

VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETO BOTANIKOS SODO RAŠTAI



SCRIPTA HORTI BOTANICI
UNIVERSITATIS VYTAUTI MAGNI

Skiriama
Kauno botanikos sodo
septyniadešimtpenkmečiui

VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETO LEIDYKLA
KAUNAS 1999

T. BITVINSKAS, A. VITAS

KLIMATO EKSTREMUMAI IR PADARINIAI

PAPRASTOSIOS EGLĖS IR PAPRASTOSIOS PUŠIES
DENDROCHRONOLOGINIO TYRIMO PAGRINDU

ĮVADAS

Pastaraisiais metais gamtoje vykstantys ekstremalūs klimato reiškiniai — kuriam laikui “išnykusios” šaltos žiemos, vėluojantys pavasarai, karštos vasaros, mums neįprastos sausras ir kt. — trikdo ne tik mokslininkus, smalsią visuomenę, bet ir žemės bei miškų, pramonės ir komunalinio ūkio specialistus. Tai ne tik keičia mums įprastą ekologinę situaciją, bet padaro didelių piniginių bei moralinių nuostolių. Pavyzdžiui, Lietuvos miškininkams didelį nerimą sukėlė masiškas eglynų džiūvimas. Eglės medynai Lietuvoje nusilpo dėl sausrų, tačiau žievėgraužiui tipografiui (*Ips typographus* L.) sąlygos vystytis susidarė, laiku nepašalinus spygliuočių miškuose didelių vėjolaužų, vėjovartų ir sniegolaužų.

Vis dėlto specialistams reikia žinoti, kad gamtiniai ekstremumai, paveikę mūsų miškus, buvo toli gražu ne vietinis ar regioninis reiškinys. Visame Žemės paviršiuje fiksuojamas žymus pastarojo dešimtmečio vidutinės oro temperatūros pakilimas. Nuo 1860 metų aukštesnės temperatūros anomalijos vis labiau pasireiškia tiek šiauriniame, tiek pietiniame Žemės pusrutulyje. Paskutiniajame dešimtmetyje galime net atskirais mėnesiais įžiūrėti 1951—1980 metais apskaičiuotas temperatūros anomalijas. [11, 12]. Darbe [19], kuriame yra pavaizduotos teigiamos ir neigiamos kritulių anomalijos kritiniais mūsų miškams 1992 ir 1994 metais (1 pav.), matome, kad tai apima ne tik Baltijos valstybes, bet ir Baltarusiją, Ukrainą, Centrinės, Vakarų ir Pietinės Europos valstybes, netgi Šiaurės Afriką. Tą patį galima pasakyti ir kalbant apie teigiamos ir neigiamos oro temperatūros anomalijas [19]. Taigi mes žinome, kad miškai šioje plačioje teritorijoje buvo įtakoti ekologinių veiksnių, kurie galėjo labai neigiamai paveikti jų atsparumą ir sveikatingumą. Lietuvoje su tokiu ekologinių faktorių kompleksu susiduriama pirmą kartą. Vakarų Europoje jau senokai skundžiamasi nykstančiais spygliuočių miškų medynais, beveik kasmet jos miškus nusiaubia galingi gaisrai. Gauname žinių ir apie pablogėjusią padėtį Pietinėje Skandinavijoje. Esame priversti iškirstą medieną realizuoti užsienyje nepalankiomis sąlygomis.

Tyrimo tikslas

Ištirti dendrochronologiniu metodu įvairiomis ekologinėmis sąlygomis paprastosios pušies (*Pinus sylvestris* L.) ir paprastosios eglės (*Picea excelsa* L.) radialinio prieaugio dinamikos dėsningumus esant klimato ekstremumams. Ekologinių ekstremumų numatymas Saulės aktyvumo reperine sistema. Šiuo darbu siekiama pateikti tam tikras praktines išvadas — pirmiausia išsiaiškinti, kiek

ekologiškai atsparios klimato pokyčiams pagrindinės mūsų spygliuočių rūšys — paprastoji eglė (*Picea excelsa* L.) ir paprastoji pušis (*Pinus sylvestris* L.) — per pastarąjį dvidešimtmetį, kai Europos miškai dėl pramonės taršos ir pablogėjusių klimato sąlygų pradėjo nykti.

Tyrimo metodika

Šiame darbe naudojome Kauno observatorijos meteorologines sekas ir Saulės aktyvumo Volfo skaičius, gautus iš Pulkovo observatorijos.

Papildyti ir apskaičiuoti hidroterminiai rodikliai, mūsų tyrimų duomenimis, tiksliai apibūdina paskutiniųjų metų klimato kaitą. Antrajame paveiksle parodyti Kauno hidroterminiai rodikliai nuo 1988 metų.

- 1) Hidrologinių metų krituliai — Vmh,
- 2) Hidrologinių metų vidutinė oro temperatūra — tMh,
- 3) Hidroterminis rodiklis Oikos 1 = (tMh/VMh)*100,
- 4) Hidroterminis rodiklis

$$\text{Oikos 3} = (V_3 + 2V_2 + 3V_1 + 4V_0) \cdot t_0 \cdot (t_3 + 2t_2 + 3t_1 + 4t_0) / 10000.$$

V — hidrologinių metų krituliai, t — hidrologinių metų temperatūra.

Saulės aktyvumas hidrologinių metų (IX—XII+I—VIII) kiekvieną mėnesį išreikštas Volfo skaičiumi (W).

Be to, buvo atskirai išanalizuoti pastarųjų metų mėnesiniai bei sezoniniai krituliai ir temperatūra.

1995—1996 m. atlikti T. Bitvinsko ir A. Vito tyrimai Kazlų Rūdos miškų masyve ir Žemaitijoje bei šiaurės Aukštaitijoje (barelių išsidėstymo Lietuvoje schema — 3 pav.) [18]. Svarbiausia dendrochronologinė medžiaga surinkta: Kazlų Rūdos miškuose, Neringoje, Telšių urėdijoje, ties Taurage, Radviliškiu, Panevėžiu, Jurbarku, Rietavu, Aukštaitijos nacionaliniame parke ir kt. (3 pav.). Bendriems paprastosios pušies prieaugio dėsningumams tirti ir išryškinti panaudoti ir ankstyvesnių tyrimų rezultatai: Lietuvos spygliuočių medynų prieaugio svyravimo dėsningumai lyginami su kaimyniniais regionais. Tam reikalingai pakankamai medžiagos teikia dendrochronologinis profilis Murmanskas—Karpatai [5] ir jo apdoroti duomenys, pritaikant Saulės aktyvumo fazių repėrinę sistemą [6]. Profilio šiaurinėje dalyje — Kolos pusiasalis (63°—69°), šiaurinė Karelija. Antrasis regionas apima rajonus šiauriau Lietuvos (58°—62°30'). Tai pietinė Karelija, Peterburgo apylinkės, Novgorodo sritis. Trečiasis — Lietuvą ir gretimus rajonus (53°—57°), t. y. Latviją ir šiaurės vakarų Baltarusijos ir Ukrainos rajonų (48°—52°30' platumą).

Atliekant lauko tyrimus, parinkti tyrimo bareliai, kuriuose prieaugio (Preslerio) gražtu medžių kamienuose krūtinės aukštyje pragręžta ne mažiau kaip 20 gręžinėlių. Jų rievėlių vėlyvoji ir ankstyvoji mediena matuota atskirai. Miške bareliai aprašyti pagal įprastines metodikas ir taksacines charakteristikas. Prieaugių indeksai bei koreliacijos koeficientai skaičiuoti kompiuterine technika [18].

