

VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETAS

Adomas Vitas

**KLIMATO VEIKSNIŲ ĮTAKA PAPRASTOSIOS EGLĖS (*PICEA
ABIES* (L.) KARSTEN) RADIALIAJAM PRIEAUGIUI**

**Daktaro disertacija
Biomedicininiai mokslai, ekologija ir aplinkotyra (03B)**

Kaunas, 2002

VYTAUTAS MAGNUS UNIVERSITY

Adomas Vitas

**IMPACT OF CLIMATE FACTORS ON RADIAL INCREMENT OF
NORWAY SPRUCE (*PICEA ABIES* (L.) KARST.)**

**Doctoral dissertation
Biomedical Sciences, Ecology and Environmental Sciences (03B)**

Kaunas, 2002

Darbas atliktas 1998-2002 m. Vytauto Didžiojo universiteto aplinkotyros katedroje.

Doktorantūros teisė suteikta 1998 m. balandžio 14 d. kartu su Lietuvos miškų institutu Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimu Nr. 457.

Doktorantūros komitetas:

Pirmininkas ir darbo vadovas:

 habil. dr. (biomedicinos mokslai, ekologija ir aplinkotyra 03B) Teodoras BITVINSKAS (Vytauto Didžiojo universitetas)

Nariai:

 prof. LMA NK habil. dr. (biomedicinos mokslai,) Stasys KARAZIJA (Lietuvos miškų institutas)

 prof. habil. dr. (biomedicinos mokslai,) Andrius KULIEŠIS (Lietuvos miškotvarkos institutas)

 prof. habil. dr. (biomedicinos mokslai, ekologija ir aplinkotyra 03B) Vida STRAVINSKIENĖ (Vytauto Didžiojo universitetas)

 dr. (biomedicinos mokslai, botanika 2B) Rūtilė PUKIENĖ (Vytauto Didžiojo universitetas)

The research has been conducted at the Department of Environmental Sciences, Vytautas Magnus university in 1998-2002.

The rights to doctoral studies is qualified together with Forest institute of Lithuania by resolution No 457 of 14th April 1998 of the Government of the republic of Lithuania.

Doctoral Committee:

Chairman of the Committee and Scientific advisor:

Dr. habil. (biomedical Sciences, ecology and environmental Sciences 03B) Teodoras BITVINSKAS (Vytautas Magnus university)

Members:

Prof. Academy of Sciences of Lithuania (Member correspondent) (biomedical Sciences,) Stasys KARAZIJA (Forest Institute of Lithuania)

Prof. Dr. habil. (biomedical Sciences,) Andrius KULIEŠIS (Forest Management Institute of Lithuania)

Prof. Dr. habil. (biomedical Sciences, ecology and environmental Sciences 03B) Vida STRAVINSKIENĖ (Vytautas Magnus university)

Dr. (biomedical Sciences, botany 2B) Rūtilė PUKIENĖ (Vytautas Magnus university)

TURINYS

Įvadas	9
1. Literatūros apžvalga	13
1.1. Lietuvos klimato apžvalga	13
1.2. Lietuvos klimatologinis rajonavimas	14
1.3. Ekstremalios klimato sąlygos	15
1.3.1. Uraganiniai vėjai	???
1.3.2. Šaltos žiemos	???
1.3.3. Sausros	???
1.4. Klimato kaita: priežastys ir „šiltnamio reiškiny“	22
1.5. Lietuvos eglynai	25
1.5.1. Lietuvos eglynų apžvalga	??
1.5.2. Istorinis eglynų paplitimas	26
1.5.3. Geografinis eglynų paplitimas	27
1.5.4. Lietuvos eglynų augaviečių tipai	28
1.6. Dendrochronologinių tyrimų istorinė apžvalga	29
1.6.1. Istorinė dendrochronologinių tyrimų raida	??
1.6.2. Dendrochronologiniai ir dendroklimatologiniai tyrimai Europoje ...	31
1.6.3. Dendrochronologiniai tyrimai Lietuvoje	34
1.6.4. Dendrochronologiniai paprastosios eglės tyrimai Lietuvoje	35
2. Metodika	37
2.1. Tyrimo objektai, lauko ir kamerinių darbų metodika	37
2.2. Radialiojo prieaugio eilučių kokybės tikrinimas, sinchronizacija, indeksacija bei dendroskalių sudarymas	40
2.3. Etaloninių dendroskalių sudarymo principai	43
2.4. Klimato veiksnių (oro temperatūros ir kritulių) įtakos radialiajam paprastosios eglės prieaugiui – atsako funkcijos tyrimo metodika	44
2.5. Reperinių radialiojo prieaugio metų tyrimo metodika	47
2.6. Sezoninio paprastosios eglės prieaugio tyrimo metodika	49
2.7. Hidroterminių rodiklių, Saulės aktyvumo bei klimato veiksnių ryšio su eglės radialiuoju prieaugiu atskirais laikotarpiais tyrimo metodika	50
3. Rezultatai	52
3.1. Etaloninės paprastosios eglės dendroskalės	52
3.2. Klimato veiksnių įtakos radialiajam paprastosios eglės prieaugiui daugiafaktorinės regresijos (atsako funkcijos) rezultatai	58
3.2.1. Vėlyvosios medienos radialiojo prieaugio ryšys su oro temperatūra ir krituliais	??
3.2.2. Ankstyvosios medienos radialiojo prieaugio ryšys su oro temperatūra ir krituliais	??
3.2.3. Metinio radialiojo prieaugio ryšys su oro temperatūra ir krituliais ...	??
3.3. Reperiniai radialiojo prieaugio metai	68
3.3.1. Sausų augaviečių eglų radialiojo prieaugio reperiniai metai	??
3.3.2. Drėgnų augaviečių eglų radialiojo prieaugio reperiniai metai	??
3.3.3. Reperinių metų geografinė analizė	??
3.4. Hidroterminių rodiklių ir klimato veiksnių ryšys su paprastosios eglės radialiuoju prieaugiu atskirais laikotarpiais	90
3.5. Paprastosios eglės sezoninio radialiojo prieaugio tyrimai	99
3.6. Paprastosios eglės radialiojo prieaugio tyrimo rezultatų aptarimas	103
Įšvados	120

Literatūra	122
Padēkos	133
Priedai	134

CONTENT

Introduction	9
1. Review of literature	13
1.1. Review of Lithuanian climate	13
1.2. Climate regions of Lithuania	14
1.3. Extreme climate conditions	15
1.3.1. Hurricane winds	
1.3.2. Cold winters	
1.3.3. Droughts	
1.4. Climate change: reasons and „greenhouse effect”	22
1.5. Lithuanian spruce forests	25
1.5.1. Review of Lithuanian spruce forests	??
1.5.2. Historical distribution of spruce forests	26
1.5.3. Geographical distribution of spruce forests	27
1.5.4. Forest types of spruce forests in Lithuania	28
1.6. Historical review of dendrochronological research	29
1.6.1. Development of dendrochronological research	??
1.6.2. Dendrochronological and dendroclimatological research in Europe	31
1.6.3. Dendrochronological research in Lithuania	34
1.6.4. Dendrochronological research of Norway spruce in Lithuania	35
2. Methods	37
2.1. Research objects, methods of field and cameral research	37
2.2. Dating quality control, indexation of radial increment series and constructing of chronologies	40
2.3. Principles of constructing master chronologies	43
2.4. Research methods of response function – climate factor’s impact (air temperature and precipitation) on the radial increment of Norway spruce.....	44
2.5. Research methods of the radial increment of pointer years.....	47
2.6. Research methods of Norway spruce seasonal radial increment	49
2.7. Research methods of links between hydrothermal indicators, Solar activity, climate factors and Norway spruce radial increment in different periods	50
3. Results	52
3.1. Master chronologies of Norway spruce	52
3.2. Results of multiple regression – response function between climate factors and radial increment of Norway spruce	58
3.2.1. Links between the latewood radial increment, air temperature and precipitation	??
3.2.2. Links between the earlywood radial increment, air temperature and precipitation	??
3.2.3. Links between the annual radial increment, air temperature and precipitation	??
3.3. Pointer years of radial increment	68
3.3.1. Pointer years of the radial increment of spruce on dry forest types??	
3.3.2. Pointer years of the radial increment of spruce on wet forest types??	
3.3.3. Geographical analysis of pointer years	??
3.4. Links between hydrothermal indicators, climate factors and Norway spruce radial increment in different periods	90
3.5. Research of Norway spruce seasonal radial increment	99
3.6. Discussion of research results on Norway spruce radial increment	103

Conclusions	120
Literature	122
Acknowledgements	133
Appendices	134

IVADAS

Pastaruoju metu Žemės klimatą vis labiau įtakoja žmogaus veikla, tikriausiai sukelianti klimato šiltėjimą ir miškų nykimą (Lamb, 1995; Мазена, 1998). Todėl silpnėja ekosistemų atsparumas nepalankiems veiksniams. Besikeičiančio klimato poveikio miškų ekosistemoms tyrimai tampa vis svarbesniais (Yoo, Wright, 2000). Klimato kaitos analizei galima naudoti ir medžių rievų – dendrochronologijos metodus (Cherubini, 2000; Roig et al., 2001). Miškų nykimas ir žuvimas pramoniniuose ir urbanizuotuose regionuose siejamas su žmogaus veikla – oro tarša. Vis svarbesne tampa būtinybė analizuoti aplinkos pokyčių įtaką augalams (Banks, 1992; Lovelius, 1997; Yoo, Wright, 2000; Ловелиус, 1980). Medžių rievės augimo metu kaupia informaciją apie aplinkos būklę ir yra geri aplinkos sąlygų ir jų pokyčių indikatoriai, kurių informacija gali būti panaudota ir aplinkos būklės prognozėms (Bräker, 1992; Eckstein, 1989; Schweingruber, 1993; Stravinskienė, 1997, 2000; Yoo, Wright, 2000; Битвинскас, 1974, 1984a, 1984b; Битвинскас и др., 1975; Колчин, Черных, 1977 ir kt.).

Lietuvos miškuose savaimė auga trys spygliuočių rūšys: paprastoji pušis (*Pinus sylvestris* L.), užimanti 37,8%, paprastoji eglė (*Picea abies* (L.) Karst.), užimanti 24% bei paprastasis kadagys (*Juniperus communis* L.) (Kuliešis, 1999; Kuliešis ir kt., 2000; Ozolinčius, 1998). Iš minėtų natūraliai Lietuvos miškuose augančių spygliuočių rūšių iki šiol dendrochronologiniuose tyrimuose naudota tik pušis ir eglė. Aplinkos pokyčiams paprastoji eglė yra jautresnė nei paprastoji pušis (Stravinskienė, 2002).

Paprastosios eglės šaknys paviršinės. Todėl medžius dažnai išverčia vėjas, ypač drėgnesniuose dirvožemiuose. Be to, eglei reikia nuolatinės dirvožemio drėgmės, todėl ji yra labai geras sausrų indikatorius. Uraganiniai vėjai paskutiniame XX a. dešimtmetyje ir padažnėjusios nebūdingos Lietuvai sausros, mokslininkų nuomone, sietinos su besikeičiančiu klimatu. Todėl dar labiau padidėja eglės ekologinių tyrimų vertė (Ozolinčius, 1998).

Darbo aktualumas ir hipotezė. Nustatyta, kad medžiai, augdami sausose augavietėse, yra jautresni klimato veiksniams ir, tuo pačiu, vertingesni dendroklimatologiniuose tyrimuose (Fritts, 1987; Stokes, Smiley, 1968 ir kt.). Lietuvos miškų monitoringo duomenimis, didžiausia kenkėjų masinio išplitimo tikimybė taip pat yra sausose eglynų augavietėse, ypač po sausringų laikotarpių (Karazija, 1997), pvz., 1993-1996 m. 3,3% visų Lietuvos eglynų (18,3-18,6% brandžių) buvo iškirsta dėl katastrofinės žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) invazijos (Ozolinčius, 1998). Todėl dauguma šiame darbe naudotų tyrimo barelių pasirinkti sausose eglynų augavietėse, dendrochronologiniais ir dendroklimatologiniais tyrimo metodais mažiau tirtose nei drėgnose.

Dendroklimatologinių tyrimų, atliktų Europoje ir Lietuvoje, rezultatai rodo, kad radialiojo prieaugio ir klimato veiksnių ryšio koeficientai retai būna patikimi ar reikšmingi (Schweingruber, 1983). Geresni rezultatai gaunami ieškant ekstremaliai mažo ar didelio radialiojo prieaugio priežasčių atskirais metais (Schweingruber, 1993, 1996). Darbo hipotezė - darbe naudojant paprastosios eglės barelių tinklą apimančią 54 tyrimo barelius, vartojant daugiafaktorinę regresinę analizę ir reperinių metų išaiškinimą, galima išsamiai įvertinti klimato veiksnių įtaką paprastosios eglės radialiajam prieaugiui.

Darbo tikslas – Lietuvos eglynų sausų augaviečių dendroklimatologinis ištyrimas bei radialiojo prieaugio etaloninių dendroskalių sudarymas.

Darbo uždaviniai. Numatytiems darbo tikslams pasiekti buvo keliami šie uždaviniai: 1) lauko darbų metu parinkti tyrimo barelius visoje Lietuvoje ir juose surinkti tiriamąją medžiagą, 2) medžių gręžinių rieves išmatuotos naudojantis LINTAB medžių rievų matavimo aparatu ir asmeniniu kompiuteriu su įdiegta TSAP programa, 3) sudaryti lokalias kiekvieno tyrimo barelio dendroskalės ir sausų Lietuvos eglynų augaviečių etaloninės dendroskalės, 4) remiantis Lietuvos meteorologinių stočių kritulių ir oro temperatūros duomenimis, atlikti dendroklimatologinius eglynų tyrimus: apskaičiuoti daugiafaktorinės

regresijos – atsako funkcijos koeficientus bei išaiškinti reperinius paprastosios eglės radialiojo priaugio metus.

Darbo naujumas. Pirmąjį kartą paprastosios eglės tyrimams sudarytas tyrimo barelių tinklas apimantis visą Lietuvą (54 bareliai, 1598 medžiai). V-A mediena Duomenų analizės metu naudotos šiuolaikinės kompiuterinės programos, atitinkančios pasaulinius dendrochronologinių tyrimų standartus. Naudoti šiuolaikiniai metodai: individualaus medžio radialiojo priaugio eilutės indeksavimas prieš lokalios dendroskalės sudarymą bei dvisvoris robastinis vidurkis.

Iki šiol atliktuose dendrochronologiniuose tyrimuose naudotas tik metinis radialusis priaugis. Šiame darbe daugumoje skaičiavimų vartotas ne tik metinis radialusis priaugis, bet ir vėlyvosios bei ankstyvosios metinio radialiojo priaugio medienos pločiai.

Statistinės analizės metu klimato veiksnių įtakos radialiajam priaugiui skaičiavimuose naudota moderni šiuolaikinė metodika – daugiafaktorinė regresinė analizė, nevarojant koreliacijos koeficientų, kurių panaudojimą riboja klimato veiksnių eilučių tarpusavio koreliacija. Atsako funkcija geriau nei koreliacijos koeficientai įvertina netiesinį ryšį tarp tiriamųjų klimato veiksnių ir radialiojo priaugio (Briffa, Cook, 1990).

Sudarytos sausų augaviečių (*Piceetum vaccinio-myrtillosum*, *Piceetum hepatico-oxalidosum*) eglynų metinio radialiojo priaugio (vėlyvosios ir ankstyvosios medienos) etaloninės dendroskalės, kurias praktiškai galima vartoti dendrochronologijoje, dendroklimatologijoje, miškininkystėje, ekologijoje ir kitur Lietuvoje ir užsienyje.

Pirmą kartą Lietuvoje dendrochronologinių tyrimui pavartota geografinių koordinačių nustatymo GPS sistema. Naudojant šią GPS sistemą, nustatytos tikslios kiekvieno tyrimo barelio geografinės koordinatės, kurios įgalins rasti parinktą tyrimo barelį ateityje bei bus naudojamos bendradarbiaujant su užsienio mokslininkais ir skelbiant duomenis užsienyje.

Pagrindiniai darbo rezultatai skelbti šiuose moksliniuose pranešimuose ir straipsniuose.

Moksliniai pranešimai:

1. **Žmogaus ir gamtos sauga.** 1997 m. gegužės 28-30 d. Kaunas: LŽŪU. Pranešimas: Ekstremalių klimato sąlygų poveikis eglynams.
2. **Žmogaus ir gamtos sauga.** 1998 m. gegužės 26-28 d. Kaunas: LŽŪU. Pranešimas: Žmogaus ir aplinkos sveikatos ryšio analizė.
3. **Lietuvos meteorologijos ir hidrologijos problemos XXI a. išvakarėse.** 1998 m. kovo 23 d. Vilnius: VU. Kompleksiniai klimato rodikliai ir jų ryšys paskutiniojo šimtmečio laikotarpiu su pušies ir eglės priaugio dėsniniais įvairiose Lietuvos miškų masyvų augimvietėse. (su T. Bitvinsku)
4. **State and Monitoring of Forests at the beginning of XXI century.** 1998 m. balandžio 7-9 d. Minskas (Baltarusija): Institute of experimental Botany. Correlation between the radial growth of Scots pine and Norway spruce and climate in Kazlų Rūda forests, Lithuania. (su T. Bitvinsku)
5. **Environmental studies in Baltic Region.** 1998 m. lapkričio 5-8 d. Kaunas: VDU. Pranešimas: „Dendrochronological Investigation of Forest Ecosystem of Lithuania”.
6. **Lietuvos jaunųjų botanikų darbai.** 1999 m. balandžio 27-28 d. Vilnius: Botanikos institutas. Pranešimas: „Ekstremalių klimato sąlygų poveikio Lietuvos eglynams dendrochronologinė analizė”.
7. **Gamtos mokslai ir aplinka.** 1999 m. gegužės 12 d. Kaunas: VDU. Pranešimas: „Rodiklinių metų analizė paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karsten) dendroskalėse”.

8. **Jaunimas siekia pažangos'99**. 1999 m. lapkričio 11 d. Kaunas: LŽŪU. Pranešimas: „Įvykių ir rodiklinių metų analizė paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karsten) radialinio prieaugio eilutėse”.
9. **Eurodendro-2001**. 2001 m. birželio 6-10 d. Gozd Martuljek (Slovėnija): Ljubljanos universitetas. Pranešimas: „Master chronologies of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) on dry forest sites in Lithuania”.
10. **Tree-Rings and People**. 2001 m. rugsėjo 22-26 d. Davos (Šveicarija): Šveicarijos federalinis miškų, sniego ir landšafto tyrimo institutas (WSL). Pranešimas: „Pointer Years of Norway Spruce (*Picea abies* L. Karst.) Tree Rings on Dry Forest Sites in Lithuania”.

Moksliniai straipsniai:

1. **Vitas A., Bitvinskas T.** 1998. Dendroclimatological similarities of *Picea abies* (L.) Karsten and *Pinus sylvestris* L. *Baltic forestry*, **4(1)**: 24-28.
2. **Vitas A.** 1998. Dendroclimatoecological Research of Spruce Forests in Lithuania. *Proceedings of the International Conference: „Eurodendro – 98. Dendrochronology and Environmental Trends”*. Kaunas. P: 132-138.
3. **Vitas A.** 1999. Įvykių ir rodiklinių metų analizė paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karsten) radialinio prieaugio eilutėse. Doktorantų mokslinės konferencijos „Jaunimas siekia pažangos'99” *straipsnių rinkinys*. Kaunas: LŽŪU. P: 103-106.
4. **Karpavičius J., Vitas A.** 2000. Pastovūs medžių sezoninio radialinio prieaugio tyrimai Aukštaitijos nacionaliniame parke (Vaišnoriškėje). *Ekologija*. Vilnius: Lietuvos Mokslų Akademijos leidykla. **1**: 30-39.
5. **Bitvinskas T., Vitas A.** 1999. Klimato ekstremumai ir padariniai. *VDU Botanikos sodo raštai*. Kaunas: VDU. **9**: 82-98.
6. **Vitas A.** 2001. Drought of 1992 in Lithuania and consequences to Norway spruce. *Baltic Forestry*, **7(2)**: 25-30.

Devynerių seniausių lokalių paprastosios eglės radialiojo prieaugio dendroskalių duomenys nusiųsti į Tarptautinį Medžių Rievių Duomenų Banką (ITRDB – International Tree-Ring Data Bank) Boulderyje (JAV).

Disertaciją sudaro 138 puslapiai, 23 lentelės, 50 paveikslų, 210 šaltinių literatūros sąrašas ir 3 priedai, apimantys 5 lapus.

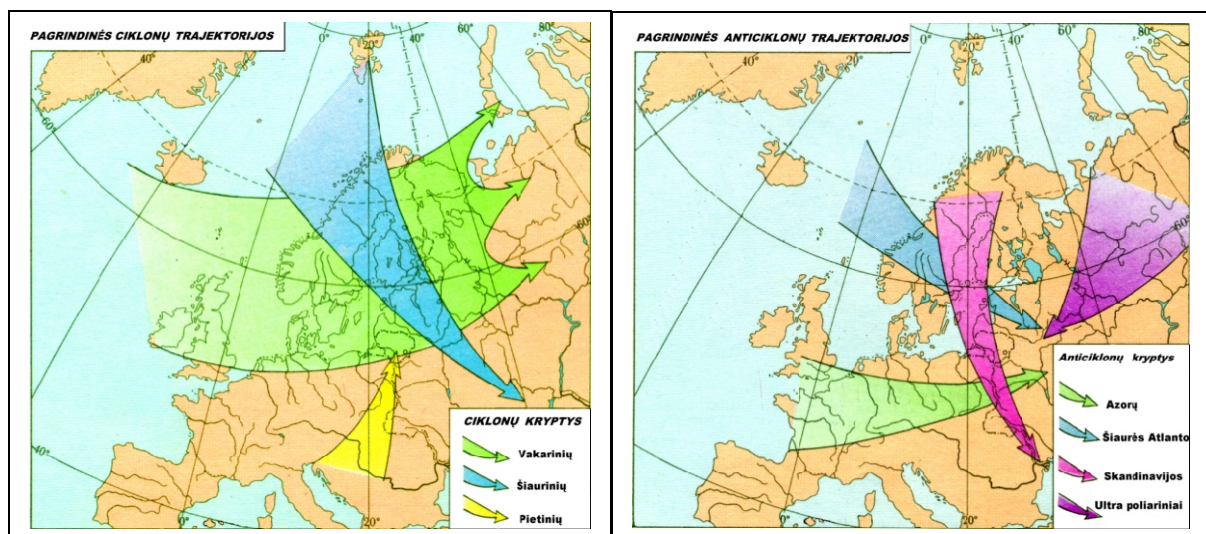
1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. LIETUVOS KLIMATO APŽVALGA

Lietuvos žemės paviršių per metus pasiekia $\approx 85 \text{ kcal/cm}^2$ Saulės energijos. Metų vidutinė oro temperatūra $+6,2^\circ\text{C}$, sausio $-4,9^\circ\text{C}$ (Klaipėdoje $-2,8^\circ\text{C}$, Dūkšte $-6,5^\circ\text{C}$), liepos $+17,0^\circ\text{C}$ (Laukuvoje $+16,4^\circ\text{C}$, Vilniuje $+18^\circ\text{C}$). Dažniausiai virš Lietuvos teritorijos būna vidutinių platumų jūrinės ir kontinentinės oro masės. Kartais įsiveržia tropinis arba arktinis oras. Orai dažnai keičiasi dėl ciklonų ir anticiklonų judėjimo. Per metus ciklonai Lietuvos orus veikia vidutiniškai 153 d., o anticiklonai – 177 d. Dėl ciklonų poveikio stiprėja vėjas, iškrenta krituliai. Anticiklonai lemia ramų ir giedrą orą. Lietuvos klimatą įtakoja Atlanto vandenynas. Tolstant nuo Baltijos jūros didėja vidutinės oro temperatūros svyravimų amplitudė, mažėja vėjo greitis. Vidutinis vėjo greitis Lietuvos pajūryje 5,5-6,0 m/s, rytinėje Lietuvos dalyje 3,0-3,5 m/s. Šalčiausias žiemos mėnuo – sausis, o pajūryje – vasaris. Nuolatinė sniego danga susiformuoja ne kasmet. Vidutinis kritulių kiekis Lietuvoje – 675 mm. Vakarinių aukštumų rajone iškrenta iki 800-900 mm kritulių (25-30% daugiau nei lygumose). Mažiausiai kritulių iškrenta vidurio Lietuvoje (520-700 mm) (Bukantis, 1994b). Didžiausi šalčiai užregistruoti rytų Lietuvos aukštumų daubose. Aukščiausia oro temperatūra – pietryčių Lietuvos smėlynuose. Vegetacijos laikotarpis trunka 135-150 d. (Kaušyla, 1986).

Lietuvos klimatas yra vidutinių platumų, pereinantis iš jūrinio į kontinentinį. Lietuva yra dviejų klimato makrorajonų (rytų Europos ir vakarų Europos) susidūrimo. Atskirais mėnesiais vyrauja vieno ar kito makrorajono orų masių cirkuliacija (Игнатавичене, 1964). Cirkuliaciniai procesai apima dideles Europos teritorijas (Рубинштейн, 1956).

Lietuvos klimatas priklauso nuo cikloninių, anticikloninių darinių bei oro masių advekcijos. Atmosferos cirkuliaciją Lietuvoje formuoja trys klimatologiniai slėgio centrai: Šiaurės Atlanto – Islandijos žemo slėgio sritis, Azorų anticiklonas ir Azijos anticiklono vakarinis gūbrys. Centrų aktyvumo kitimui būdingas ne tik metinis ciklas, bet ir ilgalaikiai svyravimai, trunkantys keliolika metų (Bukantis ir kt., 1998a, 2001; Portapas, 1990). Ciklonai skirstomi į vakarinius – Atlanto, šiaurinius – ateinančius iš šiaurės per Skandinaviją bei pietinius, susidarančius Viduržemio ir Juodosios jūros akvatorijoje. Anticiklonai – Azorų (šilti), Šiaurės Atlanto bei Skandinavijos (šalti) ir ultrapoliariniai (labai šalti) (Атлас Литовской ССР, 1981) (1.1 pav.).



1.1 pav. Pagrindinės ciklonų ir anticiklonų trajektorijos, įtakančios Lietuvos orus (Атлас Литовской ССР, 1981)

Fig. 1.1. Main trajectories of cyclones and anticyclones, influencing weather in Lithuania (Атлас Литовской ССР, 1981)

Anticikloninės ir cikloninės cirkuliacijos poveikis oro temperatūrai per metus yra nevienodas. Žiemą, vyraujant anticikloninei cirkuliacijai, blokuojama šilumos ir drėgmės prietaka iš Atlanto vandenyno ir sustiprėja radiacinis atvėsimas. Vasarą toks procesas sudaro sąlygas radiaciniam žemės paviršiaus ir oro išilimui. Dažniausiai kovo ir lapkričio mėnesiais oro temperatūros priklausomybė nuo cirkuliacijos ypatybių būna tokia pati, kaip ir žiemą, o gegužės ir rusėjo mėnesiais – kaip vasarą (Bukantis ir kt., 1998a; 2001).

Gruodžio – kovo mėnesiais su giliais ciklonais į Lietuvą atslenka šiltos ir drėgnos oro masės iš Atlanto vandenyno. Šiltuoju metų laiku gilūs ciklonai dažniausiai yra vėsos šaltinis (Bukantis ir kt., 2001).

1.2. LIETUVOS KLIMATOLOGINIS RAJONAVIMAS

Lietuvos klimata bandyta rajonuoti jau seniai. Šio amžiaus pradžioje tai atliko E. Romeris (1912 m.), K. Pakštas (1926 m.). Pirmasis E. Romerio rajonavimas buvo tobulas ir vėlesni variantai mažai kuo nuo jo skyrėsi (Bukantis, 1994b).

Klimatologiniai rajonai ir parajoniai išskiriami pagal oro masių cirkuliacijos skirtumus, kuriuos įtakoja Žemės paviršiaus savybės (Bukantis, 1994b). Todėl išskirti rajonai pasižymi tam tikru individualumu. Kiekvienas rajonas gali būti skirstomas į smulkesnius teritorinius vienetų – parajonius (Veteikis, 1997).

V. Ščemeliovas išskyrė keturis Lietuvos klimato rajonus: Baltijos pajūrio, Žemaičių aukštumų vakarinių šlaitų, vidurio Lietuvos lygumos ir Baltijos aukštumų. Ši klasifikacija remiasi skirtingomis orų savybėmis, pvz., šaltų, šiltų, debesuotų, lietingų, sausringų dienų skaičiumi per metus (Ščemeliovas, 1962). Didžiausi skirtumai tarp šių rajonų yra tarp Baltijos pajūrio ir likusių (Грицюте и др., 1957). Kiekvienas rajonas pasižymi skirtingais procesais. Pagal A. Bukantį, svarbiausios priežastys, lemiančios Lietuvos teritorijos mezoklimato skirtumus: jūrinio oro advekcija ir pradinė transformacija bei brizinė cirkuliacija Baltijos pajūryje, oro masių orografinis kilimas ir su tuo susijęs frontinių procesų aktyvėjimas priešvėjiniuose aukštumų šlaituose, adiabatinis oro leidimasis monolitinių aukštumų pavėjiniuose šlaituose, turbulentinio oro maišymosi ir terminės konvekcijos sustiprėjimas kalvotuose (miškinguose ir ežeringuose) rajonuose ir stambiuose kompaktiškuose miško masyvuose, kuriuose padidėja radiacijos balansas. Hidrografinės ir hidrogeologinės gruntų savybės (nuotėkio sąlygos, gruntinių vandenų slūgsojimo gylis ir kt.) moduliuoja dirvožemio apykaitą, o kartu ir šiluminį režimą (Bukantis, 1994b; Kulienė, Tomkus, 1990).

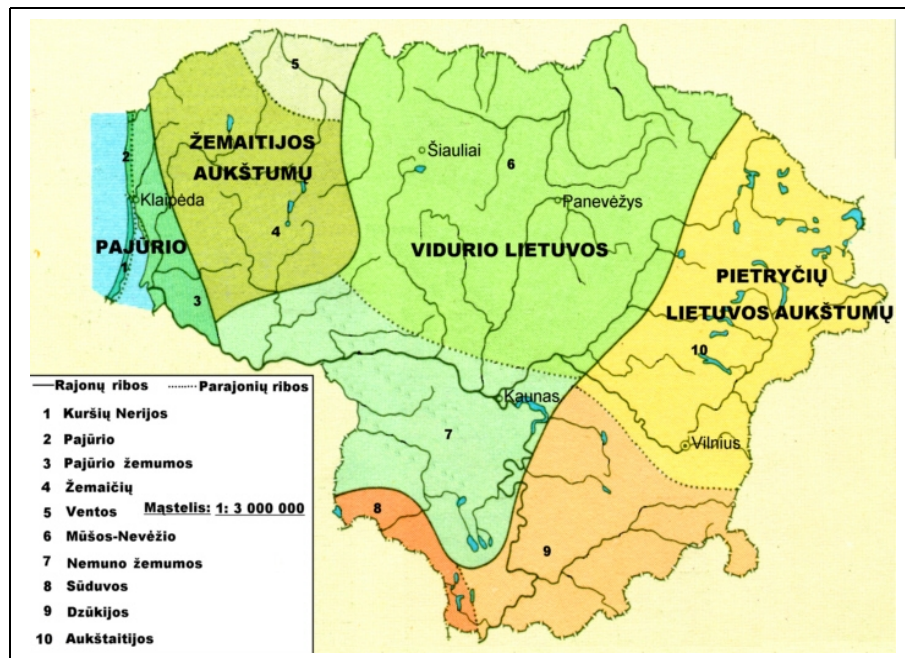
K. Kaušyla 1981 m. pasiūlė išsamesnę rajonavimo schemą: be keturių V. Ščemeliovo išskirtų rajonų, jis išskyrė dar 10 parajonių: Kuršių Nerijos, Pajūrio, Pajūrio žemumos, Žemaičių aukštumų, Ventos žemumos, Mūšos-Nevezio, Nemuno žemumos, Sūduvos, Dzūkijos ir Aukštaitijos. Rajonų ribos sutampa su vasaros izotermomis, o parajonių – su metinėmis izohietomis (1.2 pav., I priedas) (Bukantis, 1994a).

1.3. EKSTREMALIOS KLIMATO SĄLYGOS

Medžių radialijų prieaugį limituoja ekstremalios klimato sąlygos. Ypač neigiamai veikia žiemos ir pavasario šalčiai bei pavasario ir vasaros sausras (Kahle, 1994; Krasowski et al., 1993; Schweingruber, 1996; Битвинскас, 1965, 1974). Teigiamą įtaką sausras daro tik pelkinėse augavietėse augantiems medžiams (Баби́ков, 1975). Labai neigiamai paprastosios eglės radialijų prieaugį įtakoja ilgalaikės sausras. Joms pasibaigus, kitų palankių metų

prieaugis būna mažas. Drėgnose augavietėse augančios eglės kartais nuo sausrų nukenčia labiau nei sausesnėse augavietėse (Буяк, Карпов, 1983).

Sausos ir karštos vasaros sudaro palankias sąlygas žievėgraužio tipografo, kitų kenkėjų ir ligų masiniam išplitimui (Isaev, Kiseliov, 1987; Vaivada, 1999; Шевченко, 1978; Стадницкий, 1978; Стадницкий, Бортник, 1978).



1.2 pav. Lietuvos klimato rajonai ir parajoniai pagal K. Kaušylą (Bukantis, 1994a)

Fig. 1.2. Climate regions and sub-regions of Lithuania according K. Kaušyla (Bukantis, 1994a)

Be sausrų, didelę neigiamą įtaką daro stiprūs vėjai, audros ir uraganai, kurie, nors pasitaiko ir retai, tačiau daro milžinišką žalą eglynams, ypač augantiems drėgnose augavietėse ir turintiems paviršinę šaknų sistemą (Bukantis, 1998b; Ozolinčius, 1998; Битвинскас, 1965; Василяускас, 1998). Be to, stiprūs vėjai deformuoja medžių lają, kamieną ir sukelia reakcinės spaudimo medienos susiformavimą rievėse (Schweingruber, 1996). Dideles vėjovartas centrinėje Europoje įtakoja ir eglynų grybinės ligos, silpninančios medžius (Bazzhiger, Schmid, 1969; Timell, 1986).

Šaknų sistemos susiformavimas priklauso nuo dirvožemio sąlygų, vandens ir deguonies kiekio. Giluminė eglės šaknų sistema formuojasi giliuose bei lengvuose dirvožemiuose. Šaknų gylis čia siekia 3-4 m. Inkarinė šaknų sistema – dvinariuose dirvožemiuose, kurių viršutinė dalis – 0,5-1 m storio smėlis. Juose šaknų sistema sudaryta iš paviršinių ir inkarinių šaknų. Drėgnuose ir sunkiuose dirvožemiuose, kur gruntinio vandens lygis aukštas, eglė neišvysto pagrindinės šaknies. Šiose augavietėse formuojasi paviršinė horizontalių šaknų sistema. Sistemos horizontalios šaknys išsidėsto negiliai tarp humusinio ir mineralinio horizontų (Kairiūkštis, 1962; Kriukelis, 1995; Malinauskas, Suchockas, 1995; Чертовской, 1978).

1.3.1. Uraganiniai vėjai

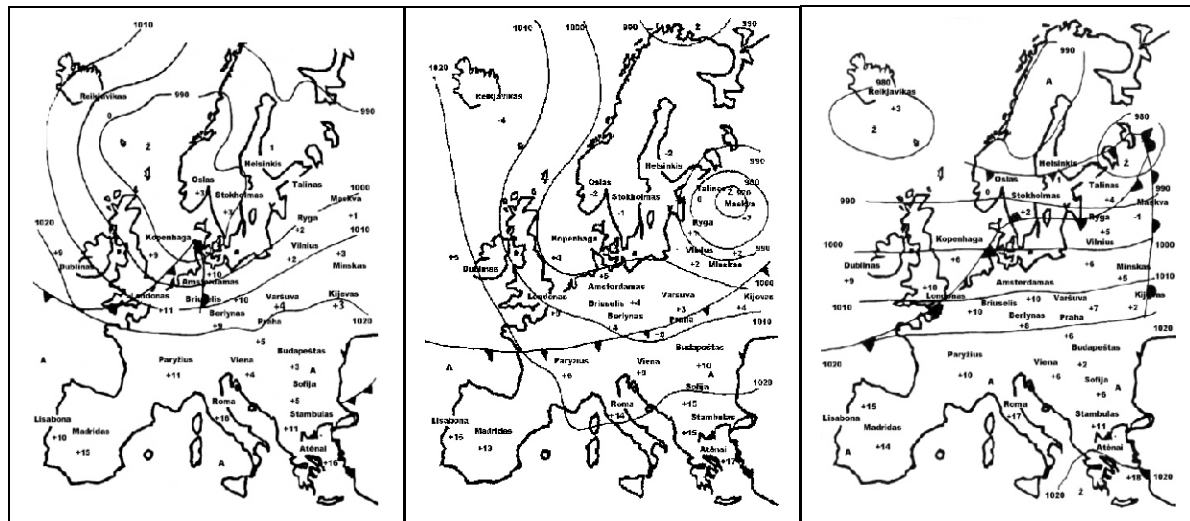
Vėju vadinamas horizontalus oro judėjimas. Vėjo greitis ir kryptis priklauso nuo slėgio gradiento judriuose bariniuose dariniuose – ciklonuose ir anticiklonuose. Vidutinis vėjo greitis Lietuvoje – 2,9-6,0 m/s. Šaltuoju metų laiku dėl aktyvios cikloninės veiklos vėjo greičiai didesni nei vasarą (Bukantis, 1998b).

Vėjas, sustiprėjęs iki 15 m/s, tampa pavojingu meteorologiniu reiškiniu – audra. Vėjas, pasiekęs 30 m/s greitį, vadinamas uraganu. Audra vidurio ir rytų Lietuvoje siaučia vidutiniškai 5-9 dienas per metus, o pajūryje 30-35 dienas. Kartą per 15-20 metų pajūryje vėjo greitis gali sustiprėti iki 35 m/s, o vidurio Lietuvoje iki 25 m/s. Uraganų tikimybė didžiausia šaltuoju metų laiku (Bukantis, 1998b).

Makrosinoptinė situacija palankiausia vėjui sustiprėti iki audros ar uragano greičio yra iš vakarų atslenkančiuose gilėjančiuose ciklonuose. Tuo pat metu į rytus ir pietus orus įtakoja anticiklonai. Susidarę slėgio gradientai sukelia šiaurės-vakarų ir vakarų kryptį audras (Bukantis, 1998b).

Audrų ir uraganų makrosinoptinės situacijos skirstomos į tris tipus: vakarų ir šiaurės-vakarų, šiaurės-rytų bei pietų ir pietryčių kryptį audras. Kai ciklono centras slenka piečiau Lietuvos, štorminiai vėjai igauna šiaurės-rytų kryptį. Pietų ir pietryčių kryptį štormai kyla atslinkus pietiniams ciklonams, o šiaurės Europoje įsitvirtinus anticiklonui (Bukantis, 1998b).

1999 m. gruodžio 7 d. siautęs uraganas „Anatolijus“ buvo stipriausias ir pavojingiausias Lietuvos meteorologijos istorijoje. Vėjo greitis Nidoje ir Palangoje viršijo 40 m/s. Tačiau vėjavartų kiekis buvo mažesnis nei ankstesniais metais (369 tūkst. m³) (1.3 pav.)



1999 12 03

1999 12 04

1999 12 07

1.3 pav. Uragano „Anatolijus“ susidarymo makrosinoptinė situacija. Meteorologiniuose žemėlapiuose matomas iš vakarų atslenkantis gilėjantis ciklonas. Ciklonui pasiekus Lietuvą slėgis jo centre nukrito nuo 990 iki 970 milibarų (hektopaskalių) (Meteorologinis biuletenis, 1999 12 03-07)

Fig. 1.3. A macro-synoptic situation of hurricane „Anatolijus“. Movement from the west and deepening cyclone as seen in synoptic maps. When the cyclone reaches Lithuania, pressure in the centre is felt from 990 to 970 millibars (hectopascals) (Meteorological bulletin, 1999 12 03-07)

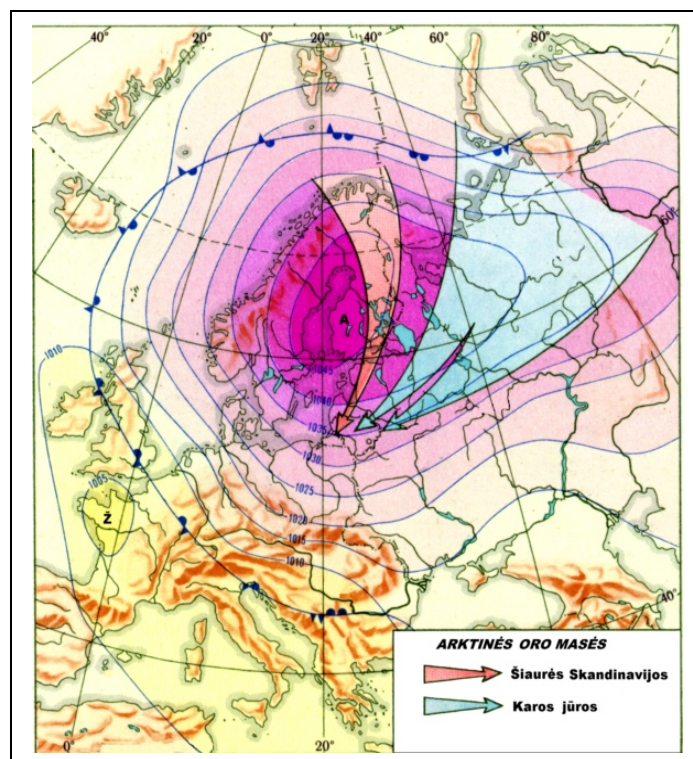
Tokie stiprūs vėjai rauna medžių kamienus su šaknimis. Jie pavojingiausi drėgnose, eglėlių mėgstamose augavietėse, nes jose eglės turi paviršinę šaknų sistemą (Ozolinčius, 1998; Битвинскас, 1965). Rašytiniai šaltiniai mini, kad stiprios audros, padariusios žalos miškams, siautė 1818, 1833, 1839, 1884, 1888, 1894, 1923, 1924, 1956, 1967 ir 1993 metais. Tačiau konkretūs duomenys apie audrų žalą yra aprašyti tik nuo 1930 metų (Василяускас, 1998). Kaip minėta, stipriausias uraganas Lietuvos istorijoje – „Anatolijus“, siautė 1999 m. gruodžio 7-8 d.

Didžiausios uraganinių vėjų sukeltos vėjavartos Lietuvos miškuose buvo: 1956 m. sausio 21-23 d. ir rugpjūčio 25-26 d., 1967 m. spalio 17-18 d., 1993 m. sausio 12-13 d. ir 1999 m. gruodžio 7-8 d.

Literatūroje yra duomenų, kad po uraganų ir vėjavartų eglynus siaubė žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) invazijos (Василяускас, 1998).

1.3.2. Šaltos žiemos

Labiausiai oro temperatūra Lietuvoje svyruoja šaltuoju metų laikotarpiu. Atmosferos cirkuliaciją šaltuoju metų laiku Baltijos regione formuoja trys barinės sistemos: šilta šiaurės Atlanto (Islandijos) depresija, Azorų anticiklonas ir šiaurės Azijos anticiklono vakarinis gūbrys. Nuo jų išsidėstymo ir veikumo priklauso konkrečių sezonų terminų ir drėgmės sąlygų ekstremalumas (1.4 pav.). Nustatyta, kad žiemą padidėjus Žemės geomagnetiniam aktyvumui, kuris priklauso nuo Saulės aktyvumo, suintensyvėja zoninė vakarų pernaša ir žiemos būna švelnios. Esant žemam geomagnetiniam aktyvumui, išsivysta meridianinis atmosferos cirkuliacijos tipas ir oro srautai iš šiaurės lemia šaltas žiemos Baltijos jūros regione. Žymią įtaką mezoklimatui žiemą daro Baltijos jūra, nors ryškiausia jos įtaka yra tik siaurame 30-100 km pločio pakrantės ruože. Šis šildantis Baltijos jūros poveikis ypač padidėja šaltuoju metų laiku. (Bukantis, 1994a, 1995; Bukantis ir kt., 2001).



1.4 pav. Makrosinoptinė stiprių šalčių situacija 1956 m. sausio 31 d. 3 val. (Атлас Литовской ССР, 1981)

Fig. 1.4. Macro-synoptic situation of severe colds at 3am 31 January 1956 (Атлас Литовской ССР, 1981)

Reikšmingiausias yra aštuonerių metų ekstremalumo ciklas, kurį generuoja Šiaurės pusrutulio vidutinių platumų pernašos intensyvumo svyravimai bei cikloninės cirkuliacijos šiaurės Atlante aktyvumas. Nustatyta, kad žiemos oro temperatūros sekose egzistuoja ir 22 metų trukmės ciklas, kurį, manoma, generuoja Saulės aktyvumo ciklai. Susilpnėjus vakarų pernašai, susidaro neigiamos oro temperatūros anomalijos. Baltijos regionas tuomet patenka anticiklono įtakon ir išsivysta rytinių rumbų pernaša ir atsiranda neigiamos oro temperatūros anomalijos (Bukantis, 1994a). Pastebima, kad ekstremalios žiemos kartojasi 8-erių metų ciklu, kai po 3-5 šiltų žiemų ateina kelios šaltos. Paskutinė žiema, kai daugiau kaip 90% Baltijos jūros akvatorijos pasidengė ledu, buvo 1963 m. (Bukantis, 1998b).

Šaltų priešžiemių metu, atmosferos slėgio lauke šiaurės Atlante susidaro dvi teigiamos slėgio anomalijos virš Norvegų jūros ir Špicbergenų salų, Islandijos depresija pasislenka į vakarus, o virš pietvakarių ir rytų Europos slėgis pažemėja. Tokie procesai palankūs formuotis Skandinavijos anticiklonams ir šalto oro prietakai. Šaltų žiemų metu Islandijos-Grenlandijos rajone susidaro teigiama slėgio anomalija, virš Azorų – neigiama, ir šalto Sibiro anticiklono gūbrys apima beveik visą Europą. Zoninę pernašą blokuoja Sibiro anticiklono vakarinis gūbrys. Šiaurės Atlanto ciklonai formuojasi piečiau Islandijos ir į Baltijos regioną neprasisiskverbia (Bukantis, 1994a).

Labai šaltų dienų, kai temperatūra nukrenta žemiau ekstremalios -20°C , vidutiniškai per metus pajūryje būna 1-2, o rytų ir pietų Lietuvoje 6-7. Staigus oro temperatūros kritimas susijęs su arktinių oro masių įsiveržimu iš šiaurės ir šiaurės-vakarų slenkančių ciklonų užnugaryje arba ultrapoliarinių anticiklonų rytinėje periferijoje. Šalčiai ilgai išsilaiko Sibiro anticiklono gūbryje. Tada temperatūra nukrenta ir dėl radiacinio atvėsimo (Bukantis, 1998b; Bukantis ir kt., 2001).

Oro temperatūros anomalija gali tęstis net ir visus tris žiemos mėnesius ar net ilgiau. Tuo atveju susidaro ekstremaliai šiltos ar šaltos žiemos. Ekstremaliais meteorologai vadina tuos žiemos sezonus, kurių vidutinės oro temperatūros nukrypimas nuo daugiamečio vidurkio viršija vidutinį kvadratinį nuokrypį (σ). Žiemą ši σ reikšmė apytikriai lygi $2,4^{\circ}\text{C}$.

XIX-XX a. laikotarpiu ekstremaliai šaltos žiemos buvo 1800, 1803, 1809, 1813, 1914, 1820, 1823, 1829, 1830, 1838, 1841, 1842, 1845, 1848, 1850, 1855, 1862, 1867, 1871, 1875, 1877, 1893, 1917, 1924, 1929, 1940, 1941, 1942, 1947, 1950, 1954, 1956, 1963, 1969, 1970, 1979, 1985, 1986, 1987 ir 1996 m. (Bukantis, 1998b)

1.3.3. Sausros

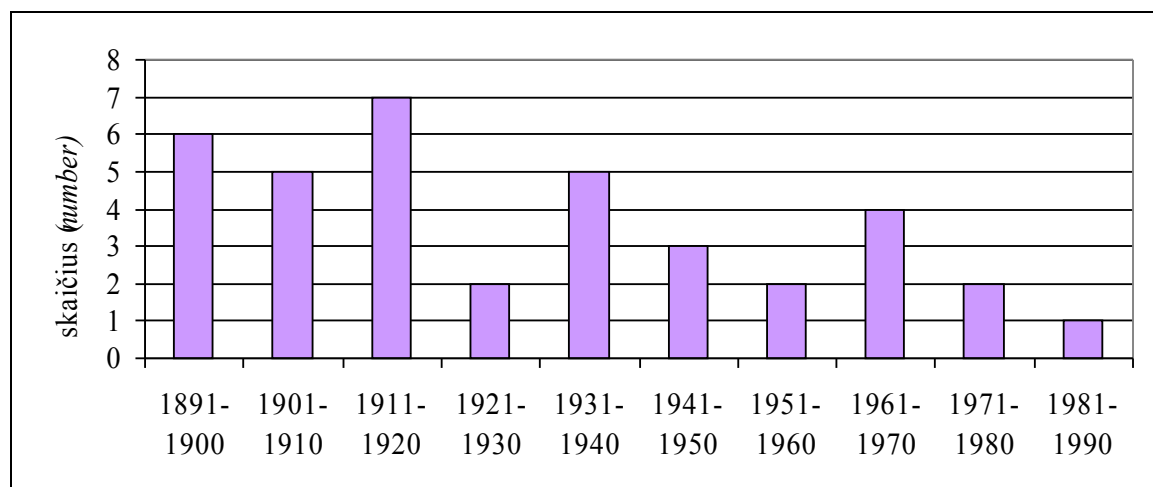
Nors Lietuva yra perteklinio drėkinimo zonoje, karščiai ir sausros nėra retas reiškinys (Buitkuvienė, 1998). Karštais ir sausais laikotarpiais ypač padidėja miškų gaisringumas (Bukantis ir kt., 2001).

Kritulių kiekis Lietuvoje – labiausiai kintantis klimato elementas. Metinis kritulių kiekis gali būti didesnis ar mažesnis už vidutinį net iki 2 kartų. Sausra, sudėtingas meteorologinis reiškinys, prasideda, kai garingumas didelis, o kritulių nėra ar jų iškrenta labai mažai. Sausros metu nusenka gruntiniai vandenys, išdžiūsta dirvos ir šaknys neaprūpina augalų pakankamu vandens kiekiu. Sausra skirstoma į atmosferinę, dirvožeminę ir bendrąją (Bukantis, 1998b). Pirmiausiai prasideda atmosferinė sausra. Jos požymiai: aukšta oro temperatūra, sausas oras, kritulių stygius ir giedri orai. Dirvožeminė sausra – atmosferinės sausros tęsinys, kai pasibaigia drėgmės atsargos dirvoje ir augalai nustoja normaliai augti. Jei šie abu tipai būna vienu metu, prasideda bendroji sausra. Pagal laiką ir trukmę sausros skirstomos į pavasario, vasaros ir rudens. Pavasario sausrai būdinga neaukšta oro temperatūra, sausas oras bei sausi vėjai. Pavasario sausros pavojingos po besniegės žiemos. Vasaros sausra pasižymi ilgiausia trukme, aukšta oro temperatūra, sausu oru ir dideliu garingumu (Bukantis, 1998b).

Šiltuoju metų laiku padidėja Saulės radiacijos įtaka, todėl ir oro temperatūra tarp atskirų metų svyruoja mažiau. Oro temperatūros anomaliją vasarą dažniausiai sukelia debesuotumo anomalijos. Kai į Lietuvą įsiveržia virš žemyno susiformavusi sausa oro masė (anticiklonų pietiniu arba vakariniu pakraščiu), oro temperatūra pakyla iki ekstremalios $+25$ ar net $+30^{\circ}\text{C}$. Nejudrūs anticiklonai kartais išsilaiko net kelias savaites, todėl užsitęsia ir karščiai bei sausra. Ilgiausiai tokie karšti orai be pertraukos tęsiasi rytų Lietuvoje 16-18 dienų, o pajūryje tokių dienų, kai oro temperatūra viršija $+25^{\circ}\text{C}$ tepasitaiko 11-12 (Bukantis, 1998b).

Sausi periodai Lietuvoje, kai 5-9 dienas iš eilės neiškrenta kritulių, pasitaiko dažniausiai gegužę (9-12 kartų per 10 metų). Kitais mėnesiais jų tikimybė tesiekia 50-80 %. 10-15 dienų trunkančių sausrų tikimybė mažesnė. Sausra nustatoma pagal produktyvios drėgmės atsargas. Jei šios atsargos 10-20 mm – laikotarpis sausringas, o jei < 10 mm – sausra. Dažniausiai sausras Lietuvoje pasitaiko pietų ir pietryčių smėlingose dirvose. Čia drėgmės pritrūksta vidutiniškai kas treji metai, o kitur – kas 5-6 metai. Paskutiniais dešimtmečiais sausringi laikotarpiai būna ilgesni (1.5 pav.) (Bukantis, 1998b).

Sausros prasideda nusistovėjus saulėtiems ir sausiems orams, kuriuos lemia iš rytų ar šiaurės atslinkę anticiklonai. Lietuva būna pietinėje, kartais rytinėje jų periferijoje (Skandinavijos anticiklono atveju) ar vakarinėje periferijoje, atslinkus anticiklonui iš rytų. Dažniausiai vyrauja rytų bei šiaurės-rytų vėjai, todėl oras būna sausas, o naktį greitai atvėsta. Sausrų metu pasitaiko ir šalnų, pvz., 1992 m. liepos 9 d. naktį. Kadangi troposferinė anticiklogenezė yra stambaus masto makrosinoptinis procesas, todėl sausras gali apimti labai didelius plotus (Bukantis, 1998b).



1.5 pav. Sausringų laikotarpių skaičius Lietuvoje XIX-XX amžiuose (Buitkuvienė, 1998)

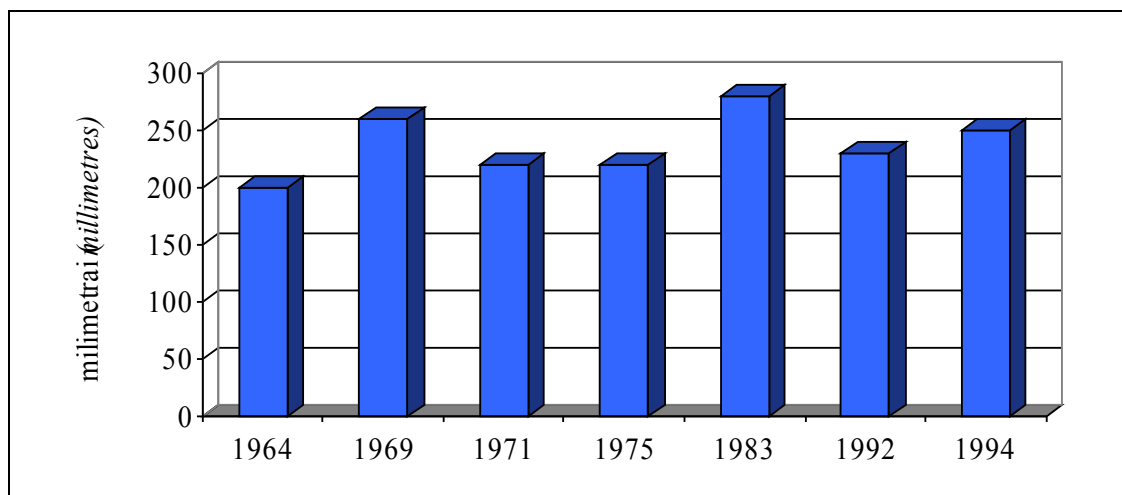
Fig. 1.5. Number of drought periods during XIX-XX centuries in Lithuania (Buitkuvienė, 1998)

Sausra, trunkanti tris dešimtadienius – pavojingas reiškinys, o jei sausra trunka 4-5 dešimtadienius – stichinis reiškinys (Buitkuvienė, 1998).

Didžiausios stichinės sausras Lietuvoje 1961-1996 metų laikotarpiu buvo 1971, 1992 ir 1994 metais. Šias sausras sukėlė Azorų anticiklonai, o 1971 ir 1994 m. sausras – ir tropinės oro masės iš Afrikos. Kai orus formuoja šalti anticiklonai, procesai lėti, oro temperatūra nesiekia +30°C, oro drėgmė didelė ir dirva sausėja lėtai. Jei orus formuoja Azorų anticiklonas, dėl karštų ir sausų orų bei smarkaus garavimo šie procesai greiti (Buitkuvienė, 1998).

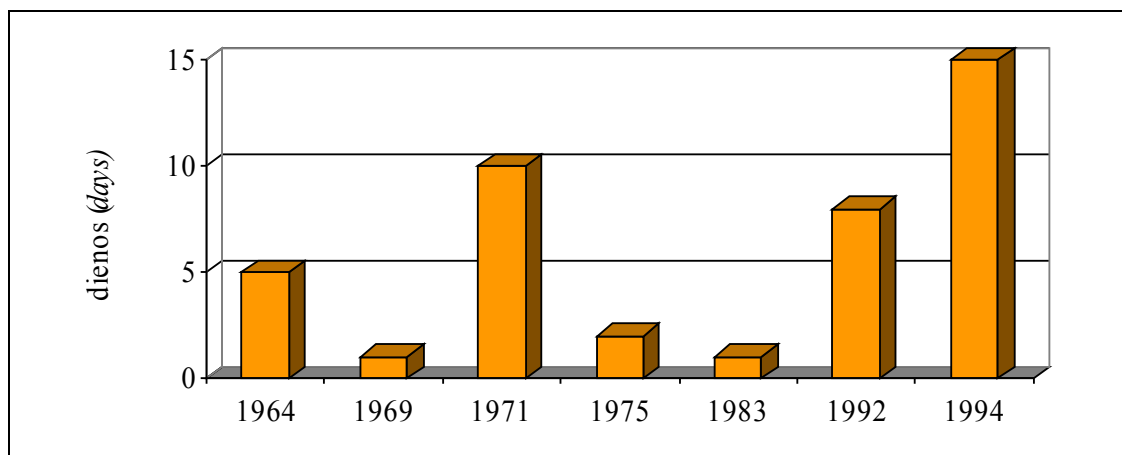
1.6 ir 1.7 paveiksluose pavaizduoti 1961-1996 metų sausrų metu iškritusių kritulių kiekis bei dienų skaičius, kai oro temperatūra viršijo +30°C. Matome, kad mažiausiai kritulių iškrito 1964, 1971 ir 1974 m. sausrų metu. Ilgiausiai karščiai virš +30°C išsilaikė 1994, 1971 ir 1992 m. sausrų metu. XIX-XX a. laikotarpiu vasaros sausras buvo: 1807, 1811, 1812, 1822, 1826, 1829, 1834, 1837, 1845, 1846, 1850, 1857, 1858, 1861, 1865, 1866, 1868, 1872, 1888, 1889, 1893, 1896, 1901, 1907, 1909, 1911, 1914, 1918, 1931, 1938, 1940, 1941, 1951, 1955, 1964, 1966, 1969, 1970, 1971, 1982, 1983, 1992, 1994 ir 1996 m. (Bukantis, 1998b).

1992 m. vasaros sausra buvo didžiausia, ilgiausiai trukusi bei didžiausių nuostolių padariusi iš visų XX a. sausrų. Panašaus intensyvumo sausra buvo apėmusi pietryčių Lietuvą tik 1887 ir 1964 m. Ilgiausiai 7-8 dešimtadienius be pertraukos, sausringos ir sausras sąlygos išsilaikė rytų ir pietryčių Lietuvoje (Bukantis, 1993). Ypač didelė neigiama 1992 m. sausras įtaka buvo todėl, kad sausringiausios sąlygos susidarė birželio-liepos mėnesiais – intensyviausio augalijos vystymosi metu (Bitvinskis, Vitas, 1999; Vitas, 2001).



1.6 pav. Kritulių kiekis sausrų metu milimetrais 1961-1996 metų gegužės-rugsėjo mėnesiais (Buitkuvienė, 1998)

Fig. 1.6. Amount of precipitation (in millimetres) in May-September during droughts of 1961-1996 (Buitkuvienė, 1998)



1.7 pav. Dienų skaičius, kai oro temperatūra buvo $\geq 30^{\circ}\text{C}$ 1961-1996 metais (Buitkuvienė, 1998)

Fig. 1.7. Days with air temperature $\geq 30^{\circ}\text{C}$ in 1961-1996 (Buitkuvienė, 1998)

1.4. KLIMATO KAITA: PRIEŽASTYS IR „ŠILTAMIO REIŠKINYS“

XIX a. Lietuvoje baigėsi mažasis ledynmetis, o klimato sąlygos sušvelnėjo. Iki aštuntojo XIX a. dešimtmečio dažnai kartojosi ekstremalios žiemos – vidutiniškai 4-5 per dešimtmetį. Žiemų vidutinė oro temperatūra buvo apie $0,6-0,7^{\circ}\text{C}$ žemesnė negu XX a. pabaigoje. Trečiajame-septintajame dešimtmečiuose lietingi metai dažnai kaitaliojosi su sausringais. Išsiskiria 1820-1870 m. šiltų vasarų laikotarpis (jos buvo $0,5-0,8^{\circ}\text{C}$ šiltesnės negu XX a. pradžioje) (Bukantis, 1998b).

