairø veiksnio iðaiðkinti buvo apskaièiuota keletas statistikos rodikliø panaudojant turimas kompiuterines programas.

Statistikos rodikliai, kaip serijø vidutinis prieaugis, jo jautrumas klimato sàlygø kaitai ir kt., skaièiuoti panaudojant ITRDB paketo DPL 6,07 P (Dendrochronology Program Library) programà TSA. Daugiausia dëmiesio skirta 1961–2000 metams. Ða laikotarpà sàlygojo daugelio medþio rûðio atskirø individø amþius, stiebo iðpuvimas bei paties radialiojo prieaugio dinamikos savitumai.

Taip buvo naudojamas ir Exeal programø pakeitas – atskirø rievio serijø koreliacijos koeficientø panaðumui ávertinti, ávairø vidurkiø bei polinominiø kreiviø apskaièiavimams.

### TYRIMO REZULTATAI IR DISKUSIJA

Vienas statistikos rodikliø, leidþiantis ávertinti atskirø rievio serijø pametiniø pokyèio kitimà priklausomai nuo aplinkos sàlygø pokyèio, yra jø jautrumo koeficientas. Ðis koeficientas kaip tik ir leido iðskirti keletà prieaugio reakcijos dësningumø. Vienas jø yra glaudþiai susijæs su biologinø medþio savybømis (2 lent.). Apskritai puðys, auganèios normalaus drëgnumo augavietëse, kaip turinèios giluminis ðaknis, á aplinkos sàlygø pokyèius reaguoja maþiau jautriai, nei eglës, kurioms bûdinga pavirðinë ðaknø sistema, netgi jei auga tame paèiame medyne. Tai ypaè gerai atspindi t.b. SI4P;E ir KZ2P;E jautrumo koeficientai. Á aplinkos sàlygø pokyèius nevienodai reaguoja spygliuoèio ir lapuoèio radialusis prieaugis (2 ir 3 lentelës). Netgi ápuolai, nors ir turi giluminæ ðaknø sistemà, daugiausia reaguoja jautriau nei spygliuoèiai. Tai gali bûti susijæs su tuo, kad lapuoèiai kasmet keièia lapijà. Ðio fakto naudai kalba ir tai, kad maumedþiai, skirtingai nei kiti spygliuoèiai, kasmet meta spyglius, á aplinkos sàlygø pokyèius jie reaguoja netgi jautriau nei lapuoèiai. Tai gali bûti sukelta jø spartaus augimo vegetacijos metu, nes vandens jie paima kur kas daugiau nei kiti spygliuoèiai. Be to, maumedþiai yra viena labiausiai ðviesamøgiø medþio rûðio (Dendrologija, 1973).

Medþio jautrumas taip pat glaudþiai susijæs su augavieèio hidrologiniu reþimu ir todël pakitusia ðaknø sistema. Tai gerai matyti ið daug aukðtesniø puðø, auganèio pelkëse, jautrumo koeficientø, nei normalaus drëgnumo augavietëse auganèio puðø. Kaip raðo M. Kalininas (1983), medþiai, augdami aukðto gruntinio vandens sàlygomis, formuoja pavirðinæ ðaknø sistemà. Kaip tik pelkëse auganèio puðø susiformavusi ðaknø sistema ir yra viena pagrindiniø prieþasø dël jø jautresnës reakcijos á aplinkos sàlygø pokyèius, nei puðø, auganèio normalaus drëgnumo augavietëse.

2 lentelë. **Spygliuoèio medþio jautrumo koeficientai**  
Table 2. **Coefficients of sensitivity of coniferous trees**

Tyrimo barelis Experimental plot	Amþius Age	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus sylvestris</i> (in bog)	<i>Picea abies</i>	<i>Larix sp.</i>
SI1P	77	0,17			
SI2PA	119	0,15			
SI2PV	128	0,21			
SI3P	114	0,15			
SI3E	103			0,15	
SI4P	126	0,14			
SI4E	120			0,24	
SI5P	134		0,26		
SI1M	121				0,29
SI6M	129				0,30
DEM	144				0,19
VDM	130				0,20
KUP	173	0,14			
KUE	124			0,18	
LEP	163	0,14			
KZ1E	124			0,15	
KZ2P	136	0,13			
KZ2E	141			0,16	
KZ3P	118	0,14			
KZ3E	163			0,14	
SAE	54			0,18	
GIE	72			0,18	
SVP	72	0,14			
SVE1	63			0,18	
SVE2	70			0,15	
AP6P	140		0,20		
AP7P	125		0,23		
KR2P	168		0,32		
KR1E	156			0,18	
PUP	157	0,14			
PAP	202	0,16			
Vidutinis Mean		<b>0,15</b>	<b>0,25</b>	<b>0,17</b>	<b>0,24</b>

