

Skirtingų medžių rūšių radialiojo prieaugio savitumai ir jų priklausomybė nuo įvairių veiksnių

Jonas Karpavičius

*Vytauto Didžiojo universitetas,
Gamtos mokslų fakultetas,
Aplinkos tyrimų centras,
Ž. E. Žilibero g. 2,
LT-46324 Kaunas,
el. paštas j.karpavicius@gmf.vdu.lt*

Augančių medžių radialiojo prieaugio savitumams nustatyti buvo panaudota per 30 laikinų tyrimo barelių duomenys. Šie tyrimo bareliai buvo parinkti grynuose ir mišriuose pušies, eglės, ąžuolo, maumedžio, uosio, juodalksnio ir beržo medynuose. Parenkant tyrimo barelius vadovautasi keliais principais: kad medynai augtų kuo skirtingesnėse hidrologinio režimo augaviečių 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.

Atliktieji tyrimai parodė, kad tyrinėtų medžių rūšių radialiojo prieaugio dinamika ir jos savitumai priklauso nuo daugelio veiksnių: biologinių medžių savybių, dirvožemio litologinės sudėties, vandens lygio dirvožemyje, atskirų laikotarpių klimato sąlygų užimamos padėties medyje, medžių amžiaus ir kt.

Nustatyta, kad spygliuočiai, išskyrus maumedį, į klimato sąlygų pasikeitimus reaguoja mažiau jautriai, nei lapuočiai medžiai, o dėl pakitusios šaknų sistemos pušys, augančios pelkėse, reaguoja daug jautriau, nei augančios normalaus drėgnumo augavietėse.

Į klimato sąlygų pasikeitimus nevienodai reaguoja ir atskiros metinės rievės dalys. Vėlyvasis radialusis prieaugis reaguoja jautriau nei ankstyvasis, o tai yra susiję su atskirų sezonų, kada formuojasi atskiros rievės dalys, hidroterminiu režimu.

Taip pat nustatyta, kad nepriklausomai nuo anksčiau minėtų atskirų veiksnių poveikio visos medžių rūšys reaguoja vienodai (neigiamai) į šaltesnes nei norma žiemas, sausus ir vėsius 2–3 metų trukmės, arba normalaus drėgnumo, bet labai sausus atskirų metų klimato sąlygas.

Raktažodžiai: medžių rūšys, radialusis prieaugis, priklausomybė, biologinės savybės, klimato ir augaviečių sąlygos

ĮVADAS

Medžiai, augantys vidutinio klimato su sezonine kaita platumose, turi gamtoje retai pasitaikančią savybę augdami formuoti metinio prieaugio sluoksnius – metines rieves, ypač ryškiai išsiskiriančias spygliuočių ir kai kurių lapuočių medienoje. Būdami palyginti ilgaamžiai, medžiai per visą savo augimo laiką, kiekvienų metų rievėje (jos plotyje, tankyje, cheminėje sudėtyje) kaupia informaciją apie buvusias gamtinės aplinkos ir antropogeninės veiklos sąlygas. Todėl neveltui informacija, gauta tyrinėjant medžių radialiojo prieaugio dėsningumus ir jų priklausomybę nuo įvairių veiksnių, turi platų pritaikymą daugelyje gana skirtingų mokslo ir šalies ūkio šakų. Tai – klimatologija, astrofizika, archeologija, architektūra, kalnų glaciologija, sprendžiant įvairias miškininkystės problemas ir kt.