Pirmąjį XX a. trisdešimtmetį Lietuvoje vyravo vėsios vasaros ir rudenys. Jų vidutinė oro temperatūra buvo $0,9-1,4^{\circ}\text{C}$ žemesnė negu XIX a. viduryje. Šiam laikotarpiui būdingas mažesnis nei vėlesniais dešimtmečiais klimato sąlygų ekstremalumas. Šiltos ir šaltos žiemos pasitaikydavo retai. Iki 1930 m. vasaros karščiai buvo reti (Bukantis ir kt., 2001).

Ketvirtajame dešimtmyje padaugėjo ekstremalių žiemų (kas antra trečia) (Bukantis ir kt., 2001). 1927-1947 m. buvo dažnesni anticikloniniai cirkuliacijos procesai. Nuo ketvirtojo dešimtmečio pabaigos padaugėjo arktinių oro masių įsiveržimų į Baltijos regioną. Pastebėta, kad gilių ciklonų skaičius šaltuoju metų laiku auga, o šiltuoju – mažėja. Tuo pačiu šaltuoju

metų laiku mažėja anticikloninė cirkuliacija. Tokia atmosferos cirkuliacija žiemą formuoja teigiamą oro temperatūros tendą (Bukantis ir kt., 1998a, 2001).

Nuo šeštojo dešimtmečio daugėjo pietų-vakarų vėjų atvejų bei cikloninio tipo cirkuliacijos procesų. Todėl per paskutiniuosius 40 metų ryškėjančią šaltojo laikotarpio (žiemos) šiltėjimo tendenciją, ypač ryškiai XX a. devintojo ir dešimtojo dešimtmečių sandūroje, galima paaiškinti besikeičiančiais atmosferos procesais (Bukantis, 1994a; Bukantis ir kt., 2001). Penktajame-septintajame dešimtmečiuose vasarų temperatūra pakilo, bet vėliau, kaip ir amžiaus pradžioje, vėl ėmė vyrauti vėsios vasaros. Nuo amžiaus vidurio pradėjo kilti pavasario ir žiemos vidutinė oro temperatūra. Didėja žiemų ekstremalumas, ypač daug neįprastai šiltų žiemų – dvigubai dažniau nei šaltų.

Dienų su ciklonine cirkuliacija nuo 1940 m. padaugėjo dėl šiltų pietvakarių ciklonų poveikio, nes vakarų ciklonų trajektorijoms pasislinkus į šiaurę, pietvakarių ciklonai pradėjo dažniau formuoti Lietuvos orus. Dienų, kai oro temperatūra nukrisdavo žemiau -20°C , dažniausiai pasitaikydavo 1937-1943 ir 1963-1972 m. (Bukantis, 1998a).

Karštos dienos, kai temperatūra pakyla virš $+25^{\circ}\text{C}$, galimos nuo balandžio iki rugsėjo, tačiau didžiausia jų tikimybė – liepos mėnesį. Daugiausiai tokių dienų buvo trečiojo dešimtmečio pabaigoje (1935-1940 m.), o mažiausiai aštuntajame dešimtmetyje (Bukantis, 1998a). XX a. buvo ryškūs du sausmečiai (1907-1921 ir 1937-1944 m.) ir trys šlapymečiai (1897-1906, 1922-1936, 1945-1962 m.) (Bukantis, 1998b).

Šaltuoju metų laiku dėl gilių ciklonų veiklos, nustatyta kritulių gausėjimo, o šiltuoju – kritulių mažėjimo tendencijos (Bukantis ir kt., 2001). Kritulių kiekio padidėjimas šaltuoju laikotarpiu siejamas su padidėjusiu gilių ciklonų aktyvumu – šiltų ir drėgnų oro masių advekcija ketvirtajame sinoptiniame rajone, (kuriam priskiriama ir Lietuva). Šiltuoju metų laiku, kritulių kiekio tendas neutralus, tačiau paskutiniais dešimtmečiais kritulių mažėjimas susijęs su mažėjančiu gilių ciklonų aktyvumu (Bukantis, 1998a; Bukantis ir kt., 2001). Kritulių kaitoje nustatyti 2,5 ir 28 m. ciklai. Panašūs 27-33 m. ciklai nustatyti ir kitose šalyse: Estijoje ir Vokietijoje (Bukantis ir kt., 2001; Jaagus, Tarand, 1998; Kavaliauskas, 1995).

Vidutinė metinė šiltojo ir šaltojo laikotarpio oro temperatūra Vilniuje palaipsniui didėjo ir nuo 1777 m. pakilo apie $0,6^{\circ}\text{C}$ (Bukantis ir kt., 2001). Panašūs rezultatai gauti ir kitose Europos šalyse. Anglijoje ir Olandijoje nustatyta, kad per paskutinius 300 metų oro temperatūra kyla. Labiausiai šiltėja žiemos temperatūra (Nowak-Daszkiewicz, Pereyma, 1995; Даценко, Сонечкин, Шабалова, 2000). Nustatyti 8 ir 13 metų oro temperatūros ciklai ir labai ryškus 2 metų šaltojo laikotarpio ciklas (Bukantis ir kt., 2001). Manoma, kad klimato šilimas nuo XVIII a. sukėlęs poliarinių ledynų atsitraukimą, jūros ledo tirpimą ir kitas globalias klimato kaitos pasekmes, susijęs su Saulės aktyvumo ir vulkaninės veiklos didėjimu (Overpeck et al., 1997), o antropogeninės veiklos dalis XX a. klimato atšilimui yra neišsiaiškinti (Briffa, Osborn, 1999; Hasselmann, 1997), nors dėl jos vaidmens kol kas neabejojama (Kerr, 2000).

Ilgalaikius klimato svyravimus sukelia įvairūs veiksniai: Žemės orbitos parametrų (formos, judėjimo, ašies poslinkio į orbitos plokštumą ir sukimosi greičio), atmosferos cheminės sudėties kitimas ir aerolių kiekis, litosferos plokščių dreifas, Saulės ir aktyvumo kitimai bei galaktikos spindėjimo intensyvumas, geomagnetinio (gravitacinio ir magnetinio) Žemės lauko įtampa, vulkanizmas, geoterminei šilumai, sausumos reljefas ir paklotinio paviršiaus struktūra, atmosferos bei vandenyno cirkuliacijos pokyčiai ir kt. (Bradley, 1999; Bukantis, 1995; Bukantis ir kt., 2001; McGuffie, Henderson-Sellers, 1999; Stankūnavičius, 1999).

Dar 1896 m. švedų mokslininkas S. Arrhenius numatė, kad dėl padidėjusio anglies dioksido kiekio atmosferoje gali gerokai pakisti apatinio atmosferos sluoksnio temperatūra (Arrhenius, 1896). Nuo XIX a. vidurio (maždaug nuo 1850 m.) vyko sparti industrializacija,

atmosferoje pradėjo kauptis antropogeninės kilmės aerozoliai ir anglies dioksidas (Bukantis ir kt., 2001). „Šiltnamio reiškinį“ sukeliančioms dujoms priskiriamos anglies dioksido (CO₂), metano (CH₄), azoto oksidų (N₂O, NO₂), NH₃, freonų (CCl₄, CFCl₃, CFCl₂, CH₃Cl) ir kitos molekulės (Ramanathan, 1998). Atmosferoje ypač sparčiai daugėja metano – 1-2%, azoto suboksido – 0,2-0,4% ir freonų – 7-10% per metus (Bukantis ir kt., 2001).

Ypač „šiltnamio reiškinio“ tendencija sustiprėjo XX a. (Manabe, 1998 ir kt.). 1992 m. (Lietuva ratifikavo 1995 m.) įsigaliojo Jungtinių Tautų bendroji klimato kaitos konvencija (Jungtinių Tautų ..., 1995). Konvencijos tikslas – stabilizuoti „šiltnamio reiškinį“ sukeliančių dujų koncentraciją atmosferoje, kad nesutriktų klimato sistemos funkcionavimas. Klimatui ir jo kaitos priežastims analizuoti daug dėmesio skiria ir prestižiškiausi pasaulio moksliniai žurnalai: „Nature“, leidžiamas Macmillan Publishers Ltd. ir „Science“, leidžiamas American Association for Advancement of Science.

Matematinų klimato modelių tikslumas iki šiol yra nepakankamas tikslioms ilgalaikėms klimato prognozėms. Daugelio procesų priežastys ir pasekmės bei tarpusavio ryšys iki galo nesuprasti (Allen et al, 2000; Bukantis ir kt., 2001), pvz., iki dabar neaiški ilgalaikė Saulės aktyvumo įtaka (Neff et al., 2001). Be to, dėl trumpalaikių klimato kaitos ciklų yra neabejojama, tačiau atrandami vis ilgesni 1450, 6100, 11100, 23000 ir 40000 m. trukmės ciklai (Kerr, 1996).

Prognozes gali sugriauti net ir galingi vulkanų išsiveržimai. Skirtingų klimato tyrimų centrų sukurti klimato kaitos modeliai pateikia skirtingas kritulių kiekio prognozes Lietuvos teritorijai XXI a. Prognozuojamas kritulių kiekio didėjimas, ypač šaltuoju metų laiku. Oro temperatūra kils, ypač šaltuoju laikotarpiu. Sniego dangos laikotarpis sutrumpės. Vėjo pokyčiai numatomi nedideli (Bukantis ir kt., 2001).

1.5. LIETUVOS EGLYNAI

1.5.1. Lietuvos eglynų apžvalga

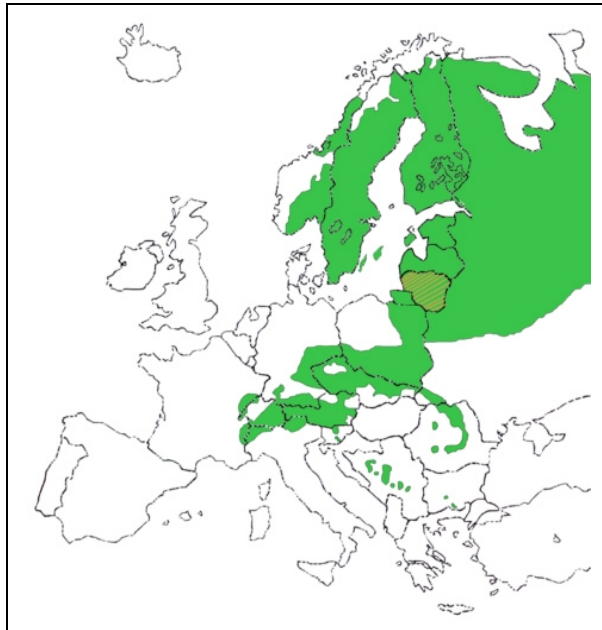
Paprastoji eglė (*Picea abies* (L.) Karst.) yra antroji labiausiai paplitusi spygliuočių rūšis Lietuvos miškuose, 1998 m. duomenimis, užimanti 16,4% Lietuvos miškų ploto (Kuliešis, 1999).

Nors eglynai Lietuvoje šiuo metu nebevyrauja, tačiau jie geriausiai atitinka bendrąsias mūsų krašto klimato sąlygas, sudaro zoninę augaliją ir fiziniu-geografiniu požiūriu yra reikšmingiausi (Basalykas, 1958).

Paprastosios eglės arealas apima beveik visą Skandinaviją, centrinę ir šiaurės-rytų Europos dalis (Hanisch, Kilz, 1990). Lietuva yra paprastosios eglės arealo pietinėje dalyje (1.8 pav.). Didžiausi eglynų masyvai telkiasi vakarinėje Lietuvos dalyje. Vidutinis Lietuvos eglynų amžius – 48 metai (Озолинчюс, 1996). Eglių jaunuolynai sudaro 29,3% procentus, o brandūs medynai, svarbūs dendrochronologiniams tyrimams, teuzima tik 8,3%, kai optimalus jų kiekis būtų 19% (Kenstavičius, 1998).

Eglynų natūralaus paplitimo arealo riba lygumose yra netoli Lietuvos pietinių pakraščių. Pietinėse Europos valstybėse eglynai auga kalnuose, kur klimatas drėgnesnis ir vėsesnis. Paskutiniojo laikotarpio (1993-1996 m.) eglynų masinis džiūvimas aiškinamas dvejopai: eglynų klestėjimo Lietuvoje pabaiga dėl klimato šilimo arba laikina klimato fluktuacija. Kadangi eglės šaknys paviršinės, todėl jai būtina nuolatinė dirvožemio drėgmė. Dėl šios priežasties paprastoji eglė yra labai jautrus klimato pokyčių indikatorius, itin jautriai reaguojantis į sausras (Bitvinskas, Vitas, 1999; Eckstein, 1989; Ozolinčius, 1998; Schweingruber, 1993; Stravinskienė, 1997; Битвинскас, 1974). Žinoma, kad medžių, augančių netoli savo geografinio paplitimo ribos, prieaugis yra jautrus limituojančių veiksnių pokyčiams. Tuo tarpu medžiai, augantys arčiau savo arealo optimumo, silpnai reaguoja į

klimato svyravimus (Eckstein, 1989; Fritts, 1987; Lovelius, 1997; Stravinskienė, 2000; Ловелиус, 1979, 1980). Nustatyta, kad tolstant nuo šiaurės taigos į pietus, didėja vidutinė oro temperatūra ir atitinkamai mažėja paprastosios eglės kiekis medynuose. Padidėjus vidutinei oro temperatūrai 1°C, eglių kiekis medyne sumažėja 11-12%, o ąžuolų – padidėja 20%. Panašaus paprastosios pušies ar beržo kitimo vidutinių platumų miškuose didėjant oro temperatūrai nepastebėta. Paprastoji eglė mūsų krašte gerai prisitaikė prie vėsesnio klimato, todėl klimatui tapus šiltesniam ji jaučiasi nestabiliai (Kairiūkštis, 2000).



1.8 pav. Paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) arealas Europoje (Hanisch, Kilz, 1990)
Fig. 1.8. Habitat of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Europe (Hanisch, Kilz, 1990)

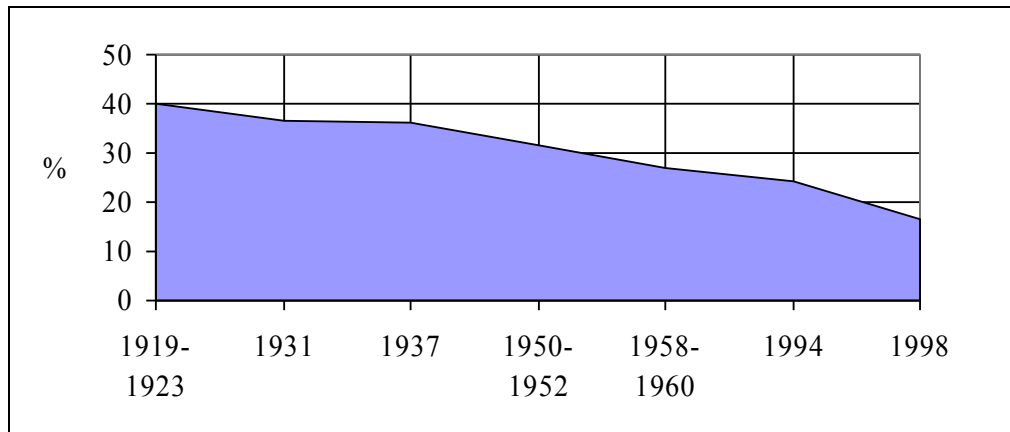
1.5.2. Istorinis eglynų paplitimas

Lietuva priklauso mišrių spygliuočių-lapuočių miškų tipui (Basalykas, 1958). Palinologiniais (žiedadulkių) bei radioanglies tyrimais nustatyta, kad paprastoji eglė Lietuvoje augo jau ankstyvajame holocene (7700-6000 m. pr. Kr.) (Kairiūkštis, 1962; Karazija, 1988). Anot V.Gudelio, daugiausiai eglynų būta Mažeikių, Skapiškio, Svėdasų, Anykščių, Zarasų, Ukmergės, Širvintų ir Kauno apylinkėse. Viduriniame holocene, eglė išplito subborealio laikotarpiu (Kabalienė, 1979; Kairiūkštis, 1962; Karazija, 1988). Pastaraisiais šimtmečiais pastebimas eglės nykimas siejamas su antropogenine veikla bei derlingų žemių plotų plėtimu eglynų vietoje. Ypač stiprus eglynų mažėjimas vyko XIX a. antrojoje pusėje. Nuo 1950 metų paprastoji eglė Lietuvos miškuose nustojo vyravusi (1.9 pav.). Nustatyta, kad daugiausiai mažėjo grynų eglynų plotai, o mišrių eglių ir pušų medynų plotai padidėjo dėl pušies kaitos egle (Kairiūkštis, 1962).

1.5.3. Geografinis eglynų paplitimas

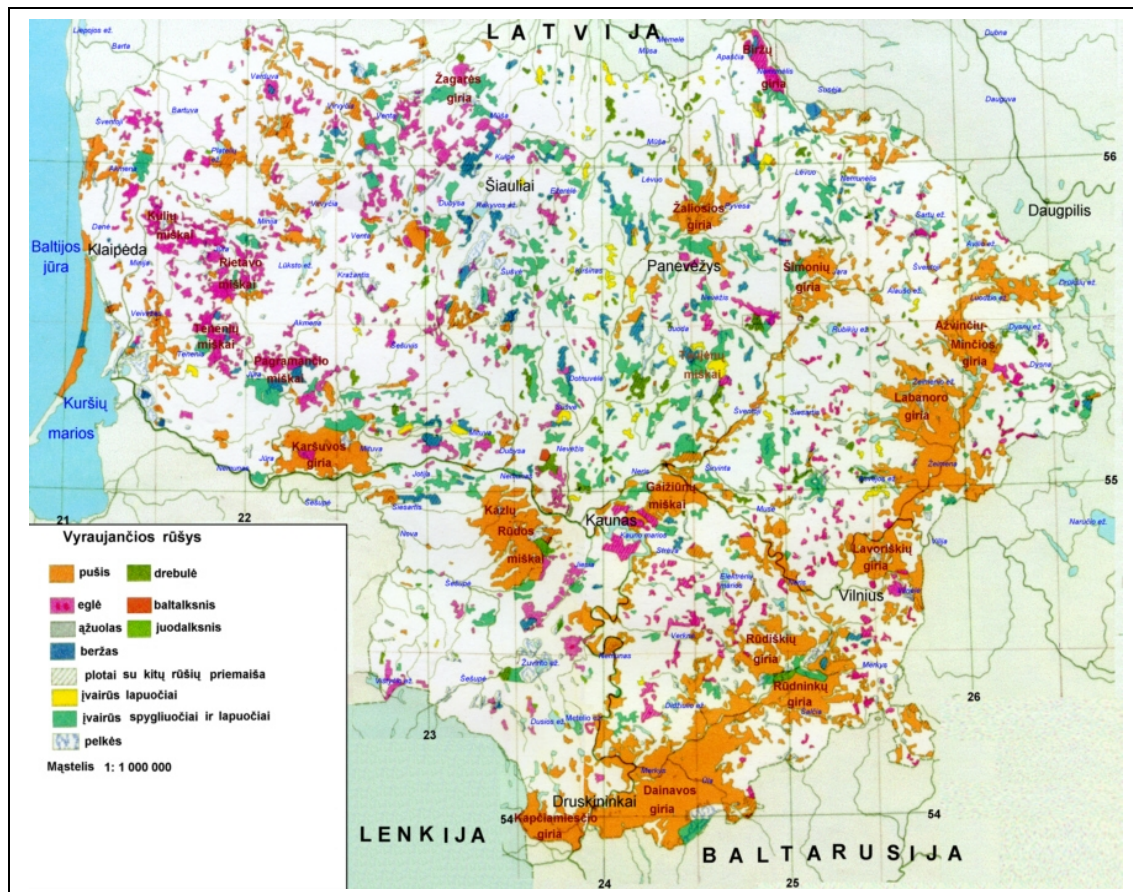
Didelių paprastosios eglės miškų masių nėra išlikę. Didesni miškai, kuriuose vyrauja eglynai, išsidėstę vakarinėje, vidurinėje ir šiaurinėje Lietuvos dalyse: pietvakarių Žemaitijoje, šiaurės rytų Žemaitijoje – Žagarėje, Šušvės baseine ir Biržų girioje (Kairiūkštis, 1962; Karazija, 1988). Daugiausiai eglynai paplitę Plungės, Šiaulių ir Kelmės rajonuose (Атлас Литовской ССР, 1981) (1.10 pav.).

Pietvakarių Žemaitijoje didžiausias eglynų telkinys, apima Tauragės, Šilalės, Vainuto, Rietavo, Kulių ir Kvėdarnos apylinkes, iš pietų ir vakarų juosia Žemaitijos aukštumas. Jame vyrauja vidutinio sunkumo dirvožemiai: jauriniai ir pajaurėję priesmėliai.



1.9 pav. Eglynų plotų kitimas Lietuvoje XX a. (Kairiūkštis, 1962; Kuliešis, 1999)

Fig. 1.9. Stands of spruce during XX century in Lithuania (Kairiūkštis, 1962; Kuliešis, 1999)



1.10 pav. Vyraujančios medžių rūšys Lietuvos miškuose. Eglynai išskirti tamsiai raudona spalva (Атлас Литовской ССР, 1981)

Fig. 1.10. Dominating tree species in Lithuanian forests. Spruce stands are marked in dark red (Атлас Литовской ССР, 1981)

Antras pagal dydį eglynų telkinys, apimantis Šiaulių, Papilės, Tryškių ir Gruzdžių apylinkes, yra šiaurės rytų Žemaitijoje (prie Žagarės). Vyrauja priemolių dirvožemiai, daug kur nujaurėję, susiformavę ant molių ir priemolių.

Šušvės baseino eglynai apima Šeduvos, Baisogalos, Tytuvėnų, Grinkiškio, Krakių, Pernaravos ir Babtų apylinkes. Dirvožemiai – vidutinio sunkumo priemoliai ar priemoliai.

Atskiras nedidelis kompaktiškas eglynų masyvas yra Biržų girioje. Dirvožemiai – mažai pajaurėję sunkūs priemoliai ir moliai.

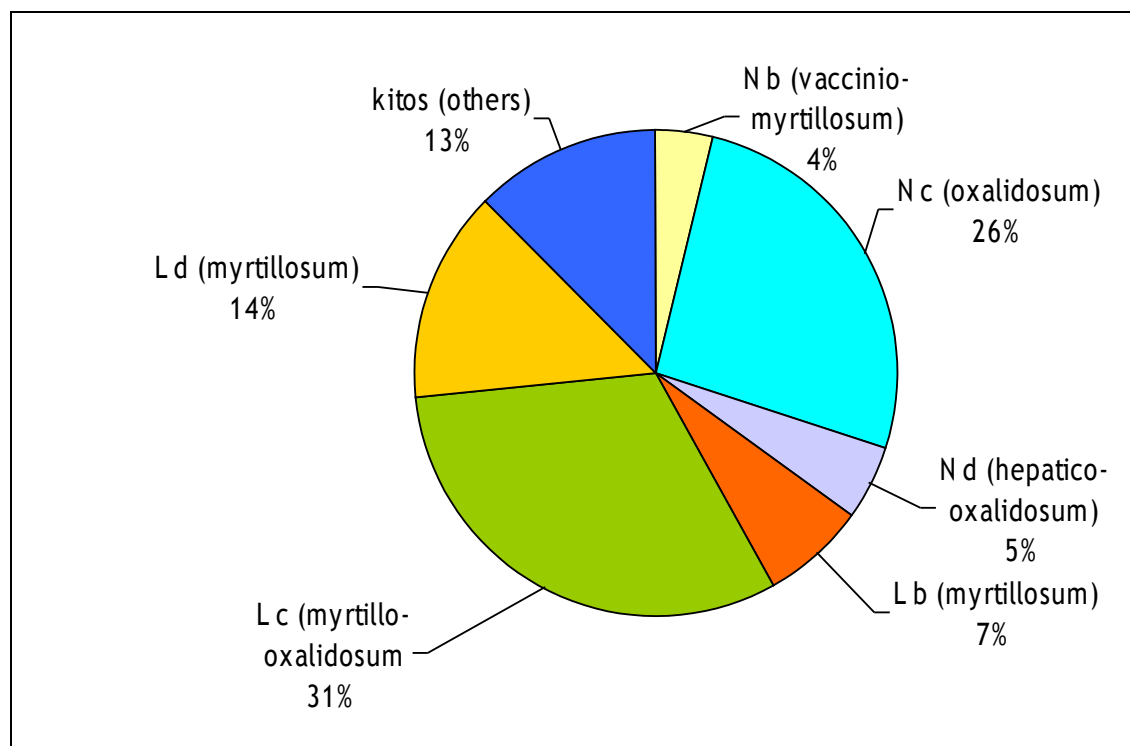
Ir kituose Lietuvos regionuose yra miškų, kuriuose vyrauja eglynai (Kairiūkštis, 1962).

1.5.4. Lietuvos eglynų augaviečių tipai

Skirtingose reljefo, hidrologinės ir dirvožemio sąlygose eglynai sudaro savitas augalų bendrijas. Bendrijos, su savo klimato, dirvožemio ir hidroekologinėmis augimo sąlygomis bei tarpusavio santykių visuma, fauna ir flora vadinamos miško tipais (Kairiūkštis, 1962).

Eglynai vyrauja šilagirio, mėlyngirio ir mėlynšilio (drėgnesniuose ir derlingesniuose) augaviečių tipuose. Sausoje sausašilio augaviečių tipų grupėje eglynai sudaro tik apie 1% ploto. Pelkinėse augavietėse eglė irgi retai kur sutinkama, tačiau ji dažnai auga drėgnuose pelkių pakraščiuose (Karazija, 1988; Kenstavičius, Brukas, 1984) (1.11 pav.).

Tyrimuose pagrindinis dėmesys buvo sutelktas į sausesnių augaviečių eglynus, nes dauguma dendrochronologinių eglynų tyrimų iki šiol dažniausiai apsiribojo drėgnesniais augaviečių tipais.



1.11 pav. Lietuvos eglynų augaviečių tipai (%) (Ozolinčius, 1998)

Fig. 1.11. Forest types of spruce stands in Lithuania (%) (Ozolinčius, 1998)

1.6. DENDROCHRONOLOGINIŲ TYRIMŲ ISTORINĖ APŽVALGA

1.6.1. Istorinė dendrologinių tyrimų raida

Ryšys tarp medžių radialiojo prieaugio ir klimato bei ekologinių veiksnių pastebėtas jau XVI a., pradedant Leonardu da Vinči (1452-1519), K. Linėju, D. Kuechleriu, A. Pokorniu, D. Kapteynu, F. Švedovu (Schweingruber, 1993; Колчин, Черных, 1977). Leonardas da

Vinči pirmasis pastebėjo rėvių metinę kilmę: drėgmės teigiamą įtaką plačių rėvių ir sausros – siaurų rėvių formavimuisi (Baillie, 1982; Corona, 1986; Kienast, 1985; Shiyatov, 1988; Stallings, 1937). Tačiau sistemingi moksliniai tyrimai pradėti ir dendrochronologija, kaip mokslo šaka, susiformavo tik XX a. pradžioje (Schweingruber, 1993).

Pirmasis dendrochronologijos mokslo periodas (XIX a. pabaiga – XX a. pradžia) (Schweingruber, 1993). Šio periodo pradininkai dirbo Vokietijoje. XIX a. antrojoje pusėje pirmasis rėvių biologiją Vokietijoje pradėjo tirti Theodor Hartig (1805-1880). Vėliau jo darbus tęsė Robert Hartig (1839-1901), F. Schwarz ir E. Starsburger. Pastarasis suformavo vėlyvosios ir ankstyvosios medienos sampratas bei ištyrė jų prieaugių sezoninę dinamiką. 1898 m. R. Hartig nustatė, kad rėvių prieaugis susijęs su vegetacijos periodo trukme, krituliais ir oro temperatūra. T. ir R. Hartig darbams priklauso ekstremalių klimato sąlygų ir iškrentančių rėvių bei defoliacijos įtakos radialiniam prieaugiui tyrimai. Todėl galima teigti, kad dendroekologiniai tyrimai atsirado XIX a. gale – XX a. pradžioje, pradėjus tyrinėti kambio aktyvumą bei interpretuoti trumpalaikius meteorologinius įvykius (Schweingruber, 1993, 1996). Šiam laikotarpiui priskiriamas rusų mokslininko F. Švedovo 1892 m. darbas apie sausrų įtaką siaurų baltosios akacijos rėvių pasikartojimui ir galimybę rekonstruoti sausras pagal siauras rieves (Битвинскас, 1974; Шведов, 1972).

Antrasis periodas (XX a. pradžia – XX a. vidurys) (Schweingruber, 1993). Šio periodo žymiausias mokslininkas – Andrew Ellicott Douglass (1867-1962). A.E. Douglass – pirmasis žymiausias dendrochronologijos mokslo pradininkas. Jis pirmą kartą pavartojo dendrochronologijos terminą, o rėvių datavimą naudojo ilgalaikių dendroskalių sudarymui. Be to, tyrė rėvių reakciją į meteorologinius faktorius (sausras) ir saulės aktyvumą. Pirmasis nustatė „pakartojimo principą“ – vidutinės kreivės teikia geriausią klimato informaciją. 1914 m. A.E. Douglass pirmą kartą apskaičiavo koreliacijos koeficientus tarp žiemos kritulių ir medžių rėvių pločių. 1937 m. A. E. Douglass įsteigė garsiąją „Tree Ring Research Laboratory“ JAV Arizonos valstijoje, Tucson (Anonymous, 1938, 1962; McGraw, 2000; Колчин, Черных, 1977). Vėliau ši laboratorija tapo mokslinių tyrimų centru. Joje nemažai dėmesio skiriama statistinių klimato ir kitų ekologinių veiksnių ryšių su prieaugiu bei rekonstravimo modelių paieškai (Schweingruber, 1993). Laikotarpio pabaigoje susiformavo dvi dendrochronologijos šakos: dendrochronologija siaurąja prasme (ilgaamžių dendroskalių sudarymas) bei dendroklimatologija, apimanti klimato veiksnių rekonstrukciją (Колчин, Черных, 1977).

Trečiasis (1939-1961) Bruno Huber (1899-1969) periodas (Schweingruber, 1993). B. Huber patvirtino A.E. Douglass nustatytus dėsningumus Europoje ir toliau vystė sinchronizaciją (Huber, 1941; Liese, 1978). To laikotarpio naujovė – atsako funkcija. Pirmą kartą Europoje atlikta klimato rekonstrukcija. E. Schulman vystė sinchronizavimą Amerikoje. Sudarytos vis ilgesnės radialiojo prieaugio skalės. B. Huber 1963 m. sudarė 1000 metų ažuolo skalę Vakarų Europoje, naudodamas archeologinę medieną. Europos sąlygomis, kur nėra tokių limituojančių prieaugių veiksnių, kaip Amerikoje, teko keisti sinchronizacijos principus. Huber pasiūlė metus, kuriais daugiau kaip 75% medžių turi tą pačią prieaugio kitimo kryptį, vadinti reperiniais metais, ir sinchronizuojant naudotis tiek jais, tiek ir panašumo procentu (Schweingruber, 1993, 1996). Šis dendrochronologijos vystymosi laikotarpis artimas dabartiniam mokslui.

Ketvirtasis periodas nuo 1950 m. (Schweingruber, 1993). Po B. Huber Europoje prasidėjo ilgalaikių dendroskalių sudarymas Vokietijoje, Sovietų Sąjungoje (Novgorode), Didžiojoje Britanijoje, Lenkijoje, Švedijoje, Lietuvoje, Suomijoje ir kitose šalyse (Pukienė, 1997). Išplečiamas dendroekologijos vartojimas, atrandami radioanglies datavimo metodai, atsiranda nauja technika, kompiuteriai. 1957 m. O. Lenz atrado naują dendroklimatologijos ir dendroekologijos tyrimų metodiką – radiodensitometriją, kuria tiriami rėvių medienos tankio svyravimai, naudojant rentgeno spindulius (Eschbach et al., 1995; Kienast, 1985).

Septintajame dešimtmetyje išleistos pirmosios dendroklimatologinių tyrimų monografijos: T. Bitvinsko 1974 m. ir H. Fritts 1976 m. (Schweingruber, 1996).

1976 m. H. Fritts vystė statistinės analizės metodus dendroskalių indeksavimui (Fritts, 1987). Sukurta atsako funkcijos (anglų kalba response function), skirtos prieaugį įtakančių veiksnių nustatymui, metodologija. Nuo aštuntojo dešimtmečio vidurio atlikta daugybė kiekybinių praeities klimato (kritulių ir oro temperatūros) rekonstrukcijų. Dendroskalių sudarymui atrastas robustinis vidurkis, įvertinantis nenormalinį prieaugio pasiskirstymą bei kompiuterinės programos (Fritts, 1987; Schweingruber, 1993). Arizonos medžių rėvių tyrimo laboratorijoje sukurtas statistinių dendrochronologinių kompiuterinių programų paketas – ITRDB, kuriuo naudotasi ir šiame darbe.

Paplitus modernioms informacinėms technologijoms, vis svarbesnis tampa informacijos keitimasis vartojant interneto technologijas (Schweingruber, 1996).

XX a. aštuntajame dešimtmetyje atsirado naujos dendroekologijos mokslo problemos – antropogeninė tarša ir klimato pokyčiai (Kienast, 1985).

1.6.2. Dendrochronologiniai ir dendroklimatologiniai tyrimai Europoje

Dendroklimatologiniai tyrimai Europoje daugiausiai atlikti šiaurinėse ar aukštuminėse miško arealo ribose, nes ten nustatomi patikimiausi ryšiai tarp klimato veiksnių ir radialiojo prieaugio skalių. Tokie tyrimai atlikti Alpėse, Tatruose, Šiaurinėje Švedijoje (Bednarz, 1984; Eckstein, 1986). Tyrinėtojai pastebi, kad šiaurėje augančių spygliuočių rėvių serijos lengvai sinchronizuoja tarpusavyje, nes medžiai pasižymi panašiu prieaugiu. Tuo tarpu pietų Europoje sinchronizacija yra žymiai sudėtingesnė.

Tyrimai parodė, kad net ir ekstremaliomis kalnų sąlygomis oro temperatūros ir kritulių įtakos modelis paaiškina tik iki 40% radialiojo prieaugio kitimų. Platesnis radiodensitometrinio metodo platesnis naudojimas įgalino nustatyti stabilesnius medienos tankio ir klimato veiksnių ryšius bei kurti medienos tankio dendroskales (Schweingruber, 1983). Todėl Europoje daugiau tyrimų atlikta bandant empiriškai nustatyti ekstremaliai mažo prieaugio priežastis, nagrinėjant konkrečių metų augimo sąlygas. Pirmąjį kartą įvykio ir reperinius metus aprašė Andrew Ellicott Douglass 1904 m. (Douglass, 1939). 1951 m. B. Huber bei 1969 m. Giertz-Siebenlist pagrindė reperinius metus mokslškai. Pagal jų paaiškinimą reperiniai metai – konkrečių metų radialiojo prieaugio rėvė, kai tų metų rėvių kitimo trendas, būdingas medžių grupei, pvz., 80% medžių (Huber, 1951; Huber, Giertz-Siebenlist, 1969). Šiuolaikinis dendrochronologijos mokslas naudoja šių tyrimų pradininko šveicarijos mokslininko F.H. Schweingruber įvykio bei reperinių metų interpretaciją: metai, kurių rėvės aiškiai ir ryškiai skiriasi lyginant su gretimomis, pvz., siaura, plati, iškrentanti, dviguba ir kt. pavadintos įvykio metais (anglų kalba event year), o jei jos kartojasi tarp daugelio medžių tiriamoje vietovėje ar regione – reperiniais metais (anglų kalba pointer year) (Kaenel, Schweingruber, 1995; Schweingruber, 1983, 1990, 1992, 1993, 1996).

Įvykio ir reperiniai metai yra svarbūs tiriant aplinkos pokyčius (Schweingruber, 1996). Be to, reperiniai metai vartojami sudarant ilgaamžes dendroskales kryžminio datavimo būdu (Pikšrytė, 1989).

Pradedami antropogeninio poveikio tyrimai. Labai spartus kompiuterinės technikos vystymasis didina sudėtingiausių matematinės statistikos metodų naudojimą, kurių vartojimas praeityje buvo labai ribotas (Schweingruber, 1996).

Seniausios dendroskalės Europoje sudarytos ąžuolui, nes ąžuolo mediena buvo plačiai naudojama medinėms konstrukcijoms, o, be to, gerai išsilaiko apsemta vandeniui. Paprastas ąžuolas yra ilgaamžė medžių rūšis, o jo rėvės lengvai išmatuojamos (Leuschner, 1992). Sudaryta ilgesnė nei penkių tūkstantmečių ąžuolo medienos dendroskalė (Baillie, Brown,

1988; Leuschner, Delorme, Höfle, 1987; Leuschner et al., 1985; Pilcher, 1991). Pušies, eglės, buko ir kitų medžių tyrimus plačiose teritorijose, sudarančiose tyrimo barelių tinklą, apsunkina jų augimo arealo išsibarstymas visoje Europos teritorijoje (Bartholin, 1975; Becker, 1978; Eckstein, Brongers, Bauch, 1975; Pilcher, 1987; Schweingruber, 1985). Europoje nustatyta, kad krituliai limituoja sausų vietų prieaugį, o oro temperatūra – drėgnų vietų (kur yra drėgmės perteklius). Atsako funkcija leidžia gauti dendroklimatologinę informaciją. Tačiau ją riboja meteorologinių sąlygų vidurkis. Atskirų metų radialiojo prieaugio tyrimai įgalina atlikti ekologinę interpretaciją, tačiau būtinas didelis dendrosekų skaičius tiriamajame rajone. Tačiau naudojantis šiais abiem metodais, atsako funkcijos ir atskirų metų ekologinės analizės duomenimis, gausime išsamius dendroklimatologinio tyrimo rezultatus (Kienast, 1985).

Skandinavijoje, šiaurinėse Europos vietovėse, medžių radialųjį prieaugį limituoja žema vasaros sezono temperatūra (Mäkinen, Nöjd, Mielikäinen, 2000). Tolstant į pietus šis ryšys silpnėja ir jau pietinėje Suomijoje tampa mažai reikšmingas (Eronen, 1987). Pavasario oro temperatūra turi žymų teigiamą poveikį eglės augimui Norvegijoje (Høeg, 1956). Šiaurinėse platumose klimato įtaka paaiškina daugiau radialiojo prieaugio kitimų nei pietinėse, pvz., Skandinavijoje 62-74%, o Alpėse tik 36-51% (Schweingruber, Bräker, Schär, 1987).

Pietinėje Švedijoje atlikti dendroklimatologiniai paprastosios eglės tyrimai parodė, kad reikšmingiausias klimato veiksnys, lemiantis prieaugį – birželio krituliai. Tai pastebima daugelyje tyrimo barelių. Drėgnose vietose šis ryšys silpnesnis. Kitų mėnesių kritulių įtaka yra silpnesnė. Temperatūros veiksnių įtaka nesutampa tarp tyrimo barelių: tik vakarinėje pietinės Švedijos dalyje turi reikšmingos įtakos ankstyvo pavasario temperatūra. Tai rodo, kad eglė yra jautri drėgmės trūkumui (Linderson, 1992).

Pietų Europoje net ir subalpinėse vietovėse prieaugį limituoja ilgos vasaros sausros (Richter, 1988; Schweingruber, 1985). Šiose vietose (Ispanijoje, Apeninuose, Pirėnuose, Alpėse ir kt.) daug sunkiau nei kalnuose aptikti tyrimo barelius, kuriuose spygliuočiai jautriai reaguotų į temperatūrą. Tik pietų Europos aukštikalnėse aptinkami patikimi ryšiai tarp radialiojo medžių prieaugio ir oro temperatūros svyravimų (Kienast, 1985; Richter, Eckstein, Holmes, 1991).

Medžių, augančių drėgnose, vėsiose vietose, rėvių tankis susijęs su vasaros vidurio ir pabaigos temperatūra ir nesusijęs su pavasario temperatūra. Vėlyvosios medienos prieaugį įtakoja vasaros antrosios pusės temperatūra (Schweingruber, Bräker, Schär, 1987).

Medžių, augančių sausose vietose, rėvių plotis priklauso nuo kritulių kiekio (Rigling et al., 2001). Kai kurie tyrimų rezultatai rodo, kad medžiai, augantys sausuose smėlio dirvožemiuose, nėra tokie jautrūs kritulių kiekiui. Tai aiškinama tuo, kad smėlio dirvožemiuose neišsaugomos didesnės drėgmės atsargos. Šiose augavietėse medžiai nuolat stokoja drėgmės. Todėl didesnę įtaką turi ne kritulių kiekis, o jų dažnumas (Hartge, 1978; Rigling et al., 2001; Scheffer, Schachtschabel, 1992). W. Lingg nustatė, kad ekstremalių sausrų atveju derlingesnių augaviečių medžių prieaugis gali nukentėti mažiau nei sausų ir nederlingų (Lingg, 1986). Drėgnose ir šiltose Šveicarijos vietose rėvių tankio pokyčius sukelia šaltos liepos ir rugpjūčio dienos (Schweingruber, 1980). Šiaurės Vokietijoje nustatyta, kad paprastosios eglės prieaugio svyravimus sukelia sausi ne mažiau 15 dienų trukmės pavasario ir vasaros laikotarpiai (Krause, 1992). Sausose vietose Šveicarijoje tarp paprastosios pušies prieaugio ir kritulių gautos teigiamos koreliacijos, o su oro temperatūra – neigiamos. Teigiamai koreliuoja balandžio, gegužės, spalio bei buvusios žiemos (gruodžio, sausio ir kovo) krituliai, o neigiamos koreliacijos su temperatūra užfiksuotos birželio, rugpjūčio bei spalio mėnesiais (Rigling et al., 2001). Žiemos pabaigos krituliai ir augimo sezono pradžios krituliai teigiamai koreliuoja su paprastosios pušies prieaugiu daugelyje

Europos vietų: Šveicarijos Alpėse, Prancūzijos Alpėse, Inn Slėnyje prie Insbruko. Tai pastebima net ir Sibiro medynuose (Rigling et al., 2001).

Nors rudenį kambio ląstelių dalijimasis nutrūksta, bet išlieka fotosintezė, šaknų tįsimas ir kiti biocheminiai procesai, todėl spyglių formavimasis įtakojamas ir rudens klimato sąlygų (Jacoby, D'Arrigo, 1989). Kadangi dalis paprastosios eglės spyglių išsilaiko ant medžių ilgiau nei trejus metus, egzistuoja ilgalaikis vegetacijos sezono ekologinių sąlygų poveikis, įtakojantis asimiliacinių audinių, spyglių, lapų susiformavimą ir lemiantis medžio radialųjį prieaugį (Колищук, Петрив, Половников, 1975).

Ne visi reperinių metų analizėje gauti rezultatai gali būti siejami su klimatu, nes individualios vietos sąlygos taip pat įtakoja klimato veiksnių poveikį (Schweingruber, 1993). Skirtinga medžių reakcija į klimato pokyčius taip pat priklauso nuo medžių genetinių ypatybių bei endogeninių faktorių. Manoma, kad egzistuoja sausroms atsparūs medžių ekotipai (Ling, 1986).

1.6.3. Dendrochronologiniai tyrimai Lietuvoje

Pagal limituojančių veiksnių principą (Fritts, 1987), medžio prieaugį lemia tas veiksnys, kuris tuo metu limituoja augimą. Tačiau daug kur optimaliomis ekologinėmis sąlygomis (taip pat ir Lietuvoje), limituojantis prieaugį veiksnys kinta laike ir sezono metu. Tai apsunkina klimato veiksnių, įtakančių prieaugį, paiešką Europoje ir Lietuvoje.

Pirmas dendrochronologinis tyrimas Lietuvoje atliktas T. Bitvinsko Biržų girios juodalksnynuose 1953 m. 1961 m. jis atspausdintas žurnale „Mūsų Girios“ (Bitvinskas, 1986, 1998). Vėliau platesni tyrimai tęsti „Miškoprojekte“. Pirmuosiuose dendrochronologiniuose tyrimuose Lietuvoje tirtas juodalksnio (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.), paprastosios pušies (*Pinus sylvestris* L.) bei paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) prieaugis (Bitvinskas, 1986).

Naujas dendrochronologinių tyrimų etapas prasidėjo 1968 m. sausį, Botanikos institute įsteigus dendroklimatochronologijos laboratoriją. Kadangi ši laboratorija buvo svarbiausia visoje Sąjungoje, todėl Lietuvoje vyko daugelis konferencijų, pasitarimų ir simpoziumų (Shiyatov, 1988). Laboratorijoje atlikta dauguma dendrochronologinių tyrimų Lietuvoje bei pradėtos naudoti naujos tyrimų metodikos (Bitvinskas, 1986, 1998). Formavosi nauja dendrochronologų karta: J. Kairaitis, J. Karpavičius, A. Stupneva, V. Brukštus. Lietuvos miškų institute dendrochronologinių tyrimų pradininkai akademikas L. Kairiūkštis ir V. Stravinskienė. Lietuvos žemės ūkio akademijoje (universitete) dirbo prof. V. Antanaitis, I. Čerškienė, V. Bartkevičius (Bitvinskas, 1986; Kairiūkštis, 1973).

1980 m. Kaune įkurtas Sąjunginis dendrochronologinis duomenų bankas. Medžių rėvių duomenų kataloge, 1989 m. paruoštame V. Stravinskienės, be Lietuvos mokslininkų savo dendrosekas publikavo ir žinomi Sąjungos mokslininkai (Bitvinskas, 1998; Стравинскене, 1989).

Dendroekologiniai tyrimai pradėti LMI šiuo metu tęsiami VDU aplinkotyros katedroje (Stravinskienė, 1998, 2002; Stravinskienė, Venclovienė, 1998).

Lietuvoje, kaip ir užsienyje, sudarinėjamos ilgaamžės dendroskalės (Bitvinskas, 1986, 1998). Vienas šių darbų yra baigtas: sudaryta 2200 m. paprastosios pušies chronologija iš „Užpelkių tyrelio“ aukštapelkės. Darbą atliko R. Pukienė. Jis paskelbtas 1997 m. apgintoje disertacijoje „Pušynų augimo dinamika Užpelkių tyrelio aukštapelkėje subatlančio laikotarpiu“ (Pukienė, 1997). Seniausi ažuolai, iškasti Lietuvoje (Biržuose), siekia 7000 metų (Anonimas, 2002).

1.6.4. Dendrochronologiniai paprastosios eglės tyrimai Lietuvoje

Lietuvos miškuose dominuoja paprastoji pušis (*Pinus sylvestris* L.), užimanti 37,6% miškų ploto, o paprastoji eglė (*Picea abies* (L.) Karst.) užima apie 16,4% ploto. Dėl šios ir kitų priežasčių, dauguma dendrochronologinių tyrimų Lietuvoje atlikti paprastosios pušies medynuose. Eglynų tyrimų atlikta daug mažiau. Be to, daugiausiai tirti drėgnesnėse miško augavietėse augantys eglynai (Karpavičius, Yadav, Kairaitis, 1996). Tačiau sausesnių tipų eglynai beveik netirti, nors jų tyrimai yra labai svarbūs, nes jie labiau pažeidžiami kenkėjų invazijų (Karazija, 1997).

Iki šiol išsamiausi Lietuvos eglynų, augančių vakarinėje Lietuvoje, tyrimai atlikti I. Čerškienės 1975 m. Be to, savo tyrimų darbuose paprastosios eglės vartojo habil. dr. Teodoras Bitvinskas, prof. habil. dr. Vida Stravinskienė, dr. Rutilė Pukienė ir kt.

Savo tyrimo rezultatus I. Čerškienė pateikė 1972 m. konferencijoje „Дендроклиматохронология и радиоуглерод“, vykusioje Kaune, bei publikavo 1978 m. Kaune išleistame leidinyje „Условия среды и радиальный прирост деревьев“. Visi šie I. Čerškienės atliktų tyrimų rezultatai apibendrinti 1975 m. LŽŪA apgintoje disertacijoje: „Lietuvos eglynų radialinio prieaugio tyrimai“. I. Čerškienė nustatė, kad visose tirtų eglynų augavietėse prieaugio padidėjimas buvo 1933-1934, 1948-1949, 1960-1961 metais, o sumažėjimas 1920-1921, 1930-1931, 1941-1942, 1954-1955, 1964-1965 metais. Be to, nustatyta, kad didžiausią įtaką eglės prieaugiui turi vegetacijos periodo klimato veiksniai, ypač drėgmė. Oro temperatūros įtaka neaptikta. Tai būdinga medžiams, augantiems normalaus ir laikinai perteklingo drėgnumo sąlygose (Чершкене, 1975; Чершкене, 1972, 1978).

A. Vito atlikti (mokslinis vadovas – habil. dr. T. Bitvinskas) dendroklimatologiniai Lietuvos eglynų tyrimai parodė, kad vakarų ir vidurio Lietuvos eglynuose pasireiškia teigiama šilto sausio-balandžio, bei neigiama birželio-rugpjūčio oro temperatūros įtaka. Taip pat gauti teigiami koreliacijos koeficientai su kovo ir birželio kritulių kiekiu (Vitas, 1998a, 1998b). Drėgnų augaviečių eglynų prieaugis turi stipresnį ryšį su oro temperatūra nei su krituliais (Vitas, Bitvinskas, 1998).

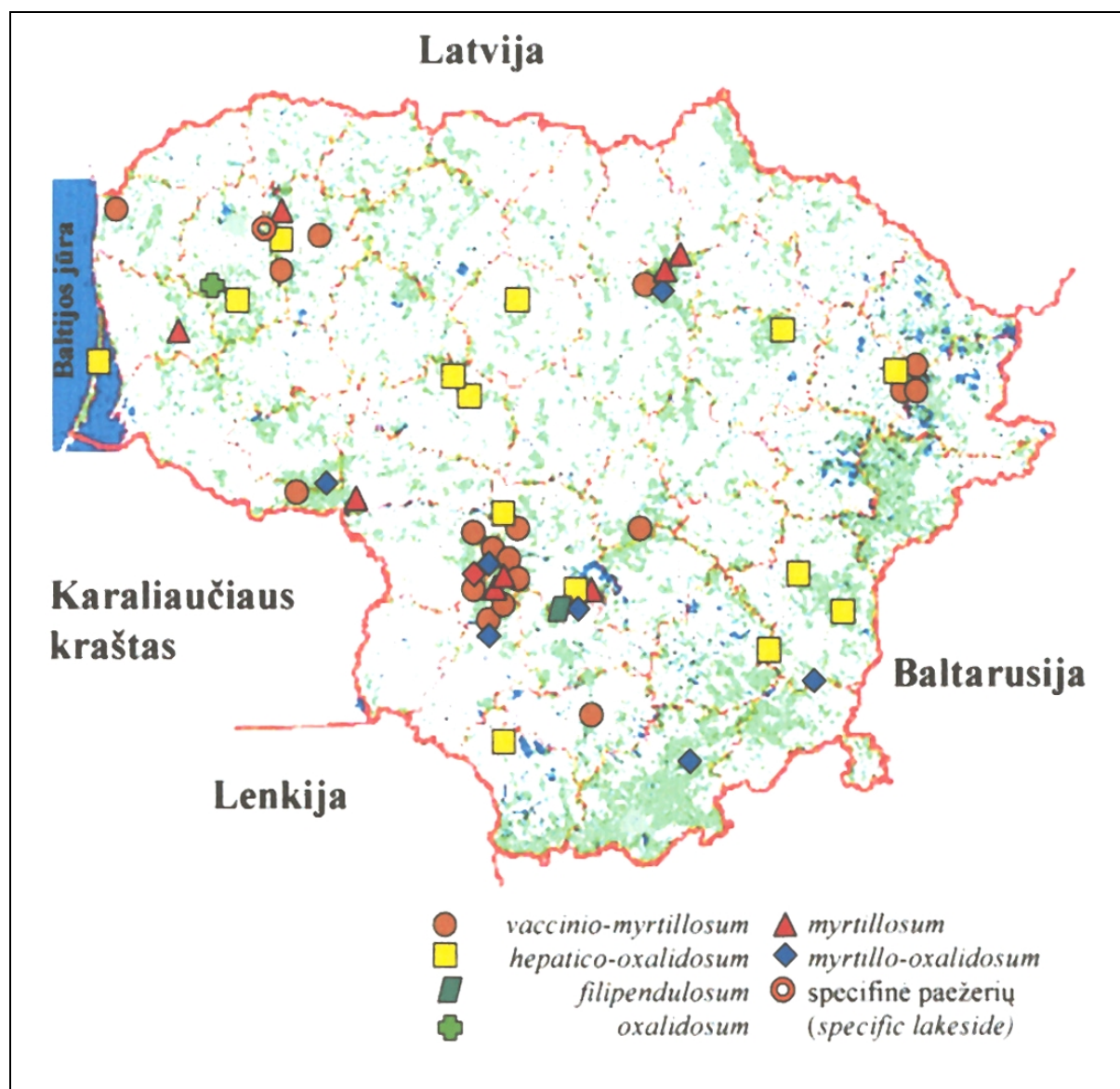
Ekstremalių klimato sąlygų laikotarpiais (po labai šaltų žiemų ar stichinių sausrų), reperiniais paprastosios eglės metais, ekstremaliai mažas prieaugis mažai priklauso nuo augavietės sąlygų. Siauros rievės aptinkamos ir sausose (Nb, Nd) ir drėgnose (Lb, Lc) augavietėse (Vitas, 1999a). Reperiniai sausų augaviečių metai 23 tyrimo barelių duomenimis XX a. buvo: 1941, 1942, 1954, 1955, 1979, 1980, 1992, 1993, 1994 m. (Vitas, 1999b).

2. METODIKA

2.1. TYRIMO OBJEKTAI, LAUKO IR KAMERINIŲ DARBŲ METODIKA

Mokslinėje literatūroje pateiktos charakteristikos, į kurias rekomenduojama atsižvelgti parenkant barelių klimato veiksnių poveikio tyrimui: a) medžių skaičius, b) amžius (nerekomenduojama kartu tirti jaunus ir senus medžius, nes jaunų medžių reakcija į klimata skiriasi ir dažnai jų prieaugis nepriklauso nuo klimato veiksnių), c) vietovės padėtis, d) požeminio gruntinio vandens lygis, e) sudarytos dendroskalės statistinės charakteristikos (jautrumo ir panašumo koeficientai), f) medžių būklė medyne, defoliacija, gaisro ir vabzdžių pažeidimai (nustelbtų medžių prieaugio dinamika ir reakcija į klimata būna iškreipta), g) medžių lajos simetriškumas (nesimetriškos lajos medžio prieaugis įvairiomis stiebo kryptimis yra skirtingas) (Fritts, Shatz, 1975; Schulman, 1937; Stravinskienė, 1994).

Tyrimo bareliai pasirinkti brandžiuose paprastosios eglės medynuose Lietuvos teritorijoje (2.1 pav.), homogeniškose augavietėse.



2.1 pav. Paprastosios eglės tyrimo barelių tinklas Lietuvoje

Fig. 2.1. Network of research plots of Norway spruce in Lithuania

Dauguma tyrimo barelių pasirinkta sausuose augaviečių tipuose (žaliašilio – 18 barelių, sausgirio – 14 barelių), atitinkančiuose Nb bei Nd dirvožemio tipologines grupes. Augaviečių tipai nustatyta pagal S. Karazijos, o dirvožemio tipologinės grupės pagal M. Vaičio tipologijas. Gręžimui pasirinkti 1, 2 bei 3 Krafto klasių (viršaujantys, vyraujantys ir eiliniai) medžiai. Lauko darbų metu Suunto amžiaus grąžtu išgręžti medienos gręžiniai eglų kamienuose, krūtinės aukštyje (130 cm). Kiekviename tyrimo barelyje pagal pasaulines rekomendacijas siekiant pakankamo patikimumo (Fritts, Shatz, 1975; Huber, 1978; Битвинскас, 1974; Феклистов, Евдокимов, Барзут, 1997) atsitiktinės atrankos būdu pasirinkta ir išgręžta po 20-30 medžių. Aprašytos pagrindinės tyrimo barelio taksacinės charakteristikos: augavietės tipas (pagal S. Karazijos), dirvožemio tipologinė grupė (pagal M. Vaičio tipologiją) bei kiti medyno taksaciniai rodikliai, aprašant ir gyvąją dirvožemio dangą bei atliekant grunto tyrimus iki 1 m gylio. Tyrime iš viso naudoti 54 paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) tyrimo barelių metinių rėvių bei vėlyvosios ir ankstyvosios medienos pločių duomenys. 2.1 lentelėje pateikti tyrimo barelio pavadinimai, barelio geografinės koordinatės pagal pasaulinę koordinačių sistemą – WGS 84, augavietės tipas, dirvožemio tipologinė grupė ir dirvožemio sudėtis iki 1 m gylio.

2.1 lentelė. Tyrimo barelių taksacinės charakteristikos

Table 2.1. Taxation characteristics of research plots

Barelio pavadinimas <i>Name of research plot</i>	Barelio koordinatės Co-ordinates		Augavietės tipas <i>Forest type</i>	Dirvožemio tipologinė grupė <i>Typological group of the soil</i>	Dirvožemio sudėtis <i>Soil composition</i>
	Šiaurės platumas <i>Latitude North</i>	Rytų ilguma <i>Longitude East</i>			
Alytus	54° 25' 59"	24° 03' 11"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Ažuolų Būda	54° 41' 35"	23° 32' 30"	Mėlyngiris	Lc	smėlis
Bebrujai	55° 44' 90"	23° 37' 59"	Sausgiris	Nd	smėlis
Dubrava I	54° 49' 19"	24° 05' 97"	Sausgiris	Nd	smėlis
Dubrava II	54° 49' 86"	24° 03' 83"	Mėlynšilis	Lb	smėlis
Dubrava III a	54° 48' 94"	24° 04' 33"	Mėlyngiris	Lc	smėlis
Dubrava III b	54° 48' 96"	24° 04' 29"	Palieknis	Ud	durpė
Dumsiai	55° 00' 91"	24° 15' 77"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Eičiai s	55° 11' 12"	22° 27' 28"	Mėlyngiris	Lc	smėlis
Ežerėlis I	54° 53' 09"	23° 31' 79"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Ežerėlis II	54° 54' 08"	23° 35' 84"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Gerdžiai	54° 57' 99"	23° 19' 15"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Germantas k	55° 59' 07"	22° 07' 94"	Sausgiris	Nd	priemolis su žvyru
Germantas p	55° 58' 99"	22° 07' 87"	Mėlynšilis	Lb	smėlis
Germantas s	55° 58' 88"	22° 07' 88"	Specifinė paežerių	---	šlynas su žvyru
Geruliai	55° 58' 32"	22° 24' 45"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Jankai	54° 49' 50"	23° 21' 91"	Mėlyngiris	Lc	smėlis
Juodkrantė	55° 32' 80"	21° 06' 89"	Sausgiris	Nd	smėlis
Jurbarkas	55° 03' 83"	22° 40' 33"	Mėlynšilis	Lb	smėlis
Jūrava	55° 07' 07"	22° 18' 44"	Žaliašilis	Nb	smėlis
2.1 lentelės tęsinys <i>continuation of table 2.1</i>					

Jūrė I ne	54° 44' 91"	23° 35' 71"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Jūrė II nu	54° 45' 03"	23° 35' 64"	Mėlynšilis	Lb	smėlis
Kajackai k	54° 48' 24"	23° 35' 38"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Kajackai p	54° 48' 20"	23° 35' 42"	Mėlynšilis	Lb	Smėlis
Kajackai s	54° 48' 11"	23° 35' 44"	Žaliagiris	Ld	Smėlis
Kalniškė	54° 20' 30"	23° 32' 83"	Sausgiris	Nd	smėlis
Katutiškės	54° 30' 15"	25° 26' 38"	Mėlyngiris	Lc	šlynas su priesmėliu
Kazlų Rūda	54° 44' 63"	23° 28' 40"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Klimbalė	55° 51' 30"	24° 27' 53"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Krepštai	55° 54' 41"	22° 12' 24"	Žaliašilis	Nb	priemolis su žvyru
Lentvaris	54° 35' 97"	25° 05' 77"	Sausgiris	Nd	žvyras su priemoliu
Margiai-I	55° 51' 25"	24° 29' 71"	Mėlynšilis	Lb	smėlis
Margiai-II	55° 52' 75"	24° 27' 75"	Mėlyngiris	Lc	smėlis
Matuizos	54° 14' 64"	24° 40' 10"	Mėlyngiris	Lc	durpė
Mickūnai	54° 42' 40"	25° 34' 94"	Sausgiris	Nd	priemolis
Paštuva	55° 00' 98"	23° 36' 94"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Pikeliškės	54° 51' 85"	25° 13' 11"	Sausgiris	Nd	molis ir priemolis
Rietavas-I	55° 42' 41"	21° 55' 67"	Šilagiris	Nc	durpė
Rietavas-II	55° 41' 26"	21° 57' 47"	Sausgiris	Nd	priemolis su šlynu
Ringuva	55° 03' 32"	23° 30' 65"	Sausgiris	Nd	smėlis
Sausinė	55° 00' 31"	23° 48' 94"	Baltmiškis	Lf	molis
Stumbriškis	55° 51' 81"	24° 33' 67"	Mėlynšilis	Lb	smėlis
Šališkės	54° 48' 00"	23° 38' 43"	Mėlyngiris	Lc	smėlis
Šiluva k	55° 31' 75"	23° 12' 60"	Sausgiris	Nd	žvyras
Šiluva s	55° 31' 73"	23° 12' 38"	Sausgiris	Nd	žvyras
Šimonys	55° 40' 08"	25° 12' 80"	Sausgiris	Nd	smėlis
Šventoji-I	56° 04' 24"	21° 09' 08"	Mėlyngiris	Lc	smėlis
Šventoji-II	56° 03' 42"	21° 08' 50"	Žaliašilis	Nb	smėlis
Vaišnoriškė I up.	55° 25' 94"	26° 00' 85"	Žaliašilis	Nb	smėlis su žvyru bei priemoliu
Vaišnoriškė II k	55° 25' 67"	26° 02' 19"	Žaliašilis	Nb	žvyras
Vaišnoriškė II s	55° 25' 62"	26° 02' 30"	Sausgiris	Nd	žvyras
Vaišnoriškė III	55° 26' 14"	26° 02' 62"	Žaliašilis	Nb	žvyras
Veiviržėnai	55° 35' 67"	21° 31' 97"	Mėlynšilis	Lb	smėlis
Višakio Rūda	54° 48' 50"	23° 27' 49"	Žaliašilis	Nb	smėlis

Lauko tyrimams taip pat naudota GPS (geografinės padėties nustatymo sistema). GPS – JAV karinės žvalgybos sistema, sukurta navigacijai bei taškų koordinavimui. Šią sistemą sudaro 24 žemės orbitoje skriejantys palydovai ir GPS imtuvai. Matavimai turi savo paklaidas, kurių dydis priklauso nuo daugelio įvairių veiksnių, tačiau matavimų patikimumą užtikrina iš didesnio palydovų skaičiaus gaunami signalai (Helms, 1998; Kuliešis ir kt., 2000). Toks kiekvieno tyrimo barelio tikslus geografinių koordinatų nustatymas ateityje palengvins

seniau pasirinkto tyrimo barelio paiešką, bendravimą su kitų šalių dendrochronologais bei mokslinių duomenų skelbimą straipsniuose ir jų pasiuntimą į tarptautinius dendrochronologinių duomenų bankus. Tyrimo metu naudotas GPS imtuvas MAGELLAN 315. Imtuvo gamintojai garantuoja, kad 95% atvejų paklaida yra iki ± 25 m.

