

BOTANIKOS INSTITUTAS

Rūtilė Pukienė

PUŠYNŲ AUGIMO DINAMIKA UŽPELKIŲ TYRELIO
AUKŠTAPELKĖJE SUBATLANČIO LAIKOTARPIU

Daktaro disertacija

Gamtos mokslai, biologija, (botanika) (2B)

Vilnius, 1997

Darbas atliktas 1986 - 1996 m. Vytauto Didžiojo Universiteto Kauno Botanikos sodo Dendroklimatochronologijos laboratorijoje

Doktorantūros teisė suteikta kartu su Vilniaus Universitetu 1992 10 07 Lietuvos Respublikos Vyriausybės nutarimu Nr. 739

Disertacija ginama eksternu

Doktorantūros komitetas:

pirmininkas:

dr. Romas PAKALNIS (Botanikos institutas, gamtos mokslai, biologija (botanika), 2B);

nariai:

habil. dr. Teodoras BITVINSKAS (Vytauto Didžiojo universitetas, gamtos mokslai, biologija (botanika), 2B);

prof. habil.dr. Jūratė BALEVIČIENĖ (Botanikos institutas, gamtos mokslai, biologija (botanika), 2B);

prof. dr. Dieter ECKSTEIN (Hamburgo universitetas (Vokietija), gamtos mokslai, biologija (ekologija), 2B);

prof. habil. dr. Meilutė KABAILIENĖ (Vilniaus universitetas, gamtos mokslai, geologija ir mineralogija, 2E).

INSTITUTE OF BOTANY

Rūtilė Pukienė

PINEWOOD GROWTH DYNAMICS IN UŽPELKIŲ TYRELIS
OLIGOTROPHIC BOG DURING THE SUBATLANTIC
PERIOD

Doctoral dissertation

Natural sciences: biology (botany), 2B

Vilnius, 1997

The research has been accomplished at the Laboratory of Dendroclimachronology, Kaunas Botanical Gardens, Vytautas Magnus University, Kaunas, Lithuania.

The right to doctoral studies is qualified together with Vilnius University by decision No 739 of the Government of Lithuanian Republic in 07 10 1992

The dissertation is defended in external order.

Doctoral Committee:

Chairman of the Committee:

Dr. Romas PAKALNIS - Institute of Botany, natural sciences, biology (botany);

Members:

Dr. habil. Teodoras BITVINSKAS - Universitas Vytauti Magni, natural sciences, biology (botany);

Prof. Dr. habil. Jūratė BALEVIČIENĖ - Institute of Botany, natural sciences, biology (botany);

Prof. Dr. Dieter ECKSTEIN - Hamburg University, natural sciences, biology (ecology);

Prof. Dr. habil. Meilutė KABAILIENĖ - Vilnius University, natural sciences, geology and mineralogy.

TURINYS

0. Įžanga	3
1. Medžių radialinio prieaugio tyrimų panaudojimas ekologinių sąlygų dinamikai išaiškinti	8
1.1. Metinio radialinio prieaugio serijų sinchronizacijos metodas kaip ilgalaikių prieaugio chronologijų sudarymo principas	9
1.2. Klimatinių ir kitų ekologinių veiksnių rekonstrukcija dendrochronologiniais metodais	13
1.2.1. Kiekybinės rekonstrukcijos Šiaurės Amerikoje	13
1.2.2. Dendroklimatiniai ir dendroekologiniai tyrimai Europoje	15
1.2.3. Istorinė palaidotų (subfosilinių) medžių informacija	18
2. Aukštapelkės - informacijos apie praeities gamtinės aplinkos pokyčius šaltinis	20
2.1. Bendros žinios apie Lietuvos pelkių formavimąsi	20
2.2. Aukštapelkinės augalų bendrijos	22
2.3. <i>Pinus sylvestris</i> L. ypatybės pelkinėse augimvietėse	24
3. Tyrimų objektas ir medžiaga	26
3.1. Užpelkių Tyrelio durpyno raida, remiantis durpių bei žiedadulkių analize	26
3.2. Durpėse užsikonservavusios subfosilinės <i>Pinus sylvestris</i> medienos pavyzdžiai	32
3.3. Aukštapelkiniai paprastosios pušies dabar augančių medžių dendrochronologiniai tyrimų bareliai	37
3.4. Meteorologiniai duomenys	40
4. Tyrimų metodika	41
4.1. Kameraliniai darbai	41
4.2. Dendrochronologiniai medžių prieaugio sinchronizavimo metodai	42
4.2.1. Matematiniai sinchronizavimo metodai	42
4.2.2. Vizualiniai sinchronizavimo metodai	45
4.3. Radioanglies datų kalibravimas	47
4.4. Egzogeninių prieaugio dinamiką lemiančių veiksnių nustatymo metodai	49
4.4.1. Chronologijų standartizavimas	49
4.4.2. Koreliacinė ir regresinė analizė	50
4.4.3. Variacijos pirminių komponentų analizė	53
5. Pušynų išplitimo fazės Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje subatlančio laikotarpiu	55
5.1. Aukštapelkinių augimviečių pušies metinio radialinio prieaugio serijų sinchronizavimo ypatybės	55

5.2. Užpelkių Tyrelio aukštapelkės durpėse užsikonservavusių medžių radialinio prieaugio serijų sinchronizavimas ir ilgalaikių prieaugio chronologijų sudarymas	64
6. Aukštapelkinių augimviečių <i>Pinus sylvestris</i> radialinio prieaugio priklausomybės nuo klimatinių veiksnių analizė	81
6.1. Medžių vidutinių radialinio prieaugio chronologijų koreliacija su klimatiniais rodikliais.	81
6.2. Informacija iš medžių prieaugio variacijos pirminių komponentų amplitudžių chronologijų	93
6.3. Rekonstruotų praeities pušynų radialinio prieaugio chronologijų panaudojimo klimatinių rodiklių atstatymui galimybės	104
7. Pušynų augimo Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje dinamika - ekologinių sąlygų kaitos subatlančio laikotarpiu rodiklis	107
8. Išvados	115
Literatūra	117
List of figures (paveikslų pavadinimai anglų kalba)	133
DISERTACIJOS PRIEDAI	

0. ĮŽANGA

Žmogaus ūkinė veikla ir ekonominis gyvenimas neatsiejami nuo gamtinės aplinkos bei klimato sąlygų. Racionaliam gamtinių išteklių naudojimui ir sėkmingam aplinkosauginės politikos formavimui būtini duomenys ne tik apie dabartinės augalijos sudėtį, augalų rūšių produktyvumą, bendrųjų funkcionavimą, bet ir apie jų kaitos procesus. Be antropogeninių ir endoekogeninių (Шенников, 1964) sukcesijų, ilgalaikiu požiūriu reikšminga ir natūrali egzoekogenetinė, tame tarpe ir klimatogeninė fitocenozių kaita. Augalijos klimatogeninės kaitos dėsningumų tyrimai ypač svarbūs, turint omenyje prognozuojamus pokyčius klimato. Iš kitos pusės, duomenys apie augalijos sudėtį, atskirų rūšių produktyvumo dinamiką padeda rekonstruoti ekologinių sąlygų bei klimatinių rodiklių fluktuacijas praeityje ir taip geriau pažinti pačios klimatinės sistemos funkcionavimą.

Augalijos kaitos procesai yra ilgalaikiai, tiesiogiai juos stebėti sudėtinga. Duomenų apie ilgesnius laikotarpius teikia paleobotaniniai augalijos liekanų tyrimai. Pavyzdžiui, žiedadulkių ir sporų, kaip geriausiai išsilaikančių augalo dalių, analizės pagalba nustatyti poledynmečio klimatiniai periodai, kuriuose dėl skirtingo temperatūros ir drėgmės režimo vyravo skirtingos augalų bendrijos (Kabailienė, 1979). Praeities augalijos ir gamtinės aplinkos tyrimams naudojami ir durpių sudėtis, augalų liekanų durpėse, ežerinėse ir kitose nuosėdose analizė (Kabailienė, 1990; Савукинене и др., 1978).

Tiriant augalų liekanas nuosėdose, tik retais atvejais (pavyzdžiui, juostuotuose moliuose) galima išskirti metinius nuosėdų sluoksnius ir tirti atskirų metų augalijos būklę. Papildomos, tiksliai datuotos informacijos apie praeities gamtinės aplinkos pokyčius teikia praeityje augusių medžių metinių rėvių tyrimai.

Dėl kasmetinės vegetacijos ir ramybės sezonų kaitos medžiuose susiformuoja sluoksninė struktūra - medienos rėvių seka, kurioje glūdi informacija apie konkrečių metų augimo sąlygas. Pakliuvusi į tinkamas sąlygas (pvz. anaerobinėje aplinkoje, šaltyje ir pan.), mediena, kaip ir žiedadulkės, gali išsilaikyti nesuirusi tūkstančius metų. Jei praeities medžių augimo laikotarpiai laiko skalėje perdengė vienas kitą, dendrochronologiniais metodais jų rėvių pločių (metinio radialinio prieaugio) serijos gali būti tarpusavyje sinchronizuotos - vienerių metų tikslumu datuotos viena kitos atžvilgiu. Tuo būdu galima rekonstruoti praeities medynų formavimosi istoriją, datuoti medžių žuvimą, augimo anomalijas, sudaryti ilgalaikes metinio radialinio prieaugio chronologijas, rodančias medžių biologinio produktyvumo svyravimus ir kt.

Nors medžių metinių rėvių tyrimai jau gana plačiai naudojami datavimui ir praeities klimato rekonstrukcijoms, dažniausiai tiriami dabar

tebeaugantys medžiai arba archeologinių paminklų mediena, tai yra mediena, randama ne medžio augimo, bet panaudojimo vietoje. Kol kas dar nedaug atlikta tyrimų, apimančių augimo vietoje nuosėdose (dažniausiai durpėse) užsikonservavusių subfosilinių medžių medienos rievių analizę (Munaut, 1966; Tallis, 1975; Becker, 1979; McNally, Doyle, 1984; Leuschner, Delorme, Hofle, 1987; Lageard, Chambers, Thomas, 1992 ir kai kurie kiti). Vakarų Europoje, o taip pat ir kitose pasaulio dalyse, daugelyje pelkių randami vienas ar keli dažnai kelmingi stipriai susiskaidžiusios durpės sluoksniai ("ribos horizontai") (Munaut, 1966; Хотинский, 1971; Tallis, 1975; Becker, 1981; Delorme ir kt., 1983; McNally, Doyle, 1984 ir kt.). Dėl nepakankamai išsamių tyrimų kelmingieji horizontai anksčiau buvo laikomi visur sinchroniškais, reprezentuojančiais sausuosius borealio ir subborealio periodus (Birks, 1975). Radiokarboninė, o vėliau ir dendrochronologinė, subfosilinės medienos analizė parodė, kad šie sluoksniai, rodantys nusausėjimą ir medynų išplitimą durpynuose, dažniausiai nėra vienalaikiai įvairiose Europos vietose (Vogel ir kt., 1969, Хотинский, 1971; McNally, Doyle, 1984 ir kt.). Juos sąlygojo tiek globaliniai klimato pokyčiai, tiek vietinės sąlygos.

Lietuvoje praeities augalijos tyrimams iki šiol subfosilinių medžių dendrochronologinė analizė nebuvo naudojama. Šio darbo hipotezė - kad dendrochronologiniai durpių klotuose užsikonservavusios praeities medžių medienos tyrimai gali papildyti palinologinę ir durpių analizę bei duoti naujos informacijos apie praeities augaliją, miškų augimo ir ekosistemų kaitos ypatybes, ekologinių sąlygų svyravimus.

Šiame darbe atliktais subfosilinių paprastosios pušies medžių liekanų, rastų durpių klotuose, dendrochronologiniais tyrimais siekta atstatyti Užpelkių Tyrelio aukštapelkės *Pinus sylvestris* L. medynų augimo dinamiką: pušynų išplitimo bei nynykimo fazes, medžių metinio radialinio prieaugio, kaip biomasės produktyvumo rodiklio, svyravimus; istoriškai įvertinti ekologinių sąlygų raidą. Šiam tikslui pasiekti, darbe buvo sprendžiami šie uždaviniai:

- išaiškinti aukštapelkinių augimviečių paprastosios pušies metinio radialinio prieaugio serijų sinchronizavimo ypatumus;
- kryžmiškai datuoti praeities medžių augimo laikotarpius;
- sudaryti ilgalaikę metinio radialinio prieaugio chronologiją;
- atlikti pelkinių augimviečių pušies metinio radialinio prieaugio priklausomybės nuo klimatinių veiksnių analizę bei ištirti klimatinių veiksnių rekonstrukcijos galimybes;
- remiantis atstatyta pušynų augimo dinamika, įvertinti subatlančio laikotarpio ekologinių sąlygų kaitą.

Tai pirmas Lietuvoje darbas, kai paleoekologiniams tyrimams panaudota užsikonservavusios aukštapelkės durpėje medienos metinių rėvių analizė. Šiais tyrimais nustatyta raistinės ir plyninės augalijos fazių kaita pelkėje per daugiau kaip 2000 metų. Raistinėms fazėms sudarytos penkios *Pinus sylvestris* metinio radialinio prieaugio chronologijos, apimančios 80% viso 2145 metų ilgio periodo. Medžių stiebų metinio radialinio prieaugio priklausomybės nuo klimatinės veiksnų nustatymui panaudoti nauji matematinės analizės metodai: autoregresinis modeliavimas ir variacijos pirminių komponentų analizė. Pagal Užpelkio Tyrelio aukštapelkės pušynų augimo dinamiką kokybiškai rekonstruota pastarųjų dviejų tūkstantmečių ekologinių sąlygų kaita. Rezultatų atitikimas kitų autorių praeities klimato Europoje vertinimams rodo, kad nustatyti paleoaplinkos kitimai nebuvo tik vietinės reikšmės, bet atspindėjo Europos masto makroklimatinius procesus.

Pirmame šio darbo skyriuje aptarti pasaulio dendrochronologų darbai kuriant ilgalaikes dendrochronologijas ir naudojant prieaugio dinamikos tyrimus gamtinės aplinkos sąlygų rekonstrukcijoms;

Antrame skyriuje aprašyti bendrieji Lietuvos pelkių bruožai, aukštapelkinės augalų bendrijos, paprastosios pušies augimo ypatybės aukštapelkinėje aplinkoje;

Trečiame skyriuje apibūdinti darbo objektas ir medžiaga;

Ketvirtame aprašytos darbe naudotos metodikos;

Penktas skyrius skirtas medienos pavyzdžių kryžminiam datavimui, pušyno išplitimo laikotarpių nustatymui ir ilgalaikės dendrochronologijos sudarymui;

Šeštame skyriuje analizuojami aukštapelkinių augimviečių pušies prieaugio dinamiką nulemiantys veiksniai;

Septintame darbo skyriuje atliktas gamtinės aplinkos kaitos subatlantinio laikotarpio įvertinimas, remiantis gautais rezultatais bei kitų autorių pateiktos medžiagos analize;

Aštuntame skyriuje pateiktos darbo išvados.

Pagrindiniai darbo rezultatai skelbti šiuose moksliniuose pranešimuose ir publikacijose:

Moksliniai pranešimai:

VII Jaunųjų mokslininkų - botanikų Sąjunginėje konferencijoje Berezinos rezervate (Baltarusija) 1987, spalio 13-18: " Ilgaamžės dendroskalės - jų paskirtis ir sudarymo metodai"(rusų k.);

V Visasąjunginėje konferencijoje dendrochronologiniais klausimais, Sverdlovskas (RSFSR), 1990, gegužės 29-31: " Kai kurie pelkinės pušies radialinio prieaugio dinamikos statistiniai parametrai"(rusų k.);

tarptautinėje konferencijoje "Medžių rėvių tyrimai ir miškų džiūvimas", 1993 birželio 21-26 d., Kaunas: "2000 metų ilgio vakarinės Lietuvos pušies chronologijos kūrimas: problemos ir rezultatai" (anglų k.);

Baltijos jūros regiono dendrochronologų pasitarime, 1993 lapkričio 18-21 d., Kopenhaga (Danija): "Lietuvos pelkinių ir sausų augimviečių pušies chronologijų dendroklimatiniai tyrimai, naudojant daugiamatę analizę" (anglų k.);

tarptautinėje konferencijoje "Medžių rievės, aplinka ir žmonija: tarpusavio ryšiai ir procesai", 1994 gegužės 17 - 21 d., Tucson, Arizona, JAV: "Klimato įtaka Pinus sylvestris radialiniam prieaugiui Lietuvos aukštapelkėje" (anglų k.);

tarptautiniame pasitarime "Europos dendrochronologijos pasiekimai", 1994 rugsėjo 14-18 d., Travemiundė, Vokietija: "Subatlantio paleoaplinkos dendrochronologiniai tyrimai vakarų Lietuvos aukštapelkėje" (anglų k.);

konferencijoje "Senųjų miestų ir archeologinių radinių geochronologija, dendrochronologija ir radiokarboninis datavimas", 1994 spalio 30 - lapkričio 4 d., Vilnius: "Pinus sylvestris medyno fazės Užpelkių Tyrelis aukštapelkėje (vakarų Lietuva) Subatlantio laikotarpiu, rekonstruotos subfossilinės medienos kryžminio datavimo būdu" (anglų k.);

VDU Kauno Botanikos sodo 1991-1994 m. darbų ataskaitinėje konferencijoje, 1995, vasario 20 d., Kaunas: "Subatlantio laikotarpio ekologinių klimatinų optimumų tyrimai, remiantis iškastinių medžių radialinio prieaugio dinamikos analize";

V konferencijoje "Absoliutaus datavimo metodai", 1995 balandžio 6-8 d., Gliwice-Rudy, Lenkija: "Praeities medynų dinamikos vakarų Lietuvos aukštapelkėje dendrochronologiniai tyrimai" (anglų k.);

tarptautiniame pasitarime "Baltijos tinklas pakrančių ekosistemų modelių rūšių bio-įvairovei ir produktyvumui tirti", 1995 spalio 4-8 d., Nida, Lietuva: "Pinus sylvestris dendrochronologinių duomenų panaudojimas ir jų apimtį išplėtimo galimybės" ir "Skirtingų rūšių medžių rievės ir aplinka" (abu su hab. dr. T.Bitvinsku, anglų k.).

Publikacijos:

Pelkinių augimviečių pušies radialinio prieaugio grupinio kitimo savybės. - Jaunųjų mokslininkų straipsnių rinkinys, Lietuvos Mokslų akademija. Vilnius, 1989: 108 - 116 (santrauka anglų k.).

Influence of climate on the radial growth of Pinus sylvestris in a peat bog of Lithuania. - Abstracts of the International Conference on Tree Rings, Environment, and Humanity: Relationships and Processes, May 17 - 21, 1994, Tucson, Arizona. 1994: 44.

Pinus sylvestris forest phases in Užpelkių Tyrelis peat bog (Western Lithuania) during the Subatlantic period as derived by crossdating of

subfossil timber. - Abstracts and papers of the conference on geochronology and dendrochronology of old town's and radiocarbon dating of archaeological findings, Vilnius, Oct. 3 - Nov. 4. 1994: 32.

Dendrochronological study on palaeowoodland dynamics in a western Lithuanian peat bog. - Abstracts of International Meeting " Absolute Dating Methods", Gliwice Rudy, 6-8 April, 1995: 49.

2000 years woodland history in Užpelkių Tyrelis peat bog. - Conference of the European Dendrochronology Workshop 1996, 2-5 May, Moudon, Switzerland; Abstracts. 1996: p. 38.

Dendrochronological study on palaeowoodland dynamics in a western Lithuanian peat bog. - Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Matematyka - Fizyka, Nr. 1330, Z. 79, Geochronometria 13, Gliwice, 1996: 203 - 214. (santrauka lenkų k.)

The Tree ring bank's conditions of storage and use in the KBG Dendroclimatochronology laboratory of Vytautas Magnus University. - Proceedings of the International Symposium " The Usage of the Database of Selected Species". Vilnius, 1996: 33. (Su T.Bitvinsku).

Tree-rings of different species and environment. - Proceedings of the International Meeting on " Baltic Network of Biodiversity and Productivity of Selected Species in Coastal Ecosystems". Vilnius, 1996: 43 - 44. (Su T.Bitvinsku).

The usage of dendrochronological data of *Pinus sylvestris* and the possibilities of its expansion. - Proceedings of the International Meeting on " Baltic Network of Biodiversity and Productivity of Selected Species in Coastal Ecosystems". Vilnius, 1996: 45 - 46. (Su T.Bitvinsku).

Структура и динамика радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в торфянике Ужпялькю Тирялис. - Материалы XIX экспедиции - конференции ботаников Прибалтики. Вильнюс, 1988: 42 - 44 (su T.Bitvinsku)

Методы синхронизации рядов ширины годовых слоев сосны на торфяный болотах верхового и переходного типов. - Тез. докл. научно - технической конференции. Новополюцк, 1989: 31 - 32 (su T.Bitvinsku).

Iš viso disertaciją sudaro 136 puslapiai, 13 lentelių, 52 paveikslai, 268 šaltinių literatūros sąrašas ir 8 priedai, apimantys 11 lapų.

1. MEDŽIŲ RADIALINIO PRIEAUGIO TYRIMŲ PANAUDOJIMAS EKOLOGINIŲ SĄLYGŲ DINAMIKAI IŠAIŠKINTI

Jau seniai pastebėta priklausomybė tarp medžių radialinio prieaugio ir klimatinų bei kitokių ekologinių faktorių. Galbūt pirmuoju dendrochronologu reiktų laikyti Leonardą da Vinčį, kuris nustatė, kad medis per metus suformuoja vieną rievę, kurios plotis priklauso nuo drėgmės sąlygų, bei samprotavo apie klimatinų sąlygų rekonstrukciją (Stallings, 1937, "Some Early Papers on Tree-rings" iš Baillie, 1982). Aštuonioliktame amžiuje eilė mokslininkų, tame tarpe K. Linėjus, yra pastebėję 1708-1709 metų rievėse šalčio pažeidimo pėdsakus ir siejo juos su šalta tų metų žiema (Studhalter, 1956). 1837 metais Babbage'as aprašė medžių rievių sinchronizaciją (cross-dating) ir numatė, jog šis metodas galėtų tarnauti palaidotų durpynuose miškų amžiaus nustatymui, datuojant jų metinio radialinio prieaugio (rievių pločių) chronologijas pagal dabar augančių medžių (t.y. medžių, kurių kiekvienos rievės susiformavimo kalendoriniai metai žinomi) chronologijas (Zeuner, 1958 "Dating the Past - an Introduction to Geochronology" iš Baillie, 1982). 1892 m. rusų mokslininkas F.Švedovas (Шведов, 1892) aprašė baltosios akacijos siaurų rievių ritmišką pasikartojimą, siedamas tai su sausrų pasikartojimu.

Sistemingiems moksliniams tyrimams dendrochronologiją pradėjo taikyti šio amžiaus pradžioje amerikiečių mokslininkas A.E.Duglasas (Douglass, 1914; 1921), kuriam ir priklauso šio pavadinimo autorystė. Tuo metu instrumentinio klimatinų rodiklių matavimo serijos buvo gana trumpos, ir, norėdamas išsiaiškinti klimato svyravimų ryšį su Saulės ciklais, Duglasas pritaikė geltonosios pušies (*Pinus ponderosa*) metinių rievių pločių serijas kaip netiesioginį klimatinų duomenų šaltinį, nes sausringomis Arizonos sąlygomis pagrindinis rievių plotį lemiantis veiksnys yra kritulių kiekis (Douglass, 1914). 1919 metais A.E.Duglasas sudarė ištisinę 500 metų ilgio *Pinus ponderosa* bei 3221 metų ilgio *Sequoia gigantea* radialinio prieaugio chronologijas (Baillie, 1982).

Šios chronologijos buvo ištisinės - gautos iš gyvų medžių, augusių šitiek amžių. Tačiau tokį amžių turintys medžiai - išimtinis atvejis. Dažniau galima aptikti ankščiau augusių medžių medienos, kurios rievių serijas sinchronizuojant su dabar augančių medžių serijomis, galima sukurti sudurtinę chronologiją.

Be to, ne visose augimvietėse yra tokia akivaizdi rievių pločio priklausomybė nuo konkrečių limituojančių ekologinių faktorių.

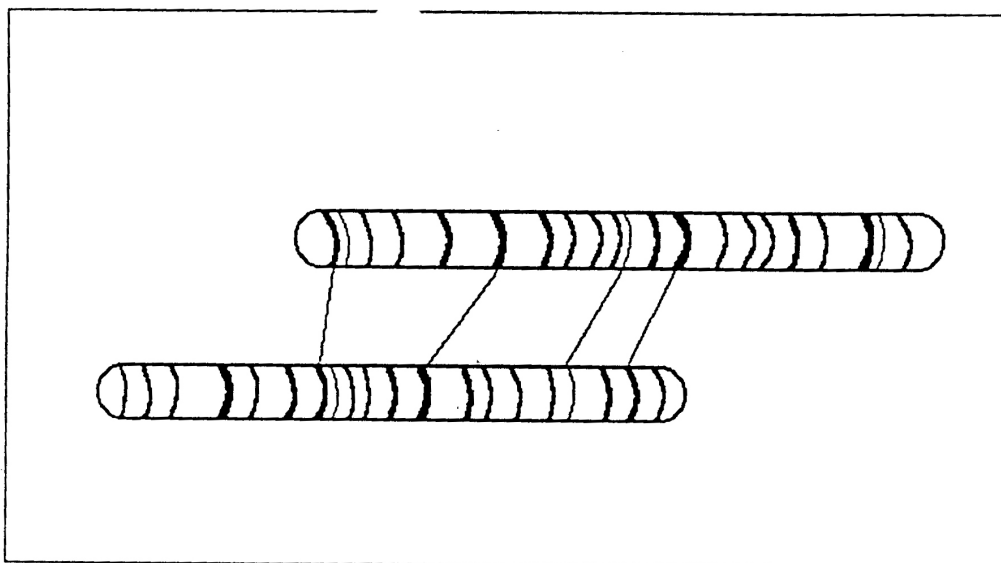
Taigi, noras panaudoti medžių rievių serijas kaip netiesioginį klimatinų duomenų šaltinį (proxy data) iškėlė du uždavinius:

1) ilgalaikių chronologijų sukūrimas, sinchronizuojant ir sujungiant persidengiančias trumpesnes radialinio medžių prieaugio serijas, tai vėliau buvo pavadinta dendrochronologija siaurąja prasme,

2) klimatinių veiksnių, nuo kurių priklauso metinis prieaugis, išaiškinimas, kad, remiantis nustatytais ryšiais, būtų galima chronologiją panaudoti šių veiksnių rekonstrukcijai (dendroklimatologija).

1.1 Metinio radialinio prieaugio serijų sinchronizacijos metodas kaip ilgalaikių chronologijų sudarymo principas

Turėdamas ilgalaikių chronologijų sudarymo patirtį, A.E.Duglasas panaudojo prieaugio dinamikos bruožų (pattern) lyginimo metodiką nežinomo laikotarpio medienos pavyzdžių datavimui. 1 paveiksle pavaizduota dviejų medienos pavyzdžių (gręžinėlių) sinchronizavimo pagal prieaugio svyravimų dinamiką, tai yra pagal siaurų ir plačių rėvių pasikartojimo ritmiką, schema:



1. pav. Dviejų medienos gręžinėlių prieaugio sinchronizavimo (rievių kryžminio datavimo) pavyzdys.

Dirbdamas šiuo medienos pavyzdžių santykinio datavimo principu, A.E.Duglasas pratęsė *Pinus ponderosa* chronologiją, prijungdamas radialinio prieaugio serijas iš senovinių actekų statinių medienos iki 701 m.

po Kr. (Douglass, 1921), vėliau šiuo pačiu metodu chronologija pratęsta iki 322 m. pr. Kr. (Baillie, 1982).

Tarpusavio sinchronizavimo, remiantis prieaugio dinamikos bruožais, metodas reikalingas ne tik chronologijų pratęsimui, bet ir jų patikrinimui. Šis metodas buvo panaudotas sudarant ilgalaikę *Pinus aristata* (centrinė Kalifornija) chronologiją. Šiuos medžius kalnuose atrado E.Šulmanas 1954 metais (Shulman, 1956). Jie auga labai ilgai (amžius siekia 4000 metų) ir lėtai. Dėl ekstremalių sausrų dažnai pasitaikančios serijoje “iškrentančios” rievės gali visiškai iškreipti metinio prieaugio dinamikos vaizdą. Panaudojus atskirų medžių prieaugio tarpusavio sinchronizaciją bei patikrinus dviejų nepriklausomai sudarytų chronologijų atitikimą, septintame dešimtmetyje sukurta daugiau kaip 8000 metų ilgio *Pinus aristata* chronologija (Ferguson, 1969).

Europoje ilgalaikių chronologijų, naudojant atskirų persidengiančių laike prieaugio serijų sinchronizavimą, kūrimo darbą pradėjo B.Huberis. Naudodamas archeologinės (gautos iš archeologijos ir architektūros paminklų) medienos duomenis, jis pratęsė augančių medžių radialinio prieaugio chronologiją iki viduramžių, o 1963 metais jau turėjo 1000 metų ilgio Vakarų Europos ąžuolo chronologiją (Huber, Giertz, 1970).

Dirbdami vidutinio klimato sąlygomis, Europos dendrochronologai susidūrė visai su kitomis problemomis, negu sausringų Kalifornijos sričių tyrinėtojai. Jeigu A.E.Duglasas sinchronizavimui naudojo skeletinius grafikus, kuriuose buvo pažymėti laiko skalėje tik ekstremalūs mažo prieaugio metai, tai Europoje, kur prieaugį gali riboti keletas limituojančių faktorių, ir metinio prieaugio ekstremumai nėra išreikšti visuose medžiuose vienodai, toks metodas netiko. B.Huberis pasiūlė laikyti metus, kuriais daugiau kaip 75% medžių turi tą pačią prieaugio kitimo kryptį (padidėjimą ar sumažėjimą), reperiniais metais ir, sinchronizuojant prieaugių serijas, remtis šitais metais, kartu vizualiai lyginant gretinamų pavyzdžių prieaugio serijų grafinį vaizdą (pattern). B.Huberis taip pat pasiūlė naudoti ir panašumo procentą (coefficient of parallel variation) statistiniam vizualinio sinchronizavimo patikrinimui.