Sėkmingas medžių radialiojo prieaugio dinamikos dėsningumų ir jų priklausomybės nuo įvairių veiksnių pritaikomumas daugelyje mokslo ir šalies ūkio šakų yra glaudžiai susijęs su tyrimams naudojamų medžių amžiumi. Patikimai rekonstruoti buvusias gamtinės aplinkos sąlygas ir vėliau prognozuoti būsimas galima tik išsiaiškinus ne vien trumpalaikius (3–5 metų) ar ilgesnės trukmės (11–22), bet ir šimtmetinius aplinkos sąlygų kaitos ciklus. Dėl palyginti nedidelio Lietuvoje augančių medžių amžiaus, kuris neretai siekia 200–300 (400) metų, yra sunku patikimai išsiaiškinti ilgalaikius (šimtmetinius ir ilgesnius) ciklus. Tuo tikslu ir sudarinėjamos ilgaamžės rivių serijos, panaudojant įvairios istorinės ir subfosilinės medienos prieaugio duomenis. Kadangi įvairiems pastarojo tūkstantmečio statiniams daugiausia buvo naudota pušies (*Pinus sylvestris* L.), ąžuolo (*Quercus robur* L.) ir eglės (*Picea abies* L. (Kars-

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

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

TYRIMO METODIKA IR OBJEKTAI

Išsamiausi dendrochronologiniai tyrimai dabar augančiuose medynuose buvo atliekami Dubravos eksperimentinės miškų urėdijos (m.u.) Šilėnų 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 ilgiausių Lietuvoje. Jos prasideda 1893 m. ir su kelerių metų pertrūkiais I pasaulinio karo ir pokario metu tęsiasi iki šių dienų. Šiems pertrūkiams užpildyti buvo panaudota Kaliningrado srities Lesnoje ir Vilniaus meteorologijos stočių duomenys.

Parentkant tyrimo barelius vadovautasi keliais principais: kad medynai augtų kuo skirtingesnėmis hidrologinio režimo augaviečių 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 pagrindinių, lemiantys medžių radialiojo prieaugio savitumus ir jų priklausomybę nuo klimato sąlygų.

Kiekviename tyrimo barelyje gręžinėliai buvo imami iš ne mažiau kaip 10 modeliųjų kiekvienos rūšies medžių. Modeliniai medžiai buvo parinkti iš vidutinių ir normalių selekcinčių kategorijų medžių, turinčių didesnę prieaugį, bei dėl mažesnės jų reakcijos priklausomybės nuo tarpusavio santykių medyje (Karpavičius, 1986). Be to, pavyzdžiai buvo imami iš skirtingų amžiaus grupių medžių, siekiant įvertinti amžiaus įtaką 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 pažymėtina, kad dalyje tyrimo barelių buvo atlikta dirvožemio litologinės sudėties ir vandens slūgsojimo tyrimai, nes, kaip nustatyta anksčiau, šios savybės yra labai svarbūs veiksniai, nulemiantys radialiojo prieaugio dydį ir savitumus (Kairaitis, Karpavičius, 1996; Karpavičius ir kt., 1996; Stravinskienė, 2002). Be to, siekiant nustatyti medžių rievių formavimosi sezoniškumą, tyrimo bareliuose pavyzdžiai rinkti skirtingais sezono laikotarpiais.

Radialiojo prieaugio bendriesiems dėsningumams įvertinti buvo panaudoti ir anksčiau parinktų 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), ąžuolai auga ežerų pakrantėje, kur po gana storoko humusinio horizonto (iki 20–30 cm) prasižėdė smėlis ar priemėlis. Gruntinis vanduo ~1,5 m gylyje. ąžuolynai, kuriuose buvo parinkti tyrimo bareliai Prienų m.u. N. Ūtos g-jė (PR34A), Panevėžio m.u. Gustonių g-jė (PN40A), Pasvalio m.u. Pasvalio g-jė (PA41A) ir Rietavo m.u. Kaltanėnų g-jė (RT32A), auga molio dirvožemiuose. Esminis skirtumas – tai gruntinio vandens gylis. T.b. PR34, jis giliau kaip 7 m, t.b. PN40, giliau kaip 2,2 m, o t.b. PA41, bei barelyje RT32, aptiktas atitinkamai 2,4 ir 1,2 m gylyje. Gruntinis vanduo yra giliau kaip 3 m ir t.b., parinktame Jurbarko m.u. Naukaimio g-jė (JB13A), kurio dirvožemyje vyrauja smėlis su žvyru. Reljefas lygus. Analogiškame dirvožemyje auga ąžuolai ir Alytaus m.u. Punios g-jė (PU5A). Esminis skirtumas tai, kad ąžuolai 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.