Po gręžinių paviršiaus paruošimo nupjaunant peiliuku ar paviršių šlifuojant švitrinio popieriumi, naudojantis LINTAB rievių matavimo linija ir TSAP 3.14 kompiuterine programa, sukurta F. Rinn ir S. Jäkel Heidelberge (Rinn, 1996), išmatuoti vėlyvosios, ankstyvosios bei metinės rievių medienos pločiai 0,01 mm tikslumu.

2.2. RADIALIOJO PRIEAUGIO EILUČIŲ KOKYBĖS TIKRINIMAS, SINCHRONIZACIJA, INDEKSACIJA BEI DENDROSKALIŲ SUDARYMAS

Kai kuriais metais dėl nepalankių klimato sąlygų metinės rievės gali nesusiformuoti, ypač brandžiuose bei nustelbtuose medynuose. Be to, laikinai sutrikusambio aktyvumui (dėl sausros, gaisro, vėjo, šalnų, vabzdžių invazijos ar kitų veiksnių) atsiranda dvigubų rievių (Eckstein, 1987; Lovelius, 1997; Schulman, 1938; Wendland, 1975; Крамер, Козловский, 1983; Ловелиус, 1979, 1980 ir kt.). Dendrochronologiniams tyrimams būtini kiek įmanoma tikslesni matavimo duomenys, nes nuo jų tikslumo priklauso atlikto tyrimo rezultatų patikimumas (Fritts, Shatz, 1975; Grissino-Mayer, 1997; Kienast, 1985 ir kt.).

Radialiojo prieaugio eilučių sinchronizacija yra pagrindinis dendrochronologijos principas (Fritts, 1987). Ne tik matavimo klaidos lemia tarpusavio radialinio prieaugio eilučių sinchroniškumą. Gali nebūti matavimo ir datavimo klaidų, bet prieaugis tarp atskirų medžių gali savaime būti nesinchroniškas. Dauguma mokslininkų sutaria, kad tokių medžių rievių duomenys tolimesnėms analizėms netinkamos.

Dauguma tyrimui naudotų kompiuterinių programų, skirtų dendrochronologiniams tyrimams, yra suderintos tarpusavyje ir naudoja tuos pačius pradinių duomenų ir rezultatų formatus. Programos parašytos FORTRAN kalba DOS aplinkai (Fritts, 1963; Wendland, 1975).

Datavimo kokybė ir sinchroniškumas tarp radialinio prieaugio eilučių barelyje vertinti ITRDB programų paketo COFECHA 3.00P programa (sukurta R. Holmes). Nesinchroniško prieaugio medžiai tolimesnėms analizėms nenaudoti arba nenaudota ta jų eilutės dalis, kuri yra nesinchroniška. Buvo atvejų, kai dauguma barelio medžių radialinio prieaugio duomenų buvo nesinchroniški. Šių tyrimo barelių duomenys tolimesnei analizei nenaudoti.

Antrajame priede pateiktas lokalsios tyrimo barelio dendroskalės ilgis, atitinkantis seniausio medžio amžių po sinchronizacijos; vertingos dendroskalės ilgis, kai ją sudaro ne mažiau kaip 10 medžių (devynių dendroskalių ilgis viršija 100 m. ir jas sudaro daugiau kaip dešimt medžių); lokalsios dendroskalės jautrumas; nesinchroniško radialiojo prieaugio medžių kiekis tyrimo barelyje (procentais).

Jautrumo koeficientas rodo medžio reakciją į aplinkos veiksnius, kuris išreiškiamas gretimų metinių rievių pločio pokyčiu (Schweingruber, 1996) (2.1 formulė). Jį dažniausiai sąlygoja trumpalaikiai ir stiprūs klimato sąlygų pokyčiai (Fritts, 1987). Medžio rievių serija vadinama jautria, kai jos jautrumas didesnis nei 0,3 (Mazena, 1998).

$$J = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^{t=n-1} \left| \frac{2(x_{t+1} - x_t)}{x_{t+1} + x_t} \right| \quad (2.1)$$

J – jautrumo koeficientas, x_t – metinė rievė. Sumuojant nevertinama formulės $\pm$ reikšmė

Medžių metinių rievių plotis priklauso nuo klimato ir ne klimato veiksnių. Ne klimato veiksniai: amžiaus trendas – senėjimas, biologinis savitumas, gaisrai, ligos, gyvūnų nugraužimas, medyno tankumas, medžio laja ir jos pokyčiai (defoliacija), medžių konkurencija medyje (Bräker, 1992; Phipps, 1982). Todėl prieš sudarant dendroskales, kiekviena radialiojo prieaugio eilutė indeksuota, eliminuojant įvairias ne klimatinės prigimties fliuktuacijas ir amžiaus tendą, susijusį su medžio senėjimu (Cook et al., 1990). Norint išryškinti klimato poveikį radialiniam medžių prieaugiui naudojamos įvairios indeksavimo metodikos (Битвинскас, 1974). Indeksai skaičiuojami pagal formulę (2.2).

$$I_i = \frac{R_i}{G_i} \quad (2.2)$$

I – metų prieaugio indeksas, *R* – metų prieaugis, bei *G* – išlyginimo kreivės reikšmė

Indeksuota ITRDB CHRONOL programa, sukurta 1992 metais Arizonos universitete E.R. Cook. Kiekviena radialiojo prieaugio eilutė indeksuota atskirai.

Indeksuota dviem etapais pagal R. Holmes et al. 1986 m. pasiūlytą metodiką: pirminiam indeksavimui vartota neigiama eksponentinė funkcija arba linijinė regresija, o antrajame etape kubinio polinomo – „splaino“ funkcija išlyginti nestacionarūs svyravimai (Holmes, 1994).

Neigiama eksponentinė kreivė tinka dažniausiai pasitaikančiam radialiojo prieaugio trendui eliminuoti (2.3).

$$Y = Ae^{-bt} + D \quad (2.3)$$

Y – tikėtinas prieaugis *t* metais, *e* – natūrinis logaritmas, *a*, *b* ir *k* – kinta priklausomai nuo išlyginimo kreivės polinkio.

Toms serijoms, kurių sudarius neigiamos eksponentinės kreivės modelius, konstanta *D* buvo neigiama arba *b* – teigiamas, vietoj pastarosios, naudota linijinė regresija (Fritts, Mossiman, Bortorf, 1969). Linijinė regresija – paprasčiausias standartizavimo metodas. Ji dažniau tinka trumpoms ar su nebūdingu amžiaus kreivės trendu radialinio prieaugio eilutėms standartizuoti (Cook, Briffa, 1990) (2.4).

$$Y = ax + b \quad (2.4)$$

Y – tikėtinas prieaugis *t* metais, *b* – kirtimo taškas, *a* – linijinės regresijos linijos pokrypis, *x* – laikas metais nuo 1 iki *n*.

Antrasis indeksavimas skirtas išlyginti nestacionariems radialinio prieaugio svyravimams, kurie ypač būdingi paprastosios eglės, ekologiškai jautrios rūšies, prieaugiui. Jis eliminuoja tuos nestacionarius ilgalaikius augimo cikliškumus, kurių neaprosimuoja deterministinės (linijinės regresijos bei neigiamos eksponentinės) kreivės (Fritts, 1991). Šis metodas yra pasiūlytas R. Holmes et al. 1986 m. „Splaino“ funkcija susideda iš glotniai pereinančių vienas į kitą perėjimo taškuose ir tenkinančių šias sąlygas kubinių polinomų (2.5 formulė):

$$q_i(x) = a_i x^3 + b_i x^2 + c_i x + d, \quad (2.5)$$

$q_i(x_i) = q_{i+1}(x_i)$, perėjimo taškuose (x_i) turi sutapti funkcijos,

$q'_i(x_i) = q'_{i+1}(x_i)$, perėjimo taškuose turi sutapti funkcijų išvestinės,

$q''_i(x_i) = q''_{i+1}(x_i)$, perėjimo taškuose negali keistis išlyginamosios kreivės kreivumas.

Metodas yra labai jautrus, nes reikia nustatyti pageidaujama bangos ilgį bei eliminuojamos variacijos procentą. Darbe pasirinktas 21 metų bangos ilgis, eliminuojant 33% variacijos.

Lokalias dendroskalės sudarytos dvisvoriu robustiniu vidurkiu iš kiekvieno medžio sinchronizuotos ir indeksuotos radialinio priaugio eilutės. Šie skaičiavimai atlikti CHRONOL programa. Dvisvoris vidurkis, kaip ir mediana, yra nejautrus labiausiai nuo vidurkio besiskiriančioms reikšmėms. Skaičiavimo metu kiekvienam priaugio eilutės indeksui suteikiamas reliatyvus svoris; didesnis svoris suteikiamas reikšmėms, artimoms vidurkiui, o mažesnis toms, kurios labiausiai nuo jo skiriasi. Todėl ekstremaliai plačios ar siauros rievės mažiau įtakoja sudarytą skalę (Cook, Shiyatov, Mazepa, 1990; Riitters, 1990).

Be minėtų programų duomenų formato keitimams naudota DPL 3.00 P (Dendrochronology Program Library) programų paketo programa FMT.

2.3. ETALONINIŲ DENDROSKALIŲ SUDARYMO PRINCIPAI

Etaloninė dendroskalė – tai dendroskalė, apimanti keleto tyrimo barelių lokalias dendroskales. Etaloninės dendroskalės sudaromas atskiriems regionams ar augaviečių tipams (Kaennel, Schweinguber, 1995).

Iki šiol Lietuvoje sudarytos sausose augavietėse augančių pušynų etaloninės dendroskalės (Битвинскас, 1965, 1974, 1984; Кайрюкшис, Стравинскиене, 1987). Taip pat sudarytos pelkinių augaviečių pušynų, eglynų ir juodalksnynų dendroskalės (Стравинскиене, 1980, 1981). Naujausios pušynų (brukninio, brukninio-mėlyninio, mėlyninio-kimininio bei viksvinio kimininio tipų) bei eglynų (kiškiakopūstinio ir mėlyninio-kiškiakopūstinio tipų) etaloninės dendroskalės sudarytos V. Stravinskienės 1997 m. (Stravinskienė, 1998).

Lietuvos eglynuose Nb augavietės užima 4,0%, o Nd – 5,0% eglynų ploto (Ozolinčius, 1998). Iki šiol nebuvo sudarytos šiose augavietėse augančios paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) radialiojo priaugio etaloninės dendroskalės.

Darbo metu sudarytos paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karsten.) žaliašilio ir sausgirio miško tipų etaloninės dendroskalės, atitinkančios Nb ir Nd dirvožemio tipologines grupes pagal M. Vaičį. Kiekvieno miško tipui sudaryta viena dendroskalė, apimanti ne tik metinio radialiojo priaugio, bet ir vėlyvosios, ir ankstyvosios medienos duomenis. Prieš sudarant etalonines dendroskales atlikta lokalių dendroskalių tarpusavio sinchronizacija, po kurios, eliminavus iš tolimesnio skaičiavimo nesinchroniškas skales, vidurkinant likusias sudarytos etaloninės dendroskalės.

Sudarytų etaloninių dendroskalių tarpusavio palyginimui bei palyginimui su V. Stravinskienės sudarytomis naujausiomis kiškiakopūstinio ir mėlyninio-kiškiakopūstinio tipų eglynų etaloninėmis dendroskalėmis (Stravinskienė, 1998) naudoti koreliacijos ir panašumo (G_{lk}) (2.6 formulė) koeficientai.

$$G_{lk} = \sum (y_{ij} = x_{ij}) \quad (2.6)$$

x_{ij} ir y_{ij} yra atitinkami kreivių intervalo trendai

2.4. KLIMATO VEIKSNIŲ (ORO TEMPERATŪROS IR KRITULIŲ) ĮTAKOS RADIALIAJAM PAPRASTOSIOS EGLĖS PRIAUGIUI – ATSAKO FUNKCIJOS TYRIMO METODIKA

Medžių rėvių ir klimato veiksnių ryšys yra tyrinėtojų dėmesio centre jau daugiau kaip 110 metų. Pradiniuose tyrimuose skaičiuoti paprasti koreliacijos koeficientai (Høeg, 1956; Ording, 1941) nedavė laukiamų rezultatų, nes jie fiksavo tik vieno prieaugį kontroliuojančio veiksnio įtaką. Vėliau daugelis tyrinėtojų sėkmingai naudojo naujus matematinius metodus: variacijos ir kovariacijos analizę, ortogonalų polinomų analizę bei daugiafaktorinę regresiją, kuri išreiškia aplinkos kompleksiskumą (Blasing, Solomon, Duvick, 1984; Fritts, 1962). Ilgalaikėje dendroskalių analizėje daroma prielaida, kad kiekviena rėvė turi mėnesio kritulių ar temperatūros informaciją (Schweingruber, 1996).

Šiame tyrime ilgalaikės oro temperatūros ir kritulių įtakos paprastosios eglės radialiojo prieaugio vertinimui naudota daugiafaktorinė regresinė analizė – atsako funkcija (anglų kalba response function). Atsako funkcijos skaičiavimo metodika aprašyta H. Fritts 1976 m. Šios funkcijos skaičiavimo tikslas – nustatyti, kuris klimato kintamasis yra statistiškai susijęs su medžio prieaugiu (Fritts, Xiangding, 1986). Pirmą kartą atsako funkcijos analizę atliko Fritts ir kt. 1971 m. (Fritts et al., 1971). Norėdamas išvengti tarpusavio koreliacijos tarp klimato eilučių, H. Fritts pasiūlė naudoti „pirmines komponentes“ – ortogonalius kintamuosius. Jei skaičiavimuose naudotume ne pirmines komponentes, o absoliučius duomenis, sudarytas funkcijos modelis bus nestabilus (Briffa, Cook, 1990).

Ši metodinė naujovė buvo labai svarbi praeities klimato rekonstrukcijoms. Nuo to laiko atsako funkcija labai plačiai naudojama radialiojo prieaugio ir klimato ryšio modeliavimui įvairioms medžių rūšims ir įvairiose augavietėse: Blasing, Solomon, Duvick, 1984; Cook, Jacoby, 1977; Fritts, 1987, 1991; Hughes et al., 1982; Serre-Bachet, Tessier, 1990.

Kaip minėta, atsako funkcija yra daugiafaktorinės regresinės analizės forma, kur nepriklausomi kintamieji yra meteorologinių faktorių, dažniausiai mėnesių vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekiai, pirminės komponentės (Blasing, Solomon, Duvick, 1984; Guiot, 1991). Atsako funkcijoje klimato duomenys, eliminuojant jų tarpusavio koreliaciją, transformuojami į ortogonalų matricą, kuri vadinama pirminėmis komponentėmis (2.7 formulė) (anglų kalba Principal components – PC) (Fritts, Xiangding, 1986).

Atsako funkcijos skaičiavimams naudota PRECON 5.17B kompiuterinė programa, sukurta Arizonos universitete H. C. Fritts 1999 m. Matematinė atsako funkcijos išraiška pateikta 2.8 formulėje.

$$\varepsilon_{ij} = \sum_{m=1}^q X_{im} \alpha_{mj} \quad (2.7)$$

ε_{ij} yra j komponentės reikšmės i -taisiais metais, X_{im} – yra atitinkama ortogonalų kintamųjų reikšmė, α_{mj} yra pirminės komponentės kintamojo m normalizuota j reikšmė.

$$W_i = \sum_{j=1}^J a_j T_{ij} + \sum_{k=1}^K b_k P_{ik} + \sum_{l=-m}^{-1} c_l W_l \quad (2.8)$$

i kinta nuo 1 iki N metų kalibracijos periode, W_i – yra rėvės indeksas i metais. T_{ij} – i -tųjų metų oro temperatūros kintamasis j , a_j – temperatūros kintamųjų koeficientas, P_{ik} – kritulių duomenys, b_k – kritulių kintamųjų koeficientai, W_l – rėvių pločių skaičius iki m ankstesnių metų, c_l yra W_l koeficientas.

Atsako funkcijos skaičiavimuose žingsninis metodas (anglų kalba bootstrap method) pirmą kartą panaudotas B. Efron 1979 m. ir tik vėliau pritaikytas rėvių duomenims (1990 m.). Skaičiavimuose naudojant šį metodą, atsitiktinės atrankos metu sukuriamos pseudo duomenų bazės ir skaičiuojama tiek pat koreliacijų. Šio metodo idėja – statistikinių duomenų savybių informacijos trūkumo pakeitimas dideliu įverčių kiekiu, kurių kiekvienas pagrįstas

skirtingu pseudo duomenų rinkiniu. Šio modeliavimo metu atsitiktinės atrankos būdu paimami ir pakeičiami duomenys iš pirminės duomenų bazės. Kiekvienos atrankos metu sudarytos pseudo duomenų bazės dydis atitinka pradiniam duomenų skaičiui. Kiekviena pseudo duomenų bazė sudaro žingsninio metodo testą, skirtą tarpusavio reikšmingumo vertinimui (pvz., po 50 replikacijų ši procedūra suskaičiuoja 50 daugiafaktorinių koreliacijų ir 50 nepriklausomų koreliacijų, skirtų verifikacijai. Iš šių 50 skaičiavimų rezultatų išvedus vidurkį gaunami vidutiniai regresijos koeficientai) (Guiot, 1991). Tokių replikacijų kiekis rekomenduojamas apie 1000 (Efron, 1979), nors jau nuo 50 pirmųjų rezultatai kinta neesminiai (Guiot, 1990). Kiekvienam pseudo duomenų rinkiniui skaičiuojami regresijos ir daugiafaktorinės koreliacijos koeficientai. Kai kurie pirminių duomenų praleisti pseudo duomenų skaičiai naudojami nepriklausomai verifikacijai (Guiot, 1991). Šie žingsninės regresijos koeficientai laikomi patikimais (95% patikimumo lygmeniu), jei jie yra absoliutiniais dydžiais du kartus didesni nei jų standartiniai nuokrypiai (Fritts, Dean, 1992, Garfi, 2000). Kaip minėta, pagal pasaulinius standartus darbe buvo pasirinkta 1000 žingsninių replikacijų.

Atsako funkcija geriau nei koreliacijos koeficientai įvertina netiesinį ryšį tarp tiriamųjų klimato veiksnių ir radialiojo prieaugio (Briffa, Cook, 1990).

Skaičiavimuose vartoti lokalių dendroskalių, sudarytų kiekvienam tyrimo bareliui radialiojo prieaugio duomenys. Siekiant gaunamų rezultatų standartizavimo, atsako funkcijos koeficientai skaičiuoti bendru visoms lokalioms dendroskalėms 1930-1994 metų laikotarpiu. Atsako funkcijos koeficientai skaičiuoti su visų tyrimo barelių radialiojo prieaugio duomenimis. Rezultatų skyriuje nagrinėti klimato veiksnių ryšiai tik Nb (18 tyrimo barelių), Nd (13 tyrimo barelių), Lb (8 tyrimo bareliai) ir Lc (6 tyrimo bareliai) eglynų augavietėse. Keleto tyrimo barelių duomenys taip pat nenaudoti, nes jų medynai yra paveikti melioracijos bei kitų ekologinių veiksnių. Keleto tyrimo barelių duomenys tolimesnėms analizėms taip pat nenaudoti dėl didelio asinchroniškumo tarp medžių (2.2 skyrius).

Naudoti meteorologinių stočių mėnesio vidutinės oro temperatūros ir mėnesio kritulių kiekio duomenys 1930-1994 metų laikotarpiu nuo praeitų metų spalio iki einamųjų metų rugsėjo. Kiekvienam tyrimo bareliui pagal jo geografinę vietą ir atstumą iki artimiausios meteorologinės stoties bei priklausymą atitinkamam klimato rajonui meteorologiniai duomenys pasirinkti individualiai.

Trūkstanti klimato duomenys, daugiausiai I ir II pasaulinių karų laikotarpio, paimti iš Karaliaučiaus krašto meteorologijos stočių, pasirinkus artimiausias. Oro temperatūros duomenys buvo rekonstruoti naudojantis skirtumo metodu (Bukantis ir kt., 2001). Meteorologiniai duomenys surinkti iš įvairių šaltinių:

- iki 1950 m. **Дорфман Ц.** (ред.), 1953; **Дорфман Ц.** (ред.), 1954.
- nuo 1951 m. iki 1965 m. **Дорфман Ц.** (ред.), 1969a; **Дорфман Ц.** (ред.), 1969b.
- nuo 1966m. iki 1991 m. Климатологический ежемесячник.
- nuo 1992 m. iki 1999 m. Agrometeorologinis biuletenis.

Vilniaus meteorologinės stoties duomenys paimti iš knygų: Lietuvos klimato žinynas. Krituliai, 1991 bei Lietuvos klimato žinynas. Oro temperatūra, 1992.

Visų meteorologinių stočių sąrašas, kurių duomenys naudoti skaičiavimams, pateiktas 2.2 lentelėje ir 3 priede.

2.2 lentelė. Tyrime naudotų meteorologinių stočių sąrašas. Ryškesniu šriftu išskirtos meteorologinės stotys Karaliaučiaus krašto teritorijoje

Table 2.2. List of meteorological stations, data was used in the research. Meteorological stations located in Königsberg region are bold

Alytus	Juodkrantė	Kretinga	Pagojis	Radviliškis	Šilalė	Tubausiai
--------	------------	----------	---------	-------------	--------	-----------

Anykščiai	Jurbarkas	Kupiškis	Pagulianka	Raseiniai	Šilutė	Ukmergė
Birštonas	Kaltinėnai	Lazdijai	Pajūris	Rietavas	Švenčionys	Utena
Biržai	Karaliaučius	Mantviliai	Pakruojis	Rokiškis	Šventoji	Varėna
Dotnuva	Kartena	Marijampolė	Palanga	Salos	Tauragė	Veisiejai
Druskininkai	Kaunas	Meteliai	Panevėžys	Šakaliai	Tauragnai	Viliaudiškis
Dusetos	Kelmė	Mikužiai	Papilė	Šakiai	Telšiai	Vilnius
Gargždai	Kybartai	Nemajūnai	Pilkalnis	Šiaulėnai	Tilžė	Žindaičiai
Ignalina	Klaipėda	Nida	Pilupėnai	Šiauliai	Trakai	

2.5. REPERINIŲ RADIALIOJO PRIEAUGIO METŲ TYRIMO METODIKA

Medžiai, augdami išreikšto sezoninio klimato sąlygomis, dažniausiai suformuoja vieną prieaugio zoną per vegetacijos laikotarpį – metinę rievę. Rievės kiekvienais metais skiriasi savo pločiu, medienos struktūra bei tankiu, ir šie skirtumai rodo medžio ir aplinkos santykius (Schweingruber et al., 1990).

Šveicarų mokslininkas F.H. Schweingruber nurodo du klimato įtakos medžių radialiajam prieaugiui tyrimo būdus: ilgo laikotarpio bei trumpo laikotarpio dendroskalių analizes (Schweingruber, 1993, 1996).

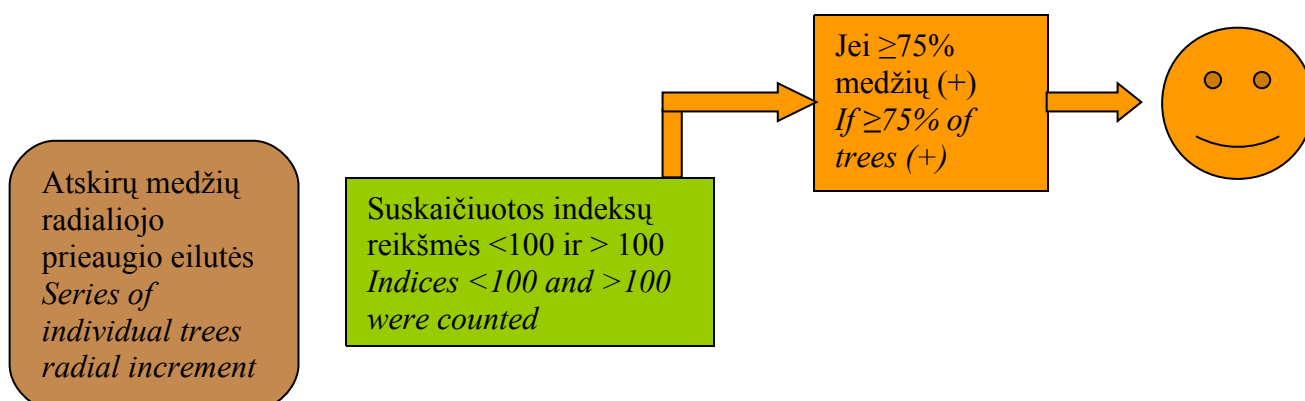
Dažniausiai ryšys tarp klimato ir radialiojo prieaugio pagrįstas statistiniu ilgos radialiojo prieaugio eilutės ir mėnesio meteorologinių duomenų tiriamo laikotarpio sekos palyginimu (dažniausiai oro temperatūros ir kritulių). Tokia analizė rodo vidutinį klimato-prieaugio ryšį, bet nepaaiškina atskirų metų rivių turimos informacijos (Schweingruber et al., 1990; Serre-Bachet, Tessier, 1990).

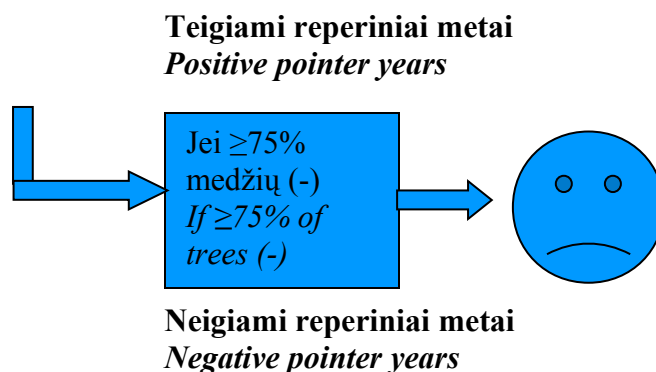
Koreliacinės bei daugiafaktorinės regresijos (ilgo laikotarpio) tyrimai ieškant ryšio tarp medžių radialiojo prieaugio ir klimato veiksnių parodė, kad Europoje oro temperatūros ir kritulių įtakos modelis paaiškina tik iki 40% radialiojo prieaugio kitimų (Schweingruber, 1983), todėl daugelis tyrimų atlikti bandant nustatyti ekstremaliai mažo prieaugio priežastis bei nagrinėjant konkrečių metų augimo sąlygas (Meyer, 1998-1999).

Yra daug skirtingų reperinių metų tyrimo metodikų. Todėl kartais gaunami skirtingi rezultatai, kuriuos labai sunku lyginti su rezultatais, gautais naudojant kitus metodus. Todėl labai svarbu visame tyrime naudoti vieningą indeksavimo, dendroskalių sudarymo bei reperinių metų išaiškinimo metodikas (Meyer, 1998-1999).

Kaip jau minėta, reperiniai metai paremti radialiojo prieaugio rivių savybėmis medžių grupėje. Jie gali būti išreikšti procentiniu slenksčiu, kurio lygis priklauso nuo tyrimo tikslo. Literatūroje pateikiami skaičiai nuo 20% iki 90%. Pasirenkamas slenksčio lygis taip pat priklauso nuo medžių augimo sąlygų ir jų skaičiaus tyrime (Elling, 1966; Huber, Giertz-Siebenlist, 1969; Munaut, 1966; Till, 1985).

Darbe reperiniai metai vertinti, jei 75% ir daugiau medžių sumažėjo ar padidėjo radialusis prieaugis. Jei prieaugio kitimas būdingas daugiau kaip 80% medžių, tokie metai vertinti kaip reikšmingi reperiniai metai, o jei 90% – labai reikšmingi. Tyrime naudotos individualių tiriamųjų medžių metinio radialiojo prieaugio bei vėlyvosios ir ankstyvosios medienos eilutės. Vertinimai atlikti naudojant indeksuotas radialiojo prieaugio eilutes (2.2 pav.).





2.2 pav. Reperinių metų nustatymo schema
Fig. 2.2. A scheme of pointer year's estimation

Paprastosios eglės radialiojo priaugio reperinių metų interpretacijai naudoti mėnesio oro temperatūros vidurkiai, mėnesio kritulių kiekiai ir T. Bitvinsko (Битвинскас, 1965, 1974) pasiūlytas hidroterminis koeficientas (2.9 formulė).

$$H = \frac{t}{k} \quad (2.9)$$

H – hidroterminis koeficientas, rodantis meteorologines drėgmės sąlygas, t – mėnesio oro temperatūros vidurkis, k – mėnesio kritulių kiekis.

2.6. SEZONINIO PAPRASTOSIOS EGLĖS PRIEAUGIO TYRIMO METODIKA

Matuojant priaugį tam tikrais laiko intervalais per augimo sezoną, galima sužinoti, kaip ir kada augimo metu metinė rievė formavosi (Fritts, 1991).

Vienas tokių metodų yra radialiojo priaugio matavimas juosta (Schweingruber, 1993). Šis metodas turi vieną esminį trūkumą, nes sunku nustatyti, dėl kokių priežasčių: žievės ar medienos priaugio, ar audinių prisotinimo vandeniu kinta kamieno perimetras (Крамер, Козловский, 1983).

Nuolatiniai sezoninio medžių radialiojo priaugio tyrimai atliekami Aukštaitijos nacionalinio parko Vaišnoriskės kaime nuo 1976 m. Šis kaimas yra 13 km. į ŠV nuo Ignalinos, prie Bukos upelio. Tyrimo barelis parinktas buvusio Ignalinos miškų ūkio Vaišniūnų girininkijos 74 kv. Barelio mezoreljefas išreikštas: aukščių skirtumas tarp kalvos papėdėje ir jos viršuje augančių medžių 9,8 m. Vyraujanti dirvožemio mechaninė sudėtis – smėlis su nestoru (10-15 cm) humusingu sluoksniu paviršiuje. Gruntiniai vandenys netgi kalvos apačioje giliau nei 5 m. Medyno miško tipas – žaliašilis (*Pinetum vaccinio-myrttillosum*).

Be paprastosios pušies (*Pinus sylvestris* L.), beržo (*Betula* sp.) buvo tirti ir paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) sezoninio priaugio formavimosi ypatumai augimo sezono metu bei jo priklausomybė nuo meteorologinių veiksnių: oro temperatūros ir kritulių (Karpavičius, Vitas, 2000).

Matavimai atlikti plieninių juostų metodu. Nulyginus pasirinktų medžių žievės nelygumus (Schweingruber, 1993), stiebai buvo apjuosti metaline juosta, sujungta spirale. Juosta yra 3-5 cm ilgesnė už matuojamo medžio perimetrą. Matuojamas atstumas tarp dviejų taškų – skylių, esančių juostos galuose. Juosta įtemptą laiko plieninė spyruoklė. Medžio radialiojo priaugio matavimai atliekami 0,01 mm tikslumu kas tris dienas 7 val. ryto (Karpavičius, Vitas, 2000).

Koreliacijos koeficientai tarp sezoninio prieaugio ir meteorologinių veiksnių apskaičiuoti suvidurkinus visus medžių tridienius sezoninio prieaugio duomenis. Sezoninio prieaugio priklausomybei nuo oro temperatūros ir kritulių įvertinti buvo apskaičiuoti koreliacijos koeficientai EXCEL-97 programa.

Dažniausiai dendroklimatologiniams tyrimams imami meteorologiniai duomenys, surinkti meteorologinėse stotyse ar postuose, nutolusiuose keliolika ar net keliasdešimt kilometrų nuo tyrimo objekto. Šio tyrimo patikimumą užtikrina tai, kad tyrimui naudoti Vaišnoriškės meteorologinių stebėjimų aikštelės, esančios apie 100 m nuo tyrimo barelio, klimato duomenys (Битвинскас и др., 1981).

Siekiant, kad skaičiuojami koreliacijos koeficientai parodytų nepertraukiamą jų kaitos procesą, jų skaičiavimams naudotos sezoninio prieaugio ir meteorologinės sekos, kurių dydžiams buvo apskaičiuotos integralinės kreivės. Tai atlikta apskaičiavus kiekvienos sekos duomenų vidurkius ir jų $\pm$ nukrypimus nuo vidurkio. Gautieji nukrypimai pagal mėnesių ir jų dienų eiliškumą buvo sudedami, ir gautųjų integralinių kreivių duomenys naudoti koreliacijos koeficientų skaičiavimams. Oro temperatūros ir kritulių integralinių kreivių buvo panaudoti tik tie dydžiai, kurių datos sutapo su sezoninio prieaugio matavimo datomis (Karpavičius, Vitas, 2000).

2.7. HIDROTERMINIŲ RODIKLIŲ, SAULĖS AKTYVUMO BEI KLIMATO VEIKSNIŲ RYŠIO SU EGLĖS RADIALIUOJU PRIEAUGIU ATSKIRAIS LAIKOTARPIAIS TYRIMO METODIKA

Ankstesni dendrochronologiniai ir dendroklimatologiniai tyrimai parodė, kad hidroterminių rodiklių (hidroterminių t/k koeficientų, hidrologinių metų (rugsėjo-rugpjūčio) kritulių kiekio ir vidutinės oro temperatūros) ryšiai su paprastosios pušies radialiuoju prieaugiu yra patikimesni nei su atskirų mėnesių klimato duomenimis (Битвинскас, 1965, 1974, 1984a). Skaičiavimai atlikti XX a. laikotarpiu, remiantis šiais klimato rodikliais:

- metų vidutine oro temperatūra,
- metų kritulių kiekiu,
- hidrologinių metų (rugsėjo-rugpjūčio) vidutine oro temperatūra,
- hidrologinių metų (rugsėjo-rugpjūčio) kritulių kiekiu,
- metų hidroterminiu koeficientu t/k (metų oro temperatūros vidurkis dalintas iš metų kritulių kiekio),
- hidrologinių metų hidroterminiu koeficientu t/k (hidrologinių metų oro temperatūros vidurkis dalintas iš hidrologinių metų kritulių kiekio),
- vegetacijos laikotarpio (gegužės-rugpjūčio) hidroterminiu koeficientu t/k.

Tyrimams naudoti aštuonerių tyrimo barelių paprastosios eglės radialiojo prieaugio duomenys: Geruliai (sausa augavietė, Telšių rajonas), Juodkrantė (sausa augavietė, Kuršių Nerija), Šimonys (sausa augavietė, Šimonių giria), Šventoji 2 (sausa augavietė, Laukžemės miškas), Kajackai p (drėgna augavietė, Kazlų Rūdos giria), Klimbala (sausa augavietė, Žalioji giria), Jurbarkas (drėgna augavietė, Jurbarko miškas), Jūrė I ne (sausa augavietė, Kazlų Rūdos giria). Ryšiui nustatyti skaičiuoti koreliacijos koeficientai ITRDB programų komplekto DPL programa.

Pirmasis Saulės aktyvumo cikliškumo įtakos medžių radialiajam prieaugiui tyrimus atliko A.E. Douglass – amerikiečių astronomas ir dendrochronologijos mokslo pradininkas. Vėliau tyrimus tęsė T. Bitvinskas ir kiti (Douglass, 1919; Lovelius, 1997). Saulės aktyvumas išreiškiamas Saulės dėmių skaičiumi, kuris vadinamas Volfo skaičiumi (W). Kuo Saulės aktyvumas didesnis, tuo didesni Volfo skaičiai. Pagrindinis Saulės aktyvumo ciklų kitimo

dėsningumas – vidutinis 11,1 metų ilgio aktyvumo periodas, kuris kinta nuo 7,3 iki 17,1 metų (Битвинскас, 1965). Vėliau nustatyti 22, 81-88, 160, 600 metų ir ilgesni ciklai (Битвинскас, 1965). Gauti tyrimo rezultatai skirtingi, nes atskiriems tyrimams naudotos skirtingos metodikos. Nors patikimo ryšio tarp Saulės aktyvumo Volfo skaičiais ir metinio radialiojo prieaugio negauta (Битвинскас, 1965, 1974), nustatyta, kad padidėjus Saulės aktyvumui medžių prieaugis sumažėja, o sumažėjus aktyvumui – padidėja (Bitvinskas, 1989; Stravinskienė, 2002; Зведрис, Сацениекс, 1960). Be to, nustatyta, kad Saulės aktyvumo ciklų amplitudė yra susijusi su prieaugio indeksų amplitude 22 metų cikluose (Битвинскас, 1965, 1974).

Tyrimo 1893-1999 m. laikotarpiu Saulės aktyvumo duomenys (Volfo skaičiais) lyginti su sudarytom dviem etaloninėmis sausų eglynų dendroskalėmis naudojatis koreliacijos ir panašumo (Glk) koeficientais.

Vidutinio klimato sąlygomis dažniausiai nepavyksta aptikti stabilaus ilgalaikio klimato ir medžių prieaugio ryšio laike (Schweingruber, 1996). Priklausomai nuo klimato veiksnių kaitos, kinta ir minėti, statistiniais metodais nustatyti, ryšiai (von Lührte, 1991; Schweingruber, 1996). Tyrimo tikslas – nustatyti klimato veiksnių (mėnesio vidutinės oro temperatūros ir kritulių kiekio) ryšį su paprastosios eglės radialiuoju prieaugiu aštuoniuose tyrimo bareliuose šiais XX a. laikotarpiais: 1900-1920, 1921-1940, 1941-1960, 1961-1980 ir 1981-1995 m. Ryšiui nustatyti skaičiuoti koreliacijos koeficientai DPL programa.

3. REZULTATAI

3.1. ETALONINĖS PAPRASTOSIOS EGLĖS DENDROSKALĖS

Etaloninės paprastosios eglės dendroskalės sudarytos žaliašilio ir sausgirio miško tipams. Žaliašilio augavietėse augančių paprastųjų eglių etaloninėms dendroskalėms sudaryti panaudoti 18 tyrimo barelių bei 464 individualių medžių radialiojo prieaugio eilučių

duomenys. Sausgirio – 13 barelių ir 354 medžių. Tiek tyrimo barelių, tiek medžių skaičius skalėse skiriasi, nes kiekviena skalė sudaryta atskirai tikrinant barelių dendroskalių sinchroniškumą. Be to, šios etaloninės dendroskalės apima tik tą laikotarpį, kai skalę sudaro ne mažiau kaip 10 medžių. Panašumas tarp šiose dviejose augavietėse sudarytų etaloninių dendroskalių išreikštas koreliacijos ir panašumo (GLK) koeficientais (3.1 lentelė). Maksimalus Nb augavietėse augančių eglių etaloninės dendroskalės ilgis – 132 metai, o Nd – 100 metų (3.2 lentelė). Abiejų etaloninių dendroskalių grafikai pateikti 3.1 ir 3.2 paveiksluose, o skaitinės dendroskalių reikšmės 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 ir 3.8 lentelėse.

3.1 lentelė. Panašumo ir ryšio koeficientai tarp etaloninių dendroskalių

Table 3.1. Coefficients of similarity and correlation between master chronologies

Mediena <i>Wood</i>	Koreliacijos koeficientas <i>Coefficient of correlation</i>	GLK panašumo koeficientas <i>GLK coefficient of similarity</i>
Vėlyvoji <i>Latewood</i>	0,80	71,3
Ankstyvoji <i>Earlywood</i>	0,78	77,3
Metinė <i>Annual ring</i>	0,89	81,4

3.2 lentelė. Paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) etaloninių dendroskalių charakteristikos (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Table 3.2. Characteristics of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) master chronologies (L – latewood, E – earlywood, A – annual)

Miško tipas <i>Forest type</i>	Mediena <i>Wood</i>	Laikotarpis <i>Period</i>	Amžius <i>Span</i>	Barelių skaičius <i>Number of research plots</i>	Medžių skaičius <i>Number of trees</i>
<i>Pc. vaccinio-myrttillosum</i>	V L	1873-1999	127	14	351
	A E	1869-1999	131	18	449
	M A	1868-1999	132	18	464
<i>Pc. hepatico-oxalidosum</i>	V L	1899-1999	101	12	256
	A E	1894-1999	106	13	345
	M A	1900-1999	100	13	354

Sudarytos dendroskalės palygintos su V. Stravinskienės sudarytomis kiškiakopūstinio ir mėlyninio-kiškiakopūstinio tipų eglynų etaloninėmis dendroskalėmis. Koreliacijos koeficientai tarp žaliašilio tipo Nb skalės ir mėlyninio-kiškiakopūstinio tipo skalės +0,41, o tarp sausgirio tipo Nd skalės ir mėlyninio kiškiakopūstinio tipo skalės +0,26. Nors abu koeficientai yra statistiškai patikimi, bet palyginus maži koeficientai gali būti paaiškinti skirtingomis augavietės ekologinėmis sąlygomis: derlingumu, drėgmės režimu, gruntinio vandens gyliu.

3.3 lentelė. Eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) vėlyvosios medienos etaloninės dendroskalės indeksai žaliašilio eglynuose

Table 3.3. Indices of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) latewood masterchronology in *Piceetum vaccinio-myrttillosum* forest type

Dešimt-mečiai	Metai <i>Years</i>
---------------	-----------------------

<i>Decades</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
187	---	---	---	91	76	89	130	87	49	133
188	112	115	94	116	90	77	102	81	82	64
189	83	147	115	101	101	103	93	121	98	87
190	71	85	109	129	100	104	120	101	88	94
191	132	68	75	104	70	98	108	99	95	100
192	116	104	87	90	104	100	120	96	100	100
193	103	91	97	107	121	105	101	103	77	88
194	79	60	94	109	92	103	119	110	114	115
195	126	90	82	95	60	80	96	114	120	101
196	92	130	119	109	69	75	101	89	118	86
197	106	78	91	103	115	115	79	127	83	80
198	57	128	92	106	104	115	129	114	115	85
199	107	102	42	78	75	126	115	118	126	96

3.4 lentelė. Eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) ankstyvosios medienos etaloninės dendroskalės indeksai žaliašilio eglynuose

Table 3.4. *Indices of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) earlywood masterchronology in Piceetum vaccinio-myrtillosum forest type*

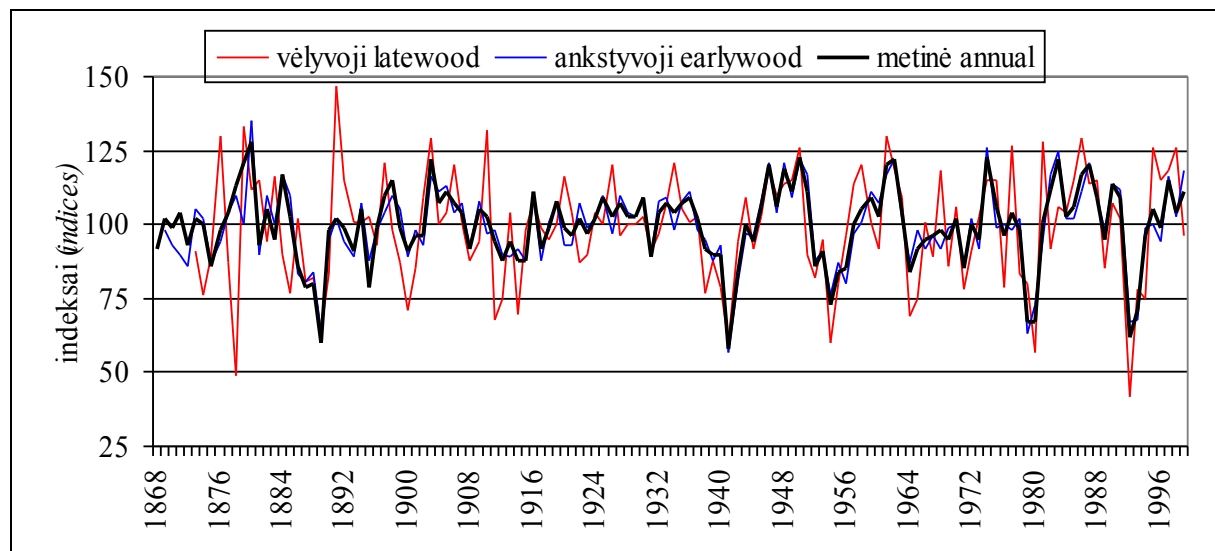
Dešimt- mečiai <i>Decades</i>	Metai <i>Years</i>									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
186	---	---	---	---	---	---	---	---	---	98
187	93	90	86	105	102	87	94	104	110	100
188	135	90	110	100	117	110	83	81	84	63
189	95	102	94	89	107	88	98	104	110	105
190	89	98	93	116	111	113	104	107	92	108
191	97	98	90	89	92	88	110	88	101	107
192	93	93	107	99	102	110	97	110	104	103
193	109	89	108	109	98	108	111	98	95	88
194	93	57	81	97	96	108	121	104	121	109
195	122	117	88	91	76	87	80	97	101	111
196	107	117	122	102	87	98	92	96	92	99
197	100	86	102	92	126	99	100	98	102	63
198	73	95	117	125	102	102	111	121	109	98
199	114	112	67	68	99	100	94	116	103	118

3.5 lentelė. Eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) metinio radialiojo priaugio etaloninės dendroskalės indeksai žaliašilio eglynuose

Table 3.5. *Indices of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) ring-width masterchronology in Piceetum vaccinio-myrtillosum forest type*

Dešimt- mečiai	Metai <i>Years</i>
-------------------	-----------------------

Decades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
186	---	---	---	---	---	---	---	---	92	102
187	99	104	93	102	100	86	98	104	113	121
188	128	93	105	95	117	103	86	79	80	60
189	98	102	99	91	105	79	99	110	115	99
190	91	96	96	122	107	111	107	104	92	105
191	103	94	88	94	88	88	111	92	99	108
192	99	96	102	97	102	109	103	107	103	103
193	109	89	104	107	104	107	109	102	92	90
194	90	58	84	100	94	106	120	106	119	111
195	123	111	86	91	73	84	85	100	105	109
196	103	120	122	104	84	92	95	96	98	95
197	102	85	100	95	123	106	96	104	98	67
198	67	101	112	122	103	106	117	120	109	95
199	114	109	62	71	96	105	99	115	104	111



3.1 pav. Paprastosios eglės etaloninė dendroskalė Nb augavietėje (žaliašilio miško tipas)

Fig. 3.1. Masterchronology of Norway spruce in *Piceetum vaccinio-myrtillosum* forest type

3.6 lentelė. Eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) vėlyvosios medienos etaloninė dendroskalė sausgriovio eglėnuose

Table 3.6. Indices of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) latewood masterchronology in *Piceetum hepatico-oxalidosum* forest type

Dešimt-mečiai Decades	Metai Years									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
189	---	---	---	---	---	---	---	---	---	72
190	74	58	79	113	93	101	88	112	106	91
3.6 lentelės tęsinys continuation of table 3.6										
191	126	67	72	76	78	80	110	100	94	122
192	108	85	80	100	90	98	106	95	94	99
193	119	112	109	102	119	93	101	115	79	85
194	94	76	93	92	84	113	121	113	102	111
195	115	74	84	100	78	80	109	123	115	104

196	94	134	113	88	87	80	110	84	106	76
197	101	72	96	117	117	110	82	134	93	84
198	64	118	89	99	98	104	125	122	123	103
199	117	104	42	86	59	121	129	114	105	104

3.7 lentelė. Eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) ankstyvosios medienos etaloninė dendroskalė sausgrio eglynuose

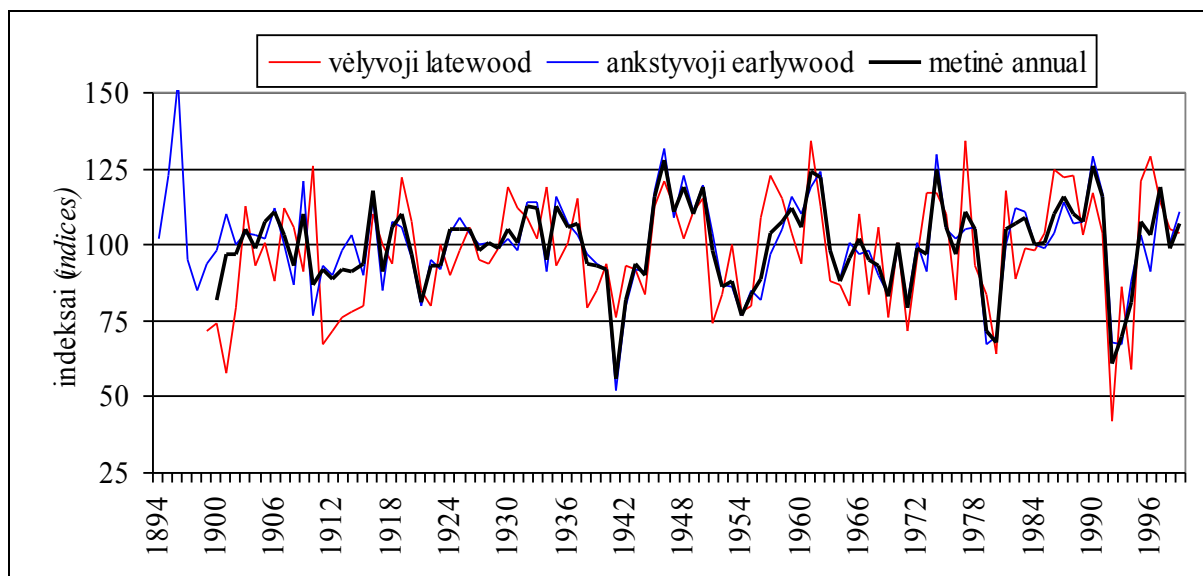
Table 3.7. *Indices of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) earlywood masterchronology Forest type – Piceetum hepatico-oxalidosum*

Dešimt-mečiai <i>Decades</i>	Metai <i>Years</i>									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
189	---	---	---	---	102	123	154	95	85	94
190	98	110	100	104	103	102	112	100	87	121
191	77	93	90	98	103	90	115	85	108	106
192	96	80	95	92	104	109	104	100	101	99
193	102	98	114	114	91	116	107	103	97	94
194	92	52	80	92	91	118	132	109	123	111
195	120	104	87	86	77	85	82	97	105	116
196	110	119	124	98	89	101	97	98	90	84
197	99	81	101	91	130	105	102	105	106	67
198	70	100	112	111	100	99	104	114	107	108
199	129	117	68	67	88	103	91	118	101	111

3.8 lentelė. Eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) metinio radialiojo priaugio etaloninė dendroskalė sausgrio eglynuose

Table 3.8. *Indices of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) ring-width masterchronology Forest type – Piceetum hepatico-oxalidosum*

Dešimt-mečiai <i>Decades</i>	Metai <i>Years</i>									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
190	82	97	97	105	99	108	111	103	93	110
191	87	92	89	92	91	94	118	91	106	110
192	97	81	93	93	105	105	105	98	101	99
193	105	101	113	112	95	113	106	107	94	93
194	92	56	82	94	90	116	128	111	119	110
195	119	98	86	88	77	84	89	104	108	112
196	106	124	122	98	88	96	102	95	93	83
197	101	79	99	97	125	106	97	111	105	72
198	68	105	107	109	100	101	110	116	110	108
199	126	116	61	70	81	108	103	119	99	107



3.2 pav. Paprastosios eglės etaloninė dendroskalė Nd augavietėje (sausgirio miško tipas)

Fig. 3.2. Masterchronology of Norway spruce in *Piceetum hepatico-oxalidosum* forest type

Skaiciuojant koreliacijos ir panašumo koeficientus tarp etaloninių dendroskalių ir Saulės aktyvumo gauti rezultatai rodo (3.9 lentelė), kad koreliacijos koeficientas kinta nuo 0,04 iki 0,12, o panašumo koeficientas nuo 52,4 iki 61,4. Koreliacijos koeficientai su Nd augavietės etalonine skale žymiai (apie 2 kartus) didesni nei su Nb etalonine skale. Analogiškai didesni ir panašumo koeficientai, tik skirtumai nėra tokie dideli.

3.9 lentelė. Etaloninių dendroskalių vėlyvosios, ankstyvosios medienos ir metinio prieaugio ryšys su Saulės aktyvumu (Pc. v.-m. – žaliašilis; Pc. h.-ox. – sausgiris)

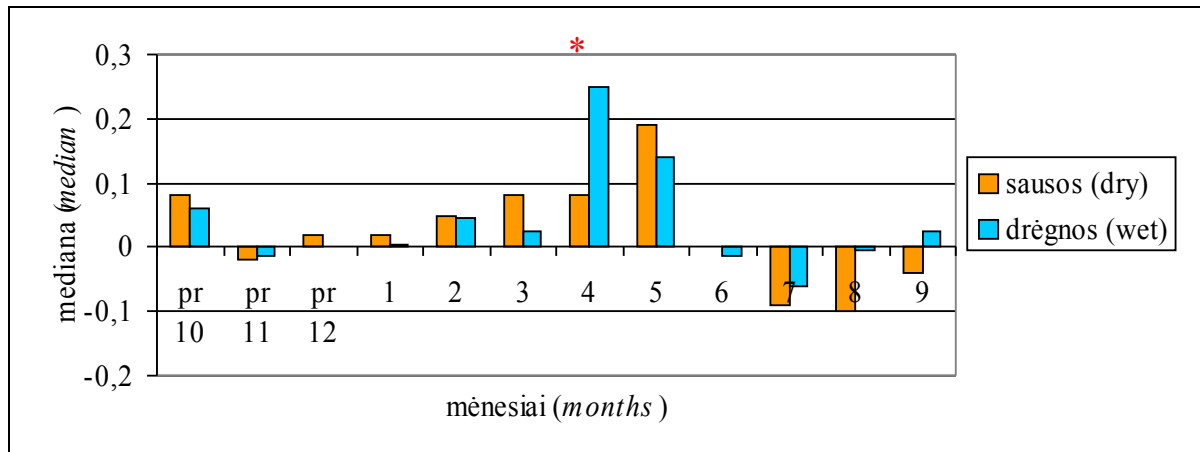
Table 3.9. Link between latewood, earlywood, annual ring of master chronologies and Solar activity (Pc. v.-m. – *Piceetum vaccinio-myrtillosum*; Pc. h.-ox. – *Piceetum hepatico-oxalidosum*)

Miško tipas <i>Forest type</i>	Dendroskalė <i>Chronology</i>	Koreliacijos koeficientas <i>Coefficient of correlation</i>	Panašumo koeficientas <i>Coefficient of simillarity</i>
Pc. v.-m.	vėlyvoji <i>latewood</i>	0,04	55,7
	ankstyvoji <i>earlywood</i>	0,06	52,4
	metinė <i>annual</i>	0,04	56,7
Pc. h.-ox.	vėlyvoji <i>latewood</i>	0,11	53,8
	ankstyvoji <i>earlywood</i>	0,12	61,4
	metinė <i>annual</i>	0,11	57,1

3.2. KLIMATO VEIKSNIŲ ĮTAKOS RADIALIAJAM PAPRASTOSIOS EGLĖS PRIEAUGIUI DAUGIAFAKTORINĖS REGRESIJOS (ATSAKO FUNKCIJOS) REZULTATAI

3.2.1 Vėlyvosios medienos radialiojo prieaugio ryšys su oro temperatūra ir krituliais

Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp vėlyvosios radialiojo prieaugio medienos ir oro temperatūros sausose ir drėgnose augavietėse 1930-1994 m. pateiktos 3.3 paveiksle. Paveiksle pavaizduotos medianos remiantis 27 sausų (Nb, Nd) ir 8 drėgnų (Lb, Lc) augaviečių barelių radialiojo prieaugio duomenimis.



3.3 pav. Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp vėlyvosios radialiojo prieaugio medienos ir oro temperatūros sausose ir drėgnose augavietėse (raudona žvaigždutė rodo patikimą vyraujančią mėnesio įtaką, nustatytą atskiruose tyrimo bareliuose)

Fig. 3.3. Medians of the coefficients of response function between the latewood radial increment and air temperature on dry and wet forest types (red asterisk indicates significant predominating impact, established in separate research plots)

Tarp praeitų metų spalio vidutinės oro temperatūros ir vėlyvosios medienos prieaugio dažniausiai nėra ryšio arba jis nepatikimai teigiamas.

Tarp praeito lapkričio vidutinės oro temperatūros ir vėlyvosios medienos prieaugio dažniausiai nėra ryšio. Neigiami ryšiai, neviršijantys -0,15, būdingi pietryčių, rytų ir šiaurės rytų Lietuvai bei Žemaitijos aukštumų rajonui. Neigiamus koeficientus Žemaitijoje galima paaiškinti vėlesne ramybės laikotarpio pradžia bei didesniu kritulių kiekiu iškrentančiu šilto lapkričio sąlygomis. Drėgnose augavietėse aptikta daugiau teigiamų ryšių, bet jie nepatikimi.

Praeito gruodžio vidutinės oro temperatūros ir vėlyvosios medienos prieaugio geografiniai skirtumai išlieka panašūs, kaip ir lapkričio mėnesį. Teigiami ryšiai būdingi centrinei Lietuvos daliai. Neigiami ryšiai aptikti rytinėje, pietinėje ir šiaurės rytinėje Lietuvos dalyse. Teigiamo žemos oro temperatūros įtaka minėtuose rajonuose gali būti paaiškinama anksčiau nei kituose, rytiniuose ir pietrytiniuose Lietuvos rajonuose, susiformuojančia sniego danga, kuri, šaltesnio lapkričio ir gruodžio sąlygomis, matyt, apsaugo medžių šaknis nuo šalčio pakenkimo. Galima pasakyti, kad ši zona sutampa su vidutine daugiamete storiausia sniego danga Lietuvoje (Bukantis ir kt., 2001).

Sausio mėnesio ryšiams su vėlyvosios medienos prieaugiu būdingi nepatikimi teigiami ar neigiami koeficientai, neviršijantys 0,15.

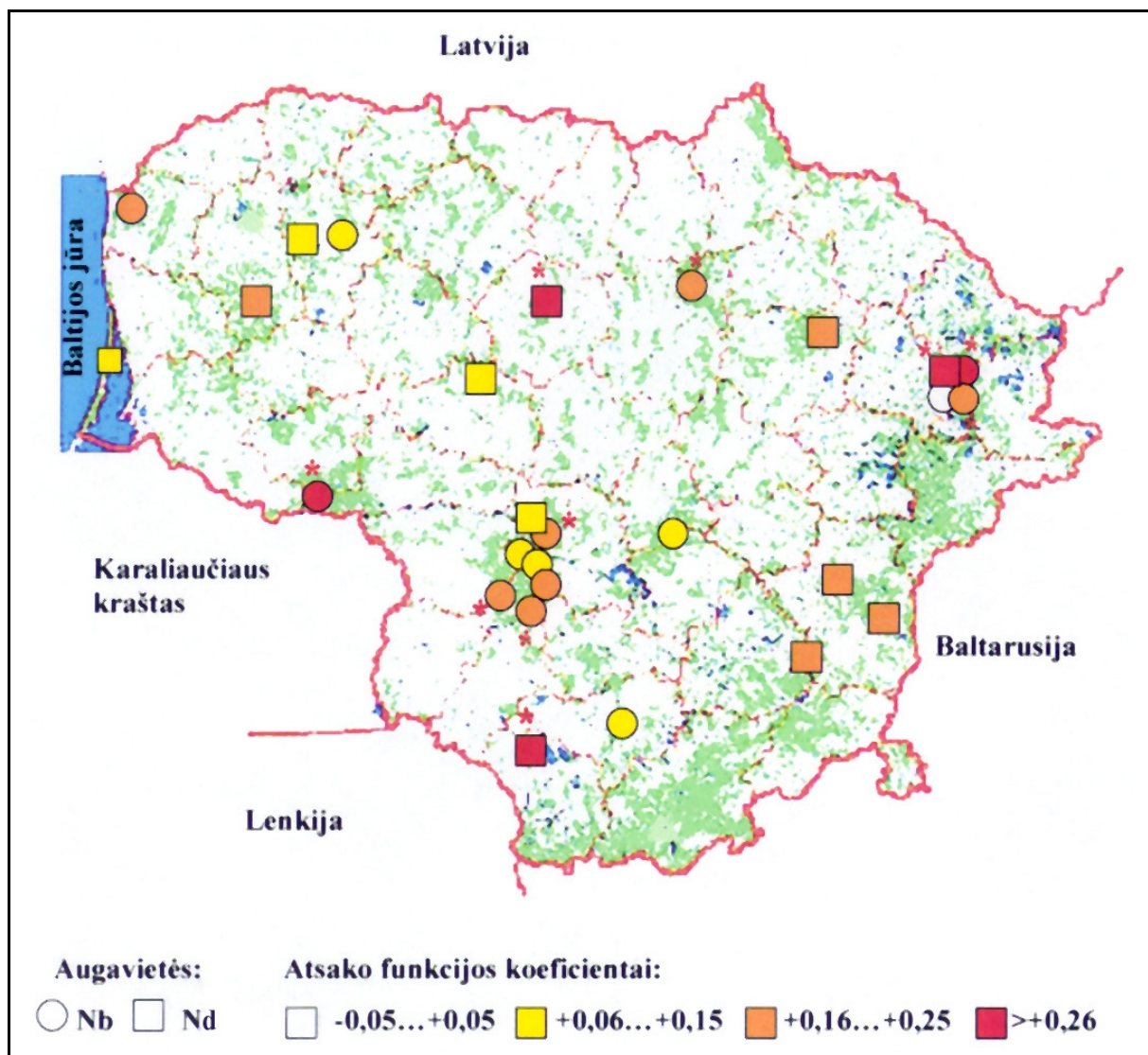
Atsako funkcijos koeficientai tarp vėlyvosios medienos prieaugio ir vasario oro temperatūros daugumoje tyrimo barelių – teigiami, tačiau nepatikimi. Teigiami ryšiai būdingesni pietvakarių Lietuvai ir Žemaitijai. Drėgnose augavietėse teigiami ryšiai aptikti tik pietvakarių Lietuvoje. Tai rodo, kad paprastosios eglės radialusis vėlyvosios medienos prieaugis yra gana silpnai įtakojamas buvusių praeitų metų pabaigos bei žiemos oro temperatūros.