Rezultatai

1. Dabartinė klimatoekologinė Lietuvos miškų situacija

1. 1989—1991 metais turėjome eilinių, antrąjį, 22 metų Saulės aktyvumo ciklo maksimumą. Paprastai kaip tik šiuo laikotarpiu medynų rievės yra plačios, taip buvo ir šį kartą.

2. Didelius prieaugių svyravimus nuo penktojo dešimtmečio pabaigos sąlygoja dideli Saulės aktyvumo svyravimai 22 metų cikluose, siekiantys iki 140 Volfo skaičių ir daugiau (4 pav.).

3. Nuo 1992 metų Lietuvos spygliuočių medynuose rievės yra siauros. Tą rodo trendai (pagrindas — 1988 metų optimali rievė) (5A, 5B pav.).

4. Nors paprastai siaurų rivių laikotarpiai sutampa su šaltomis žiemomis (pvz.: 1940—1942, 1954—1956, 1985—1987 metais), šį kartą buvo ekstremaliai šiltos žiemos (1989—1993, 1995 metais) ir šilti pavasariai (1994 m.) ir karštos 1992, 1994, 1996, 1997 metų vasaros. Dėl to ekologinė situacija tapo nepalanki medžių atsparumui ir sveikatingumui.

5. Minėtų klimato hidroterminių rodiklių Oikos 1 ir Oikos 3 koreliacijos koeficientai su paprastosios eglės rievėmis šimtmečio laikotarpiu, išskyrus paskutiniuosius 20 metų, yra teigiami ir gana aukšti (koreliacijos nuo +0,30 iki +0,80). Pastaruoju laikotarpiu jie neigiami — iki —0,30 (pav. 13). Tai rodo esminius klimato veiksmų pokyčius (aukšta oro temperatūra ir ženklus kritulių deficitas, t. y. pastaraisiais dešimtmečiais ekologinė situacija iš esmės keičiasi, ir svarbu žinoti kuria kryptimi). Gal tai reiškia, kad klimato šiltėjimas, fiksuojamas nuo 1922 metų, jau panaikino palankias sąlygas, ir dabar paprastajai eglei gresia masinis nykimas? Eglėnai Vakarų Europoje kenčia jau kelis dešimtmečius nuo pakitusių klimato sąlygų (laipsniškai kylančios oro temperatūros), kurioms paprastoji eglė, turinti paviršinę šaknų sistemą, yra labai jautri ir pamažu užleidžia savo pozicijas kitoms medžių rūšims ar bemiškoms teritorijoms.

Galimas priežastis nesunku išvardyti: tai kosminiai veiksniai, ir iš jų, kaip minėjome, padidėjęs Saulės aktyvumas, lemiantis Žemės atmosferos cirkuliaciją ir, matyt, turintis įtakos bendrai Žemės paviršiaus temperatūrai (ji kyla); antra veiksmų grupė, kuriai šiuo metu skiriamas ypatingas dėmesys, — antropogeninė žmogaus veikla. Iš esmės tai nėra vien pramonės išmetamų dujų ir atliekų kenksmingumo šalinimo bei utilizavimo problemos, bet ir mažėjančios miškų plotai dėl kirtimo, paviršinių ir požeminių vandenų kokybė ir kt. Faktiškai mes tik dabar susidūrėme su problema, kuri pietinėje ir centrinėje Europoje egzistuoja jau seniai.

Skaudesnių žmogaus veiklos padarinių Lietuvoje sulaukėme 1979—1980 metais, kai miškai pradėjo džiūti ties stambiais mūsų chemijos gigantais Jonavoje, Kėdainiuose, Akmenėje. [16, 17]. Ši ekologinė katastrofa buvo paaiškinta tuo, kad įmonių išmesti teršalai sutapo su to paties laikotarpio nepalankių veiksmų kompleksu, nusilpninusi miškus.

Nemažinant antropogeninės veiklos neigiamo poveikio, miškininkai jau 1979—1980 metais svarstė, ką toliau daryti su iškirstais nudžiūvėlių miškų

plotais. Pavojinga čia veisti žuvusių spygliuočių rūšis. Kokios medžių rūšys gali būti atsparios esamam pramoniniam užterštumui? Tai ne šio darbo tikslas, bet kai susiduriame su visos Lietuvos miškus palietusia nelaime — masišku eglynų džiūvimu — turi būti negailima nei laiko, nei lėšų išsiaiškinti šio reiškinio pirmines priežastis ir greitai apsispręsti, kokio tipo augimvietėse ir kokio tipo kultūrose paprastąją eglę tikslinga auginti, kad kitos miškininkų kartos nebūtų priverstos paprastosios eglės, kaip pagrindinės miško rūšies, atsisakyti.

Nagrinėjant hidroterminio rodiklio Oikos 3 duomenis Kaunui paaiškėjo, kad jau nuo 1976 metų jis buvo 236—218 lygio — t. y. 1976—1979 metai pagal hidroterminius rodiklius buvo nepalankūs platesnėms medžių rievėms susidaryti (2 pav.). Taigi šio laikotarpio medžių radialinius prieaugius riboja (limitavo) santykinai žema orų temperatūra ir mažas kritulių kiekis. Panašūs ir hidroterminio rodiklio Oikos 1 duomenys: po 1979 ir 1981 metų jis buvo 100% žemesnis. Beje, šis rodiklis rodo oro temperatūros ir drėgmės santykį hidrologiniais metais.

Po 1979—1980 metų, kai visoje Lietuvoje buvo medžių radialinio prieaugio minimumas, medžiai atsigavo ir 1989—1991 metais viršijo vidutinius prieaugio lygius. Tačiau 1992 metais paprastosios eglės ir paprastosios pušies radialiniai prieaugiai sumažėjo ir pasiekė neįtikėtina žemą lygį (6 pav.). Tai buvo rimtas signalas apie pablogėjusias ekologines sąlygas Lietuvos miškuose. Šis teiginys atsispindėjo ir 1994 metų dendroklimatochronologinės laboratorijos ataskaitose, kuriose panaudota dendrochronologinė medžiaga iš beveik visos Lietuvos teritorijos [8, 18]. Tyrimų rezultatas patvirtino mūsų niūriausias prognozes: iki 1997 metų siauros rievės liudija blogas augimo sąlygas. Nusišilpę nuo ekstremalių klimato sąlygų, medynai prarado atsparumą grybinėms ligoms ir tokiems kenkėjams kaip žievėgraužis tipografas, kuriems laisvai plisti padėjo labai sumažėjęs sėklų kaupimasis. Todėl 1994 metais prasidėjęs eglynų džiūvimas tęsėsi iki šiol. Reikia priminti, kad tuo pačiu metu eglynai labai gausiai derėjo ir dėl to medžiai tapo dar silpnesni.

Numatant artimiausiu laiku svarbiausias miškininkų veiklos kryptis, reikia atsižvelgti į mūsų klimato dėsningumus.