Duomenų palyginimui buvo panaudota ir *Larix* sp., augančių Degsnės maumedynė (DEM), Vidzgirio miške (VDM) bei dviejų t.b., esančių Šilėnų girininkijoje (SI1M ir SI6M). T.b. SI1M maumedžiai auga gretimai pušų ir eglių analogiškoje augavietėje, kaip ir t.b. SI3 (1 lent.), o t.b. SI6M pasireiškia antropogeninis poveikis, nes medžiai auga prie autobusų stotelės ir dirvožemio paviršinis sluoksnis yra pastoviai trypiamas.

Padidinto antropogeninio poveikio sąlygomis auga ir dalis uosių Vytauto Didžiojo universiteto Kauno botanikos sode (KBS). Pirmoji grupė uosių (KBU1) auga prie pastato (Ž. E. Žilibero g. 2). Vykdamas šio pastato rekonstrukciją iš jo galų buvo pristatyti nauji rizalitai bei užpiltas žemėmis (~0,5 m storio) šalia pastato buvęs akmeninis grindinys. Netoli pastato (Žilibero g. 4) auga ir trečios (KBU3) grupės uosiai. Automašinių išmetami teršalai labiau-

1 lentelė. Trumpos tyrimo objektų charakteristikos
Table 1. Brief characteristics of the study objects