Kovo oro temperatūros įtaka teigiama didžioje Lietuvos dalyje. Neigiami ryšiai aptikti tik pajūryje ir šiaurės rytiniuose rajonuose (3.3 pav.). Drėgnose Lb-Lc augavietėse ryšių nenustatyta. Gal būt, tai galima paaiškinti tuo, kad drėgnose augavietėse pavasarį, tirpstant sniegui, susidaro didesnės drėgmės atsargos ir čia oro temperatūra nebetenka reikšmės. Čia, galbūt, vėliau prasideda ir medžių vegetacija ir asimiliacija, nes vėliau ištirpsta sniegas.

Balandžio mėnesį Žemaitijoje, pajūrio šiaurinėje dalyje ir vidurio Lietuvoje sustiprėja teigiama oro temperatūros įtaka. Koeficientai dažnai patikimi. Tačiau pietų ir rytų Lietuvoje ryšiai nepatikimi arba jų iš viso nėra. Drėgnose augavietėse ryšiai dar patikimesni (3.3 pav.). Balandžio mėnesį prasideda medžių asimiliacija, pumpurų brinkimas, todėl teigiama oro temperatūros įtaka lengvai paaiškinama.

Gegužės mėnesį dar padaugėja patikimų teigiamų ryšių. Stipriausi ryšiai būdingi rytų Lietuvai (3.4 pav.). Drėgnose augavietėse ryšiai silpnesni.

Birželio oro temperatūros įtaka nepatikima. Aptinkama teigiamų ir neigiamų ryšių.



3.4 pav. Gegužės oro temperatūros ir vėlyvosios medienos radialiojo prieaugio atsako funkcijos koeficientai (raudona žvaigždutė rodo koeficiento patikimumą, $p \leq 0,05$)

Fig. 3.4. Coefficients of the response function between air temperature of May and latewood radial increment (red asterisk indicates reliability, $p \leq 0,05$)

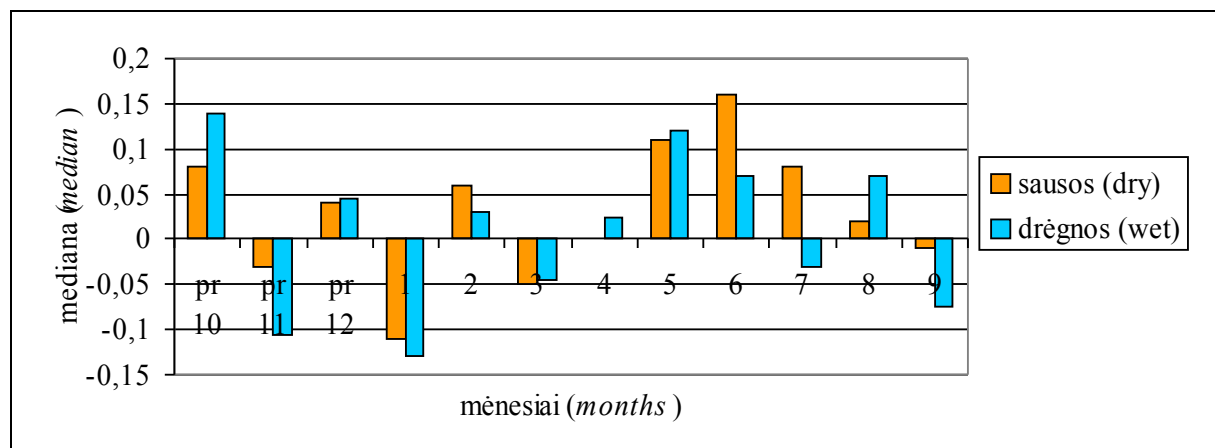
Liepos oro temperatūros įtaka dažniausiai neigiama, bet nepatikima. Teigiami ryšiai su liepos oro temperatūra būdingi tik Žemaitijos aukštumų rajonui ir šiaurės rytų Lietuvai.

Skirtinga liepos oro temperatūros įtaka Žemaitijos aukštumose, galbūt, galėtų būti paaiškinama žemiausia vidutine daugiamete liepos oro ir dirvožemio temperatūra šiame Lietuvos rajone.

Rugpjūčio oro temperatūros įtaka neigiama, ypač pietvakarinėje ir pietinėje Lietuvoje. Drėgnoms Lb-Lc augavietėms būdingi silpnėsi neigiami ryšiai (3.3 pav.). Tai gali būti paaiškinama didesne dirvožemio drėgme drėgnose augavietėse ir todėl sausrų laikotarpiais eglė šiose augavietėse gali augti nejausdama drėgmės trūkumo (aukšta liepos oro temperatūra Lietuvoje dažniausiai siejasi su sausringomis klimato sąlygomis).

Rugsėjo mėnesio aukštos oro temperatūros neigiama įtaka ypač žymi pietiniame ir rytiniame Lietuvos pakraštyje, kur aptikti patikimi koeficientai. Rytinėje Lietuvos dalyje iškrenta mažiausi vasaros kritulių kiekiai ir sausros šiuose rajonuose yra dažnesnės bei stipresnės. Be to, matyt, drėgmės trūkumas jaučiamas ir Žemaitijos aukštumų rajone, kur irgi aptinkami neigiami koeficientai. Likusioje teritorijoje dominuoja nepatikimi teigiami ir neigiami koeficientai.

Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp vėlyvosios radialiojo priaugio medienos ir kritulių sausose ir drėgnose augavietėse 1930-1994 m. pateiktos 3.5 paveiksle. Paveiksle pavaizduotos medianos remiantis 27 sausų (Nb, Nd) ir 8 drėgnų (Lb, Lc) augaviečių barelių radialiojo priaugio duomenimis.



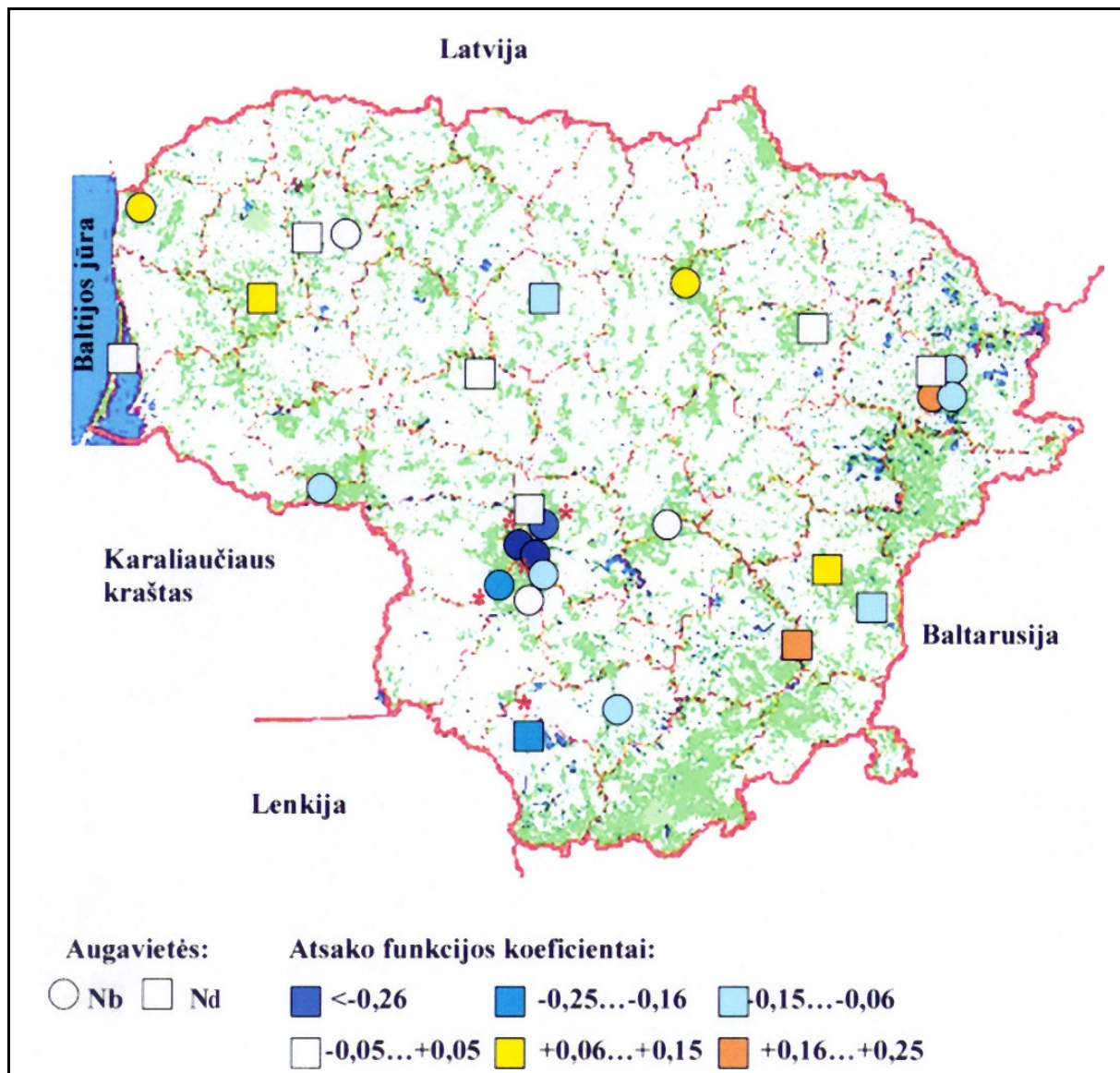
3.5 pav. Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp vėlyvosios radialiojo priaugio medienos ir kritulių sausose ir drėgnose augavietėse

Fig. 3.5. Medians of the coefficients of response function between the latewood radial increment and precipitation on dry and wet forest types

Sausose augavietėse, didžioje Lietuvos dalyje, vyrauja teigiami praeito spalio kritulių ir vėlyvosios medienos radialiojo priaugio koeficientai. Neigiami koeficientai (iki -0,25) vyrauja pajūryje ir Žemaitijos aukštumų rajono pietinėje dalyje. Drėgnų augaviečių eglėnų vėlyvosios medienos duomenų šioje teritorijoje nėra. Šioje Lietuvos dalyje iškrenta didžiausi spalio mėnesio kritulių kiekiai, lyginant su likusia Lietuvos teritorija, todėl neigiama didelio kritulių kiekio įtaka tuo ir gali būti paaiškinama.

Praeito lapkričio kritulių įtaka yra kitokia: pietvakarių ir pietų Lietuvoje, Nemuno žemumos klimatologiniame rajone, vyrauja patikimi neigiami koeficientai, o likusioje Lietuvos dalyje yra nepatikimi teigiami ar neigiami ryšiai (3.6 pav.). Drėgnose augavietėse patikimų neigiamų ryšių nerasta, nors geografiniai dėsningumai ir panašūs į sausų augaviečių.

Praeito gruodžio kritulių įtaka teigiama didžioje Lietuvos dalyje. Silpnėsi ryšiai aptinkami rytinėje Lietuvoje. Matyt, sniego danga gruodžio mėnesį apsaugo eglės šaknis nuo iššalimo ir todėl šio mėnesio kritulių įtaka teigiama. Be to, didesnis kritulių kiekis gruodžio mėnesį yra susijęs su švelnesniais orais: mažesnė stiprių šalčių tikimybė.



3.6 pav. Praeito lapkričio mėnesio kritulių ir vėlyvosios medienos radialiojo prieaugio atsako funkcijos koeficientai (raudona žvaigždutė rodo koeficiento patikimumą, $p \leq 0,05$)

Fig. 3.6. Coefficients of the response function between last November's precipitation and earlywood radial increment (red asterisk indicates reliability, $p \leq 0,05$)

Sausio kritulių įtaka neigiama ir sausose ir drėgnose augavietėse. Kai kuriose vietose koeficientai viršija -0,25 ir yra patikimi. Drėgnose augavietėse ryšiai aukštesni nei sausose. Neigiamą didelio kritulių kiekio įtaką sausio mėnesį galima paaiškinti tuo, kad didelis kritulių kiekis sausio mėnesį yra susijęs su šiltais orais, o tai, matyt, trukdo eglių būtinam žiemos ramybės periodui. Kitas galimas išryškėjusių ryšių paaiškinimas gali būti ilgalaikiu kritulių poveikiu, sukeliančiu dirvožemio užmirkimą pavasarį.

Teigiama patikima vasario kritulių įtaka aptikta pietvakarių Lietuvoje ir pajūrio pietinėje dalyje. Matyt, didesnis kritulių kiekis ir storesnė sniego danga šį mėnesį apsaugo eglių šaknis nuo iššalimo. Drėgnose augavietėse ryšiai nepatikimi.

Kovo mėnesį vakarinėje Lietuvos dalyje vyrauja nepatikimi neigiami ryšiai, o rytinėje Lietuvoje – teigiami. Neigiamus ryšius galima paaiškinti ankstyvesniu sniego dangos suirimu Žemaitijoje (Kulienė, Tomkus, 1990) ir storos sniego dangos bei dirvos permirkimo neigiama įtaka aktyviosios fotosintezės pradžiai. Šiaurės ir rytų Lietuvoje, kur vėliau ištirpsta sniego

danga (Kulienė, Tomkus, 1990) aktyvioji fotosintezė prasideda vėliau ir šios neigiamos kritulių įtakos nėra.

Balandžio kritulių įtaka dažniausiai nepatikima. Stipresni neigiami ryšiai aptikti Žemaičių aukštumose, kur iškrenta didesni kritulių kiekiai (Galvonaitė, 1998), ir rytinėje Lietuvos dalyje, kur vėliau prasidėjusiai vegetacijai pradeda neigiamai veikti dirvos užmirkimas ir pablogėjusi dirvos aeracija.

Gegužės kritulių įtaka teigiama visoje Lietuvoje. Tačiau koeficientai nepatikimi.

Birželio kritulių įtaka teigiama, ypač sausose augavietėse. Tačiau patikimų koeficientų nėra daug. Drėgnose augavietėse ji nepatikima arba iš viso nėra ryšių, matyt, todėl, kad dirvožemyje dar išliko didesnės drėgmės atsargos (3.5 pav.).

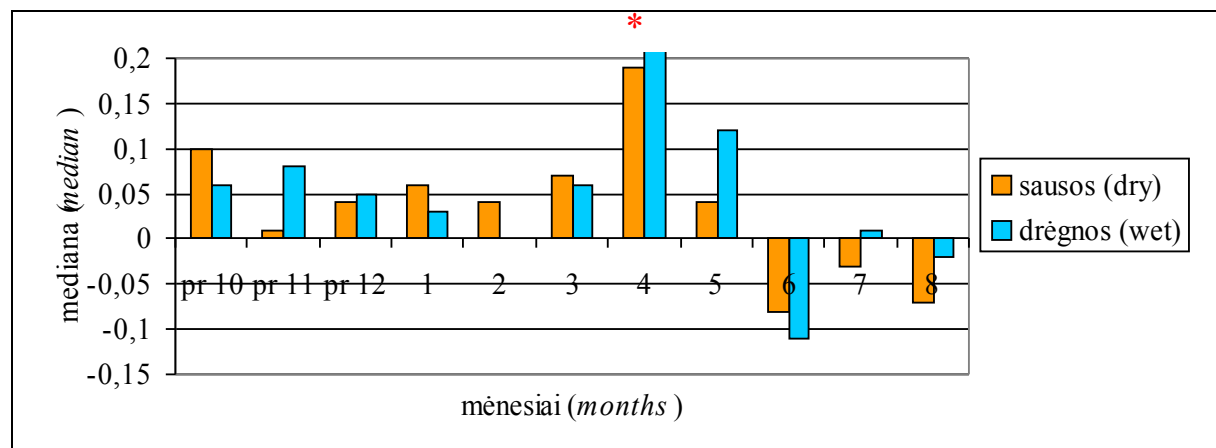
Sausose augavietėse liepos kritulių įtaka teigiama Žemaitijos aukštumose ir šiaurės rytinėje Lietuvoje, kur koeficientai patikimi. Kituose regionuose vyrauja nepatikimi ryšiai. Liepos kritulių įtaka drėgnose augavietėse silpna (3.5 pav.).

Rugpjūčio kritulių įtaka sausose augavietėse nepatikima. Drėgnose augavietėse ryšiai stipresni ir kai kur patikimi: Žemaitijoje – neigiami, o pietvakarių Lietuvoje – teigiami (3.5 pav.).

Rugsėjo kritulių įtaka nepatikima tiek sausose, tiek drėgnose augavietėse.

3.2.2. Ankstyvosios medienos radialiojo priaugio ryšys su oro temperatūra ir krituliais

Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp ankstyvosios radialiojo priaugio medienos ir oro temperatūros sausose ir drėgnose augavietėse 1930-1994 m. pateiktos 3.7 paveiksle. Paveiksle pavaizduotos medianos remiantis 31 sausų (Nb, Nd) ir 12 drėgnų (Lb, Lc) augaviečių barelių radialiojo priaugio duomenimis.



3.7 pav. Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp ankstyvosios radialiojo priaugio medienos ir oro temperatūros sausose ir drėgnose augavietėse (raudona žvaigždutė rodo patikimą vyraujančią mėnesio įtaką, nustatytą atskiruose tyrimo bareliuose)

Fig. 3.7. Medians of the coefficients of response function between the earlywood radial increment and air temperature on dry and wet forest types (red asterisk indicates significant predominating impact, established in separate research plots)

Tarp praeitų metų spalio vidutinės oro temperatūros ir ankstyvosios medienos priaugio sausose augavietėse yra silpnai teigiami ryšiai. Stipresni, kai kur patikimi koeficientai gauti sausose augavietėse tik pietų Lietuvoje. Teigiamus ryšius, matyt, lemia ilgiau trunkanti fotosintezė ir asimiliacija šilto spalio sąlygomis.

Tarp praeitų metų lapkričio vidutinės oro temperatūros ir ankstyvosios medienos priaugio būdingi nepatikimi teigiami ar neigiami koeficientai. Neigiami koeficientai

būdingesni pajūriui, Žemaitijos aukštumoms ir rytų Lietuvai. Teigiami – pietvakarių Lietuvai. Neigiamus koeficientus Žemaitijoje galima paaiškinti vėlesne ramybės laikotarpio pradžia bei didesniu kritulių kiekiu iškrentančiu šilto lapkričio sąlygomis. Drėgnose augavietėse žymesnių neigiamų ryšių nerasta. Neigiami ryšiai (teigiama žemos oro temperatūros įtaka radialiajam prieaugiui), galbūt, galėtų būti paaiškinti anksčiau nei kituose, rytiniuose ir pietrytiniuose Lietuvos rajonuose, susiformuojančia sniego danga, kuri šalto lapkričio sąlygomis, matyt, apsaugo medžių šaknis nuo šalčio pakenkimo. Vidutinė daugiametė storiausia sniego danga Lietuvoje irgi susiformuoja pietrytiniuose ir rytiniuose rajonuose.

Praeitų metų gruodžio vidutinės oro temperatūros ir ankstyvosios medienos prieaugio ryšiai silpni. Teigiami ryšiai 0,06-0,15 dominuoja tik pietvakarių Lietuvoje. Kituose regionuose ryšiai dažniausiai nepatikimai skiriasi nuo nulio.

Sausio mėnesio oro temperatūros ryšiai su ankstyvosios medienos prieaugiu rytiniuose rajonuose – teigiami nepatikimi, o vakariniuose rajonuose – Žemaitijoje nenustatyti. Matyt, tai nulemta skirtingų žiemos sąlygų. Drėgnose augavietėse Žemaitijoje išlieka teigiami ryšiai, o neigiami aptikti šiaurinėje Lietuvoje – Žaliojoje girioje.

Vasario mėnesio koeficientai nepatikimi.

Kovo mėnesį vyrauja teigiami nepatikimi koeficientai. Neigiami koeficientai būdingi tik drėgnoms augavietėms Žemaitijoje.

Balandžio mėnesį labai sustiprėja teigiama oro temperatūros įtaka. Koeficientai dažnai patikimi. Koeficientų neužfiksuota tik pietinėje Žemaitijoje ir pajūrio pietinėje dalyje. Šiuose rajonuose anksčiausiai prasideda vegetacija (Kulienė, Tomkus, 1990) ir, matyt, sausais laikotarpiais pradeda trūkti dirvožemio drėgmės atsargų. Drėgnose augavietėse dar daugiau patikimų koeficientų (3.7 pav.).

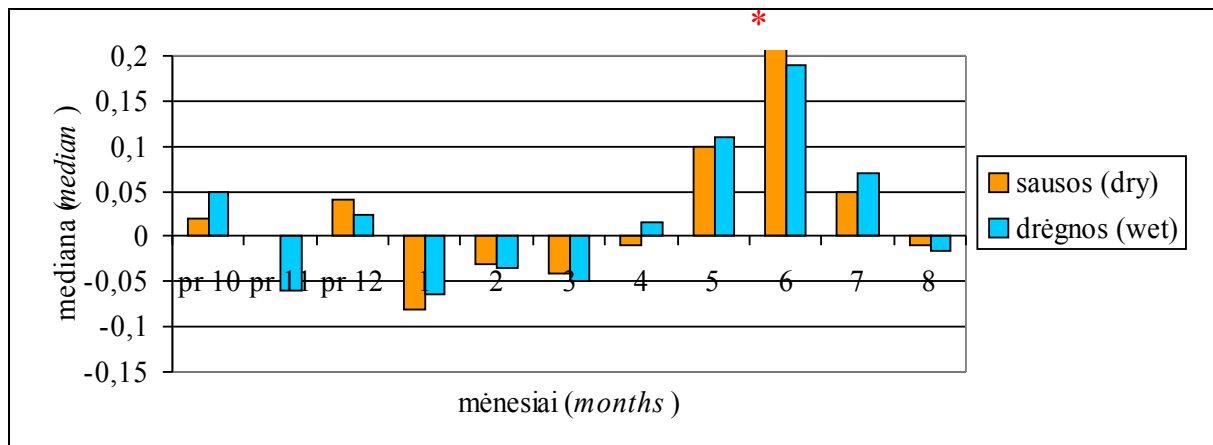
Gegužės mėnesio įtaka ankstyvosios medienos prieaugiui skirtinga geografiniuose regionuose: teigiami koeficientai, kartais patikimi, gauti pietvakariniuose rajonuose ir pajūrio pietinėje dalyje, o neigiami vyrauja šiaurės rytų ir rytų Lietuvoje. Drėgnose augavietėse vyrauja nepatikimi teigiami ryšiai.

Birželio oro temperatūros įtaka pradeda keistis. Vyrauja neigiami ryšiai. Ryšiai silpni šiaurės rytiniuose ir šiauriniuose rajonuose. Žymesni neigiami ryšiai vyrauja Žemaitijos aukštumose.

Kadangi tuo laikotarpiu jau artėja ankstyvosios medienos formavimosi pabaiga, liepos ir rugpjūčio oro temperatūros įtaka mažai reikšminga, nors išlieka būdingesni neigiami ryšiai. Teigiami ryšiai, matyt, dėl žemiausios vidutinės daugiametės liepos oro ir dirvožemio temperatūros, būdingi šiaurės Lietuvai. Drėgnose Lb-Lc augavietėse ryšiai silpnėsni (3.7 pav.), matyt, dėl išlikusios didesnės dirvožemio drėgmės drėgnose augavietėse (aukšta liepos temperatūra Lietuvoje dažniausiai siejasi su sausringomis klimato sąlygomis).

Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp ankstyvosios radialiojo prieaugio medienos ir kritulių sausose ir drėgnose augavietėse 1930-1994 m. pateiktos 3.8 paveiksle. Paveiksle pavaizduotos medianos remiantis 31 sausų (Nb, Nd) ir 12 drėgnų (Lb, Lc) augaviečių barelių radialiojo prieaugio duomenimis.

Sausose augavietėse didžioje Lietuvos dalyje praeito spalio kritulių ir ankstyvosios medienos radialiojo prieaugio koeficientai nepatikimi. Žymesni neigiami koeficientai (iki -0,25) vyrauja pajūryje (Kuršių Nerioje) ir Žemaitijos aukštumų rajono pietinėje dalyje. Šioje Lietuvos dalyje iškrenta didžiausi, lyginant su likusia Lietuvos teritorija, spalio kritulių kiekiai, todėl tuo galėtų būti paaiškinta neigiama didelio kritulių kiekio įtaka.



3.8 pav. Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp ankstyvosios radialiojo priaugio medienos ir kritulių sausose ir drėgnose augavietėse (raudona žvaigždutė rodo patikimą vyraujančią mėnesio įtaką, nustatytą atskiruose tyrimo bareliuose)

Fig. 3.8. Medians of the coefficients of response function between the earlywood radial increment and precipitation on dry and wet forest types (red asterisk indicates significant predominating impact, established in separate research plots)

Praeito lapkričio kritulių ryšys nepatikimas.

Praeito gruodžio kritulių įtaka teigiama, išskyrus pietinius Lietuvos rajonus. Tačiau koeficientai nepatikimi (iki +0,25). Gruodžio mėnesį sniego danga, apsauganti eglių šaknis nuo iššalimo, matyt, turi teigiamą poveikį. Drėgnose augavietėse ryšiai silpnesni.

Sausio kritulių įtaka neigiama ir sausose, ir drėgnose augavietėse. Tačiau koeficientai nepatikimi. Silpniausi ryšiai pietų Lietuvoje. Neigiamą didelio kritulių kiekio įtaką sausio mėnesį galima paaiškinti tuo, kad didelis kritulių kiekis sausio mėnesį yra susijęs su šiltais orais, o tai, matyt, trukdo eglių būtinam žiemos ramybės periodui. Kitas galimas išryškėjusių ryšių paaiškinimas gali būti ilgalaikiu kritulių poveikiu, sukeliančiu dirvožemio užmirkimą pavasarį.

Vasario mėnesio patikimi neigiami koeficientai aptikti tik Žemaitijos aukštumų rajone.

Kovo mėnesį žymesni, bet nepatikimi teigiami ryšiai būdingi šiaurės rytų Lietuvai.

Balandžio kritulių ryšys nepatikimas: pietvakarių Lietuvoje – teigiami koeficientai, o Žemaitijoje – neigiami.

Gegužės kritulių įtaka teigiama, išskyrus rytinius rajonus. Prasideda asimiliacija, intensyvėja fotosintezė, brinksta pumpurai, ir iškritę šį mėnesį krituliai yra svarbūs ankstyvosios medienos augimui.

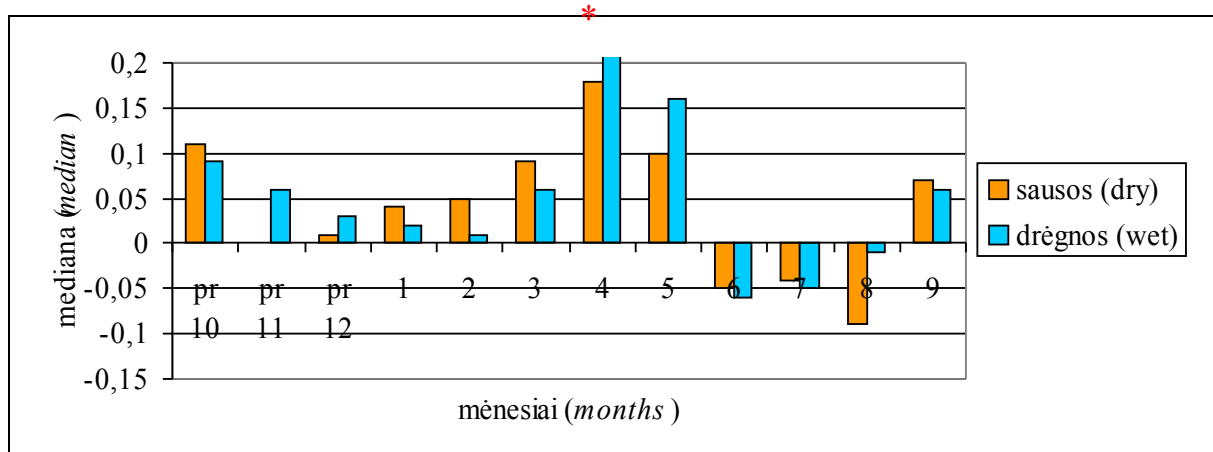
Birželio kritulių teigiama įtaka reikšminga visoje Lietuvoje. Drėgnose augavietėse šiaurinėje Lietuvos dalyje ši įtaka nepatikima. Šiauriniuose rajonuose oro temperatūra vasaros metu žemesnė nei kituose, ir tai lemia mažesnę dirvožemio garingumą.

Liepos mėnesio kritulių žymi teigiama įtaka būdinga tik sausoms augavietėms Žemaitijos aukštumų rajonui ir šiaurės rytinei Lietuvos daliai.

Rugpjūčio kritulių įtaka nepatikima.

3.2.3. Metinio radialiojo priaugio ryšys su oro temperatūra ir krituliais

Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp metinio radialiojo priaugio ir oro temperatūros sausose ir drėgnose augavietėse 1930-1994 m. pateiktos 3.9 paveiksle. Paveiksle pavaizduotos medianos remiantis 31 sausų (Nb, Nd) ir 13 drėgnų (Lb, Lc) barelių augaviečių radialiojo priaugio duomenimis.



3.9 pav. Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp metinio radialiojo prieaugio ir oro temperatūros sausose ir drėgnose augavietėse (raudona žvaigždutė rodo patikimą vyraujančią mėnesio įtaką, nustatytą atskiruose tyrimo bareliuose)

Fig. 3.9. Medians of the coefficients of response function between the annual radial increment and air temperature on dry and wet forest types (red asterisk indicates significant predominating impact, established in separate research plots)

Tarp praeitų metų spalio vidutinės oro temperatūros ir metinės rievės pločio sausose augavietėse yra teigiami ryšiai. Teigiami ryšiai gali būti paaiškinami ilgiau trunkančia fotosintezė ir asimiliacija šilto spalio sąlygomis.

Praeito lapkričio oro temperatūros ir metinės rievės pločio neigiami koeficientai, kaip ir ankstyvosios medienos atveju, aptikti pajūryje, Žemaitijos aukštumose ir rytiniuose rajonuose. Kitur dažniausiai ryšio nerasta iš viso. Drėgnose augavietėse centriniuose rajonuose teigiami ryšiai reikšmingesni (iki +0,25).

Praeito gruodžio temperatūros ir metinio radialiojo prieaugio ryšiai panašūs į lapkričio mėnesio ryšius.

Sausio ir vasario oro temperatūros ir metinio prieaugio ryšio koeficientai nepatikimi, nors ir teigiami. Drėgnose augavietėse, ypač vasario mėnesį, ryšių nenustatyta iš viso (3.9 pav.).

Kovo mėnesį vyrauja teigiami koeficientai. Drėgnose augavietėse šiaurinėje Lietuvoje ryšių nerasta arba jie nepatikimai neigiami.

Balandžio mėnesį labai sustiprėja teigiama oro temperatūros įtaka. Koeficientai dažnai patikimi (3.10 pav.). Drėgnose augavietėse balandžio mėnesio ryšiai dar stipresni. Silpniausi ryšiai aptinkami sausose Nb-Nd augavietėse pietų pajūryje ir barelyje labiausiai nutolusiame į pietus Žemaitijos aukštumų rajone. Vakarinėje Lietuvos dalyse anksčiau suyra pastovioji sniego danga ir prasideda aktyvesnė fotosintezė ir, matyt, sausais laikotarpiais pradeda trūkti dirvožemio drėgmės atsargų.

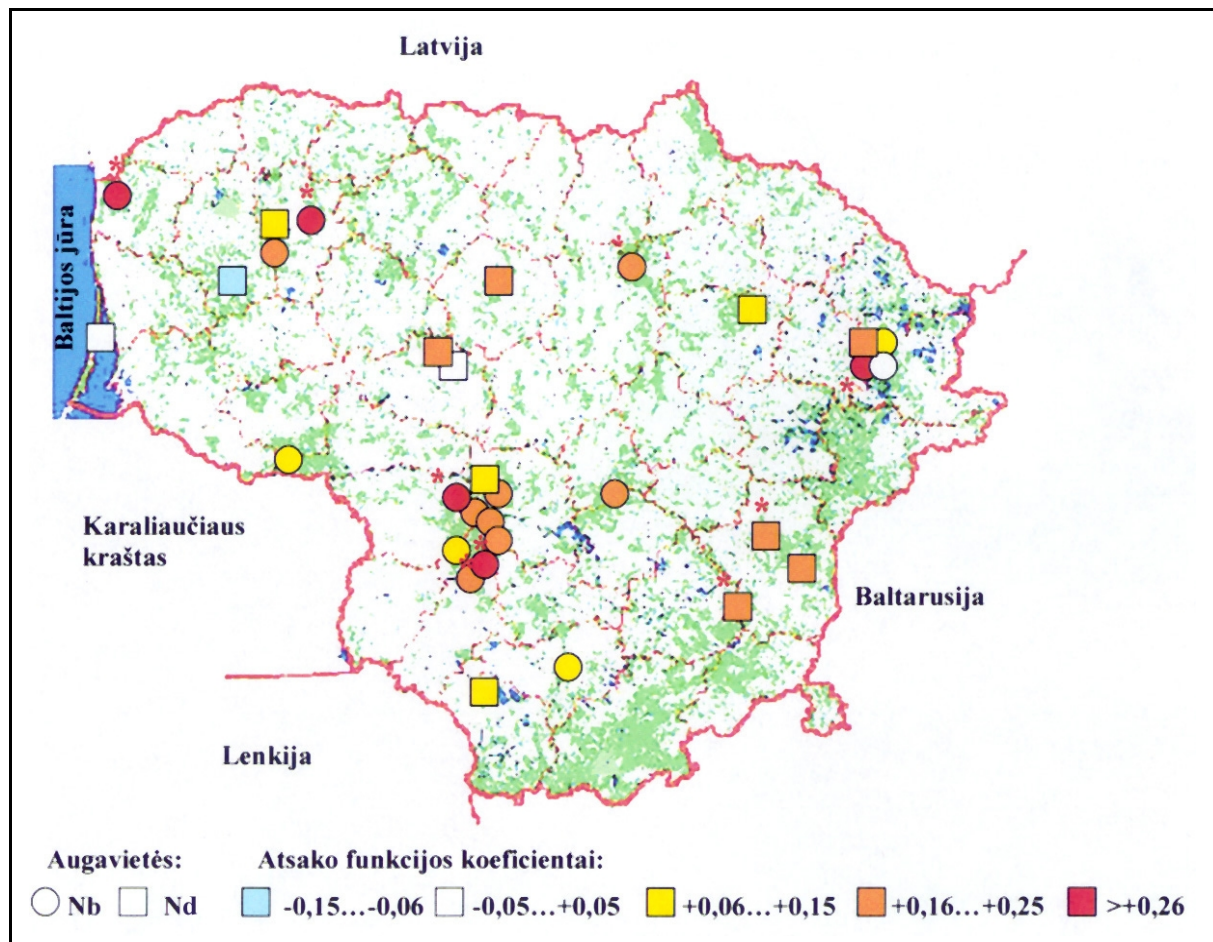
Gegužės mėnesio įtaka teigiama. Tačiau patikimi koeficientai aptikti tik pietinėje Lietuvoje. Drėgnose augavietėse ryšiai stipresni ir dažnai patikimi (3.9 pav.).

Birželio įtaka pradeda keistis. Teigiamų ryšių beveik nėra. Neigiami ryšiai būdingi pietų, pietvakarių Lietuvai ir Žemaitijos aukštumoms.

Neigiama liepos oro temperatūros įtaka susilpnėja. Drėgnoms Lb-Lc augavietėms būdingi silpnėsni neigiami ryšiai. Tai paaiškinama didesne dirvožemio drėgme drėgnose augavietėse. Eglė šiose augavietėse gali normaliai augti, nejausdama drėgmės trūkumo (aukšta liepos oro temperatūra Lietuvoje dažniausiai siejasi su sausringomis klimato sąlygomis).

Rugpjūčio oro temperatūros ir metinio eglės prieaugio ryšiai neigiami, tačiau nepatikimi. Drėgnose augavietėse ryšių iš viso neužfiksuota (3.9 pav.).

Rugsėjo oro temperatūros įtaka teigiama, bet koeficientai nepatikimi.



3.10 pav. Balandžio oro temperatūros ir metinio radialiojo prieaugio atsako funkcijos koeficientai (raudona žvaigždutė rodo koeficiento patikimumą, $p \leq 0,05$)

Fig. 3.10. *Coefficients of the response function between air April's temperature and annual radial increment (red asterisk indicates reliability, $p \leq 0,05$)*

Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp metinio radialiojo prieaugio ir kritulių sausose ir drėgnose augavietėse 1930-1994 m. pateiktos 3.11 paveiksle. Paveiksle pavaizduotos medianos remiantis 31 sausų (Nb, Nd) ir 13 drėgnų (Lb, Lc) augaviečių barelių radialiojo prieaugio duomenimis.

Sausose ir drėgnose augavietėse šiauriniuose rajonuose ryšio su spalio kritulių kiekiu nenustatyta arba jis neigiamas, o pietiniuose rajonuose – teigiamas, bet koeficientai nepatikimi.

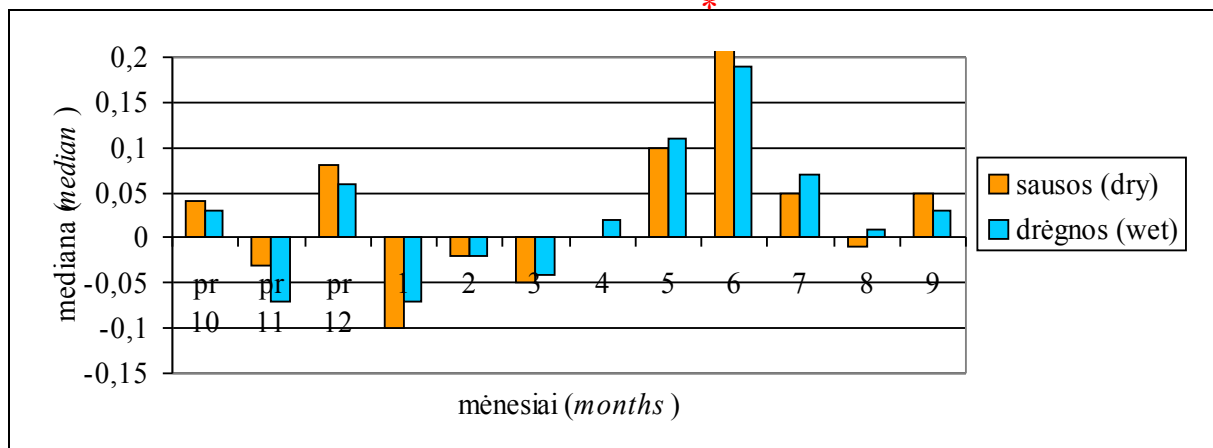
Praeito lapkričio mėnesio kritulių ryšys nepatikimas: Žemaitijos aukštumose ir pietvakarių Lietuvoje koeficientai neigiami, o kituose rajonuose nepatikimi teigiami arba ryšys nenustatytas. Drėgnose augavietėse rasti žymesni neigiami ryšiai iki -0,25 (3.11 pav.).

Praeito gruodžio kritulių įtaka teigiama, išskyrus pietinius Lietuvos rajonus. Tačiau koeficientai nepatikimi (iki +0,15).

Sausio kritulių įtaka neigiama sausose augavietėse, tačiau koeficientai dažniausiai nepatikimi iki -0,25. Drėgnose augavietėse ryšiai silpnesni (3.11 pav.). Neigiamą didelio kritulių kiekio įtaką sausio mėnesį galima paaiškinti tuo, kad didelis kritulių kiekis sausio mėnesį yra susijęs su šiltais orais, o tai, matyt, trukdo eglių būtinam žiemos ramybės periodui. Kitas galimas išryškėjusių ryšių paaiškinimas gali būti ilgalaikiu kritulių poveikiu, sukeliančiu dirvožemio užmirkimą pavasarį.

Vasario kritulių įtaka nepatikima: Žemaitijos aukštumose koeficientai neigiami, o rytų Lietuvoje – teigiami.

Kovo kritulių įtaka teigiama tik šiaurės rytiniuose rajonuose. Kitur – neigiami koeficientai iki -0,15, bet nepatikimi. Juos galima paaiškinti ankstyvesne vegetacijos ir fotosintezės pradžia vakarinėje Lietuvos dalyje ir storos sniego dangos bei dirvos užmirkimo neigiama įtaka asimiliacijai. Rytų Lietuvoje, kur vegetacija prasideda vėliau, šios neigiamos kritulių įtakos dar nėra.



3.11 pav. Atsako funkcijos koeficientų medianos tarp metinio radialiojo prieaugio ir kritulių sausose ir drėgnose augavietėse (raudona žvaigždutė rodo patikimą vyraujančią mėnesio įtaką, nustatytą atskiruose tyrimo bareliuose)

Fig. 3.11. Medians of the coefficients of response function between the annual radial increment and precipitation on dry and wet forest types (red asterisk indicates significant predominating impact, established in separate research plots)

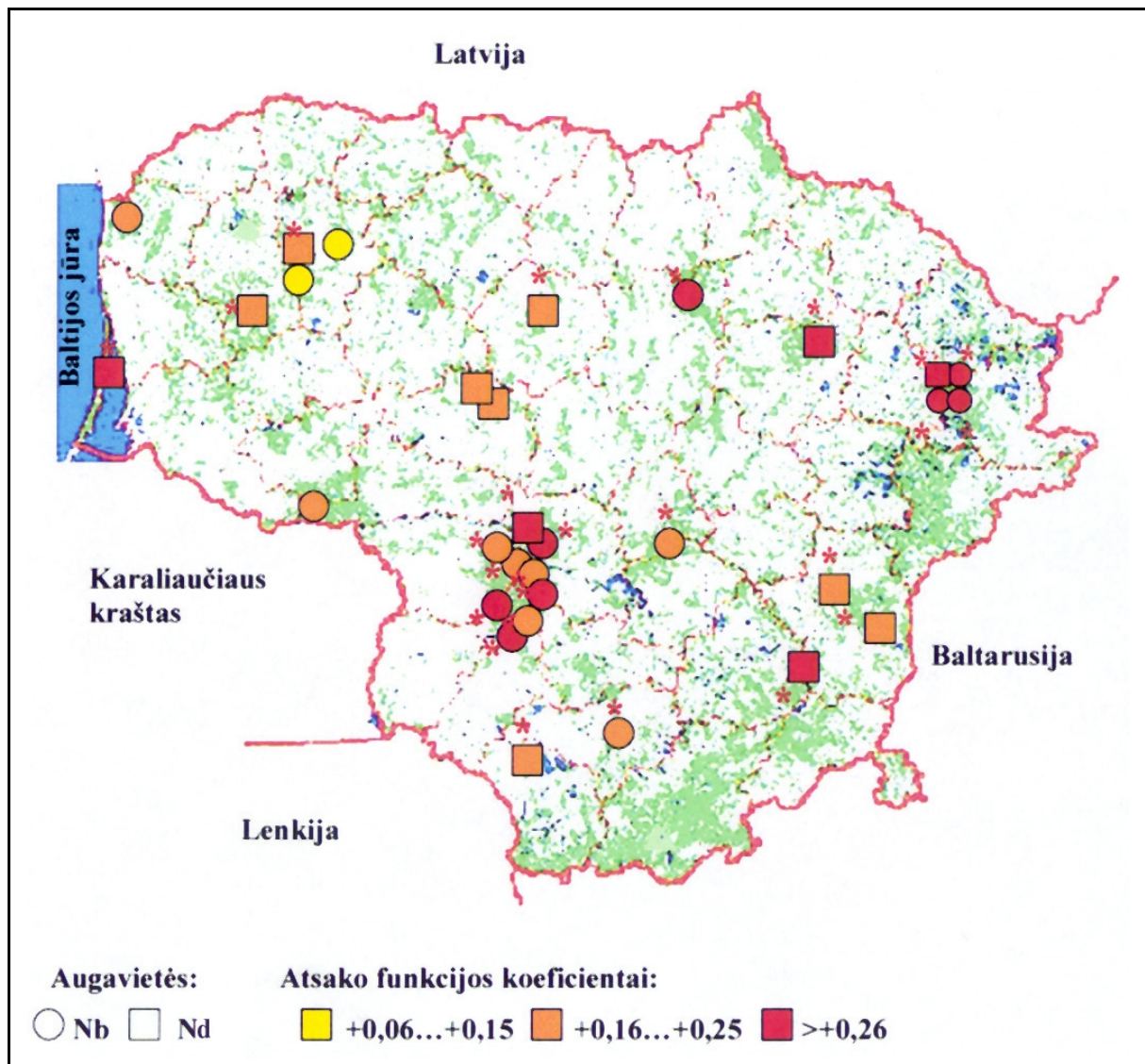
Balandžio įtaka nepatikima: Žemaitijos aukštumose, pietų ir pietryčių Lietuvoje ryšiai neigiami, o pietvakariniuose rajonuose – teigiami.

Gegužės kritulių įtaka teigiama, išskyrus rytinius ir šiaurės rytinius rajonus. Pietvakarių Lietuvoje koeficientai patikimi ir teigiami. Iškritę krituliai šį mėnesį turi labai didelę įtaką radialiajam paprastosios eglės prieaugiui.

Birželio kritulių teigiama ir patikima įtaka nustatyta visoje Lietuvoje, ypač sausose augavietėse (3.12 pav.). Drėgnose augavietėse vakarinėje Lietuvos dalyje ji nepatikima. Žemesnė birželio oro temperatūra vakarinėje Lietuvos dalyje lemia mažesnę dirvožemio drėgmės garingumą.

Sausose augavietėse liepos mėnesį patikima teigiama įtaka yra Žemaitijos aukštumose ($>+0,26$) ir šiaurės rytinėje Lietuvos dalyje (iki $+0,25$). Drėgnose augavietėse liepos mėnesio kritulių įtaka nepatikima. Šiaurės rytinio Lietuvos pakraščio eglynų metinio radialiojo prieaugio ir kritulių įtaka gali būti paaiškinama mažesniu kritulių kiekiu iškrentančiu šiuose Lietuvos rajonuose (Galvonaitė, 1998).

Rugpjūčio ir rugsėjo kritulių įtaka nepatikima.



3.12 pav. Birželio kritulių ir metinio radialiojo prieaugio atsako funkcijos koeficientai (raudona žvaigždutė rodo koeficiento patikimumą, $p \leq 0,05$)

Fig. 3.12. Coefficients of the response function between June's precipitation and the annual radial increment (red asterisk indicates reliability, $p \leq 0,05$)

3.3. REPERINIAI RADIALIOJO PRIEAUGIO METAI

3.3.1. Sausų augaviečių eglių radialiojo prieaugio reperiniai metai

Sausose Nb, Nd augavietėse augančios paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) metinio radialiojo prieaugio bei vėlyvosios ir ankstyvosios medienos reperiniai metai XX a. pateikti 3.10 lentelėje. Didesnis spalvos intensyvumas rodo reperinių metų reikšmingumo didėjimą. Lentelėje pateikiami skaičiai rodo medžių skaičių (%) su sumažėjusiu ar padidėjusiu radialiuoju prieaugiu. Rezultatai nustatyti vertinant kiekvieno medžio radialiojo prieaugio eilučių indeksus. Kaip matome, svarbiausi neigiami reperiniai metai buvo 1941 (3.13 pav.), 1954 (3.14 pav.), 1979 (3.15 pav.), 1980 (3.16 pav.), 1992 (3.17 pav.) ir 1993 m. (3.18 pav.), o teigiami – 1946 (3.19 pav.), 1962 (3.20 pav.) ir 1974 m. (3.21 pav.). Visais minėtais metais buvo ne tik metinio radialiojo prieaugio, bet ir bent vienos iš vėlyvosios ar ankstyvosios medienos reikšmingi reperiniai metai. Paskutinėje lentelės skiltyje pateiktos klimato sąlygos, galimai sukėlusios ekstremalų prieaugį bei jų nuokrypius nuo daugiamečio

vidurkio Vilniaus MS duomenimis. Kaip matome, neigiamus reperinius metus sukėlė sausi ar šalti pavasariai bei sausos ir dažniausiai karštos vasaros. Šaltų žiemų įtaka yra menkesnė. Teigiamus rodiklinius metus lėmė drėgnos vasaros, kuriomis iškrisdavo žymiai didesnis už vidutinį daugiamečių kritulių kiekis, bei šiltos pavasario vegetacijos klimato sąlygos. Šiai analizei naudoti Vilniaus MS meteorologiniai duomenys.

3.10 lentelė. Sausose augavietėse augančių eglių radialiojo prieaugio reperiniai metai XX a. Paskutinėje lentelės skiltyje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000) ir kritulių (1887-2000) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Table 3.10. Pointer years of Norway spruce radial increment on dry forest sites during XX century. Deviations from the long term mean according to the data of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS in the last column are presented (L – latewood, E – earlywood, A – annual ring)

Metai Years	Neigiami metai Positive years			Teigiami metai Negative years			Galimos priežastys Possible causes
	V	A	M	V	A	M	
	L	E	A	L	E	A	
1900	75	62	69				
1911	77	54	59				
1912	77	60	70				
1914	77	62	73				
1938	76	60	66				
1941	81	96	96				šalta žiema (-3,0°C) ir pavasaris (-2,1°C), sausas birželis ir liepa (-31 mm) <i>cold winter (-3,0°C) and spring (-2,1°C), dry June and July (-31 mm)</i>
1942	62	79	77				sausas vasara (-28mm) <i>dry summer (-28 mm)</i>
1946				59	75	78	šiltas pavasaris (+0,8°C), drėgna vasara (+28 mm) <i>warm spring (+0,8°C), humid summer (+28 mm)</i>
1950				56	70	78	
1952	74	75	79				
1954	78	85	83				šalta žiema (-3,8°C) ir balandis (-2,6°C) <i>cold winter (-3,8°C) and April (-2,6°C)</i>
1955	76	76	80				vėsus balandis (-3,8°C), sausa vasara (-43 mm) <i>cool April (-3,8°C), dry summer (-43 mm)</i>
1956	56	79	74				šalta žiema (-3,1°C) <i>cold winter (-3,1°C)</i>
1961				64	65	75	
1962				57	77	79	drėgna vasara (+24mm) <i>humid summer (+24mm)</i>
1964	77	75	78				šaltas pavasaris, sausa (-52 mm) ir karšta vasara (+0,9°C) <i>cold spring, dry (-52 mm) and hot summer (+0,9°C)</i>
1965	77	57	63				
1971	79	78	81				sausas liepa ir rugpjūtis (-57 mm) ir karšta vasara (+0,9°C) <i>dry July and August (-57 mm) and hot summer (+0,9°C)</i>
1974				59	80	81	drėgnas birželis ir liepa (+28 mm) <i>humid June and July (+28 mm)</i>
1976	77	53	59				
1979	71	93	91				šalta žiema (-3,5°C), sausas (-33 mm) ir karštas birželis (+3,1°C) <i>cold winter (-3,5°C), dry (-33 mm) and hot June (+3,1°C)</i>
1980	85	87	89				šalta žiema (-0,4°C), sausas birželis (-41 mm) <i>cold winter (-0,4°C), dry June (-41 mm)</i>
1987				60	69	75	

3.10 lentelės tęsinys continuation of table 3.10							
1990				52	69	76	
1992	97	93	96				ekstremaliai sausa (-52 mm) ir karšta vasara (+2,3°C) <i>extremely dry (-52 mm) and hot summer (+2,3°C)</i>
1993	71	89	88				1992 m. stichinės sausros įtaka <i>impact of extreme drought in 1992</i>
1994	83	63	71				

Plačiau panagrinėsime minėtų reperinių metų radialiojo prieaugio pasiskirstymą pagal indeksų klases (histogramas) bei klimato veiksnių: mėnesio kritulių bei oro temperatūros kitimus minėtais metais (3.13-3.21 pav.). Paveikslų pirmajame grafike pateiktos nagrinėjamų metų eglės radialiojo prieaugio histogramos: X – ašyje atidėtos radialiojo prieaugio indeksų grupės, o Y ašyje – medžių skaičius procentais grupėje. Antrajame grafike – Vilniaus MS mėnesio vidutinės oro temperatūros nuokrypio nuo daugiamečio vidurkio duomenys (laipsniais). Trečiajame grafike – Vilniaus MS mėnesio kritulių nuokrypio nuo daugiamečio vidurkio kreivė (milimetrais).

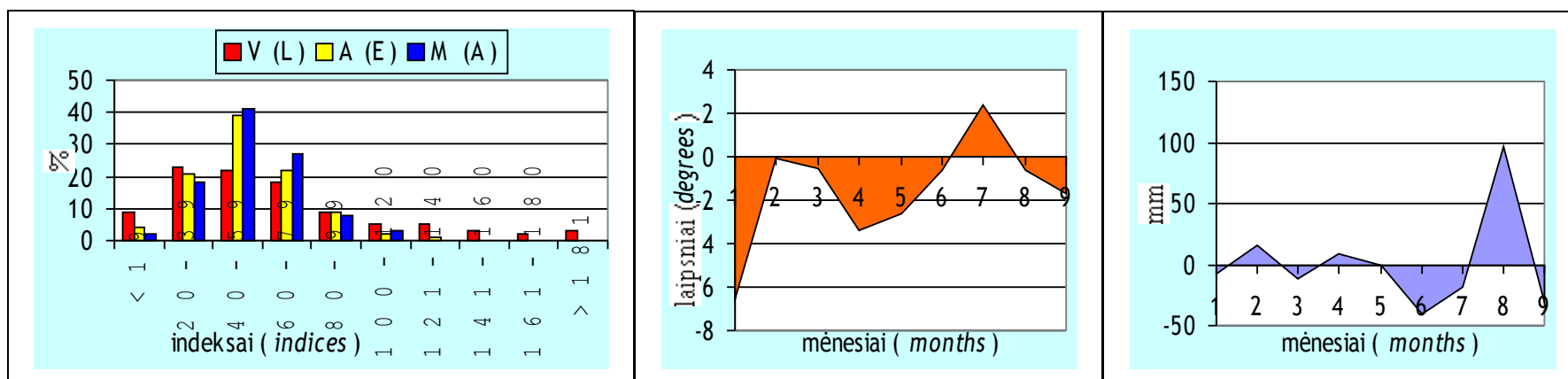
Neigiami vėlyvosios radialiojo prieaugio medienos metai. 1941 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 20 ir 39 (prieaugis sumažėjo 81% medžių), 1954 m. – 40-79 (prieaugis sumažėjo 78% medžių), 1980 m. – 20-39 (prieaugis sumažėjo 85% medžių), 1992 m. – 20-39 (prieaugis sumažėjo 97% medžių) ir 1993 m. – 60-79. Pagal šiuos duomenis, reikšmingiausius rodiklinius vėlyvosios medienos metus galima išdėstyti šia reikšmingumo mažėjimo tvarka: 1992, 1980, 1941, 1954.

Neigiami ankstyvosios radialiojo prieaugio medienos metai. 1941 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 40 ir 59 (prieaugis sumažėjo 96% medžių), 1954 m. – 60-79 (prieaugis sumažėjo 85% medžių), 1979 m. – 40-59 (prieaugis sumažėjo 81% medžių), 1980 m. – 40-59 (prieaugis sumažėjo 91% medžių), 1992 m. – 40-79 (prieaugis sumažėjo 96% medžių), 1993 m. prieaugis sumažėjo 81% medžių. Reikšmingiausi reperiniai ankstyvosios medienos metai: 1941, 1992, 1979, 1980, 1954, 1993.

Neigiami metinio radialiojo prieaugio metai. 1941 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 40 ir 59 (prieaugis sumažėjo 96% medžių), 1954 m. – 60-79 (prieaugis sumažėjo 83% medžių), 1955 m. prieaugis sumažėjo 80% medžių, 1971 m. prieaugis sumažėjo 81% medžių, 1979 m. – 60-79 (prieaugis sumažėjo 91% medžių), 1980 m. – 40-59 (prieaugis sumažėjo 89% medžių), 1992 m. – 40-59 (prieaugis sumažėjo 96% medžių) ir 1993 m. (prieaugis sumažėjo 88% medžių). Reikšmingiausi reperiniai metinio radialiojo prieaugio metai: 1941, 1992, 1979, 1980, 1993, 1954, 1971, 1955.

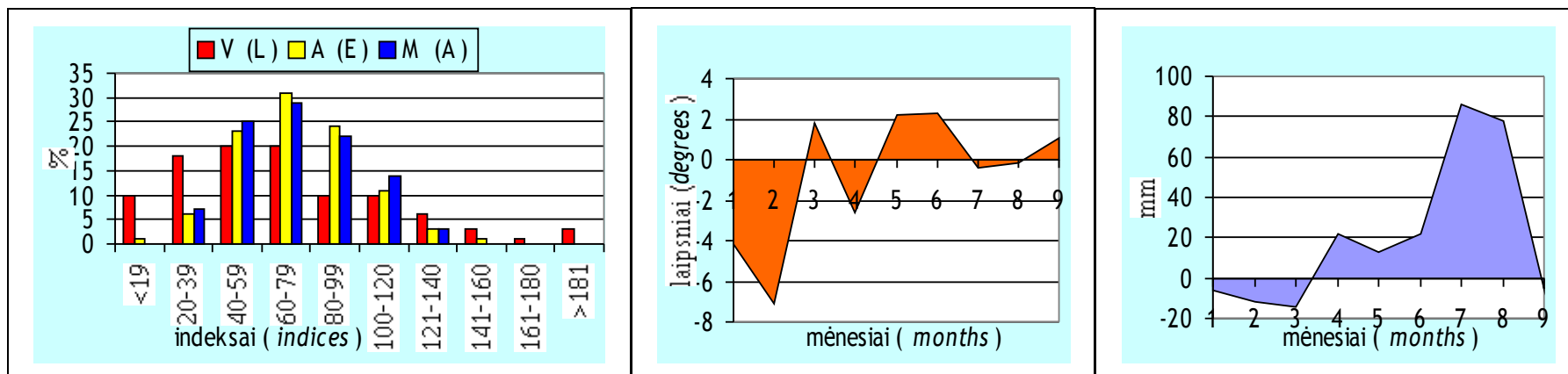
Teigiami ankstyvosios radialiojo prieaugio medienos reperiniai metai. 1946 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 100-120 (prieaugis padidėjo 75% medžių), 1962 m. – 100-120 (prieaugis padidėjo 77% medžių), 1974 m. – 100-140 (prieaugis padidėjo 80% medžių). Reikšmingiausi reperiniai ankstyvosios medienos metai: 1974, 1962, 1946.

Teigiami metinės radialiojo prieaugio medienos reperiniai metai. 1946 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 100-140 (prieaugis padidėjo 78% medžių), 1962 m. – 100-120 (prieaugis padidėjo 79% medžių), 1974 m. – 100-120 (prieaugis padidėjo 81% medžių). Reikšmingiausi reperiniai ankstyvosios medienos metai: 1974, 1962, 1946.