Pastarųjų metų klimato pokyčiai — visame šiame šimtmetyje pasikartojantis dėsningumas. Apytikriai kas 22 metai — vadinamajame antrajame Saulės aktyvumo (S. A.) maksimume (b) — paprastai klimato sąlygos gana optimalios: šilti ir pakankamai drėgni hidrologiniai metai. Paskutiniai tie metai buvo 1989—1991-ieji, kada spygliuočiai suformavo optimalias rieves nepriklausomai nuo augimviečių. S. A. pradėjo mažėti 1992—1994 metais (bd fazė). 1995 ir 1996 metai yra antrieji S. A. minimumo metai (1996 metais S. A. neviršijo 10 W.) 22-jų metų S. A. cikle, numatant, kad 1997 m. taip pat bus S. A. minimumo metai (d fazė). Tačiau dėl labai aukštų dviejų paskutiniųjų S. A. maksimumų centriniai Saulės aktyvumo minimumo 1997 metai „persitūmė“ į 1996 metus. Tai yra dėsningas reiškinys, pastebėtas ir aprašytas S. A. tyrinėtojų: kuo aukštesnį lygį pasiekia S. A., tuo trumpesni būna 11-os ir 22-jų metų ciklai [7]. Matematinė statistika rodo, kad praėjusieji ir, deja, dabar (nuo 1992 metų) Saulės aktyvumo kritimo šlaite (bd) ir pačiame Saulės aktyvumo minimume (d) medžių rievės esti siauros, o geriausiai atveju vidutinės.

2. Augimvietės ir ekstremalios klimato sąlygos

Lietuva — lygumų kraštas su neaukštomis kalvomis, neturinčiomis didelės reikšmės kritulių pasiskirstymui visoje teritorijoje. Tiesa, nors temperatūros fonas gana lygus, kiek žemyninis tostant nuo Baltijos jūros į šiaurės rytus ir pietryčius, kritulių pasiskirstymas įvairiose respublikos dalyse gali būti nevienodas. Tačiau atskirų rūšių telkinius Lietuvos teritorijoje lemia augimvietės veiksnys: dirvožemiai, jų našumas — maistmedžiagų kiekis juose bei drėgnumas. Išvaizdžiausi — Lietuvos pušynai, be konkurencijos įsitvirtinantys neturtingiausiuose smėlio dirvožemiuose ir aukštutinio tipo pelkėje. Pageidaujant gretimų specialybių mokslininkams, tiriantiems zoologinius ir botaninius objektus įvairiose ekologinėse nišose, pateikiame 80 metų paprastosios pušies medynų aukščių ir prieaugių profilio klasikinę schemą (7 pav.) nuo sausiausių, neturtingiausių (*cladoniosa*) iki turtingiausių (*oxalidosa*) ir pelkynių (*ledoso-sphagnosa*). Profilio ypatumas — be vidutinio prieaugio dydžio grafike parodyti galimi medynų prieaugio ekstremalūs dydžiai (minimalūs ir maksimalūs). Kraštutinėse augimvietėse (miško tipuose) jie ryškesni — gali labiau nutolti nuo vidutinio prieaugio. Našiausiose augimvietėse, optimaliose paprastajai pušiai, jos ne taip toli nutolsta nuo suskaičiuoto prieaugio vidurkio. Tačiau pušis dažnai eglės ir lapuočių — beržo, drebulės ir ąžuolo — „išstumiamama“ iš našiausių augimviečių.

Natūrali radialinio prieaugio ritmika keičia klasikinę prieaugio kreivę priklausomai nuo medyno amžiaus dėl klimatinio komplekso, sudarančio prieaugio maksimumus ir minimumus. Reikia pasakyti, kad šie paprastosios pušies prieaugio bangavimai normalaus drėgnumo augimvietėse atspindi 11-kos, drėgnokose — 13-kos, o pelkinėse 22-jų metų ritmą. Priklausomai nuo Saulės aktyvumo (esant aukštai Saulės aktyvumo amplitudei 22 metų cikle) vyksta ir maksimalūs radialinio prieaugio svyravimai.

Kaip jau buvo minėta, žymiausi kritimai tiek normaliose, tiek ir pelkinėse augimvietėse pasireiškia 22-jų metų cikle po antrojo Saulės aktyvumo maksimumo — Saulės aktyvumo kritimo ir minimumo fazių metu. Tai ir yra dabartinis laikotarpis.

Dendroklimatologinių tyrimo darbų kompleksas, atliktas per pastaruosius metus VDU KBS dendrochronologijos laboratorijoje, leidžia objektyviai įvertinti Lietuvos medynų prieaugio dinamiką ir jos kaitos priežastis pastaruoju dešimtmėčiu. Paprastosios pušies ir paprastosios eglės medynų, užimančių 60% viso apaugusio miško ploto, radialiniai prieaugiai yra patogiausias ir efektyviausias tyrimo objektas, kadangi dar pakankamai randame šimtamečių spygliuočių medžių (8 pav.), o jų metinių rėvių ankstyvoji ir vėlyvoji mediena teikia mums nemažai papildomos informacijos apie rėvių formavimosi ekologinių sąlygų dinamiką [2, 3]. Lietuvos miškų metinis radialinis prieaugis yra gana objektyvus rodiklis, leidžiantis retrospektyviai atstatyti ekologiškai svarbius klimato reiškinius, kurie turi įtakos medžių bendrųjų atsiželdinimo, įsitvirtinimo ir vystymosi dinaminiam dėsningumams.

Darbe [4] buvo parodytas medynų našumas ekologinių optimumų ir pesimumų laikotarpiais įvairiose pušynų augimvietėse, taip pat kokiais kompleksiniais klimato rodikliais galima geriausiai atspindėti prieaugio kitimo dinaminį dėsningumą.

Saulės aktyvumo fazės suskaičiuotos prieaugio amplitudžių (A) procentais. A ir b fazės yra Saulės aktyvumo 22-jų metų pirmojo ir antrojo maksimumų metai, c ir d — S. A. minimumų metai, ac ir bd — S. A. kritimo, cb ir da — S. A. kilimo fazės. Taip pat parodytos suskaičiuotos vidutinės amplitudės visiems keturiems regionams (iš šiaurės į pietus jos didėja). Čia aiškiai matyti kur kas didesnės amplitudės S. A. kritimo ir kilimo laikotarpiu ir mažesnės S. A. minimumų ir maksimumų metu. Gana akivaizdžiai galima išskirti prieaugio amplitudes Lietuvoje ir gretimuose jai rajonuose — d ir da fazėse prieaugio amplitudės didesnės ir gretimuose jai šiauriniame centre bei pietiniame regione.

Tose pat S. A. d ir da fazėse dar akivaizdžiau išsiskiria paprastosios pušies radialinio prieaugio savitumai Lietuvoje. Iš prieaugio tendrų duomenų jau galima nustatyti prieaugio didėjimo ar mažėjimo tendencijas vienoje ar kitoje fazėje. Lietuvoje ir gretimuose jai rajonuose (šimtmečio laikotarpiu), fiksuojamas paprastosios pušies dėsningas rivių siaurėjimas (trends — 80). Da fazėje trends atsistato (+72). D fazėje mūsų respublikos pušynuose randamos tik siauros (indeksai <90) ar vidutinės (indeksai nuo 90 iki 110) rievės. Šis dėsningumas būdingas visai Lietuvai: normalaus drėgnumo (dreunotose *Pinetum cladinosum* — *P. cl.*, *Pinetum vacciniosum* — *P. v.*, *Pinetum myrtilosum* — *P. m. v.*) ir drėgnose (*Pinetum myrtilosum* — *P. m.*) bei pelkinėse (*Pinetum sphagnosum* — *P. sph.*) augimvietėse (9 pav.).