Po B.Huberio eilėje Europos vietų prasidėjo ilgalaikių chronologijų kūrimo darbai. Septintame - aštuntame dešimtmetyje E.Holšteinas (Vokietija) prijungdamas geležies amžiaus namų ir romėnų tiltų medienos rievų plokščių serijas, pratęsė ąžuolo (*Quercus robur* / *petrea*) radialinio prieaugio chronologiją iki 700 m. pr. Kr. (Hollstein, 1979). Septintame dešimtmetyje tuometinėje Tarybų Sąjungoje B.A.Kolčinas, sujungdamas Novgorodo archeologinių tyrinėjimų metu iškastų grindinio rąstų radialinio prieaugio serijas, sukūrė 884 metų ilgio Novgorodo pušies (*P. sylvestris*) chronologiją. Dendrochronologiniais Novgorodo grindinio rąstų tyrimais

nustatytos miesto statybos darbų fazės ir atkurta gaisrų istorija (Колчин, Черных, 1977; Колчин, 1978).

Iki devinto dešimtmečio vidurio buvo sukurta eilė ažuolo (*Q. robur / petrea*) chronologijų Airijoje ir Anglijoje (Schove, 1974. Baillie, 1982) iš kurių ilgiausios yra: absoliučiai datuota 7272 metų ilgio Belfasto ažuolo chronologija (Pilcher ir kt., 1984), 1516 metų ilgio 3196 - 1681 m. pr. Kr. ir 1584 - 970 m. pr. Kr. datuojamos Rytų Anglijos chronologijos, kurias vėliau surinkta medžiaga pratęsia iki penkto tūkstantmečio pr. Kr. (Brown & Baillie, 1992).

Vokietijoje, Giotingeno laboratorijoje sudarytos ažuolo, palaidoto upių slėniuose žvyro sąnašose, chronologijos, dendrochronologiškai datuotos 7197 - 4221 m. pr. Kr. ir 4000m. pr. Kr. - 931 m. po Kr., bei jas jungianti 6200 m. pr. Kr. - 928 m. po Kr. pelkėse ir jūrų nuogulose palaidoto ažuolo chronologija (Leuschner, 1992). Kiolno laboratorijoje B.Šmidto (Schmidt) sukurta vakarų ir šiaurės Vokietijos žvyro sąnašose ir durpynuose užsikonservavusio ažuolo chronologija su kai kuriais tarpais siekia 6800 m. pr. Kr.; Hohenheimo laboratorijoje B.Beckeris pratęsė pietų Vokietijos ažuolo metinio radialinio prieaugio chronologiją iki devinto tūkstantmečio prieš Kristų ir pasiekė ažuolo chronologijų Europoje ilgio ribą - poledynmečio laikotarpio ažuolo išplitimo vidurio Europoje pradžią (Becker, Schmidt, 1989 iš Leuschner, 1992).

Lietuvoje taip pat yra surinkta Neries aukštupio žvyro sąnašose palaidoto ažuolo medienos, kuri yra pagrindas penkių tūkstantmečių ilgio chronologijai sukurti (Битвинскас, 1978).

Siekiant patikrinti importuotos medienos buvimo Vakarų Europoje hipotezę (Baillie, 1982), devinto dešimtmečio viduryje sukurta Šiaurės Lenkijos ilgalaikė ažuolo chronologija (Eckstein ir kt., 1986; Ważny, 1992), taip pat Viduramžių Torunės ir Chelmino miestų pušies (*P. sylvestris*) chronologijos (Zielski, 1987) Iš Vyslos slėnio aliuvinėse sąnašose randamų ažuolų radialinio prieaugio serijų sudaryta pietinės ir centrinės Lenkijos tūkstantmetė ažuolo chronologija (Krąpiec, 1992), šių ažuolų medienos dendrochronologiniai tyrimai taip pat panaudoti geomorfologinių procesų datavimui (Kalicki, Krąpiec, 1995).

Švedijoje, vadovaujant T.Bartolinui, archeologinės medienos pagrindu sukurtos kelios Pietų Švedijos ažuolo chronologijos, kurių ilgiausios siekia VII a. po Kr., bei pušies chronologijos iš įvairių Švedijos regionų, siekiančios apie tūkstantį metų ilgio (Bartholin, 1987; Schweingruber ir kt., 1988).

Daugumos aptartų ilgalaikių metinio radialinio prieaugio chronologijų kūrimo darbų pagrindinis tikslas - archeologiniai medienos dirbinių datavimai, plačiu mastu juose naudojama archeologinių paminklų medienos duomenys. Žinoma, šios chronologijos buvo panaudotos ir

praeities klimato bei kitų gamtinių reiškinių tyrinėjimams. Specialiai klimatiniams tyrimams Švedijoje iš savo augimvietėje užsikonservavusių medžių buvo sukurta Laplandijos (Tiornetrasko) P. sylvestris skalė, siekianti 402 m. po Kr. Šiaurėje pušies amžius yra gerokai ilgesnis (siekia 600 metų) ir jos medienos irimas daug lėtesnis negu vidutinėse platumose. T.Bartolinas nurodo, jog Laplandijoje Vikingų laikais nudžiūvusios pušys vis dar guli nesuirusios ant žemės. Tikimasi šią chronologiją pratęsti iki 6000 metų ilgio, prijungiant pavyzdžių, iškastų iš pelkių ar ištrauktų iš ežeriukų dugno, prieaugio serijas (Bartholin, 1987).

Su globalinių klimato pokyčių tyrinėjimais susiję ir Suomijoje vykdomi darbai. Devinto dešimtmečio pabaigoje Joensuu Universiteto dendrochronologijos laboratorijoje buvo sukurtos pušies (P. sylvestris), palaidotos durpynuose, ilgalaikės radialinio prieaugio chronologijos. Paskutiniaisiais metais, tęsiant klimato rekonstrukcijos darbus, netoli šiaurinės medžių augimo ribos surinkta iš durpynų ir ežerų dugno medžiaga leido sukurti dvi radioanglies metodu datuotas chronologijas, apimančias 4100 - 3300 m. pr. Kr. ir 3400 - 2600 m. pr. Kr. Ateityje tikimasi šias chronologijas sujungti ir pratęsti jų ilgį iki šešių - septynių tūkstantmečių (Eronen, Zetterberg, 1992; Eronen ir kt., 1991).

1.2 Klimatinių ir kitų ekologinių veiksnių rekonstrukcija dendrochronologiniais metodais

Kaip minėta, jau pirmieji medžių rėvių stebėjimai buvo susiję su noru išaiškinti klimatinį signalą, užfiksuotą metiniame prieaugyje. XIX a. pabaigoje empiriniai stebėjimai Odesos profesoriui F.Švedovui parodė, kad Europos miškastepių sąlgomis metinių rėvių susiaurėjimas sutampa su sausringais metais, todėl galima šį ryšį panaudoti cikliškam praeities sausrų pasikartojimų rekonstravimui (Шведов, 1892). A.E.Duglaso Šiaurės Amerikos vakaruose gautos koreliacijos tarp žiemos kritulių ir Arizonos medžių rėvių pločių (Douglass, 1914) vėliau buvo patvirtintos tikslios statistinės analizės metodais (Fritts, 1976).

1.2.1. Kiekybinės rekonstrukcijos Šiaurės Amerikoje.

A.E.Duglaso įkurta Medžių Rėvių Tyrimo laboratorija Tusone (Arizonos valst.) tapo mokslinių tyrimų centras, kur didžiausias dėmesys skiriamas medžių prieaugio ryšių su klimatiniais veiksniais ieškojimui, statistiniams klimatinių ir kitų ekologinių rodiklių rekonstravimo modeliams, šių modelių patikimumui. Kadangi medžių rėvių pločių sekos nėra paprastas matematinės statistikos taikymo objektas - jose slypi medžio reakcija ne tik į išorinius (egzogeninius), bet ir į skirtingus vidinius (endogeninius) veiksnius, pasireiškianti senėjimo trendu, rėvių pločių autokoreliacija ir t.t., - mokslininkams - dendroklimatologams tenka spręsti įvairias problemas.

Elektroninių skaičiavimo mašinų paplitimas septintame dešimtmetyje leido plačiau panaudoti statistinius analizės metodus. Arizonos Medžių Rėvių Tyrimo laboratorijoje H.Fritsas su bendradarbiais vystė metodikas prieaugio sekų standartizavimui, pašalinant amžiaus kreivę ir pervedant rėvių pločius į indeksų serijas, šių serijų statistinių savybių charakterizavimui (Fritts, 1976). Šiaurės Amerikos vakaruose V.C. La Marche sukūrė 49 stočių dendroklimatinių tyrimo barelių tinklą, kuris buvo naudojamas klimato kitimų erdvėje modeliavimui (Fritts, Shatz, 1975). Erdviniam klimatinių parametrų modeliavimui buvo pritaikytas pirminių komponentų (eigenvektorių) metodas (Fritts, La Marche, 1971). Medžių prieaugio duomenų pirminių komponentų erdvinis išsidėstymas žemėlapių technikos pagalba susiejamas su klimatinių parametrų pirminių komponentų išsidėstymu, identifikuojant parametrus, nulemiančius erdvinę prieaugio dinamiką. Taip buvo atlikta atmosferos slėgio laukų rekonstrukcija Šiaurės Amerikos vakaruose (Blasing, Fritts, 1973; Fritts, 1976).

Prieaugį lemiančių veiksnių nustatymui ir tolesnei šių veiksnių kiekybinei rekonstrukcijai pagal prieaugio chronologijas Arizonos

universitete buvo sukurta atsako funkcijos (response function) ir perdavimo funkcijos (transfere f.) metodologijos (Fritts, 1976). Atsako funkcijos analizėje medžių prieaugis lyginamas su įvairiais meteorologiniais parametrais, identifikuojant reikšmingiausius. Perdavimo funkcija - daugiamatė regresija tarp klimatinio parametro ir medžių prieaugio duomenų, leidžianti atlikti šio klimatinio parametro kiekybinę rekonstrukciją.

Arizonos Medžių Rievių Tyrimo laboratorijoje didelis dėmesys atkreiptas į dendroklimatinių rekonstrukcijų verifikavimą, tam naudojant nepriklausomų (t.y. nepanaudotų rekonstrukcijos lygčiai apskaičiuoti) prieaugio duomenų laikotarpį, turintį meteorologinių rodiklių instrumentinio matavimo duomenis).

Remiantis šiomis metodologijomis Šiaurės Amerikoje aštuntojo dešimtmečio viduryje atliktos pirmosios kiekybinės praeities klimato rekonstrukcijos (Blasing, Fritts, 1973 ir kt.). Pusdykumių klimato sąlygomis medžiai jautriausiai reaguoja į drėgmės trūkumą, todėl jų prieaugio svyravimai gerai koreliuoja su kritulių kiekiu ir kitais hidrologiniais rodikliais, kaip upių vandeningumas, ežerų lygis. Atkreipiant dėmesį į vandens išteklių svarbą sausringosiose JAV valstijose, Šiaurės Amerikos vakaruose pagal medžių prieaugį atlikta eilė šių hidrologinių rodiklių rekonstrukcijų (Stockton, Fritts, 1973; Stockton, 1975; Stockton, Meko, 1975; Cleaveland, Stahle, 1989, Meko ir kt., 1991). Skirtingos semiaridinių sričių medžių rūšys buvo panaudotos praeities sausroms (Stahle, Cleaveland, 1988; Stahle ir kt., 1988; Huges, Brown, 1992), saulėtumo trukmei (Stahle ir kt., 1991), kritulių istorijai (Blasing, Duvick, 1984; Blasing ir kt., 1988) rekonstruoti.

Kitame medžių paplitimo arealo pakraštyje, Šiaurės Amerikos Arktikoje, kur pakankamai stabilus limituojantis faktorius yra temperatūra, medžių prieaugis panaudotas temperatūrinio režimo rekonstravimui (Blasing, Fritts, 1973; Jacoby, Cook, 1981; Jacoby ir kt. 1985; Jacoby ir kt., 1988 ir t.t.). Vidutinių metinių temperatūrų ir sausringumo indeksų kiekybinių rekonstrukcijų pagal gyvų medžių prieaugį duomenys įtraukti į NOAA Pasaulio Geofizinių duomenų centro Paleoaplinkos duomenų bazes ir naudojami klimatiniams tyrimams bei ekonominiams skaičiavimams.

Vystantis dendroklimatologijai, buvo įsisavintos naujos duomenų standartizavimo, prieaugio - klimato ryšių nustatymo, modelių patikimumo įvertinimo metodikos. JAV ir Kanados mokslininkų atliekamos praeities klimatinio parametro rekonstrukcijose naudojamas prieaugio serijų autoregresinis modeliavimas, įvertinant ir pašalinant praėjusių metų prieaugio įtaką, robustinio vidurkio chronologijų skaičiavimas, įvertinant nenormalinį prieaugio dydžių pasiskirstymą, standartinės paklaidos sumažėjimo (reduction of error) kriterijus rekonstrukcijos modelio

patikimumui nustatyti (Jacoby ir kt., 1985; Stahle, Cleaveland, 1988 ir t.t.), prieaugio pirminių komponentų chronologijos (Jacoby, Cook, 1981), kiti kompleksiniai daugiamačiai statistinės analizės metodai. Arizonos Medžių Rievių Tyrimo laboratorijoje sukurtas kompiuterinių programų paketas, leidžiantis panaudoti analizei daugelį šių statistinių metodikų (Holmes, 1983; Cook, Holmes, 1986).

1.2.2. Dendroklimatiniai ir dendroekologiniai tyrimai Europoje

Pagal limituojančių faktorių teoriją, medžio prieaugį lemia tas veiksnys, kurio intensyvumas tuo metu yra limituojantis augimą. Tačiau daugelyje arealo vietų, artimų ekologiniam optimumui, limituojantis faktorius nėra pastovus laiko bėgyje, t.y. jis keičiasi tiek sezono metu, tiek skirtingais augimo sezonais. Tik retais atvejais, daugiausia rūšies arealo pakraščiuose, galima išskirti daugmaž pastovų vieną limituojantį faktorių (pvz. drėgmės deficitas sausringuose JAV pietvakariuose, vasaros temperatūra prie šiaurinės ar aukštuminės (kalnuose) miško ribos). Todėl dendroklimatiniai tyrimai Europoje taip pat daugiausia nukreipti į šiaurinius ar aukštuminius arealo pakraščius. Spygliuočių medžių rūšių prieaugio analizė parodė, kad tiek kalnuose, tiek prie šiaurinės miško ribos stipriausias ryšys yra tarp metinio radialinio prieaugio ir vasaros mėnesių temperatūros (Eklund, 1950; Eckstein, Aniol, 1981; Bednarz, 1981; Briffa ir kt., 1990). Tai leido šiose gana pastovų limituojančių faktorių turinčiose vietovėse atlikti keletą kiekybinių temperatūrinių rekonstrukcijų. D.Ekšteinas ir R.Aniolas (Eckstein, Aniol, 1981), remdamiesi Alpėse augančių *Larix decidua*, *Pinus cembra* ir *Picea abies* metiniu radialiniu prieaugiu, daugiamačių regresijos pagalba rekonstravo birželio - liepos mėnesių temperatūras iki 1471 metų. Tatuose, naudodamas vienos medžių rūšies - *Pinus cembra* - metines rieves, Z.Bednažas (Bednarz, 1984) atliko birželio - liepos mėnesių temperatūros rekonstrukciją iki 1741 m. Šiaurinėje Švedijoje pagal *Pinus sylvestris* metinį prieaugį rekonstruotos 1680 - 1980 metų liepos temperatūros (Eckstein, 1986).

Nors klimatinų sąlygų kaita neabejotinai veikia medžių prieaugio dinamiką, atskirų meteorologinių parametrų ryšys su metinių rievių pločiu dėl nestabilumo laiko atžvilgiu nebūna labai stiprus. Net ekstremaliomis Alpių sąlygomis temperatūros ir kritulių įtakos modelis paaiškina tik iki 40% radialinio prieaugio variacijos (Bircher, 1982). Pušies (*Pinus sylvestris*) tyrimai Laplandijoje (Briffa ir kt., 1990) parodė, kad laikui bėgant kinta atskirų mėnesių temperatūros įtaka prieaugiui. Šis nestabilumas mažina rekonstrukcijos modelių pagal medienos metinį prieaugį tikslumą net ir arealo pakraščiuose.

Radiodensitometrinio metodo (Schweingruber, 1983) išplėtojimas leido konstatuoti, kad daugeliu atvejų spygliuočių rievių maksimalus

medienos tankis turi stabilesnį ryšį su vegetacijos sezono temperatūra (Bircher, 1982; Briffa ir kt., 1990 ir t.t.). Pavyzdžiui Alpėse, tyrinėjant eglės (*Picea abies*) maksimalaus medienos tankio chronologijas, nustatyta, kad rugpjūčio - rugsėjo mėnesių temperatūrų variacija paaiškina iki 66% maksimalaus medienos tankio variacijos (Bircher, 1982). Taigi radiodensitometrinis metodas suteikė naujų galimybių klimato rekonstrukcijos modelių patikslinimui. Remiantis tiek rivių maksimalaus tankio, tiek standartinėmis rivių pločio chronologijomis, rekonstruotos Šiaurės Fenoskandijos vasaros temperatūros iki 500 m. po Kr. (Briffa ir kt., 1990; Briffa ir kt., 1992). Sukurtas Europoje ir Š. Amerikoje densitometrinių chronologijų tinklas suteikė galimybę rekonstruoti dviejų šimtmečių Europos ir keturių šimtmečių Šiaurės Amerikos vasaros temperatūrų erdvinę dinamiką (Briffa, Jones, Schweingruber, 1988 ir 1991).

Dėl medžių prieaugi lemiančių veiksnių nevienareikšmiškumo tik retais atvejais galima išskirti konkretų brazdo aktyvumą limituojantį faktorių. Net ir nustačius ryšį tarp prieaugio ir tam tikro klimatinio parametro, dažniausiai tik ekstremaliose ribinėse zonose priklausomybė būna pakankamai stipri, kad ją "apvertus" būtų galima atlikti statistiškai patikimą kiekybinę klimatinio parametro rekonstrukciją. Vidutinio klimato zonoje prieaugio - klimato ryšiai sudėtingesni. Pavyzdžiui, Lietuvos pušynuose nustatyti gana nestiprūs (koreliacijos koeficientas tik retais atvejais didesnis už 0,4), skirtingi atskiruose bareliuose koreliaciniai ryšiai tarp metinio prieaugio ir meteorologinių parametrų (Карпавичюс, 1984). Kadangi prieaugis priklauso tiek nuo temperatūros, tiek nuo kritulių, geresnius rezultatus rodo koreliacija su hidrologiniais rodikliais, apjungiančiais tam tikrų mėnesių grupių temperatūrinio ir kritulių režimo rodiklius (Битвинскас, 1981).

Todėl šioje klimatinėje zonoje daugiau tyrimų kokybinės analizės srityje. Dažnai empiriškai bandoma nustatyti ekstremaliai mažo prieaugio, ypač pasireiškusio didelėje teritorijoje ir būdingo plačiam rūšių spektrui, priežastis, nagrinėjant konkrečių metų augimo sąlygas. Pavyzdys gali būti 1816 m. siaura rievė daugelyje Europos medžių, kurios priežastis buvo Tambora ugnikalnio išsiveržimas 1815 m., sukėlęs klimato permainas - "metus be vasaros" (Baillie, 1985; Bednarz, 1981 ir kt.), 1940 m. prieaugio kritimas Lietuvoje bei kitose šalyse dėl šaltos žiemos (Битвинскас, 1974) ir t.t.

Ši analizė išplečiama, nagrinėjant kaip konkrečiais metais reagavo medžiai, augantys skirtingose augimvietėse, išskiriant tam tikrus klimatinio sąlygų tipus, kuriems būdinga tam tikra skirtingų augimviečių medžių reakcija: pvz. šiltais-sausais metais drėgnų augimviečių medžių prieaugis bus geras, sausringų augimviečių - blogas, šaltais-drėgnais metais - atvirkščiai (Kienast, Schweingruber, 1986). Tyrimai, atlikti Didžiojoje

Britanijoje, taip pat rodo, kad platesnis tyrimo barelių tinklas leidžia užčiuopti stabilesnius ryšius su klimatiniais parametrais. Vidutinio klimato sąlygomis ąžuolo (*Quercus petraea* Liebl. ir *Q. robur* L.) prieaugio ryšiai su klimatiniais rodikliais nėra vienareikšmiški - nors dauguma Didžiosios Britanijos ąžuolų teigiamai reaguoja į kritulius, kai kurių barelių chronologijos tokio ryšio nerodo. Apjungus jautrius klimatui barelius ir panaudojus jų pirminių komponentų daugiamatės regresijos modelius, pavyko gauti patikimus, stabilius laiko atžvilgiu ryšius su vegetacijos sezono krituliais ir temperatūromis, tuo tarpu atskirų barelių chronologijos ar kelių barelių vidutinės chronologijos nerodė koreliacijos su temperatūromis, o ryšiai su krituliais buvo silpnesni (Briffa, 1987). Lietuvos sąlygomis išskirti keturi ąžuolynų reakcijos į klimatinius rodiklius tipai (Karpavičius, Kairaitis, 1994) galbūt taip pat, panaudojus daugiamatę regresiją, galėtų būti platesnių klimatinų rekonstrukcijų pagrindas.

Nevienareikšmiški ryšiai tarp medžių prieaugio ir įvairių jį veikiančių aplinkos veiksnių vidutinio klimato sąlygomis skatina ieškoti naujų matematinės analizės metodų. Iš šių būtų galima paminėti redundancinę analizę (Beeckman, 1992), kuria analizuojamos ryšiai ne tarp vidutinių metinio prieaugio ir pavienių klimatinų rodiklių eilučių, o tarp grupės klimatinų rodiklių ir grupės individualių medžių metinio prieaugio eilių matricių.

Tiriant medžių metinio prieaugio dinamiką, analizuojami ryšiai ne tik su klimatiniais, bet ir su kitais ekologiniais veiksniais. Jau kalbėta apie priklausančių nuo klimatinų sąlygų hidrologinių rodiklių, kaip upių ar ežerų vandeningumas, kiekybines rekonstrukcijas Šiaurės Amerikos sausringose zonose. Europoje taip pat tirti ryšiai tarp medžių radialinio prieaugio ir ežerų lygio svyravimų (Пакальнис, 1971, 1975, 1978; Kriukelis, 1995). Tirdamas Estijoje aukštapelkinių augimviečių pušį (*Pinus sylvestris*) Liaėnelaidas (Ляэнелайд, 1981, a) nustatė koreliaciją tarp metinio radialinio prieaugio ir apsiniaukusių dienų skaičiaus. Jau pradėdant Duglasu, ne kartą analizuotas priklausomybės tarp medžių rėvių plokščių ir Saulės aktyvumo ciklų buvimas (LaMarche, Fritts, 1972; Oleksyn, 1980; Kairiūkštis, Stravinskienė, 1987; Битвинскас, 1974, 1979; Ступнева, 1981, ir kt.). Introdukuotų medžių rūšių prieaugio analizė leidžia įvertinti ekstremalių sąlygų įtaką ne arealo ribose esantiems medžiams (Будрюнас, Жеймавичюс, 1990). Nemažai autorių tyrė antropogeninių faktorių įtaką medžių prieaugiui: pramoninio užterštumo (Юкнис, 1990; Kairiūkštis ir kt., 1987; Stravinskienė, Kairiūkštis, 1992 ir t.t.), nusausinimo (Стравинскене, 1983), gaisrų (Läanelaid, 1981) ir kitų, netgi tokių, kaip sportinė veikla - kalnų slidinėjimas (Pelfini, 1993).

1.2.3. Istorinė palaidotų (subfosilinių) medžių informacija

Praeityje augusių medžių metinio radialinio prieaugio kaita, rėvių struktūra, praeities medynų žūties ir atžėlimo dinamika naudojama geomorfologinių procesų analizei, ledynų judėjimo, užpustymo smėliu, užtvindymo, taip pat ir pelkių raidos tyrimams.

Remdamasis palaidotų besitraukiančio ledyno tirpsmo sąnašose medžių liekanų Daetnau slėnyje (Šveicarija) ir Two Creeks vietovėje (JAV) dendrochronologine ir radioanglies analize, F.Kaizeris (Kaiser, 1987, 1989) atkūrė vėlyvojo glaciale atšilimo fazių - Biolingo ir Alerodo 12 350 - 10 850 metais BP ("before present" - t.y. "nuo šių laikų" - nuo 1950 metų) augalijos raidos istoriją - beržyno ir vėliau pušyno susiformavimą, taip pat miško fazės pabaigą, prasidedant atšalimo fazei - jaunesniajam (vėlyvajam (Kabailienė, 1979)) driasui. Šią rekonstrukciją papildė ir patvirtino žiedadulkių bei moliuskų taksonominė analizė.

Alpių kalnų ežeruose ir ledynų morenose palaidoti medžiai traukia glaciologų ir paleoekologų dėmesį kaip ledynų judėjimo ir praeities klimato liudytojai. Šveicarijoje F.Reneris ir W.Birčeris (Renner, 1982; Bircher, 1982) tyrė medžių, augusių atskirais Atlančio, Subborealio ir Subatlančio laikotarpiais, chronologijas, jų maksimalaus medienos tankio dinamikos analizę kartu su galinių morenų, palinologiniais bei kitais tyrimais panaudojo priešistorinės Alpių ledynų dinamikos ir klimato kaitos atkūrimui. E.Šear ir F.Šveingruberis (Schär, Schweingruber, 1988), pagal maumedžio (*Larix decidua*), eglės (*Picea abies*) ir pušies (*Pinus cembra*) medžių liekanų, surinktų kalnų ežero dugne, dendrochronologinę analizę rekonstravo 6500 - 1000 m. BP medyno rūšinės sudėties, kartų kaitos dinamiką. Dendrochronologiniai tyrimai padėjo nustatyti tūkstantmetes Aletch ledyno fluktuacijas (Holzhauser, Zumbühl, 1988).

Nors ir nedaug, bet pasaulyje yra darbų, apimančių ir pelkėse užsikonservavusios praeities medžių medienos rėvių tyrimus. Kaip minėta įvade, daugelyje Europos (ir ne tik) pelkių rasti smarkiai susiskaidę, dažnai kelmingi durpės horizontai ("ribos" horizontai) pradžioje buvo laikomi dviejų poledynmečio kseromorfinių fazių Borealio ir Subborealio periodais pasireiškimu (Birks, 1975; Хотинский, 1971). Radiokarboninio metodo išvystymas, o vėliau ir medienos dendrochronologiniai tyrimai parodė, kad šie sluoksniai nebūtinai sinchroniški, ir jų susiformavimas priklauso ne tik nuo globalinių klimato pokyčių, bet ir nuo vietinių sąlygų, pelkės formavimosi ypatumų (Хотинский, 1971, McNally, Doyle, 1984).

Septintame dešimtmetyje Belgijoje A.V.Munaut'as (Munaut, 1966 a, b) tyrė pušies kelmų sluoksnius pelkėje, veikiamoje jūros hidrologinio režimo. Apie 1000 *Pinus sylvestris* pavyzdžių datuoti radiokarboniniu būdu 4500 metais BP. Kitoje pelkėje pušies chronologijos datuotos 7200 - 6900,

6450 - 6100 ir 5000 metais BP. Medžių gyvenimo trukmė ir kartų kaita atskleidė jūros lygio kitimų dinamiką.

Tiek Belfasto, tiek Vokietijos ažuolo ilgalaikių chronologijų kūrėjai (žr. 1.1 skyrių) greta medienos, randamos upių sąnašose, dirbo ir su pelkiniu ažuolu. Rytų Anglijos durpynuose ažuolas augo beveik penkis tūkstantmečius, pradedant Atlančiu (5000 m. pr. Kr.) iki Subborealio pabaigos, tik 1681 - 1584 m. pr. Kr. laikotarpyje buvo beveik išnykęs, kas siejama su ugnikalnių veikla (Brown, Baillie, 1992). H.H.Lioišneris su bendradarbiais rado Šiaurės Vokietijos pelkėse ažuolo medienos horizontus, atitinkančius Subatlančio laikotarpio pradžią, ažuolų masinis žuvimas 300 - 100 m. pr. Kr. buvo pelkių formavimosi ir durpių kaupimosi pasekmė (Delorme, Leuschner ir kt., 1983). Išanalizavęs daug ažuolo medienos pavyzdžių iš įvairių Žemutinės Saksonijos pelkių, H.H.Lioišneris nustatė beveik sinchroniškas skirtingose pelkėse medžių žuvimo fazes, kurios atitinka mažo prieaugio periodus išgyvenusių medžių serijose apie 1080, 840, 700 ir 480 m. pr. Kr. (Leuschner, 1992).

Išsamūs užsikonservavusios *Pinus sylvestris* medienos sluoksnių pelkėse tyrimai atlikti Airijos saloje, kuri šiuo metu yra už paprastosios pušies arealo ribos (McNally, Doyle, 1984 a)). Nustatytas sinchroniškas *Pinus sylvestris* išplitimas daugelyje vietovių tarp 3750 - 3500 m. BP (Subborealio periodas). Glašabaumo aukštapelkėje pušys ištisai sudarė medyną 500 metų laikotarpyje nuo 4000 iki 3500 m. BP, ir nei aukščiau šio horizonto, nei žemiau pušies kelmų nerasta. Išaiškinta, kad medyno nunykimas susijęs ne su masine medžių žūtimi, bet kritiškai pablogėjus atžėlimo sąlygoms. Žiedadulkių analizė patvirtino tai buvus vandens lygio pakilimą (McNally, Doyle, 1984 b)).