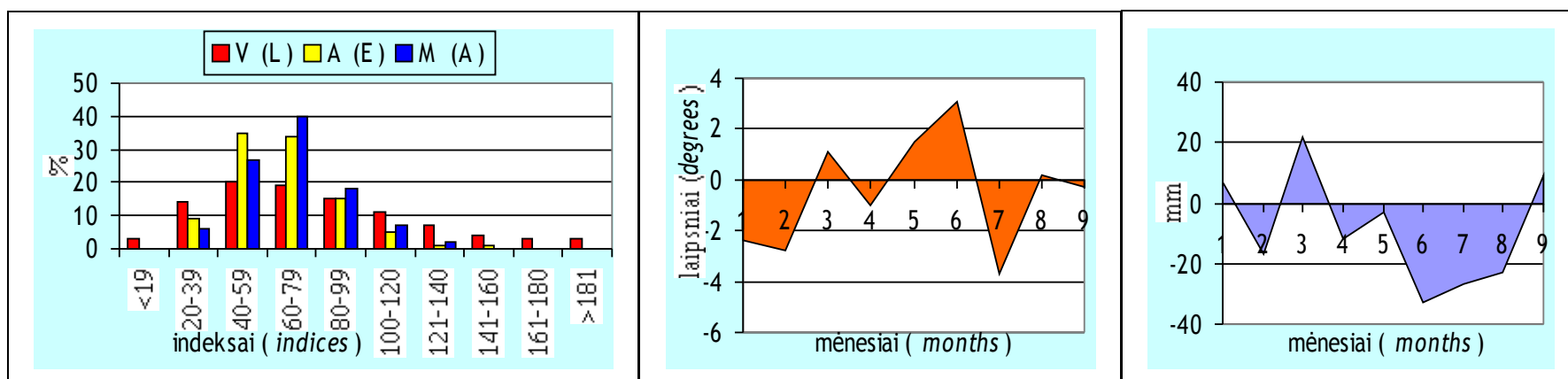
3.13 pav. 1941 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.13. Histogram of Norway spruce radial increment on dry forest sites in 1941, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



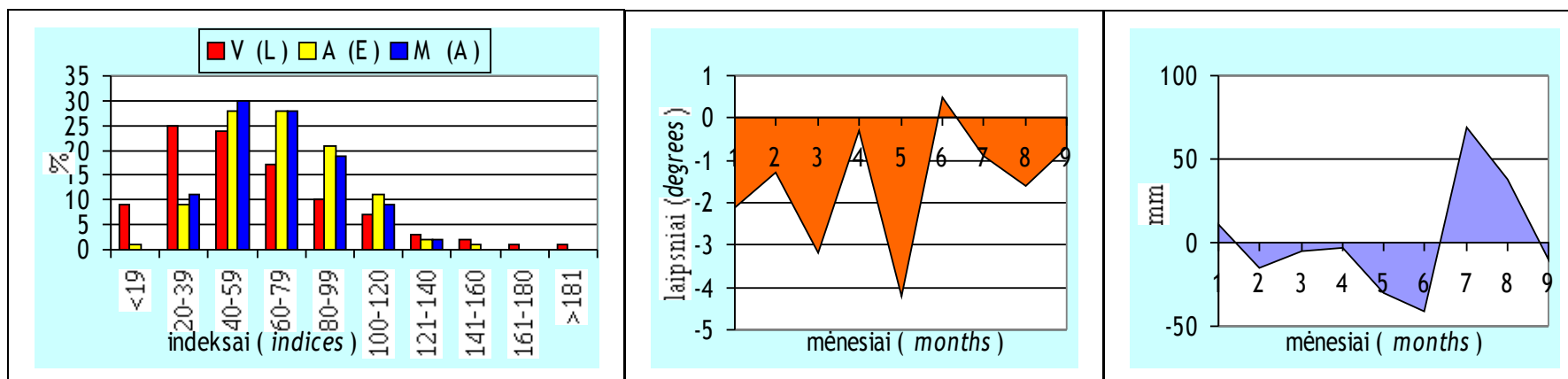
3.14 pav. 1954 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.14. Histogram of Norway spruce radial increment on dry forest sites in 1954, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



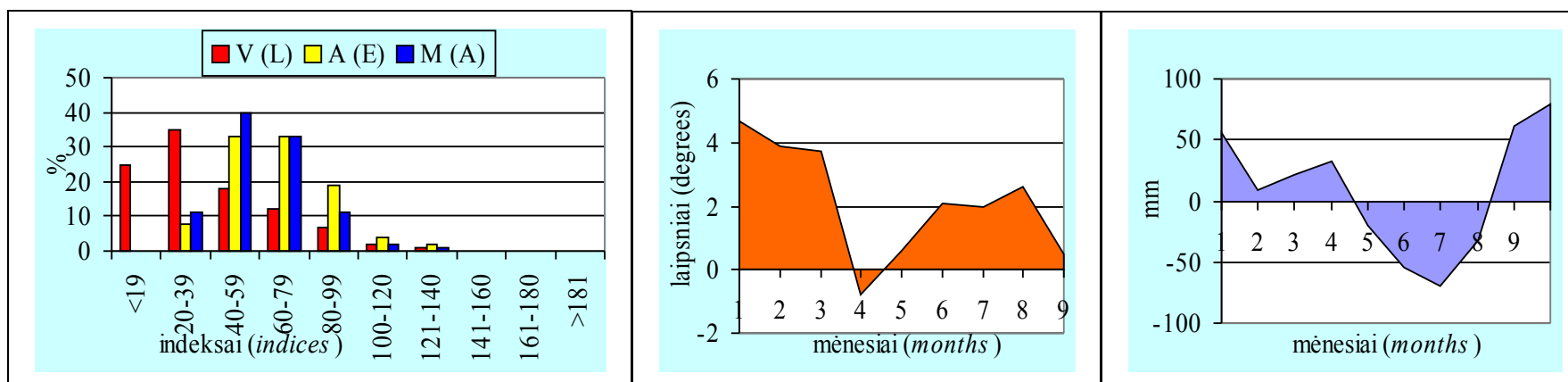
3.15 pav. 1979 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.15. Histogram of Norway spruce radial increment on dry forest sites in 1979, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



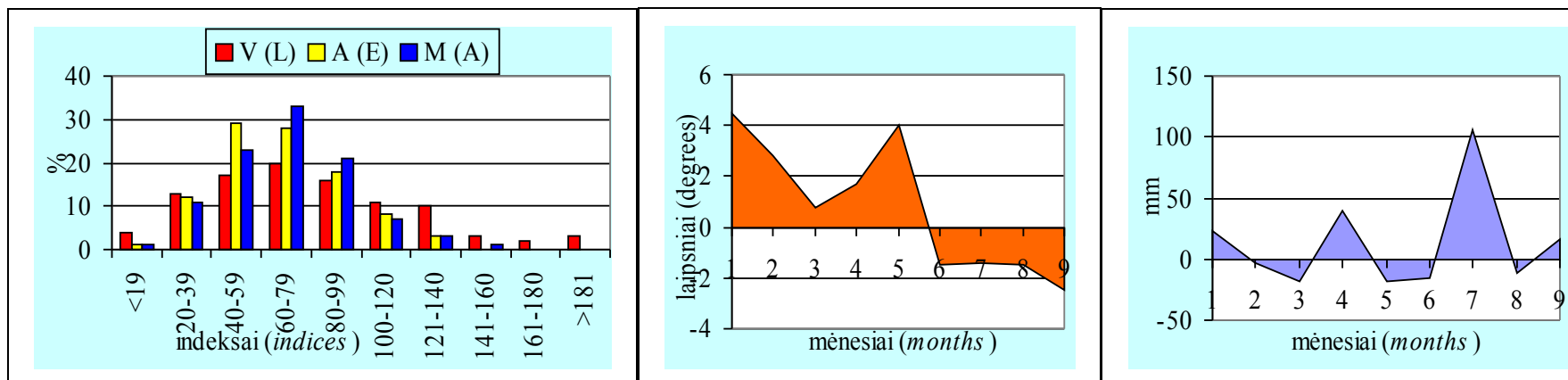
3.16 pav. 1980 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.16. Histogram of Norway spruce radial increment on dry forest sites in 1980, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



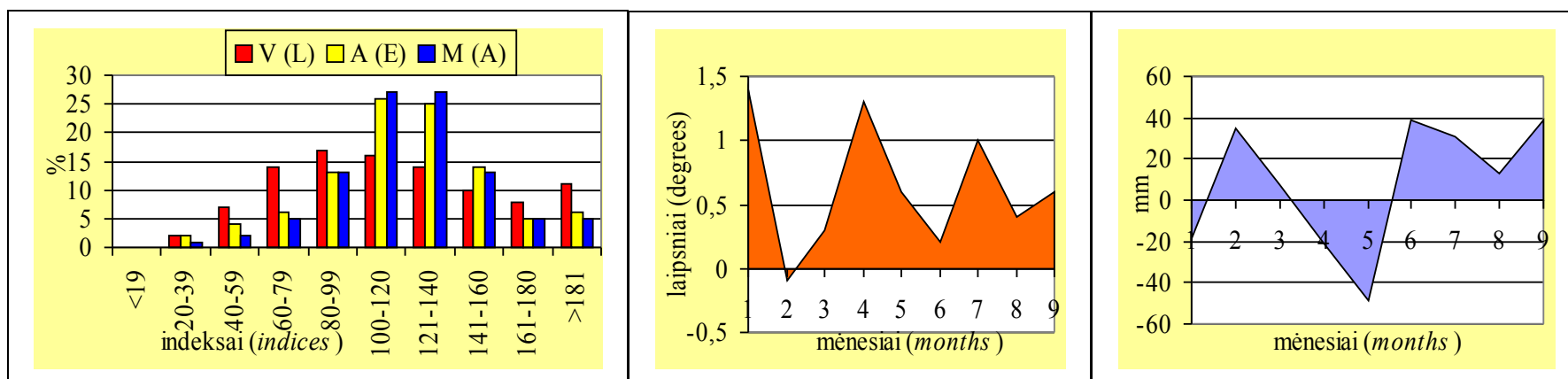
3.17 pav. 1992 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.17. Histogram of Norway spruce radial increment on dry forest sites in 1992, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



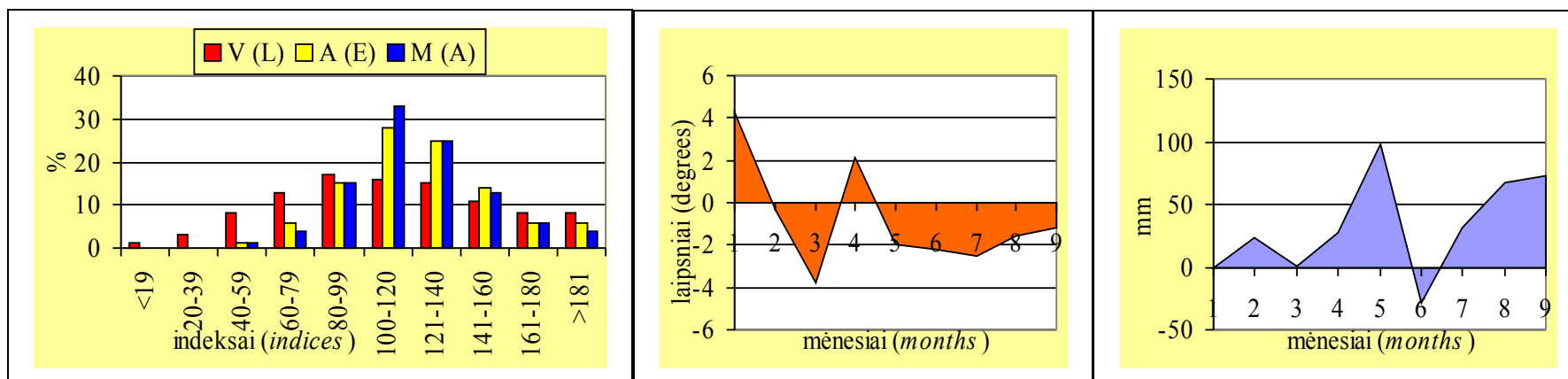
3.18 pav. 1993 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.18. Histogram of Norway spruce radial increment on dry forest sites in 1993, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



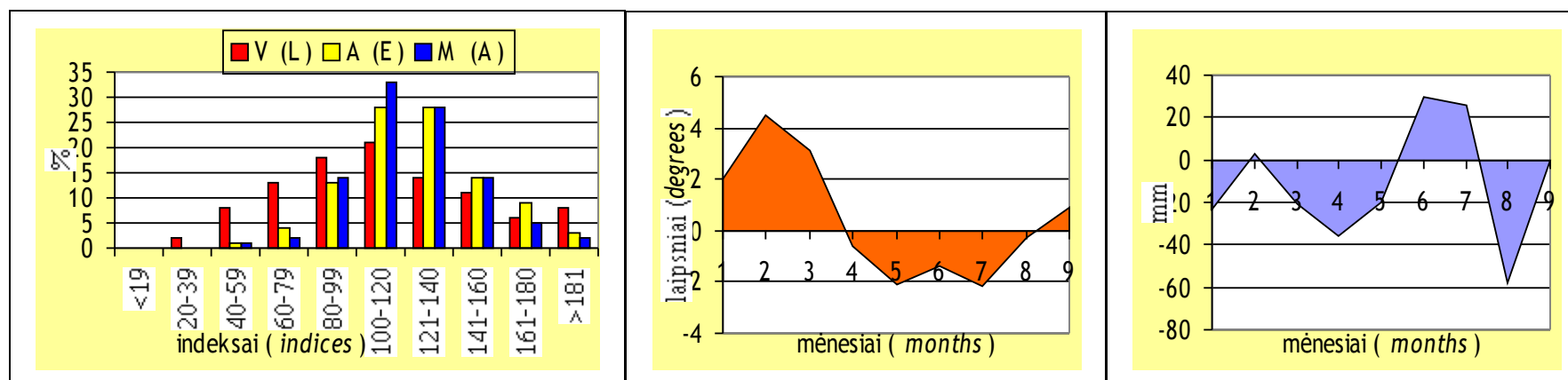
3.19 pav. 1946 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.19. Histogram of Norway spruce radial increment on dry forest sites in 1946, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



3.20 pav. 1962 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.20. Histogram of Norway spruce radial increment on dry forest sites in 1962, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



3.21 pav. 1974 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.21. Histogram of Norway spruce radial increment on dry forest sites in 1974, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)

3.3.2. Drėgnų augaviečių eglių radialiojo prieaugio reperiniai metai

Drėgnose Lb-Lc augavietėse augančios paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) metinio radialiojo prieaugio bei vėlyvosios ir ankstyvosios medienos XX a. reperiniai metai pristatyti 3.11 lentelėje.

3.11 lentelė. Drėgnose augavietėse augančių eglių radialiojo prieaugio reperiniai metai XX a. (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Table 3.11. Pointer years of Norway spruce radial increment on wet forest sites during XX century (L – latewood, E – earlywood, A – annual ring)

Metai Years	Neigiami metai Positive years			Teigiami metai Negative years			Galimos priežastys Possible causes
	V L	A E	M A	V L	A E	M A	
1905				69	81	75	šilta vasara (+1,3°C) warm summer (+1,3°C)
1908	60	78	75				
1923	71	72	77				
1938	76	55	59				
1940	81	53	65				
1941	87	95	97				šalta žiema (-3,0°C) ir pavasaris (-2,1°C), sausas birželis ir liepa (-31 mm) cold winter (-3,0°C) and spring (-2,1°C), dry June and July (-31 mm)
1946				71	77	77	šiltas pavasaris (+0,8°C), drėgna vasara (+28 mm) warm spring (+0,8°C), humid summer (+28 mm)
1950				57	78	83	šilta gegužė (+0,9°C) warm May (+0,9°C)
1951				49	75	71	
1952	63	70	76				
1954	75	90	88				šalta žiema (-3,8°C) ir balandis (-2,6°C) cold winter (-3,8°C) and April (-2,6°C)
1955	70	81	83				vėsus balandis (-3,8°C), sausa vasara (-43 mm) cool April (-3,8°C), dry summer (-43 mm)
1956	63	81	81				šalta žiema (-3,1°C) cold winter (-3,1°C)
1961				68	69	78	
1962				55	82	80	drėgna vasara (+24mm) humid summer (+24mm)
1964	72	74	78				
1965	78	68	72				
1979	71	91	91				šalta žiema (-3,5°C), sausas (-33 mm) ir karštas birželis (+3,1°C) cold winter (-3,5°C), dry (-33 mm) and hot June (+3,1°C)
1980	92	94	95				šalta žiema (-0,4°C), sausas birželis (-41 mm) cold winter (-0,4°C), dry June (-41 mm)
1982				53	70	75	
1983				58	84	89	šilta gegužė (+3,2°C) warm May (+3,2°C)
1990				62	67	76	
1992	90	93	95				ekstremaliai sausa (-52 mm) ir karšta vasara (+2,3°C) extremely dry (-52 mm) and hot summer (+2,3°C)
1993	73	90	86				1992 m. stichinės sausros įtaka impact of extreme drought in 1992

3.11 lentelės tęsinys <i>continuation of table 3.11</i>						
1997				77	92	94
šilta žiema (+1,2°C) <i>warm winter (+1,2°C)</i>						

Didesnis spalvos intensyvumas rodo reperinių metų reikšmingumo didėjimą. Kaip matome, svarbiausi neigiami reperiniai metai buvo: 1941 (3.22 pav.), 1954 (3.23 pav.), 1979 (3.24 pav.), 1980 (3.25 pav.), 1992 (3.26 pav.) ir 1993 m. (3.27 pav.), o teigiami – 1905 (3.28 pav.), 1950 (3.29 pav.), 1962 (3.30 pav.), 1983 (3.31 pav.) ir 1997 m. (3.32 pav.). Visais minėtais metais buvo reikšmingi ne tik metinio radialiojo prieaugio, bet ir bent vienos – vėlyvosios ar ankstyvosios medienos, reperiniai metai. Paskutinėje lentelės skiltyje pateiktos klimato sąlygos, galimai sukėlusios ekstremalų prieaugį. Kaip matome, svarbiausi klimato veiksniai sukėlę neigiamus rodiklinius metus – sausi ar šalti pavasariai bei sausos ir dažniausiai karštos vasaros. Tik šalčiausios žiemos įtakoję neigiamus reperinius metus. Teigiamus rodiklinius metus lėmė jau ne drėgnos vasaros, kaip sausose augavietėse, bet šiltesnės už vidutines daugiametės žiemos ir pavasariai. Šiai analizei naudoti Vilniaus MS meteorologiniai duomenys.

Plačiau panagrinėsime jau minėtų metų radialiojo prieaugio pasiskirstymą pagal indeksų klases (histogramas) bei klimato veiksnių: mėnesio kritulių bei oro temperatūros kitimus minėtais metais (3.22-3.32 pav.). Paveikslai sudaryti tuo pačiu principu kaip 3.13-3.21 paveikslai.

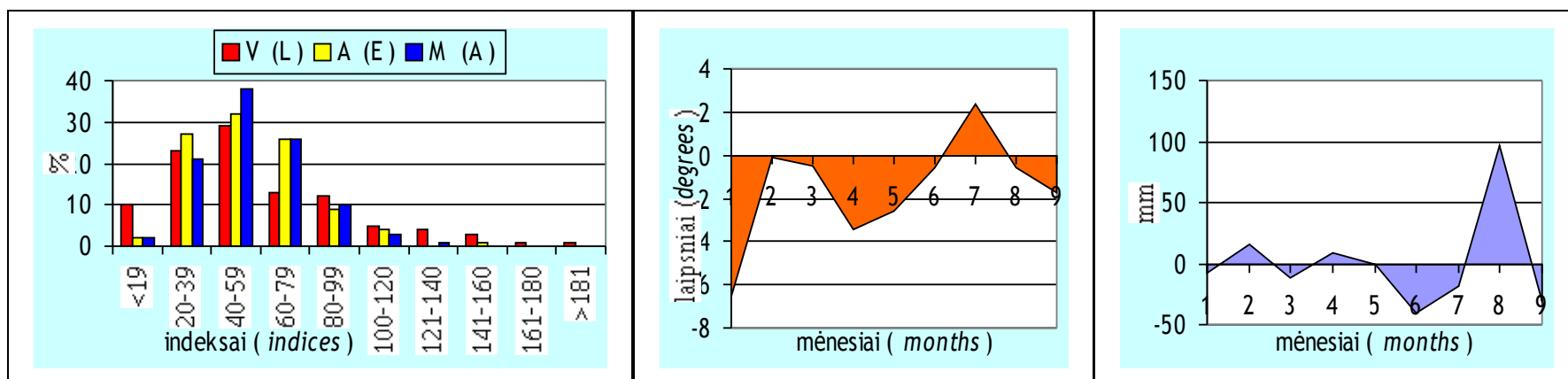
Neigiami vėlyvosios radialiojo prieaugio medienos metai. 1940 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 80 ir 99 (prieaugis sumažėjo 81% medžių), 1941 m. – 40-59, (prieaugis sumažėjo 87% medžių), 1980 m. – 20-39 (prieaugis sumažėjo 92% medžių) ir 1992 m. – 20-39 (prieaugis sumažėjo 90% medžių). Pagal šiuos duomenis, reikšmingiausius rodiklinius vėlyvosios medienos metus galima išdėstyti šia reikšmingumo mažėjimo tvarka: 1992; 1980, 1941 ir 1940.

Neigiami ankstyvosios radialiojo prieaugio medienos metai. 1941 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 40 ir 59 (prieaugis sumažėjo 95% medžių), 1954 m. – 60-79 (prieaugis sumažėjo 90% medžių), 1979 m. – 60-79 (prieaugis sumažėjo 91% medžių), 1980 m. – 40-59 (prieaugis sumažėjo 94% medžių), 1992 m. – 60-79 (prieaugis sumažėjo 93% medžių) ir 1993 m. – 60-79 (prieaugis sumažėjo 90% medžių). Reikšmingiausi reperiniai ankstyvosios medienos metai: 1941, 1980, 1992, 1979, 1993 ir 1954.

Neigiami metinio radialiojo prieaugio metai. 1941 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 40 ir 59 (prieaugis sumažėjo 97% medžių), 1954 m. – 60-79 (prieaugis sumažėjo 88% medžių), 1979 m. prieaugis sumažėjo 91% medžių, 1980 m. – 40-59 (prieaugis sumažėjo 95% medžių), 1992 m. – 40-59 (prieaugis sumažėjo 95% medžių) ir 1993 m. – 60-79 (prieaugis sumažėjo 86% medžių). Reikšmingiausi reperiniai metinio prieaugio metai: 1941, 1980, 1992, 1979, 1954 ir 1993.

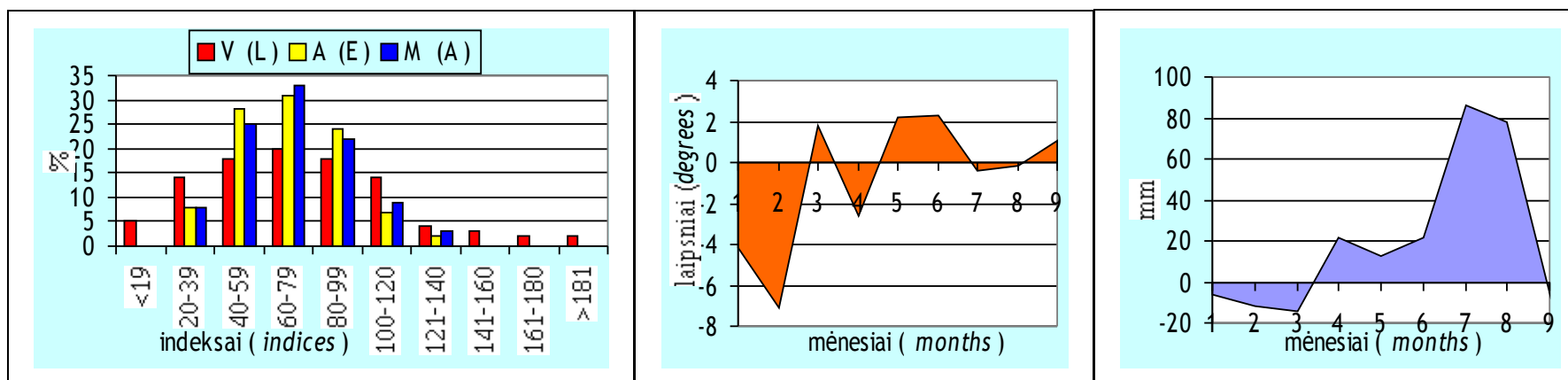
Teigiami vėlyvosios radialiojo prieaugio medienos metai. 1997 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 100-120 (prieaugis padidėjo 77% medžių).

Teigiami ankstyvosios radialiojo prieaugio medienos metai. 1905 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 100-120 (prieaugis padidėjo 81% medžių), 1950 m. – 100-120 (prieaugis padidėjo 78% medžių), 1962 m. – 121-140 (prieaugis padidėjo 82% medžių), 1983 m. – 121-140 (prieaugis padidėjo 84%) ir 1997 m. – 100-120 (prieaugis padidėjo 92%). Reikšmingiausi reperiniai ankstyvosios medienos metai: 1997, 1983, 1962, 1905 ir 1950.



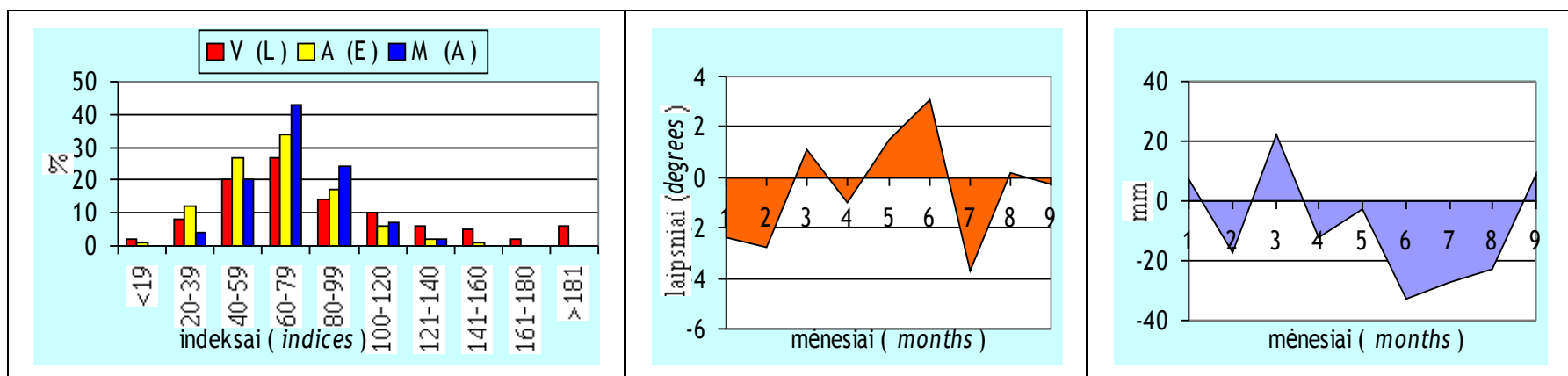
3.22 pav. 1941 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.22. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1941, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



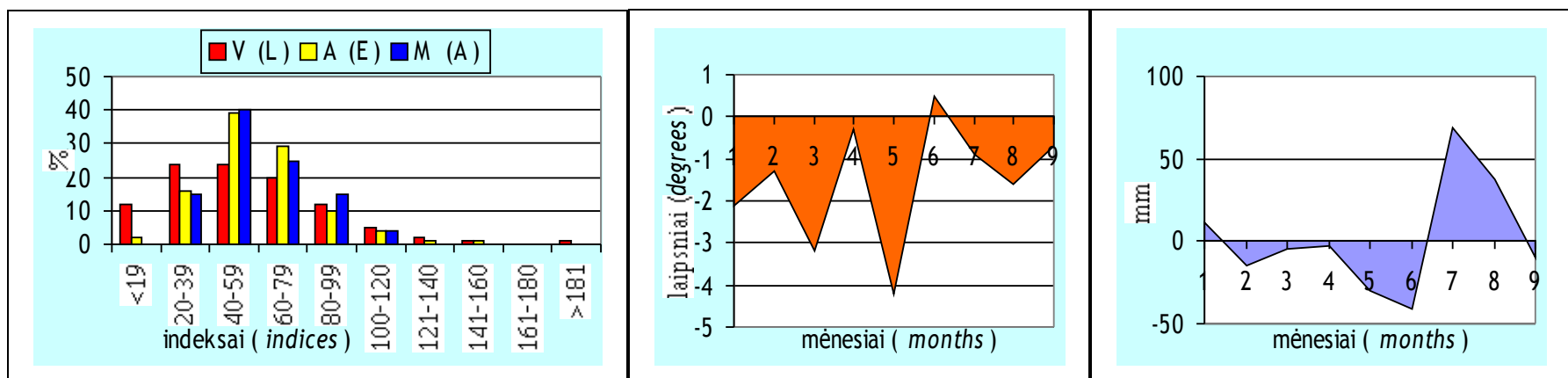
3.23 pav. 1954 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.23. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1954, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



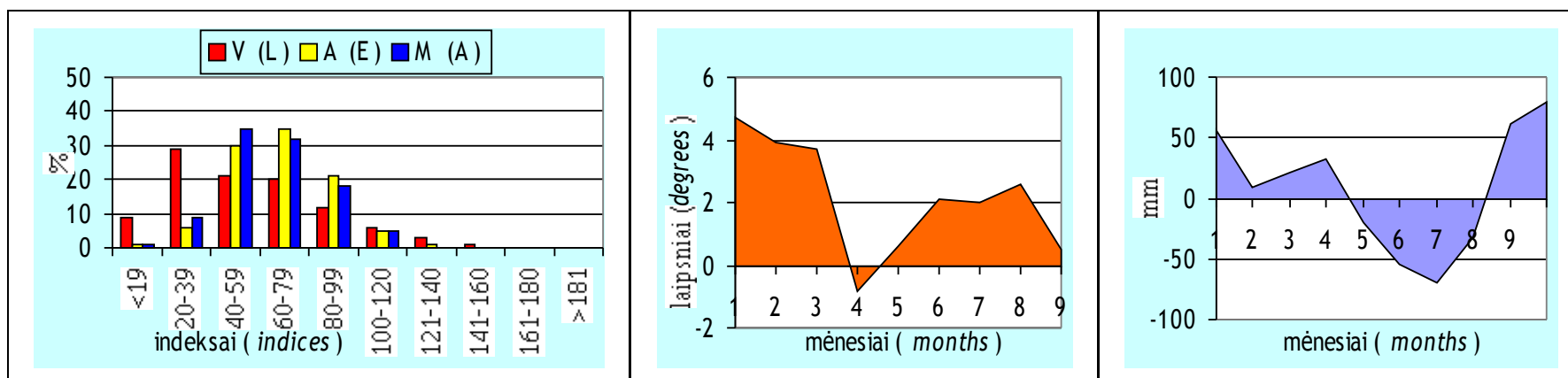
3.24 pav. 1979 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.24. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1979, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



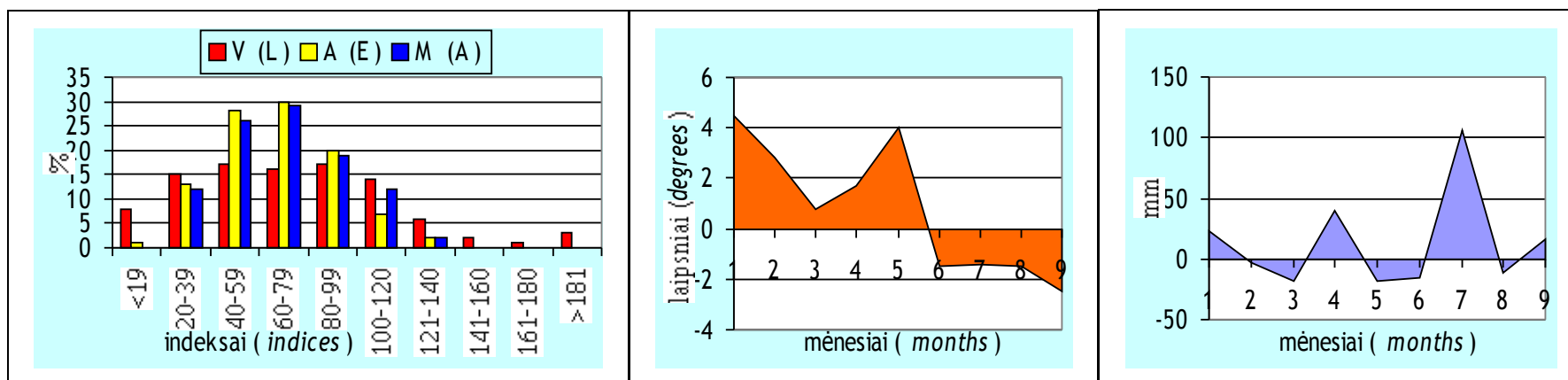
3.25 pav. 1980 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.25. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1980, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



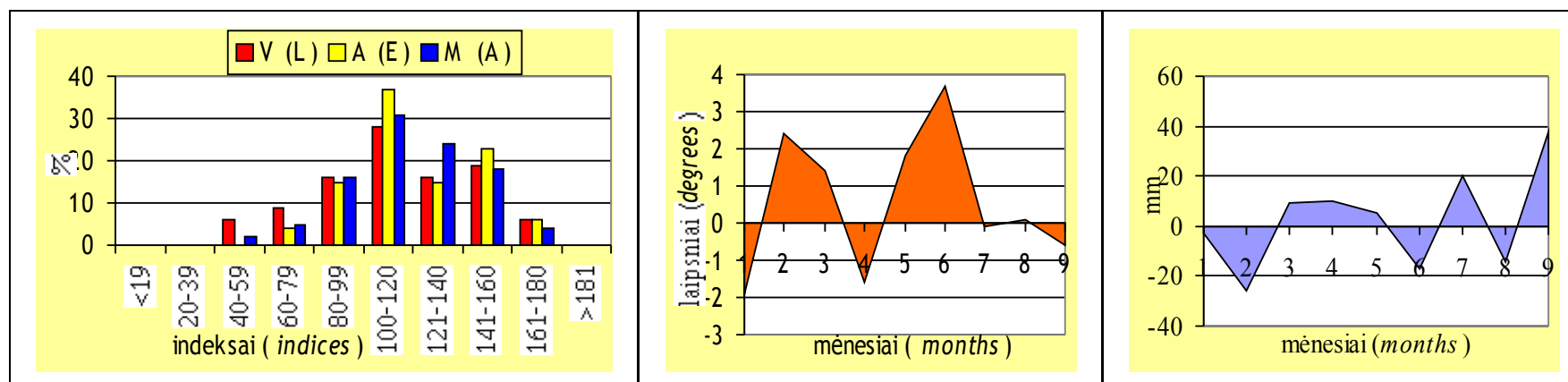
3.26 pav. 1992 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.26. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1992, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



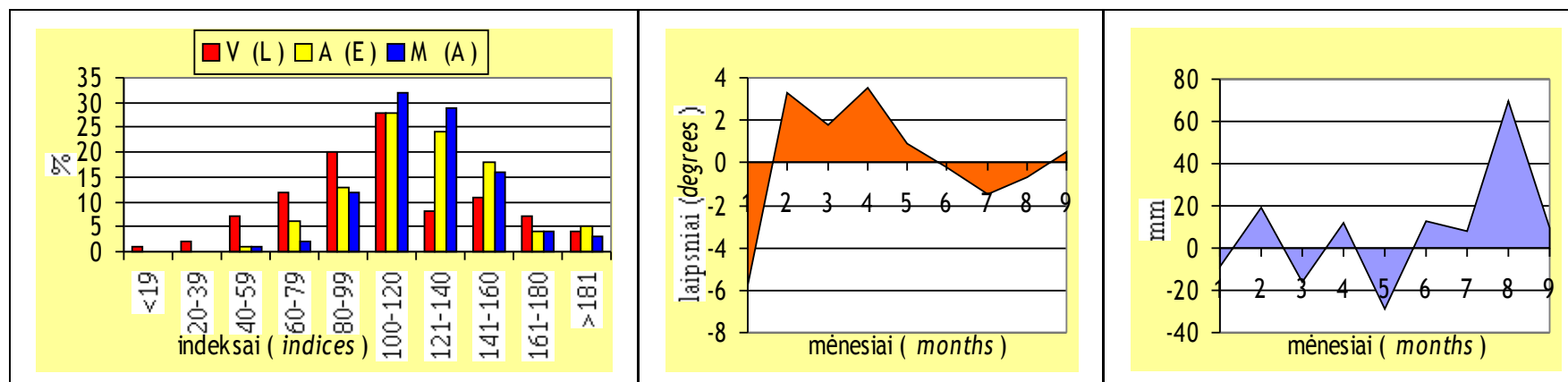
3.27 pav. 1993 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.27. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1993, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



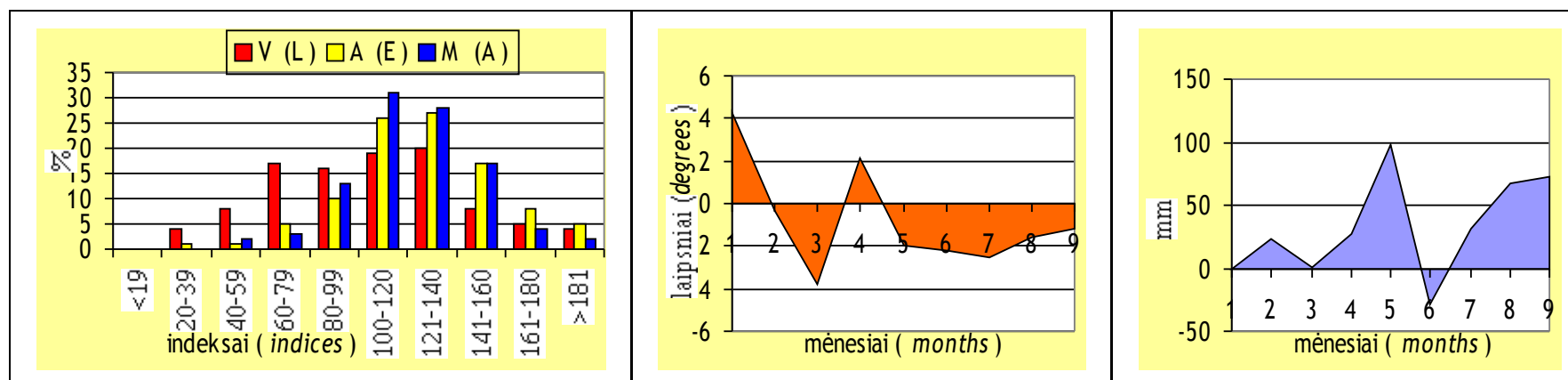
3.28 pav. 1905 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.28. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1905, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



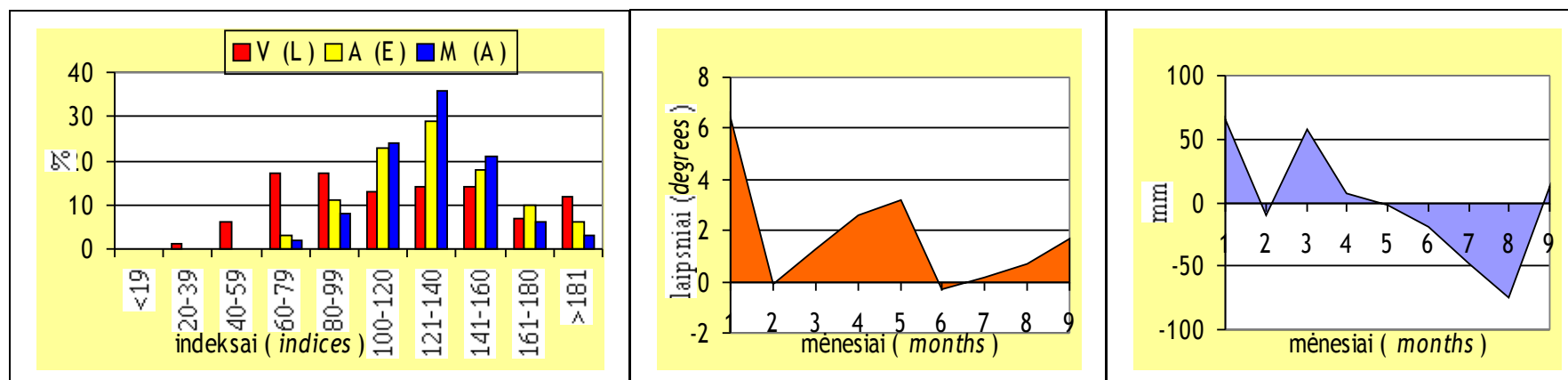
3.29 pav. 1950 m. paprastosios eglės radialiojo prieaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.29. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1950, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



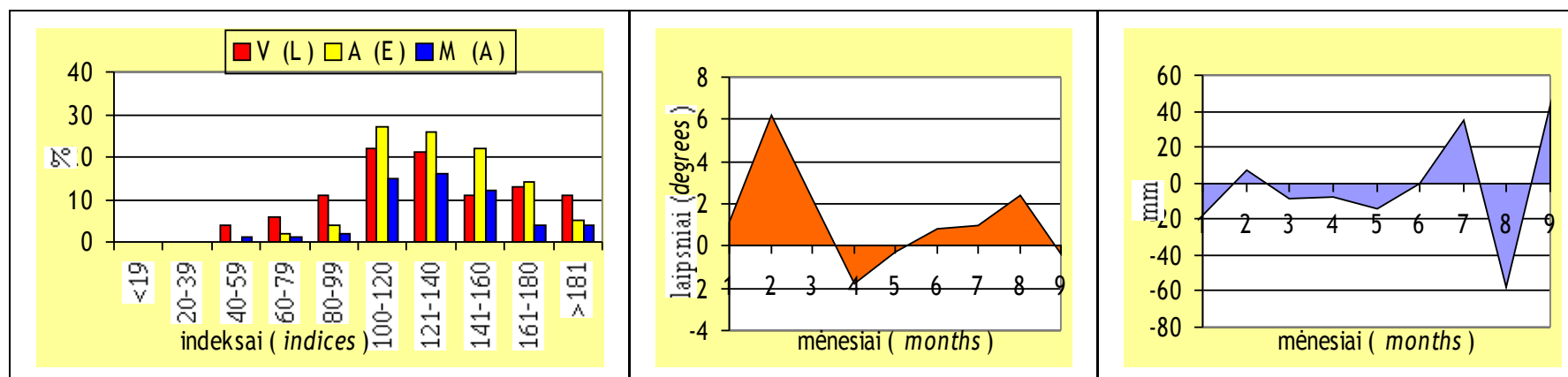
3.30 pav. 1962 m. paprastosios eglės radialiojo priaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.30. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1962, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



3.31 pav. 1983 m. paprastosios eglės radialiojo priaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.31. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1983, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)



3.32 pav. 1997 m. paprastosios eglės radialiojo priaugio drėgnose augavietėse histograma ir mėnesio vidutinės oro temperatūros bei kritulių kiekio klimatograma, kurioje nurodytas nuokrypis nuo oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) daugiamečio vidurkio Vilniaus MS duomenimis (V – vėlyvoji, A – ankstyvoji, M – metinė)

Fig. 3.32. Histogram of Norway spruce radial increment on wet forest sites in 1997, climate diagram of the deviations from the long term mean of air temperature (1778-2000) and precipitation (1887-2000) of Vilnius MS (L – latewood, E – earlywood, A – annual)

Teigiami metinio radialiojo priaugio metai. 1905 m. dauguma indeksų reikšmių tarp 100-120 (priaugis padidėjo 75% medžių), 1950 m. – 100-120 (priaugis padidėjo 83% medžių), 1962 m. – 100-120 (priaugis padidėjo 80% medžių), 1983 – 121-140 (priaugis padidėjo 89% medžių) ir 1997 m. – 121-140 (priaugis padidėjo 94% medžių). Reikšmingiausi reperiniai metinio radialiojo priaugio metai: 1997, 1983, 1950, 1962 ir 1905.

3.3.3. Reperinių metų geografinė analizė

Kuo platesnėje teritorijoje priaugį ribojantys veiksniai veikia, tuo lengviau aptikti priaugio pokyčius medžių rievėse (Fritts, 1987). Lietuva nėra didelė teritorija, ir todėl regioninius radialiojo medžių priaugio skirtumus išaiškinti nėra lengva. Analizuojant radialiojo priaugio skirtumus bei oro temperatūros ir kritulių pasiskirstymą, išsiskiria kelios Lietuvos geografinės teritorijos su būdingu klimatu ir paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) radialiojo priaugio skirtumais, pvz., Žemaičių aukštumos klimato rajonas.

Šie geografiniai paprastosios eglės radialiojo priaugio reperinių metų ir atsako funkcijos koeficientų regionai pasižymi jiems būdingais augaviečių tipais (skirtingomis dirvožemio ir klimato sąlygomis). Kiekviename regione yra viena ar kelios meteorologinės stotys, esančios arčiau ar labiau nutolusios nuo tyrimo barelio vietovės.

Atliekant reperinių metų geografinio pasiskirstymo analizę, naudoti ne tik ankstesniuose skyreliuose gauti rezultatai, bet ir nustatytų reperinių metų meteorologinių stočių kritulių ir oro temperatūros mėnesinės reikšmės bei T. Bitvinsko hidroterminis koeficientas.

1941 m. Sausų ir drėgnų augaviečių neigiami reperiniai metai. Sausose eglynų augavietėse vėlyvosios medienos radialiojo priaugio sumažėjimas buvo ne toks žymus, kaip ankstyvosios medienos ar metinės rievės. Mažiausiai priaugis sumažėjo Žemaitijos aukštumų rajone ir pietų bei pietryčių Lietuvoje. Ankstyvosios medienos ir metinės rievės priaugio sumažėjimas 1941 m. buvo visoje Lietuvos teritorijoje (90-100% medžių radialusis priaugis buvo sumažėjęs), išskyrus Žemaitijos aukštumų rajoną. Drėgnose eglynų augavietėse geografiniai reperinių metų dėsningumai panašūs.

Mažesni vėlyvosios medienos radialiojo priaugio nuostoliai gali būti paaiškinami tuo, kad liepos ir rugpjūčio mėnesiais iškritęs žymus kritulių kiekis (Vilniuje 69 ir 182 mm), sumažino vasaros pradžios sausros pasekmes vėlyvajai medienai. Žemaitijos aukštumų rajone, pietų ir rytų Lietuvoje esančiuose tyrimo bareliuose eglių vėlyvosios medienos silpnesnė reakcija į sausrą paaiškinama žymiai didesniais kritulių kiekiais liepos ir rugpjūčio mėnesiais, iškritusiais minėtuose rajonuose (Telšiuose 81 ir 93 mm, Varėnoje 125 ir 63 mm). Silpnesnei eglynų reakcijai Žemaitijos aukštumose įtakos turėjo ir tai, kad šiame rajone buvo žemesnė vasaros oro temperatūra (Telšiuose birželio temperatūra buvo tik 13,0°C) ir mažesnis dirvožemio drėgmės išgarinimas. 1941 m. neigiamus reperinius metus įtakėjo ir šalta 1941 m. žiema.

1946 m. Sausų ir drėgnų augaviečių teigiami reperiniai metai. Sausose eglynų augavietėse ankstyvosios medienos ir metinės rievės priaugis žymiausiai padidėjo rytinėje, pietinėje ir vakarinėje Lietuvos dalyse, o mažiausiai – šiaurinėje ir pietvakarinėje. Nors ir mažas drėgnų augaviečių tyrimo barelių skaičius, matyt, kad pietvakarinėje Lietuvos dalyje – Kazlų Rūdos miškų masyve nėra tokio žymaus radialinio priaugio padidėjimo, kaip kituose Lietuvos regionuose.

Teigiamos įtakos priaugiui turėjo šiltas pavasaris (balandis-gegužė) bei drėgna vasara. Vilniuje balandžio oro temperatūra buvo 6,8°C, o gegužės – 12,4°C. Vasarą kritulių iškrito net 329 mm, kai daugiametė norma 245 mm. Pietvakarinėje Lietuvoje dėl mažiau

palankių meteorologinių sąlygų (sausesnės gegužės, kai Marijampolėje ir Kybartuose iškrito tik 5-8 mm kritulių) žymaus prieaugio padidėjimo neužfiksuota. Šiaurinėje Lietuvos dalyje buvo tyrimo metu neišaiškinti veiksniai, limitavę radialųjų prieaugį stipriau nei kituose regionuose.

1950 m. Teigiami reperiniai metai būdingi tik drėgnoms augavietėms. Labiausiai radialusis prieaugis padidėjo vakarinėje ir šiaurinėje Lietuvos dalyse.

Drėgnų augaviečių prieaugį stimuliavo šilta gegužė (Vilniuje – 12,7°, Klaipėdoje – 11,4°C). Sausose augavietėse žymaus prieaugio padidėjimo nebuvo. Vasara buvo sausoka, o sausose augavietėse augančių eglynų radialųjų prieaugį labai neigiamai įtakoja sausa vasara. Teigiamų reperinių metų nebuvimas pietvakarių Lietuvoje gali būti paaiškintas tuo, kad šiame regione 1950 m. gegužę iškrito mažiausias kritulių kiekis, o vidutinė mėnesio temperatūra buvo aukščiausia nei likusioje Lietuvoje. Hidroterminis koeficientas Kauno MS duomenimis taip pat buvo didžiausias Lietuvoje 0,70, o kitur – apie 0,40. Ši teiginį patvirtina atsako funkcijos koeficientai, rodantys, kad Kauno regione ir į pietvakarius nuo jo yra labai stipri teigiama gegužės kritulių įtaka.

1954 ir 1955 m. Tai sausų ir drėgnų augaviečių neigiami reperiniai metai. Geografinės sausų augaviečių radialiojo prieaugio ankstyvosios medienos ir metinės rievės sumažėjimo vietos yra neaiškios. Matyt, kad mažesnis prieaugio sumažėjimas buvo vidurio Lietuvoje ir šiaurės rytinėje Lietuvos dalyje. Drėgnose augavietėse 1954 m. labai žymus prieaugio sumažėjimas būdingas visiems Lietuvos regionams. 1955 m. drėgnose augavietėse kai kurių tyrimo barelių prieaugio sumažėjimas nėra toks žymus.

1954 m. reperinius metus lėmė labai šalta žiema (Vilniuje sausio temperatūra -10,7°C, o vasario -12,4°C) bei vėsus balandis (Vilniuje 2,9°C). 1955 m. reperinius metus lėmė vėsus balandis (Vilniuje 1,7°C) ir sausa vasara (Vilniuje per vasarą iškrito tik 116 mm kritulių). Reperinių metų skirtumus lėmė skirtingas kritulių kiekis, iškritęs vasaros metu: liepos mėnesį žymesni kritulių kiekiai iškrito vienuose regionuose, rugpjūtį – kituose. Mažiausias prieaugis buvo tose vietose, kur labiausiai trūko kritulių ir liepos ir rugpjūčio mėnesiais. Be to, 1955 m. įtakos galėjo turėti labai šalta 1954 m. žiema.

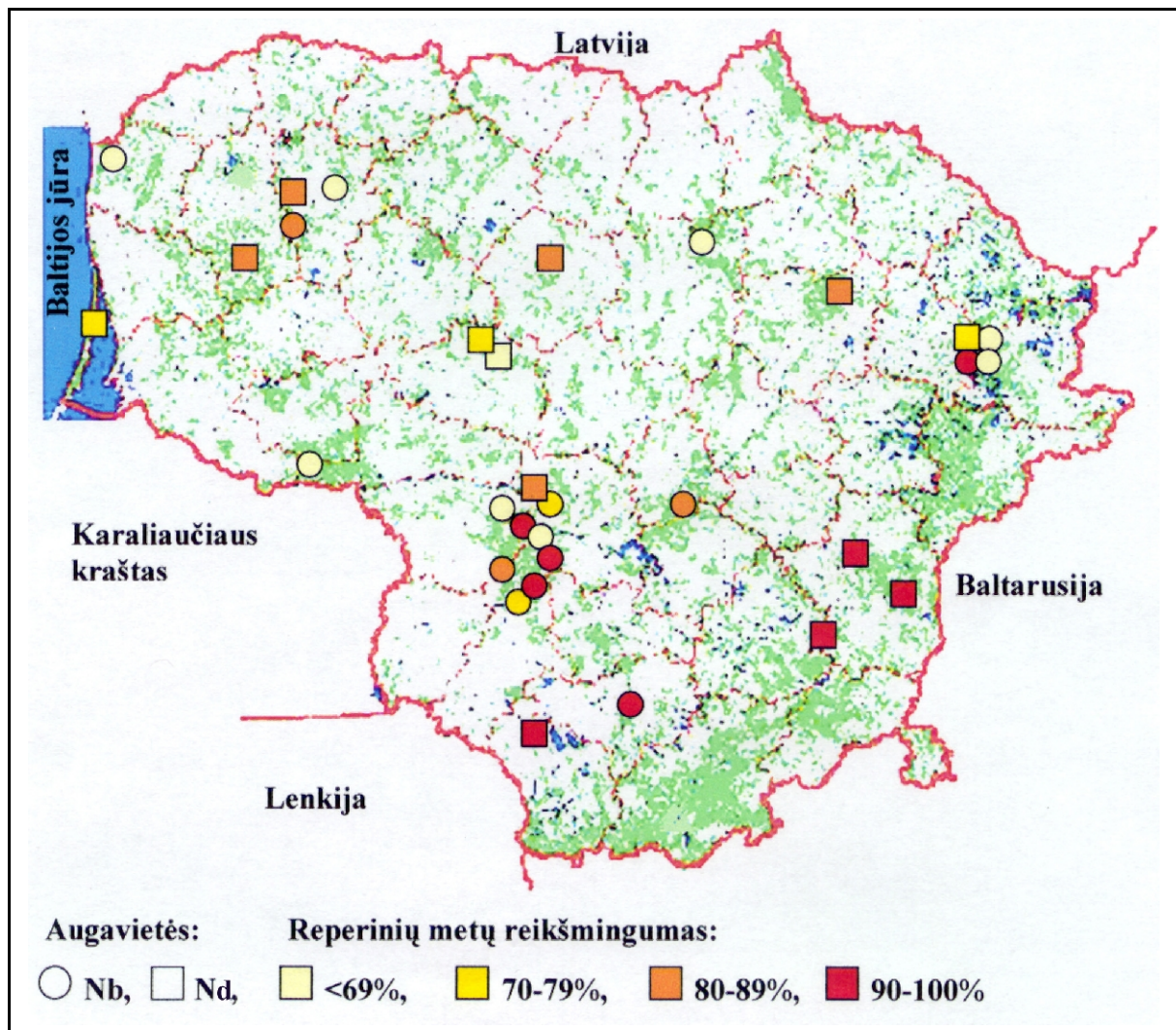
1956 m. Neigiami reperiniai metai būdingi tik drėgnoms augavietėms. Jie mažiau reikšmingi rytinėje Lietuvos dalyje. Šaltas buvo pavasaris ir vasara, pvz., Vilniuje kovo temperatūra buvo -3,4°C, balandžio – 2,6°C, gegužės – 10,6°C). Vasara buvo drėgna (birželį Vilniuje iškrito net 119 mm kritulių). Galima manyti, kad visų šių klimato veiksnių poveikis buvo kompleksinis. Įtakos turėjo: a) šaltas kovas ir vėlesnė vegetacijos pradžia drėgnose augavietėse, nes ten lėčiau atšyla dirvožemis, b) trūko pavasario ir vasaros šilumos, kuri stimuliuoja drėgnų augaviečių prieaugį labiau nei sausų augaviečių, c) drėgna vasara, nes susidarė drėgmės perteklius drėgnose augavietėse.

1962 m. Teigiami reperiniai sausų ir drėgnų augaviečių metai. Prieaugis labiausiai padidėjo pietiniuose ir pietrytiniuose Lietuvos rajonuose, o mažiausiai – šiauriniuose rajonuose (3.33).

Šiuos teigiamo prieaugio metus lėmė didesni kritulių kiekiai, iškritę gegužę ir birželį pietiniuose ir pietrytiniuose Lietuvos rajonuose (Lazdijuose – 92 ir 63 mm).

1971 m. Neigiami reperiniai sausų eglynų augaviečių metai. Metinio radialiojo prieaugio sumažėjimas neturi aiškaus geografinio pasiskirstymo. Didžiosios dalies tyrimo barelių eglynų radialusis prieaugis sumažėjo 90-100% medžių.

Įtakos turėjo sausas pavasaris ir vasara (Vilniuje gegužę iškrito – 8 mm, liepą – 21, o rugpjūtį – 29 mm ir tik birželio kritulių kiekis viršijo normą – 116 mm). Ten, kur kritulių kiekis, ypač birželio mėnesį, buvo didesnis – pietiniuose ir pietrytiniuose rajonuose – reperiniai metai mažiau reikšmingi.



3.33 pav. 1962 reperiniai metinio radialiojo priaugio metai Nb, Nd augavietėse. Skirtingos spalvos rodo medžių kiekį procentais barelyje, kurių padidėjo radialusis priaugis

Fig. 3.33. Pointer 1962 year of annual radial increment on dry forest sites. Different colours indicate the amount of trees (%) in research's plots with increased radial increment

1974 m. Sausų augaviečių teigiami reperiniai metai. Maksimalaus padidėjimo sritis apima šiaurės rytų, pietų, pietryčių ir rytų rajonus.

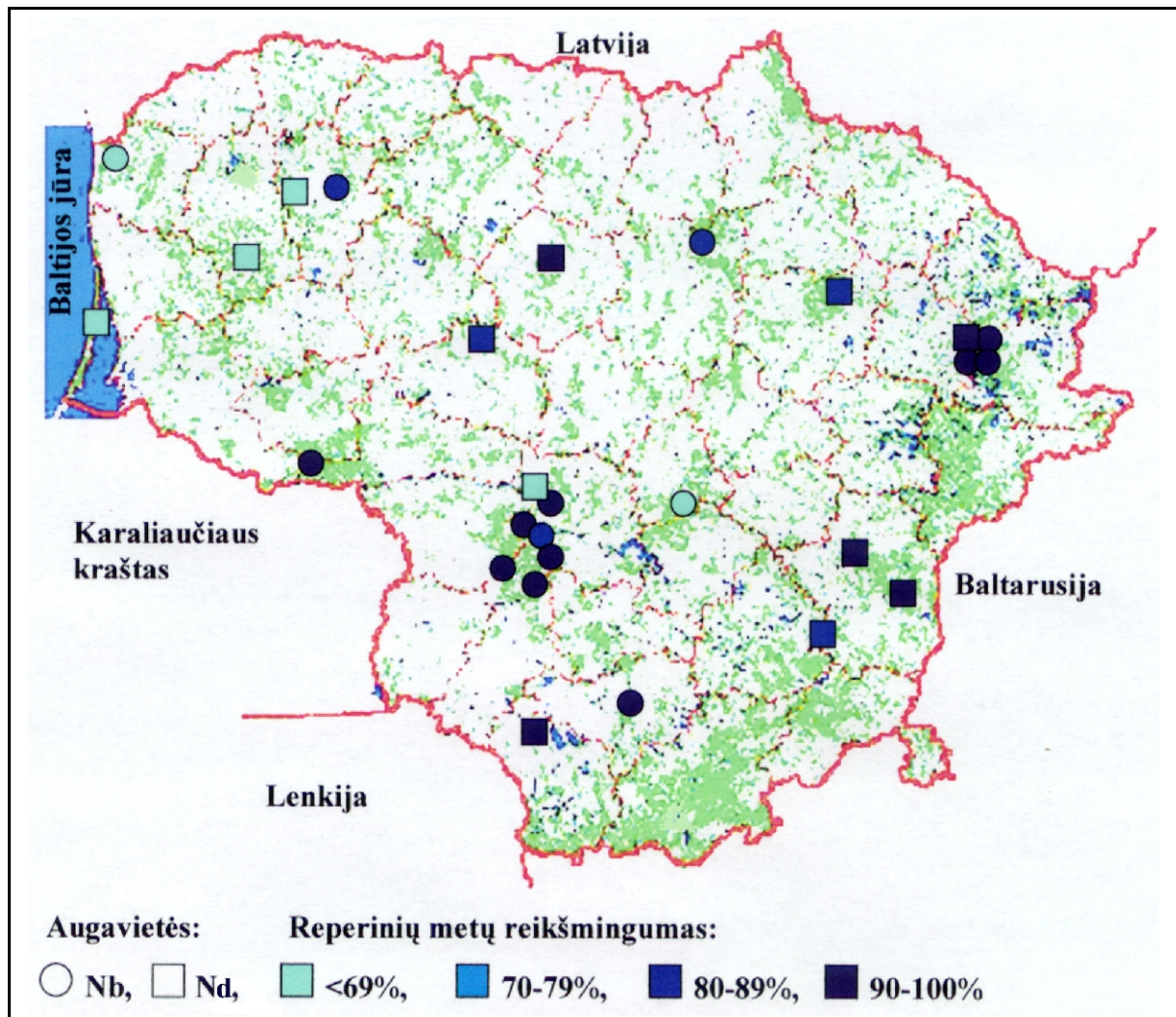
Vėlgi, kaip ir 1962 m., priaugio padidėjimą lėmė drėgna vasara (Vilniuje birželį prilijo 104 mm, o liepą – 113 mm). Pietiniuose ir rytiniuose rajonuose hidroterminiai koeficientai mažiausi, o kritulių kiekiai viršijo 100 mm per mėnesį.

1979 ir 1980 m. Neigiami reperiniai sausų ir drėgnų augaviečių metai. Mažiausiai priaugis sumažėjo vakariniuose rajonuose.

1979 m. neigiamą įtaką turėjo sausas ir karštas birželis (Vilniuje prilijo 41 mm, o temperatūra buvo 18,3°C), kurio krituliai yra labai reikšmingi. Ten, kur kritulių iškrito daugiau, o hidroterminis koeficientas buvo mažesnis (vakariniuose rajonuose), priaugio sumažėjimas buvo mažesnis. 1980 m. neigiamą įtaką turėjo sausa vasara (Vilniuje gegužę iškrito 26 mm, birželį – 33 mm kritulių). Vakariniuose rajonuose mažesnis priaugio sumažėjimas gali būti paaiškintas šiltesnėmis žiemos sąlygomis 1979-1980 m. šaltų žiemų laikotarpiu (3.34 pav.).

1983 m. Teigiami reperiniai drėgnų augaviečių metai. Geografiniai skirtumai neryškūs.

Drėgnų augaviečių prieaugį stimuliavo šilta gegužė (Vilniuje 15,0°C). Sausose augavietėse žymaus prieaugio padidėjimo nebuvo, nes vasara buvo sausoka (Vilniuje prilijo tik 103 mm).