Taigi svarbiausi veiksniai, kurie lemia cikliškus klimato svyravimus (mūsų tyrimo duomenimis) yra Saulės aktyvumas, Žemės atmosferos cirkuliacinė sistema ir sezoninė metų kaita, priklausanti nuo Žemės ašies pakrypimo Saulės atžvilgiu. Šis veiksmų kompleksas lemia hidrotermines sąlygas Žemės paviršiaus orų kaitai, ciklonų ir anticiklonų susidarymui.

1996 metų žiema stojo šalta (gruodžio mėnesį oro temperatūra vietomis nukrito iki -30°C), o 1996—1997 m. vėl, deja, šiltesnė, neatitinkanti mūsų prognozių. Vadinas, miško kenėjams veistis sąlygos nors ir nebuvo optimalios, tačiau labai nepablogėjo, nes 1996 m. žiema buvo snieginga. (10 pav.). Kol kas tik pakartojame, kad tikėtina, jog prasidėjo šaltesnių žiemų laikotarpis (temperatūros duomenys pateikti iš Kauno meteorologinės stoties). 11 paveiksle pateikti vasaros sausringųjų laikotarpių skaičiai nuo 1988 metų rodo, kad Vilniuje ir Kaune jų buvo apylygiai. 1998 metų birželio krituliai, atrodo, iš esmės pakeitė ekologinę situaciją eglynų naudai.

Pastarųjų metų pušynų radialinio prieaugio dinamika tyrinėta analogiškai eglynams: apskaičiuoti radialinio prieaugio trendai, santykio pagrindu imant 1988 metų rievės. 5A ir 5B paveiksluose matome, kad po optimalaus ekologiniu atžvilgiu 1989—1991 metų laikotarpio, neigiamiausiai į sausringus metus reagavo paprastoji pušis, auganti sausose vietose, o geriausiai ji jautėsi pelkinėje augimvietėje. Tačiau pušies prieaugiai vis dėlto nepasizymėjo tokiu prieaugių kritimu ir mažiau nukentėjo per sausringuosius 1991—1996 metus, būdingus Lietuvos klimato ekstremumams — kai pavasarį ir vasarą maža kritulių, karšti orai ir šaltoko vėlyvi pavasariai. Todėl ši paskutiniojo dešimtmečio laikotarpį galima laikyti savotišku ekologiniu paradoksu, nepaisant to, kad net aštuonerius metus (1988—1995) buvo palyginti šiltos ir švelnios žiemos (sausio vidutinė temperatūra per visą tą laikotarpį Kauno apylinkėse buvo $-0,6^{\circ}\text{C}$, kai vidutinė daugiametė apie $-4,8^{\circ}\text{C}$), rievės buvo siauros. Šilti

buvo ir to laikotarpio vasario ir kovo mėnesiai (vasario temperatūra — $1,2^{\circ}\text{C}$, kai vidutinė daugiametė — $4,2^{\circ}\text{C}$, atitinkamai kovo $1,8^{\circ}\text{C}$ ir $-0,2^{\circ}\text{C}$).

Sausringieji laikotarpiai taip pat persislinko: 1992 metais kritulių trūko balandžio, gegužės, birželio ir liepos mėnesiais (1 pav.). Birželį ir liepą buvo labai karšta. 1993 metais nusistovėjo sausi ir šilti balandis ir gegužė. 1994 m. sausringus birželio ir liepos mėnesius lydėjo rekordiniai karščiai.

Kaip jau buvo parodyta darbe [4], klimato dėsningumams pažinti yra pravartu remtis hidroterminiais klimato rodikliais. Paprasčiausi yra hidrologinių metų (IX—XII+I—VIII) krituliai ir vidutinė temperatūra V_{mh} ir $T_{mh} \cdot 100$, ir sudėtingesni $V_1 + V_2 + V_3 + V_4 / V_{vid.}$; Oikos 1 ir Oikos 3.

Grafinės šių rodiklių reikšmės 1898—1996 metų laikotarpiu parodytos 2 paveikslė. Čia matomos optimaliausiais radialinio prieaugio metais paminėtų indeksų reikšmės. Iki 1991 metų indeksų reikšmės, buvusios artimos vienetui, išsiskleidė į indeksų reikšmių vėduoklę. Į viršų kyla Oikos 3 ir kiek vėliau hidrologinių kritulių slenkančios sumos rodiklis. 1992 metais staiga šokteli Oikos 1, kuris yra ne kas kita, kaip hidrologinių metų temperatūrų sumos, padalintos iš kritulių sumų. Šis šoktelėjimas rodo, kad kaip tik tais metais buvo aukšta temperatūra ir nepakankamas kritulių kiekis. Nuo 1993 metų krinta hidrologinių metų temperatūra ($tMh \cdot 100$). Tai rodo, kad 1993—1996 metais yra kur kas (beveik 40%) vėsesni už optimaliuosius 1989—1990-uosius. Todėl spygliuočių medynai negali atsigausti, ypač sausose augimvietėse. Panaši ekologinė situacija išliko per visus pastaruosius ketverius metus (1993—1996). Rodiklio Oikos 3 kritimas 1996 metais rodo esminius pokyčius klimato veiksmų komplekse (santykinį klimato atvėsimą), tačiau kiek tai tęsis, turėtų parodyti 1997—1998 metų klimato duomenys.

Tarkime (o ir koreliaciniai ryšiai tai rodo), kad paprastosios pušies ir paprastosios eglės prieaugio dinamiką lemia orai, savo hidroterminėmis savybėmis ribojantys (limituojantys) arba stimuliuojantys šią dinamiką. Anksčiau atlikti darbai [2, 3, 8, 14], kuriuose buvo tirtas medžių prieaugio ir klimato veiksmų ryšys, leidžia, nesigilinant į detales pateikti šias išvadas:

1) Spygliuočių ir lapuočių medynų radialinį prieaugį riboja (limituoja) šalti rudens mėnesiai, šaltos žiemos, šalti ir vėluojantys pavasariai, vėsūs pirmieji vasaros mėnesiai. Vėlyvosios medienos susidarymui neigiamą poveikį turi drėgmės stoka pavasarį ir ankstyvosios pavasarinės bei vasaros pradžios sausros, taip pat žema to laikotarpio temperatūra. Gamta dažnai primena, kad esame pakankamai toli šiaurėje ir, pasikeitus orų cirkuliacijos kryptims, krinta ne tik miškų prieaugiai, bet taip pat ir žemės ūkio kultūrų derliai. Tokio pobūdžio kaip tik ir buvo medžių radialinio prieaugio ir žemės ūkio kultūrų derlių kitimas: augimo pesimumas 1979—1980 metais.

2) Prieaugį skatina (optimizuoja): šiltos žiemos, ankstyvi ir šilti pavasariai, drėgnos ir šiltos vasaros, ilgai ir šiltas ruduo.

3) Orų temperatūra turi didesnę lyginamąją svorį nei krituliai, kurių dažniausiai mūsų klimatinėmis sąlygomis pakanka [2].

Dauguma medžių rodo neblogas teigiamas koreliacijas su spalio-lapkričio mėnesių oro temperatūromis. Galbūt tai galima paaiškinti tuo, kad šiuo laiku medžiai kaupia medžiagas kitam augimo sezonui. Pačios oro temperatūros dinamika rugsėjo ir spalio mėnesiais labai primena 6—6,5 metų (11-mečių pusciklų) Saulės aktyvumo svyravimus.