Miškų urėdija Forest enterprise	Girinkija, vietovė Forestry, locality	Tyrimo barelis Exper. plot	Medžių rūšis ir šifras Species of tree and cipher	Pavzdžių ėmimo data Data of sampling	Augimo sąlygos ir pastabos Growth conditions and notes
1	2	3	4	5	6
Dubravos eksperimentinė	Šilėnų	SI1	<i>Pinus</i> (SI1P)		Pušys auga viršutinėje senojo Nemuno slėnio terasoje. Po 3 cm storio miško paklotės ir 8–10 cm pilkšvo humusingo sluoksnio prasideda smėlis. Gruntinis vanduo giliau kaip 2 m.
		SI2	<i>Pinus</i> (SI2P)	2001 05 06	Pušys auga antroje senojo Nemuno slėnio terasoje prie Kauno marių. Pavyzdžiai išskaidyti į keturias grupes priklausomai nuo atstumo iki Kauno marių, reljefo, jo aukščio ir medžių amžiaus
		SI3	<i>Pinus</i> (SI3P), <i>Picea</i> (SI3E)	2001 06 04	Medynas mišrus, auga Dubravos miške, 34 kvart. Dirvožemiui būdinga: 5 cm storio miško paklotė, po kuria prasideda pilkšvas priesmėlis, 20 cm gylį pereinantis į gelsvą smėlį. Nuo 45 cm aptinkamas kietas rudas molis.
		SI5	<i>Pinus</i> (SI5P), <i>Alnus</i> (SI5J)	2001 09 03	Medžiai auga raiste, ant kupstų. Juodalksniai su apdžiūvusiomis lajomis. Dubravos miške, 33 kvartale.
		SI7	<i>Alnus</i> (SI7J)	2001 09 21	Medynas auga šlapioje vietoje, kur prasideda upelis Degučius.
	Kuro	KU	<i>Pinus</i> (KUP)	2001 09 19	Reljefas išreikštas, todėl pavyzdžiai išskaidyti į dvi grupes (viršuje ir apačioje).
		KU	<i>Picea</i> (KUE), <i>Alnus</i> (KUJ)	2001 09 18	Medynas mišrus, medžiai auga ant kupstų. Juodalksniai 100% su išpuvusi centru, nors lajos nedžiūsta.
Kazlų-Rūdos	Kazlų-Rūdos	KZ1	<i>Picea</i> (KZ1E), <i>Alnus</i> (KZ1J)	2001 05 30 2001 08 16	Medžiai auga raiste ant kupstų, vietomis telkšojo vanduo.
		KZ2	<i>Pinus</i> (KZ2P), <i>Picea</i> (KZ2E)	2001 05 29 2001 08 16	Medynas auga ant pakilimo, už 100 m nuo t. b. KZ1. Gruntinis vanduo pakilimo viduryje 2,15 m gylį. Po miško paklotės ir pilkšvo humusingo sluoksnio, gelsvo smėlio eliuvinis horizontas aptiktas 18–31 cm gylį. Jis pereina į gelsvą, su tamsiai rudomis dėmėmis, iliuvinį horizontą, besitęsiantį iki 40 cm gylio.
		KZ3	<i>Pinus</i> (KZ3P), <i>Picea</i> (KZ2E)	2001 05 29	Reljefas lygus, apie 200 m nuo barelio KZ1. Dirvožemiui būdinga: 10 cm sudurpėjęs paviršius, o nuo 21 iki 40 cm pilkšvai rudas eliuvinis ir nuo 41 iki 51 cm kietas, tamsiai rudas iliuvinis horizontai. Gruntinis vanduo 1,2 m gylį.
Kaišiadorių	Žiežmarių	GI	<i>Fraxinus</i> (GIU), <i>Alnus</i> (GIJ), <i>Picea</i> (GIE), <i>Betula</i> (GIB)	2001 07 12	Pavyzdžiai imti Girelės miške. Juodalksniai ir uosiai auga grupėmis, o tarp jų auga beržai ir eglės. Juodalksniai ir uosiai apdžiūvusiomis 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 medyje.
Kauno	Sausinės	SA	<i>Fraxinus</i> (SAU), <i>Quercus</i> (SA„), <i>Picea</i> : Jaunos (SAEJ), viduamžės (SAEV)	2001 07 18	Pavyzdžiai imti iš medžių, augančių Sausinės miške. Eglės išskirtos į dvi grupes: jaunas ir viduamžės. Uosių būklė bloga, nes daug džiūstančių. 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 žemėjantis, netoli medyno teka upelis. Uosiai su išretėjusiomis, džiūstančiomis lajomis nepriklausomai nuo jų amžiaus.
Raseinių	Buvusi Ariogalos	AR	<i>Fraxinus</i> (ARU)	2002 06 21	Didmiškio miškas. Daug išdžiūvusių, ypač jaunų, uosių.
Jonavos	Svilonių	SV	<i>Pinus</i> (SVP)	2001 07 14	Medynas dviardis. I ^A auga pušys, II ^A – 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 ardus, todėl pavyzdžiai imti iš abiejų ardų eglų. Dirvožemyje 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.
Šakių	Lekėčių	LE	<i>Pinus</i> (LEP)	2001 09 17	Medyje auga dviejų amžiaus klasių pušys. Reljefas lygus.

siai gali veikti antros (KBU2) grupės uosių būklę, nes jie auga Ž. E. Žilibero ir Vilties gatvių pakraščiais. Mažiausią antropogeninį poveikį patiria seniausi uosiai, augantys pastato (Žilibero g. 6) pietvakarinėje pusėje (KBU4), nes čia dirvožemis mažai trypiamas ir nekursuoja transporto priemonės.

Palyginimui dar buvo panaudota ir vienu seniausių Lietuvos pušynų 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 pušynų, augančių Aukštosios plynios durpyne (AP6P ir AP7P), duomenys.

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

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

Tolimesniame tyrimų etape radialiojo prieaugio dėsningumams ir jų priklausomybei nuo įvairių veiksnių išaiškinti buvo apskaičiuota keletas statistikos rodiklių panaudojant turimas kompiuterines programas.

Statistikos rodikliai, kaip serijų vidutinis prieaugis, jo jautrumas klimato sąlygų kaitai ir kt., skaičiuoti panaudojant ITRDB paketo DPL 6,07 P (Dendrochronology Program Library) programą TSA. Daugiausia dėmesio skirta 1961–2000 metams. Šį laikotarpį sąlygojo daugelio medžių rūšių atskirų individų amžius, stiebo išpuvimas bei paties radialiojo prieaugio dinamikos savitumai.