3 lentelë. **Lapuoèio medþio jautrumo koeficientai**  
Table 3. **Coefficients of sensitivity of deciduous trees**

Tyrimo barelis Experimental plot	Amþius Age	<i>Quercus robur</i>	<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Betula sp.</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>
SI7J	45		0,21		
KZ1J	121		0,22		
KUJ	122		0,23		
GIJ	67		0,25		
GIB	74			0,25	
PN40À	201	0,20			
PR34À	177	0,20			
RO43À	271	0,21			
RT32À	184	0,17			
PA41À	180	0,19			
JB13À	147	0,14			
PU5À	268	0,18			
VE27À	155	0,16			
PZU	116				0,14
Vidutinis Mean		<b>0,18</b>	<b>0,23</b>	–	–

Medžių jautrumas priklauso ne vien nuo biologinių medžių savybių, ar augaviečių hidrologinio režimo ir todėl susidariusios šaknų sistemos, bet ir nuo laikotarpio, kada formuojasi atskiros metinės rievės dalys. Medžių vėlyvoji mediena reaguoja jautriau nei ankstyvoji (4 ir 5 lent.). Tai suprantama, nes ankstyvojo prieaugio formavimuisi didesnė atakà turi ankstesnės (rudens; pirmos ir ankstyvojo pavasario) hidrologinio metų klimato sąlygos, nei vėlyvajam. Paprastai, po rudeninio lietų ir pavasarinio polaidžio, ilgesnį laiką dirvožemyje išsilaiko didesnės drėgmės atsargos, nei vėlyvojo prieaugio formavimosi metu, kuris daugiausiai susijęs su vėlyvojo pavasario ir vasaros klimato sąlygų kaita (Kairaitis, 1978; Karpavičius ir kt., 1996).

Ankstyvosios ir vėlyvosios medienos jautrumas taip pat priklauso nuo tam tikro klimato laikotarpio sąlygų. Kaip matyti iš 5 lentelės duomenų, lygindami atskirą laikotarpio vidutinius prieaugius ir jautrumo koeficientus, pastebime jų mažėjimą medžiams senstant.

4 lentelė. **Ávairiø rûðiø medþiø radialiojo prieaugio jautrumo koeficientai. Virðuje ankstyvosios medienos, apaèioje – vėlyvosios**  
Table 4. **Coefficients of sensitivity of different tree species radial growth. Above – earlywood, below – latewood**

Tyrimo barelis Experimental plot	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Larix</i> sp.	<i>Fraxinus excelsior</i>
SI4P	0,18 0,20			
PUP	0,15 0,19			
PAP	0,18 0,22			
SI3E		0,17 0,24		
KBE		0,20 0,38		
SI1M			0,34 0,35	
SI6M			0,32 0,35	
DEM			0,20 0,24	
VDM			0,22 0,26	
PZU				0,09 0,23
Vidutinis Mean	<b>0,17 0,20</b>	<b>0,18 0,31</b>	<b>0,27 0,30</b>	–

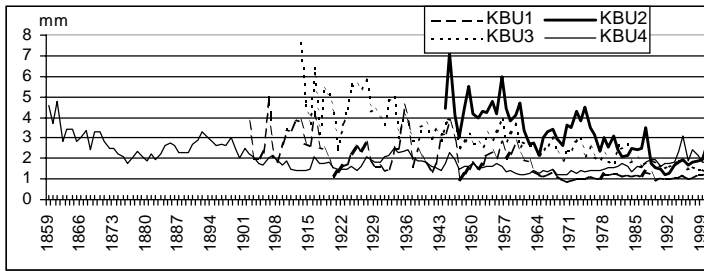
5 lentelė. **Kauno botanikos sode auganèiø *Fraxinus excelsior* grupiø ankstyvosios (a), vėlyvosios (v) ir metinės (m) medienos statistikos duomenys skirtingais periodais**