Šie dėsningumai būdingi spygliuočių medynų radialiniams prieaugiams normalaus drėgnumo ir drėgnokose augimvietėse. Pelkinėse augimvietėse yra savi dėsningumai, kuriuos nulemia sunkiau išgarinama drėgmė, ir čia radialiniam prieaugiui įtakos turi per kelerius metus susikaupusios drėgmės atsargos [2].

Darbe [4] parodėme, kad ekstremalus klimato reiškiniai apėmė dideles Europos teritorijas ir Lietuvą. Būdama tarp jūrinio Vakarų Europos ir žemyninio Rytų Europos klimato, galingai persistumiant jų veiklos zonoms, Lietuva patenka į ilgalaikę vieno šių klimato reiškinių įtaką. Klimato ekstremumai, o kartu ir radialinio spygliuočių medynų prieaugio optimumai ir pesimumai mūsų miškuose neabejotinai ir pastoviai pasireiškia tam tikrose Saulės aktyvumo 22 metų fazėse. Todėl ir mūsų klimato pokyčius negalime laikyti atsitiktiniais. Teiginis, kad dabar dėl antropogeno poveikio vyksta nepageidautinas klimato atšilimas, galima būtų įrodyti, jei tuo pat metu mūsų Žemės biosfera nebūtų veikiamą padidėjusio Saulės aktyvumo. Jau ankstyvuose mūsų darbuose [6, 7] pavyko akivaizdžiai parodyti, kad juo didesnės Saulės aktyvumo amplitudės 22 metų cikluose, tuo didesnės ir medynų prieaugio amplitudės. Kaip tik tokiu optimalių ir pesimalių ekstremumų laikotarpiu ir gyvename.

Mūsų atlikti tyrimai [6, 7] parodė, kad, nepaisant jų sudėtingumo, Saulės aktyvumo efektus Žemės atmosferai ir medžių prieaugiams vis dėlto galima išryškinti. Pagausėjusius ekstremalius reiškinius gamtoje kaip tik paaiškiname intensyvesniais Saulės aktyvumo ciklais. Paskutiniųjų trijų Saulės aktyvumo ciklų amplitudės per 230 tyrimo metų buvo beveik 50% aukštesnės už vidutinę (12 pav.). Per 1937–1996 metų laikotarpį aukštesnėmis svyravimo amplitudėmis pasižymi ir tokie hidroterminiai klimato rodikliai kaip Oikos 1 ir Oikos 3 [2, 3]. Iš jų matyti, kad būdingus šaltų žiemų laikotarpius 1939–1943, 1951–1956, 1963–1970, 1985–1987 metais keitė santykinai šiltesnės ir švelnesnės 1944–1945, 1948–1949, 1957–1959, 1973–1975 metų žiemos.

Paskutiniojo laikotarpio (1992–1996 metų) įvykiai verčia mus rimtai susimąstyti. Iškyla dilema: ar oro temperatūros kryptingas kilimas yra antropogeninio ar kosminio pobūdžio reiškinys, priklausantis nuo Saulės aktyvumo ir Žemės atmosferos cirkuliacijos pokyčių? Pastaruoju atveju galėtume nusiteikti optimistiškai: cikliška Saulės aktyvumo ir oro temperatūros bei kritulių kaita turėtų priartėti prie Lietuvos klimatui būdingų ritmų. Pirmuoju atveju padėtis sudėtingesnė: Niujorke įvykusiame tarptautiniame aukščiausiojo lygio forume 1997.06.23 pasaulio mokslininkai domėjosi klimato atšilimo problema, numanomą jos antropogeninio poveikio pobūdžiu, šios aktualios problemos sprendimo vilkinimu išsivysčiusiose šalyse. Praktiškai ir prieš kelerius metus priimti išpareigojimai nevykdomi. Jei nuogaustavimai dėl klimato atšilimo antropogeninio pobūdžio pasitvirtins, neišvengiamai susidursime su galingomis sausromis ir neišvengsime jų padarinių. Vien tai verčia mus intensyviai stebėti klimato, aplinkos sąlygų ir medynų prieaugio dėsningumus, prašyti, kad būtų skirtos lėšos gamtos reiškinių tyrimams. Jei norime būti padėties šeimininkai savo respublikoje, turime išmokyti visapusiškai pažinti mus supančius reiškinius ir juos prognozuoti. Prisipažinsime, kad dėl pastarųjų metų klimato pokyčių tai padaryti kur kas sunkiau.

Su dendroklimatologinių tyrimų duomenimis turi susipažinti ir kitų specialybių mokslo darbuotojai bei gamtos tyrinėtojai, kad galėtų objektyviai įvertinti savo tyrimų medžiagą, palyginę su ilgalaikę dendroklimatologine analize.

Išvados

1. Klimatas pamažu šiltėja visoje Žemėje, ir tai tampa viena svarbiausių mokslo problemų.

2. Šiltėjimo trendas, kuris matomas tiek nagrinėjant Žemės paviršiaus temperatūros duomenis, tiek ir spygliuočių medžių — paprastosios pušies ir paprastosios eglės — rieves, fiksuojamas jau beveik 150 metų. Ši tendencija priskiriama antropogenui ir Saulės aktyvumo įtakai.

3. Klimato ritmai, veikdami sudėtingą Žemės atmosferos cirkuliaciją, iš dalies per hidroterminius klimato ir augimviečių veiksmus savotiškai iškreipia klimato šiltėjimo kryptį.

4. Per pastaruosius du dešimtmečius Lietuvos teritoriją jau pasiekė klimato šiltėjimo ir ritmikos neigiami padariniai: kinta miškai, silpnėja medynai, vis dažnesni kritiniai pesimalūs laikotarpiai (1979–1980, 1992–1997).

5. Valstybės gyvenime ir planavimo strategijoje minėti ritmikos pesimumai ir optimumai turi svarbią reikšmę savo hidroterminiais ypatumais, miško ir žemės ūkio derlių dinamika.

6. Dendrochronologiniai medžių tyrimo metodai šiuo metu įgalina: tirti klimato ir jo veiksmų įtaką medžių ir medynų prieaugiams, nustatyti ekstremalių klimato reiškinių įtakos dydžius tam tikrais laikotarpiais, tirti medžių prieaugių dėsningumus Saulės aktyvumo cikluose ir fazėse, nustatyti dirvos ir augimvietės svarbą sausringais ir drėgnais laikotarpiais bei jų įtaką žemės ūkio kultūrų derliams, žmogaus fiziologijai, jo ekonominei veiklai.

7. Senmedžių (senų pastatų, archeologinių objektų, iškastų pelkėse ar aptiktų upių sąnašų klotuose) mediena ir dabar augančių medžių medienos cheminiai ir radioaktyviųjų elementų tyrimai leidžia objektyviai, palyginti nebrangiai ir efektyviai plėtoti klimato monitoringą.

8. Remiantis ištirtais dėsningumais, medžiaga surinkta iš didelės Eurazijos dalies ir gaunama iš kitų dendrochronologinių laboratorijų bei dabar Lietuvoje atliekamais darbais, galima daryti ne tik retrospektyvias išvadas apie Žemės klimato pokyčius paskutiniais tūkstantmečiais, bet ir siūlyti metodikas klimato dinamikai prognozuoti.