3.34 pav. 1980 reperiniai vėlyvosios medienos radialiojo prieaugio metai Nb, Nd augavietėse. Skirtingos spalvos rodo medžių kiekį procentais barelyje, kurių sumažėjo radialusis prieaugis

Fig. 3.34. Pointer 1980 year of annual radial increment on dry forest sites. Different colours indicate the amount of trees (%) in research's plots with decreased radial increment

1992 m. Neigiami reperiniai sausų ir drėgnų augaviečių metai. Sausų augaviečių vėlyvosios, ankstyvosios medienos ir metinės rievės prieaugis labai reikšmingai sumažėjo visoje Lietuvoje, išskyrus pavienius tyrimo barelius, esančius Žemaitijos aukštumose, kuriuose radialusis prieaugis sumažėjo 70-79% medžių.

Reperinius metus sukėlė ekstremali vasaros sausra trukusi birželio ir liepos mėnesiais, o kai kuriuose rajonuose ir rugpjūčio mėnesiais (1.3.3. skyrius). Žymesnis kritulių kiekis iškritęs lokaliai Telšiuose, teigiamai įtakoją radialųjį prieaugį ir todėl kai kuriuose bareliuose Žemaitijos aukštumose prieaugis sumažėjo tik 70% medžių.

1993 m. Neigiami reperiniai sausų ir drėgnų augaviečių metai. Mažiausias sausų augaviečių prieaugio sumažėjimas buvo pajūrio rajone ir šiaurės rytiniuose Lietuvos rajonuose. Drėgnų augaviečių prieaugio sumažėjimas stipresnis nei sausų, ir jis būdingas visai Lietuvai.

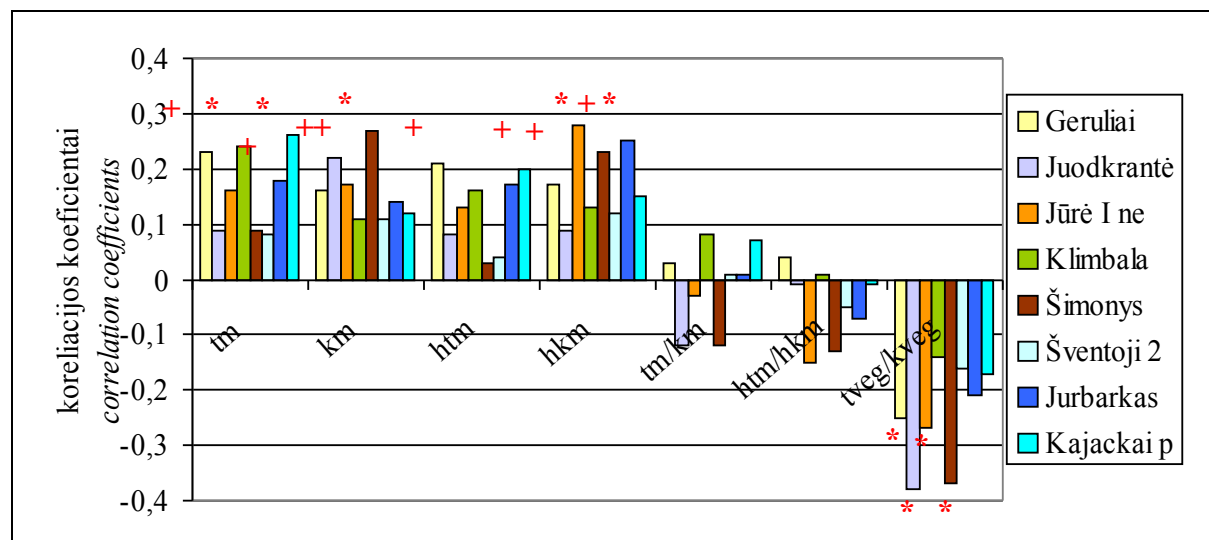
1993 m. tebesijautė ekstremalios 1992 m. vasaros sausros įtaka, kuri buvo ryškiausia ankstyvajai medienai. Galima manyti, kad dar vis buvo nyslūgę gruntiniai vandenys. Kadangi vakariniuose rajonuose – pajūryje 1992 m. rudenį iškrito daugiau kritulių (Klaipėdoje lapkritį iškrito net 142 mm), todėl ir prieaugio sumažėjimas 1993 m. buvo silpnesnis. Eglėms pakenkė ir labai sausas 1993 m. pavasaris (gegužę Vilniuje iškrito tik 38 mm kritulių).

1994 m. Sausų augaviečių neigiami reperiniai prieaugio metai. Vėlyvosios medienos radialusis prieaugis sumažėjo didesnėje Lietuvos dalyje, išskyrus pavienius tyrimo barelius.

Prieaugį riboja sausa ir labai karšta vasara. Drėgmės trūko vietomis ir birželio mėn., o liepos mėnesį kai kur (Dotnuvoje, Kretingoje ir kitur) iš viso nelijo, todėl ir neigiama įtaka pasireiškė vėlyvajai medienai.

3.4. HIDROTERMINIŲ RODIKLIŲ IR KLIMATO VEIKSNIŲ RYŠYS SU PAPRASTOSIOS EGLĖS RADIALIUOJU PRIEAUGIU ATSKIRAIS LAIKOTARPIAIS

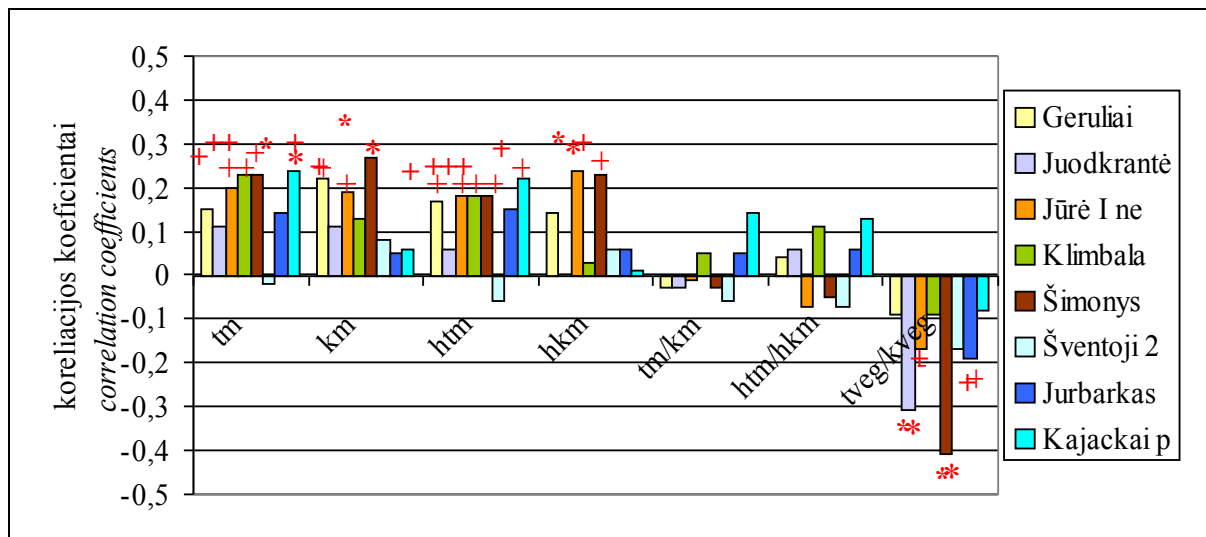
3.35, 3.36 ir 3.37 paveiksluose pateikti koreliacijos koeficientai ir jų patikimumas tarp paprastosios eglės vėlyvosios, ankstyvosios medienos, metinio radialiojo prieaugio ir hidroterminių rodiklių: metų ir hidrologinių metų vidutinės oro temperatūros (tm, htm) bei kritulių kiekio (km, hkm), metų, hidrologinių metų ir vegetacijos laikotarpio (tm/km, htm/hkm, tveg/kveg) hidroterminių koeficientų. Plusu (+) pažymėtos koreliacijos 95% patikimumo, o žvaigždute (*) – 99% patikimumo. Sausų augaviečių bareliai: Geruliai, Juodkrantė, Jūrė I ne, Klimbala, Šimonys, Šventoji 2. Drėgnų – Jurbarkas ir Kajackai p



3.35 pav. Hidroterminių rodiklių ir vėlyvosios medienos prieaugio ryšys XX a. laikotarpiu. Pirmi šeši bareliai sausų augaviečių, o du paskutiniai drėgnų

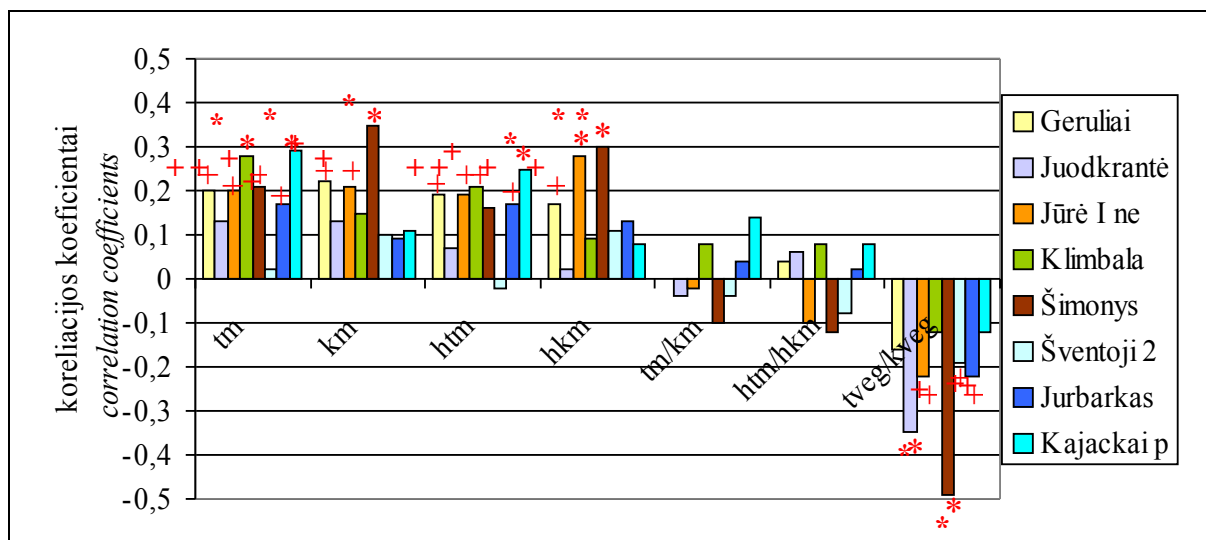
Fig. 3.35. Links between hydrothermal indicators and latewood radial increment during XX century. The first six plots belongs to dry forest types and the last two – to wet types

Esminių skirtumų tarp vėlyvosios, ankstyvosios medienos ir metinio radialiojo prieaugio ryšių nenustatyta. Teigiami ryšiai, rodantys tiesioginę priklausomybę, nustatyti su metų ir hidrologinių metų vidutine oro temperatūra ir kritulių kiekiu. Tuo tarpu ryšiai su metų ir hidrologinių metų hidroterminiu koeficientu yra nepatikimi (teigiami ar neigiami). Koreliacijos koeficientai su einamųjų metų vegetacijos laikotarpio (gegužės-rugpjūčio) hidroterminiu koeficientu yra neigiami ir daugeliu atvejų patikimi ($p \leq 0,05$ ar net $p \leq 0,01$).



3.36 pav. Hidroterminių rodiklių ir ankstyvosios medienos priaugio ryšys XX a. laikotarpiu. Pirmi šeši bareliai sausų augaviečių, o du paskutiniai drėgnų

Fig. 3.36. Links between hydrothermal indicators and earlywood radial increment in during XX century. The first six plots belongs to dry forest types and the last two – to wet types



3.37 pav. Hidroterminių rodiklių ir metinio radialiojo priaugio ryšys XX a. laikotarpiu. Pirmi šeši bareliai sausų augaviečių, o du paskutiniai drėgnų

Fig. 3.37. Links between hydrothermal indicators and annual radial increment during XX century. The first six plots belongs to dry forest types and the last two – to wet types

Tačiau atskiruose tyrimo bareliuose yra didelių ryšio skirtumų, pvz., Šventoji-2 barelyje augančios eglės (Šventosios girininkija) nerodo jokių patikimų koreliacijų su minėtais veiksniais ir tik metinės rievės plotis patikimai neigiamai ($p \leq 0,05$) koreliuoja su vegetacijos laikotarpio hidroterminiu koeficientu. Didesni koreliacijos koeficientai su ankstyvosios medienos ir metinės rievės priaugiu nustatyti Šimonių girioje esančiame tyrimo barelyje (su vegetacijos laikotarpio hidroterminiu koeficientu, net iki $-0,50$, $p \leq 0,01$). Dviejuose tyrimo bareliuose, esančiuose drėgnose augavietėse, gauti panašūs rezultatai. Išsiskiria tik didesni ryšiai su metų ir hidrologinių metų oro temperatūra (dažniausiai patikimi) ir silpnesni su metų ir hidrologinių metų kritulių kiekiu (nepatikimi). Nustatyta, kad hidrologinių metų tirtų klimato veiksnių įtaka yra silpnesnė ir mažiau patikima nei metų.

Išvados:

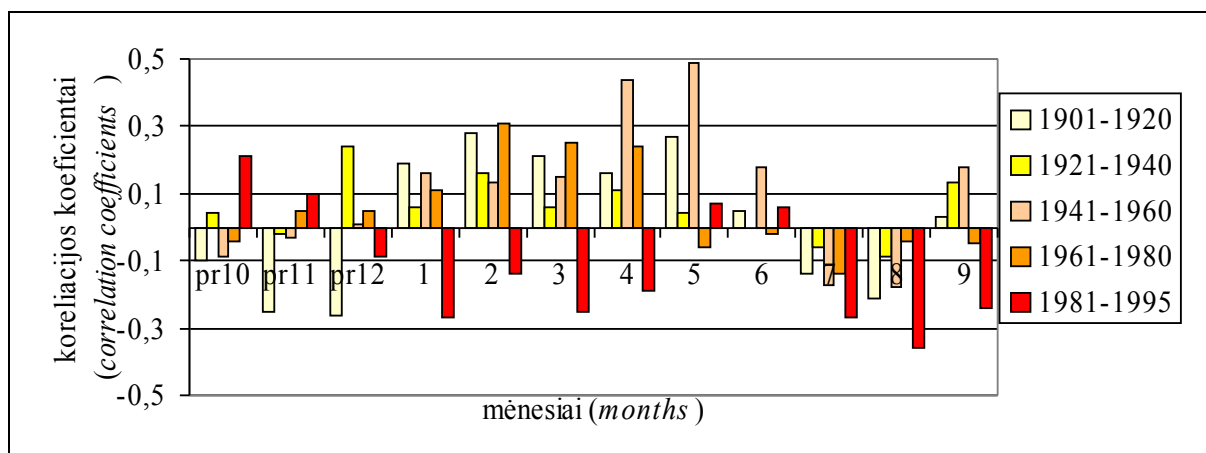
- aukštesnė už daugiametę metų ir hidrologinių metų oro temperatūra bei didesni už vidutinį kritulių kiekiai veikia eglės prieaugį teigiamai.
- Labai stiprią patikimą neigiamą įtaką daro sausi ir karšti vegetacijos laikotarpiai, kurių hidroterminiai koeficientai aukštesni už vidutinius daugiamečius.
- Esminių skirtumų tarp sausų ir drėgnų augaviečių nenustatyta, tačiau aptikti dideli skirtumai tarp atskirų tyrimo barelių.

Koreliacijos koeficientų vidurkiai atskirais XX a. periodais tarp paprastosios eglės radialiojo prieaugio sausose augavietėse ir mėnesio oro temperatūros vidurkių pateikti 3.38, 3.39 ir 3.40 pav., o su kritulių kiekiu – 3.41, 3.42 ir 3.43 paveiksluose. Koreliacijos koeficientų vidurkiai atskirais XX a. laikotarpiais tarp paprastosios eglės radialiojo prieaugio drėgnose augavietėse ir mėnesio oro temperatūros vidurkių pateikti 3.44, 3.45 ir 3.46 pav., o su kritulių kiekiu – 3.47, 3.48 ir 3.49 paveiksluose. Tyrimui parinkti bareliai, kuriuose lokalsios eglės dendroskalės ilgis siekia 100 ir daugiau metų. Iš viso tirti 8 paprastosios eglės tyrimo bareliai: šeši sausose Nb, Nd augavietėse, o du – drėgnose Lb augavietėse. Koreliacijos koeficientai skaičiuoti šiais laikotarpiais: 1901-1920, 1921-1940, 1941-1960, 1961-1980 ir 1981-1995 m. Pirmų keturių laikotarpių koreliacijos patikimumo kritinė reikšmė yra 0,444 ir daugiau ($p \leq 0,05$), o paskutiniojo 1981-1995 m. – 0,514 ($p \leq 0,05$).

Didžiausiu savitumu pasižymi vėlyvoji radialiojo prieaugio mediena. Praeito spalio-gruodžio oro temperatūros įtaka silpna ($r \leq 0,30$). Teigiamą oro temperatūros įtaką sustiprėja nuo vasario ir tęsiasi iki gegužės ($r \leq +0,50$). Nuo birželio įtaka tampa neigiamą ($r = -0,20 - -0,30$). Labiausiai skiriasi birželio oro temperatūros įtaka: teigiama įtaka ($r = 0,00 - +0,15$) vėlyvosios medienos prieaugiui yra silpna, o metiniam prieaugiui ir ankstyvajai medienai būdinga neigiamą įtaka ($r < -0,30$).

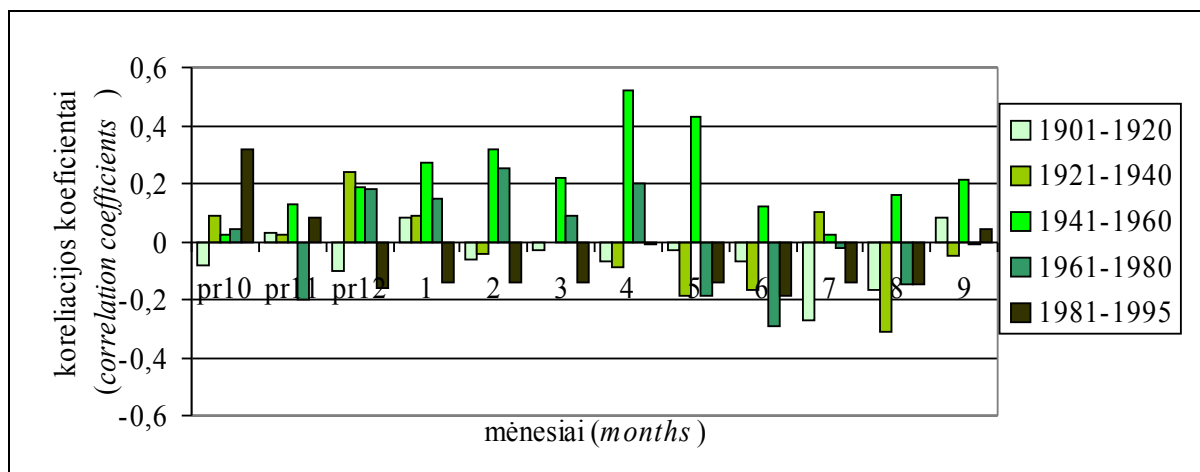
Praeitų metų spalio-gruodžio kritulių įtaka teigiama ($r = +0,10 - +0,20$, sausio – neigiamą ($r = -0,20 - -0,30$). Ryšiams su vasario ir kovo krituliais būdingi dideli svyravimai atskirais laikotarpiais. Nuo balandžio-gegužės ryšiai teigiami ($r \approx +0,30$). Vėlyvosios medienos teigiami ryšiai būdingi ir liepos – rugpjūčio mėnesiais ($r = +0,10 - +0,40$). Ankstyvosios medienos atveju – liepos įtaka silpna, nes jau baigiasi jos formavimasis.

Drėgnose augavietėse būdingi teigiami ryšiai su praeito spalio oro temperatūra ($r = +0,10 - +0,60$). Kitų mėnesių įtaka iki balandžio silpnėsnė ($r = +0,10 - +0,30$). Balandžio įtaka stipriai teigiama (r iki $+0,70$). Birželio silpnai neigiamą įtaką (r iki $-0,30$) pereiną į teigiamą rugpjūčio, rugsėjo mėnesiais ($r = +0,10 - +0,30$).



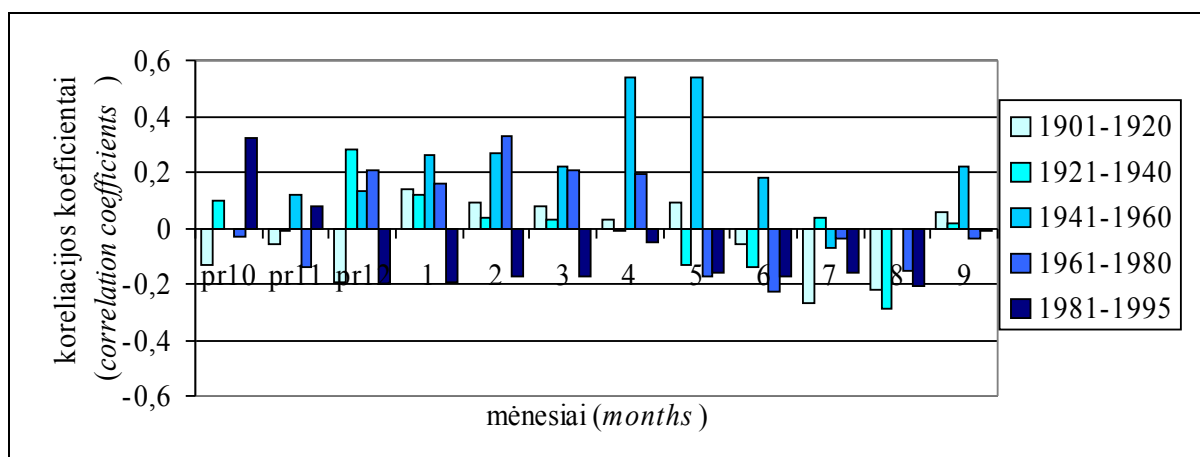
3.38 pav. Paprastosios eglės vėlyvosios medienos radialiojo prieaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio oro temperatūra sausose augavietėse

Fig. 3.38. Links between the latewood radial increment of Norway spruce and air temperature on dry forest sites in respective period



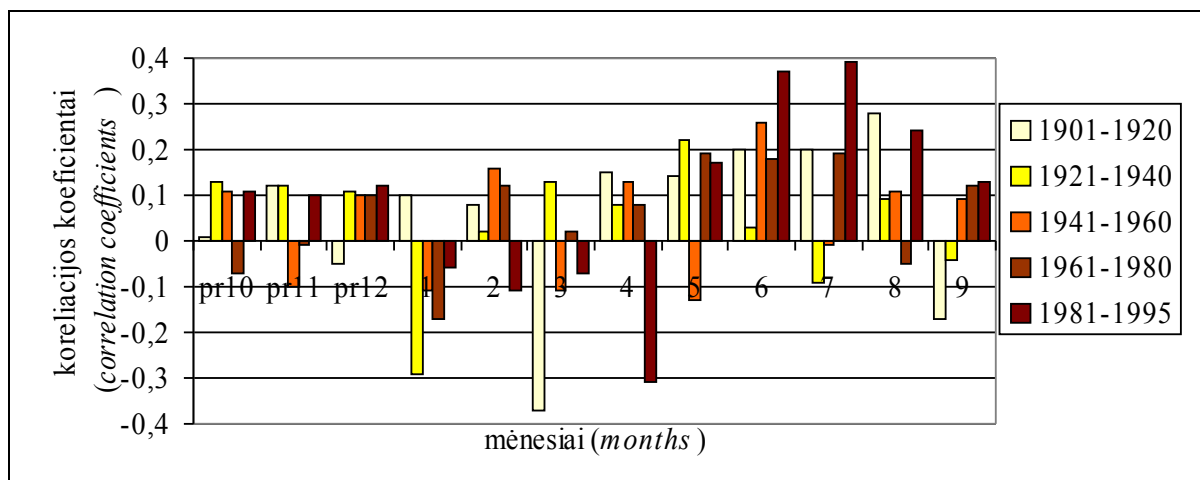
3.39 pav. Paprastosios eglės ankstyvosios medienos radialiojo prieaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio oro temperatūra sausose augavietėse

Fig. 3.39. Links between the earlywood radial increment of Norway spruce and air temperature on dry forest sites in respective period



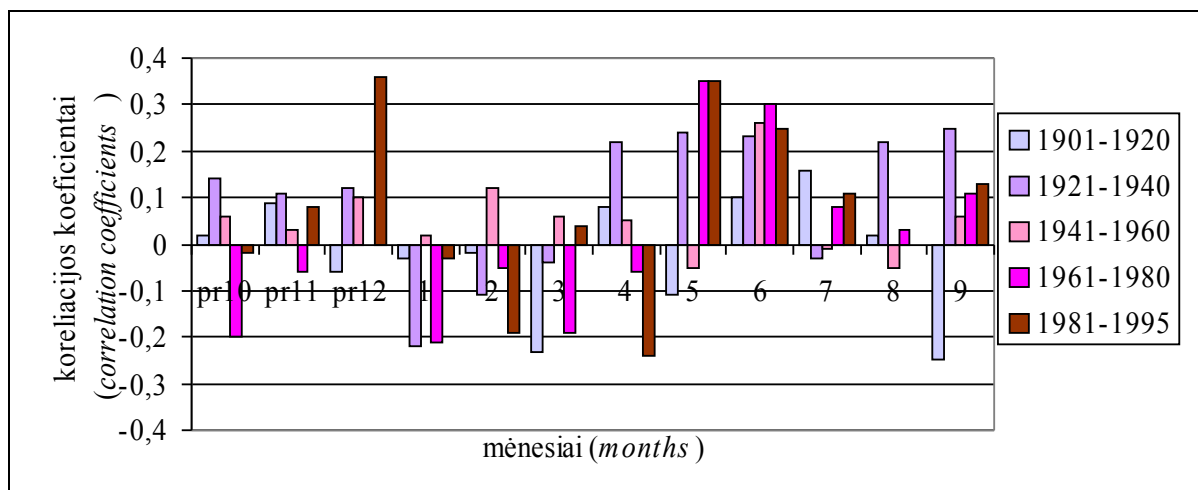
3.40 pav. Paprastosios eglės metinio radialiojo prieaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio oro temperatūra sausose augavietėse

Fig. 3.40. Links between the annual radial increment of Norway spruce and air temperature on dry forest sites in respective period



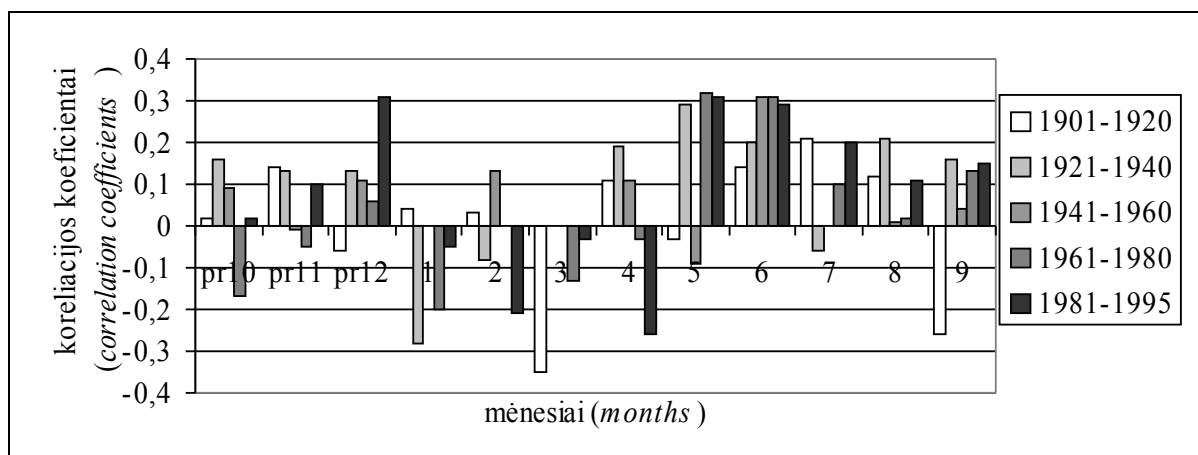
3.41 pav. Paprastosios eglės vėlyvosios medienos radialiojo prieaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio krituliais sausose augavietėse

Fig. 3.41. Links between the latewood radial increment of Norway spruce and precipitation on dry forest sites in respective period



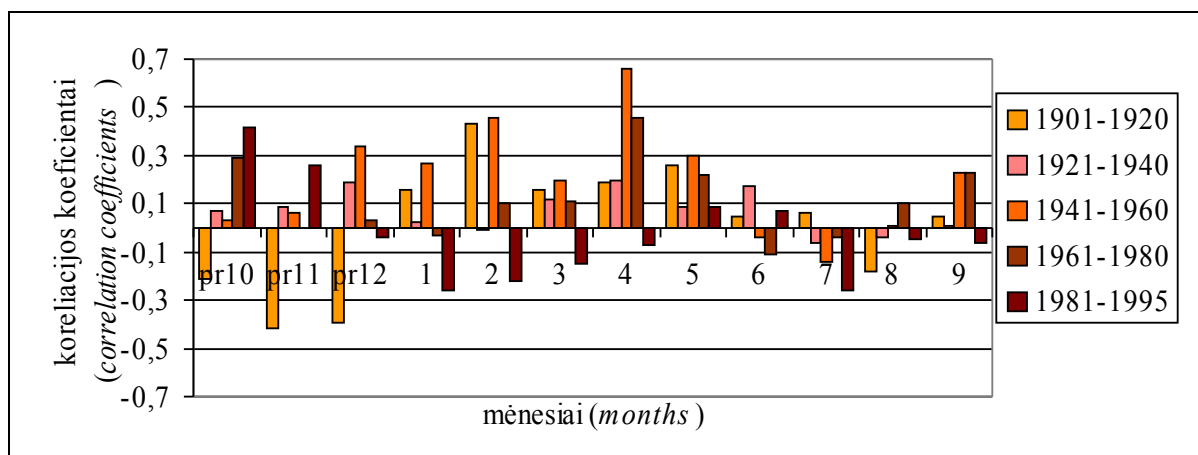
3.42 pav. Paprastosios eglės ankstyvosios medienos radialiojo priaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio krituliais sausose augavietėse

Fig. 3.42. Links between the earlywood radial increment of Norway spruce and precipitation on dry forest sites in respective period



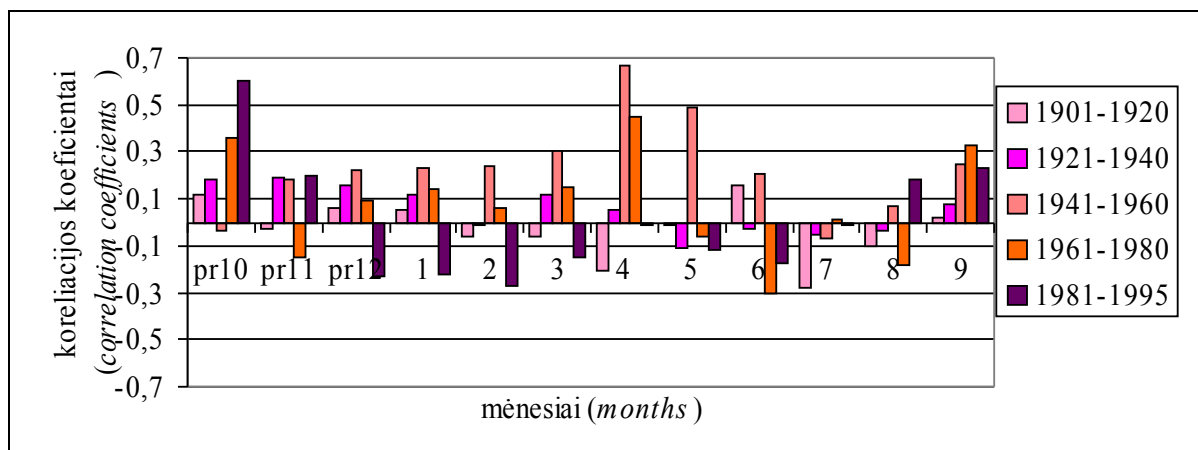
3.43 pav. Paprastosios eglės metinio radialiojo priaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio krituliais sausose augavietėse

Fig. 3.43. Links between the annual radial increment of Norway spruce and precipitation on dry forest sites in respective period



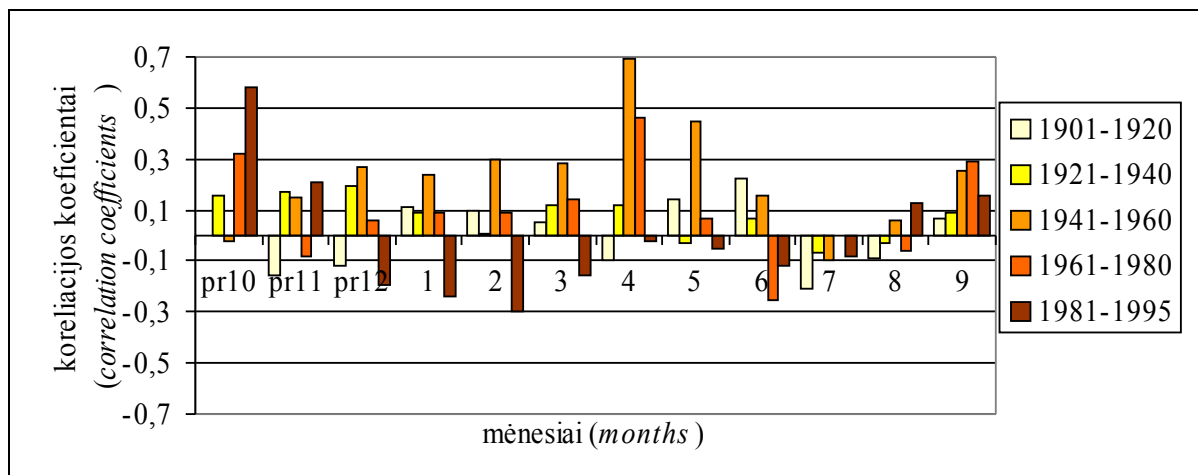
3.44 pav. Paprastosios eglės vėlyvosios medienos radialiojo priaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio oro temperatūra drėgnose augavietėse

Fig. 3.44. Links between the latewood radial increment of Norway spruce and air temperature on wet forest sites in respective period



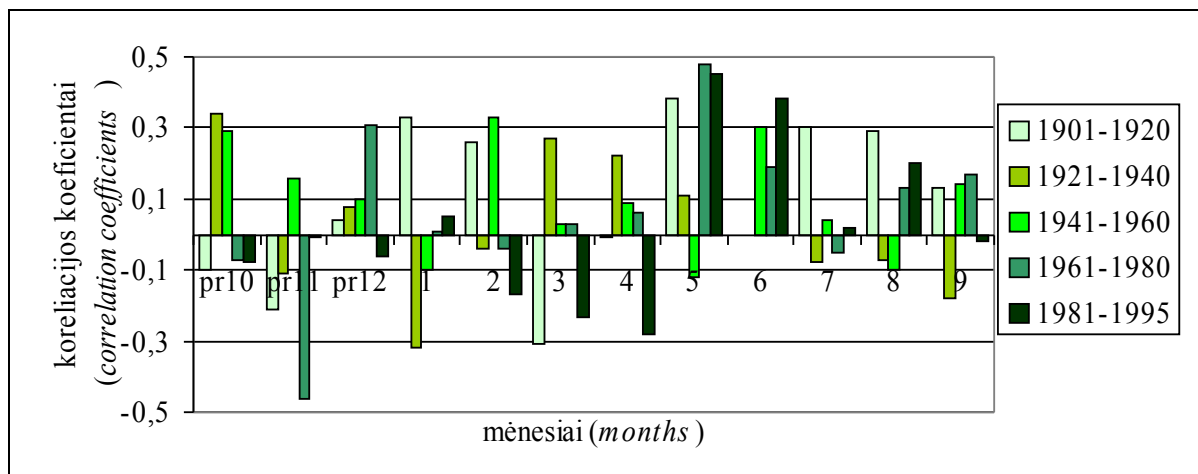
3.45 pav. Paprastosios eglės ankstyvosios medienos radialiojo priaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio oro temperatūra drėgnose augavietėse

Fig. 3.45. Links between the earlywood radial increment of Norway spruce and air temperature on wet forest sites in respective period



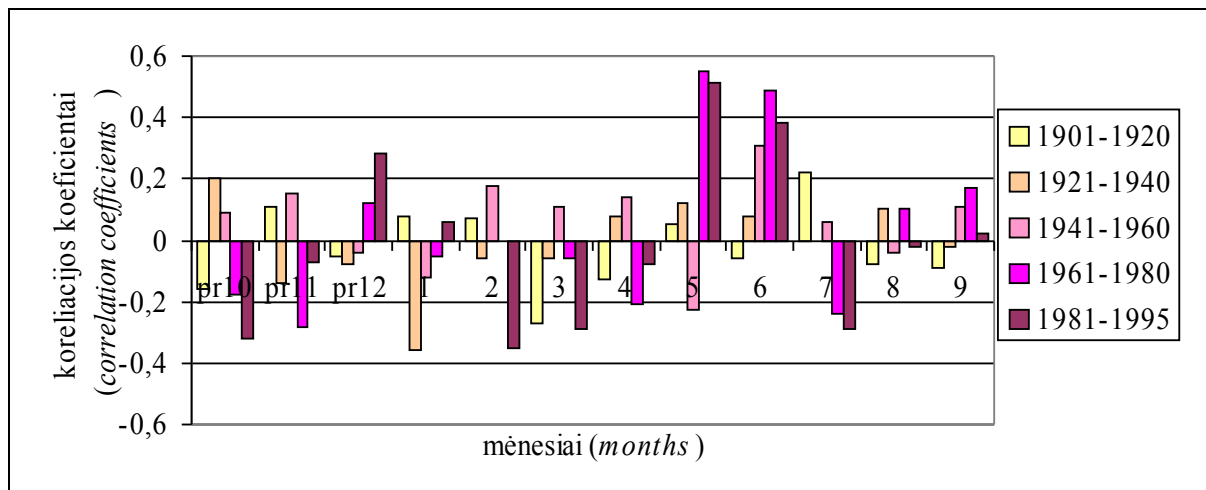
3.46 pav. Paprastosios eglės metinio radialiojo priaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio oro temperatūra drėgnose augavietėse

Fig. 3.46. Links between the annual radial increment of Norway spruce and air temperature on wet forest sites in respective period



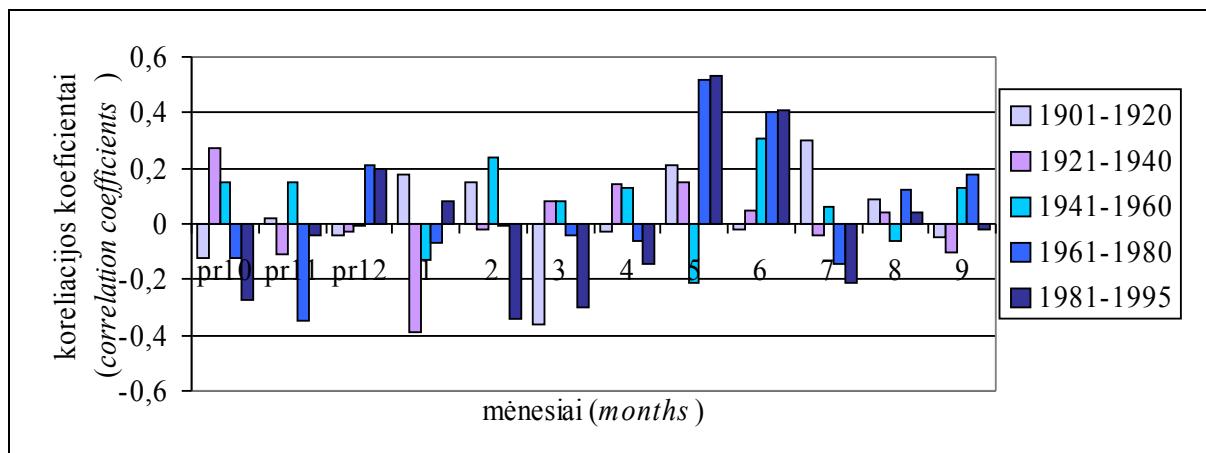
3.47 pav. Paprastosios eglės vėlyvosios medienos radialiojo priaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio krituliais drėgnose augavietėse

Fig. 3.47. Links between the latewood radial increment of Norway spruce and precipitation on wet forest sites in respective period



3.48 pav. Paprastosios eglės ankstyvosios medienos radialiojo prieaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio krituliais drėgnose augavietėse

Fig. 3.48. Links between the earlywood radial increment of Norway spruce and precipitation on wet forest sites in respective period



3.49 pav. Paprastosios eglės metinio radialiojo prieaugio koreliacijos su atitinkamo laikotarpio krituliais drėgnose augavietėse

Fig. 3.49. Links between the annual radial increment of Norway spruce and precipitation on wet forest sites in respective period

Drėgnose augavietėse išsiskiria teigiama gegužės-birželio kritulių įtaka ($r=+0,30 - +0,60$).

Nustatyta didesnė neigiama birželio-rugpjūčio oro temperatūros įtaka sausose augavietėse nei drėgnose. Taip pat drėgnose augavietėse yra reikšmingesnė teigiama praeito spalio oro temperatūros įtaka. Sausose augavietėse yra ryškesnė neigiama sausio kritulių įtaka nei drėgnose.

1901-1920 m. laikotarpiui būdinga:

- neigiama praeito lapkričio-gruodžio oro temperatūros įtaka;
- neigiama liepos oro temperatūros įtaka ankstyvajai medienai ir metiniam prieaugiui;
- stipriai neigiama kovo (sausose ir drėgnose augavietėse) ir rugsėjo (sausose augavietėse) kritulių įtaka;
- teigiama liepos kritulių įtaka drėgnose augavietėse.

1921-1940 m. laikotarpiui būdinga:

- teigiama praeito gruodžio oro temperatūros įtaka vėlyvajai medienai sausose augavietėse;
- neigiama sausio kritulių įtaka sausose augavietėse;
- teigiama balandžio kritulių įtaka ankstyvajai medienai sausose augavietėse;
- teigiama praeito spalio ir neigiama sausio kritulių įtaka drėgnose augavietėse.

1941-1960 m. laikotarpiui būdinga:

- teigiama balandžio-gegužės oro temperatūros įtaka sausose augavietėse;
- teigiama vasario ir balandžio oro temperatūros įtaka vėlyvajai medienai ir balandžio-gegužės ankstyvajai medienai ir metiniam prieaugiui drėgnose augavietėse;
- teigiama vasario ir neigiama gegužės kritulių įtaka drėgnose augavietėse.

1961-1980 m. laikotarpiui būdinga:

- neigiama praeito spalio kritulių įtaka sausose augavietėse;
- neigiama praeito lapkričio kritulių įtaka drėgnose augavietėse;
- teigiama gegužės kritulių įtaka drėgnose augavietėse.

1981-1995 m. **laikotarpis labiausiai išsiskiria iš kitų laikotarpių:**

- teigiama praeito spalio ir lapkričio oro temperatūros įtaka, neigiama – sausio-kovo temperatūros įtaka sausose augavietėse;
- nėra teigiamos balandžio-gegužės oro temperatūros įtakos sausose augavietėse;
- teigiama praeito gruodžio ir neigiama balandžio kritulių įtaka sausose augavietėse;
- teigiama praeito spalio oro temperatūros įtaka drėgnose augavietėse;
- neigiama sausio-balandžio oro temperatūros įtaka drėgnose augavietėse;
- neigiama liepos-rugpjūčio oro temperatūros įtaka vėlyvajai medienai drėgnose augavietėse;
- neigiama vasario-balandžio ir liepos kritulių įtaka drėgnose augavietėse.

3.5. PAPRASTOSIOS EGLĖS SEZONINIO RADIALIOJO PRIEAUGIO TYRIMAI

Paanalizuosime pastarųjų penkerių metų sezoninio prieaugio duomenis ir jų priklausomybę nuo įvairių veiksnių (Karpavičius, Vitas, 2000). Prieš apžvelgdami sezoninio prieaugio priklausomybę nuo klimato veiksnių, trumpai apžvelgsime klimato tiriamu laikotarpiu ypatumus.

Pagrindinis klimato bruožas 1995-1998 m. – vegetacinio augimo sezono metu – dažnos sausringos ir karštos vasaros, ypač jų vidurys (liepos mėn.) ir pabaiga. 1995-1998 m. meteorologiniai duomenys rodo, kad iki 1997 m. vyravo šiltos, sausos vasaros, o 1998 m. vasara lietinga.

1995 m. gegužė buvo vėsesnė už daugiamečę normą 0,5°C, o birželis, liepa ir rugpjūtis atitinkamai 2,7, 0,5 ir 0,8°C šiltesni. Vasara buvo sausoka. Gegužę, birželį ir rugpjūtį iškrito tik 66, 67 ir 46% daugiamečio kritulių vidurkio. Tik liepą kritulių iškrito apie daugiamečę normą. Daug kritulių (128 mm) iškrito kovą ir balandį.

1996 m. pavasario ir vasaros pabaiga buvo šiltesnė už normą – gegužė 1,3 ir rugpjūtis 1,5°C. Birželis ir liepa buvo vėsesni atitinkamai 0,6 ir 1,7°C. Gegužės kritulių kiekis viršijo daugiametį vidurkį 11%, birželį – arti normos, o liepos ir rugpjūčio mėn. iškrito tik 78% ir 16% kritulių.

1997 m. gegužė buvo vėsesnė už normą 1,1°C, o kiti mėnesiai atitinkamai 0,2°C, 1,2°C ir 1,8°C šiltesni. Vasaros pirmoje pusėje bei gegužę kritulių iškrito 32% ir 41% daugiau už normą, o liepą ir rugpjūtį buvo sausa – atitinkamai tik 31% ir 40% kritulių.

1998 m. gegužė ir birželis buvo šiltesni už normą 0,8°C ir 1,4°C, liepa ir rugpjūtis – vėsesni 0,6°C ir 1,5°C. 1998 m. gegužę ir vasarą buvo drėgna – kritulių iškrito 45%, 25%, 26% ir 87% daugiau už daugiametį vidurkį.

Galima konstatuoti, kad paprastoji eglė visais tiriamais metais pradėjo augti maždaug vienu metu: anksčiausiai – balandžio 22 d., vėliausiai – gegužės 4 d. (3.12 lentelė). Eglės vegetacijos pabaiga – rugsėjo pradžia. Koreliacijos koeficientai tarp minėtų integralinio sezoninio prieaugio ir meteorologinių duomenų kreivių (3.50, 3.51 pav.).

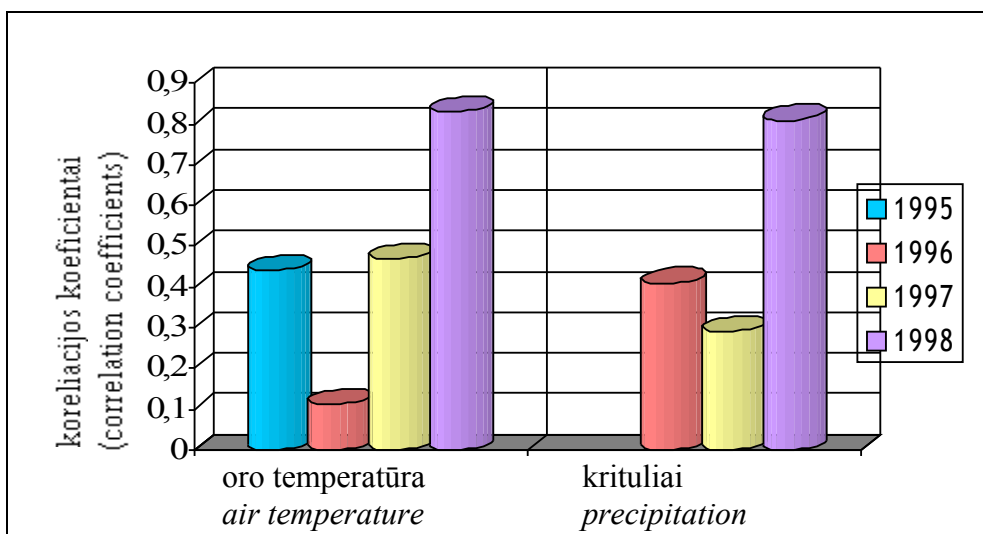
Trumpai apžvelkime kiekvienų metų sezoninio prieaugio priklausomybę nuo temperatūros ir kritulių:

1995 m. vegetacijos periodo temperatūra teigiamai įtakojo eglės prieaugį. Kadangi kovo-balandžio mėn. iškrito net 128 mm kritulių ir dirvožemyje susidarė drėgmės atsargų, todėl, esant vėsiam gegužės ir sausokiems gegužės-birželio mėnesiams, eglės gegužės-birželio mėnesiais neigiamo oro temperatūros poveikio nepajuto. Tačiau liepos-rugpjūčio mėnesiais dėl aukštos birželio-rugpjūčio temperatūros, nors liepą kritulių iškrito arti daugiametės normos, aptinkama neigiama aukštos oro temperatūros įtaka ne tik eglėms, bet ir kitiems medžiams.

3.12 lentelė. Vidutinis 1994-1998 metų sezoninis prieaugis (mm) ir augimo į diametrą pradžia (a – anksčiausiai, v – vėliausiai)

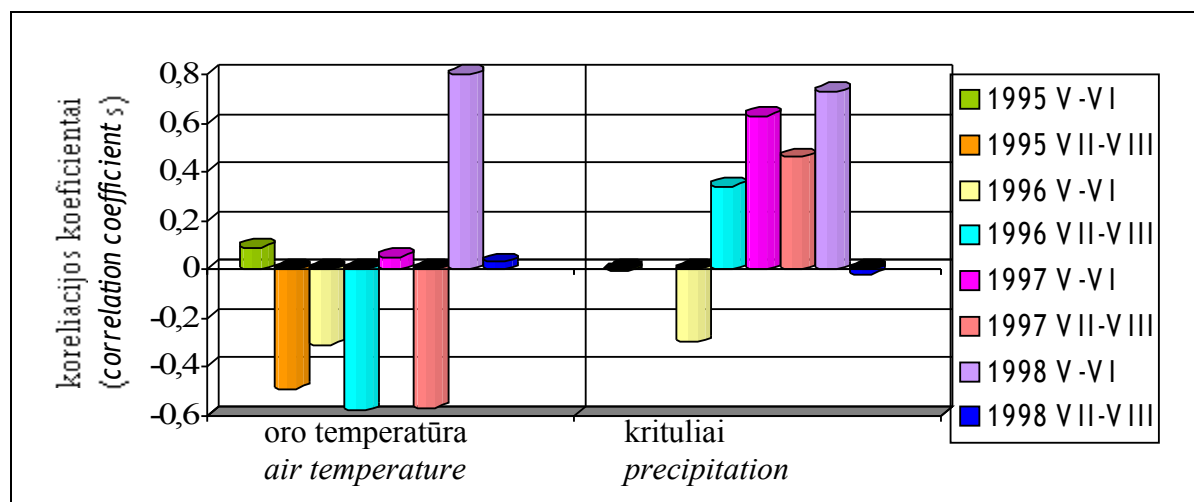
Table 3.12. Average seasonal increment (mm) in 1994-1998 and the beginning of radial growth (a – earliest, v – latest)

Vidutinis prieaugis, mm <i>Average increment, mm</i>	Augimo į diametrą pradžia <i>Beginning of radial growth</i>				
	1994	1995	1996	1997	1998
1,54	04 22(a) 05 04(v)	04 22(a) 04 28(v)	04 22(a) 05 04(v)	vienu metu <i>at one time</i> (04 22)	04 22(a) 05 04(v)



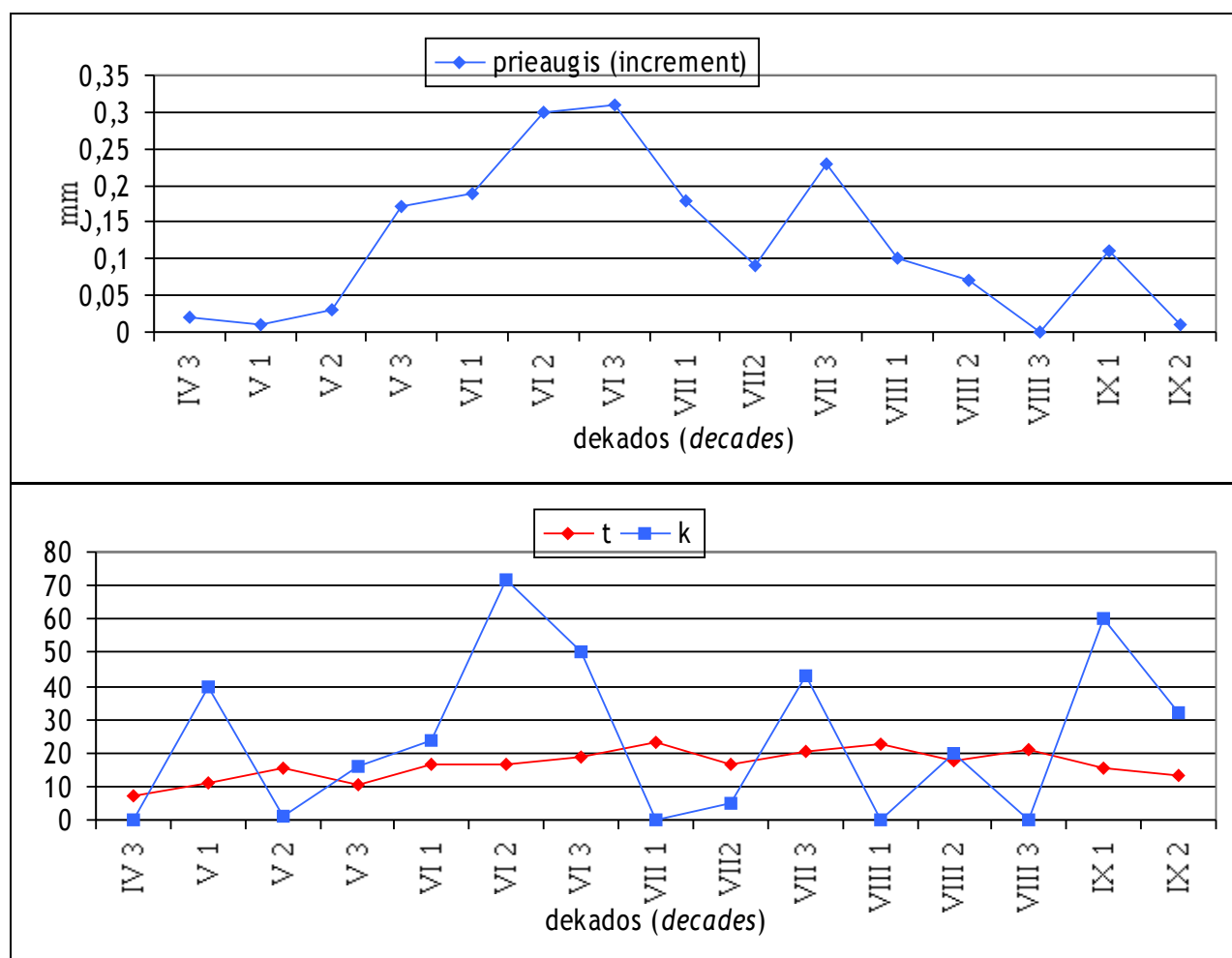
3.50 pav. Paprastosios eglės sezoninio radialinio prieaugio koreliacijos koeficientai su atitinkamo laikotarpio oro temperatūra ir krituliais (1995-1998 m.)

Fig. 3.50. Correlation coefficients between seasonal radial increment of Norway spruce, air temperature and precipitation in respective period (1995-1998)



3.51 pav. Paprastosios eglės sezoninio radialinio prieaugio koreliacijos koeficientai su atitinkamo laikotarpio oro temperatūra ir krituliais (1995-1998 metų V-VI ir VII-VIII mėnesiais)

Fig. 3.51. Correlation coefficients between the radial increment of Norway spruce, air temperature and precipitation in respective periods (during May-June and July-August of 1995-1998)

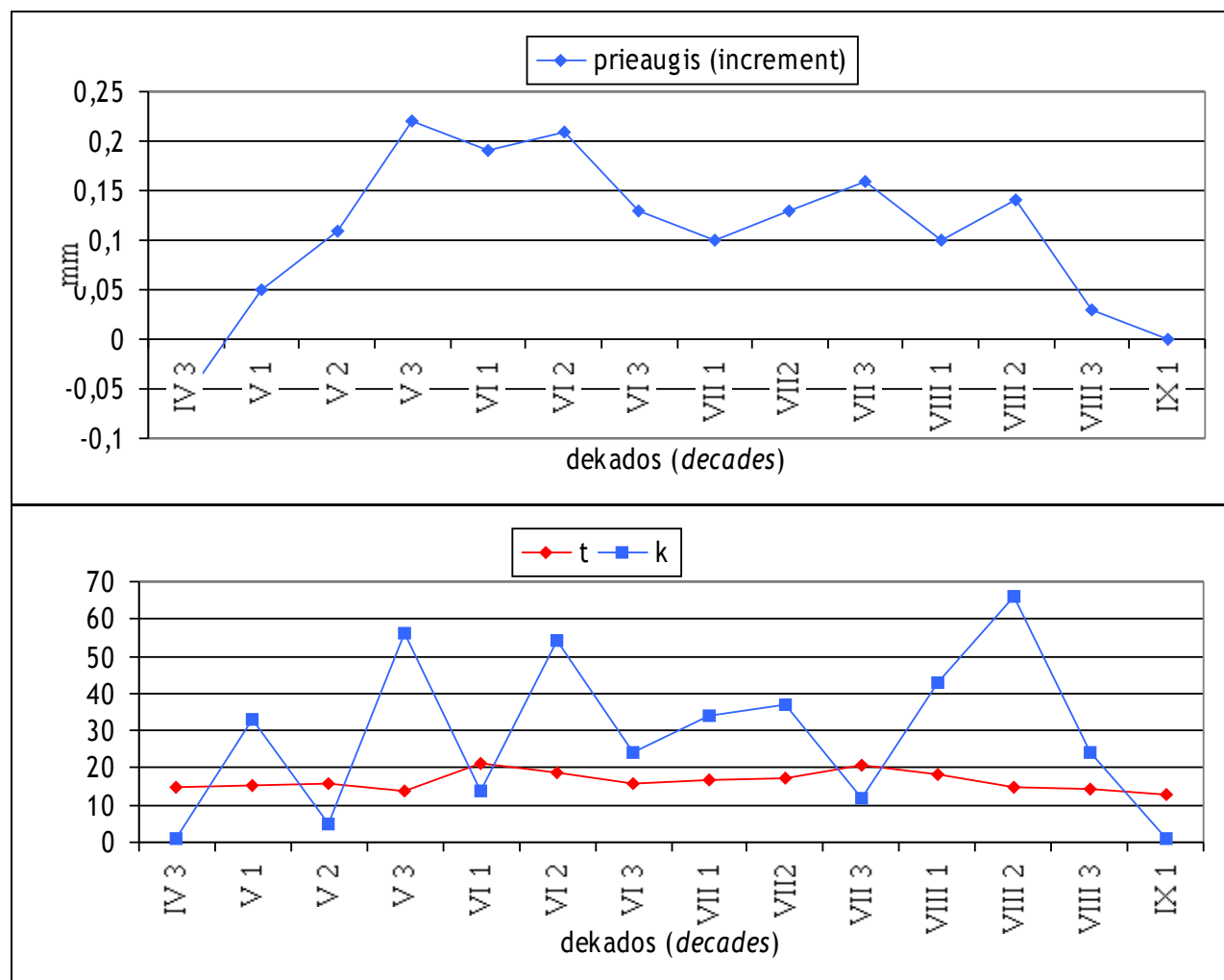


3.52 pav. Medžių sezoninio radialiojo priaugio bei oro temperatūros ir kritulių kitimas 1997 m. (t – temperatūra, k – krituliai)

Fig. 3.52. Seasonal tree radial increment, air temperature and precipitation in 1997 (t – temperature, k – precipitation)

1998 m. vasaros kritulių kiekis vasaros pradžioje turėjo teigiamą įtaką, nors pastarųjų ir iškrito virš normos. Vasaros pabaigos kritulių kiekis įtakos neturėjo. Tai sunku paaiškinti, kadangi oro temperatūra irgi neturėjo teigiamos įtakos. Galima spėti, kad galbūt priaugį limitavo per didelis kritulių kiekis, nes tuo pat metu garavimas buvo nedidelis, nes oro temperatūra žema (3.53 pav.).

Pažymėtina, kad analogiškos išvados buvo gautos (Karpavičius, Yadav, Kairaitis, 1996), tyrinėjant metinio priaugio priklausomybę nuo kai kurių mėnesių vidutinės temperatūros ir kritulių. Tačiau taip analizuojant, labai sunku išskirti momentus, kada prasideda neigiamas ar teigiamas kurio nors klimato veiksnio poveikis. Tik panaudojus medžių perimetro matavimus juostų metodu, gana patikimai pavyko nustatyti poveikio pradžią ir pabaigą, išsamiau paaiškinant radialiojo priaugio ypatumus.



3.53 pav. Medžių sezoninio radialiojo priaugio bei oro temperatūros ir kritulių kitimas 1998 m. (t – temperatūra, k – krituliai)

Fig. 3.53. Seasonal tree radial increment, air temperature and precipitation in 1998 (t – temperature, k – precipitation)

Nustatyta, kad po ilgesnio karšto laikotarpio, net ir iškritus mažam kritulių kiekiui, medžiai reaguoja teigiamai ir greitai. Karšta ir sausa vasaros antroji pusė mažina įvairių medžių rūšių biologinių reakcijų į sausrą skirtumus. Aukšta oro temperatūra, kaip pagrindinis limituojantis veiksnys, neigiamai koreliuoja su radialiuoju prieaugiu.