Dendrochronologai dirba ne tik su radialiniu medžių prieaugiu. Kiti pametinės informacijos šaltiniai - viršūninis prieaugis (Eckstein, 1992), rievės vandens indų skersplotis (Sass, Eckstein, 1992), kasmetinė spygliuočių ūglių defoliacija, nustatoma pagal spyglių pėdsakus medienoje (Jalkanen, Kurkela, 1992).

Pabaigoje reiktų paminėti, jog mediena, kaip sluoksninga struktūra, saugo informaciją apie praeities reiškinius ne tik rievės struktūroje, plotyje ar medienos tankyje. Paskutiniaisiais dešimtmečiais vis plačiau imama naudoti metinių rievės cheminių elementų analizė. Klimato kaitos istorijai aktualūs C^{12}/C^{13} izotopų, O^{16}/O^{18} izotopų ir vandenilio/deuterio santykių tyrimai (Beeckman, 1993). Išplėtojus šiuos metodus, tiksliai datuota pametinė informacija iš medžių rievės gali labai praturtinti žinias apie praeities ekologines - klimatinės sąlygas.

2. AUKŠTAPELKĖS - INFORMACIJOS APIE PRAEITIES GAMTINĖS APLINKOS POKYČIUS ŠALTINIS

2.1 Bendros žinios apie Lietuvos pelkių formavimąsi

Dėl savo savybės kaupti nesuirusią organinę medžiagą, kuri sluoksniais užsikonservuoja rūgščioje beorėje terpėje, pelkės yra unikalūs informacijos apie praeities augalijos raidą bei klimatinių sąlygų kitimus šaltinis.

Pagrindinės sąlygos pelkėms susidaryti yra drėgmės perteklius ir pelkinė augmenija. Lietuva yra perteklingo drėkinimo zonoje - per metus išgaruoja tik 50-70% kritulių (Seibutis, 1958), todėl esant atitinkamam reljefui ir geologinei sandarai susidaro palankios sąlygos pelkėms formotis. Lietuvoje yra apie 330 tūkst. ha durpynų, didesnių negu 1 ha (5,1% teritorijos) (Skaistgirys, 1966). Maždaug du trečdaliai Lietuvos pelkių yra ežerinės kilmės - tai yra, susiformavusios užpelkėjant ežerams (Seibutis, 1958). Kitos pelkės atsirado supelkėjant daubose esantiems miškams ar pievoms.

Lietuvos teritorijoje durpių kaupimasis prasidėjo vėlyvajame leedynmetyje, aleriodo pašiltėjimo metu (prieš 11800 - 11000 m.) (Kabailienė, 1990). Intensyviau pelkės pradėjo formotis preborealyje - borealyje (prieš 10000 - 8000 m.), kai poledynmečio klimatas atšilo bei pasausėjo. Tuo metu ledyninės kilmės ežeruose įsikūrė vandens augalai, pradėjo kauptis silpnai mineralizuoti sapropeliai, seklesniuose vandenyse susiformavo ir pelkinių augalų bendrijos (Seibutis, 1958). Masiškiausiai pelkės formavosi borealio pabaigoje ir atlančio pradžioje, padrėgnėjus klimatui (Kabailienė, 1990). Atlančio periode (prieš 8000 - 5000 m.) visoje Lietuvoje labai padaugėjo aukštapelkių (Kabailienė, 1990). Pelkių chronologinio tyrimo duomenys rodo, kad dauguma Lietuvos pelkių susidarė prieš atlančio pradžią (Seibutis, 1958). Vėliau, sutankėjus upių tinklui, pagerėjo sausumos drenavimas, todėl pelkių formavimasis sulėtėjo (Gudelis, 1958). Tačiau ežerų sekėjimo ir virtimo pelkėmis procesai vyksta iki pat šių dienų.

Holoceno pelkių vystymuisi ir augalijos raidai Pabaltijyje didelę įtaką turėjo tokie geologiniai procesai, kaip žemės plutos svyravimai, formavę ežerų ir jūros transgresijas bei regresijas, ir klimato pokyčiai. Atlančio periode, holoceno klimatiname optimume, prasidėjus Litorininei transgresijai, klimatas Lietuvos teritorijoje okeanizavosi: padrėgnėjo ir atšilo, pakilo gruntinių vandenų lygis, prasidėjo spartesnis pelkėjimas (Gudelis, 1958). Žiedadulkių analizė rodo juodalksnio kreivės kilimą, taigi žemapelkinių raistų augmenijos gausėjimą (Seibutis, 1958). Pirmoje

atlančio pusėje Lietuvos augalijoje išskiriama alksnynų klestėjimo ir guobynų išplitimo fazė (Kabailienė, 1979). Subborealio laikotarpiu (prieš 5000 - 2500 m.) klimatas buvo nepastovus, kartu su žemės plutos svyravimais tai sukėlė vandenų lygio svyravimus. Žinomos bent trys litorininės jūros regresijos (Gudelis, 1958). Subborealio laikotarpio ežeruose užfiksuotos keturios regresijos ir transgresijos. Kaip rodo Biržulio ežero tyrimai, ypač staigi buvo antroji regresija (prieš 4400 - 4000 m.), kurios metu didžiuliai ežerų pakraščių plotai tapo sausuma, o vėliau - pelkėmis (Кунскас, 1984). Sausojo subborealio laikotarpio durpėse randama daug mėdinių augalų liekanų. Antroje subborealio pusėje Lietuvos ežerų lygis sumažėjo, paspartėjo jų užžėlimas ir virtimas pelkėmis (Kabailienė, 1990). Augalijoje įsivyrąja beržai, pušys ir baltalksniai, sumažėja eglynų (Kabailienė, 1979).

Prieš 2500 - 2600 m., prasidedant Subatlančio periodui, įvyko staigi klimato permaina, iššaukusi pokyčius augmenijos pasaulyje. Kritulių gausėjimas iššaukė staigias ežerų transgresijas, gruntinių vandenų kilimą ir pelkėjimo procesų paspartėjimą. Biržulio ežere vandens lygis pasiekė Atlančio laikotarpio lygį (Кунскас, 1984). Pirmoje subatlančio pusėje Lietuvoje išplito eglynai, antroje pusėje augalijoje išskiriama pušynų ir beržynų fazė (Kabailienė, 1979). Šiame laikotarpyje Žemaitijos aukštumose įsivyrąja oligotrofinės pelkės (Савукинене и др., 1978). Pelkėse oligotrofinių durpių labai padaugėjo visoje Lietuvoje, formavosi aukštapelkių išgaubtumas (Kabailienė, 1990). Subatlančio laikotarpyje intensyvus kiminių augimas, suformavęs storą mažai susiskaidžiusios durpės sluoksnį, būdingas visai iškiliųjų oligotrofinių durpynų zonos Europinei daliai, kuriai priskiriamas ir Lietuvos regionas (Кац, 1948). Užpelkių Tyrelio durpyne subatlančio periodo pradžios sluoksniuose rasti giliausieji subfosiliniai pušies kelmiai ir stiebai.

Subatlančio laikotarpio ežerų nuosėdose fiksuojami dar dviejų negilių regresijų pėdsakai: apie mūsų eros pradžią ir apie tūkstantuosius metus po Kr. (Кунскас, 1984). Atskiri drėgnesnio bei sausesnio klimato subperiodai išskiriami ir Užpelkių Tyrelio durpyno žiedadulkių spektruose (Савукинене и др., 1978).

Subatlančio laikotarpyje, ypač jo pabaigoje, pelkėdaros procesams didelę įtaką pradėjo daryti žmogaus veikla. Miškų kirtimas, žemdirbystės plitimas pakeitė dirvožemio drėkinimo režimą, žmogaus sukelti gaisrai veikė augalijos dangą, tuo pačiu ir durpėjimo procesus, nekalbant apie tiesioginį pelkių sausinimą bei durpių kasimą, dėl ko pelkių plotai Lietuvoje paskutinįjį šimtmetį ypač sumažėjo. Šiuo metu iš dvidešimt dviejų Lietuvos fizinių - geografinių rajonų aštuoniuose jau nebėra didesnių kaip 50 ha pelkių, kuriose vyktų durpėdara. (Kunskas, 1986).

2.2 Aukštapelkinės augalų bendrijos

Lietuvos pelkėse auga ir durpės klotus formuoja daug augalų - durpojų bendrijų. Pagal savo trofiškumą pelkių augalija skirstoma į tris tipus: žemapelkinį, tarpinį ir aukštapelkinį. Kiekvienas tipas turi tris potipius, besiskiriančius medyno išreikštumu: raistinį, plynraistinį ir plyninį (Seibutis, 1966).

Lietuvos aukštapelkės - vidutinio jūrinio klimato pelkės ir priskiriamos kimininių pelkių su centriniais duburiuotaisiais kompleksais bei silpnai išreikštu mikroreljefu grupei (Kau, 1948). Joms tiek pakilumose, tiek įdubimuose nebūdingi pataisai, mikroreljefas mažai diferencijuotas, vyrauja vidutinio lygio asociacijos, gilių duburių ir aukštų kauburių asociacijos užima daug mažesnę plotą.

Aukštapelkėse dėl itin specifinių augimvietinių sąlygų durpojų skaičius gana ribotas. Čia labiausiai paplitusios šios augalų bendrijos: aukštapelkiniai pušynai, švyliniai ir mediuminiai plynraisčiai, kimininiai liūnsargynai, kimininiai švylynai, fuskuminės ir rubeliuminės plynės (Seibutis, 1966).

Aukštapelkiniai pušynai pasižymi gerai susiformavusiu paprastosios pušies - *Pinus sylvestris* f. *uliginosa* - medynu. Krūmokšnių tarpe sutinkamas gailis (*Ledum palustre*), vaivoras (*Vaccinium uliginosum*), iš samanų vyrauja magelaninis kiminas (*Sphagnum magelanicum*).

Švylinių ir mediuminių plynraisčių medyną sudaro *Pinus sylvestris* f. *litwinowii*. Švyliniuose plynraisčiuose žolynas susideda iš kupstinio švylio (*Eriophorum vaginatum*), samanų mažai, tuo tarpu mediuminiuose plynraisčiuose vyrauja magelaninis (*Sph. magelanicum*) ir siauralapis (*Sph. angustifolium*) kiminai, gausus rudasis kiminas (*Sph. fuscum*), o žolinė danga reta, susideda iš kupstinio švylio, tekšės (*Rubus chamaemorus*). Mediuminiai plynraisčiai - svarbiausia nedidelių ir vidutinių aukštapelkių bendrija. Švyliniai plynraisčiai labiausiai buvo paplitę viduriniajame holocene.

Kimininiai liūnsargynai - labiausiai užmirkusių augimviečių bendrija. Iš krūmokšnių čia sutinkama balžuva (*Andromeda polifolia*), žolyne vyrauja liūnsargė (*Scheuchzeria palustris*), kartais pasitaiko saidra (*Rhynchospora alba*) ir svyruoklinė viksva (*Carex limosa*). Iš samanų sutinkami duburių kiminai.

Kimininiai švylynai užima sausesnes vietas, dažni apsausėjusiose aukštapelkėse. Ši bendrija pasižymi ryškiu kupstuotumu, kurį formuoja kupstinis švylys, tarp kupstų auga kiminai.

Svarbiausia didesniųjų Lietuvos aukštapelkių bendrija - fuskuminės plynės. Jose kartais sutinkama *Pinus sylvestris* f. *willkommii*. Iš krūmokšnių sutinkami viržis (*Calluna vulgaris*), varnauogė (*Euphetrum*

nigrum), spanguolė (*Oxycoccus quadripetalus*), gailis (*Ledum palustre*), iš žolinių augalų - kupstinis švylys). Samanynas labai vešlus, susideda iš rudojo kimino (*Sph. fuscum*). Labai panašiose rubeliuminėse plynėse vietoj rudojo kimino vyrauja raudonasis kiminas (*Sph. rubellum*).

Lietuvos aukštapelkėse nemažai ir sudėtingų augalijos kompleksų - duburiuotųjų ir ežerokšnių. Duburiuotuose kompleksuose tarp pakilesnių fuskuminių ar rubeliuminių plotelių išsidėstę duburiai, kuriuose vyrauja duburių kiminai, dažniausiai smailiašakis (*Sph. cuspidatum*). Kai kur sutinkami ežerokšniniai kompleksai, kuriuose užmirkusių duburių bendrijose tyvuliuoja ežerokšniai (Seibutis, 1966).

Kadangi Lietuva jau nuo seno gausiai gyvenamas kraštas, šalia natūralių pelkinių bendrijų labai dažnos fitocenozės, susiformavusios dėl žmogaus ūkinės veiklos: medyno iškirtimo, sausinimo, pelkės apylinkių dirbimo, gaisrų. Medyno iškirtimas pakeičia žolinės dangos sudėtį, po kiek laiko pelkėje išplinta tankūs krūmynai. Pelkei nusausesjus dėl žmogaus veiklos ar gamtinių priežasčių, suslūgsta durpės, nyksta higrofitiniai ir isivyrauja sausesnių augimviečių augalai, pradeda augti medžiai, plynės tampa plynraisčiais ar raistais, plynraisčiai - gerai augančiais raistais. Po gaisrų aukštapelkėse suintensyvėja gaisrą pergyvenusių durpojų, tame tarpe pušų, augimas, įsiveisia beržai. Degusių aukštapelkių požymis - neblogai augantis mišrus beržo ir pušies medynas, gausu viržinių šeimos krūmokšnių, paplitusios šiurės (Seibutis, 1966).

Pagal dabartinę floristinę - sociologinę sistematiką (Балявичене, 1991) Lietuvos aukštapelkių bendrijos priklauso dviem fitocenotinėms klasėms: *Oxycocco-Sphagnetea* Br.-Bl. et R.Tx. 43 ir *Vaccinietea uliginosi* Lohmeyer et R.Tx. 55. Klasė *Oxycocco-Sphagnetea* apima aukštapelkių bendrijas be sumedėjusių rušių, joje yra viena eilė *Sphagnetalia magellanici* Moore 68, viena sąjunga *Sphagnion magellanici* Kästner et Flosner 33 em. Dierssen 75 ir trys asociacijos: *Sphagnetum magellanici* Kästner et Flosner 33, *Rhynchosporo-Baeothryetum caespitosi* Boč, Smagin 87, *Eriophoro-Trichophoretum caespitosi* Rübel 33. Klasei *Vaccinietea uliginosi* charakteringas *Pinus sylvestris* medyno dominavimas, išreikštas krūmokšnių aukštas. Į klasę įeina viena eilė *Vaccinietalia uliginosi* Lohmeyer et R.Tx. 55, dvi sąjungos *Ledo-Pinion* R.Tx. 55 ir *Betulion pubescentis* Lohmeyer et R.Tx. 55 ir trys asociacijos: *Ledo-Pinetum* R.Tx. 55 su subasociacija L.-P. *Empetrosum nigri*, pasitaikančia šiaurės Lietuvoje, *Sphagno-Pinetum mugii* Kästner et Flosner 33, rasta Šventelės pelkėje prie Kuršių marių ir *Betuletum pubescentis* R.Tx. 55, kuri būdingesnė durpynuose po gaisrų.

2.3 *Pinus sylvestris* L. ypatybės pelkinėse augimvietėse

Paprastoji pušis (*Pinus sylvestris* L.) - vienas iš ekologiškai plastiškiausių durpojų. Ji auga įvairiose augimvietėse - tiek žemapelkėse, tiek aukštapelkėse, prisitaikydama prie kintančių aplinkos sąlygų. Dėl menkos ūkinės reikšmės Lietuvoje pelkinių augimviečių paprastosios pušies savybės mažai tyrinėtos. Kitose *Pinus sylvestris* arealo šalyse tyrimai taip pat koncentruojami ūkiškai vertingose augimvietėse, tik kai kurių autorių darbai nukreipti ir į neturtingų pelkinių augimviečių pušį (Карпавичюс, 1981 a, б, 1984 a, в; Läänelaid, 1981, 1982, Ляэнелайд, 1979, 1981 б; McVean, 1963 a, b; Смоляк, 1963 ir kt.). Aukštapelkėje pušis turi prisitaikyti prie skurdaus mineralinio maitinimosi sąlygų, mažo deguonies kiekio bei didelių temperatūros svyravimų šaknų zonoje, fiziologiškai prieinamo vandens trūkumo. Todėl tiek jos anatomicinės, tiek morfologinės savybės gerokai skiriasi nuo *Pinus sylvestris*, augančios mineraliniame dirvožemyje.

Jau amžiaus pradžioje V.Sukačiovas (Сукачев, 1905) aprašė šiuos pelkinių augimviečių *Pinus sylvestris* savitumus: jos spygliai trumpesni, juose daugiau sakotakių, konkorėžiai ir sėklos mažesnės, skiriasi stiebo forma, metinės rievės labai siauros, mediena tankesnė ir sakingesnė, todėl daug lėčiau pūva. A.McNally ir G.J.Doyle (1984, a) nurodo, kad Airijoje durpynuose augusių pušų produktyvumas beveik dvigubai mažesnis negu mineraliniame dirvožemyje, be to durpyno pakraštyje augančios pušys turi didesnę prieaugį, negu durpyno centre, net jei durpių sluoksnis po šaknimis yra vienodo storio (McNally, Doyle, 1984, a). Be nepalankių aplinkos sąlygų, mažą pelkinių augimviečių pušies prieaugį dar sąlygoja silpnesnė negu mineraliniame dirvožemyje mikorizė (McVean, 1963b).

Keičiantis augimvietės sąlygoms, prie kurių turi prisitaikyti pušis, keičiasi ir jos rūšiniai požymiai. R.Abolinas (Аболин, 1915) aprašė keturias morfologines *Pinus sylvestris*, augančios pelkiniame dirvožemyje, formas. Labiausiai nepalankiomis sąlygomis auga *Pinus sylvestris* f. pumila. Tai keružinės formos pušis, jos prieaugis toks menkas, kad jo vos užtenka išlaikyti apaugančio kiminių sluoksnio paviršiuje šakų viršūnes su spygliais. Estijos aukštapelkėje tirtos pumila formos pušies antžeminė fitoprodukcija 93,9 g sausos medžiagos per metus, o vidutinis metinis ūglių viršūninis prieaugis - 3,5 cm (Ляэнелайд, 1979). Centrinis stiebas ir pagrindinės šakos paprastai būna durpėje ar kiminių paklotėje. Lietuvoje *P.sylvestris* f. pumila retai aptinkama vakarinių rajonų aukštapelkių ir užaugančių ežerų kompleksuose (Dendrologija, 1973). *P.sylvestris* f. willcommii sutinkama truputį aukštesnėse vietose ir pasiekia 1,5 - 2 m aukštį. Kur gruntinio vandens gylis neaukštesnis kaip 25 - 30 cm, auga forma litwinowii, išauganti iki 3 - 4 m aukščio, su plačia laja, kurios plotis

ne mažesnis kaip $2/3$ medžio aukščio. *P.sylvestris* f. *uliginosa* artimiausia formoms, augančioms mineraliniame dirvožemyje, ji pasiekia 10 - 12, kartais 15 m aukštį (Аболин, 1915).

Jau V.Sukačiovas iškėlė klausimą, ar morfologines pušies formas nulemia paveldėjimas, ar aplinkos sąlygos. Šiuo klausimu domėjosi Sukačiovo mokinys L.A.Tonkoštanas. Dabar laikoma įrodytu faktu, kad ekologinės pušies formos neturi genetinio pagrindo, o atsiranda prisitaikant prie specifinių ekologinių sąlygų ir neperduodamos sekančioms kartoms (Березина и др., 1983).

Dendrochronologiniams tyrimams vertingiausios yra formos *P.sylvestris* f. *uliginosa* ir *P.sylvestris* f. *litwinowii*, nes labai skurdžių ir užmirkusių augimviečių *Pinus sylvestris* formų stiebo kreivumas bei pridėtinių šaknų įtaka iššaukia metinių rievų ekscentriškumą ir užtušuoja klimatinį signalą radialinio prieaugio dinamikoje. Formos *P.sylvestris* f. *pumila* radialinis prieaugis beveik neturi ryšio su meteorologiniais faktoriais (Ляэнелайд, 1979).

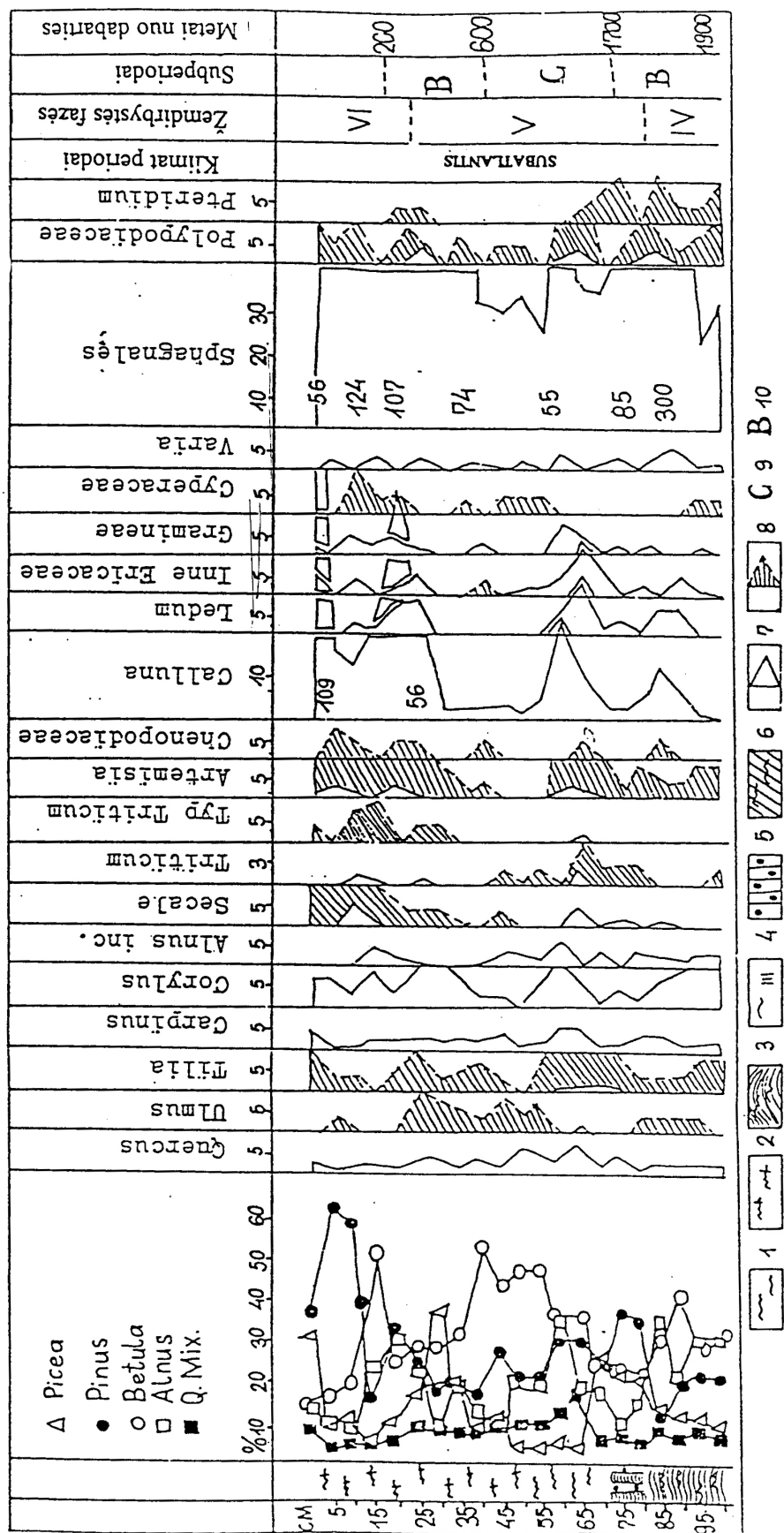
3. TYRIMŲ OBJEKTAS IR MEDŽIAGA

Užpelkių Tyrelio aukštapelkė, kurios durpių klotuose surinkti subfosilinės medienos pavyzdžiai dendrochronologiniams tyrimams, yra Lietuvos šiaurės vakaruose, Plungės raj., Žemaičių aukštumose, 47 km į rytus nuo Baltijos jūros ir 1 km į šiaurę nuo Platelių ežero, 138 m aukštyje virš jūros lygio. Geografinės koordinatės: 56°05' šiaurės platumos ir 21°50' rytų ilgumos. Apylinkių reljefas kalvotas, taigi pelkės dugnas bei durpių sluoksniai taip pat yra daugiau mažiau banguoti. Durpyną 1959 metais, prieš pradėdant eksploataciją, tyrė Durpių fondo valdyba (žr. I priedą) ir aštunto dešimtmečio pirmoje pusėje tuometinio Zoologijos - parazitologijos instituto Geografijos skyriaus (dabar Geografijos Institutas) darbuotojos M. Grigelytė ir N. Savukynienė (Савукинене и др., 1978).

Aukštapelkės plotas 36,7 ha, vidutinis durpės storis 3,4 m, didžiausias - 8,0 m. Aukštapelkė yra ežerinės kilmės, ji pradėjo formuotis Borealiaus periode (maždaug 7000 metų pr. Kr.), oligotrofinė fazė prasidėjo sausame laikotarpyje Subborealiaus pabaigoje (apie 1000 m. pr. Kr.) (Савукинене и др., 1978). Subatlantinio laikotarpyje visa pelkė, išskyrus pačią pietinę dalį, buvo oligotrofinė.

3.1. Užpelkių Tyrelio durpyno raida, remiantis durpių bei žiedadulkių analize

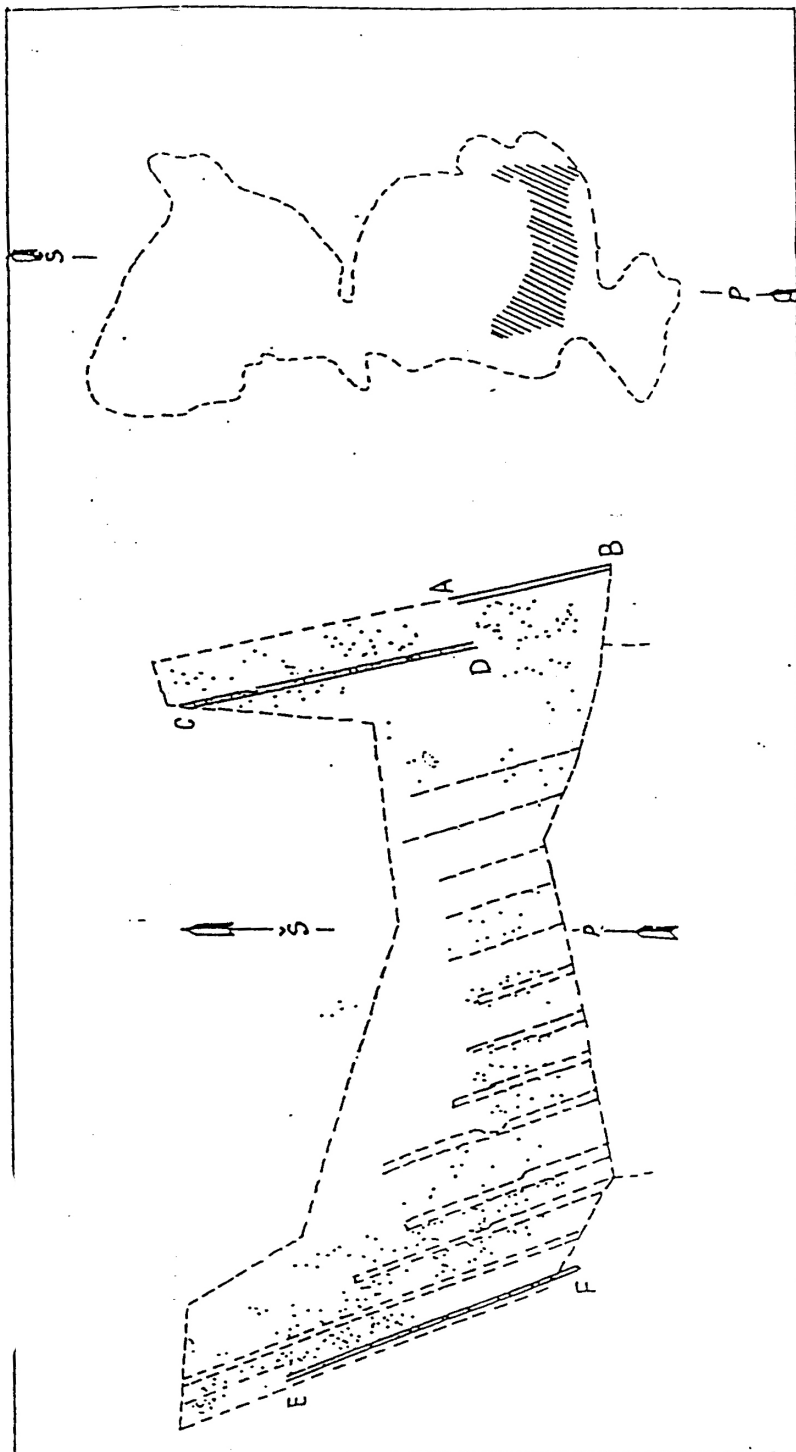
Pelkės formavimosi pradžioje gana ilgą laiką vyravo eutrofinės kiminių bendrijos, suformavusios apie 0,7 m storio kimininės durpės sluoksnį, gulintį ant sapropelio (Савукинене и др., 1978). *Sphagnum teres* liekanų gausumas rodo, kad į pelkę patekdavo turtingo mineralinėmis medžiagomis gruntinio vandens, o vandens augalų (*Typhaceae*, *Nymphaeaceae*, *Sparganiaceae*) liekanos - kad dar buvo neužakusių ežerėlių. Pelkės apylinkėse vyravo pušis ir beržas. Šilto ir drėgno atlantinio periodo metu (6000 - 3000 m. pr. Kr.) pelkės apylinkėse išplito plačialapiai medžiai: ąžuolas, guobiniai, liepa; pušies ir beržo sumažėjo. Kaupiantis durpei ir pelkės paviršiui kylant, pelkėje įsivyravo medyninės - kimininės bendrijos, palikusios alksninę - kimininę durpę, virš kurios slūgso stipriai suirusios alksninės durpės su viksvų, nendrių, paparčių priemaišomis. Alksnynus pakeitė trumpalaikės žemapelkinių pušynų bendrijos, įsikūrusios laikotarpiais, kai sumažėdavo gruntinio vandens lygis. To laikotario durpėse randama suirusios pušies medienos, deja netinkamos dendrochronologiniams tyrimams. Atlantinio pabaigoje gruntinių vandenų įtakai padidėjus, vėl pasirodė žemapelkinės viksvinės - kimininės bendrijos (Савукинене и др., 1978).