Literatūra

- Anderson D. Global paleoenvironmental data. Pages workshop report series. 1995.
- The international geosphere-biosphere programme IGBP. P. 29–30.
- Битвинскас Т. Дендроклиматологические исследования. Ленинград, 1974. С. 172.
- Битвинскас Т. Биоэкологические основы дендроклиматологических исследований // Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук (специальность: экология). Свердловск, 1984. С. 395.
- Bitvinskas T. Rūšių tyrimas biocenozėse. I.1. Modelinių rūšių — *Pinus sylvestris* L. ir *Picea excelsa* L. tvarumo ir išsilaikymo perspektyvos // Rūšių tyrimai areale (1). Ekologinio optimumo zonos. Vilnius, 1997. P. 9–12.
- Битвинскас Т., Кайрайтис Й. Дендрохронологические шкалы профиля Мурманск Карпаты // Дендроклиматологические шкалы. Ч. I. Каунас, 1978. С. 52–78.

6. Битвинскас Т. Закономерности активности Солнца и радиального прироста сосны // Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас, 1978. С. 74—80.
7. Битвинскас Т. О вопросе солнечной активности, климата и связи прироста насаждений // Влияние солнечной активности на Земную атмосферу и биосферу. Москва, 1972. С. 80—92.
8. Bitvinskas T. Pagrindinių ekologinių ekstremumų rekonstrukcija Lietuvoje, remiantis dendrochronologiniais metodais // VDU KBS ataskaita. Kaunas, 1994. P. 153.
9. Bitvinskas T. Prognosis of tree growth cycles of Solar activity. Methods of dendrochronology. Dordrecht-Boston, London, 1989. P. 332—338.
10. Bitvinskas T. Tree-Rings and Solar activity. Tree-Rings, Environment and Humanity // Proceedings of the International Conference. Tucson, Arizona, 1994. P. 4.
11. Climate diagnostic bulletin. 1996. September. P. 61.
12. Fourth annual Climate assessment // Camp Springs: Climate Analysis Center, 1993. March. P. 34—35.
13. Gat J., Oeschger H. GNIP — Global Network for Isotopes in Precipitation. IAEA, WMNO. Pages past global changes. Bern, 1966. P. 48.
14. Karpavičius J., Kairiūkštis L. Radial growth peculiarities in Lithuania due to climatic and geohydrological factors // Conference of the European Dendrochronology Workshop-Moudon: Switzerland, 1996.
15. The PANASH Project. Paleoclimates of Northern and Southern Hemispheres // The international geosphere-biosphere programme IGBP. 1995. P. 92.
16. Stravinskienė V., Kairiūkštis L. Dendrochronologies for moist forests of Lithuanian SSR and their application for ecological forecasting // Dendrochronology around the Baltic. Helsinki. P. 119—135.
17. Stravinskienė V., Kairiūkštis L. Application dendrochronology in regional monitoring of forest decline // Proceedings of the International Dendrochronological symposium.— Lund: Ystad, 1990. P. 159—161.
18. Vitas A. Vidurio ir Vakarų Lietuvos eglynų dendroklimatologinis ištyrimas. Kaunas. P. 90.
19. Weekly climate bulletin. 1995 01 04. P. 10—11.

CLIMATE EXTREMES AND THEIR CONSEQUENCES TO ORDINARY PINE TREE AND ORDINARY FIR TREE (TAKING AS A BASIS DENDROCHRONOLOGY RESEARCH)

Summary

In this work is analysed the dynamic of tree rings formation in extreme climatic conditions of the ordinary pine tree (*Pinus sylvestris* L.) and ordinary fir tree (*Picea excelsa* L.).

For this work we used: data of Kaunas and Vilnius Meteorological Observatories and the data of Sun's activity obtained from Pulkov Observatory. The chief dendrochronological material is taken from Kazlų Rūda forests and in many other Lithuanian regions: Neringa, Telšiai, Tauragė, Radviliškis, Panevėžys, Aukštaitija National Park etc.

Was used hydrothermal indicators, which characterize well the climate changes: hydrological year precipitation, hydrological year average temperatures, hydrothermal indicators.

The main conclusions are: the climate changing trends (getting warmer) becomes one of the main problems of nowadays science; the negative influence of climate changes in Lithuania, for the first, time was detected in 1979—1980 and 1992—1997 years; dendrochronological research gives an opportunity to research climate and its factors influence to radial trees growth: the wood of old trees, old buildings and archeological objects enables an objective global climate monitoring.

КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСТРЕМУМЫ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ НА ОСНОВАНИИ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБЫКНОВЕННОЙ ЕЛИ И ОБЫКНОВЕННОЙ СОСНЫ

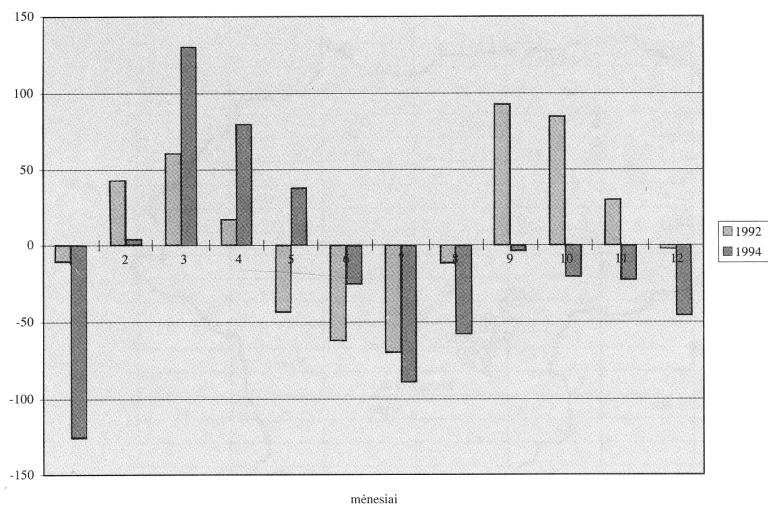
Резюме

В статье анализируется динамика образования годичных колец обыкновенной сосны (*Pinus sylvestris* L.) и обыкновенной ели (*Picea excelsa* L.) в экстремальных климатических условиях.

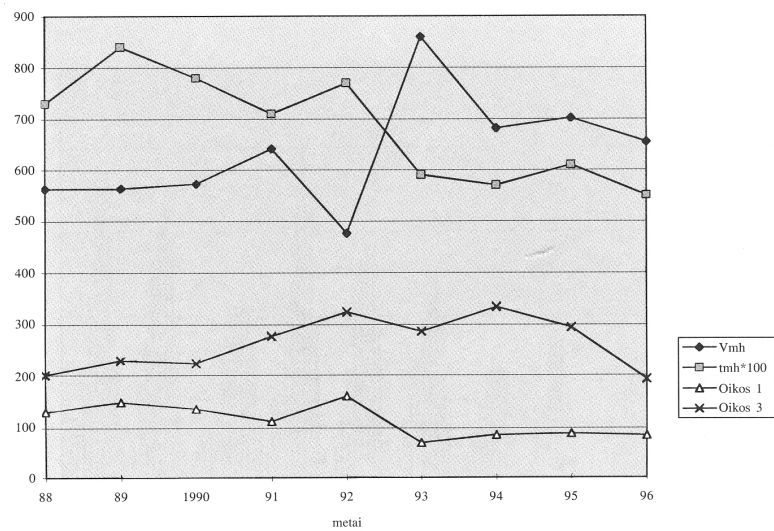
Использованы: данные Каунасской и Вильнюсской метеорологических обсерваторий и данные Солнечной активности Пулковской обсерватории. Основной дендрохронологический материал собран в лесах Казлу Руда и во многих других регионах Литвы: Неринга, Тельшай, Таураге, Радвилишкис, Паневежис, национальный парк Аукштайтя.