3.6 PAPRASTOSIOS EGLĖS RADIALIOJO PRIEAUGIO TYRIMO REZULTATŲ APTARIMAS

Eglynai geriausiai atitinka bendrąsias Lietuvos klimato sąlygas, sudaro zoninę augaliją ir fiziniu-geografiniu požiūriu yra reikšmingiausi (Basalykas, 1958). Šiuo metu eglynai užima 16,4% Lietuvos miškų ploto (Kuliešis, 1999). Paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) metinės rievės gerai atspindi aplinkos pokyčius ir klimato svyravimus (Ozolinčius, 1998; Schweingruber, 1993; Stravinskienė, 1997; Vitas, 1996, 1998a; Битвинскас, 1965, 1974 ir kt.).

Paprastoji eglė Lietuvoje auga nuo ankstyvojo Holoceno (7700-6000 m. pr. Kr.) (Kairiūkštis, 1962; Karazija, 1988). Šiuo metu eglynai daugiausiai paplitę vakarinėje Lietuvos dalyje – Žemaitijoje (Kairiūkštis, 1962).

Lietuvoje eglynai dažniausiai auga drėgnuose augaviečių tipuose – mėlynšilyje, mėlyngiryje (Kenstavičius, Brukas, 1984). Tačiau jautriausias ekstremaliems klimato veiksniams rieves turi medžiai, augantys ne optimaliose augimo sąlygose (Fritts, 1987; Lovelius, 1997, Stokes, Smiley, 1968; Stravinskienė, 2000; Ловелиус, 1979, 1980; Чершкене, 1972).

Tyrimo barelių pasirinkimo, medžių gręžinių surinkimo ir metinių rievių matavimo darbai atlikti pagal tarptautines, dendrochronologiniuose tyrimuose naudojamas, metodikas.

Tyrimo metu nustatyta, kad didžiausias jautrumas ir prieaugio variacijos būdingos vėlyvajai radialiojo prieaugio medienai (nuo 0,20 iki 0,43). Ankstyvosios medienos ir metinės rievės jautrumas buvo nuo 0,12 iki 0,24 ir nuo 0,11 iki 0,23. Tai atitinka kitų mokslininkų išvadas tiriant įvairias medžių rūšis (Феклистов, Евдокимов, Барзут, 1997).

Nesinchroniško radialiojo prieaugio medžių skaičius (%) tyrimo barelyje atitinka tolimesnio tyrimo etapuose nenaudotų medžių radialiojo prieaugio kreivių procentą. Tyrimai parodė, jog medžių radialiojo prieaugio sinchroniškumas barelyje yra labai skirtingas. Vėlyvosios medienos prieaugio vidutinis nesinchroniškumas – 31%, ankstyvosios – 19% ir metinės rievės – 16%. Dažniau pasitaikantis nesinchroniškumas tarp vėlyvosios medienos radialiojo prieaugio eilučių gali būti paaiškintas reakcine mediena. Reakcinė mediena – anomali ksilema, susidedanti iš didesnio tankio ląstelių. Spygliuočiuose ji aptinkama medžio kamieno ar šakų spaudimo pusėje (Kaenel, Schweingruber, 1995; Timell, 1986). Kadangi reakcinė spaudimo mediena susideda iš didesnio tankio ląstelių, ji sunkiai diferencijuojama nuo normalios vėlyvosios medienos. Reakcinės medienos susiformavimas susijęs su aplinkos veiksnių, veikiančių medžio vertikalią padėtį, poveikiu. Lietuvoje tai dažniausiai susiję su vėjo poveikiu. Ne visuomet vienodas metinis radialinis prieaugis būna ir visomis stiebo kryptimis. Spygliuočiai medžiai Lietuvoje dažnai plačiausias rievės formuoja iš šiaurinės, rytinės ar šiaurės-rytinės pusės (Карпавичюс, 1981). Lietuvoje tai susiję su vyraujančiais vakarų, pietų ir pietvakarių vėjais, lenkiančiais medžius šiaurės, šiaurės-rytų kryptimi, nes esant lenkimui kuria nors kryptimi, spygliuočiai medžiai, išlaikydami vertikalią padėtį, įlinkusioje pusėje formuoja platesnes rieves (Турманина, 1971).

Taip pat nustatyta, kad nesinchronišku prieaugiu pasižymi žymiai jaunesni ar senesni medžiai lyginant su vidutiniu barelio medžių amžiumi. Šie rezultatai atitinka kitų mokslinių tyrimų išvadas, kuriose konstatuota, kad nesinchroniško prieaugio medžių būna nuo 10% iki 20% ar net 30% (Stravinskienė, 2002; Битвинскас, 1974; Розанов, Нестеров, Кириенко,

1975). Taip pat pasitvirtino užsienio mokslininkų rezultatai, kad paprastosios eglės radialiojo priaugio eilučių sinchronizacija yra sudėtinga ir dažnai mažai patikima. Tai pastebima ir tiriant reperinius paprastosios eglės radialiojo priaugio metus, kurie dažnai tarp medžių nesutampa (Becker, 1978).

Naudojant lokalias tyrimo barelių dendroskales, po pakartotinio sinchronizavimo sudarytos sausų eglynų augaviečių (žaliašilio 1868-1999 m. ir sausgirio 1900-1999 m.) etaloninės dendroskalės, apimančios ne tik metinio radialiojo priaugio, bet ir vėlyvosios bei ankstyvosios medienos duomenis. Etaloninių dendroskalių sudarymui panaudoti 818 atskirų medžių radialiojo priaugio eilučių duomenys. Šios etaloninės dendroskalės, apimančios lokalių tyrimo barelių tinklą Lietuvos teritorijoje, gali būti naudojamos praktiniams Lietuvos ir užsienio mokslininkų tikslams.

Koreliacijos koeficientai tarp sudarytų etaloninių dendroskalių ir Saulės aktyvumo kinta nuo +0,04 iki +0,12 ir yra nepatikimi. Panašumo koeficientai yra didesni ir svyruoja nuo 52,4 iki 61,4. Nustatyti didesni koreliacijos ir panašumo koeficientai su Nd augavietės etalonine skale. Ankstesni spygliuočių ir lapuočių tyrimai patvirtina silpną Saulės aktyvumo ryšį su radialiuoju priaugiu (Stravinskienė, 2002). Žymius koreliacijos ir panašumo koeficientų skirtumus galima paaiškinti netiesiniais ryšiais, kurie nenustatomi koreliacine analize.

I. Čerškienė 1978 m. pristatė Lietuvos eglynų dendrochronologinius tyrimus (Чершкене, 1978). Ji nustatė eglynų priaugio padidėjimo 1933-1934, 1948-1949 ir 1960-1961 metus. Priaugis sumažėjo 1920-1921, 1930-1931, 1941-1942, 1954-1955 ir 1964-1965 m. Šiame darbe sudarytų etaloninių sausų augaviečių dendroskalių priaugio padidėjimo: 1879-1880, 1884, 1897-1888, 1905, 1916, 1946-1951, 1961-1962, 1974, 1983-1987, 1990 ir 1997-1999 metai. Priaugis sumažėjo: 1886-1889, 1895, 1912-1915, 1931, 1941-1942, 1952-1956, 1964-1969, 1971, 1979-1980, 1992-1994 metais. Abiejų tyrimų rezultatai iš esmės sutampa. Pagrindinis skirtumas, lyginant su rezultatais gautos I. Čerškienės – ilgesnis tyrimo laikotarpis apimantis visą XX amžių.

Vienas svarbiausių dendrochronologijos principų – limituojančių veiksnių principas. Medžio augimas negali būti spartesnis, nei leidžia labiausiai pastarąjį ribojantis veiksnys. Veiksnių poveikio intensyvumas kinta kasmet ar net kelis kartus per sezoną. Jei veiksniai pasikeitė priaugis daugiau neberibojamas, priaugis padidėja, kol kitas veiksnys netampa limituojančiu. Šis principas yra visos dendrochronologijos esmė. Be šių veiksnių būtų neįmanoma sinchronizacija, datavimas bei klimato atoveikio paieška medžių radialiojo priaugio rievėse. Kuo platesnėje teritorijoje priaugį ribojantys veiksniai veikia, tuo lengviau aptikti priaugio pokyčius rievėse (Fritts, 1987).

Tyrimui naudoti du šiuolaikiniai klimato veiksnių poveikio medžių radialiajam priaugiui tyrimo metodai. Tai – daugiafaktorinė regresinė analizė – atsako funkcija, kurios rezultatai yra tikslesni nei koreliacinės analizės, bei reperinių metų analizė. Apibendrinus abiejų šių tyrimų rezultatus, gauti išsamūs klimato veiksnių įtakos paprastosios eglės radialiajam priaugiui rezultatai.

Prieš gaunant klimato veiksnių įtakos eglės radialiajam priaugiui rezultatus, buvo atlikta daug skaičiavimų. Sukaupiti mėnesio oro temperatūros ir kritulių pastoviųjų ir laikinųjų stočių duomenys per visą jų veikimo laikotarpį. Šioje darbo dalyje didžiausi sunkumai buvo trūkstamos duomenų reikšmės – laikotarpiai, kai stotys neveikė, ypač I ir II Pasaulinių karų laikotarpiais. Iš viso turimi 49 stočių oro temperatūros ir 170 stočių kritulių duomenys.

Atsako funkcijos koeficientų grafikai sudaryti kiekvieno tyrimo barelio vėlyvajai ir ankstyvajai medienai bei metiniam radialiajam priaugiui. Po to sudarytos atsako funkcijos koeficientų geografinio pasiskirstymo schemos pagal kritulių ir oro temperatūros ryšio koeficientus bei pagrindinius augaviečių tipus: Nb-Nd ir Lb-Lc. Paprastosios eglės reperinių metų geografinio pasiskirstymo schemos suskirstytos pagal pagrindinius augaviečių tipus

(Nb-Nd ir Lb-Lc) bei apima ne tik metinio radialiojo prieaugio, bet ir vėlyvosios bei ankstyvosios medienos duomenis.

Duomenys rodo, kad sausose augavietėse augančių eglių vėlyvosios medienos prieaugį teigiamai įtakoja aukštesnė už vidutinę pavasario kovo, balandžio ir gegužės (patikimai) bei neigiamai – aukštesnė už vidutinę daugiametę liepos, rugpjūčio oro temperatūra. Neigiamai veikia didesnis už vidutinį sausio, o teigiamai – didesnis už daugiametį gegužės, birželio (patikimai) ir liepos (patikimai) kritulių kiekis. Drėgnose augavietėse eglių prieaugį teigiamai įtakoja aukštesnė už vidutinę balandžio (patikimai) ir gegužės oro temperatūra, o neigiamai – aukšta liepos-rugsėjo oro temperatūra. Praeito spalio bei birželio kritulių įtaka teigiama, nors ir nepatikima, o praeito lapkričio, sausio, rugpjūčio (patikimai) ir rugsėjo – neigiama.

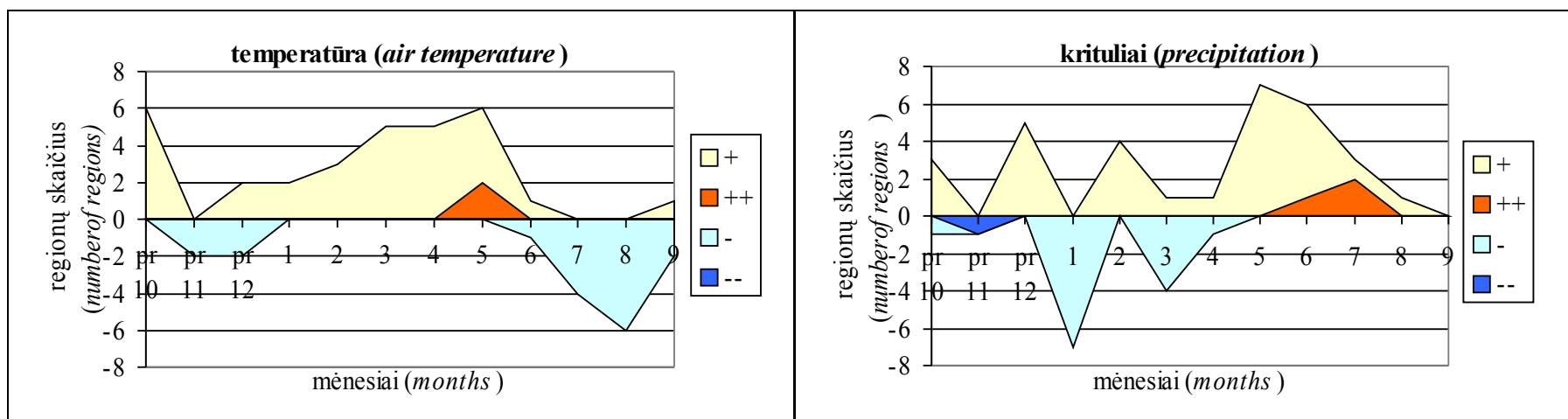
3.13 lentelėje pateiktas vėlyvosios medienos ir atskirų mėnesių oro temperatūros bei kritulių ryšys Lietuvos regionuose: Pa – pajūryje, Ž – Žemaitijoje, C – centrinėje Lietuvoje, PV – pietvakarių, P – pietų, R – rytų, Š – šiaurės, ŠR – šiaurės rytų rajonuose. Lentelėse pažymėtas ryšio reikšmingumas: 0 – ryšio nėra, ? – ryšys neaiškus, + teigiamas ryšys, ++ patikimas teigiamas ryšys ($p \leq 0,05$), – neigiamas ryšys, — patikimas neigiamas ryšys ($p \leq 0,05$).

3.13 lentelė. Oro temperatūros (skaitiklyje) ir kritulių (vardiklyje) įtaka eglės vėlyvosios medienos radialiajam prieaugiui Lietuvoje

Table 3.13. Impact of air temperature (numerator) and precipitation (denominator) on the latewood radial increment of Norway spruce in Lithuania

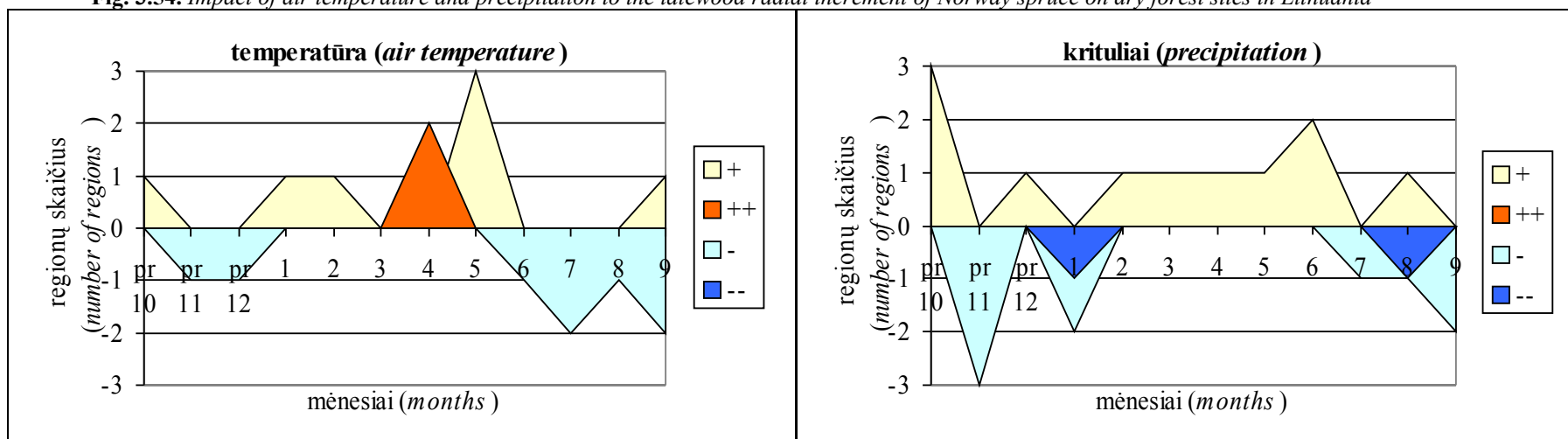
Mėnesiai <i>Months</i>	Sausos augavietės <i>Dry forest sites</i>								Drėgnos augavietės <i>Wet forest sites</i>		
	Pa	Ž	C	PV	P	R	Š	ŠR	Ž	PV	R
Spalis <i>October</i>	$\frac{0}{-}$	$\frac{+}{?}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{+}$
Lapkritis <i>November</i>	$\frac{0}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{-}{?}$	$\frac{0}{?}$	$\frac{?}{?}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{?}{-}$	$\frac{-}{-}$
Gruodis <i>December</i>	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-}{+}$
Sausis <i>January</i>	$\frac{?}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{?}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{-}$
Vasaris <i>February</i>	$\frac{?}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{?}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{?}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{0}$
Kovas <i>March</i>	$\frac{?}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{?}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{?}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{+}$
Balandis <i>April</i>	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{?}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{++}{+}$	$\frac{++}{0}$	$\frac{0}{0}$
Gegužė <i>May</i>	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{++}{+}$	$\frac{++}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{0}$
Birželis <i>June</i>	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{?}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{?}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{-}{+}$	$\frac{?}{+}$	$\frac{0}{0}$
Liepa <i>July</i>	$\frac{0}{+}$	$\frac{?}{++}$	$\frac{-}{?}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{+}$	$\frac{?}{++}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{0}$
Rugpjūtis <i>August</i>	$\frac{0}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{?}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{-}$

Rugsējis <i>September</i>	$\frac{+}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{?}{0}$	$\frac{-}{?}$	$\frac{?}{?}$	$\frac{?}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{-}{-}$
---------------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------



3.54 pav. Oro temperatūros ir kritulių įtaka vėlyvosios medienos radialiajam prieaugiui sausose augavietėse

Fig. 3.54. Impact of air temperature and precipitation to the latewood radial increment of Norway spruce on dry forest sites in Lithuania



3.55 pav. Oro temperatūros ir kritulių įtaka vėlyvosios medienos radialiajam prieaugiui drėgnose augavietėse

Fig. 3.55. Impact of air temperature and precipitation to the latewood radial increment of Norway spruce on wet forest sites in Lithuania

- Žemaitijos aukštumose sausose augavietėse – patikima teigiama liepos kritulių įtaka, o drėgnose – teigiama balandžio oro temperatūros ir neigiama rugpjūčio kritulių įtaka.
- Pietvakarių Lietuvoje sausose augavietėse – neigiama praeito lapkričio kritulių įtaka, o drėgnose augavietėse ir teigiama balandžio oro temperatūros įtaka.
- Rytų Lietuvoje drėgnose augavietėse yra patikima neigiama sausio kritulių įtaka.
- Šiauriniuose rajonuose sausose augavietėse – teigiama gegužės oro temperatūros įtaka.
- Šiaurės rytiniuose rajonuose sausose augavietėse teigiamų patikimų ryšių daugiau: gegužės oro temperatūra, birželio ir liepos krituliai.
- Statistiškai patikimų ryšių nei su oro temperatūra nei krituliais pajūrio regione, pietų bei centrinėje Lietuvoje nenustatyta.
- Drėgnose augavietėse stipresnė balandžio oro temperatūros teigiama įtaka.
- Kritulių įtakos skirtumai sausose ir drėgnose augavietėse didesni nei oro temperatūros: drėgnose augavietėse visuose tirtuose regionuose yra neigiama praeito lapkričio kritulių įtaka, o sausose – tik viename. Gegužės-liepos mėnesiais sausose augavietėse vyrauja teigiama kritulių įtaka, nors patikima tik kai kuriuose regionuose. Drėgnose augavietėse vyrauja neigiami ryšiai su liepos-rugsėjo kritulių kiekiu. Rugsėjo kritulių neigiama įtaka patikima dviejuose iš trijų tirtų regionų.

3.13 lentelės duomenys pavaizduoti 3.54 ir 3.55 paveiksle. Paveiksle parodytas regionų skaičius, kuriame vyraavo teigiama (+), teigiama patikima ($p \leq 0,05$) (++), neigiama (-) ir neigiama patikima ($p \leq 0,05$) (--) klimato veiksnių įtaka.

Paaikškėjo, kad sausose ir drėgnose augavietėse ankstyvosios medienos prieaugi teigiamai įtakoja aukštesnė už vidutinę praeito spalio ir balandžio (patikimai) oro temperatūra. Neigiamai – aukšta birželio oro temperatūra (statistiškai įtaka nepatikima). Sausose ir drėgnose augavietėse ankstyvosios medienos prieaugi neigiamai veikia didelis sausio kritulių kiekis, o teigiamai birželio kritulių įtaka patikima daugelyje regionų, ypač sausose augavietėse.

3.14 lentelėse pateiktas ankstyvosios medienos ir oro temperatūros bei kritulių ryšys atskiruose Lietuvos regionuose. Sutartiniai ženklai kaip 3.13 lentelėje.

3.14 lentelė. Oro temperatūros (skaitiklyje) ir kritulių (vardiklyje) įtaka eglės ankstyvosios medienos radialiajam prieaugiui Lietuvoje

Table 3.14. Impact of air temperature (numerator) and precipitation (denominator) on the earlywood radial increment of Norway spruce in Lithuania

Mėnesiai <i>Months</i>	Sausos augavietės <i>Dry forest sites</i>								Drėgnos augavietės <i>Wet forest sites</i>			
	Pa	Ž	C	PV	P	R	Š	ŠR	Ž	PV	R	Š
Spalis <i>October</i>	$\frac{0}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{?}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$
Lapkritis <i>November</i>	$\frac{-}{0}$	$\frac{?}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{?}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{?}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{?}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{0}$
Gruodis <i>December</i>	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{?}{0}$
Sausis <i>January</i>	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{-}{-}$
Vasaris <i>February</i>	$\frac{?}{?}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{?}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{+}$

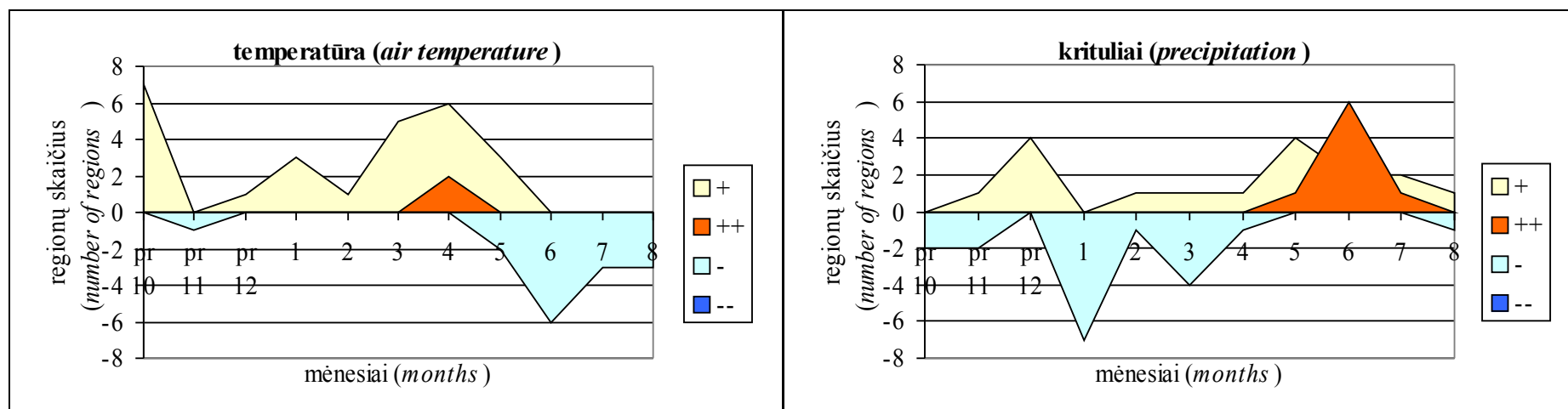
3.14 lentelės tęsinys

Continuation of table 3.14												
Kovas <i>March</i>	$\frac{0}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{0}$
Balandis <i>April</i>	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{++}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{++}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{++}{0}$
Gegužė <i>May</i>	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{++}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{?}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{?}$
Birželis <i>June</i>	$\frac{-}{++}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{-}{+}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{0}{++}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{-}{+}$	$\frac{0}{+}$
Liepa <i>July</i>	$\frac{?}{+}$	$\frac{0}{++}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{?}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{?}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{0}$
Rugpjūtis <i>August</i>	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{-}{?}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{?}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{?}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{+}$

- Pajūryje sausose augavietėse aptikta patikima teigiama birželio kritulių įtaka.
 - Sausose Žemaitijos aukštumų eglynų augavietėse yra teigiama birželio-liepos kritulių įtaka.
 - Pietvakariniuose rajonuose sausose augavietėse aptikta teigiama patikima balandžio oro temperatūros ir gegužės-birželio kritulių įtaka. Drėgnose augavietėse aptikta tik birželio kritulių patikima teigiama įtaka.
 - Pietiniuose ir rytiniuose rajonuose sausose augavietėse aptikta patikima teigiama birželio kritulių įtaka.
 - Šiauriniuose rajonuose aptikta teigiama balandžio oro temperatūros ir birželio kritulių įtaka. Drėgnose augavietėse aptikta tik balandžio temperatūros patikima teigiama įtaka.
 - Statistiškai patikimų ryšių nei su oro temperatūra nei krituliais centriniuose ir šiaurės rytiniuose regionuose nenustatyta.
 - Didžiausi skirtumai tarp sausų ir drėgnų augaviečių eglynų nustatyti ryšiuose su krituliais: drėgnose augavietėse silpnesnė teigiama gegužės-birželio kritulių įtaka (daugiau nepatikimų koeficientų).

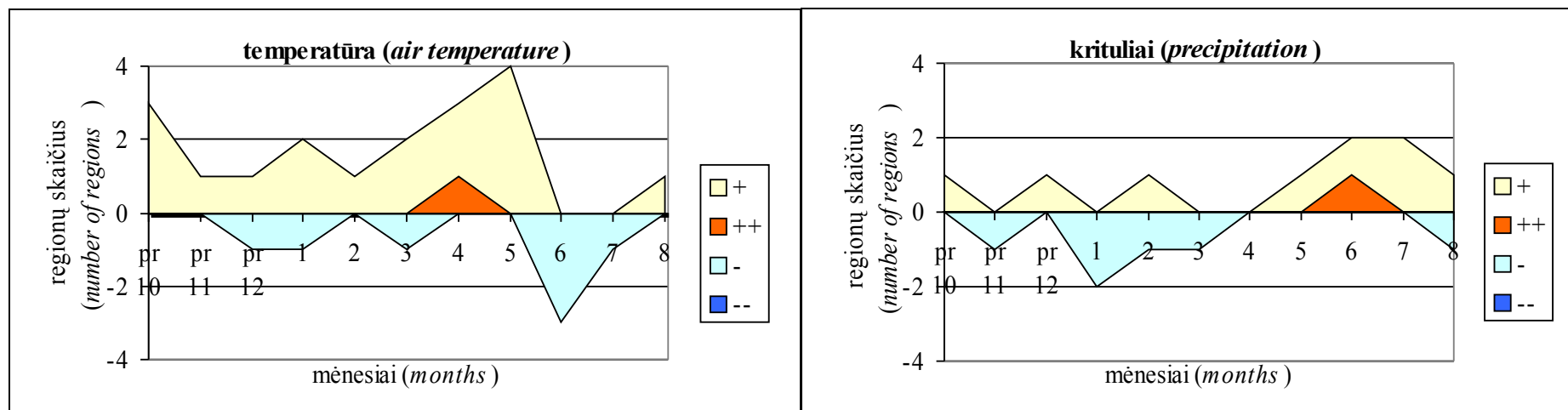
3.14 lentelės duomenys pavaizduoti 3.56 ir 3.57 paveiksle. Paveiksle parodytas regionų skaičius, kuriame vyraavo teigiama (+), teigiama patikima ($p \leq 0,05$) (++), neigiama (-) ir neigiama patikima ($p \leq 0,05$) (--) klimato veiksnių įtaka.

Veiksnys lemiantis sausų augaviečių eglynų metinį radialųjį prieaugį: teigiamai įtakoja aukštesnė už vidutinę praeito spalio oro temperatūra. Paaiškėjo, kad sausose ir drėgnose augavietėse teigiamą įtaką turi balandžio (patikimą) ir gegužės oro temperatūra.



3.56 pav. Oro temperatūros ir kritulių įtaka ankstyvosios medienos radialiajam priaugui sausose augavietėse

Fig. 3.56. Impact of air temperature and precipitation to the earlywood radial increment of Norway spruce on dry forest sites in Lithuania



3.57 pav. Oro temperatūros ir kritulių įtaka ankstyvosios medienos radialiajam priaugui drėgnose augavietėse

Fig. 3.57. Impact of air temperature and precipitation to the earlywood radial increment of Norway spruce on wet forest sites in Lithuania

Nustatyta, kad sausose augavietėse neigiamai veikia birželio, liepos ir rugpjūčio oro temperatūra, o drėgnose augavietėse tik birželio temperatūra. Sausose ir drėgnose augavietėse neigiamai veikia didelis sausio kritulių kiekis, o teigiama birželio kritulių įtaka patikima daugelyje regionų sausose augavietėse.

3.15 lentelėje pateiktas metinio radialiojo prieaugio ir atskirų mėnesių oro temperatūros bei kritulių ryšys atskiruose Lietuvos regionuose. Sutartiniai ženklai kaip 3.13 lentelėje.

3.15 lentelė. Oro temperatūros įtaka eglės metiniam radialiajam prieaugiui Lietuvoje

Table 3.15. Impact of air temperature on the annual radial increment of Norway spruce in Lithuania

Mėnesiai <i>Months</i>	Sausos augavietės <i>Dry forest sites</i>								Drėgnos augavietės <i>Wet forest sites</i>			
	Pa	Ž	C	PV	P	R	Š	ŠR	Ž	PV	R	Š
Spalis <i>October</i>	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$
Lapkritis <i>November</i>	$\frac{-}{0}$	$\frac{?}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{?}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{-}$
Gruodis <i>December</i>	$\frac{-}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{0}$
Sausis <i>January</i>	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{-}$
Vasaris <i>February</i>	$\frac{?}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{?}{?}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{?}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{+}$
Kovas <i>March</i>	$\frac{?}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{?}{?}$
Balandis <i>April</i>	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{-}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{++}{+}$	$\frac{+}{?}$	$\frac{++}{-}$	$\frac{++}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{++}{0}$
Gegužė <i>May</i>	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{++}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{?}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{+}{0}$
Birželis <i>June</i>	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{0}{++}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{0}{++}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{0}{++}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{-}{+}$	$\frac{-}{++}$	$\frac{-}{+}$	$\frac{0}{+}$
Liepa <i>July</i>	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{++}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{0}{?}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{-}{+}$
Rugpjūtis <i>August</i>	$\frac{0}{0}$	$\frac{-}{-}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-}{?}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{+}$
Rugsėjis <i>September</i>	$\frac{+}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{+}{0}$	$\frac{?}{0}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{+}{+}$	$\frac{0}{+}$	$\frac{?}{+}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{-}{0}$	$\frac{+}{0}$

- Sausose augavietėse Žemaitijos aukštumose yra patikima birželio-liepos kritulių įtaka.
 - Sausose augavietėse centriniuose Lietuvos rajonuose yra aptikta teigiama birželio kritulių įtaka.
 - Sausose augavietėse pietvakariniuose rajonuose aptikta teigiama balandžio oro temperatūros ir gegužės kritulių įtaka, o drėgnose ir sausose augavietėse – patikima birželio kritulių įtaka.
 - Sausose augavietėse pietų Lietuvoje yra teigiama birželio kritulių įtaka.

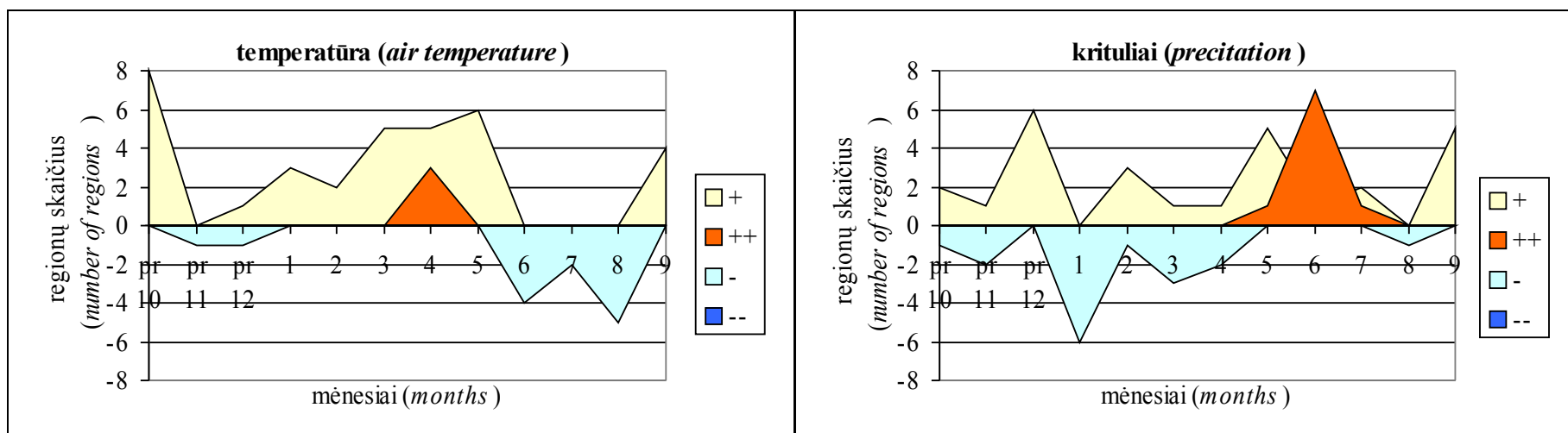
- Sausose augavietėse rytų Lietuvoje yra nustatyta teigiama balandžio oro temperatūros įtaka, o sausose ir drėgnose augavietėse – teigiama birželio kritulių įtaka.
- Sausose ir drėgnose augavietėse šiauriniuose rajonuose nustatyta teigiama balandžio oro temperatūros įtaka, o sausose augavietėse yra ir birželio teigiama kritulių įtaka.
- Šiaurės rytiniuose rajonuose nustatyta patikima birželio kritulių įtaka sausose augavietėse.
- Statistiškai patikimų ryšių nei su oro temperatūra nei krituliais pajūrio regione nenustatyta.
- Praeito spalio oro temperatūros teigiama įtaka žymesnė sausose augavietėse. Praeito lapkričio teigiama oro temperatūros įtaka žymesnė drėgnose augavietėse. Tačiau didžiausi skirtumai tarp sausų ir drėgnų augaviečių eglynų nustatyti kritulių įtakojė: drėgnose augavietėse silpnesnė teigiama gegužės-birželio kritulių įtaka (daugiau nepatikimų koeficientų) bei silpnesnė teigiama rugsėjo kritulių įtaka.

3.15 lentelės duomenys pavaizduoti 3.58 ir 3.59 paveiksle. Paveiksle parodytas regionų skaičius, kuriame vyraavo teigiama (+), teigiama patikima ($p \leq 0,05$) (++), neigiama (-) ir neigiama patikima ($p \leq 0,05$) (--) klimato veiksnių įtaka.

Palyginti daugiafaktorinės regresijos rezultatus su ankstesniais tyrimais yra nelengva. Ankstesniuose tyrimuose dažniausiai netirti vėlyvosios ir ankstyvosios medienos radialieji prieaugiai, o analizuotas tik metinis radialusis prieaugis. Be to, iki šiol neatlikti paprastosios eglės dendroklimatologiniai tyrimai, apimantys barelių tinklą Lietuvos teritorijoje. I. Čerškienės atlikti dendroklimatologiniai vakarų Lietuvoje augančių eglynų tyrimai parodė silpnus ryšius su vegetacijos laikotarpio oro temperatūra ir krituliais (Чершкене, 1975). Tyrimuose vartoti koreliacijos koeficientai. Tyrimo išvada, kad kritulių reikšmė paprastosios eglės prieaugiui yra didesnė nei oro temperatūros pasitvirtino mano atliktų tyrimų metu.

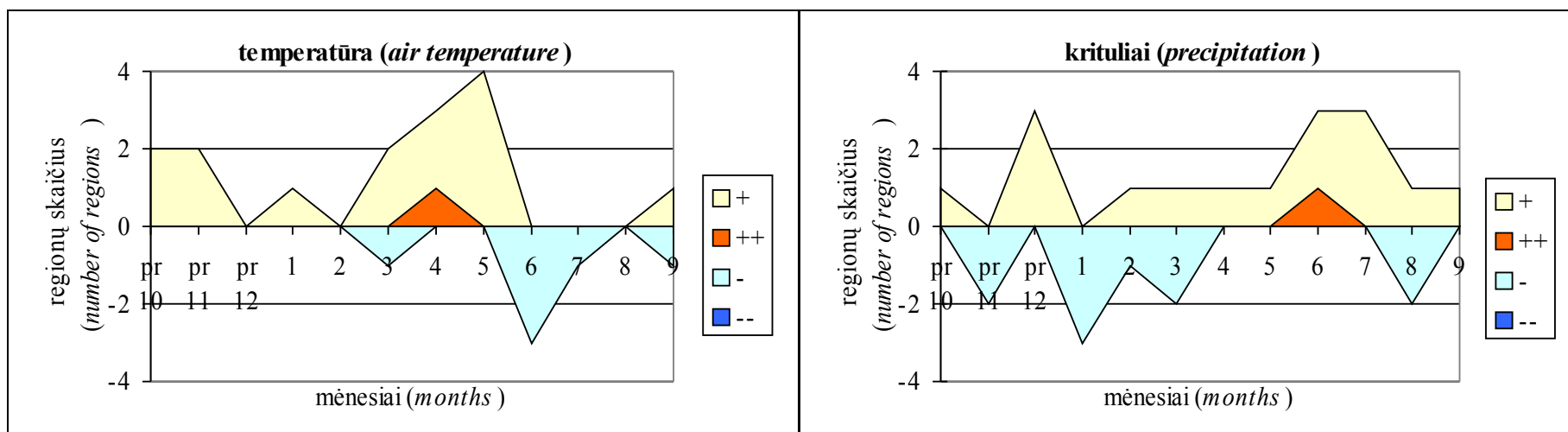
1996 m. J. Karpavičiaus ir bendraautorių atlikti paprastosios eglės tyrimai dviejuose tyrimo bareliuose prie Kauno parodė teigiamą pavasario temperatūros įtaką (Karpavičius, Kairaitis, Yadav, 1996). Nustatyta neigiama žiemos kritulių įtaka ir teigiama vasaros kritulių įtaka. Šių tyrimų išvados, kad eglei teigiamai veikia vėsios ir drėgnos vasaros atitinka mano gautas išvadas. Esminis skirtumas – mano tyrimo metu nustatyta žymesnė sausio kritulių neigiama įtaka, o ne visos žiemos kritulių įtaka, kaip J. Karpavičiaus tyrimų duomenimis.

Paprastosios eglės tyrimai pietinėje Švedijoje parodė, kad reikšmingiausias klimato veiksnys lemiantis prieaugį – birželio krituliai. Drėgnose augavietėse šis ryšys silpnesnis. Vakarinėje ir pietinėje Švedijoje įtakos turi ankstyvo pavasario temperatūra (Linderson, 1992). Šiaurės Vokietijoje atlikti paprastosios eglės tyrimai parodė, kad radialiojo prieaugio svyravimus sukelia sausi, ne mažiau 15 dienų trukmės, pavasario ir vasaros laikotarpiai (Krause, 1992). Minėti užsienio šalyse atlikti paprastosios eglės tyrimų rezultatai geriausiai atitinka rezultatams, gautiems šio tyrimo metu, pvz., reikšminga birželio kritulių įtaka, silpnesnė pavasario temperatūros įtaka ir neigiama sausrų įtaka.



3.58 pav. Oro temperatūros ir kritulių įtaka metiniam radialiajam prieaugiui sausose augavietėse

Fig. 3.58. Impact of air temperature and precipitation to the annual radial increment of Norway spruce on dry forest sites in Lithuania



3.59 pav. Oro temperatūros ir kritulių įtaka metiniam radialiajam prieaugiui drėgnose augavietėse

Fig. 3.59. Impact of air temperature and precipitation to the annual radial increment of Norway spruce on wet forest sites in Lithuania

Kaip minėta tyrimų metodikoje, paprastosios eglės metinio radialiojo prieaugio reperiniai metai tirti nuo 1900 iki 1997 metų. Nustatyta, kad sausose augavietėse (Nb-Nd) augančių eglų neigiami metinio radialiojo prieaugio reperiniai metai buvo: 1941, 1992, 1979, 1980, 1993, 1954, 1971 ir 1955 m., vėlyvosios medienos: 1992, 1980, 1941 ir 1954, o ankstyvosios medienos: 1941, 1992, 1979, 1980, 1954 ir 1993 m. Teigiamo metinio radialiojo ir ankstyvosios medienos paprastosios eglės prieaugio reperiniai metai buvo: 1974, 1962 ir 1946 m.

Drėgnose (Lb-Lc) augavietėse metinio radialiojo prieaugio neigiami reperiniai metai buvo: 1941, 1980, 1992, 1979, 1954 ir 1993 m., vėlyvosios medienos: 1992, 1980, 1941 ir 1940 m., ankstyvosios medienos: 1941, 1980, 1992, 1979, 1993 ir 1954 m. Teigiami reperiniai metinio radialiojo prieaugio metai: 1997, 1983, 1950, 1962 ir 1905 m., vėlyvosios medienos: 1997 m. ir ankstyvosios medienos: 1997, 1983, 1962, 1905 ir 1950 m.

Išnagrinėjus nustatytą eglės radialiojo prieaugio reperinių metų dėsningumus ir meteorologinius veiksnius, matyti, kad sausose augavietėse ypač neigiamą įtaką darė sausringos vasaros. Tuo tarpu drėgnesnėse augavietėse pastebima žymiai didesnė vėsios vasaros neigiama įtaka, pvz., 1980 m. Kitas galimas reperinių 1980 m. paaiškinimas drėgnose augavietėse gali būti toks: 1979 m. sausros įtakoje nusilpusios eglės greičiau atsistato sausose augavietėse, kurios dažniau kenčia nuo sausrų nei drėgnos. Tačiau šio dėsningumo nėra 1993 m., po 1992 m. stichinės sausros. Tą patį galima pasakyti ir nagrinėjant metinio radialiojo prieaugio pokyčius 1992 m. stichinės sausros poveikyje. Pirma, šių reperinių metų reikšmingumas drėgnose augavietėse žymiai mažesnis nei sausose. Antra, paprastoji eglė, auganti drėgnesnėse Lb-Lc augavietėse, mažiau kenčia nuo sausrų, ypač jos vėlyvoji mediena. Tačiau galima teigti, kad tiek sausose Nb-Nd, tiek ir drėgnose Lb-Lc augavietėse paprastosios eglės radialusis prieaugis smarkiai sumažėja intensyvių pavasario ar vasaros sausrų metais.

Matome žymius teigiamų reperinių metų skirtumus tarp sausrų ir drėgnų augaviečių. Juos galima trumpai apibendrinti taip: teigiamus reperinius metus sausose augavietėse lemia drėgnos vasaros, o drėgnose – šiltesnės už vidutinės daugiametės žiemos ir pavasariai. Taigi drėgnose augavietėse iškritęs žymus vasaros kritulių kiekis jau nebeturi lemiamos įtakos paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) radialiojo prieaugio padidėjimui.

Vėlyvosios medienos reperiniai metai Lietuvos regionuose (Pa – pajūryje, Ž – Žemaitijoje, C – centrinėje Lietuvoje, PV – pietvakarių, P – pietų, R – rytų, Š – šiaurės, ŠR – šiaurės rytų rajonuose) pateikti 3.16 lentelėje. Ekstremalių sausrų metu vėlyvosios medienos prieaugis smarkiai sumažėdavo ir sausose ir drėgnose augavietėse. Sausrų metu ne tokie reikšmingi vėlyvosios medienos prieaugio sumažėjimai būdingi Lietuvos vakariniams rajonams: pajūriui ir Žemaitijos aukštumoms. Iš visų 3.16 lentelėje minėtų reperinių vėlyvosios medienos metų išsiskiria reikšmingiausi 1992 metai, kuriais reikšmingas prieaugio sumažėjimas būdingas visiems Lietuvos rajonams.

3.16 lentelė. Paprastosios eglės vėlyvosios medienos radialiojo prieaugio reperiniai metai Lietuvoje (- neigiami, -- reikšmingi neigiami, --- labai reikšmingi neigiami)

Table 3.16. Pointer years of Norway spruce latewood radial increment in Lithuania (- negative, -- significant negative, --- highly significant negative)

Metai Years	Sausos augavietės Dry forest sites								Drėgnos augavietės Wet forest sites		
	Pa	Ž	C	PV	P	R	Š	ŠR	Ž	PV	R
1940									---	---	-
1941	---	--	--	--	--	-	---	--	--	---	-
1980	-	--	--	---	---	---	---	---	---	--	---
1992	---	---	---	---	---	---	---	---	-	---	---
1994	--	---	--	--	---	---	---	---			

3.17 lentelėje pateikti ankstyvosios medienos reperiniai metai Lietuvos regionuose. Ankstyvosios medienos, kaip ir vėlyvosios, prieaugio sumažėjimas ekstremalių sausrų metais beveik nepriklauso nuo augaviečių sąlygų. Išsiskiria pajūrio ir Žemaitijos aukštumų rajonai, kuriuose neigiama sausrų įtaka yra silpnesnė. Jei sausros apima visą Lietuvos teritoriją, dažnai stipriausiai radialusis paprastosios eglės prieaugis nukenčia rytiniuose rajonuose. Tai paaiškinama ilgesne sausrų trukme šioje Lietuvos dalyje bei mažesniu vidutiniu kritulių kiekiu. Teigiamų reperinių metų atveju irgi žymiausi prieaugio padidėjimai aptikti rytiniuose, pietiniuose ir pietvakariniuose Lietuvos rajonuose.

3.17 lentelė. Paprastosios eglės ankstyvosios medienos radialiojo prieaugio reperiniai metai Lietuvoje (+ teigiami, ++ reikšmingi teigiami, +++ labai reikšmingi teigiami; - neigiami, -- reikšmingi neigiami, --- labai reikšmingi neigiami)

Table 3.17. *Pointer years of Norway spruce earlywood radial increment in Lithuania (+ positive, ++ significant positive, +++ highly significant positive, – negative, -- significant negative, --- highly significant negative)*

Metai Years	Sausos augavietės <i>Dry forest sites</i>								Drėgnos augavietės <i>Wet forest sites</i>			
	Pa	Ž	C	PV	P	R	Š	ŠR	Ž	PV	R	Š
1941	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1946	++	++	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++
1950									++	+	+	++
1954	---	--	--	---	--	---	--	--	---	---	---	---
1955									---	--	-	--
1956									--	--	---	---
1962	+	+	++	+++	++	+++	+	+	+	+++	++	+
1974	++	++	++	++	+++	++	+	++				
1979	---	--	---	---	--	---	---	---	--	---	---	---
1980	-	--	---	---	--	---	---	---	--	---	---	---
1992	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1993	--	---	---	---	---	---	---	--	--	---	---	---

Metinio radialiojo prieaugio neigiamų reperinių metų dėsningumai vakariniuose Lietuvos rajonuose yra labai panašūs (3.18 lentelė). 1941, 1979, 1980, 1992 m. sausrų įtakoje mažiausiai nukentėjo medžių, augančių pajūryje ir Žemaitijos aukštumose, prieaugis. Visais išvardintais metais reikšmingi neigiami reperiniai metai buvo sausose ir drėgnose augavietėse. Kaip ir ankstyvosios medienos atveju, metinio radialiojo prieaugio teigiami reperiniai metai reikšmingiausi būna pietinėje ir rytinėje Lietuvos dalyse.

Lyginti gautus reperinių paprastosios eglės radialiojo prieaugio metų rezultatus su kitų autorių darbais dar sudėtingiau, nes tyrimų apimančių visą Lietuvos teritoriją nebuvo atlikta. Minėti I. Čerškienės tyrimų duomenys apie prieaugio padidėjimo ir sumažėjimo metus iš esmės atitinka šiame tyrime gautus rezultatus. Tačiau geografinė šių reperinių metų analizė iki šiol nebuvo atlikta. Tačiau kai kurie mano nustatyti reperiniai metai skiriasi nuo I. Čerškienės gautųjų, pvz., nenustatyti reikšmingi neigiami reperiniai metai 1900-1940 m. laikotarpiu mano tyrimų metu. Lenkijos mokslininkai (A. Zielski, G. Wojcik, R. Przybylak, K. Marciniak ir M. Koprowski) Tarptautinėje Dendrochronologijos konferencijoje “Eurodendro – 2001”, vykusioje Slovėnijoje 2001 m. pristatė paprastosios eglės reperinių metų tyrimo, atliktų šiaurės rytų Lenkijoje, rezultatus. Neigiami reperiniai metai nustatyti 1917, 1934, 1944, 1954, 1978, 1979, 1992, o teigiami 1913, 1916, 1919, 1926, 1928, 1933, 1967 metais. Kai kurie neigiami reperiniai metai sutampa su nustatytais šiame darbe, pvz., 1954, 1979 ir 1992. Tai

rodo, kad klimato ekstremumai lėmę mažą tų metų paprastosios eglės radialųjį prieaugį buvo apėmę ir Lenkijos teritoriją.

3.18 lentelė. Paprastosios eglės metinio radialiojo prieaugio reperiniai metai Lietuvoje (+ teigiami, ++ reikšmingi teigiami, +++ labai reikšmingi teigiami; - neigiami, -- reikšmingi neigiami, --- labai reikšmingi neigiami)

Table 3.18. Pointer years of Norway spruce annual radial increment in Lithuania (+ positive, ++ significant positive, +++ highly significant positive, - negative, -- significant negative, --- highly significant negative)

Metai Years	Sausos augavietės <i>Dry forest sites</i>								Drėgnos augavietės <i>Wet forest sites</i>			
	Pa	Ž	C	PV	P	R	Š	ŠR	Ž	PV	R	Š
1941	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1946	+++	++	+++	+	+++	+++	+	++	++	++	++	++
1950									++	++	+	+++
1954	---	--	--	---	--	---	---	--	--	---	---	---
1955	---	---	---	--	---	---	-	--	---	--	---	-
1956									--	---	--	--
1962	+	++	++	++	+++	+++	++	+	+	+++	++	+
1971	--	---	---	---	--	---	--	---				
1974	++	+++	++	++	+++	+++	+	++				
1979	--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--
1980	-	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1983									++	++	++	++
1992	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1993	--	---	---	---	--	---	---	--	--	---	---	---

Nustatyti teigiami koreliacijos koeficientai tarp paprastosios eglės radialiojo prieaugio ir kalendorinių metų bei hidrologinių metų vidutinės oro temperatūros ir kritulių kiekio. Tuo tarpu koeficientai su metų ir hidrologinių metų hidroterminiu t/k koeficientu yra nepatikimi (teigiami ar neigiami). Koreliacijos koeficientai su einamųjų metų vegetacijos laikotarpio (gegužės-rugpjūčio) hidroterminiu koeficientu yra neigiami ir daugeliu atvejų patikimi ($p \leq 0,05$ ar net $p \leq 0,01$). Taip pat nustatyta, kad tirtų hidrologinių metų klimato veiksnių įtaka yra silpnesnė ir mažiau patikima nei kalendorinių metų. Gauti rezultatai rodo, kad teigiamai eglės prieaugį veikia aukštesnė už daugiametę metų ir hidrologinių metų oro temperatūra bei didesnis už vidutinį kritulių kiekis, o neigiamai – sausi ir karšti vegetacijos laikotarpiai, kurių hidroterminiai koeficientai aukštesni už vidutinius daugiamečius.

Koreliacijos koeficientai tarp paprastosios eglės metinio radialiojo prieaugio atskirais XX a. laikotarpiais (1901-1920, 1921-1940, 1941-1960, 1961-1980 ir 1981-1995 m.) aštuonerių tyrimo barelių duomenimis parodė didžiausią vėlyvosios radialiojo prieaugio medienos savitumą. Visais tirtais laikotarpiais sausose augavietėse vyrauja teigiama oro temperatūros įtaka nuo vasario iki gegužės ($r \leq +0,50$). Nuo birželio įtaka tampa neigiama ($r = -0,20 - -0,30$). Praeitų metų spalio-gruodžio mėnesių kritulių įtaka teigiama ($r = +0,10 - +0,20$, sausio – neigiama ($r = -0,20 - -0,30$). Nuo balandžio-gegužės ryšiai teigiami ($r \approx +0,30$).

Drėgnose augavietėse būdingi teigiami ryšiai su praeito spalio oro temperatūra ($r = +0,10 - +0,60$). Kitų mėnesių įtaka iki balandžio silpnesnė ($r = +0,10 - +0,30$). Balandžio įtaka stipriai teigiama (r iki $+0,70$). Birželio – silpnai neigiama įtaka (r iki $-0,30$) pereina į teigiamą rugpjūčio, rugsėjo mėnesiais ($r = +0,10 - +0,30$). Drėgnose augavietėse išsiskiria teigiama gegužės-birželio kritulių įtaka ($r = +0,30 - +0,60$).

Nustatyta didesnė neigiama birželio-rugpjūčio oro temperatūros įtaka sausose augavietėse nei drėgnose. Drėgnose augavietėse reikšmingesnė teigiama praeito spalio oro temperatūros įtaka. Sausose augavietėse yra ryškesnė neigiama sausio kritulių įtaka nei drėgnose.

Iš visų tirtų laikotarpių skirtingais ryšiais labiausiai išsiskiria 1981-1995 m. laikotarpis. Kai kurių mėnesių ryšiai rodo esmines klimato permainas, pvz., sustiprėjo neigiama oro temperatūros įtaka, ypač sausose augavietėse. Be to, nebėra būdingos kitais laikotarpiais teigiamos balandžio-gegužės oro temperatūros įtakos sausose augavietėse. Neigiama liepos-rugpjūčio oro temperatūros įtaka vėlyvajai medienai būdinga net ir drėgnose augavietėse. Kritulių įtakoje skirtumai mažesni, tačiau išsiskiria stipresnė neigiama balandžio kritulių įtaka, o birželio-rugpjūčio teigiama kritulių įtaka laipsniškai stiprėjo ir sausose, ir drėgnose augavietėse – didžiausios koreliacijos užfiksuotos paskutiniu laikotarpiu. Tai rodo, kad XX a. pabaigoje buvusios sausos vasaros tikrai turėjo žymų neigiamą poveikį eglėlių augimui Lietuvoje.

Atliekant sezoninio radialiojo prieaugio tyrimus Aukštaitijos nacionaliniame parke, Vaišnoriškėje, nustatyta, kad 1994-1998 tiriamais metais paprastoji eglė anksčiausiai pradėjo augti – balandžio 22 d., o vėliausiai – gegužės 4 d. Medžiai nustojo augti rugsėjo pradžioje.

Nustatyta, kad vegetacijos metu iškritus gausiam kritulių kiekiui, oro temperatūra teigiamai įtakoja radialųjį prieaugį. Pavasario mėnesiais iškritus gausiems krituliams, esant sausokiems, bet vėsiems vasaros pirmosios pusės mėnesiams, eglė neigiamo temperatūros poveikio nejaučia. Tačiau liepos-rugpjūčio mėnesiais, esant aukštai birželio-rugpjūčio oro temperatūrai, drėgmės atsargos dirvoje greitai senka, ir net iškritus vidutiniams kritulių kiekiam, aptinkama neigiama aukštos oro temperatūros įtaka ne tik eglėms, bet ir kitiems medžiams.

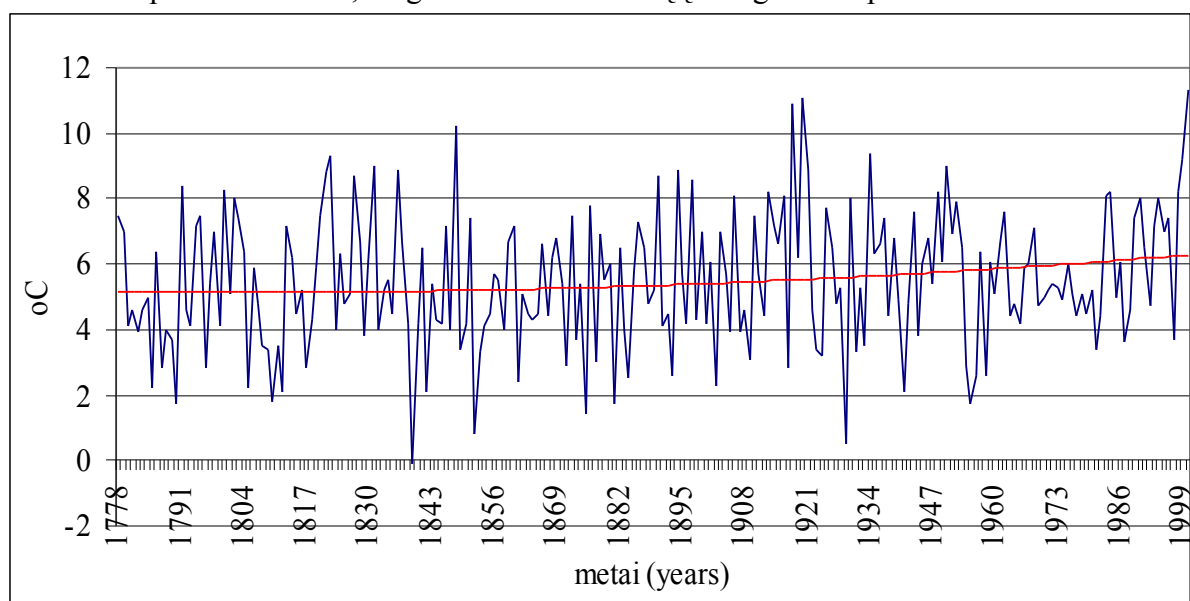
Nustatyta, kad po ilgesnio karšto laikotarpio, net ir iškritus mažam kritulių kiekiui, medžiai reaguoja teigiamai ir greitai. Karšta ir sausa vasaros antroji pusė mažina įvairių medžių rūšių biologinių reakcijų į sausrą skirtumus, ir aukšta oro temperatūra, kaip pagrindinis limituojantis veiksnys, neigiamai koreliuoja su radialiuoju prieaugiu.

Pagrindiniai išryškėję veiksniai, įtakoję paprastosios eglės radialųjį prieaugį XX a. laikotarpiu sausose augavietėse yra šie: balandžio-gegužės oro temperatūra (teigiama įtaka), birželio-rugpjūčio oro temperatūra (neigiama įtaka), sausio krituliai (neigiama įtaka), gegužės-birželio krituliai (teigiama įtaka). Be abejo, esant ekstremalioms kitų mėnesių klimato reikšmėms, jie gali pradėti limituoti prieaugį, o minėtų veiksnių įtaka susilpnės. Apžvelkime, kaip kito minėti klimato veiksniai ir minėtų mėnesių klimato sąlygų ekstremalumas paskutiniųjų šimtmečių laikotarpiu Vilniaus MS duomenimis. Ekstremalumas vertintas jei mėnesio oro temperatūra (1778-2000 m.) ar kritulių kiekis (1887-2000 m.) skyrėsi nuo daugiametio vidurkio daugiau kaip standartiniu nuokrypiu (σ). Balandžio vidutinė oro temperatūra nuo 1778 m. iki 2000 m. kilo (3.60 pav.), ypač XX amžiuje. Gegužės oro temperatūros ryškaus trendo Vilniaus MS duomenimis per paskutiniuosius 200 m. nematyti. Tačiau teigiamų ekstremalių metų, kai balandis ir gegužė buvo šiltesni už normą, skaičius nuo XX a. pradžios smarkiai pakilo. Jei eglės prieaugio ryšiai su minėtais mėnesiais išliks nepakitę, o balandžio temperatūra ir toliau kils, tai turės teigiamą poveikį eglei.

Birželio, liepos ir rugpjūčio oro temperatūros duomenyse ir ekstremaliuose reikšmėse ryškaus trendo nuo 1778 m. nėra. Ko gero, šių mėnesių oro temperatūros įtakos pakitimų artimiausiu metu nebus.