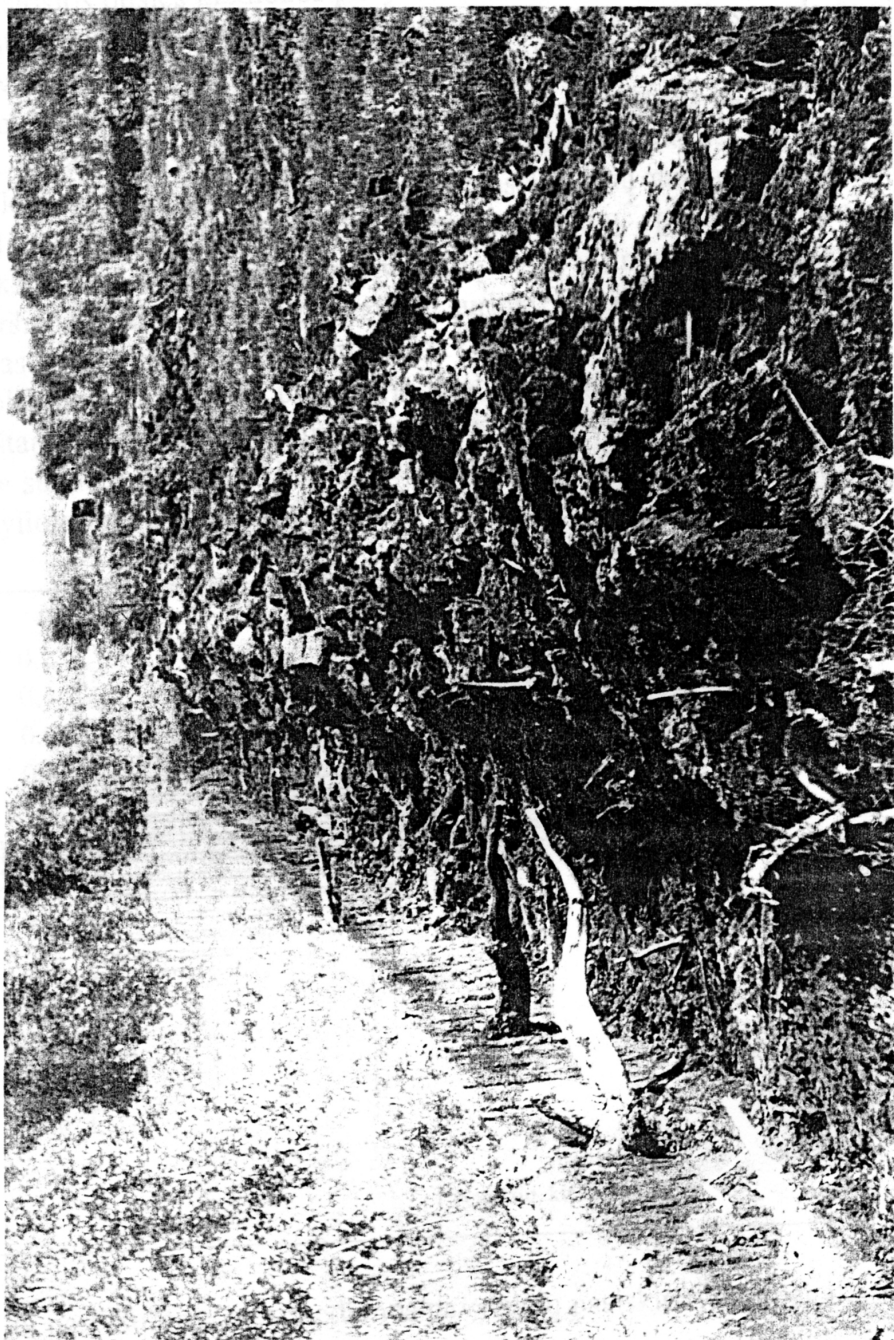
3 pav. Trečiojo Užpelkių Tyrelio gręžinio sporų - žiedadulkių diagramos fragmentas (1 - medium durpė, 2 - fuskum durpė, 3 - švylinė - kimininė, 4 - liūnsarginė - kimininė, 5 - pušinė aukštapelkinė, 6 - vikvinė - liūnsarginė tarpinė, 7; 8 - žiedadulkių kiekis procentais, 9 - šiltasis sausasis subperiodas, 10 - vėsusis drėgnasis subperiodas). (iš Т.Битвинскас, М.Григялите, Н.Савукиненс, 1978).

Subborealio pradžioje beveik visą pelkės plotą užėmė tarpinio tipo viksvinės - kimininės bendrijos. Subborealio pabaigoje pelkė virsta aukštapelke, atsiranda liūnsarginės - kimininės durpės sluoksniai. Žiedadulkių spektre pradeda vyrauti aukštapelkių augalai (padaugėja erikinių šeimos augalų žiedadulkių), iš sporinių - aukštapelkiniai kiminai.

Subatlančio laikotarpiu pastebima skirtingų augmenijos bendrijų, kuriose vyrauja kiminai, kaita. Ši kaita susijusi su nežymiais gruntinio vandens lygio svyravimais, iššauktais klimatinių pokyčių. Durpyno paviršių prieš pradedant eksploataciją dengė storas fuskuminės durpės sluoksnis. Viršutiniuose sluoksniuose rasta *Sphagnum balticum* liekanų, tai rodo, kad išsivystė mikoreljefas: ant mikropakilimų augo *Sph. fuscum*, mikroįdubimuose - *Sph. balticum*. Subatlančio laikotarpio durpės sluoksniuose rasta keletą lokalinių stipriai suirusios švylinės - kimininės, pušinės ar pušinės - kimininės durpės tarp sluoksnių. Jie yra susidarę dėl vietinio nusausinimo, greičiausiai dėl durpyno gaisrų. Iš Subatlančio laikotarpio žiedadulkių spektro galima nustatyti kelis šalto - drėgno ir šilto - sauso klimato subperiodus: šaltų - drėgnų laikotarpių metu padaugėdavo eglės ir alksnio žiedadulkių, sumažėdavo pušies, grūdinių kultūrų žiedadulkių; šiltų laikotarpių metu - pušies žiedadulkių padaugėdavo, išaugdavo viržio bei grūdinių kultūrų (iš pelkės apylinkių) žiedadulkių kiekis, sumažėdavo eglės ir alksnio (2, 3 pav.), (Савукинене и др., 1978). Šiame darbe atliktais užsikonservavusios durpėse subfosilinės pušies medienos pavyzdžių dendrochronologiniais tyrimais siekta gauti papildomų ir detalesnių laiko atžvilgiu duomenų apie subatlančio laikotarpio pelkės augalijos raidos ir klimato svyravimo ypatumus.



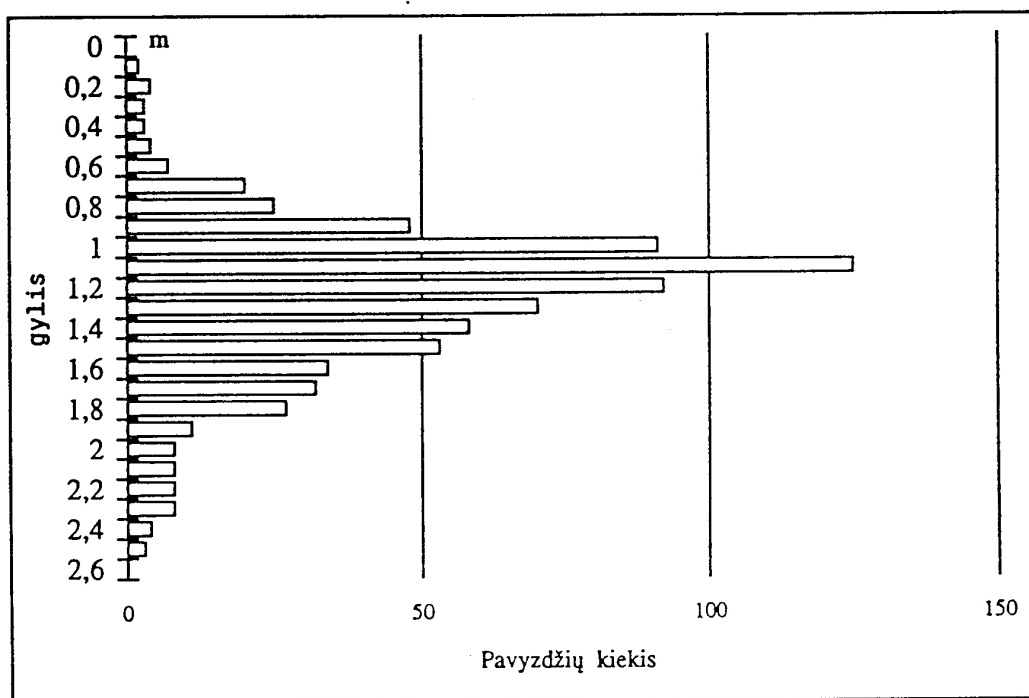
4 pav. Užpelkių Tyrelio aukštapelkė. Dešinėje - aukštapelkės kontūrai ir tyrimų plotas (užbrūkšniuotas). Kairėje - detalesnis tyrimų ploto planas: kasinys A-B - pirmasis durpės sluoksnio metras, C-D - antrasis durpės sluoksnio metras. Kasinys E-F - pirmasis durpės sluoksnio metras. Punktyrais parodyti viršutiniai durpių sluoksnio likučiai, taškais - išlikę pušies kelnai (stiebai). (iš Т.Битвинская, 1978)



5 pav. Praeities pušynų liekanos Užpelkių Tyrelio durpių kloduose (foto. aut. T.Bitvinskas)

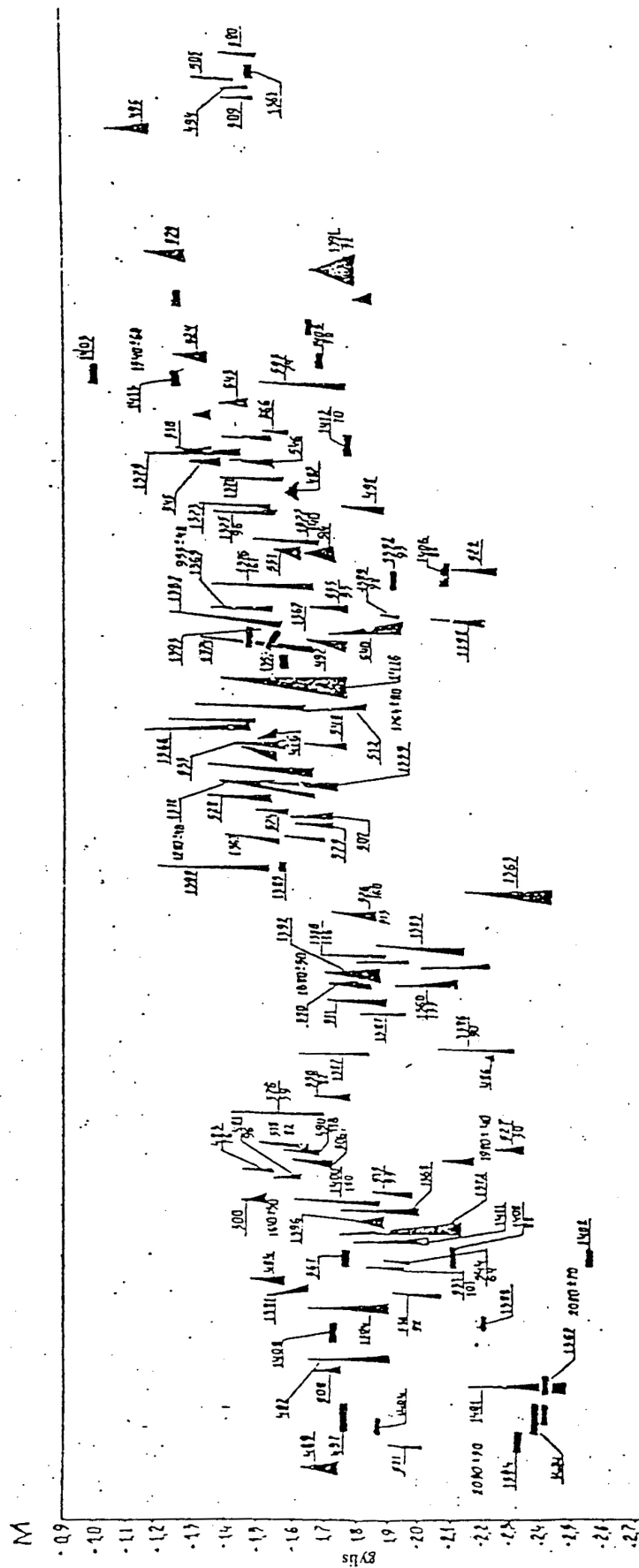
3.2. Durpėse užsikonservavusios subfosilinės *Pinus sylvestris* medienos pavyzdžiai

Užpelkių Tyrelio pelkės durpių horizontuose užsikonservavusios paprastosios pušies medienos pavyzdžiai - kelmų stiebinės dalies nuopjovos - surinkti dendroklimatochronologinės laboratorijos darbuotojų, vadovaujamų dr. T.Bitvinsko, ekspedicijų metu 1971 - 72 metais. Pelkės ir tiriamojo ploto schema parodyta 4 paveiksle. Tuo metu aukštapelkė buvo gerai nusausinta, ir rankiniu būdu buvo kasamos durpės (žr. 5 pav.). Didelėje durpyno paviršiaus dalyje pirmasis durpių metras buvo nukastas, todėl atsidengė nemažas kiekis pušies kelmų, palaidotų gilesniuose sluoksniuose. Apie pusę tirtų pavyzdžių buvo surinkta iš šio nukasto ploto paviršiaus. Kiti medienos pavyzdžiai surinkti iš 2 durpės sluoksnių profilių: vienas 1 m pločio ir 60 m ilgio kasins buvo iškastas pietrytiniame eksploatuojamojo ploto pakraštyje ir apėmė maždaug 1 m storio paviršinių aukštapelkinės durpės sluoksnį, antrasis, 2 m pločio ir 120 m ilgio, iškastas plote su jau nukastu paviršiniu durpės metru ir apėmė nuo 1 m gylio iki 2,8 m gylio esančius oligotrofinės durpės sluoksnius.



6. pav. Subfosilinės medienos pavyzdžių pasiskirstymas pagal gylį.

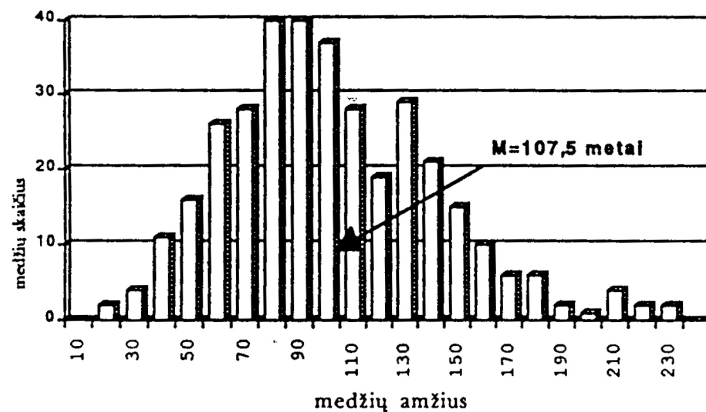
Oligotrofinėse durpėse užsikonservavusi pušies mediena - tai išlikę medžių kelmai su ilgesne ar trumpesne (vidutiniškai 20 - 40 cm ilgio)



8 pav. Užpelkių Tyrelio aukštapelkės II kasinys. Antrojo durpės metro sluoksnis. Simboliai tokie patys kaip ir 7 pav.
(iš Т.Битвинская, 1978)

kamieno liekana, metinių rievių struktūra nesuirusi ir gerai įžiūrima. Vietomis pasitaikė horizontaliai gulinčių kamienų, rodančių, kad durpės apaugo ne stovintį, o nuvirtusį medį (Битвинскас, 1978). Pavyzdžių pasiskirstymas pagal gylį nevienodas (žr 6 pav.). Jų kiekio pikas apie 1,0 - 1,2 metro gylį iš dalies atspindi didesnę tirtą šio gylio durpių sluoksnių plotą. Tačiau ir profiliuose pavyzdžiai išsidėstę nevienodai. Didžiausias tankumas yra tarp 1 ir 1,8 metrų. Mažiausiai medienos rasta viršutiniuose 30 cm gylio sluoksniuose, giliausi rasti medienos pavyzdžiai - 2,6 m gylyje. Pavyzdžių pasiskirstymas profiliuose parodytas 7 ir 8 paveiksluose. Nevienodas pavyzdžių tankumas rodo, kad pušies medynui aukštapelkėje augti sąlygos ne visą laiką buvo vienodos.

Iškastų medžių liekanų metinių rievių tyrimai parodė, kad pušys aukštapelkėje nepasiekdavo ilgo amžiaus. Jauniausiųjų amžius buvo 30 metų, tik 7 medžiai buvo vyresni negu 200 metų. Vidutinis amžius - 107 metai. 9 paveiksle pateiktas pavyzdžių pasiskirstymas pagal medžių gyvenimo trukmę.



9 pav. Medžių, augusių durpyne, pasiskirstymas pagal gyvenimo trukmę.

Dvidešimt aštuoni subfosilinės medienos pavyzdžiai iš įvairių gylių datuoti radioanglies metodu Estijos MA Zoologijos ir botanikos instituto radioanglies laboratorijoje (žr. 1 lentelę) ir 2 pavyzdžiai po tris rievių grupes datuoti St. Peterburgo Materialinės kultūros istorijos instituto Radioanglies laboratorijoje (2 lentelė). Šios datos buvo kalibruotos kompiuterinės programos, įvertinančios C 14 izotopo kiekio svyravimus

1 lentelė. Užpelkių Tyrelio aukštapelkės iškastinių pušies medienos pavyzdžių radioanglies datos (Estijos MA Zoologijos ir botanikos instituto C14 laboratorija)

Eil. Nr.	Pavyzdžio Nr.	Paėmimo gylis mm	Rievių skaičius	Datuotos rievės	Radioanglies data
1	1282	0010	110	67-110	šiuolaikinis
2	1298	0592	104	50-66	artimas šiuolaik.
3	1293	0322	91	1-80	artimas šiuolaik.
4	1311	0292	108	1-81	artimas šiuolaik.
5	444	0132	91	48-67	130+/-40
6	1278	0832	190	161-190	450+/-40
7	1295	0824	142	1-83	470+/-50
8	1284	0774	132	66-75	650+/-70
9	1290	0634	98	visas	690+/-50
10	1285	0932	174	110-129	760+/-40
11	1321	1252	170	146-155	830+/-80
12	1226	1132	177	131-140	860+/-80
13	1287	1022	148	31-40	900+/-40
14	1382	1568	170	75-104	995+/-40
15	1232	0922	182	154-163	1040+/-40
16	1378	1672	236	129-138	1210+/-40
17	1273	1462	223	48-57	1295+/-40
18	551	1612	150	61-150	1450+/-70
19	1413	1269	220	56-157	1540+/-60
20	484	1584	170	115-134	1610+/-50
21	1352	1852	190	116-165	1680+/-50
22	1416	1772	214	143-152	1764+/-80
23	1383	2162	120	24-53	1950+/-60
24	1372	2144	123	97-106	1980+/-40
25	1384	1894	109	62-71	1990+/-40
26	1401	2484	145	63-72	2050+/-50
27	1365	2401	120	83-102	2080+/-70
28	1396	2014	126	71-105	2090+/-50

2 lentelė. Užpelkių Tyrelio aukštapelkės iškastinių pušies medienos pavyzdžių radioanglies datos (Rusijos MA Materialinės kultūros istorijos instituto C14 laboratorija)

Eil. Nr.	Pavyzdžio Nr.	Paėmimo gylis mm	Rievių skaičius	Datuotos rievės	Radioanglies data
1	1048	-	142	100-114	1160+/- 40
2	1048	-	142	77-79	1230+/- 40
3	1048	-	142	63-67	1270+/- 40
4	951	-	123	88-98	1480+/- 40
5	951	-	123	50-56	1505+/- 40
6	951	-	123	32-38	1520+/-40

atmosferoje pagal Stuiver'io ir Pearson'o (1986) kalibracinę kreivę, pagalba (Van der Plicht, Mook, 1989) (žr. 4.3 skyrių).

Iš viso Užpelkių Tyrelio durpyne dendrochronologiniams tyrimams paimta virš 300 paprastosios pušies medienos pavyzdžių.

3.3 Aukštapelkiniai paprastosios pušies dabar augančių medžių dendrochronologiniai tyrimų bareliai

Siekiant išaiškinti pušies, augančios pelkinėse augimvietėse, radialinį prieaugį formuojančius faktorius bei vertinant atskirų medžių tarpusavio sinchronizacijos ypatumus, darbe panaudota dviejų dabartinių augančios paprastosios pušies (*Pinus sylvestris*) tyrimo barelių metinių radialinių prieaugių analizė.

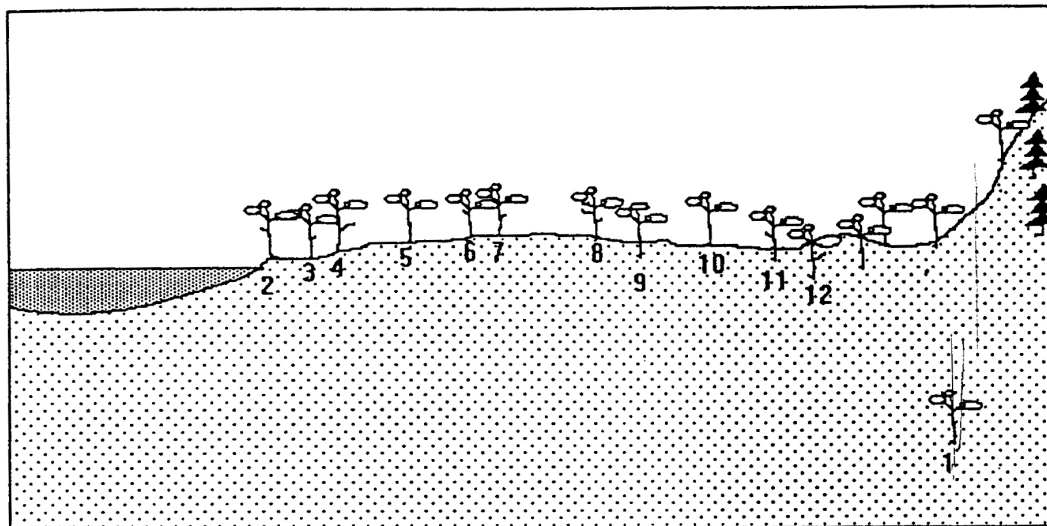
Pirmo dendrochronologinio barelio medžiaga paimta toje pačioje Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje, pakraščiuose, nepaliestuose durpyno eksploatacijos. Augimvietė Pa^a, miško tipas - tyrašilis, Ledo Pinetum. Medyno sudėtis 10P, skalsumas 0,3, bonitetas Va, H=10m, D=11cm, amžiaus klasė 10. Paimti dešimties medžių pavyzdžiai - gręžinėliai metinių rėvių tyrimams, gręžta prieaugio grąžtu krūtinės aukštyje.

Antras dendrochronologinis barelis - Utenos rajone, Daunorių g-joje. Geografinės koordinatės: 55°26' Š pl., 25°57' R. ilg., aukštis virš jūros lygio 153 m. Augimvietė Pa, miško tipas - tyrašilis, Ledo Pinetum. Medyno sudėtis 10P, skalsumas 0,5, bonitetas Va, H=11m, D=13cm, šešiolikta amžiaus klasė. Siekiant įvertinti galimas prieaugio dinamikos individualumo, būdingo aukštapelkinių augimviečių pušiai (Карпавичюс, 1984, в; Pikšrytė, 1989) priežastis, medžiai tyrimui pasirinkti profilyje pagal liniją nuo aukštapelkės ežerėlio iki pelkės pakraščio, atsiremiančio į statų kalvos šlaitą (atstumas apie 130 m). 10 pav. pateikta gręžtų medžių išsidėstymo schema. Pirmasis medis yra atokiau nuo kitų medžių (apie 60m nuo 12-to medžio), prie pelkės pakraščio. Medžiai gręžti prieaugio grąžtu dviem kryptimis krūtinės aukštyje. Atskirų medžių amžius siekia 200 metų. Radialinio prieaugio matavimui atrinkta vienuolika medžių.

Augalinė dendrochronologinio tyrimo barelių danga įvertinta pagal Braun - Blanquet skalę (Natkevičaitė - Ivanauskienė, 1983):

- r - individų labai mažai (iki 5 egz.), padengia labai mažą plotą;
- + - individų mažai, padengia mažą plotą;
- 1 - individų gana daug, esant mažam padengimui arba jų palyginti mažai, bet tada padengimas didesnis, tačiau nesiekia 1/20 viso ploto;
- 2 - individų labai daug arba padengia bent 1/20 ploto;
- 3 - individų įvairiai, padengia 1/4 - 1/2 laukelio;
- 4 - individų įvairiai, padengia 1/2 - 3/4 laukelio;

5 - individų įvairiai, padengia daugiau kaip 3/4 laukelio.
Abiejų barelių augalinės dangos įvertinimas pateiktas 3 lentelėje.



10 pav. Utenos raj. Daunorių g-jos dendrochronologinio barelio medžių išsidėstymo schema. Skačiais parodyti gręžtų medžių numeriai.

3 lentelė. Tyrimo barelių augalinė danga (Ledo Pinetum)

	Užpelkių Tyrelio	Daunorių
procentinis padengimas		
medžiai	20%	40%
krūmokšniai ir žolės	80%	70%
samosos	90%	90%
medžiai		
<i>Pinus sylvestris</i>	2	2
krūmokšniai ir žolės		
<i>Ledum palustre</i>	2	3
<i>Vaccinium uliginosum</i>	2	2
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	1
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	+	-
<i>Andromeda polifolia</i>	+	+
<i>Oxycoccus quadripetallus</i>	+	+
<i>Empetrum nigrum</i>	+	r
<i>Calluna vulgaris</i>	1	-
<i>Rubus chamaemorus</i>	+	-
<i>Chamedaphne calyculata</i>	-	+

3 lentelės tęsinys

<i>Carex lasiocarpa</i>	1	+
<i>Eriophorum vaginatum</i>	1	2
<i>Drosera rotundifolia</i>	+	-
samanos		
<i>Sphagnum sp.</i>	3	4
<i>Polytrichum strictum</i>	2	2
<i>Dicranum polysetum</i>	+	-
<i>Hylocomium splendens</i>	+	-
<i>Aulacomnium palustre</i>	-	+

3.4. Meteorologiniai duomenys

Apskaičiuojant prieaugio ryšius su klimatiniais rodikliais (temperatūra ir krituliai), buvo naudojami vidutiniai mėnesiniai Telšių ir Utenos meteorologinių stočių duomenys (Климатологический справочник..., 1954, 1969; Метеорологические данные..., 1953, 1961). Stotčių charakteristikos pateiktos 4 lentelėje:

4 lentelė. Meteorologinių stočių charakteristikos

Pavadinimas	Geografinė platuma	Geografinė ilguma	Aukštis virš jūros lygio	Matavimų periodas:	
				temperatūra	krituliai
Telšiai	55°59′	22°15′	149 m	1924.02-1944.05 1945.04-1995	1924.02-1944.05 1945.04-1995
Utena	55°30′	25°36′	120 m	1945-1995	1925.10-1943.12 1944.04-05 1944.09-1995

Užpelkio Tyrelio aukštapelkės medžių prieaugiai buvo lyginami su Telšių meteorologinės stoties duomenimis, Utenos rajono Daunorių barelio - su Utenos meteorologinių duomenų eilėmis.

Trūkstamų mėnesių temperatūrų duomenys buvo interpoliuoti pagal kitų meteorologinių stočių matavimus: Telšių duomenys 1944.06-1944.09 laikotarpiu - pagal Karaliaučiaus (54°43′ Š pl., 20°30′ R. ilg., 19 m virš j. l.), 1944.10-1945.03 laikotarpiu - pagal Šiaulių (55°56′ Š pl., 23°23′ R ilg., 129 m virš j. l.) stotis. Utenos duomenys 1925.01.01 - 1944.06 ir 1944.10 - 1944.12 laikotarpiu interpoliuoti pagal Panevėžio (55°45′ Š pl., 24°22′ R. ilg., 57 m virš j. l.), o 1944.07- 1944.09 laikotarpiu pagal Kauno (54°55′ Š pl., 23°56′ R. ilg., 83 m virš j. l.), stotis.

Temperatūrų interpoliacija atlikta skirtumų metodu (Кобышева ir kt., 1980) pagal artimiausios, turinčios to laikotarpio matavimus, stoties duomenis, pridedant atitinkamą pataisą. Pataisa apskaičiuojama kiekvienam mėnesiui pagal vidutinį temperatūrų skirumą tarp stočių, nes artimų rajonų temperatūrinės eilės yra stipriai koreliuotos, ir skirtumų tarp atitinkamų rodiklių atskirose stotyse variacija nedidelė.