Использованы гидротермические показатели, которые характеризуют изменения климата: осадки и средняя температура гидрологических лет, гидротермические показатели — O_1 , O_2 .

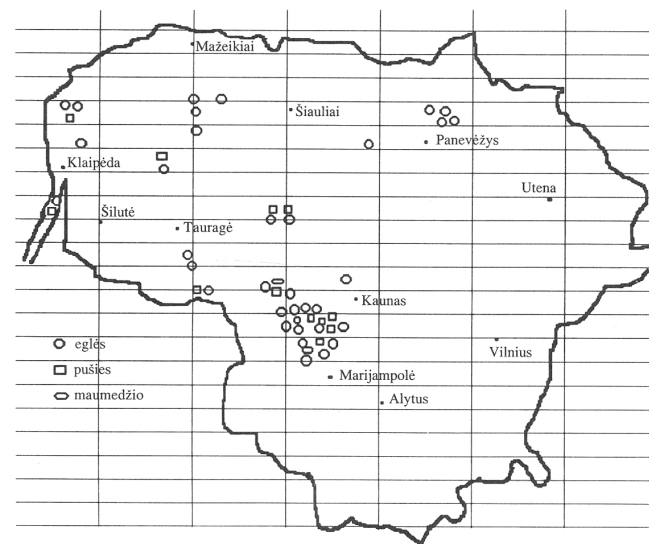
Основные выводы: изменение климата (потепление) — основная проблема современной науки; солнечная активность влияет на циклическое изменение климата; отрицательное влияние изменившегося климата в Литве проявилось в 1979—1980 и 1992—1997 годах; дендрохронологические исследования помогают изучать климат и его воздействие на прирост годичных колец; стволы старых деревьев, древесина из старых зданий и археологических объектов позволяет изучать глобальные климатические изменения.



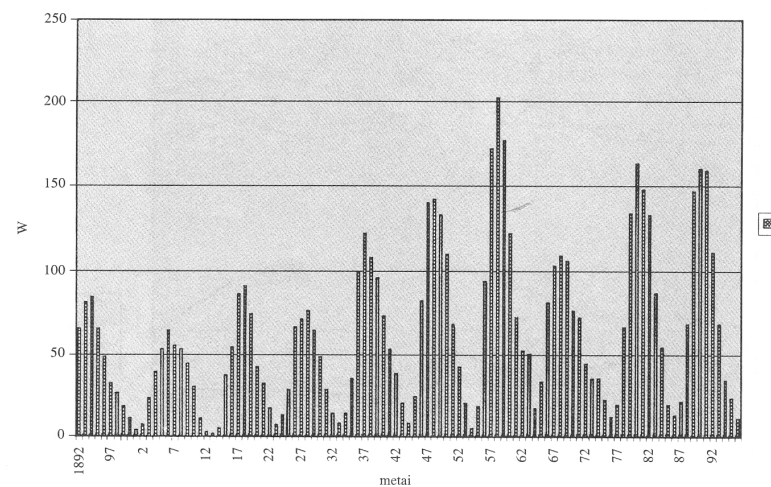
1 pav. 1992 ir 1994 metų kritulių anomalijos (Kauno meteorologijos stotis)



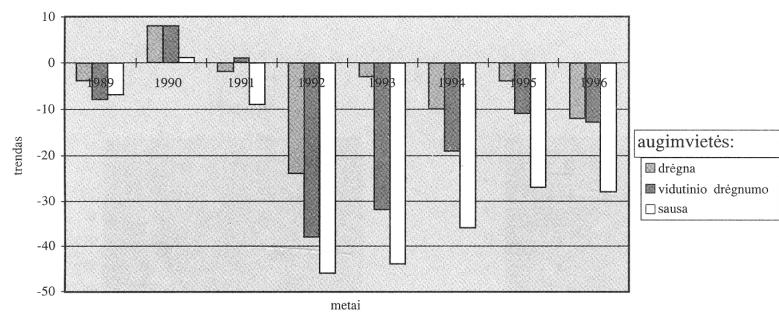
2 pav. Kauno hidroterminių klimato rodiklių trendai nuo 1988 m.



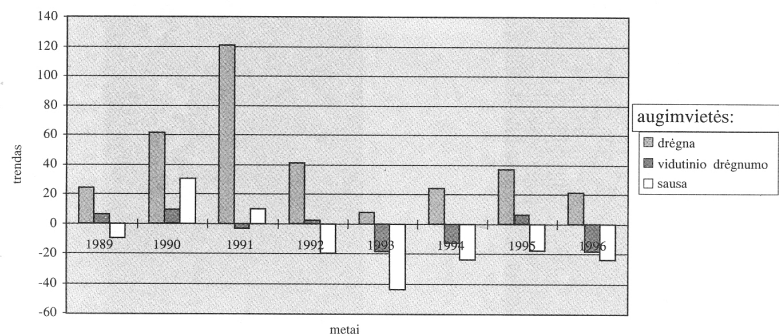
3 pav. Tyrimo barelių schema



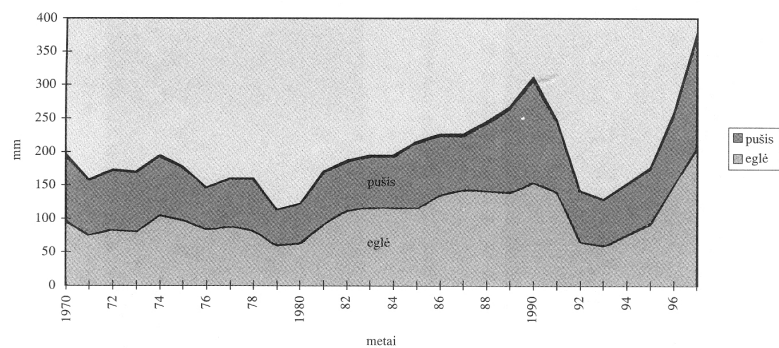
4 pav. Saulės aktyvumas (W) hidrologiniais metais XX amžiuje