Table 5. **Statistical data on different periods of earlywood (a), latewood (v) and annual (m) *Fraxinus excelsior* groups growing in Kaunas Botanical Garden**

Grupė Group	Laikotarpis Period	Vidutinis prieaugis (mm) Mean increment (mm)			Jautrumas Sensitivity		
		a	v	m	a	v	m
KBU1	1921–1960	0,82	1,35	2,17	0,12	0,35	0,24
	1961–2000	0,73	0,45	1,18	0,08	0,18	0,09
	1991–2000	0,74	0,38	1,13	–	–	–
KBU2	1944–1960	1,18	3,37	4,55	0,18	0,26	0,22
	1961–2000	0,96	1,64	2,60	0,08	0,23	0,16
	1991–2000	0,84	0,94	1,77	–	–	–
KBU3	1921–1960	1,00	2,64	3,64	0,12	0,22	0,17
	1961–2000	0,89	1,22	2,11	0,08	0,20	0,13
	1991–2000	0,80	0,82	1,62	–	–	–
KBU4	1921–1960	1,01	0,74	1,75	0,08	0,17	0,09
	1961–2000	0,92	0,70	1,62	0,08	0,21	0,10
	1991–2000	0,98	1,09	2,08	–	–	–

Bet medžių amžius ne visuomet yra lemiamas veiksnys, nuo kurio priklauso jų prieaugio ir jautrumo sumažėjimas. Kauno botanikos sode daugiausiai išpuvusių centru (≈50%) uosiai aptinkami vyriausioje grupėje (KBU4). Bet su išpuvusių ar pradėjusių pūti centru aptinkami ir jaunesni medžiai. Be to, vyriausieji uosiai turi galingas ir gyvybingas lajas su pavienėmis sausomis šakomis, o jų radialusis prieaugis pastaruosius 10 metų netgi buvo didesnis už jaunesniųjų uosio prieaugį (1 pav.). Tuo tarpu kitose trijose grupėse 2002 m. tik penki uosiai turėjo gyvybingas lajas. Kitos lajos išretėjusios su pradėjusiais džiūti ūgliais, o šakos pradėjusios ar netgi baidyti.

Kalbant apie KBS auganèiø uosio būklę ir jų prieaugio dinamikos savitumus galima išskirti kelis pagrindinius veiksnius. Vienas jų – tai dirvožemio hidrologinio sąlygų skirtumas. Nors visų grupių uosiai auga panašios litologinės sudėties derlinguose dirvožemiuose, bet paviršinio vandens gyliai skiriasi. 2002 m. gegužės 23 d. KBS atlikus dirvožemio zonavimą viduryje ploto, kuriame auga I ir II grupių medžiai, paviršinis vanduo rastas 1,1 m gilyje, o prie IV grupės medžių jis yra giliau – 1,8 m. Skyrėsi ir dirvožemio horizonto drėgnumas. Jie buvo kur kas drėgnesni pirmuoju atveju. Dalis I ir II grupių medžių auga arti pristatytų rizalitų (P. E. Pilibero g. 2), todėl dar maitinami nuo stogo nutekanėiais krituliais. Be to, kaip minėta, rekonstrukcijos metu prie pastato buvo pakeltas grunto lygis ir užpildtas šalia pastato ėjamas akmeninis grindinys. Tai pakeitė gruntinio vandens judėjimo ir pablogino dirvos aeracijos sąlygas, taigi dėl užsistovinèio paviršinio vandens pavasario polaidžio metu ar esant ilgesniam lietingam



1 pav. Kauno botanikos sode auganøiø *Fraxinus excelsior* radialiojo prieaugio dinamika

Fig. 1. Radial growth dynamics of *Fraxinus excelsior* growing in Kaunas botanical garden

laikotarpiui galøjo bũti sukeltas ðaknø puvimas. Ðiø teiginio naudai byloja faktas, kad po rizalitø, pristatytø 1959 m. (Lagunaviøius ir kt., 1991) prie auganøiø uosio (KbU1), prieaugis pradøjo sparøiai maþėti ir dalis jø yra ties iðdþiũvimo riba, o keletas jau iðdþiũvo anksøiau.