Taip buvo naudojamas ir Exeal programų paketas – atskirų rėvių serijų koreliacijos koeficientų panašumui įvertinti, įvairių vidurkių bei polinominių kreivių apskaičiavimams.

TYRIMO REZULTATAI IR DISKUSIJA

Vienas statistikos rodiklių, leidžiantis įvertinti atskirų rėvių serijų pametinių pokyčių kitimą priklausomai nuo aplinkos sąlygų pokyčių, yra jų jautrumo koeficientas. Šis koeficientas kaip tik ir leido išskirti keletą prieaugio reakcijos dėsningumų. Vienas jų yra glaudžiai susijęs su biologinėmis medžių savybėmis (2 lent.). Apskritai pušys, augančios normalaus drėgnumo augavietėse, kaip turinčios gilumines šaknis, į aplinkos sąlygų pokyčius reaguoja mažiau jautriai, nei eglės, kurioms būdinga paviršinė šaknų sistema, netgi jei auga tame pačiame medyje. Tai ypač gerai atspindi t.b. SI4P;E ir KZ2P;E jautrumo koeficientai. Į aplinkos sąlygų pokyčius nevienodai reaguoja spygliuočių ir lapuočių radialusis prieaugis (2 ir 3 lentelės). Netgi ąžuolai, nors ir turi giluminę šaknų sistemą, daugiausia reaguoja jautriau nei spygliuočiai. Tai gali būti susiję su tuo, kad lapuočiai kasmet keičia lapiją. Šio fakto naudai kalba ir tai, kad maumedžiai, skirtingai nei kiti spygliuočiai, kasmet meta spyglius, į aplinkos sąlygų pokyčius jie reaguoja netgi jautriau nei lapuočiai. Tai gali būti sukelta jų spartaus augimo vegetacijos metu, nes vandens jie paima kur kas daugiau nei kiti spygliuočiai. Be to, maumedžiai yra viena labiausiai šviesamėgių medžių rūšių (Dendrologija, 1973).

Medžių jautrumas taip pat glaudžiai susijęs su augaviečių hidrologiniu režimu ir todėl pakitusia šaknų sistema. Tai gerai matyti iš daug aukštesnių pušų, augančių pelkėse, jautrumo koeficientų, nei normalaus drėgnumo augavietėse augančių pušų. Kaip rašo M. Kalininas (1983), medžiai, augdami aukšto gruntinio vandens sąlygomis, formuoja paviršinę šaknų sistemą. Kaip tik pelkėse augančių pušų susiformavusi šaknų sistema ir yra viena pagrindinių priežasčių dėl jų jautresnės reakcijos į aplinkos sąlygų pokyčius, nei pušų, augančių normalaus drėgnumo augavietėse.

2 lentelė. Spygliuočių medžių jautrumo koeficientai
Table 2. Coefficients of sensitivity of coniferous trees

Tyrimo barelis Experimental plot	Amžius 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		0,15	0,25	0,17	0,24

3 lentelė. Lapuočių medžių jautrumo koeficientai
Table 3. Coefficients of sensitivity of deciduous trees

Tyrimo barelis Experimental plot	Amžius 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	
PN40A	201	0,20			
PR34A	177	0,20			
RO43A	271	0,21			
RT32A	184	0,17			
PA41A	180	0,19			
JB13A	147	0,14			
PU5A	268	0,18			
VE27A	155	0,16			
PZU	116				0,14
Vidutinis					
Mean		0,18	0,23	–	–

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 didesnę įtaką turi ankstesnės (rudens; žiemos ir ankstyvojo pavasario) hidrologinių metų klimato sąlygos, nei vėlyvajam. Paprastai, po rudeninių liūtų ir pavasarinių polaidžių, 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 medienų jautrumas taip pat priklauso nuo tam tikrų klimato laikotarpių sąlygų. Kaip matyti iš 5 lentelės duomenų, lyginami atskirų laikotarpių vidutinius prieaugius ir jautrumo koeficientus, pastebime jų mažėjimą medžiams senstant.