Neigiamą reikšmę prieaugiui turi sausio kritulių kiekis, kuris nuo 1980 m. yra labai išaugęs. Tai pat nuo 1980 m. nebuvo neigiamo sausio kritulių ekstremumo, o teigiami labai

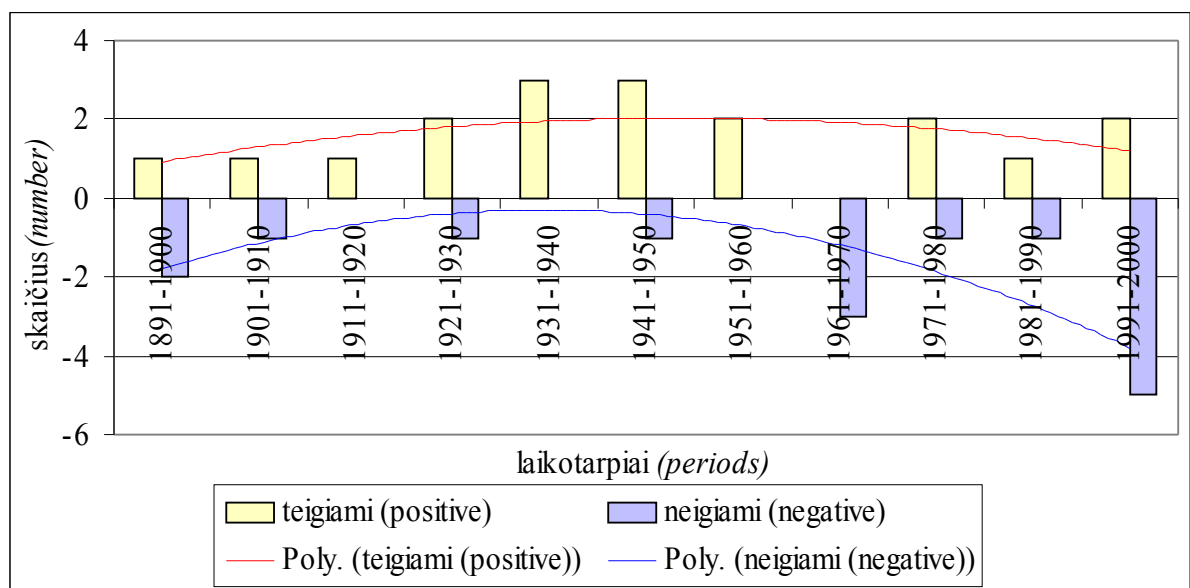
padažnėjo (iki dviejų trijų ekstremalių sausų nuo 1980 iki 2000 m. per dešimtmetį). Jei ir toliai išliks panašus trendas, neigiama sausio kritulių įtaka gali sustiprėti.



3.60 pav. Balandžio oro temperatūros dinamika 1778-2000 m. Vilniaus MS duomenimis ir jos trendas (raudona linija)

Fig. 3.60. Dynamic of April's air temperature in 1778-2000 according Vilnius MS and its trend (red line)

Vasaros krituliai – labai svarbūs eglės prieaugini. Gegužės ir birželio kritulių kiekiai nuo 1887 m. kito nežymiai. Nežymiai kito ir ekstremalių gegužės-birželių kritulių kiekio atvejų skaičius nuo 1887 iki 2000 m. Tačiau, ekstremalios vasaros sausras, padažnęję XX a. pabaigoje, jei kartosis ir ateityje, gali padaryti didelę žalą eglynams. Paskutiniajame XX a. dešimtmetyje ypač padaugėjo ekstremalių liepos mėnesių su mažu kritulių kiekiu (net 5 atvejai per 1991-2000 m.). Liepos kritulių įtaka, remiantis darbe gautais rezultatais, yra reikšminga vėlyvajai medienai (3.61 pav.).



3.61 pav. Teigiamų ir neigiamų liepos kritulių ekstremalių reikšmių dažnumas 1891-2000 m. Vilniaus MS duomenimis ir jos trendai (raudona linija – teigiamų ekstremalių, mėlyna – neigiamų ekstremalių)

Fig. 3.61. Frequency of July's precipitation extremes in 1778-2000 according Vilnius MS and its trend (red line- positive extremes, blue line – negative extremes)

IŠVADOS

1. Atlikti dendroklimatologiniai tyrimai naudojat 45 paprastosios eglės tyrimo barelių tinklą Lietuvoje parodė, kad paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) metinės rievės yra jautrus vegetacijos sezono klimato veiksnių indikatorius, labai jautrus pavasario oro temperatūrai ir vasaros sausroms, bet silpnai reaguojantis į praėjusio rudens bei žiemos klimato sąlygas.
2. Sudarytos sausų augaviečių (*Piceetum vaccinio-myrtillosum*, *Piceetum hepatico-oxalidosum*) eglynų metinio radialiojo prieaugio etaloninės dendroskalės, kurias praktiškai galima vartoti dendrochronologijoje, dendroklimatologijoje, miškininkystėje, ekologijoje ir kitur Lietuvoje ir užsienyje.
3. Atlikus paprastosios eglės metinio radialiojo prieaugio ryšių su klimato veiksniais analizę, nustatyta:
 - a) Sausose augavietėse paprastosios eglės radialųjį prieaugį teigiamai įtakoja aukšta pavasario (balandžio, gegužės), neigiamai – aukšta vasaros (birželio-rugpjūčio) oro temperatūra. Teigiamai veikia didelis vasaros (gegužės-liepos), o neigiamai – didelis sausio kritulių kiekis.
 - b) Didžiausi skirtumai tarp sausų ir drėgnų augaviečių nustatyti priklausomybėje nuo kritulių: drėgnose augavietėse nustatyta neigiama didelio vasaros (rugpjūčio-rugsėjo) kritulių kiekio įtaka vėlyvajai medienai, silpnesnė teigiama didelio kiekio gegužės-birželio kritulių įtaka, silpnesnis neigiamas didelio kiekio sausio kritulių poveikis.
 - c) Geografiniu požiūriu išsiskiria pajūris ir Žemaitijos aukštumos. Atskirų mėnesių klimato veiksnių ryšys su radialiuoju prieaugiu esminiai skiriasi nuo kitų regionų.
4. Reperinių paprastosios eglės radialiojo prieaugio metų analizė parodė:
 - a) Ekstremalių sausrų metu vėlyvosios medienos prieaugis smarkiai sumažėdavo ir sausose, ir drėgnose augavietėse. Vakariniuose Lietuvos rajonuose vėlyvosios medienos prieaugio sumažėjimas mažesnis. Iš visų reperinių vėlyvosios medienos metų reikšmingiausi 1992 metai, kuriais labai žymūs prieaugio sumažėjimas, būdingas visiems Lietuvos rajonams.
 - b) Ankstyvosios medienos ir metinio radialiojo prieaugio sumažėjimas ekstremalių sausrų metais beveik nepriklauso nuo augaviečių sąlygų. Sausroms apėmus visą Lietuvos teritoriją – labiausiai radialusis paprastosios eglės prieaugis nukenčia rytiniuose rajonuose. Žymiausias teigiamų reperinių metų prieaugio padidėjimas aptiktas rytiniuose, pietiniuose ir pietvakariniuose Lietuvos rajonuose.
5. Atliekant sezoninio radialiojo prieaugio tyrimus 1995-1998 m. nustatyta, kad paprastoji eglė pradeda augti balandžio 22 d. – gegužės 4 d, augimas baigiasi rugsėjo pradžioje. Didelę neigiamą įtaką eglės radialiajam prieaugiui daro karšti birželio, liepos ir rugpjūčio mėnesiai. Po ilgesnio karšto laikotarpio, iškritus net ir mažam kritulių kiekiui, medžiai reaguoja teigiamai ir greitai.
6. Nustatyti patikimi neigiami koreliacijos koeficientai ($p \leq 0,05$, $p \leq 0,01$) tarp paprastosios eglės radialiojo prieaugio ir vegetacijos laikotarpio (gegužės-rugpjūčio) hidroterminio t/k koeficiento.
7. Koreliacijos koeficientai, apskaičiuoti tarp paprastosios eglės radialiojo prieaugio ir mėnesių kritulių kiekio bei vidutinės oro temperatūros atskirais XX a. laikotarpiais, parodė didesnius skirtumus ryšiuose su oro temperatūra nei krituliais. 1981-1995 m. laikotarpiu susilpnėjusi teigiama šilto pavasario įtaka, nustatyta neigiama vasaros temperatūros įtaka drėgnose augavietėse bei aptiktas vasaros

kritulių teigiamos įtakos sustiprėjimas, lyginant su kitais laikotarpiais, rodo pasikeitusias klimato sąlygas XX a. pabaigoje, kurios turėjo žymų neigiamą poveikį paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karst.) augimui Lietuvoje.

8. Įvertinus nustatytų eglės radialų prieaugį įtakojančių mėnesių oro temperatūros (1778-2000 m.) ir kritulių (1887-2000 m.) kaitą (balandžio oro temperatūros kilimą, sausio kritulių kiekio didėjimą bei vasaros sausrų dažnėjimą) bei išaiškinus ekstremalias jų reikšmes galima teigti, kad šie veiksniai labiausiai įtakos paprastosios eglės prieaugį Lietuvoje artimiausiais dešimtmečiais.

LITERATŪRA

- Agrometeorologinis biuletenis.** 1992-1999. Vilnius: Lietuvos hidrometeorologijos tarnyba.
- Allen M.R., Stott P.A., Mitchell J.F.B., Schnur R., Delworth T.L.** 2000. Quantifying the uncertainty in forecast of anthropogenic climate change. *Nature*, **407**: 617-620.
- Anonimas.** 2002. Biržų ažuolams 7000-6500 metų. *Mūsų girios*, **3 (647)**: 26.
- Anonymous.** 1938. Tree-Ring Laboratory. *Tree-Ring Bulletin*, **4**: 2-4.
- Anonymous.** 1962. Andrew Ellicott Douglass 1867-1962. *Tree-Ring Bulletin*, **24**: 3-10.
- Arrhenius S.** 1896. On the influence of Carbonic Acid in the air upon the temperature of the Ground. *Philosophical Magazine*, **41**.
- Baillie M.G.L.** 1982. Tree-Ring Dating and Archaeology. Chicago: The University of Chicago Press. 274 p.
- Baillie M.G.L., Brown D.M.** 1988. An overview of oak chronologies. *Proceedings of a conference on the application of scientific techniques to archaeology „Science and archaeology”* (Eds. E.A. Slater, J.O. Tate). *British Archaeological Reports, British Series*, **196**: 543-548.
- Banks J.C.G.** 1992. A Review of the use of tree rings for the quantification of forest disturbances. *Proceedings of the International Dendrochronology Symposium „Tree Rings and Environment”*, Ystad, South Sweden, 3-9 September 1990. (ed. Ö. Eggertson). Lund: Lund University, Department of quaternary Geology. P: 3-13.
- Bartholin T.S.** 1975. Dendrochronology of Oak in Southern Sweden. *Tree-Ring Bulletin*, **35**: 25-29.
- Basalykas A.** 1958. Lietuvos TSR fizinė geografija. Vilnius: Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla. 504 p.
- Bazzhiger G., Schmid G.** 1969. Sturmschäden und Fäule. *Schweiz. Z. Forstwes*, **120**: 521-535.
- Becker B.** 1978. Dendroecological Zones of Central European Forest Communities. *Dendrochronology in Europe* (ed. J. Fletcher). Greenwich: National Maritime Museum. *Archeology*, **4**: 101-109.
- Bednarz Z.** 1984. The Comparison of Dendroclimatological Reconstructions of Summer Temperatures from the Alps and Tatra Mountains from 1741-1965. *Dendrochronologia*, **2**: 63-72.
- Bitvinskas T.** 1986. Dendrochronology in the Lithuanian SSR. *Dendrochronology around the Baltic. A collection of papers read at the meeting held in Joensuu, Finland, 27-30, August, 1986. Annales Academia scientiarum Fennica. (Geologica-Geographica). Series A. III*: 109-117.
- Bitvinskas T.** 1989. Prognosis of tree growth by cycles of Solar activity. *Methods of Dendrochronology. Applications in the environmental sciences* (eds. E. Cook, L. Kairiukštis). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers. P: 332-337.
- Bitvinskas T.** 1998. Development and Trends of Dendrochronology in Lithuania. *Proceedings of the International Conference „Eurodendro 98: Dendrochronology and Environmental Trends”*. Kaunas: Vytautas Magnus University. P: 77-83.
- Bitvinskas T., Vitas A.** 1999. Klimato ekstremumai ir padariniai. *Vytauto Didžiojo universiteto Botanikos sodo raštai*, **9**: 82-98.
- Blasing T.J., Solomon A.M., Duvick D.N.** 1984. Response Functions Revisited. *Tree-Ring Bulletin*, **44**: 1-15.
- Bradley R.S.** 1999. Paleoclimatology. New York: International geophysics series, **64**.
- Bräker O.U.** 1992. Tree-ring analysis of conifers in the Swiss forest decline study program. *Proceedings of the International Dendrochronology Symposium „Tree Rings*

- and Environment*", Ystad, South Sweden, 3-9 September 1990. (ed. Ó. Eggertson). Lund: Lund University, Department of quaternary Geology. P: 56-59.
- Briffa K., Cook E.** 1990. Methods of Response Function Analysis. *Methods of Dendrochronology, applications in the Environmental Sciences* (eds. E. Cook, L. Kairiukštis). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. P: 240-247.
- Briffa K.R., Osborn T.J.** 1999. Seeing the Wood from the Trees. *Science*, **284**: 926-927.
- Buitkuvienė S.** 1998. Sausros Lietuvoje. *Mokslinės konferencijos „Lietuvos meteorologijos ir hidrologijos problemos XXI a. išvakarėse“ pranešimai*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla. P: 75-79.
- Bukantis A.** 1993. 1992-ųjų metų sausra Lietuvoje. *Geografija*. Vilnius: Academia. **29**: 51-53.
- Bukantis A.** 1994a. Ekstremalios žiemos Baltijos jūros regione. *Geografijos metraštis*. Vilnius: Geografijos institutas. **28**: 394.
- Bukantis A.** 1994b. Lietuvos klimatas. Vilnius: VU leidykla. 187 p.
- Bukantis A.** 1995. Klimato svyravimų priežastys. *Geografijos instituto darbai. Klimatologija*. 69-86.
- Bukantis A.** ir kt. 1998a. Klimato elementų kintamumas Lietuvos teritorijoje. Vilnius: Geografijos institutas. 171 p.
- Bukantis A.** 1998b. Neįprasti gamtos reiškiniai Lietuvos žemėse XI-XX amžiuose. Vilnius: Geografijos institutas. 197 p.
- Bukantis A., Gulbinas Z., Kazakevičius S.** ir kt. 2001. Klimato svyravimų poveikis fiziniams geografiniams procesams Lietuvoje. Vilnius: Geografijos institutas, Vilniaus universitetas. 280 p.
- Cherubini P.** 2000. Tree-Ring research beyond the climate change: „Quo vadis?“. *Dendrochronologia*, **18**: 91-93.
- Cook E., Briffa K.A.** 1990. Comparison of Some Tree-Ring Standardization Methods. *Methods of Dendrochronology, applications in the Environmental Sciences* (eds. E. Cook, L. Kairiukštis). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. P: 153-162.
- Cook E. Briffa K. Shiyatov S., Mazepa V.** 1990. Tree-Ring Standardization and Growth-Trend Estimation. *Methods of Dendrochronology, applications in the Environmental Sciences* (eds. E. Cook, L. Kairiukštis). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. P: 104-123.
- Cook E.R., Jacoby G.C.** 1977. Tree-ring-drought relationships in the Hudson Valley, New York. *Science*, **198**: 399-401.
- Cook E.R., Shiyatov S.G., Mazepa V.**, 1990. Estimation of the mean chronology. *Methods of Dendrochronology: applications in the environmental sciences* (eds. E. Cook, L. Kairiukštis). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. P: 123-132.
- Corona E.** 1986. Dendrochronologia: Principi e applicazioni. *Atti del seminario tenuto a Verona nei giorni 14 e 15 novembre 1984*. Verona: Istituti italiano di dendrochronologia. 103 p.
- Douglass A.E.** 1919. Climatic cycles and Tree Growth. *A study of the Annual Rings of Trees in Relation to Climate and Solar Activity*. Washington: Carnegie Institution of Washington. **1**: 127.
- Douglass A.E.** 1939. Crossdating in dendrochronology. *Journal of Forestry*, **39**: 825-831.
- Eckstein D.** 1986. Temperature fluctuations in Western Europe during the last 1000 years as derived from tree rings and other proxy indicators. *Papers presented at the workshop in Bulgaria, Albena „Regional Resource Management“* (Ed L. Kairiukštis). Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis. P: 33-45.
- Eckstein D.** 1987. Measurement and dating procedures in dendrochronology. *Methods of dendrochronology* (eds. L. Kairiukštis, Z. Bednarz, E. Feliksik). Warsaw: IIASA. **3**: 35-44.

- Eckstein D.** 1989. Qualitative assessment of past environmental changes. *Methods of dendrochronology. Applications in the environmental sciences* (eds. E. Cook, L. Kairiukštis). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. P: 220-223.
- Eckstein D., Brongers J.A., Bauch J.** 1975. Tree-Ring Research in the Netherlands. *Tree-Ring Bulletin*, **35**: 1-13.
- Efron B.** 1979. Bootstrap methods: another look at the jackknife. *Annals of Statistics*, **9**: 139-172.
- Elling W.** 1966. Untersuchungen über das Jahringverhalten der Schwarzerle. *Flora*, **156**: 155-201.
- Eronen M.** 1987. A Survey of the Dendroecology in Finland. *Thesis of the International Conference „Dendrochronological Methods in Forest Science and Ecological Forecasting”*. (Eds. A.S. Isaev et al.). Irkutsk: Academy of Sciences SSSR. 17 p.
- Eschbach W., Nogler P., Schär P., Schweingruber F.H.** 1995. New developments in x-ray densitometry. *Dendrochronologia*, **13**: 155-169.
- Fritts H.C.** 1962. The Relation of Growth Ring Widths in American Beech and White Oak to Variations in Climate. *Tree-Ring Bulletin*, **25**: 2-10.
- Fritts H.C.** 1963. Computer Programs for Tree-Ring Research. *Tree-Ring Bulletin*, **25**: 2-7.
- Fritts H.** 1987. Tree Rings and Climate. Warsaw: IIASA, Polish Academy of Sciences Systems Research Institute (Reprinted by courtesy of Academic Press). **1-2**: 567.
- Fritts H.** 1991. Reconstructing Large-scale Climatic Patterns from Tree-Ring Data. Tucson: the University of Arizona Press. 286 p.
- Fritts H.C., Blasing T.J., Hayden B.P., Kutzbach J.E.** 1971. Multivariate techniques for specifying tree-growth and climate relationships and for reconstructing anomalies in paleoclimate. *Journal of Applied Meteorology*, **10**: 845-864.
- Fritts H.C., Dean. J.S.** 1992. Dendrochronological modelling of the effects of climatic changes on the tree-ring width chronologies from Chaco Canyon and environs. *Tree-Ring Bulletin*, **52**: 31-58.
- Fritts H.C., Mossiman J.E., Bortorf C.P.** 1969. A revised computer program for standardizing tree-ring indices. *Tree-Ring Bulletin*, **29**: 15-20.
- Fritts H.C., Shatz, D.J.**, 1975. Selecting and Characterizing Tree-ring Chronologies for Dendroclimatic Analysis. *Tree-Ring Bulletin*, **35**: 31-40.
- Fritts H.C., Xiangding Wu.** 1986. A Comparison Between Response-Function Analysis and other Regression Techniques. *Tree-Ring Bulletin*, **46**: 31-46.
- Galvonaitė A.** 1998. Lietingųjų laikotarpių šiltuoju metų laiku susidarymas ir geografinis pasiskirstymas Lietuvoje. *Mokslinės konferencijos „Lietuvos meteorologijos ir hidrologijos problemos XXI a. išvakarėse” pranešimai*. Vilnius: Vilniaus Universiteto leidykla. P: 86-89.
- Garfi G.** 2000. Climatic signal in tree-rings of *Quercus pubescens* S.L. and *Celtis australis* L. in South-eastern Sicily. *Dendrochronologia*, **18**: 41-51.
- Grissino-Mayer H.** 1997. Research Report: Computer Assisted Independent Observes Verification of Tree-Ring Measurements. *Tree Ring Bulletin*, **54**: 29-41.
- Guiot. J.** 1990. Methods of calibration. *Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences* (eds. E. Cook, L. Kairiukštis). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. P: 165-178.
- Guiot. J.** 1991. The bootstrapped response function. *Tree-Ring Bulletin*, **51**: 39-41.
- Hanisch B., Kilz E.** 1990. Monitoring of forest damage. Stuttgart: Ulmer. 317 p.
- Hartge K.H.** 1978. Einführung in die Bodenphysik. Stuttgart: Enke Verlag. 364 p.
- Hasselmann K.** 1997. Climate Change: Are We Seeing Global Warming? *Science*, **276**: 914-915.

- Helms J.A.** (ed.). 1998. The dictionary of Forestry. Wallingford: Cabi publishing. 210 p.
- Høeg, O.A.** 1956. Growth-Ring Research in Norway. *Tree-Ring Bulletin*, **21**: 2-15.
- Holmes R.L.** 1994. Dendrochronology program library: User's manual. Tucson: Laboratory of Tree-ring Research, University of Arizona. 51 p.
- Huber B.** 1941. Aufbau einer mitteleuropäischen Jahrring-Chronologie. *Mitteilungen der Akademie der Deutschen Forstwissenschaft*, **1**: 110-125.
- Huber B.** 1951. Datierung von Holzproben aufgrund der Jahrringfolge. *Handbuch der Mikroskopie* (ed. H. Freund). Stuttgart: Umschau Verlag. **V/I**: 172-192.
- Huber B.** 1978. Annual Tree-Rings as an Aid to Climatology and Chronology. *Dendrochronology in Europe* (ed. J. Fletcher). *British Archaeological Reports International Series*, **51**: 11-26.
- Huber B., Giertz-Siebenlist V.** 1969. Unsere tausendjährige Eichen-Jahrringschronologie. *Österreichische Akademie für Wissenschaft. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, **I**, **178 (1-4)**: 37-42.
- Hughes M.K., Kelly P.M., Pilcher J.R., LaMarche V.C.** 1982. Climate from tree rings. Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney: Cambridge University Press. 223 p.
- Isaev A.S., Kiselev V.V.** 1987. *Monochamus urussovi* Fisch. Outbreaks Investigation: Dendroclimatological Contribution. *Thesis of the International Conference „Dendrochronological Methods in Forest Science and Ecological Forecasting”*. (Eds. A.S. Isaev et al.). Irkutsk: Academy of Sciences SSSR. P: 251-252.
- Jaagus J., Tarand A.** 1998. Precipitation. Periodical fluctuation and seasonal shift. *Country case study on climate change impacts and adaptation assessments in the republic of Estonia*. P: 21-23.
- Jacoby G.C.Jr., D'Arrigo R.** 1989. Reconstructed Northern Hemisphere annual temperature since 1671 based on high-latitude tree-ring data from North America. *Climate Change*, **14**: 39-59.
- Jungtinių Tautų bendroji klimato kaitos konvencija** (red. R. Klimkienė). 1995. Vilnius.
- Kabailienė M.** 1979. Taikomosios palinologijos pagrindai. Vilnius: Mokslas. 146 p.
- Kaenel M., Schweingruber F.H.** 1995. Multilingual Glossary of Dendrochronology. Berne: Haupt. 467 p.
- Kahle H.P.** 1994. Modellierung der Zusammenhänge zwischen der Variation von klimatischen Elementen des Wasserhaushalts und dem Radialzuwachs von Fichten (*Picea abies* Karst.) aus Hochlagen des Südschwarzwalds. *Dissertation*. Universität Freiburg. 184 S.
- Kairiūkštis V.** 1962. Lietuvos TSR miškai. Vilnius: Valstybinė politinės ir mokslinės literatūros leidykla. 265 p.
- Kairiūkštis L.** 1973. Mišrių eglynų formavimas ir kirtimai. Vilnius: Mintis. 358 p.
- Kairiūkštis L.** 2000. Miškininkystė atmosferos taršos ir klimato kaitos akivaizdoje. *LMI 50-čio konferencija „Mokslas ir miškų ūkis XXI šimtmečio išvakarėse”*. Kaunas: Lututė. P: 118-126.
- Karazija S.** 1988. Lietuvos miškų tipai. Vilnius: Mokslas. 212 p.
- Karazija S.** 1997. Eglynų džiūtės priežastys ir auginimo perspektyvos. *Mūsų girios*, **7**: 4-6.
- Karpavičius J., Yadav R.R., Kairaitis J.** 1996. Radial Growth Response of Pine (*Pinus sylvestris* L.) and Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) to Climate and Geohydrological factors. *Paleobotanist*, **45**: 148-151.

- Karpavičius J., Vitas A.** 2000. Pastovūs medžių sezoninio radialinio prieaugio tyrimai Aukštaitijos nacionaliniame parke (Vaišnoriškėje). *Ekologija*. Vilnius: LMA leidykla. **1**: 30-39.
- Kaušyla K.** 1986. Klimatas. *Tarybų Lietuvos enciklopedija*. Vilnius: Vyriausioji enciklopedijų redakcija. **2**: 341.
- Kavaliauskas B.** 1995. Atmosferos kritulių kintamumas. *Geografijos instituto darbai. Klimatologija*. P: 55-61.
- Kenstavičius J.** 1998. Miškų amžiaus struktūros 1922-1996 metais kaita ir jos vertinimas. *Mūsų girios*, 10 (606): 9-11.
- Kenstavičius J., Brukas A.** 1984. Lietuvos TSR miškų tvarkymo augimviečių pagrindu rezultatai ir metodinės rekomendacijos jam tobulinti. Vilnius. 420 p.
- Kerr R.A.** 1996. Climate: Ice Rhythms-Core Reveals a Plethora of Climate Cycles. *Science*, **274**: 499-500.
- Kerr R.A.** 2000. Draft Report Affirms Human Influence. *Science*, **288**: 589-590.
- Kienast F.** 1985. Dendroökologische Untersuchungen an Höhenprofilen aus verschiedenen Klimabereichen. *Inaugural-Dissertation*. Universität Zürich. 129 S.
- Krasowski M.J., Hering L.J., Letchford T.** 1993. Winterfreezing injury and frost acclimation in planted coniferous seedlings. *Canada British Columbia partnership agreement on forest resource development FRDA, Canadian Forest Service, Pacific Forest Centre*. 36 pp.
- Krause C.** 1992. Ganzbaumanalyse von Eiche, Buche, Kiefer und Fichte mit dendroökologischen Methoden. *Ph.D. dissertation*. University of Hamburg. 163 pp.
- Kriukelis R.K.** 1995. *Pinus sylvestris* L. stiebo ir šaknų radialinio prieaugio fluktuacijų analizė paežerių medynuose. *Gamtos mokslų daktaro disertacija*. Vilnius: Botanikos institutas. 153 p.
- Kulienė L., Tomkus J.** 1990. Bendroji fenologija. Vilnius: Mokslas. 162 p.
- Kuliešis A.** 1999. Lietuvos miškų statistika (Nacionalinė miškų inventorizacija, 1998). Kaunas: Valstybinis miškotvarkos institutas. 27 p.
- Kuliešis A., Kasperavičius A., Kulbokas G., Bajorūnas A.** 2000. Nacionalinė miškų inventorizacija atrankiniu metodu. Pirmieji rezultatai. *Mūsų girios*, **1-2 (621-622)**: 10-15.
- Lamb H.** 1995. Climate History and Modern World. London: Routledge. 433 p.
- Leuschner H.H.** 1992. Subfossil trees. *Proceedings of the International Dendrochronology Symposium „Tree Rings and Environment”*, Ystad, South Sweden, 3-9 September 1990. (ed. Ö. Eggertson). Lund: Lund University, Department of quaternary Geology. P: 193-197.
- Leuschner H.H., Delorme A., Höfle H.C.** 1987. Dendrochronological study of oak trunks found in bogs in northwest Germany. *Proceedings of the International Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis*. (Eds. Jacoby G. C., Hornbeck J.W.). U.S. department of energy. P: 298-318.
- Leuschner H.H., Delorme A., Tüxen J., Höfle H.C.** 1985. Eichenstammlagen in Mooren und Talauen und die Klimaverschlechterung im Subboreal. *Flora*, **177**: 283-295.
- Liese W.** 1978. Bruno Huber: The Pioneer of European Dendrochronology. *Dendrochronology in Europe* (Ed J. Fletcher). *British Archaeological Reports International Series*, **51**: P: 1-10.
- Lietuvos klimato žinynas.** Krituliai. 1991. Vilnius: Lietuvos hidrometeorologijos valdyba, Lietuvos hidrometeorologijos centras. P. 122.
- Lietuvos klimato žinynas.** Oro temperatūra. 1992. Vilnius: Lietuvos hidrometeorologijos valdyba, Lietuvos hidrometeorologijos centras. P. 139.
- Linderson H.** 1992. Dendroclimatological investigation in Southern Sweden. *Proceedings of the International Dendrochronology Symposium „Tree Rings and*

- Environment*", Ystad, South Sweden, 3-9 September 1990. (ed. Ó. Eggertson). Lund: Lund University, Department of quaternary Geology. P: 198-201.
- Lingg W.** 1986. Dendroökologische Studien an Nadelbäumen im alpinen Trockental Wallis (Schweiz). *Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen (Birmensdorf)*, **287**: 81.
- Lovelius N.V.** 1997. Dendroindication of Natural Processes. St. Petersburg: World&Family-95. 316 p.
- von Lührte A.** 1991. Dendroökologische Untersuchungen an Kiefern und Eichen in den stadtnahen Berliner Forsten. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung. *Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU*. Berlin. **77**: 186.
- Mäkinen H., Nöjd P., Mielikäinen K.** 2000. Climatic Signal in Annual Growth Variation of Norway Spruce (*Picea abies*) along a Transect from Central Finland to the Arctic Timberline. *Canadian Journal of Forest Research*, **30**: 769-777.
- Malinauskas A., Suchockas V.** 1995. Eglių šaknų vystymasis dirvoje. *Mūsų girios*, **3**: 19-20.
- Manabe S.** 1998. Study of Global Warming by GFDL Climate Models. *Ambio*, **27**(3): 182-186.
- McGraw D.J.** 2000. Andrew Ellicott Douglass and the Big Trees. *American Scientist*, **88**: 440-447.
- McGuffie K., Henderson-Sellers A.** 1999. A climate modelling primer, Academic press.
- Meyer F.D.** 1998-1999. Pointer year analysis in dendroecology: a comparison of methods. *Dendrochronologia*, **16-17**: 193-204.
- Munaut A.** 1966. Recherche dendrochronologiques sur *Pinus silvestris*. *Agricultura*, **14**: 193-232.
- Neff U., Burns S.J., Mangini A., Mudelsee M., Fleitmann D., Matter A.** 2001. Strong coherence between solar variability and the monsoon in oman between 9 and 6 kyr ago. *Nature*, 411: 290-293.
- Nowak-Daszkiewicz M., Pereyma J.** 1995. Tendencje klimatyczne obszaru Bałtyckiego. *Acta Universitatis Wratislaviensis*, **1705**: 123-135.
- Ording A.** 1941. Arringanalyser pa gran furu. *Medd. Nor. inst. Skogforsk*, **7**: 105-354.
- Overpeck J., Hughen K., Hardy D., Bradley R., Case R., Douglas M., Finney B., Gajewski K., Jacoby G., Jennings A., Lamoureux S., Lasca A., MacDonald G., Moore J., Retelle M., Smith S., Wolfe A., Zielinski G.** 1997. Arctic Environmental Change of the Last Four Centuries. *Science*, **278**: 1251-1256.
- Ozolinčius R.** 1998. Lietuvos spygliuočiai: morfologinės struktūros transformacijos bei jas indikuojantys veiksniai. Kaunas: Lututė. 300 p.
- Phipps R.L.** 1982. Comments on Interpretation of Climatic Information from Tree Rings, Eastern North America. *Tree-Rings Bulletin*, **42**: 11-22.
- Pikšrytė R.** 1989. Pelkinių augimviečių pušies radialinio prieaugio grupinio kitimo savybės. *Jaunųjų mokslininkų straipsnių rinkinys „Botanikos institutui – 30 metų“* (red.: E. Kutorga ir kt.). Vilnius: Botanikos institutas. P: 108-117.
- Pilcher J.R.** 1987. Dendrochronology of Oak Species in Europe. *Thesis of the International Conference „Dendrochronological Methods in Forest Science and Ecological Forecasting“* (Eds. A.S. Isaev et al.). Irkutsk: Academy of Sciences SSSR. 9 p.
- Pilcher J.R.** 1991. Dendroclimatology in the British Isles and oceanic Europe. *Evaluation of climate proxy data in relation to the European Holocene. Special issue ESF Project, European Palaeoclimate and man 1* (ed. B. Frenzel). Akademie der Wissenschaften und Literatur Mainz, ESF. Strasbourg: Fischer. P: 93-103.
- Portapas V.** 1990. Įdomioji meteorologija. Vilnius: Mokslas. 325 p.

- Pukienė R.** 1997. Pušynų augimo dinamika Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje subatlančio periodu. *Daktaro disertacija*. Vilnius: Botanikos institutas. 136 p.
- Ramanathan V.** 1998. Trace-Gas Greenhouse Effect and Global Warming. *Ambio*, **27** (3): 187-197.
- Richter K.** 1988. Dendrochronologische und dendroklimatologische Untersuchungen an Kiefern (*Pinus* sp.) in Spanien. *Ph. D. Dissertation*. Universität Hamburg. 296 S.
- Richter K., Eckstein D., Holmes R.L.** 1991. The dendrochronological signal of pine trees (*Pinus* spp.) in Spain. *Tree-Ring Bulletin*, **51**: 1-13
- Rigling A., Waldner P.O., Forster T., Bräker O.U., Pouttu A.** 2001. Ecological Interpretation of Tree-Ring Width and intraannual density fluctuations in *Pinus sylvestris* on dry sites in the central Alps and Siberia. *Canadian Journal of Forest Research*, **31** (1): 18-31.
- Riitters K.H.** 1990. Analysis of Biweight Site Chronologies: Relative Weights of Individual Trees Over Time. *Tree-Ring Bulletin*, **50**: 11-19.
- Roig F.A., Le-Quesne C., Boninsegna J.A., Briffa K.R., Lara A., Grudd H., Jones P.D., Villagran C.** 2001. Climate variability 50,000 years ago in mid-latitude Chile as reconstructed from tree rings. *Nature*, **410**: 567-570.
- Rinn F.** 1996. TSAP Version 3.0 Reference Manual. Heidelberg: Frank Rinn Distribution. 263 p.
- Scheffer F., Schachtschabel P.** 1992. Lehrbuch der Bodenkunde. Stuttgart: Enke Verlag.
- Schulman E.** 1937. Selection of Trees for Climatic Study. *Tree-Ring Bulletin*, **3** (3): 22-23.
- Schulman E.** 1938. Classification of False Annual Rings in Monterey Pine. *Tree-Ring Bulletin*, **4**: 4-7.
- Schweingruber F.H.** 1980. Dichteschwankungen in Jahrringen von Nadelhölzern in Beziehung zu klimatisch-ökologischen Faktoren, oder das Problem der falschen jahrringe. Bern: Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen. 213 p.
- Schweingruber F.H.** 1983. Der Jahrring. Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie. Bern, Stuttgart: Paul Haupt. 234 S.
- Schweingruber F.H.** 1985. Dendro-ecological zones in the coniferous forests of Europe. *Dendrochronologia*, **3**: 67-75
- Schweingruber F.H.** 1990. Dendroecological Information in Pointer Years and Abrupt Growth Changes. *Methods of Dendrochronology, applications in the Environmental Sciences* (eds. E. Cook, L. Kairiukštis). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. P: 277-283.
- Schweingruber F.H.** 1992. Event years and pointer years. *Proceedings of the International Dendrochronology Symposium „Tree Rings and Environment”*. (ed. Ó. Eggertson). Lund: Lund University, Department of quaternary Geology. P: 288-292.
- Schweingruber F.H.** 1993. Jahrringe und Umwelt dendroökologie. Vologda: Lis. 474 S.
- Schweingruber F.H.** 1996. Tree Rings and Environment. Dendroecology. Berne, Stuttgart, Vienna: Haupt. 609 pp.
- Schweingruber F.H., Bräker O.U., Schär E.** 1987. Temperature Information from a European Dendroclimatological Sampling Network. *Dendrochronologia*, **5**: 9-33.
- Schweingruber F.H., Eckstein D., Serre-Bachet F., Bräker O.U.** 1990. Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. *Dendrochronologia*, **8**: 9-38.
- Serre-Bachet F., Tessier L.** 1990. Response Function Analysis for Ecological Study. *Methods of Dendrochronology, applications in the Environmental Sciences* (eds. Cook E., L. Kairiukštis). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. P: 247-258.

- Shiyatov S.G.** 1988. The Development and State of Dendrochronology in the USSR. *Tree-Ring Bulletin*, **48**: 31-35.
- Stallings W.S.** 1937. Some Early Papers on Tree-Rings. *Tree-Ring Bulletin*, **3** (4): 27-29.
- Stankūnavičius G.** 1999. Vandenyso ir atmosferos cirkuliacijos Šiaurės pusrutulyje poveikis klimato anomalijoms. *Geografijos metraštis*, **32**: 26-38.
- Stokes M.A., Smiley T.L.** 1968. An Introduction to Tree-Ring Dating. Chicago: The University of Chicago Press. 73 p.
- Stravinskienė V.** 1994. Medžių gręžinių paėmimas ir radialinio priaugio matavimas, atliekant dendrochronologinius ir dendroindikacinius tyrimus (metodinės rekomendacijos). Kaunas: Girionys. 23 p.
- Stravinskienė V.** 1997. Kai kurie ekologiniai eglynų džiūvimo problemos aspektai. *Žemės ūkio mokslai*, **3**: 83-88.
- Stravinskienė V.** 1998. Spygliuočių – paprastosios pušies (*Pinus sylvestris* L.) ir paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) Karsten) etaloninės dendroskalės radialinio priaugio prognozės Lietuvoje. *Ekologija*. Vilnius: LMA leidykla. **2**: 56-64.
- Stravinskienė V.** 2000. Klimato veiksnių ir antropogeninių aplinkos pokyčių dendrochronologinė indikacija Lietuvoje. *Habilitacinio darbo santrauka (Biomedicinos mokslai 00B, ekologija ir aplinkotyra 03B)*. Kaunas: VDU. 42 p.
- Stravinskienė V.** 2002. Klimato veiksnių ir antropogeninių aplinkos pokyčių dendrochronologinė indikacija. Kaunas: Lututė. 172 p.
- Stravinskienė V, Venclovienė J.** 1998. Ekoklimatinių fliktuacijų etaloninėse dendroskalėse paieška ir aplinkos taršos efektų medžių radialiniam priaugui paieška. *Ekologija*. Vilnius: LMA leidykla. **1**: 84-92.
- Ščemeliovas V.** 1962. Lietuvos TSR rajonavimas pagal orus. *Geografija ir geologija*, **2**: 53-56.
- Till C.** 1985. Recherche dendrochronologiques sur le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* (Endl.) au Maroc. *Thèse. Univ. Catholique de Louvain*. 231 p.
- Timell T.E.** 1986. Compression wood in Gymnosperms. Vol. **I-III**. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer wood series. 2150 p.
- Vaivada S.** 1999. Žievėgraužio tipografo (*Ips typographus* L.) žiemojimo ypatumai. *Jaunųjų mokslininkų konferencijos „Miškai ir aplinkotyra trečiojo tūkstantmečio išvakarėse“ pranešimai*. Girionys, 1999 m. rugsėjo 23 d. Kaunas: Lututė. P: 136-140.
- Veteikis D.** 1997. Lietuvos klimatologinio ir pedologinio rajonavimo metodologinė analizė. *Geografija*, **33**: 160-167.
- Vitas A.** 1996. Kazlų Rūdos miškų masyvo eglynai ir jų dendroklimatologinis ištyrimas. *Bakalauro tezės*. Kaunas: VDU. 86 p.
- Vitas A.** 1998a. Vidurio ir vakarų Lietuvos eglynų dendroklimatologinis tyrimas. *Magistro tezės*. Kaunas: VDU. 65 p.
- Vitas A.** 1998b. Dendroclimatoecological research of spruce forests in Lithuania. *Proceedings of the International Conference „Eurodendro – 98: Dendrochronology and environmental trends“*. Kaunas: VMU Department of Environmental Sciences. P: 132-138.
- Vitas A.** 1999a. Įvykių ir rodiklinių metų analizė paprastosios eglės (*Picea abies* (L.) radialinio priaugio eilutėse. *Doktorantų mokslinės konferencijos „Jaunimas siekia pažangos ‘99“ straipsnių rinkinys*. Kaunas: LŽŪU. P: 103-106.
- Vitas A.** 1999b. Ekstremalių klimato sąlygų poveikio Lietuvos eglynams dendrochronologinė analizė. *Antrosios mokslinės konferencijos „Lietuvos jaunųjų botanikų darbai“ pranešimų tezės*. Vilnius: Botanikos institutas. P: 56-57.
- Vitas A.** 2001. Drought of 1992 in Lithuania and consequences to Norway spruce. *Baltic Forestry*, **7**(2): 25-30.

- Vitas A. Bitvinskas T.** 1998. Dendroclimatological similarities of *Picea abies* (L.) Karsten and *Pinus sylvestris* (L.). *Baltic forestry*, **4** (1): 24-28.
- Wendland W.M.** 1975. An Objective Method to Identify Missing or False Rings. *Tree-Ring Bulletin*, **35**: 41-47.
- Yoo S.J., Wright B.D.** 2000. Persistence of Growth Variation in Tree-Ring Chronologies. *Forest Science*, **46** (4): 507-520.
- Атлас Литовской ССР.** 1981. Москва: Главное управление геодезии и картографии. 215 С.
- Бабиков Б.В.** 1975. Влияние осадков на водный режим осушенных торфяных почв и рост сосновых древостоев. *Засуха 1972 года и ее влияние на сезонную жизнь и биологическую продуктивность растений Восточно Европейской равнины* (ред. В.Д. Ерохин). Ленинград: Географическое общество СССР. С: 79-84.
- Битвинскас Т.Т.** 1965. Динамика прироста сосновых насаждений Литовской ССР и возможности его прогноза. *Дисс. на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук*. Москва: Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева. 219 с.
- Битвинскас Т.Т.** 1974. Дендроклиматические исследования. Ленинград: Гидрометеиздат. 172 с.
- Битвинскас Т.Т.** 1984а. Разработка основ дендроклиматологических исследований в Литовской ССР. *Временные и пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев*. Каунас: Институт ботаники АН Литовской ССР. С: 4-48.
- Битвинскас Т.Т.** 1984б. Биоэкологические основы дендрохронологических исследований. *Афтореферат диссертации доктора биологических наук*. Свердловск: Академия наук СССР. 50 с.
- Битвинскас Т.Т., Дергачев В.А., Кайрюкшис Л.А., Кочаров Г.Е., Янкявичюс К.К.** 1975. Биоэкологические основы дендрохронологии. *Материалы к симпозиуму XII-того международного ботанического конгресса*. Ленинград: Наука. С: 5-11.
- Битвинскас Т., Кайрайтис И., Карпавичюс И., Брукштус В.И.** 1981. Комплексное исследование изменчивости условий среды (станция ботанических и дендроклиматических исследований в национальном парке Литовской ССР – д. Вайшноришкес). *Пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев*. Каунас: Институт ботаники АН Литовской ССР. С: 4-11.
- Буяк А.В., Карпов В.Г.** 1983. Сравнительный анализ динамики радиального прироста ели. *Факторы регуляции экосистем еловых лесов*. Ленинград: Наука. С: 65-77.
- Василяускас А.П.** 1998. Фитопатологическое состояние еловых лесов Литвы после инвазий короеда типографа. *Конференция „Состояние и мониторинг лесов на рубеже XXI века”*. Минск: Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. С: 187-189.
- ГрицYTE А., Каушила К., Стира Б., Щемелевас В.** 1957. К вопросу о климатическом районировании территорий Литовской ССР. *Труды АН ЛССР*. **В. 4**: 133-141.
- Даценко Н.М., Сонечкин Д.М., Шабалова М.В.** 2000. Сезонные различия в длинных рядах приземной температуры воздуха в Европе. *Метеорология и гидрология*, **7**: 33-41.
- Дорфман Ц.** 1953. Климатологический справочник СССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч. I. Температура воздуха. Вильнюс: Управление гидрометеорологической службы Литовской ССР. 166 с.

- Дорфман Ц.** 1954. Климатологический справочник СССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч. II. Осадки, Ч. III. Снежный покров. Вильнюс: Управление гидрометеорологической службы Литовской ССР. 434 с.
- Дорфман Ц.** 1969а. Климатологический справочник СССР. Метеорологические данные за отдельные годы. Ч. I. Температура воздуха и почвы. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство. 258 с.
- Дорфман Ц.** 1969б. Климатологический справочник СССР. Метеорологические данные за отдельные годы Ч. II. Атмосферные осадки, Ч. III. Снежный покров. Ленинград: Гидрометеорологическое издательство. 165 с.
- Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Барзут В.М.** 1997. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне европейской тайги. Архангельск: Архангельский государственный технический университет. 140 с.
- Зведрис А., Сацениекс Р.** 1960. О влиянии климатических факторов на прирост сосновых стволов по диаметру. *Изв. АН Латвийской ССР*. Рига. 3: 152.
- Игнатавичене И. А.** 1964. Некоторые черты колебания циркуции атмосферы и климата в регионе Прибалтики. *Труды Академии наук Литовской ССР*, 13: 37.
- Карпавичюс И.** 1981. Выпадающие годовичные кольца сосен (*Pinus sylvestris* L.) произрастающих в болоте „Aukštoji Plynia”. *Пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев* (ред. Т Битвинскас). Каунас: Институт ботаники АН Литовской ССР. С: 40-44.
- Кайрюкшtis Л.А., Стравинскиене В.П.** 1987. Мастерхронология сухолольных сосняков Куршской косы. *Дендроклиматологические шкалы Советского Союза* (ред. Т Битвинскас). Каунас: Институт ботаники АН Литовской ССР. 4: 13-14.
- Климатологический ежемесечник.** 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991. Вильнюс: Управление гидрометеорологической службы Литовской ССР.
- Колищук В.Г., Петрив О.Н., Половников Л.И.** 1975. Прирост ели, его структура, динамика и обусловленность. *Материалы к симпозиуму XII-того международного ботанического конгресса*. Ленинград: Наука. С: 39-42.
- Колчин Б.А., Черных Н.Б.** 1977. Дендрохронология Восточной Европы. Москва: Наука. 125 с.
- Крамер П.Д., Козловский Т.Т.** 1983. Физиология древесных растений. Москва: Лесная промышленность. 462 с.
- Ловелиус Н.В.** 1979. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Ленинград: Наука. 229 с.
- Ловелиус Н.В.** 1980. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. *Автореферат дисс. на соискание учёной степени доктора биологических наук*. Днепропетровск: Днепропетровский государственный университет. 62 с.
- Мазепа В.С.** 1998. Пространственно-временная изменчивость радиального прироста хвойных видов деревьев в субарктических районах Евразий. *Автореферат дисс. на соискание учёной степени доктора биологических наук*. Екатеринбург: Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской Академии Наук. С: 3-38.
- Озолинчюс Р.** 1996. Хвойные: морфогенез и мониторинг. Каунас: Aesti. 340 с.
- Розанов М.И., Нестеров В.Г., Кириенко Г.И.** 1975. Особенности динамики прироста деревьев и их учет при составлении дендрошквал. *Материалы к симпозиуму XII-того международного ботанического конгресса*. Ленинград: Наука. С: 3-46.

- Рубинштейн Е.С.** 1956. Об изменении климата СССР за последние десятилетия. *А.И. Воейков и современные проблемы климатологии*. Ленинград: Гидрометиздат.
- Стадницкий Г.В.** 1978. Вспышки массового размножения насекомых и прирост насаждений. *Тезисы докладов всесоюзной конференции по дендроклиматологии „Дендроклиматические исследования в СССР”*. 4-6 июля 1978. Архангельск. С: 150-151.
- Стадницкий Г.В., Бортник А.М.** 1978. Дендроклиматические аспекты динамики популяций лесных насекомых. *Тезисы докладов всесоюзной конференции по дендроклиматологии „Дендроклиматические исследования в СССР”* (ред. Г.Б. Гортинский, Г.В. Стадницкий, Д.А. Усова). Архангельск: Министерство образования СССР. С: 152-153.
- Стравинскене В.** 1980. Дендроклиматологический анализ прироста деревьев в гидромелёрированных лесах Литовской ССР. *Диссертаций кандидата*. Каунас: Литовский Институт Лесов. 150 с.
- Стравинскене В.** 1981. Единные дендрохронологические шкалы осоково-сфагновых и долгомошных сосняков Литвы. *Дендроклиматологические шкалы Советского Союза* (ред. Т Битвинскас). Каунас: Институт ботаники АН Литовской ССР. 2: 39-46.
- Стравинскене В.** 1989. Дендрохронологический банк СССР. Каталог дендрошквал. Каунас: Институт ботаники АН Литовской ССР. 104 с.
- Чершкене И.** 1972. Корреляция ширины годичных колец ели и климатических факторов в Западной Литве. *Материалы Второго Всесоюзного совещание по дендрохронологии и дендроклиматологии „Дендроклиматохронология и радиоуглерод”*. Каунас: Институт ботаники АН Литовской ССР. С: 49-54.
- Чершкене И.И.** 1975. Исследование *радиального прироста* ельников Литовской ССР. *Автореферат диссертаций*. Каунас: Сельскохозяйственная Академия. 23 р.
- Чершкене И.И.** 1978. Динамика радиального годичного прироста ельников Литвы. *Условия среды и радиальный прирост деревьев*. (ред. Т Битвинскас). Каунас: Институт ботаники АН Литовской ССР. С: 19-21.
- Чертовской В.Г.** 1978. Еловые леса европейской части СССР. Москва: Лесная промышленность. 176 с.
- Шведов Ф.Н.** 1972. Дерево как летопись засух. *Материалы Второго Всесоюзного совещание по дендрохронологии и дендроклиматологии „Дендроклиматохронология и радиоуглерод”* (полная перепечатка статьи с оригинала, опубликованного в журнале „Метеорологический вестник” 1892 г.). С: 17-26.
- Шевченко С.В.** 1978. Влияние погодных условий на развитие болезней и прирост леса. *Тезисы докладов всесоюзной конференции по дендроклиматологии „Дендроклиматические исследования в СССР”*. (ред. Г.Б. Гортинский, Г.В. Стадницкий, Д.А. Усова). Архангельск: Министерство образования СССР. 154 с.
- Турманина В.Й.** 1971. Растительность как индикатор селей, оползней. *Теоретические вопросы фитоиндикации*. Ленинград: Наука. С: 92-96.

PADĖKOS

Dėkoju moksliniam vadovui habil. dr. Teodorui Bitvinskui, dendrochronologijos mokslo pradininkui Lietuvoje, už vadovavimą mano moksliniam darbui. Norėčiau padėkoti visam doktorantūros komitetui ir ypač prof. habil. dr. Vidai Stravinskienei už naudingus patarimus ir pasiūlymus. Be to, dėkoju VDU Kauno Botanikos sodo laboratorijos darbuotojams – vedėjai dr. R. Pukienei ir dr. J. Karpavičiui – padėjusiems savo patarimais tyrimų metu ir rašant disertaciją. Taip pat esu dėkingas aplinkotyros katedros vedėjui prof. R. Jukniui už jo paramą doktorantūros studijų metu. Klimato duomenys naudoti šiame darbe gauti iš Lietuvos meteorologijos centro archyvo ir bibliotekos Vilniuje, todėl norėčiau padėkoti centro darbuotojams ir vadovui P. Korkučiiui. Už mano disertacijos lietuvių kalbos korektūrą esu dėkingas lituanistui Klibavičiui.

I PRIEDAS

Lietuvos klimato rajonų ir parajonių ypatybės pagal K. Kaušylą (Bukantis, 1994)

Characteristics of climate regions and sub-regions according K. Kaušyla (Bukantis, 1994)

Rajonai	A (pajūrio)			B (Žemaičių)		C (Vidurio Lietuvos)		D (Pietryčių aukštumų)		
Parajoniai	A1	A2	A3	B4	B5	C6	C7	D8	D9	D10
Vidutinė metų temperatūra, °C	7,2	6,3-7,0	6,3-6,8	5,7-5,9	6,0	5,9-6,2	6,3-6,7	6,4	6,1-6,7	6,4
Šilčiausias mėnuo ir jo vid. temperatūra, °C	Liepa 17,2	Liepa 16,0-16,6	Liepa 16,3-16,7	Liepa 16,1-16,4	Liepa 16,5	Liepa 16,6-17,1	Liepa 16,5-17,5	Liepa 16,6	Liepa 16,9-17,5	Liepa 16,7-17,1
Šalčiausias mėnuo ir jo vid. temperatūra, °C	Vasaris -3,2	Vasaris -3,2	Sausis -4,2...-3,8	Sausis -5,3...-4,7	Sausis -4,6	Sausis -5,7...-5,4	Sausis -5,0...-4,4	Sausis -5,0	Sausis -5,8...-5,2	Sausis -6,8...-5,9
Kritulių kiekis per metus, mm	≈700	≈740	750-800	800-900	650-750	520-620	650-750	550-650	600-700	600-700
Laikotarpio su sniego danga trukmė dienomis	75-80	70-75	75-80	90-100	80-90	85-100	75-90	80-85	85-100	100-110
Procesai, nulemiantys klimato ypatumus	1. Jūrinio oro pernaša į žemyną. 2. Pakrantės brizinė cirkuliacija.			1. Drėgnų oro masių kilimas vakariniais aukštumų šlaitais 2. Vietos aukščio poveikis		1. Adiabatinis oro leidimasis nuo gretimų aukštumų. 2. Blogos nuotėkio plokščių paviršiumi sąlygos. 3. Dirvožemių perdrėkimas.		1. Turbulentinės oro apykaitos ir terminės konvekcijos sustiprėjimas raižytoje vietovėje. 2. Vietos aukščio poveikis		

II PRIEDAS

Tyrimo barelio pavadinimas, dendroskalės ilgis (seniausio medžio amžius), vertingos dendroskalės ilgis, kai ją sudaro ne mažiau kaip 10 medžių, vėlyvosios, ankstyvosios ir metinės rievės jautrumas bei nesinchroniškumas

Name of research plot, span of chronology (age of the oldest tree), span of valuable chronology compiled over 10 or more trees, mean sensitivity of latewood, earlywood and annual radial increment and asynchronicity

Barelis pavadinimas	Maksimalus medžių amžius metais	Vertingos dendroskalės ilgis, metais	jautrumas V	jautrumas A	jautrumas M	ASI, V	ASI A	ASI M
Alytus	108	66	0,38	0,24	0,23	6	6	6
Ažuolų Būda	65	54	0,20	0,19	0,15	30	15	10
Bebrujai	103	76	0,22	0,16	0,15	37	10	3
Dubrava I	69	58	0,26	0,17	0,14	26	19	10
Dubrava II	103	54	0,30	0,20	0,17	26	19	11
Dubrava III a	118	94	0,27	0,19	0,16	48	3	3
Dubrava III b	140	93	0,24	0,20	0,19	34	19	19
Dumsiai	106	82	0,28	0,20	0,17	16	10	10
Eičiai s	103	88	-----	0,12	0,11	--	17	10
Ežerėlis I	74	59	0,23	0,18	0,16	40	30	25
Ežerėlis II	69	63	0,20	0,16	0,14	23	16	10
Gerdžiai	85	63	-----	0,20	0,17	--	30	25
Germantas k	76	60	0,29	0,16	0,15	36	16	16
Germantas p	106	85	0,21	0,14	0,12	47	33	30
Germantas s	98	88	-----	0,16	0,17	--	27	27
Geruliai	145	104	0,22	0,17	0,16	53	30	23
Jankai	74	52	0,23	0,20	0,17	52	43	43
Juodkrantė	113	103	0,24	0,20	0,17	40	24	24
Jurbarkas	130	103	0,24	0,20	0,18	40	20	20
Jūrava	91	72	0,28	0,20	0,17	24	18	18
Jūrė I ne	121	106	0,27	0,17	0,17	28	11	9

Antrojo priedo tęsinys
Continuation of appendix II

Jūrė II nu	75	65	0,28	0,17	0,15	26	10	8
Kajackai k	126	90	0,37	0,23	0,18	17	10	7
Kajackai p	123	105	0,26	0,15	0,14	30	10	7
Kajackai s	140	106	0,23	0,18	0,17	21	10	7
Kalniškė	96	78	0,30	0,22	0,18	23	10	10
Katutiškės	66	57	0,26	0,23	0,18	33	19	12
Kazlų Rūda	88	64	-----	0,19	0,16	--	29	26
Klimbalė	151	127	0,26	0,17	0,15	14	0	0
Krepštai	130	61	-----	0,17	0,16	--	50	50
Lentvaris	83	59	0,37	0,18	0,15	12	6	6
Margiai-I	182	92	-----	0,18	0,15	--	27	17
Margiai-II	106	49	-----	-----	0,16	--	--	38
Matuizos	108	81	0,22	0,16	0,15	17	4	0
Mickūnai	72	65	0,33	0,17	0,16	9	3	3
Paštuva	113	92	0,26	0,18	0,16	53	33	33
Pikeliškės	102	78	0,32	0,22	0,18	47	9	9
Rietavas-I	166	62	0,23	0,17	0,16	63	32	26
Rietavas-II	81	67	0,25	0,15	0,13	22	12	6
Ringuva	84	66	0,30	0,18	0,16	50	17	17
Sausinė	82	75	-----	0,21	0,19	--	40	40
Stumbriškis	183	77	-----	0,16	0,15	--	26	21
Šališkės	79	57	-----	0,19	0,18	--	40	40
Šiluva k	102	69	0,30	0,23	0,19	45	17	4
Šiluva s	66	50	-----	0,21	0,19	--	30	27
Šimonys	147	101	0,31	0,22	0,20	20	10	10
Šventoji-I	104	78	0,28	0,18	0,14	42	29	25
Šventoji-II	162	110	0,26	0,14	0,14	34	31	22
Vaišnoriškė I up.	116	63	0,31	0,22	0,21	33	3	3
Vaišnoriškė II k	106	88	0,43	0,20	0,20	6	6	6

Antrojo priedo tęsinys

<i>Continuation of appendix II</i>								
Vaišnoriškė II s	98	90	0,28	0,17	0,16	27	14	14
Vaišnoriškė III	140	89	0,35	0,20	0,17	12	9	6
Veiviržėnai	73	52	-----	0,18	0,16	--	0	0
Višakio Rūda	79	74	0,23	0,17	0,16	30	27	21

III PRIEDAS

Meteorologijos stotys, naudotos trūkstantoms klimato duomenų sekų reikšmėms užpildyti

Meteorological stations used to fill up a missing climate data

Pagrindinė MS	MS oro temperatūros reikšmės	MS kritulių reikšmės
Anykščiai, Utena	Dusetos, Ignalina, Kaunas, Panevėžys, Rokiškis, Ukmergė, Utena, Vilnius	Anykščiai, Kaunas, Kelmė, Kupiškis, Panevėžys, Tilžė, Utena, Viliaudiškis, Vilnius
Alytus	Druskininkai, Karaliaučius, Kaunas, Kybartai, Lazdijai, Tauragė, Tilžė, Vilnius	Alytus, Birštonas, Druskininkai, Kaunas, Kybartai, Marijampolė, Meteliai, Nemajūnai, Pilkalnis, Pilupėnai, Tilžė, Trakai, Varėna, Vilnius
Juodkrantė	Gargždai, Karaliaučius, Kaunas, Klaipėda, Nida, Palanga, Papilė, Telšiai, Tilžė, Vilnius	Karaliaučius, Kaunas, Klaipėda, Nida, Palanga, Pilkalnis, Vilnius
Jurbarkas	Jurbarkas, Karaliaučius, Kaunas, Raseiniai, Šilutė, Tauragė, Tilžė, Vilnius	Jurbarkas, Karaliaučius, Kaunas, Kybartai, Mantviliai, Pilkalnis, Šakiai, Tauragė, Tilžė, Vilnius, Žindaičiai
Kaunas	Kaunas, Karaliaučius, Tilžė, Vilnius	Kaunas, Pilkalnis, Tilžė, Vilnius
Lazdijai	Druskininkai, Karaliaučius, Kaunas, Kybartai, Lazdijai, Tauragė, Tilžė, Vilnius	Alytus, Druskininkai, Kaunas, Lazdijai, Pilkalnis, Pilupėnai, Tilžė, Veisiejai, Vilnius
Panevėžys	Biržai, Dotnuva, Karaliaučius, Kaunas, Kelmė, Panevėžys, Tilžė, Vilnius	Kaunas, Kelmė, Panevėžys, Tilžė, Vilnius
Raseiniai	Dotnuva, Karaliaučius, Kaunas, Kelmė, Raseiniai, Tilžė, Vilnius	Dotnuva, Kaunas, Kelmė, Pajūjis, Pilkalnis, Raseiniai, Tauragė, Tilžė, Vilnius
Rietavas	Dotnuva, Gargždai, Klaipėda, Kaunas, Palanga, Telšiai, Tilžė, Vilnius	Kaltinėnai, Karaliaučius, Kaunas, Klaipėda, Laukuva, Pajūris, Šilalė, Šilutė, Tauragė, Telšiai, Tilžė, Vilnius
Šiauliai, Radviliškis	Karaliaučius, Kaunas, Panevėžys, Šiauliai, Telšiai, Tilžė, Vilnius	Kaunas, Karaliaučius, Kelmė, Pakruojis, Palanga, Panevėžys, Radviliškis, Šiaulėnai, Telšiai, Tilžė, Vilnius
Šventoji	Karaliaučius, Kaunas, Klaipėda, Šventoji, Tilžė, Vilnius	Karaliaučius, Kartena, Kaunas, Klaipėda, Kretinga, Palanga, Pilkalnis, Šventoji, Tubausiai, Vilnius
Telšiai	Dotnuva, Karaliaučius, Kaunas, Klaipėda, Mikužiai, Palanga, Telšiai, Tilžė, Vilnius	Kaunas, Klaipėda, Mikužiai, Palanga, Pilkalnis, Telšiai, Tilžė, Vilnius
Utena	Dusetos, Ignalina, Kaunas, Pagulianka, Rokiškis, Salos, Ukmergė, Utena, Vilnius	Anykščiai, Ignalina, Kaunas, Rokiškis, Šakaliai, Švenčionys, Tauragnai, Ukmergė, Utena, Vilnius
Varėna	Druskininkai, Varėna, Vilnius	Druskininkai, Kaunas, Varėna, Vilnius