Kaip matyti ið 5 lenteløs duomenø, prieaugio sumaþėjimas daugiausiai yra susijæs su sumaþėjusiu vølyvosios medienos kiekiu. Nuo 1961 iki 2000 m. visoje grupøse ankstyvosios medienos vidutinis prieaugis sumaþøjo neþymiai, tuo tarpu vølyvosios net tris kartus (KBU1), o KBU3 grupøje daugiau kaip du kartus. Pirmose trijose grupøse vølyvasis prieaugis dar labiau sumaþøjo per pastaràjà deðimtmetà. Tuo tarpu KBU4 grupøje ðà deðimtmetà radialusis prieaugis netgi padidøjo vølyvosios medienos sàskaita.

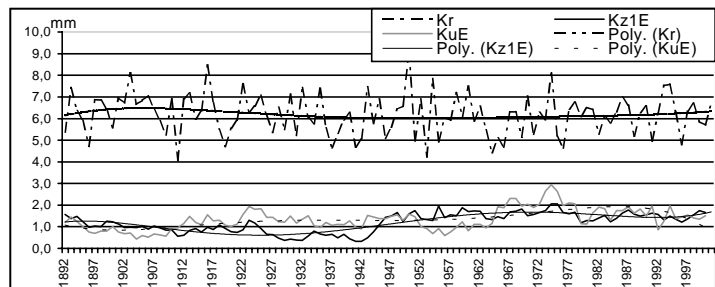
Medþiø radialiojo prieaugio sinchroniðkumas priklauso ne vien nuo augavietøiø ir jø hidrologinio reþimo, bet ir nuo atskiriø laikotarpiø klimato sàlygø. Remiantis upio nuotøkiø kaitos duomenimis, iki 1936 m. nustatytas jø nuotøkio padidėjimas, o vøliau sumaþėjimas (Jablonskis, 1993). Tai atspindi ir Kauno meteorologijos stoties matavimø duomenys. 1892–1936 m. buvo lietingesni (vid. 634,6 mm), nei 1937–1980 m., kai iðkrito vidutiniðkai po 602 mm krituliø.

Didesnis vid. krituliø kiekis pirmame laikotarpyje labiau neigiamai paveikø eglø, auganøiø raiste (t.b. KzE), prieaugà, kuris retai buvo didesnis kaip 1 mm (2 pav.), nei eglø, auganøiø palieknio sàlygomis (t.b. KuE). Be to, ðà laikotarpà labiau skyrøsi ir eglø dinamikø sinchroniðkumas, nei antrame ( $r$  atitinkamai 0,07 ir 0,44). Tai rodo, kad sumaþėjus krituliø kiekiui, hidrologinøs sàlygos abiejose augavietøse tapo panaðesnøs, o tam tikrais periodais susidarantis vandens perteklius nebuvo toks limituojantis, nei pirmoju periodu. Ðà teiginà patvirtina ir apskaiøiuotosios 5-ojo laipsnio polinominøs

kreivøs, atspindinøios ilgalaikius krituliø ir radialiojo prieaugio pokyøius.

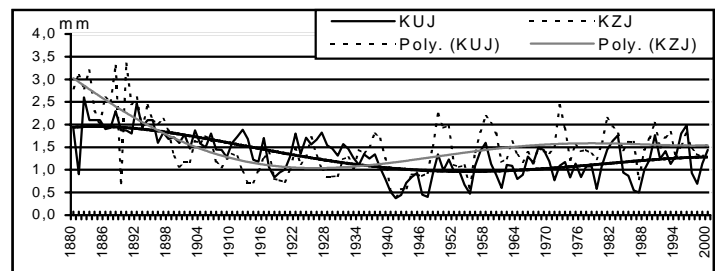
Nuo konkreèiais laikotarpiais augavietøse susidarantio hidrologinio reþimo sàlygø priklauso ir kitø medþiø rũdiø radialiojo prieaugio savitumai, o tai patvirtina ir juodalksniø prieaugio dinamikos (3 pav.). Kaip matyti ið 3 pav. duomenø, juodalksniams pirmajame laikotarpyje bũdinga radialiojo prieaugio maþėjimo tendencija, o antrajame, iki tam tikros ribos, – didėjimo. Skiriasi ir prieaugio sinchroniðkumas:  $r$  – atitinkamai 0,66 ir 0,73. Tokà sinchroniðkumo padidėjimà antrajame laikotarpyje taip pat galima paaiðkinti hidrologiniø sàlygø augavietøse supanaðøjimu dël maþesnio krituliø kiekio jo metu.