4 lentelė. Įvairių rūšių medžių radialiojo prieaugio jautrumo koeficientai. Viršuje ankstyvosios medienos, apačioje – 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	0,17 0,20	0,18 0,31	0,27 0,30	–

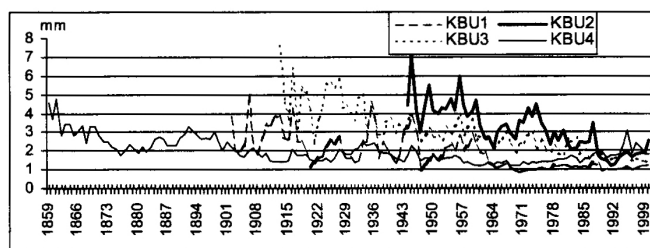
5 lentelė. Kauno botanikos sode augančių *Fraxinus excelsior* grupių ankstyvosios (a), vėlyvosios (v) ir metinės (m) medienų statistikos duomenys skirtingais periodais

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 ($\approx 50\%$) 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 uosių prieaugį (1 pav.). Tuo tarpu kitoje trijose grupėse 2002 m. tik penki uosiai turėjo gyvybingas lajas. Kitų lajos išretėjusios su pradėjusiais džiūti ūgliais, o šakos pradėjusios ar netgi baidyti.

Kalbant apie KBS augančių uosių būklę ir jų prieaugio dinamikos savitumus galima išskirti kelis pagrindinius veiksnys. Vienas jų – tai dirvožemio hidrologinių sąlygų skirtumas. Nors visų grupių uosiai auga panašios litologinės sudėties derlinguose dirvožemiuose, bet paviršinio vandens gyiliai 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 gylyje, o prie IV grupės medžių jis yra giliau – 1,8 m. Skyrėsi ir dirvožemio horizontų drėgnumas. Jie buvo kur kas drėgnesni pirmuoju atveju. Dalis I ir II grupių medžių auga arti pristatytų rizalitų (Ž. E. Žilibero g. 2), todėl dar maitinami nuo stogo nutekančiais krituliais. Be to, kaip minėta, rekonstrukcijos metu prie pastato buvo pakeltas grunto lygis ir užpiltas šalia pastato ejęs akmeninis grindinys. Tai pakeitė gruntinio vandens judėjimo ir pablogino dirvos aeracijos sąlygas, taigi dėl užsistovinčio paviršinio vandens pavasario polaidžio metu ar esant ilgesniam lietingam



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

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

laikotarpiui galėjo būti sukeltas šaknų puvinas. Šių teiginių naudai byloja faktas, kad po rizalitų, pristatytų 1959 m. (Lagunavičius ir kt., 1991) prie augančių uosių (KbU1), prieaugis pradėjo sparčiai mažėti ir dalis jų yra ties išdžiūvimo riba, o keletas jau išdžiūvo anksčiau.

Kaip matyti iš 5 lentelės duomenų, prieaugio sumažėjimas daugiausiai yra susijęs su sumažėjusiu vėlyvosios medienos kiekiu. Nuo 1961 iki 2000 m. visose grupėse ankstyvosios medienos vidutinis prieaugis sumažėjo nežymiai, tuo tarpu vėlyvosios net tris kartus (KBU1), o KBU3 grupėje daugiau kaip du kartus. Pirmose trijose grupėse vėlyvasis prieaugis dar labiau sumažėjo per pastarąjį dešimtmetį. Tuo tarpu KBU4 grupėje šį dešimtmetį radialusis prieaugis netgi padidėjo vėlyvosios medienos sąskaita.