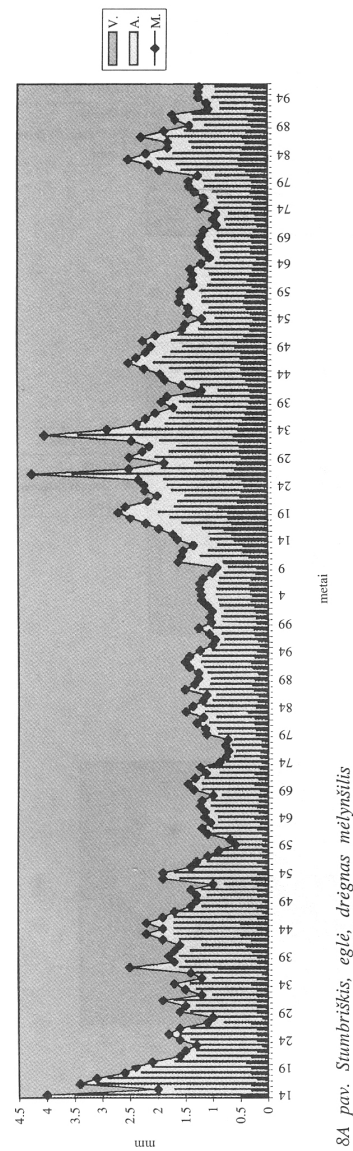
5A pav. Paprastosios eglės trendai



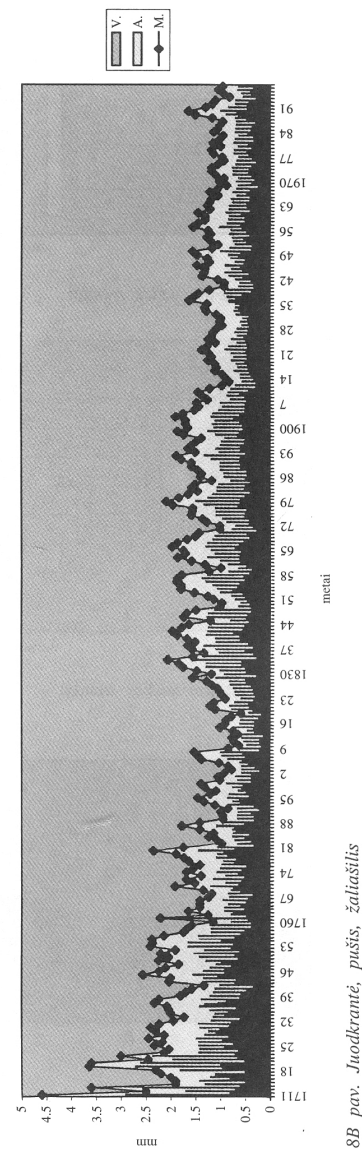
5B pav. Paprastosios pušies trendai



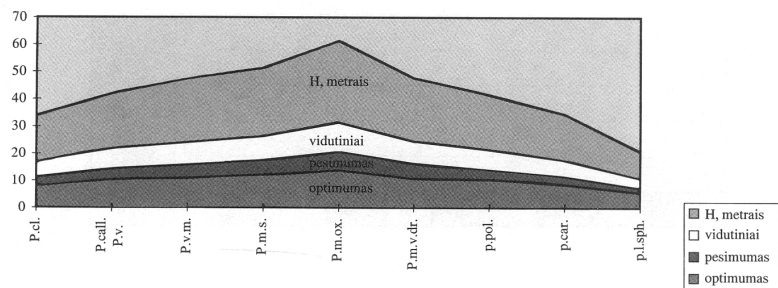
6 pav. Paprastosios eglės ir paprastosios pušies radialinio prieaugio reakcija į 1992–1994 m. ekstremalias klimato sąlygas



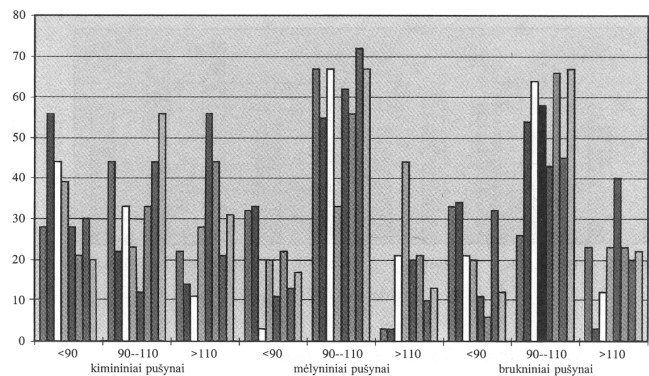
8A pav. Stumbriškas, eglė, drėgnas mėlynšilis



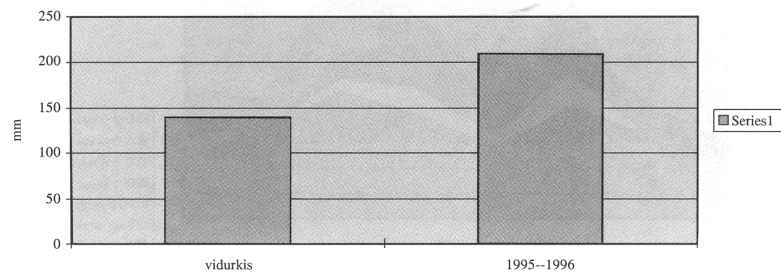
8B pav. Juodkraniė, pušis, žaliašilis



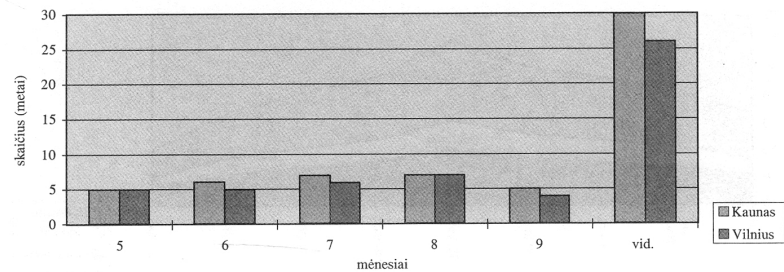
7 pav. 80 metų amžiaus pušyno aukščio ir prieaugio profilis



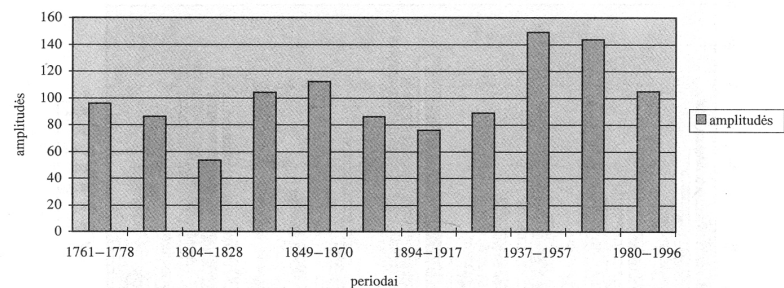
9 pav. Paprastosios pušies metiniai indeksai įvairių Saulės aktyvumo fazių metu Kauno apylinkėse



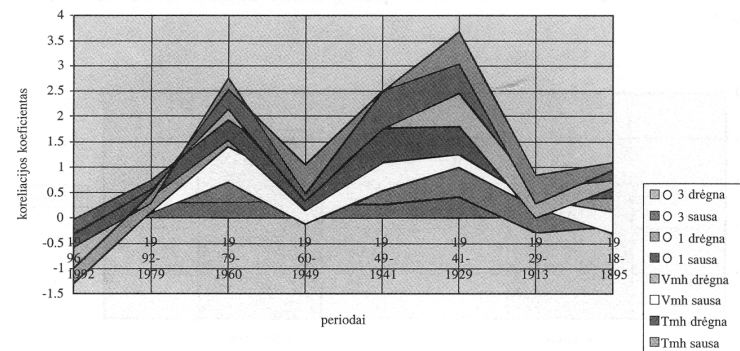
10 pav. 1995–1996 metų žiemos (XII–III mėn.) sniegingumo palyginimas su daugiamečiu (Kauno duomenimis)



11 pav. Kauno ir Vilniaus sausringų vasaros laikotarpių skaičius



12 pav. Saulės aktyvumo amplitudės 22 metų cikluose



13 pav. Paprastosios eglės prieaugio indeksų ir hidroterminių rodiklių koreliacijos sausose ir drėgnose augimvietėse