Medþiø radialiojo prieaugio savitumus veikia ir medþiø uþimama padëtis medyne bei medþiø amþius (4 pav.). Kaip matyti ið 4 pav. duomenø, nepriklausomai nuo uþimamos padëties medyne egløms (t.b. SVE1 ir SVE2) bũdingas gana sinchroniðkas ( $r = 0,76$ ) pametinis prieaugis. Gana sinchroniðkai augo ir skirtingo amþiaus egløs t.b. SAEJ ir SAEV ( $r = 0,62$ ). Esminis skirtumas abiem atvejais – tai kasmetinio prieaugio absoliutūs dydþiai. Didesnis prieaugis I arde auganøiø eglø, nei antrame bei jaunesniø eglø. Bet medþiams pereinant ið II ardo à I



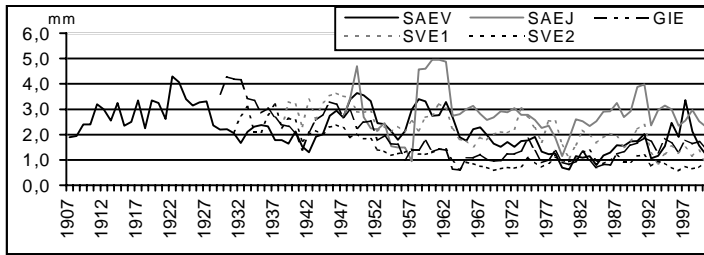
2 pav. Metiniø krituliø (dalyta ið 100) ir *Picea abies* radialiojo prieaugio kasmetiniai ir ilgalaikiai pokyøiai

Fig. 2. Dynamics of precipitation (divided by 100) and yearly and long-term changes of radial growth in *Picea abies*



3 pav. *Alnus glutinosa* kasmetiniai ir ilgalaikiai radialiojo prieaugio pokyøiai

Fig. 3. Dynamics of yearly and long-term radial growth changes of *Alnus glutinosa*



4 pav. Skirtingo amžiaus ir ardo *Picea abies* radialiojo prieaugio dinamika

Fig. 4. Radial growth dynamics of *Picea abies* of different age and layer

prieaugis gali gerokai padidėti. Tai ir rodo eglė, augančią Girelės miške (GiE), pastarojo dešimtmečio prieaugio tendencija. Kaip tik šiame medyne net ~90% juodalksnio ir ~50% beržo yra išpuvusiu centru, o daugumos juodalksnio apatinės šakos sausos. Kai kurie uosiai taip pat sausomis apatinėmis šakomis, o vietomis jaunesni uosiai pradėja džiūti ar visiškai nudžiūva. Todėl, pagerėjus apdvietimo sąlygoms, eglėms augimo sąlygos tapo palankesnės. Tai atspindi ir paskutinio dešimtmečio radialiojo prieaugio dydis, kurio vidurkis 1991–2000 m. siekė 1,6 mm, o 1981–1990 m. – 1,1 mm. Tuo tarpu ten augusio juodalksnio jis buvo atitinkamai 0,8 ir 1,1, uosio – 2,0 ir 2,8 mm. Tai yra viena išimčių, kai pastarąjį dešimtmetį medyno prieaugis turi didėjimo tendenciją, nes daugumos tirtų rūšių medžių prieaugis mažėja ar kasmet mažai kinta (1–4 pav.).

Da reikšmingai galima paaiškinti pastarojo dešimtmečio klimato sąlygų kaita. Nors jo metu metinis kritulių kiekis yra artimas normai, bet temperatūra gerokai aukštesnė už ją (vid. 6,9°C). Ypač dažnai buvo sausa pavasariais ir vasaromis. 1991–2000 m. vidutinės temperatūros buvo 0,9°C aukštesnės už daugiametę normą pavasariais ir 0,4°C vasaromis, o kritulių iškrito vidutiniškai 48,6 ir 64,6 mm (norma – 42 ir 78 mm). Todėl medžių aktyvios vegetacijos metu dirvožemyje galėjo trūkti drėgmės, o tai neigiamai paveikė prieaugio dydį.

Kalbant apie švairių rūšių medžių radialiojo prieaugio priklausomybę nuo anksčiau aptartų veiksnių reikia pažymėti, kad atskirais atvejais jų poveikis eliminuojasi ir visos medžių rūšys reaguoja vienodai. Tai geriausiai atspindi prieaugio sumažėjimas tam tikrais metais ar laikotarpiais.