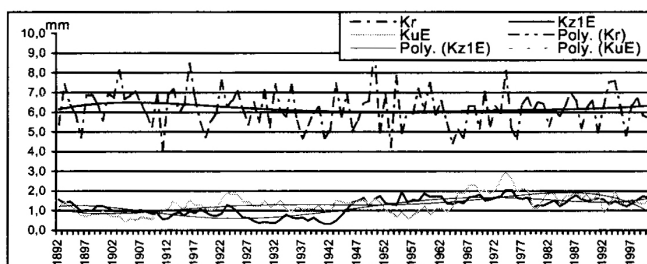
Medžių radialiojo prieaugio sinchroniškumas priklauso ne vien nuo augaviečių ir jų hidrologinio režimo, bet ir nuo atskirų laikotarpių klimato sąlygų. Remiantis upių nuotėkių kaitos duomenimis, iki 1936 m. nustatytas jų nuotėkio padidėjimas, o vėliau sumažėjimas (Jablonskis, 1993). Tai atspindi ir Kauno meteorologijos stoties matavimų duomenys. 1892–1936 m. buvo lietingesni (vid. 634,6 mm), nei 1937–1980 m., kai iškrito vidutiniškai po 602 mm kritulių.

Didesnis vid. kritulių kiekis pirmame laikotarpyje labiau neigiamai paveikė eglų, augančių raiste (t.b. KzE), prieaugį, kuris retai buvo didesnis kaip 1 mm (2 pav.), nei eglų, augančių palieknio sąlygomis (t.b. KuE). Be to, šį laikotarpį labiau skyrėsi ir eglų dinamikų sinchroniškumas, nei antrame (r atitinkamai 0,07 ir 0,44). Tai rodo, kad sumažėjus kritulių kiekiui, hidrologinės sąlygos abiejose augavietėse tapo panašesnės, o tam tikrais periodais susidarantis vandens perteklius nebuvo toks limituojantis, nei pirmuoju periodu. Šį teiginį patvirtina ir apskaičiuotosios 5-ojo laipsnio polinominės

kreivės, atspindinčios ilgalaikius kritulių ir radialiojo prieaugio pokyčius.

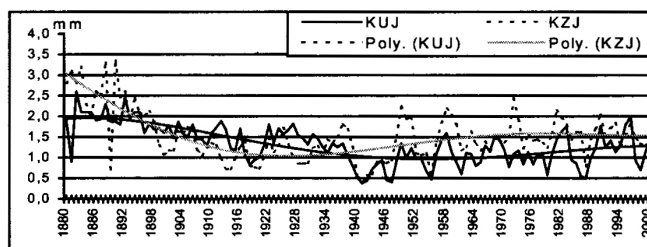
Nuo konkrečiais laikotarpiais augavietėse susidarancio hidrologinio režimo sąlygų priklauso ir kitų medžių rūšių radialiojo prieaugio savitumai, o tai patvirtina ir juodalksnių prieaugio dinamikos (3 pav.). Kaip matyti iš 3 pav. duomenų, juodalksniams pirmajame laikotarpyje būdinga radialiojo prieaugio mažėjimo tendencija, o antrajame, iki tam tikros ribos, – didėjimo. Skiriasi ir prieaugio sinchroniškumas: r – atitinkamai 0,66 ir 0,73. Tokių sinchroniškumo padidėjimą antrajame laikotarpyje taip pat galima paaiškinti hidrologinių sąlygų augavietėse supanašėjimu dėl mažesnio kritulių kiekio jo metu.

Medžių radialiojo prieaugio savitumus veikia ir medžių užimama padėtis medyne bei medžių amžius (4 pav.). Kaip matyti iš 4 pav. duomenų, nepriklausomai nuo užimamos padėties medyne eglėms (t.b. SVE1 ir SVE2) būdingas gana sinchroniškas ($r = 0,76$) pametinis prieaugis. Gana sinchroniškai augo ir skirtingo amžiaus eglės t.b. SAEJ ir SAEV ($r = 0,62$). Esminis skirtumas abiem atvejais – tai kasmetinio prieaugio absoliutūs dydžiai. Didesnis prieaugis I arde augančių eglų, nei antrame bei jaunesnių eglų. Bet medžiams pereinant iš II ardo į I