Kadangi kritulių pasiskirstymas Lietuvoje, ypač vasaros mėnesiais, gana mozaikiškas, ir skirumai tarp gretimų stočių kritulių gana smarkiai įvairuoja, kritulių eilių interpoliacija nebuvo daroma, o metai, kuriais nėra duomenų apie analizuojamo mėnesio kritulių sumą, į koreliacinę analizę neįtraukti.

4. TYRIMŲ METODIKA

4.1 Kameraliniai darbai

Subfosilinės pušies medienos pavyzdžių metinis radialinis prieaugis (metinių rievių plotis) išmatuotas pagal standartinę, dendrochronologijoje taikomą metodiką (Битвинскас, 1974): kelmų nuopjovų paviršius nušlifluotas, prieaugis matuotas 2 kryptimis stereomikroskopu MBC-2 padidiniu 2×8 , naudojant mikroskopo okuliario skalę (1 padala = 0,05 mm).

Aukštapelkinių augimviečių pušies medienoje dažnai pasitaiko labai siaurų rievių grupių, kai 1 mm priskaičiuojama iki 10 ir daugiau rievių, pasitaiko rievių, kurias praktiškai sudaro dvi ląstelių eilės - vieną galima priskirti prie ankstyvosios, kitą, storesnėmis sienelėmis, - prie vėlyvosios medienos. Tokios siauros rievės, o ypač jų grupės, labai apsunkina rievių matavimą ir sukelia pavojų, kad kai kurios rievės bus praleistos ir tai iškreips pamatinę radialinio prieaugio serijos seką. Todėl apie 20 % pavyzdžių išmatuoti pakartotinai, ieškant praleistų rievių. Tačiau dalies taip vadinamų “iškrentančiųjų” rievių, dažnai pasitaikančių aukštapelkių pušies medienoje (Pikšrytė, 1989; Карпавичюс, 1981; Ляэнелайд, 1976) negalima nustatyti matuojant, nes, esant ekstremalioms sąlygoms, medžiui teuztenka medžiagų tracheidėms suformuoti tik atskirose stiebo vietose, dažniausiai jaunuose organuose (viršūnėje, šakose) (Лобжанидзе, 1972), o pamatinėje stiebo dalyjeambio ląstelės net nepradeda dalytis (Крамер, Козловский, 1983; Лип и kt., 1974). Tokias “iškrentančias” rieves galima nustatyti tik sinchronizuojant su kitų tuo pačiu laikotarpiu augusių medžių prieaugio serijomis. “Iškrentančios” rievės subfosilinių medienos pavyzdžių serijose buvo nustatomos vizualiai sinchronizuojant prieaugio serijas, ir serijos koreguojamos, įterpiančios “nulinio prieaugio” metus.

Dabar augančių medžių medienos pavyzdžių - gręžinėlių matavimo paviršius paruoštas nudrožiant statmenai tracheidėms mikrotomu. Prieš matuojant metinį prieaugį kiekvieno medžio atskiruose gręžinėliuose rievės buvo skirstomos dešimtmečiais ir, lyginant vizualiai gręžinėlius tarpusavyje, nustatomos iškrentančių rievių vietos. Užpelkių Tyrelio aukštapelkės pavyzdžiai išmatuoti originalia laboratorijoje sukurta prieaugio matavimo linija (Balčiūnas, Bitvinskas, Bacevičius, 1983) stereomikroskopo MBC-1 bazėje 0,01 mm tikslumu. Išmatavus ir nubraižius prieaugio grafikus, atlikta pakartotinė verifikacija tarp atskirų vieno medžio matavimo kryptų bei atskirų medžių, naudojant grafikų

vizualinę sinchronizaciją. Daunorių aukštapelkės pavyzdžių metinis radialinis prieaugis išmatuotas stažuotės Joensuu universiteto (Suomija) Dendrochronologinėje laboratorijoje metu, 0,01 mm tikslumu, naudojantis rievių matavimo linija, sukurta Kuchenreit'o sistemos stereomikroskopo, personalinio kompiuterio ir CATRAS programos, atliekančios duomenų tvarkymą, pagrindu. "Iškrentančios" rievės nustatytos vizualiai sinchronizuojant prieaugio grafikus.

4.2 Dendrochronologiniai medžių prieaugio sinchronizavimo metodai

Pagrindinė dendrochronologinio datavimo metodo prielaida yra ta, kad medžiai, augę tomis pačiomis sąlygomis tuo pačiu laikotarpiu, turi panašią augimo dinamiką. Jų metinio prieaugio svyravimai tarpusavyje koreliuoti. Tuo tarpu lyginant dviejų medžių metinio prieaugio serijas bet kokioje kitoje, ne sinchroniškoje, gretinimo pozicijoje, koreliacija tarp jų turi būti artima atsitiktinių skaičių sekų koreliacijoms.

Ši prielaida tikrovėje pasitvirtina ne taip idealiai. Radialinio prieaugio svyravimus nulemia įvairūs veiksniai, skirtingai veikiantys atskirus medžius, be to turintys skirtingą kitimo dinamiką. Šių visų veiksnių, pradedant biologiniais procesais medžio viduje (pvz. procesai, dėl kurių prieaugio sekoje susidaro taip vadinama amžiaus kreivė), baigiant kosmogeniniais veiksniais, kaip Saulės aktyvumas, Žemės magnetinio lauko svyravimai, nulemiantys atmosferos cirkuliacijos pokyčius, iššaukia radialinio medžių prieaugio sekose įvairių dažnių bei amplitudžių svyravimus. Dviejų medžių prieaugio svyravimai bus koreliuoti tiek, kiek juos bendrai formuoja tam tikri veiksniai ar jų kompleksas. Pavyzdžiui, koreliacija gali pasireikšti tikrai tam tikruose dažnių diapozonuose, jeigu bendriesiems veiksniams būdingi šie dažniai, o individualieji veiksniai kinta kitais dažniais. Kadangi sinchronišką medžių augimo poziciją nustatyti nėra lengva, sinchronizavimui naudojama eilė metodų, kuriuos galima suskirstyti į matematinius ir vizualinius.

4.2.1 Matematiniai sinchronizavimo metodai

Sinchronizuojant iškastinių Užpelkių Tyrelio medienos pavyzdžių prieaugio serijas, buvo naudojami šie matematinio sinchronizavimo metodai: panašumo procentas, koreliacijos koeficientas, koreliacijos koeficiento t kriterijus.

Panašumo tarp dviejų prieaugio serijų procentą skaičiuoti pasiūlė jau B. Huberis. Šiuo metodu apskaičiuojamas procentas metų (prieaugio intervalų), kai prieaugio pokyčio, lyginant su praėjusių metų prieaugiu,

kryptis (padidėjimas ar sumažėjimas), sutampa abiejose lyginamose serijose:

$$C_x = \frac{n^+ \cdot 100}{n - 1},$$

kur n^+ yra sutampančios pokyčio krypties intervalų (metų) skaičius, n - viso persidengiančių intervalų skaičius (Битвинская, 1974).

Atsitiktinio persidengimo atveju šis rodiklis turi būti apie 50%, nes priaugio pokyčio krypties sutapimas ar nesutapimas tarp serijų yra atsitiktiniai. Tiksliau atsitiktinio persidengimo atveju panašumo procentas išreiškiamas formule:

$$C_a = 50 \pm \frac{50}{\sqrt{n}} \%,$$

kur C_a yra atsitiktinio persidengimo panašumo procentas, $\frac{50}{\sqrt{n}}$ yra 1 standartinis nukrypimas (σ) (Huber, Gierz, 1970).

Pagal matematinę statistiką 3σ nukrypimo nuo vidurkio tikimybė yra 1 iš 1000. Taigi, lyginant serijas, kurių persidengimas yra 100 metų, panašumo procentas didesnis kaip 65% bus reikšmingas su tikimybe 0,001. Tuo tarpu persidengimui tesiekiant 36 metus, reikšmingomis turėtumėm laikyti vietas, kuriose panašumo procentas didesnis už 75%. Kadangi pelkinės pušies sinchroniško persidengimo procentas retai viršija 70%, esant trumpiems persidengimams, sunku atskirti tikrą persidengimo poziciją nuo atsitiktinės. Panašią išvadą daro ir M.G.L.Baillie (1982), dirbęs su ąžuolų sinchronizacija, taip pat kiti tyrinėtojai (Hillam ir kt., 1987). Sinchronizuojant Užpelkio Tyrelio pavyzdžius, buvo naudojami panašumo procentai, apskaičiuoti ESM M-6000 visų pavyzdžių persidengimo, ne trumpesnio kaip 30 metų, vietose, galimai sinchroniškumo pozicijai nustatyti.

Kitas matematinis metodas, pritaikytas sinchronizavimui - koreliacijos tarp dviejų serijų priaugio kitimų koeficientas r :

$$r = \frac{\sum x_i y_i - N \bar{x} \bar{y}}{(\sum x_i^2 - N \bar{x}^2)(\sum y_i^2 - N \bar{y}^2)},$$

kur $\bar{x}$ ir $\bar{y}$ yra atitinkamai x ir y reikšmių vidurkiai. Tačiau tam, kad koreliacijos koeficientas parodytų tikrąjį ryšį tarp dviejų rodiklių, jų pasiskirstymas turi būti normalinis, kas ne visada būdinga medžių rievių serijoms. Be to, medžių metinio priaugio serijos turi stiprią

autokoreliaciją, ypač pirmo laipsnio, tai yra metinės rievės plotis yra glaudžiai susijęs su praėjusių metų prieaugiu. Prieaugio serijose ryškūs ivairaus ilgio cikliškumai, o esant trendui ar ilgalaikiams ciklams, laiko eilutės autokoreliacijos koeficientas iki 1/4 ciklo bangos ilgio yra teigiamas. Laiko eilutės elementų tarpusavio ryšiai gali stipriai iškreipti koreliacijos tarp eilučių koeficientus. Jie yra padidinami, sutampant lėtųjų svyravimų, kurie dėl įvairių biologinių ar išorinių priežasčių gali nebūti sinchroniški, fazėms, ir sumažinami, žemųjų dažnių svyravimams įgavus priešingas fazes. Tai apsunkina sinchroniškos vietos suradimą, remiantis tik koreliacijos koeficientu.

Skaičiuojant koreliacijos koeficientą, neatsižvelgiama į persidengiančių rėvių skaičių. Apie koeficiento patikimumą sprendžiama iš Stjudento kriterijaus t :

$$t = \frac{r}{m_r},$$

kur r yra koreliacijos koeficientas, m_r - jo paklaida:

$$m_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}}, \quad \text{taigi} \quad t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

Kriterijaus t reikšmės pagal persidengiančių rėvių skaičių n ir patikimumo lygmenį galima rasti matematinės statistikos lentelėse. Pavyzdžiui, kad koreliacijos koeficientą būtų galima vertinti kaip statistiškai patikimą su tikimybe 0,1%, esant persidengiančių rėvių skaičiui $n \geq 100$, t turi būti didesnis už 3,5. t vertės skaičiavimams tarp dviejų lyginamų prieaugio serijų automatizuoti jau 1973 metais Belfaste (Šiaurės Airija) buvo sukurta kompiuterinė programa CROS, plačiai naudojama chronologijų sinchronizavimui (Baillie, Pilcher, 1973). Veliau t vertės skaičiavimai buvo tobulinami, atsižvelgiant į nenormalinį duomenų pasiskirstymą ir autokoreliaciją, kuriamos naujos kompiuterinės programos (Aniol, 1983; Schou, Rytter, 1992). Dabar t kriterijus plačiausiai iš visų statistinių metodų naudojamas Europos ir pasaulio dendrochronologų chronologijų kūrimui.

Šiame darbe pavyzdžių matematinei sinchronizacijai panašumo procentai ir koreliacijos koeficientai buvo apskaičiuoti naudojantis Dendroklimatochronologijos laboratorijoje sukurtomis programomis ESM M-6000 pagalba, t kriterijai tarp pavyzdžių serijų buvo apskaičiuoti

stažuotės Joensuu Universiteto (Suomija) Dendrochronologijos laboratorijoje metu, naudojantis personalinio kompiuterio programa CATRAS. Skaičiavimai buvo atliekami visose persidengimo tarp pavyzdžių serijų porų pozicijose, kai persidengiančių metų skaičius ne mažiau kaip 30. Persidengimo pozicijos, kuriose kriterijaus t vertė didesnė už 2 buvo analizuojamos vizualiai, kaip galimos sinchroniškumo vietos.

4.2.2. Vizualiniai sinchronizavimo metodai

Matematiniai sinchronizavimo metodai parodo, kad tarp lyginamų prieaugio eilių duotoje pozicijoje yra tam tikras ryšys. Paprastai, ypač lyginant pelkinės pušies prieaugio serijas, matematinio ryšio stiprumas sinchroniškoje pozicijoje nedaug skiriasi nuo statistiškai vertinamo kaip atsitiktinis. Dėl prieaugio serijų pseudosinchroniškumo reiškinių (žr. 5.1. skyrių), net ir esant statistiškai patikimai koreliacijai (pvz. $t=3,5$) dar nereiškia, kad ši persidengimo pozicija yra sinchroniško augimo pozicija. Statistiniai metodai griežtai reaguoja į neatitikimus tarp serijų, kurie gali būti neesminiai, pavyzdžiui skirtingos ekstremumų amplitudės. Atskiri metodai yra skirtingai jautrūs tam tikriems svyravimų dažnumams: panašumo procentas vertina pametinių svyravimų sutapimą, neatsižvelgdamas į amplitudę, koreliacijos koeficientą ir t vertę gali iškreipti lėtųjų svyravimų neatitikimai, pavyzdžiui laikotarpiai, kai dėl kokių nors individualių priežasčių vieno iš medžių prieaugis buvo padidėjęs ar atvirkščiai - labai sumažėjęs. Matematiniai metodai vertina iš karto visą persidengimo laikotarpį, ir praleista rievė vienoje iš serijų labai sumažina ryšio stiprumo įvertinimą. Todėl bet kokiu atveju galutinis sinchroniškumo nustatymas turi būti paremtas vizualine sinchronizacija.

Vizualinis sinchronizavimo metodas buvo pirmasis, kurį naudojo A.E.Duglasas, F.N.Švedovas, B.Huberis ir kiti dendrochronologijos pradininkai. Jie lygino medžių prieaugį pirmiausia natūroje - skirtingų medžių nuopjovose ieškodami sutampančių siaurų ar plačių rievių. Dirbdamas sausringuose rajonuose, kur medžių prieaugį nulemia vienas (drėgmės) faktorius, A.E.Duglasas vizualiniam sinchronizavimui panaudojo "skeletinių grafikų" lyginimo metodą: atskirų medžių grafikuose pažymimi stulpeliais tie metai, kuriais rievės buvo labai siauros, lyginant grafikus vieną su kitu vis kitoje persidengimo pozicijoje, randama sinchroniško augimo vieta, kurioje grafikai sutampa. Europoje toks lyginimo metodas pasirodė ne visai tinkamas, nes vidutinio klimato sąlygomis medžių prieaugį lemia keletas veiksnių, todėl ekstremalus prieaugio sumažėjimas (labai siauros rievės) nebūtinai vienodai pasireiškia visuose medžiuose. Europoje prigijo B.Huberio panaudotas

ištisinių prieaugio grafikų, kai x ašyje yra metai, o y ašyje atidedami tų metų radialinio prieaugio reikšmės, vizualinio lyginimo būdas, atkreipiant dėmesį ne tik į ekstremalius metus, bet ir į bendrą prieaugio dinamikos piešinį ("pattern"), pasireiškiantį įvairių svyravimo dažnių ir jų amplitudžių kombinacija. Kadangi iki šiol nėra matematinių metodų, kurie vienareikšmiškai įvertintų visus sinchroniškumo kriterijus (t.y., kurie prieaugio dinamikos dažniai, kokia svyravimų bangos ilgio kaita, kokia ekstremumų forma ir t.t. yra esminiai sinchroniško augimo medžiams, o kokius žmogaus patirtis atmeta kaip neesminius), negalima remtis vien matematiniais metodais ir atsisakyti vizualinio prieaugio grafikų lyginimo.

Šiame darbe atskirų pavyzdžių prieaugio serijų sinchroniškų persidengimo pozicijų nustatymui bei "iškrentančių" rėvių išaiškinimui be matematinių metodų buvo naudojamas vizualinis prieaugio grafikų lyginimas. Kiekvienam medžiui ant milimetrinio popieriaus buvo nubraižyti grafikai x ašies masteliu 1 metai = 5 mm ir 1 metai = 2mm. Pastarieji pasirodė patogesni, nes mažesniame plote telpa daugiau prieaugio dinamikos elementų. Grafikai poromis buvo lyginami ant švieslentės, palaipsniui perstumiant vieną kito atžvilgiu per vienerius metus, ypatingą dėmesį atkreipiant į pozicijas, turinčias gerus matematinio sinchronizavimo rodiklius. Ir atvirkščiai - pozicijos, kuriose prieaugio grafikai turėjo vizualinį panašumą, buvo tikrinamos statistiniais kriterijais (Пикшпите, Битвинскас, 1989).

Aprašyti sinchronizavimo metodai aptaria sinchroniškos pozicijos nustatymą tarp dviejų medžių serijų. Kuriant chronologiją, reikia atstatyti grupės vienu metu augusių medžių augimo metų išsidėstymą laiko skalėje. Didėjant grupės pavyzdžių kiekiui, progresyviai didėja lyginamų porų skaičius. Tačiau nustačius didžiausią panašumą tarp kelių medžių prieaugio kaitos toje pačioje jų prieaugio serijų persidengimo pozicijoje, sinchronizavimo klaidos tikimybė tampa daug mažesnė, negu sinchronizuojant tarpusavyje tik poros pavyzdžių serijas.

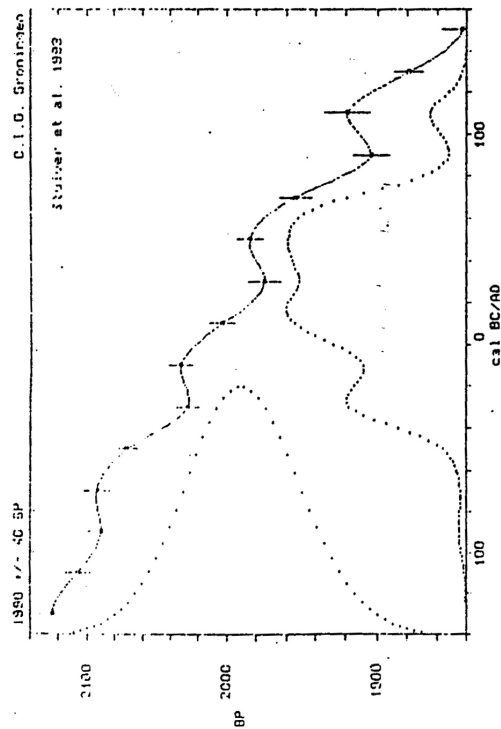
Galutinė išvada apie praeities medžių augimo sinchroniškumą buvo daroma remiantis visų metodų - tiek matematinių, tiek vizualinių, kompleksu, be to, kai didžiausias panašumas buvo randamas ne tik tarp poros medžių prieaugio dinamikos, bet į grupę įeidavo daugiau kaip du medžiai, turintys didžiausią prieaugio dinamikos panašumą toje pačioje serijų gretinimo pozicijoje.

4.3 Radioanglies datų kalibravimas

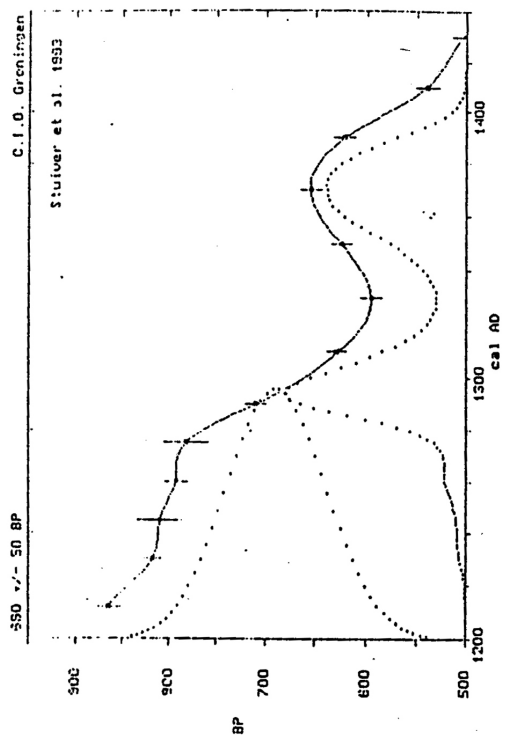
Radioanglies datavimo metodo pagrindas yra radioaktyvaus C^{14} izotopo, nedideliais kiekiais pasitaikančio atmosferos anglies dvideginyje, koncentracijos matavimas organinėje medžiagoje, pagal šio izotopo suskilimą nustatant organikos susiformavimo laiką. Metodas nebūtų problematiškas, jei anglies izotopų santykis atmosferoje visą laiką būtų buvęs pastovus. Tačiau radioaktyviosios anglies susidarymas priklauso nuo įvairių kosminių faktorių, kaip kosminiai spinduliai, Saulės aktyvumas ir kt., ir jos kiekis atmosferoje kinta (Депрачев, Кочаров, 1981). Todėl organikos pavyzdys, susiformavęs padidėjusios C^{14} koncentracijos metu bus pajaunintas, o sumažėjusios - pasendintas.

Paskutiniaisiais dešimtmečiais pasaulyje atlikta daug C^{14} kiekio matavimų dendrochronologiniu būdu datuotos medienos rievėse, šių matavimų pagrindu sukurta radioanglies datų kalibracinė kreivė (Stuiver, Pearson, 1986). Pagal šią kreivę, naudojant Grōningen kompiuterinę programą (Van der Plicht, Mook, 1989), buvo kalibruotos Užpelkio Tyrelio pavyzdžių radioanglies datos. Dalis datų kalibruota Joensuu Universiteto (Suomija) dendrochronologijos laboratorijoje, dalis - St. Peterburgo Materialinės kultūros istorijos instituto radioanglies laboratorijoje. Kadangi radioanglies data - statistinis dydis, paremtas C^{14} izotopo kiekiu, kalibruota kalendorinė data - taip pat statistinis dydis, tačiau jo tikimybės pasiskirstymas priklauso nuo duoto laikotarpio kalibracinės kreivės (C^{14} koncentracijos atmosferoje) svyravimų. 11 ir 12 paveiksluose parodyti C^{14} datų kalibravimo pavyzdžiai. Viršutiniuose grafikuose parodyta duoto laikotarpio (C^{14} data $\pm 3\sigma$) kalibracinė kreivė, y ašyje atidėtas normalinis C^{14} datos tikimybės pasiskirstymas, x ašyje - apskaičiuotas kalendorinės datos tikimybės pasiskirstymas. Apatiniuose grafikuose pavaizduota normalizuota kalendorinės datos tikimybės funkcija su pažymėtais pasikliautinais intervalais, kuriuose tikimybė viršija 68,3% (1σ patikimumo lygmuo) ir 95,4% (2σ patikimumo lygmuo).

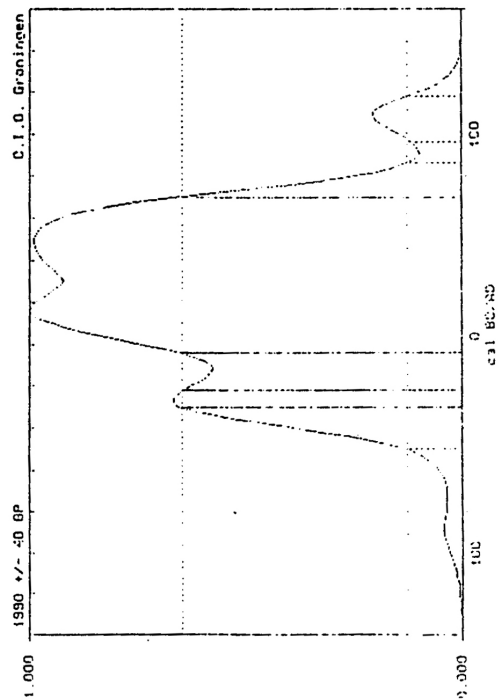
Kadangi kalendorinės datos tikimybės pasiskirstymas nėra normalus, didžiausia datos tikimybė nesikoncentruoja intervalo viduryje, o gali būti bet kurioje vietoje, priklausomai nuo C^{14} koncentracijos svyravimų pobūdžio. Esant žymiems C^{14} kiekio svyravimams gali būti keli datos didžiausios tikimybės intervalai (12 pav.).



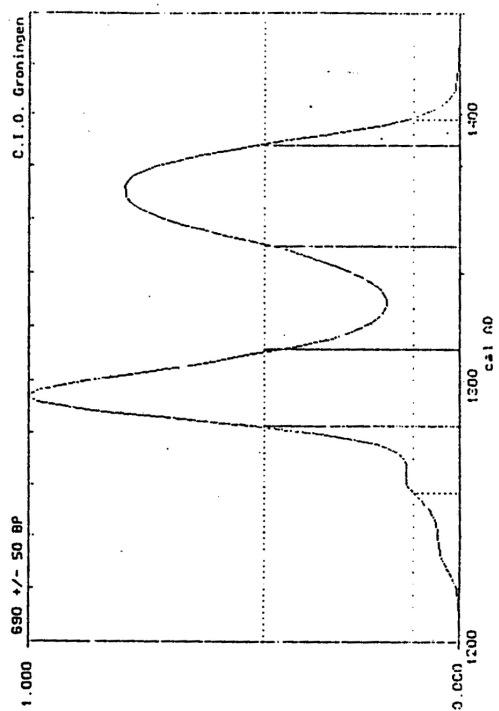
11. pav. I a. pr.Kr. - I a. po Kr. medienos pavyzdžio radioanglies datos (1990 $\pm$ 40 m. BP) kalibravimas.



12. pav. XIII - XIV a. po Kr. medienos pavyzdžio radioanglies datos (590 $\pm$ 50 m. BP) kalibravimas.



11. pav. I a. pr.Kr. - I a. po Kr. medienos pavyzdžio radioanglies datos (1990 $\pm$ 40 m. BP) kalibravimas.



12. pav. XIII - XIV a. po Kr. medienos pavyzdžio radioanglies datos (590 $\pm$ 50 m. BP) kalibravimas.

4.4. Egzogeninių prieaugio dinamiką lemiančių veiksnių nustatymo metodai

4.4.1. Chronologijų standartizavimas

Medžių radialinio prieaugio fluktuacijas lemia įvairūs tiek vidiniai (endogeniniai), tiek aplinkos (egzogeniniai) veiksniai. Nagrinėjant prieaugio ryšius su aplinkos veiksniais, stengiamasi kiek įmanoma labiau išryškinti prieaugio serijose bendrų išorinių - klimatinų veiksnių poveikį, eliminuojant vidinių, neatspindinčių pametinių ekologinių sąlygų kaitos, faktorių pasireiškimą. Iš pastarųjų galima paminėti neklimatinės prigimties amžiaus tendą, atsirandantį medžio prieaugyje dėl stiebo apimties didėjimo ir senėjimo procesų, taip pat skirtingą medžių vidutinį prieaugį ir prieaugio svyravimų amplitudžių skirtumus dėl nevienodo atskirų individų gyvybingumo. Neklimatinės prigimties, iššaukta vidinių procesų, yra ir stipri prieaugio eilučių autokoreliacija - t.y. prieaugio priklausomybė nuo praėjusiųjų metų prieaugio (pelkinės pušies eilutėse siekianti 0,8).

Siekiant sumažinti šių vidinių veiksnių pasireiškimą radialinio prieaugio eilutėse, naudojami chronologijų standartizavimo būdai. Duomenų išlyginimui naudojama indeksacija - absoliučių prieaugio dydžių pavertimas į santykinius indeksus:

$$I_i = \frac{x_i}{X_i},$$

kur I_i yra i -tųjų metų prieaugio indeksas, x_i - i -tųjų metų prieaugis, X_i - išlyginimo kreivės reikšmė i -taisiais metais (Битвтинская, 1974)

Prieaugio eilutės amžiaus kreivei ir kitiems su klimatiniais faktoriais nesusijusiems lėtiesiems svyravimams išlyginti naudojami įvairūs išlyginimo būdai: slenkančių vidurkių, skirtingų laipsnių (dažniausiai trečio laipsnio) polinomial, eksponentinės funkcijos, mažiausių kvadratų metodas, splaino funkcijos, matematiniai filtrai, o nesant amžiaus kreivės, prieaugiai dalijami iš jų vidurkio reikšmės (Cook, Holmes, 1986; Briffa ir kt., 1983; Fritts, 1976).

Tiriant metinio prieaugio ryšius su klimatiniais veiksniais, šiame darbe buvo naudojamas "splaino" funkcijos amžiaus kreivės išlyginimas. "Splaino" funkcija susideda iš eilės kubinių polinomų:

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

glotniai pereinančių vienas į kitą perėjimo taškuose, t.y. tenkinančių šias sąlygas:

$$q_i(x_i) = q_{i+1}(x_i), \text{ t.y. perėjimo taškuose } (x_i) \text{ funkcijos turi sutapti,}$$

$q'_i(x_i) = q'_{i+1}(x_i)$, t.y. perėjimo taškuose turi sutapti funkcijų išvestinės,

$q''_i(x_i) = q''_{i+1}(x_i)$, t.y. perėjimo taškuose negali keistis išlyginamosios kreivės kreivumas.

“Splaino” funkcija pasirinkta dėl to, kad gamtiniuose svyravimuose periodų ilgiai nėra stacionarūs, jie kinta, todėl kelių polinomų atkarpos geriau juos aproksimuoja negu viena funkcija.