Lietuvoje medžių radialiojo prieaugio minimumai daugiausiai priklauso nuo kur kas šaltesnių žiemų, nei daugiametė jų norma (1–4 pav.), kaip buvo 1940–1941 m. Po jų medžiai, augantys normalaus drėgnumo augavietėse, suformavo labai siauras rievės, o vyresni individai dažnai turi nevisiškai suformuotą rievę kai kuriomis stiebo kryptimis. Tuo pačiu galima paaiškinti ir prieaugio minimumą 1979–1980 m. (1–4 pav.). Daugumai medžių rūšių būdingas prieaugio

sumažėjimas ir sausu bei vėsiu 1963–1965 m. laikotarpiu (vid. 500 mm ir 5,4°C).

Analogiškai galima paaiškinti ir prieaugio minimumą 1979–1980 m. (1–4 pav.). Sausais ir vėsiais 1962–1964 m. prieaugis sumažėjo daugiausia (vid. 549 mm ir 5,7°C). Analogiškai galima paaiškinti prieaugio sumažėjimą 1976 bei 1996 m., kai Kaune teiškrito atitinkamai po 464 ir 495 mm kritulių, o vid. temperatūra buvo 5,5 ir 5,6°C (Kaune vidutinė daugiametė kritulių norma yra 620 mm, o temperatūra – 6,4°C).

Medžių radialiojo prieaugio sumažėjimą ar net minimumą sukelia ne vien šaltesnės žiemos ar vėsūs ir sausi laikotarpiai. Tai rodo ir daugumos tyrimo barelių 1992 m. prieaugis, kai per metus iškrito 624 mm, bet temperatūros (7,7°C) buvo gerokai aukštesnės už jų daugiametę normą. Be to, šiais metais buvo labai karšta vasara (vid. 18,2°C), teiškrito 123 mm kritulių (norma 234 mm). Apskritai paskutinį dešimtmetį beveik visoms tyrinėtomis medžių rūšims būdinga radialiojo prieaugio sumažėjimas, kurį galima paaiškinti daugiausiai vyrausiomis šiltomis ir gana sausomis klimato sąlygomis, ypač vasaromis.

Remiantis anksčiau išdėstyta medžiaga, galima teigti, kad rekonstruojant klimato sąlygas ir švairiais laikotarpiais naudojant skirtingus rūšių medžių radialiojo prieaugio duomenis, patikimai galima rekonstruoti tik buvusias ekstremalias sąlygas. Tai buvusias šaltesnes žiemas ir sausus, vėsius ar normalaus drėgnumo, bet labai karštus periodus.

## IŠVADOS

Tyrinėto medžių rūšių radialiojo prieaugio dinamika ir jos savitumai priklauso nuo daugelio veiksnių: biologinių medžių savybių, dirvožemio litologinės sudėties, vandens lygio dirvožemyje, atskiro laikotarpio klimato veiksnių, užimamos padėties medyje, medžių amžiaus ir kt.

Medžių jautrumas klimato sąlygų pokyčiams yra glaudžiai susijęs su šaknų sistemos savitumais. Tame pačiame medyje augančios pušys, kaip turinčios giluminę šaknų sistemą, reaguoja mažiau jautriai nei eglės, kurioms būdinga paviršinė šaknų sistema. Kaip tik dėl pakitusios šaknų sistemos pušys, augančios pelkėse, reaguoja daug jautriau, nei normalaus drėgnumo augavietėse augančios pušys.

Ši klimato sąlygų pokyčius nevienodai reaguoja ir atskiros metinės rievės dalys. Vėlyvasis radialusis prieaugis reaguoja jautriau nei ankstyvasis, o tai yra susiję su atskiro sezono, kada formuojasi atskiros rievės dalys, hidroterminiu režimu.

Švairiamedžiai ir skirtingos išsivystymo klasės tos pačios rūšies medžiai švairios aplinkos sąlygų pokyčius reaguo-



ja gana sinchroniðkai ( $r > 0,6$ ). Esminis skirtumas – tai absoliutus pametinis radialiojo prieaugio dydis.