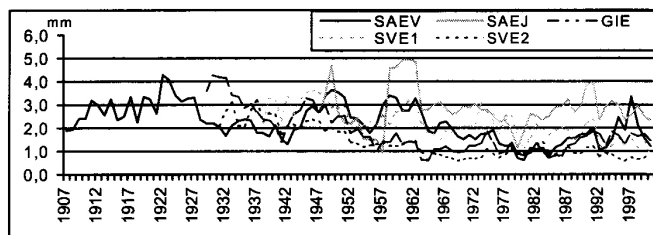
2 pav. Metinių kritulių (dalyta iš 100) ir *Picea abies* radialiojo prieaugio kasmetiniai ir ilgalaikiai pokyčiai

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 pokyčiai

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 eglų, augančių Girelės miške (GiE), pastarojo dešimtmečio prieaugio tendencija. Kaip tik šiame medyne net ~90% juodalksnių ir ~50% beržų yra išpuvusių centru, o daugumos juodalksnių apatinės šakos sausos. Kai kurie uosiai taip pat sausomis apatinėmis šakomis, o vietomis jaunesni uosiai pradėję džiūti ar visiškai nudžiūvę. Todėl, pagerėjus apšvietimo 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 augusių juodalksnių jis buvo atitinkamai 0,8 ir 1,1, uosių – 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.).

Šį reiškinį 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 įvairių 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 rieves, 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 temperatūrą – 6,4°C).

Medžių radialiojo prieaugio sumažėjimą ar net minimumą sukelia ne vien šaltos 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 vyravusiomis šiltomis ir gana sausomis klimato sąlygomis, ypač vasaromis.

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

IŠVADOS

Tyrinėtų medžių rūšių radialiojo prieaugio dinamika ir jos savitumai priklauso nuo daugelio veiksnių: biologinių medžių savybių, dirvožemio litologinės sudėties, vandens lygio dirvožemyje, atskirų laikotarpių 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 paviršinės šaknys. Kaip tik dėl pakitusios šaknų sistemos pušys, augančios pelkėse, reaguoja daug jautriau, nei normalaus drėgnumo augavietėse augančios pušys.

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

Įvairiaamžiai ir skirtingos išsivystymo klasės tos pačios rūšies medžiai į aplinkos sąlygų pokyčius reaguo-

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

Radialiojo prieaugio sinchroniškumas yra susijęs ir su atskirų klimato periodų hidrologiniu režimu. Medžiai, augantys šlapiose ir drėgnokose augavietėse (raiste, palieknyje, šlapgiryje), ilgesnį laiką sumažėjus kritulių kiekiui, pasižymi aukštesniu prieaugio sinchroniškumu ($r > 0,5$), nei drėgnais laikotarpiais.

Nepriklausomai nuo atskirų veiksnių poveikio visų rūšių medžiai reaguoja vienodai (neigiamai) į šaltesnes nei norma žiemas, sausus ir vėsius 2–3 metų trukmės, arba normalaus drėgnumo, bet labai sausas atskirų metų (ypač vasarų), klimato sąlygas.

Gauta

2004 04 21

Literatūra

1. *Dendrologija* (red. V. Ramanauskas). Vilnius: Mintis, 1973. 318 p.
2. Jablonskis J. Lietuvos upių ištekliai ir jų 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. Karpavicius J., Yadav R. R., Kairaitis J. Radial Growth Response of Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) to Climate and Geohydrological factors. *Paleobotanist*. 1996. N 45. P. 148–151.
5. Lagunavičius A. (red.), Jankevičienė A., Levandauskas V., Miškinis A., Minkevičius J. *Kauno architektūra*. Vilnius, 1991.
6. Stravinskienė V. *Klimato veiksnių ir antropogeninių aplinkos pokyčių dendrochronologinė 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 Жувинтас*. 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 Karpavičius

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

Summary

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