Išlyginamųjų kreivių apskaičiavimas ir chronologijų indeksavimas buvo atliekami ARSTAN40 kompiuterinės programos iš Tarptautinio Medžių rievių duomenų banko programų paketo (1994 m. versija), sukurto Arizonos Universitete (JAV) (Cook, Holmes, 1986), pagalba.

Kaip minėta, prieaugio eilutėms būdinga stipri autokoreliacija - prieaugio priklausomybė nuo praėjusiųjų metų prieaugio. Ji beveik visada stipresnė negu prieaugio priklausomybė nuo klimatinės veiksnio. Tai apsunkina ryšių su aplinkos faktoriais analizę. Tuo pačiu, nustatant prieaugio priklausomybę nuo praėjusiųjų metų meteorologinių rodiklių, darosi neaišku, ar tai tiesioginė šių veiksnio įtaka, ar ši įtaka pasireiškia tik dėl prieaugio sekos autokoreliacijos. Todėl dendroklimatiniuose tyrimuose kartais naudojamas autokoreliacijos pašalinimas, apskaičiuojant likutines (residual) chronologijas.

Šiam tikslui atliekamas autoregresinis chronologijų modeliavimas pagal regresijos lygtį:

$$x'_i = b_0 + b_1 x_{i-1} + b_2 x_{i-2} + \dots + b_n x_{i-n},$$

kur x'_i yra i -tųjų metų prieaugio dalis, nulemta praėjusiųjų metų prieaugio, $x_{i-1} - x_{i-n}$ praėjusiųjų metų prieaugiai, $b_0 - b_n$ - regresijos koeficientai. Kelių praėjusiųjų metų prieaugių koeficientai reikšmingi, nustatoma pagal specialius matematinius kriterijus. Lietuvos pelkinės pušies serijose naudotas pirmos eilės autoregresinis modeliavimas (reikšmingi vieni praėjusieji metai). Autoregresinis modeliavimas ir likutinių (RES) chronologijų apskaičiavimas, pašalinant autoregresiją, buvo atliekama taip pat naudojant ARSTAN40 programą.

4.4.2. Koreliacinė ir regresinė analizė

Paprastas koreliacijos koeficientas - labiausiai paplitęs ryšių tarp prieaugio ir atskirų aplinkos veiksnio nustatymo būdas (Карпавичюс, 1984a, б ; Ляэнелайд, 1981a); Шиятов, Мазепа, 1987; Будрюнас, Жеймавичюс, 1990; Fritts, 1976 ir kt.). Jo apskaičiavimo formulė duota 4.2.1. skyriuje.

Koreliacijos koeficientas išreiškia ryšio tarp dviejų atsitiktinių normališkai pasiskirsčiusių dydžių stiprumą. Ieškant didžiausią poveikį medžių prieaugiui turinčių veiksnių, derinami statistiniai ir empiriniai metodai - koreliacijos koeficientas skaičiuojamas tarp prieaugio serijų ir empiriškai pasirinktų klimatinių rodiklių - dažniausiai atskirų mėnesių ar ilgesnių periodų vidutinių temperatūrų ir iškritusių kritulių. Tačiau medžių prieaugio eilutė - tai ne atsitiktinių dydžių eilutė, kadangi jai būdingas stiprus ryšys tarp elementų (autokoreliacija). Metinio prieaugio - klimatinių rodiklių ryšį galima išreikšti tokiu modeliu:

$$X_i = f(C_i, X_{i-1}),$$

kur X_i yra i - tųjų metų prieaugis, C_i - i - tųjų metų klimatiniai rodikliai, X_{i-1} - praeitų metų prieaugis, turintis ryšį su $i-1$ -ųjų metų klimatu. Kitas šių ryšių modelis:

$$X_i = f(C_i, C_{i-1}),$$

kur C_{i-1} yra praėjusiųjų metų klimatiniai rodikliai (Briffa ir kt., 1983). Naudojant pirmos rūšies modelį, į analizę įtraukiami praeitų metų prieaugiai (Fritts, 1976; Fritts ir kt., 1992; Briffa ir kt., 1992 ir t.t.). Naudojant antros rūšies modelį, analizuojami ryšiai su einamųjų ir praėjusiųjų metų rodikliais (Битвинская, 1974; Карпавичюс, 1984a, b ir kt.). Tačiau abu modeliai yra sąlyginiai - iš tikrųjų prieaugio priklausomybė nuo praėjusių metų klimatinių sąlygų persiduoda ne tik per praėjusių metų medienos prieaugį, bet ir per kitas fiziologines grandis, pavyzdžiui, medžiagas, sukauptas spygliuose ir pan. Be to, autokoreliacija metinio prieaugio eilutėje įneša paklaidas koreliacijos koeficiento skaičiavimuose.

Ryšium su tuo šiame darbe dendroklimatiniams aukštapelkinių pušies barelių tyrimams greta absoliučių dydžių bei indeksų chronologijų buvo panaudotos likutinės (RES) chronologijos su pašalinta pirmos eilės autokoreliacija, tiriant, kaip duomenų indeksavimas ir autoregresinis modeliavimas veikia koreliacinius ryšius su meteorologiniais faktoriais. Koreliacija buvo skaičiuojama su atskirų mėnesių, pradedant praėjusiųjų metų balandžiu, baigiant einamaisiais metais, vidutine temperatūra ir iškritusiais krituliais, taip pat su metiniais (einamųjų ir kelių praėjusių metų) rodikliais. Koreliacijos koeficientai skaičiuoti EXCEL programos pagalba, koeficiento patikimumas įvertintas Stjudento kriterijumi t (žr 4.2.1 skyrių).

Koreliacijos koeficientas atspindi prieaugio priklausomybės nuo klimatinių veiksnių stiprumą. Dendroklimatinių tyrimų tikslas - panaudoti šią priklausomybę klimatinių sąlygų rekonstrukcijai pagal medžių prieaugį.

Tam naudojama regresinė analizė - linijinių modelių (regresijos lygčių) apskaičiavimas: prieaugio priklausomybės nuo klimatinio rodiklio (atsako (response) funkcija) ir klimatinio rodiklio "priklausomybės" nuo prieaugio (taip vadinama perdavimo (transfer) funkcija) (žr. Fritts, 1976):

$$\hat{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n,$$

kur $\hat{Y}$ - apskaičiuojamasis dydis (prieaugis atsako funkcijoje ir klimatinis rodiklis perdavimo funkcijoje), $x_1 \dots x_n$ - kintamieji (regresoriai), $b_1 \dots b_n$ - kintamųjų koeficientai, b_0 - laisvasis narys (Wonnacott, Wonnacott, 1979).

Kintamųjų koeficientų reikšmingumas įvertinamas pagal t kriterijų. Nors statistinė tikimybė, kad kintamasis koreliuotas su Y , išlieka prie visų teigiamų t reikšmių, praktiškai įvedami kritinės mažiausios t reikšmės ($t=1$ ar $t=2$) lygmenys, apsprendžiantys kintamųjų įtraukimą į regresijos lygtį (Briffa ir kt., 1983).

Koreliacijos tarp apskaičiuotų pagal regresijos lygtį ir tikrųjų Y reikšmių koeficientas R yra daugiamatės koreliacijos koeficientas. Jo kvadratas parodo kokią dalį Y variacijos aprašo regresijos kintamieji:

$$R^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum(Y_i - \bar{Y})^2} = \frac{\text{Y variacijos dalis, kurią aprašo regresorių variacija}}{\text{visa Y variacija}},$$

kur $\hat{Y}_i$ - apskaičiuota Y reikšmė i - taisiais metais, $\bar{Y}$ - vidutinė Y reikšmė, Y_i - tikroji Y reikšmė i - taisiais metais (Wonnacott, Wonnacott, 1979)

Atitinkamai paprasto koreliacijos koeficiento kvadratas, vadinamas determinacijos koeficientu (r^2), parodo kokią dalį dydžio y variacijos paaiškina koreliuoto dydžio x kitimas (Wonnacott, Wonnacott, 1979). Detaliau koreliacinė ir regresinė analizė aprašyta matematinės statistikos leidiniuose (Songailienė, Ženauskas, 1985; Wonnacott, Wonnacott, 1979; ir kt.).

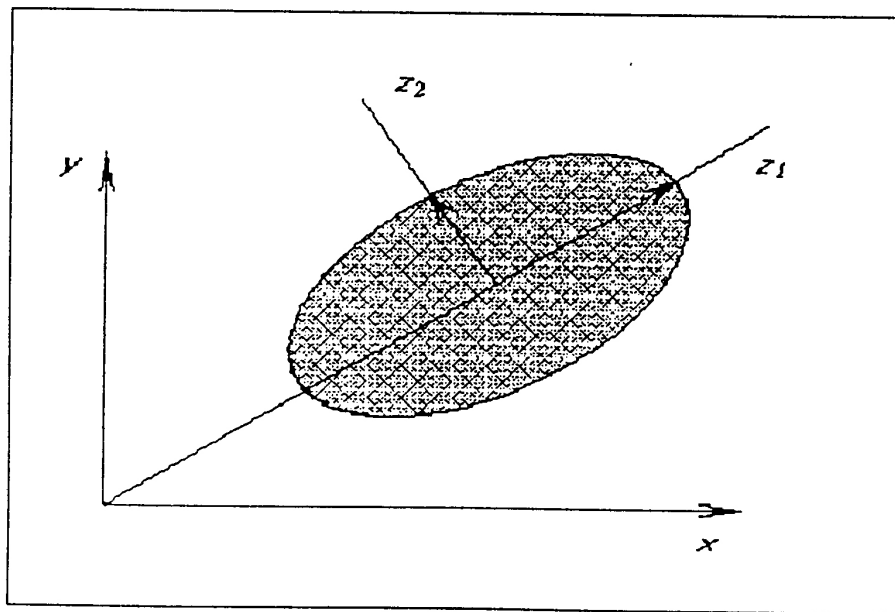
Šiame darbe, tiriant klimatinio rodiklio rekonstrukcijos galimybes, buvo naudojama vienmatė regresija, apskaičiuojant klimatinio rodiklio "priklausomybės" nuo vidutinių barelio prieaugio dydžių regresijos lygtis, ir daugiamatė regresija, kaip regresorius naudojant barelio medžių prieaugio kelių pirminių komponentų amplitudes. Regresinė analizė - regresinių modelių sudarymas ir rekonstruotų klimatinio rodiklio apskaičiavimas, atlikta naudojant EXCEL programą.

4.4.3. Variacijos pirminių komponentų analizė

Ieškant medžių prieaugį lemiančių veiksnių, paprastai naudojama visų tyrimo barelio medžių metinių prieaugio dydžių vidurkiai. Tik atskirais atvejais analizuojama atskirų medžių reakcija (Ляэнелайд, 1981a). Pelkinėse augimvietėse pušies medžių reakcija į klimatinius veiksnius turi daug individualumo, kai kurie medžiai stipriau reaguoja į vienus, kiti - į kitus veiksnius, todėl sumažėja bendroji visiems medžiams prieaugio dinamikos dalis. Tokių medžių vidurkio koreliacija su klimatiniais rodikliais bus sumažinta. Todėl klimatinių veiksnių, įtakančių prieaugį, išaiškinimui buvo panaudotas faktorinės analizės metodas, analizuojant visų barelio medžių prieaugį ir išskiriant iš jų visumos pirminius medžių prieaugio variacijos komponentus.

Pirminių komponentų metodas - vienas iš faktorinės analizės metodų. Pagal faktorinės analizės prielaidą, koreliaciją tarp atsitiktinių dydžių, kurie neturi tiesioginio poveikio vienas kitam, sukelia bendro išorinio faktoriaus poveikis (Жуковская, Мучник, 1976). Šis jų dinamikos bendrumas gali būti išreiškiamas variacijos pirminiu komponentu - nauja tiriamųjų objektų charakteristika.

Grafiškai tai galima išreikšti, pavyzdžiui, dviejų dydžių atveju:



13 pav. Dviejų koreliuotų dydžių x ir y variacijos pirminiai komponentai z_1 ir z_2

Grafike pavaizduota dviejų kintamų dydžių x ir y priklausomybė. Jei jie yra koreliuoti, jų reikšmės varijuoja elipsėje, kurios ašių santykis tuo

didesnis, kuo stipresnė koreliacija tarp dydžių. Pakeitus koordinačių sistemą į z_1 ir z_2 (pirminių komponentų) ašis, informacija apie variaciją yra sukoncentruojama z_1 kintamajame, z_2 ašyje kitimas lieka daug mažesnis. Kuo koreliacija tarp dydžių stipresnė, tuo daugiau variacijos tenka z_1 komponentui. Jei dydžiai yra stipriai koreliuoti, jų abiejų variaciją pakankamai aprašys vienas pirmasis komponentas, o antrasis komponentas bus visai nereikšmingas (Белонин, Скублов, 1978). Analogiškai, esant dideliame tarpusavyje koreliuotų dydžių skaičiui, juos galima išreikšti daug mažesniu tarpusavyje nekoreliuotų (ortogonalų) pirminių komponentų skaičiumi, paaiškinančių maksimumą pradinį dydžių variacijos. Plačiau pirminių komponentų metodas aprašytas: Жуковская, Мучник (1976), Белонин, Скублов, (1978), Ступнева, (1984 а, б), Wonnacott, Wonnacott, (1979), Fritts, (1976).

Pirminių komponentų metodą dendrochronologijoje panaudojo H.Frittsas ir V.C.La Marche (1971). Amerikoje, o vėliau ir Europoje, šis metodas panaudotas erdviniam dendrochronologiniams tyrimams, išskiriant pirminius komponentus erdvėje išsidėsčiusių barelių prieaugio dinamikoje ir panaudojant šių komponentų amplitudžių chronologijas klimatinį parametrų erdvinėms ir daugiamačioms rekonstrukcijoms (Fritts, 1976; Blasing, Fritts, 1973; Briffa, Jones, Wigley ir kt., 1983, 1988). Pritaikytas šis metodas ir atskiro tyrimų barelio medžių prieaugio analizei, naudojant dendroklimatiniams tyrimams ne vidutinę barelio chronologiją, bet pirmojo (bendrojo visiems medžiams) variacijos komponento amplitudžių chronologiją (Jacoby, Cook, 1981); taip pat klasifikacijos uždaviniuose, pavyzdžiui, išskiriant atipiškus metus pagal individualių medžių metinio prieaugio pasiskirstymo dėsnį (Dutilleul, Till, 1989), arba grupuojant dendrochronologinius barelius erdvėje pagal medžių prieaugio dinamikos pirminių komponentų svorius (Ważny, Eckstein, 1991).

Kadangi vieno barelio medžių prieaugiai yra tarpusavyje tam tikru mastu koreliuoti, beje, ne kiekvienas su kiekvienu vienodu stiprumu, jų tarpusavio koreliacijų matrica yra pagrindas pirminiams komponentams ir jų svoriams atskirų medžių prieaugio dinamikoje apskaičiuoti. Šiame darbe pirminių komponentų svoriai ir jų amplitudžių chronologijos buvo apskaičiuotos, naudojant ARSTAN40 programą. Reikšmingais laikyti komponentai, kurių kumuliatyvinis svoris (eigenvalues) visų medžių dinamikoje viršijo vienetą (bedimensinis dydis) (Белонин, Скублов, 1978; Briffa ir kt., 1983 ir kt.). Pirmųjų reikšmingųjų komponentų amplitudžių chronologijos panaudotos apskaičiuojant prieaugio koreliaciją su klimatiniais rodikliais ir sudarant daugiamačius prieaugio - klimatinį rodiklių regresijos modelius.

5. PUŠYNŲ IŠPLITIMO FAZĖS UŽPELKIŲ TYRELIO AUKŠTAPELKĖJE SUBATLANČIO LAIKOTARPIU

5.1. Aukštapelkinių augimviečių pušies metinio radialinio prieaugio serijų sinchronizavimo ypatybės

Subfosilinės užsikonservavusių durpių klotuose pušies medžių liekanos savo rievėse išsaugojo informaciją apie pametinius prieaugio svyravimus praeityje. Jei praeities medžių augimo laikotarpiai persidengė laike, dendrochronologinio sinchronizavimo metodais šių atskirų medžių metinio prieaugio serijos gali būti tarpusavyje sinchronizuotos - datuotos viena kitos atžvilgiu. Tuo būdu gaunama informacija apie medžių išdygimo ir žuvimo laikotarpius, rekonstruojama praeities medynų formavimosi istorija, sudaromos ilgalaikės metinio radialinio prieaugio chronologijos, rodančios biologinio produktyvumo svyravimus.

Siekiant datuoti Užpelkių Tyrelio aukštapelkės praeities medžių augimo laikotarpius, buvo atlikta jų metinio radialinio prieaugio serijų sinchronizacija: gretinamos visos galimos subfosilinių pavyzdžių prieaugio serijų poros visose jų persidengimo laike pozicijose, kuriose persidengia ne mažiau kaip trisdešimt rėvių. Apytikriai imant Užpelkių Tyrelyje augusių medžių vidutinį amžių lygų 100 metų, sinchronizuojant tarpusavyje tik dviejų medžių serijas reikia patikrinti 140 persidengimo pozicijų; imant medžių skaičių lygų 301, vien tik vieną medį gretinant su likusiais 300 medžių, gauname 42 tūkstančius pozicijų. Visų variantų skaičius pagal kombinatorikos dėsnį:

$$N = 140 * C_{301}^2 ,$$

kur N - visų gretinimo variantų skaičius; 140 - vienos metinio prieaugio serijų poros galimų gretinimų skaičius, C_{301}^2 - dvielementų derinių iš 301 elemento skaičius (Vilenkinas, 1979), apskaičiuojamas pagal formulę:

$$C_{301}^2 = \frac{301*300}{2},$$

taigi, visų galimų kombinacijų skaičius $N = 6321000$.

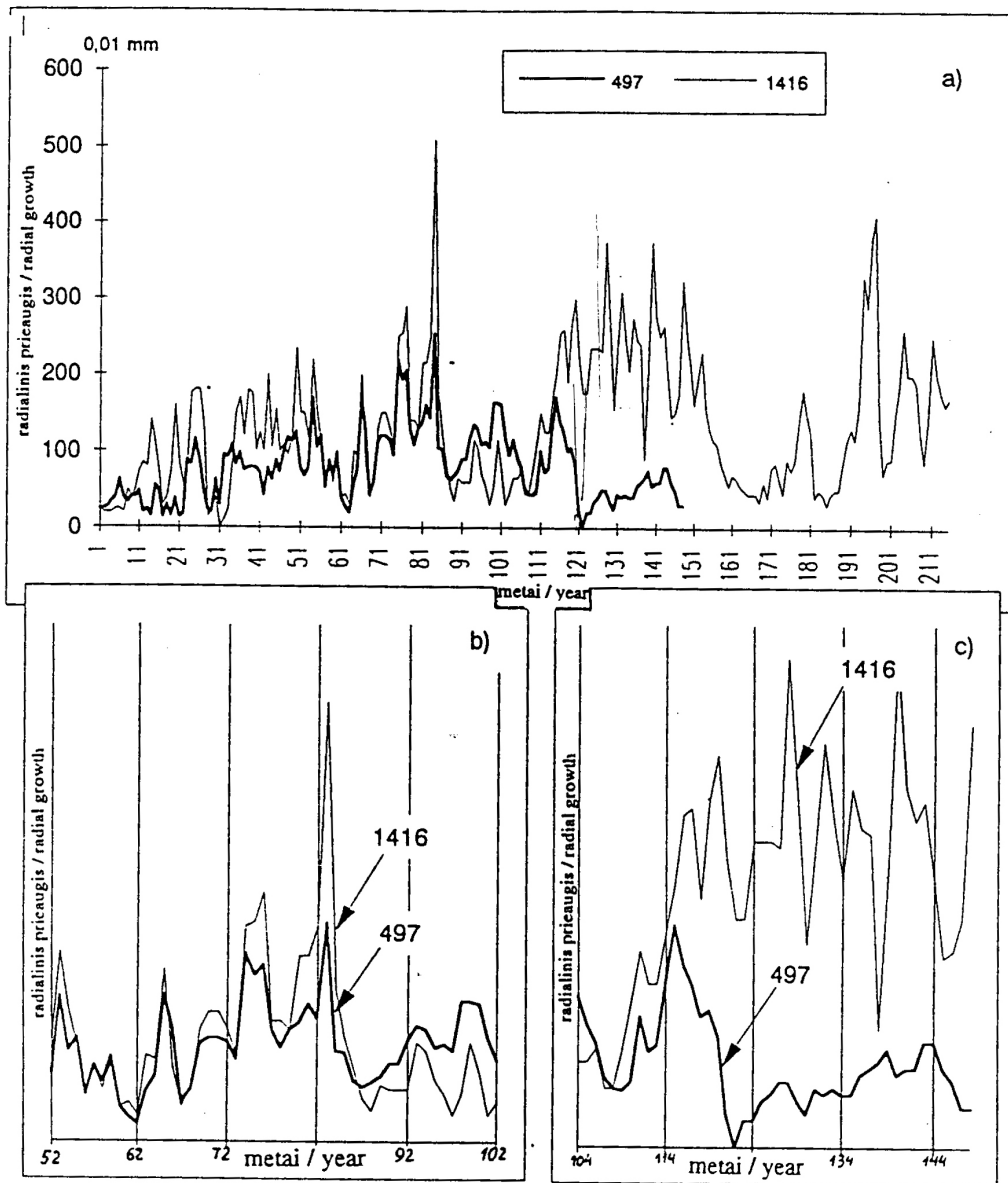
Atliekant tokios apimties serijų sugretinimo darbus, paaiškėjo, kad tamprūs ryšiai tarp aukštapelkinės augimvietės pušų metinio radialinio prieaugio dinamikos būdingi palyginus nedidelei medžių daliai. Pavyzdžiui, sinchronizuojant matematiškai I - ojo kasinio 57 medžių serijas, pagal

radioanglies datavimą pasiskirsčiusias nuo šių laikų iki 900 m. BP ("before present", t.y. nuo 1950m.), koreliacijos koeficientai, kurių t kriterijaus reikšmė viršijo 6,0, buvo gauti 3 atvejais, t tarp 6,0 ir 5,0 - aštuoniais atvejais, t tarp 5,0 ir 4,0 - 30 atvejų. Esant tolygiam medžių pasiskirstymui laike per šiuos 900 metų, kiekvieno medžio augimo laikotarpis turėtų persidengti vidutiniškai su dešimties medžių augimo laikotarpiais, viso turėtumėme apie 570 sinchroniško serijų persidengimo pozicijų. Tuo tarpu gauname tik 252 pozicijų, kuriose koreliacijos tarp serijų koeficiento t kriterijaus reikšmė didesnė už 3,0. Be to, nemaža dalis šių pozicijų, net turinčių dideles t kriterijaus vertes, neatitinka tikrojo sinchroniškumo. Esant trumpam serijų persidengimo intervalui, kartais gaunami klaidinančiai dideli prieaugio dinamikos panašumo matematiniai rodikliai. Pavyzdžiui, dviejų nevienalaikių radiokarboniškai datuotų pavyzdžių Nr.444 (C^{14} data 130 BP) ir Nr.1287 (C^{14} data 900 BP) prieaugio serijų vienoje sugretinimo pozicijoje (45 persidengiančios rievės) koreliacijos t statistika buvo 5,73.

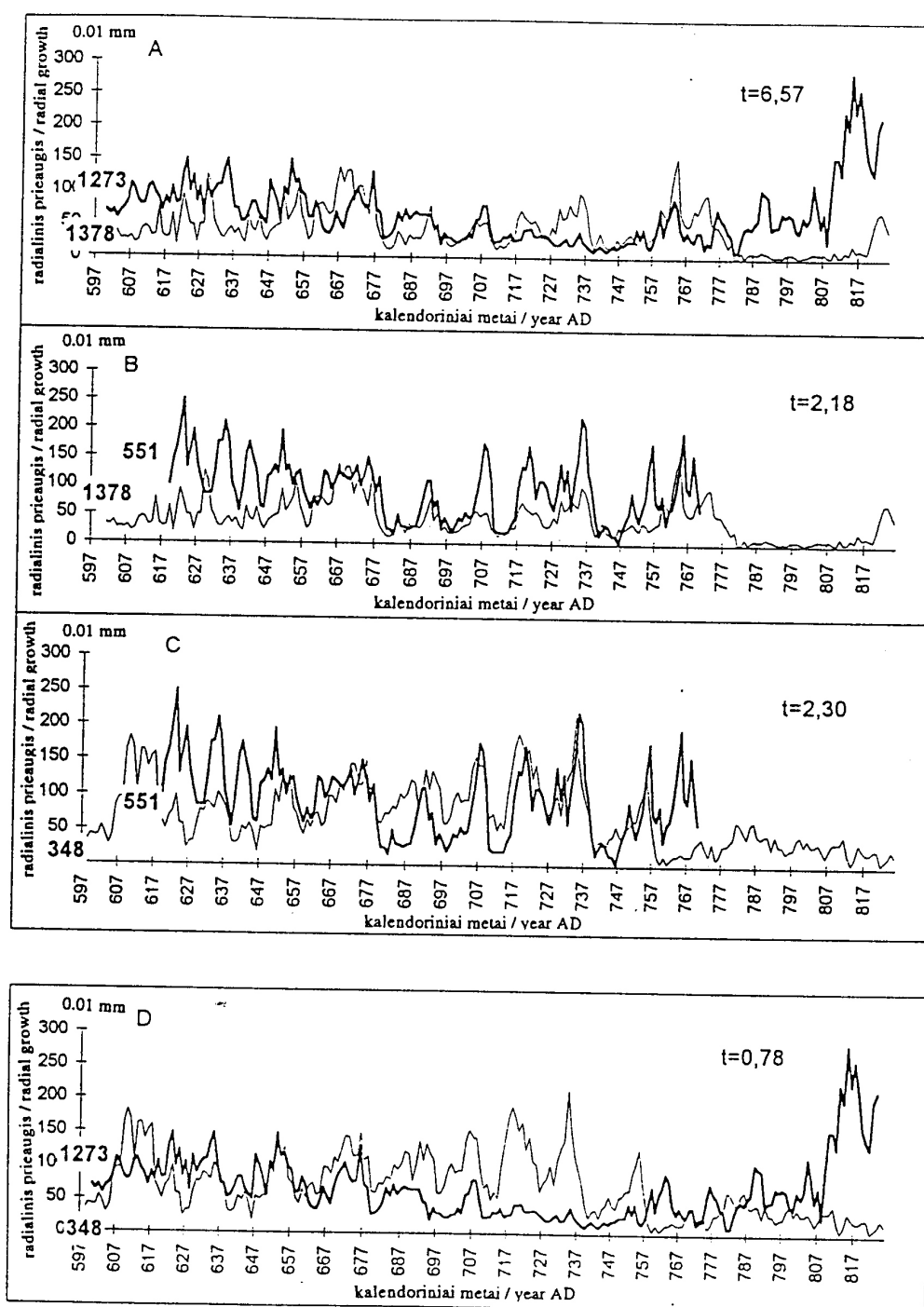
Taigi, atliekant aukštapelkinių augimviečių pušies prieaugio serijų sinchronizavimą, susidurta su dviem sinchronizavimą apsunkinančiais momentais: kai, esant sinchroniškam serijų persidengimui, prieaugio dinamikos panašumas tarp serijų mažas (individuali prieaugio dinamika), ir kai pastebimas prieaugio dinamikos pseudopanašumas (pseudo-sinchroniškumas) asinchroniškose serijų gretinimo pozicijose.

Mažos matematinių panašumo kriterijų reikšmės, gretinant serijas sinchroniškose pozicijose, dažnai gaunamos dėl aukštapelkių pušies prieaugio dinamikos savybės, kai atskirų medžių prieaugis kinta sinchroniškai ne visame gretinimo intervale, bet tik tam tikrą laikotarpį, tuo tarpu kitu laikotarpiu, pakitus augimo sąlygoms, panašumas tarp prieaugio serijų dinamikos sumažėja, sustiprėja individualūs bruožai. Charakteringas pavyzdys parodytas ¹⁴ paveiksle. Jame grafiškai pavaizduota medžių Nr.497 ir Nr. 1416 metinio radialinio prieaugio dinamika: tam tikrą laikotarpį jų prieaugio kaita beveik identiška (b dalis), bet vėliau, įsijungus tam tikram faktoriui (pvz. liga, konkurencija, vandens lygio kaita ar kt.), prieaugio svyravimai praranda panašumą (c dalis).

Aukštapelkinių augimviečių pušų prieaugio dinamikai būdinga, kad vienalaikio augimo medžių grupėje metinio prieaugio kaita ne tarp visų medžių sinchroniška. Gretinant medžius poromis, pirmo medžio prieaugio serija gali gerai koreliuoti ir su antro, ir su trečio medžio serija, tačiau panašumas tarp pirmojo ir antrojo medžio prieaugio dinamikos bus labiau išreikštas vienuose prieaugio ritmikos elementuose, tuo tarpu tarp pirmojo ir trečiojo - kituose, taigi panašumas tarp antrojo ir trečiojo medžių serijų gali būti mažas. Kaip pavyzdys ¹⁵ paveiksle poromis palyginti vienalaikio augimo medžių grupės radialinio prieaugio grafikai. Lyginant pirmojo medžio (Nr. 1273) seriją su antrojo (Nr. 1378), antrojo su trečiojo (Nr. 551),



14 pav. Prieaugio dinamikos individualumas: a) dviejų medžių serijų bendras vaizdas, b) periodas, kuriuo prieaugio svyravimai sutampa, c) laikotarpis, kuriuo tų pačių medžių prieaugio dinamika smarkiai skiriasi.