Radialiojo prieaugio sinchroniðkumas yra susijæs ir su atskirø klimato periodø hidrologiniu reþimu. Medþiai, augantys ðlapiose ir drøgnokose augavietëse (raiste, palieknyje, ðlapgiryje), ilgesná laikà sumapëjus krituliø kiekiui, pasiþymi aukðtesniu prieaugio sinchroniðkumu ( $r > 0,5$ ), nei drøgnais laikotarpiais.

Nepriklausomai nuo atskirø veiksniø poveikio visø rûðiø medþiai reaguoja vienodai (neigiamai) á daltesnes nei norma þiemas, sausus ir vësius 2–3 metø trukmës, arba normalaus drøgnumo, bet labai sausas atskirø metø (ypaè vasarø), klimato sàlygas.

Gauta

2004 04 21

#### Literatūra

1. *Dendrologija* (red. V. Ramanauskas). Vilnius: Mintis, 1973. 318 p.
2. Jablonskis J. Lietuvos upiø iðtekliai ir jø kaita. T. m. habil. dr. disertacija. Kaunas, 1993. 100 p.
3. Kairaitis J., Karpavicius J. Radial growth peculiarities of oak (*Quercus robur* L.) in Lithuania. *Ekologija*. 1996. Nr. 4. P. 12–19.
4. Karpavichius J., Yadav R. R., Kairaitis J. Radial Growth Responce of Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) to Climate and Geohydrological factors. *Paleobotanist*. 1996. N 45. P. 148–151.
5. Lagunavièius A. (red.), Jankevièienë A., Levandauskas V., Miðkinis A., Minkevièius J. *Kauno architektūra*. Vilnius, 1991.
6. Stravinskienë V. *Klimato veiksniø ir antropogeniniø aplinkos pokyèiø dendrochronologinë indikacija*. Kaunas, 2002. 172 p.
7. Битвинскас Т., Григелите М., Савукинене Н. Стратиграфия и развитие болота „Ужпелкю Тирялис“. *Условия среды и радиальный прирост деревьев*. Каунас, 1978. С. 56–61.
8. Битвинскас Т. Т., Савукинене Н. П., Григелите М. А. Развитие болота „Аукштои Плиня“ и растительного покрова его окрестностей и дендрохронологический материал торфяника. *Пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев*. Каунас, 1981. С. 14–20.
9. Кайрайтис И. Дубовые насаждения. *Условия среды и радиальный прирост деревьев*. Каунас, 1978. С. 56–61.
10. Калинин М. И. *Формирование корневой системы деревьев*. Москва, 1983. 152 с.
11. Карпавичюс И. Дендроклиматические исследования. *Заповедник Жуvingтас*. Вильнюс: Academia, 1993. С. 233–241.
12. Карпавичюс И. Связь изменчивости радиального прироста сосны обыкновенной с морфологическими признаками. *Дендрохронология и дендроклиматология*. Новосибирск: Наука, 1986. С. 86–90.

#### Jonas Karpavièius

#### RADIAL GROWTH PECULIARITIES OF DIFFERENT TREE SPECIES AND ITS DEPENDENCE ON VARIOUS FACTORS

#### S u m m a r y

For the research of living tree radial growth peculiarities, data on 30 temporary research plots were used. Research plots were selected in pure and mixed stands of pine (*Pinus sylvestris* L.), spruce (*Picea abies* (L.) Karsten), oak (*Quercus robur* L.), larch (*Larix* sp.), ash (*Fraxinus excelsior* L.), black alder (*Alnus glutinosa* L.) and birch (*Betula* sp.). Several principles were applied for the selection of research plots: stands were chosen in the most different hydrological site conditions, at least two stands of analogous tree composition in similar sites, according to tree species diversity, tree layer and different distance to water reserves.

The research has shown that the radial growth dynamics of trees and its peculiarity depend on various factors such as biological features of trees, soil litological composition, water level of the soil, climate conditions in different periods, tree position in the stand, tree age and others.

It was established that conifers, except larch, less sensitively than deciduous trees respond to the changes of climate conditions. Due to a changed root system, pines growing in bogs react more sensitively than those growing on fresh stands.

Separate parts of annual ring differently respond to changes of climate conditions. Latewood widths are more sensitive than earlywood, depending on season hydrothermal conditions when separate parts of ring are forming.

All tree species react equally negatively to cold winters, dry and cool conditions of 2–3 years duration or very dry conditions in a particular year.

**Key words:** tree species, radial growth, dependence, biological features, climate and site conditions