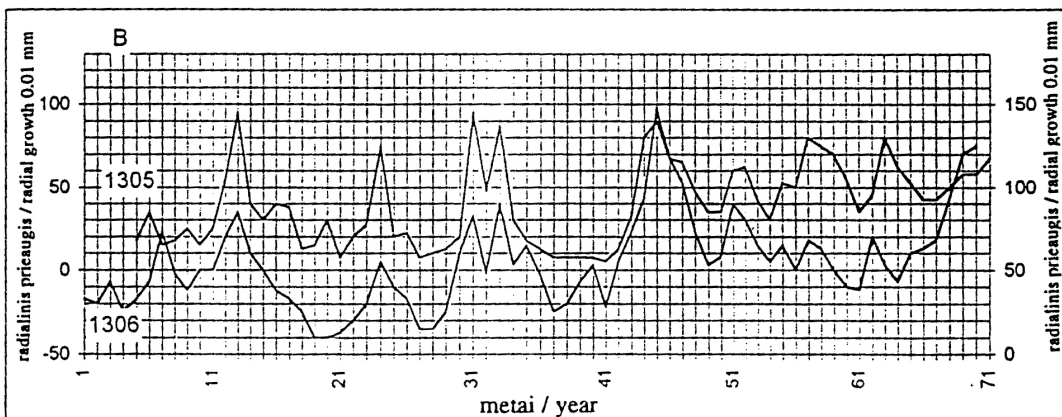
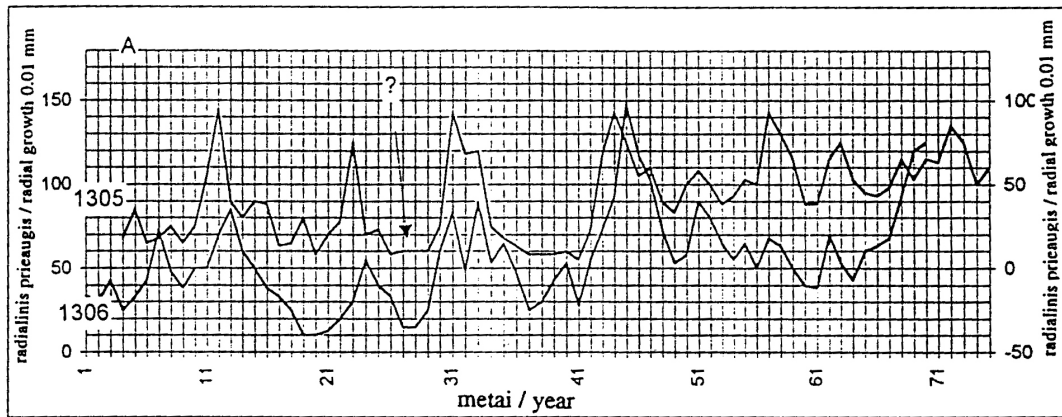


15 pav. Individualumas aukštapelkinės augimvietės pušies prieaugio dinamikoje. Grupės sinchronizuotų pavyzdžių serijų palyginimas poromis: palaiptiniui gretinant vieną medį su kitu (A,B,C dalys), skirtumai tarp jų prieaugio svyravimų nėra dideli, tuo tarpu pirmojo ir paskutinio medžio poroje (D dalis) jie išryškėja, ypač antrajame augimo šimtmetyje. Grafikuose pažymėtos gretinamų serijų koreliacijos t kriterijaus reikšmės.

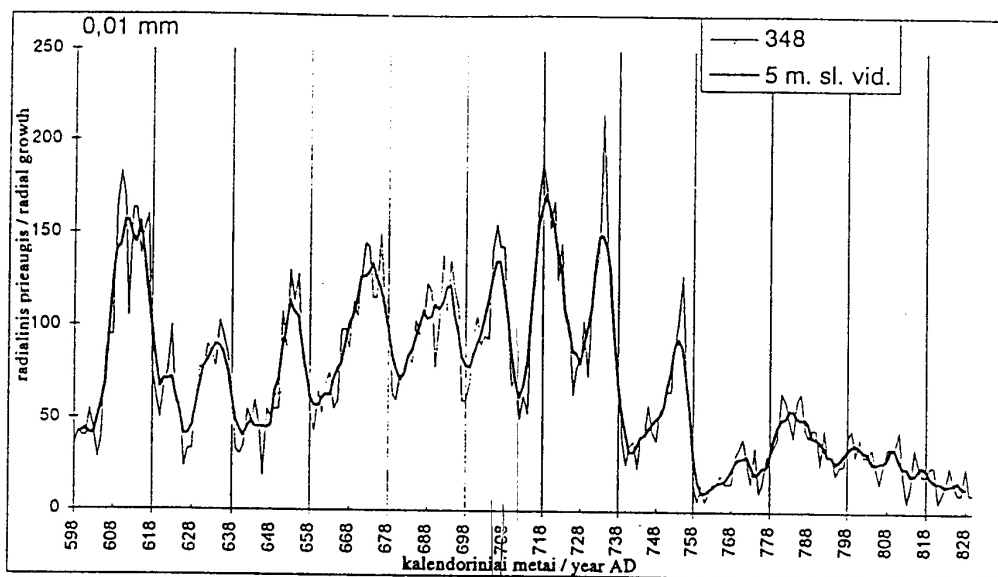
trečiojo su ketvirtojo (Nr. 348), individualūs jų skirtumai nėra dideli, tuo tarpu pirmojo (Nr. 1273) ir ketvirtojo (Nr. 348) medžių poroje jau pastebimas jų prieaugio kaitos asinchroniškumas, ypač antrajame jų augimo šimtmetyje. Dėl specifinių sąlygų aukštapelkinėse augimvietėse medžių prieaugio variaciją didele dalimi apsprendžia ne tiek bendrieji visiems medžiams klimatiniai veiksniai, kiek edafinių ir klimatinių veiksnių sąveika, priklausanti nuo mikraugimvietinių skirtumų. Kaip rodo J.Karpavičiaus tyrimai, skirtingose aukštapelkės mikraugimvietėse (aukštapelkės šlaitas, plynaukštė ir t.t.) pastebima skirtinga medžių reakcija į klimatinius veiksnius, tuo pačiu skirtinga prieaugio dinamika (Карпавичюс, 1994). Rezultatai, autorės gauti analizuojant dabartinių medžių, augančių aukštapelkinėse augimvietėse, prieaugio dinamikos panašumą, rodo, kad individualių medžių tarpusavio koreliacijos koeficientas kinta nuo +0,79 iki +0,08 (Užpelkių Tyrelio dabar augančių medžių tyrimo barelis) ir nuo 0,81 net iki -0,14 (Daunorių barelis). J.Karpavičius, tyręs dabar augančių pušų prieaugį, nustatė, kad aukštapelkinėse augimvietėse didesnę kaip 60% panašumo koeficientą turi tik 30 - 60% medžių metinio radialinio prieaugio serijų (Карпавичюс, 1984b). Todėl, norint patikimai sinchronizuoti prieaugio serijas, esant nedideliame panašume tarp jų, būtina, kad persidengtų kelių medžių serijos. Tuo būdu sinchroniškumas tarp labiau besiskiriančių savo dinamika prieaugio serijų randamas sinchronizuojant jas su tos pačios grupės medžių serijomis, turinčiomis panašią dinamiką. Dalies medžių, kurių prieaugio dinamika skiriasi nuo visų kitų medžių, serijos negali būti patikimai sinchronizuotos (Pikšrytė, 1996).

Matematinį aukštapelkinių augimviečių pušies prieaugio serijų sinchronizavimą labai apsunkina pasitaikantys sekose anomalaus augimo atvejai - taip vadinamos "iškrentančios" ir "dvigubos" rievės. Šiuos pažeidimus prieaugio laiko eilutėse galima nustatyti tik vizualiai sinchronizuojant seriją su kitų tuo pačiu laikotarpiu augusių medžių prieaugio serijomis - atliekant verifikaciją. 16 paveiksle parodytas verifikacijos, sinchronizuojant dviejų Užpelkio Tyrelio aukštapelkės medienos pavyzdžių prieaugio sekas, pavyzdys. Nustačius sekose prieaugio anomalijas, serijos koreguotos, įterpiančios metus su "nuliniu" prieaugiu arba apjungiant sudvigubintas rieves.

Autorių, tyrusių pušies prieaugio dinamiką paežerinėse augimvietėse (Пакальнис, 1978; Kriukelis, 1995), darbai rodo, kad veikiamų aukšto gruntinio vandens pušų prieaugio fluktuacijoms būdingas cikliškumas, susijęs su kumuliatyviniais ežero lygio, tuo pačiu gruntinio vandens lygio svyravimais. Aukštapelkinės pušies prieaugio svyravimams taip pat būdingas atskirais laikotarpiais gana ryškiai išreikštas vidutinių dažnių cikliškumas, matyt susijęs su cikliškais pelkių vandeningumo pokyčiais (17 pav.).

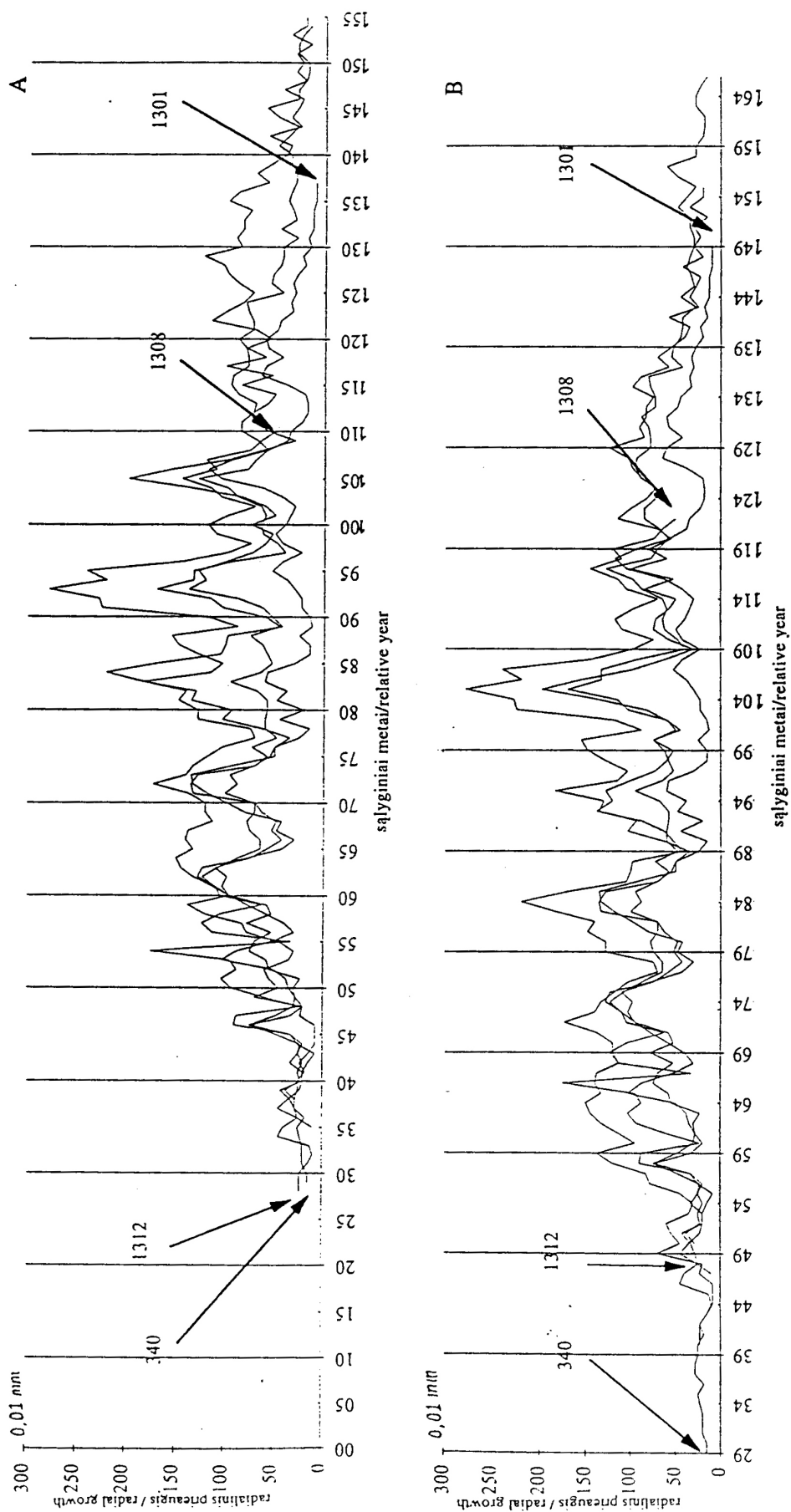


16 pav. Prieaugio serijų vizualinis verifikavimas (anomalijų metinių rievių sekose išaiškinimas). A dalyje klausukų pažymėti metai, prieš kuriuos pastebimas lyginamų serijų prieaugio kaitos fazių prasislinkimas. Išanalizavus 1305 pavyzdžio prieaugio sekas, vienoje matavimo krypčių rasta dviguba rievė. Atlikus korekciją, perskaičiuota 1305 medžio vidutinė metinio radialinio prieaugio serija, kuri sugretinta su pavyzdžio Nr.1306 serija paveikslo B dalyje.

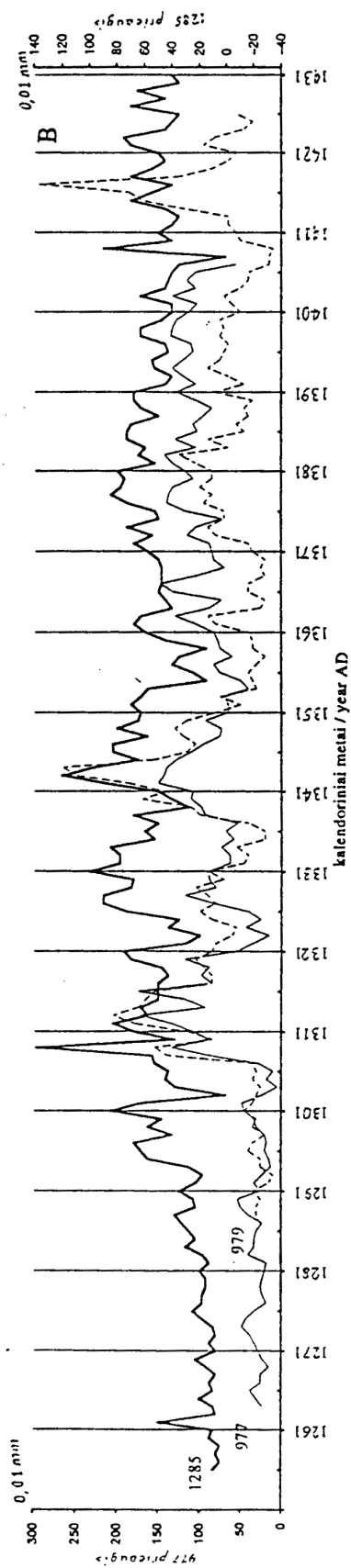
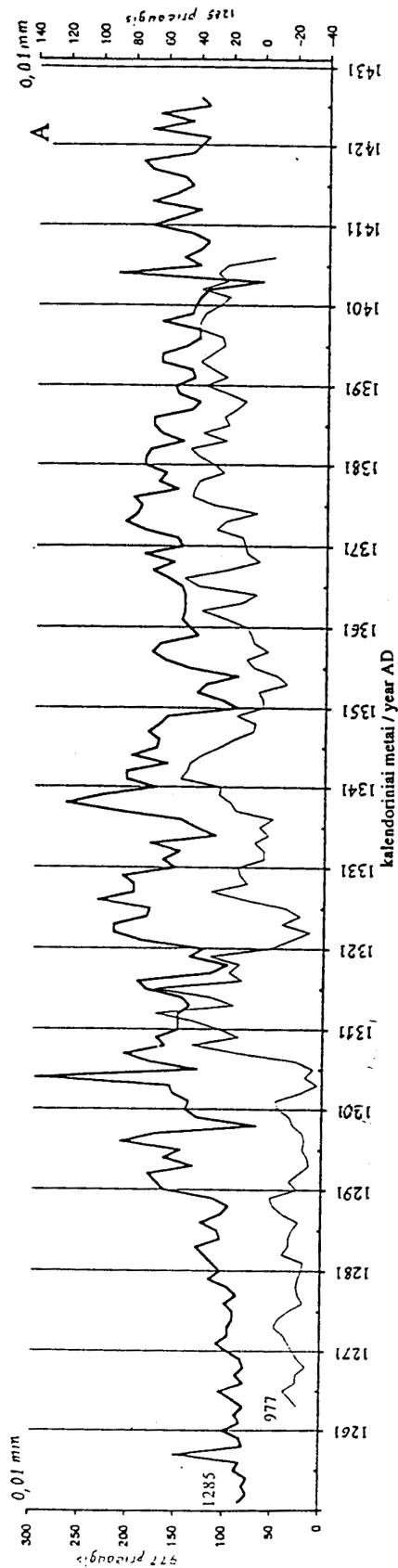


17 pav. Užpelkių Tyrelio aukštapelkės pušies priaugio ritmai (pavyzdys Nr. 348 iš VII - IX a.). Metinis radialinis priaugis parodytas plona linija, storesne linija - slenkantieji penkiametčiai vidurkiai.

Dėl šių pasikartojančių cikliško pobūdžio fluktuacijų, ypač sinchronizuojant trumpesnio amžiaus medžių serijas, kartais gaunami geri panašumo rodikliai keliuose serijų persidengimo pozicijose, kuriose sutampa periodiškų svyravimų fazės. Susiduriame su pseudopanašumo (pseudosinchroniškumo) reiškiniu. Atliekant matematinę Užpelkių Tyrelio pavyzdžių priaugio serijų sinchronizaciją, pasitaikė atvejų, kai geri panašumo rodikliai (pavyzdžiui, t vertė didesnė už 4,0) pasikartoja toje pačioje gretinamų medžių poroje trijose ar net keturiose serijų gretinimo pozicijose. Jau minėta, kad aukštos kriterijaus t vertės kartais gaunamos tarp skirtingas radiokarbonines datas turinčių pavyzdžių priaugio serijų, kurių sinchroniškumo, beje, nepatvirtina ir vizualinė sinchronizacija. C. Millsas (Mills, 1992), tyręs statistinių panašumo rodiklių dinamiką atsitiktiniuose priaugio serijų persidengimuose, taip pat konstatavo, kad t kriterijaus vertė netikro sinchroniškumo pozicijose kartais viršija 6,0. Pseudopanašumas pasireiškia taikant ir matematinius, ir vizualinius sinchronizacijos metodus. 18 a paveiksle parodytas vizualinio pseudopanašumo atvejis ne sinchroniškoje grupės medžių serijų gretinimo pozicijoje. 18 paveikslo b dalyje ta pati grupė medžių serijų sinchronizuota, remiantis didžiausiomis tarpusavyje matematinių rodiklių (t kriterijaus) vertėmis. Be abejo, sinchroniškoje persidengimo pozicijoje vizualinis panašumas yra didesnis,



18 pav. Pseudosinchroniškumo pavyzdys: A - grupės medžių prieaugių dinamikos panašumas ne sinchroniškoje serijų gretinimo pozicijoje, B - ta pati grupė medžių, prieaugio serijos sinchronizuotos, remiantis didžiausiomis t kriterijaus reikšmėmis.



19 pav. Pseudosinchroniškumas: a) pavyzdžių Nr. 1285 ir 977 rievių serijų gretinimo pozicija, kurioje t vertė didžiausia - atitinkamai 13/1 rievė, t kriterijus 5,3; b) 1285 ir 977 pavyzdžiai sinchronizuoti vizualiai pozicijoje 9 / 1 rievė (t kriterijus 4,8). Šioje pozicijoje pavyzdžių prieaugio fluktuacijos sinchronizuojasi ir su kitų grupės medžių serijomis (palyginimui papildomai pateikiamas 979 medžio prieaugio grafikas).

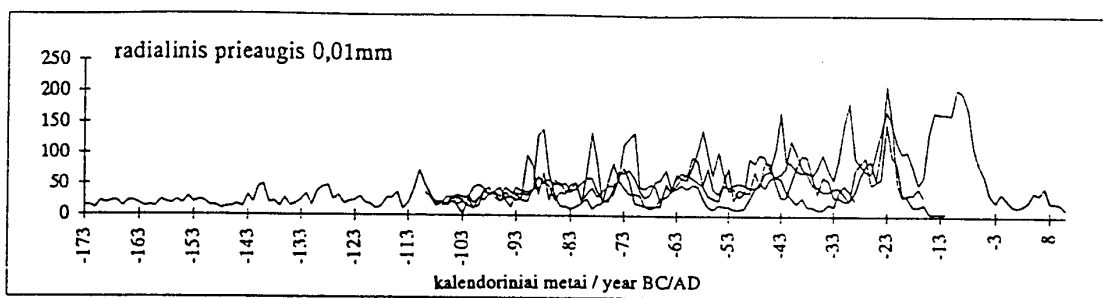
negu pseudosinchroniškoje pozicijoje. Tuo tarpu matematiniai rodikliai asinchroniškoje pozicijoje kartais gali būti net didesni. 19 A paveiksle parodytas dviejų medžių prieaugio grafikų sugretimas pozicijoje, turinčioje didžiausią t kriterijaus vertę. Vizualinis metodas rodo sinchroniškumą kitoje serijų persidengimo pozicijoje (B dalis), šią poziciją patvirtina ir palyginimas su kitų sinchroniško augimo grupės medžių prieaugio serijomis. Matematinis koreliacijos rodiklius šioje pozicijoje sumažina kai kurių lėtųjų svyravimų fazių persistūmimas (pavyzdžiui apie 1335 - 1341 metus).

Pastarieji pavyzdžiai rodo, kad, atliekant aukštapelkinių pušies pavyzdžių prieaugio serijų sinchronizavimą, negalima remtis vienu kuriuo iš metodų, bet būtina tiek matematinius, tiek vizualinį sinchronizavimo metodus naudoti kompleksiskai: matematiniai metodai palengvina galimų sinchroniškumo pozicijų atrinkimą, tačiau galutinė išvada turi būti paremta vizualiniu metinio prieaugio grafikų palyginimu. Kad dviejų medžių augimo santykinio datavimo patikimumas būtų didesnis, sinchroniškumas, ypač esant nedideliems panašumams tarp prieaugio serijų, turėtų būti patvirtintas abiejų medžių prieaugio serijų sinchronizavimo su kitomis vienalaikio augimo medžių serijomis.

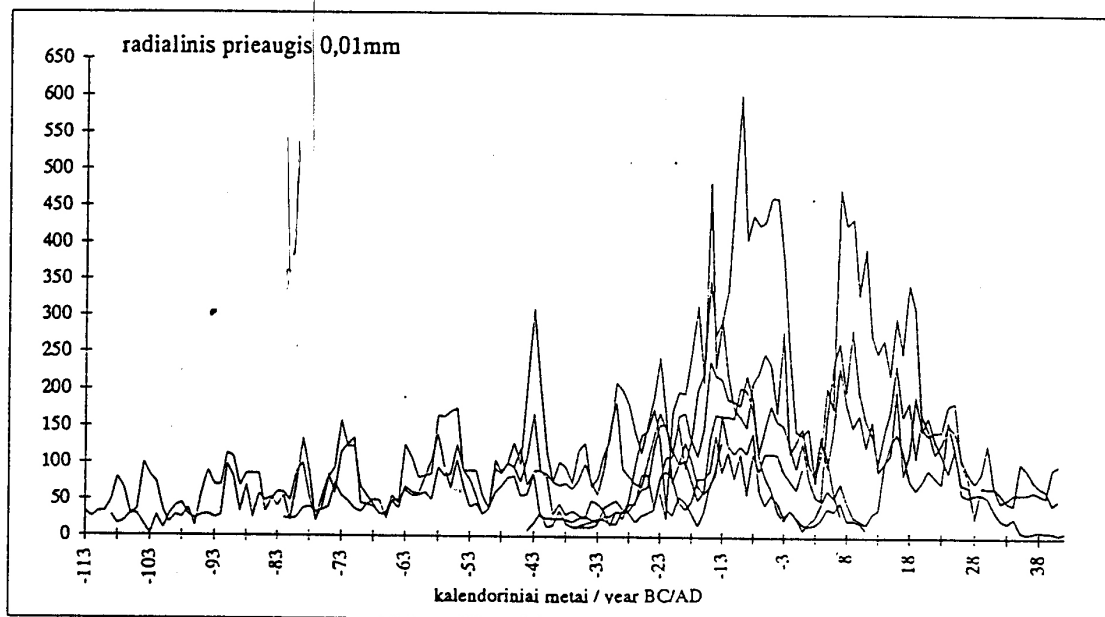
5.2. Užpelkių Tyrelio aukštapelkės durpėse užsikonservavusių medžių radialinio prieaugio serijų sinchronizavimas ir ilgalaikių prieaugio chronologijų sudarymas

Kadangi aukštapelkinėse augimvietėse pušies prieaugiui greta bendrųjų visiems medžiams klimatinių veiksnių didelę reikšmę turi ir besiskiriančios mikroaugimvietinės sąlygos, kiekvieno medžio metinio prieaugio dinamika įgauna savitų dėsningumų. Ankstesniame poskyryje aptartos ir su pavyzdžiais parodytos aukštapelkinių paprastųjų pušies prieaugio serijų sinchronizavimo ypatybės. Dėl aptartų ypatybių, daugiausiai dėl prieaugio dinamikos individualumo, tik apie pusės (47%) Užpelkių Tyrelio pavyzdžių prieaugio serijos buvo tarpusavyje sinchronizuotos ir įtrauktos į sinchroniško augimo medžių chronologijas. Daugiausiai atmesti nedaug metų turintys pavyzdžiai. Kitų autorių, dirbančių su aukštapelkinėse augimvietėse augusios paprastųjų pušies serijų sinchronizacija, pastebėjimais, esant neilgoms (100 - 150 metų) serijoms, taip pat tepavyksta datuoti apie 1/3 - 1/2 pavyzdžių (D.M.Brown (Š. Airija), asmeninis pokalbis).

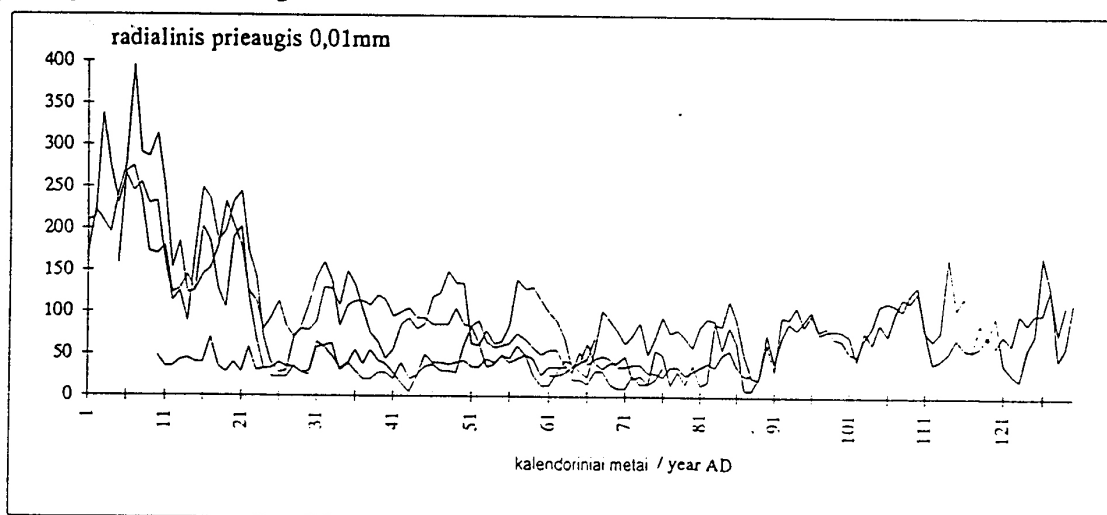
Sinchronizuojant Užpelkių Tyrelio subfosilinės medienos pavyzdžių, surinktų iš nuplentuoto durpyno paviršiaus, prieaugio serijas, nustatyta, kad šie pavyzdžiai reprezentuoja dvi sinchroniškai augusių medžių grupes. Rekonstruotose grupėse dauguma medžių buvo beveik vienaamžiai - jų



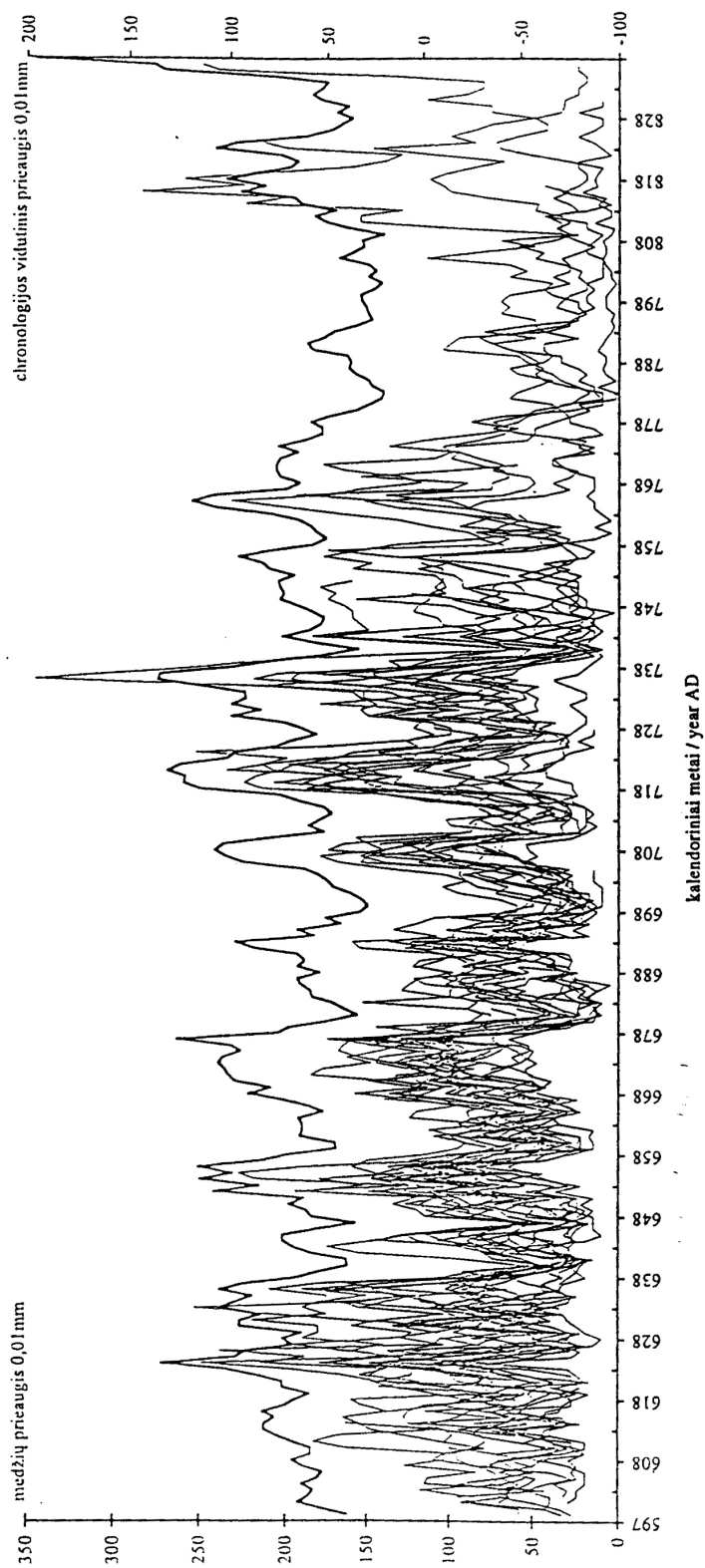
20 pav. Seniausių aukštapelkės pušų (grupė "LCWUT99Z"; II - I a. pr. Kr.) radialinio prieaugio kaita.



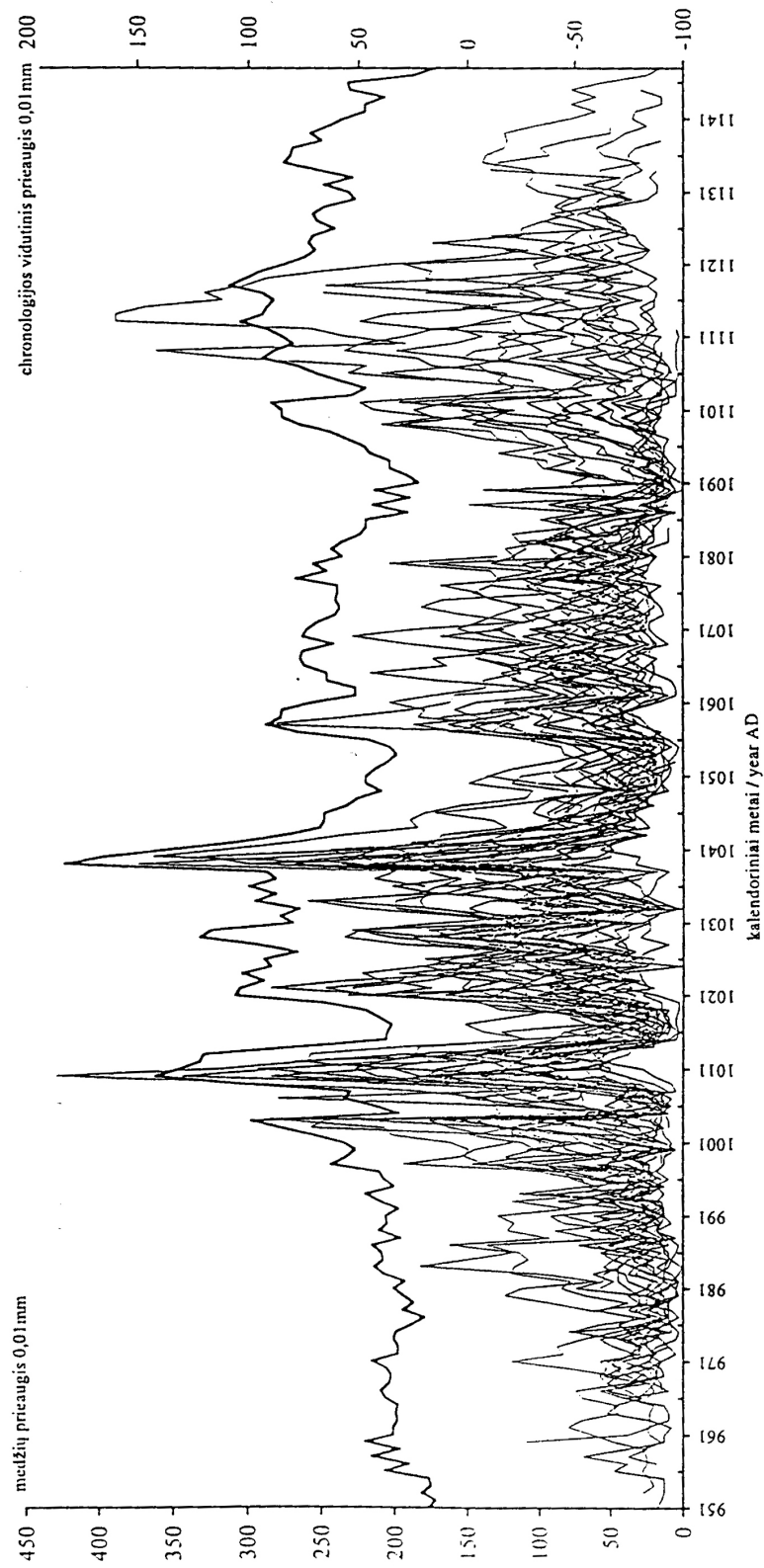
21 pav. Tolimesnis seniausios aukštapelkinio pušyno fazės ("LCWUT99Z") medžių prieaugio dinamikos fragmentas



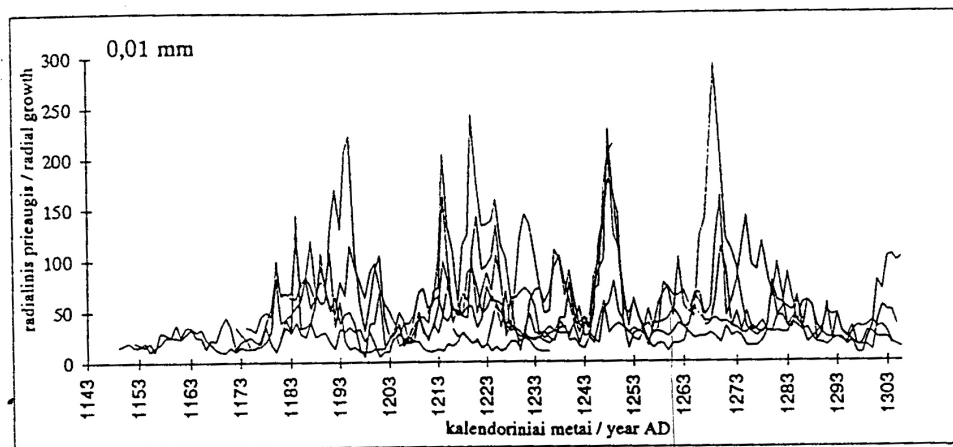
22 pav. Medžių, augusių durpyne mūsų eros pradžioje (grupė "LCWUT99Z"), prieaugio dinamika.



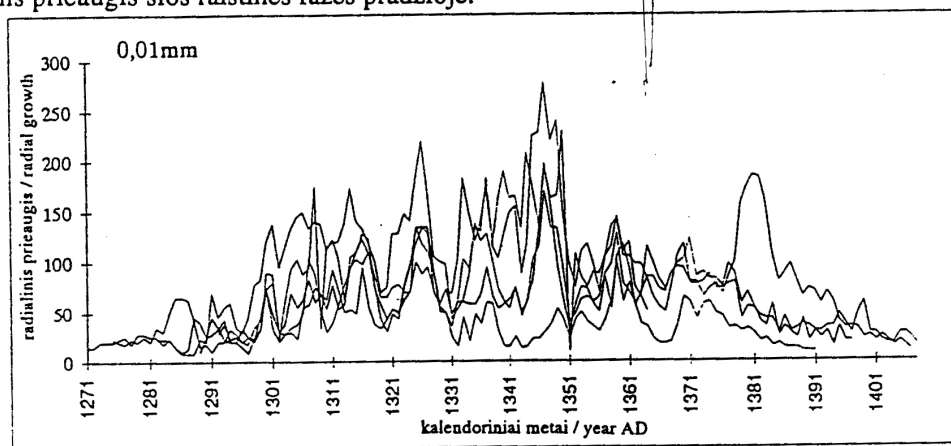
24. pav. Užpelkių Tyrelio iškastinių medžių grupės "LCWU130B" (VI - IX a. po Kr.) sinchronizuoti radialiniai prieaugiai. Storesnė linija rodo grupės vidutinį prieaugį.



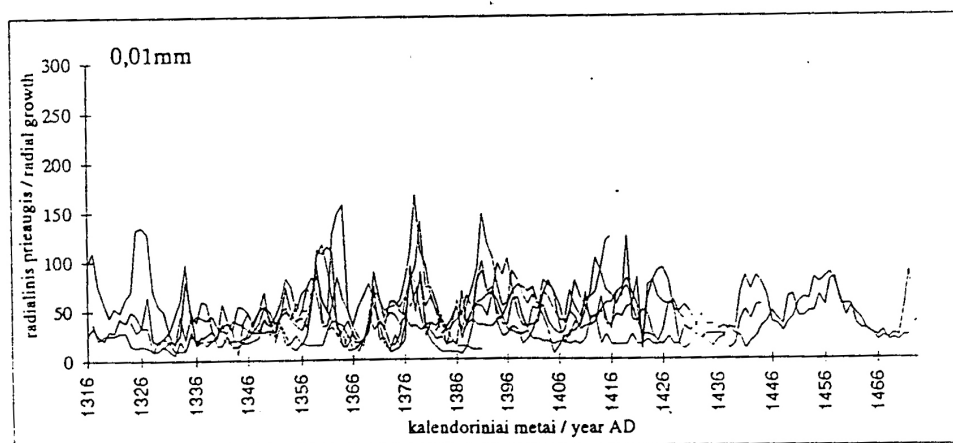
25 pav. Iškastinių medžių grupės "LCWUT60A" (IX - XII a. po Kr.) sinchronizuoti radialiniai prieaugiai. Pastorinta linija rodo grupės vidutinį prieaugį.



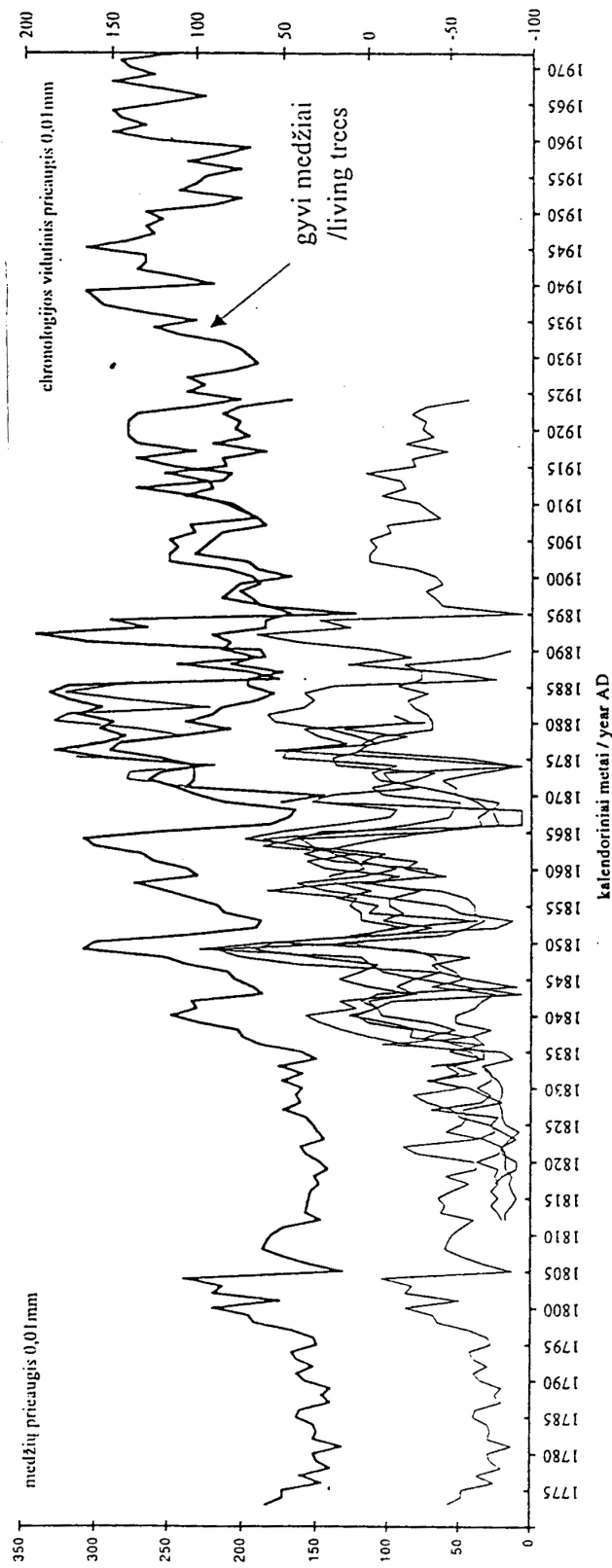
26 pav. XII - XV a. medžių grupės "LCW1319A" prieaugio dinamikos fragmentas: medžių radialinis prieaugis šios raustinės fazės pradžioje.



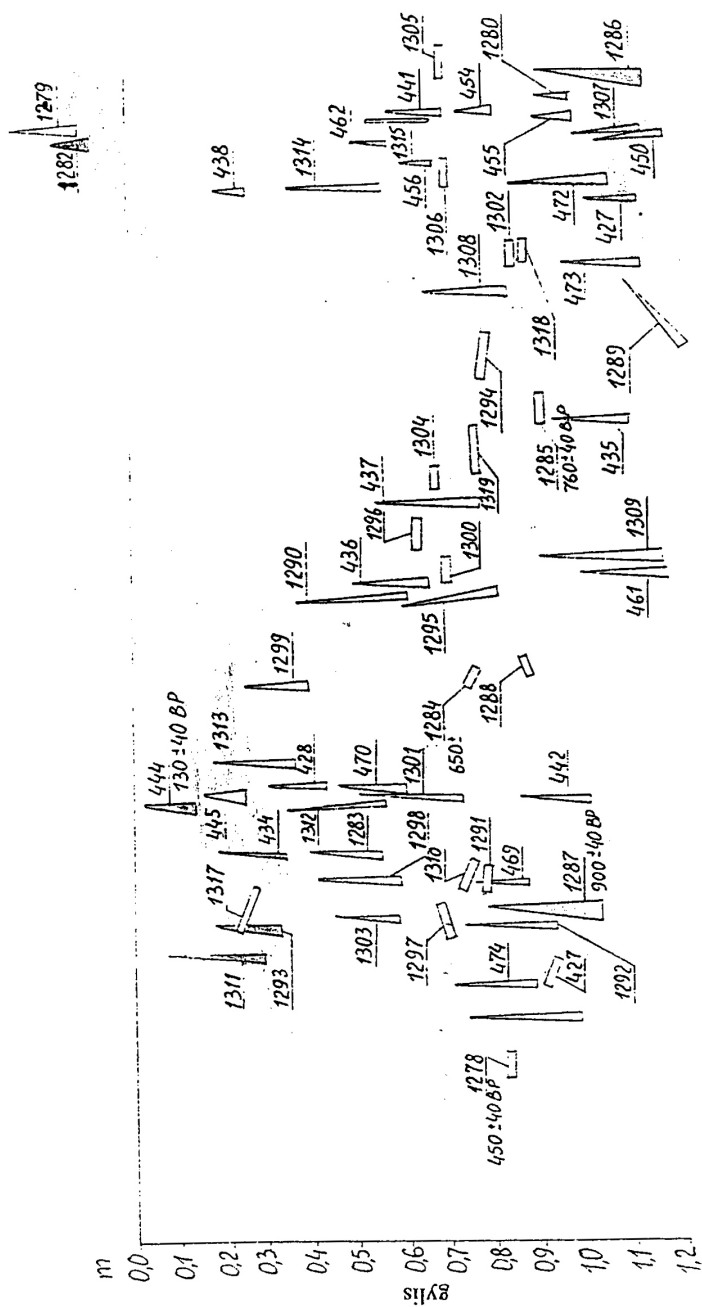
27 pav. Medžių grupė "LCW1319A": tolimesnis prieaugio dinamikos fragmentas.



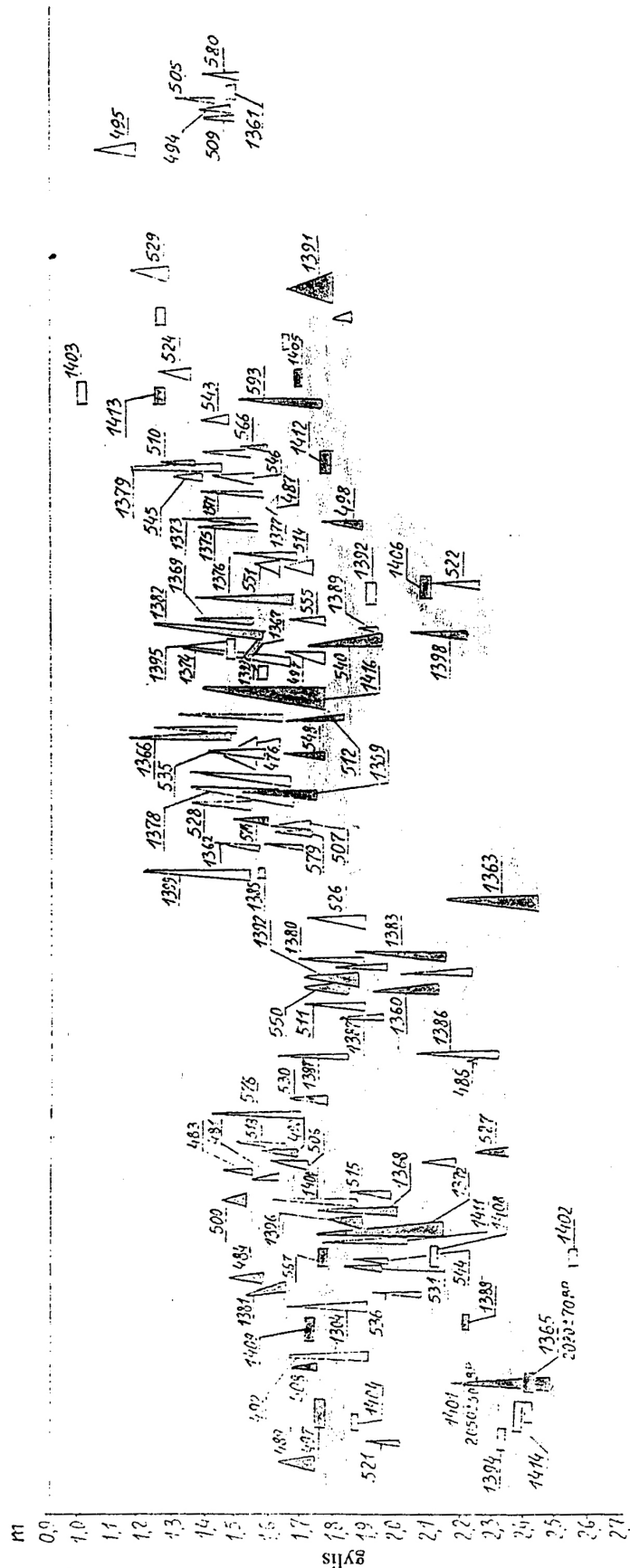
28 pav. Medžių grupė "LCW1319A": medžių radialinio prieaugio kaita fazės pabaigoje.



29 pav. Sinchronizuoti XVIII - XX a. subfosilinių medienos pavyzdžių (grupė "LCWUTXXA") radialiniai prieaugiai ir jų datavimas pagal dabar augančių medžių (Užpelkių Tyrelio aukštapelkė) chronologiją. Pastorintos linijos rodo vidutines prieaugio chronologijas.



30 pav. Skirtingų pušyno fazių liekanų sluoksniai pirmame durpyno kasinyje (viršutinis oligotrofinės durpės klodo metras): - XII - XV a. fazė (LCWUT60a); - XII - XV a. fazė (LCW1319a); - X - XII a. fazė (LCWUT60a); - X - XII a. fazė (LCWUT60a); - dabartiniai medžiai (XVIII - XX a., grupė LCWUTXXa).



31 pav. Skirtingų pušyno fazių ir subfazių liekanų sluoksniai antrame durpyno kasinyje (apatinis oligotrofinės durpės klotas):
seniausioji pušyno fazė (LCWUT99a); II a. pr. Kr. - VI a. po Kr.):

- - „LCWUT99a“ medžių grupė; ■ - „LCWUT99b“ medžių grupė; ■ - „LCWUT99c“ medžių grupė;
- - „LCWUT99a“ medžių grupė; ■ - „LCWUT99b“ medžių grupė; ■ - „LCWUT99c“ medžių grupė;
- - VI - IX a. pušyno fazė (LCWUT13b); ■ - X - XII a. fazė (LCWUT60a).

augimo pradžios grupuojasi vieno - dviejų dešimtmečių intervale. Pirmąją grupę ("LCWUT13b") sudaro daugiausiai ilgaamžiai (iki 200 metų ir daugiau) medžiai, turintys panašią metinių rievių pločio kaitą, pasižymintį ritmiškais, maždaug kas 20 metų pasireiškiančiais, augimo pagerėjimais ir pablogėjimais. Pusė šios grupės medžių išdygo per šešerių metų laikotarpį. Ypač gausi antroji grupė ("LCWUT60a"), kurioje greta ilgai (150 - 180 metų) gyvavusių medžių yra daug neilgaamžių (50 - 60 metų) pušaičių, turėjusių neblogą prieaugį ir augusių laikotarpiu, kai ilgaamžių medžių prieaugis buvo padidėjęs.

Dalis pavyzdžių iš durpyno profilių taip pat yra sinchroniški šioms dviem medžių grupėms. Apatiniai I - ojo kasinio pavyzdžiai ir viršutiniai pavyzdžiai iš II kasinio centrinės dalies priklauso grupei "LCWUT60a", kiek žemiau II kasinyje esančių kelmų sluoksnis sinchroniškas grupės "LCWUT13b" medžiams (žr. 30 ir 31 pav.).

Iš viso pagal prieaugio serijų dendrochronologinio sinchronizavimo rezultatus į "LCWUT13b" medžių grupę įtraukti 23 pavyzdžiai. 5 lentelėje, kaip matematinio serijų sinchronizavimo pavyzdys, pateikta "LCWUT13b" grupės medžių sinchronizuotų prieaugio serijų tarpusavio koreliacijos t kriterijaus verčių matrica. Apskaičiavus grupės medžių metinio radialinio prieaugio serijų vidurkius, sudaryta 287 metų ilgio prieaugio chronologija.

Į medžių grupę "LCWUT60a" įtraukti 43 pavyzdžiai. Iš šių medžių metinio radialinio prieaugio reikšmių sudaryta 198 metų ilgio vidutinė prieaugio chronologija.

Šių dviejų susinchronizuoto prieaugio medžių grupių radialiniai prieagiai ir jų vidutinės prieaugio chronologijos parodytos 24 paveiksle ("LCWUT13b", arba VI - IX a. grupės (apie datavimą žr. žemiau)) ir 25 paveiksle ("LCWUT60a", arba X - XII a. medžių grupės).

Gilesniųjų II kasinio medienos pavyzdžių prieaugio serijų sinchronizavimas parodė, kad šių medžių augimo laikotarpiai, perdengdami laike vienas kitą, apėmė maždaug aštuonis šimtmečius (medžių grupė "LCWUT99z"). Šiame laikotarpyje aukštapelkėje pušys nesudarė vienaamžio medyno, medžių išdygimo metai išsidėstę per šešis amžius. 20 paveiksle parodytas pačių seniausiųjų aukštapelkės pušų radialinio prieaugio kaita, 21, 22 ir 23 paveiksluose pateikti tolimesni datuotų vienas kito atžvilgiu medžių prieaugio dinamikos fragmentai (kalendoriniai metai nustatyti pagal radiokarboninį medžių grupės datavimą, žr. žemiau). Santykinis medžių augimo laikotarpių datavimas leidžia šiame ištisiname pušies medyno vystymesi atsekti tris tam tikras kartų kaitos subfazės, kai baigiantį nunykti medyną pakeisdavo pradėjęs formuotis naujas pušynas. Tačiau labai ryškių ribų tarp subfazių nėra. Seniausios subfazės ("LCWUT99a" grupė) medžių išdygimo metai išsidėstę maždaug dviejų šimtmečių laikotarpyje, sekančios subfazės ("LCWUT99b") pušys pradėjo

augti per beveik pusantro šimto metų laikotarpį, subfazė “ LCWUT99c” formavosi apie vieną šimtmetį. Į subfazės “ LCWUT99a” medžių grupę įeina 21 pavyzdys, į grupę “ LCWUT99b” - 9 pavyzdžiai, į “ LCWUT99c” grupę - 12 pavyzdys. Skirtingų subfazių medžių sluoksniai II - ojo kasinio profilyje parodyti 31 paveiksle. Seniausios subfazės medžių liekanų išsidėstymas durpių klodo profilyje rodo, kad pirmosios aukštapelkės pušys kūrėsi ant banguoto durpyno paviršiaus. Pavyzdžiui, beveik vienaamžių (skirtumas tarp išdygimo datų penkeri metai) medžių Nr. 531 ir Nr. 1365, augusių vienas nuo kito 11 m atstumu, šaknies kaklelių gyliai skiriasi 0,45 metro. Durpyno banguotumas išliko ir vėliau, kaupiantis durpių kلودams.

Apskaičiavus šių susinchronizuotų pavyzdžių metinių radialinių prieaugių vidurkius, sudaryta 766 metų ilgio radialinio prieaugio chronologija “ LCWUT99z”.

Pirmojo durpyno kasinio (paviršinis durpės klodo metras) subfosilinių medienos pavyzdžių prieaugio serijų sinchronizavimas parodė, kad daugumos aukščiau “ LCWUT60a” grupės pavyzdžių sluoksnio esančių medžių, išskyrus pačius viršutinius, augimo laikotarpiai taip pat perdengė vienas kitą. Datuoti vienas kito atžvilgiu pavyzdžiai apjungti į grupę “ LCW1319a”. Šios grupės medžių liekanų išsidėstymas I - ojo kasinio profilyje parodytas 30 paveiksle. Grupės “ LCW1319a” pušys sudarė nevienaamžį medyną, gyvavusį apie tris šimtmečius. Medžių augimo pradžios beveik tolygiai išsidėsčiusios per du amžius, masinio pušų sudygimo nefiksuojama. Grupės “ LCW1319a” (arba XII - XV amžiaus grupės, apie absoliutų datavimą žr. žemiau) medžių radialinio prieaugio dinamikos fragmentai parodyti 26, 27 ir 28 paveiksluose. Iš viso grupėje sinchronizuoti 25 pavyzdžiai, apskaičiavus jų metinio radialinio prieaugio vidurkius, sudaryta 332 metų ilgio prieaugio chronologija.

Iš paviršinio durpės sluoksnio (iki 0,5 m gylio) subfosilinės medienos pavyzdžių pavyko tarpusavyje sinchronizuoti penkių medžių prieaugio serijas, sudarant grupę “ LCWUTXXa”. Jos 152 metų ilgio radialinio prieaugio chronologija persidengė laike su Užpelkių Tyrelio aukštapelkės augančių *Pinus sylvestris* medžių barelio (žr. 3.3 poskyrį) prieaugio chronologija. Pagal pastarąją datuota grupės “ LCWUTXXa” chronologija prasideda 1773 ir baigiasi 1924 metais. Pirmojo grupės medžio išdygimo data - 1773 metai, paskutiniojo - 1833 m. Grupės medžių radialinio prieaugio dinamika ir jos susiejimas su gyvų medžių barelio prieaugio chronologija parodyta 29 paveiksle.

Užsikonservavusių Užpelkių Tyrelio durpių kلودuose medžių liekanų metinio prieaugio sinchronizavimas parodė, kad nuo pelkės perėjimo į oligotrofinę fazę pušies medynas tiriamajame plote neaugo ištisai visus du tūkstančius metų. Jis išplisdavo tam tikrais laikotarpiais: medžių, reprezentuojančių šiuos laikotarpius, radialinio prieaugio sekos grupuojasi

laiko skalėje (Pikšrytė, 1994). Sudarytos penkios sinchronizuoto augimo medžių grupės. Šių atskirų medyno fazių metinio priaugio serijos neperdengia (arba beveik neperdengia) viena kitos, fazes skiria plyninės (bemiškės) augalijos fazės. Todėl dendrochronologiniu metodu vienerių kalendorinių metų tikslumu datuoti praeities medynų augimo neįmanoma. Absoliučiai datuojant pušies medyno išplitimo fazes buvo remiamasi radioanglies datomis. Kalibruotų subfosilinės medienos pavyzdžių datų (1σ patikimumo intervale) pasiskirstymas laiko skalėje pateiktas 32 paveiksle.

Sinchronizuoto priaugio medžių grupėse yra nuo dviejų iki aštuonių pavyzdžių, datuotų ^{14}C metodu. Grupės datuotos pagal šių pavyzdžių atitinkamų rievių kalibruotas datas (Pikšrytė, 1996): grupės pirmosios rievės data nustatyta kaip datų pagal visus datuotus pavyzdžius vidurkis.

6 lentelė. Pušyno išplitimo Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje fazes reprezentuojančių medžių grupių charakteristikos

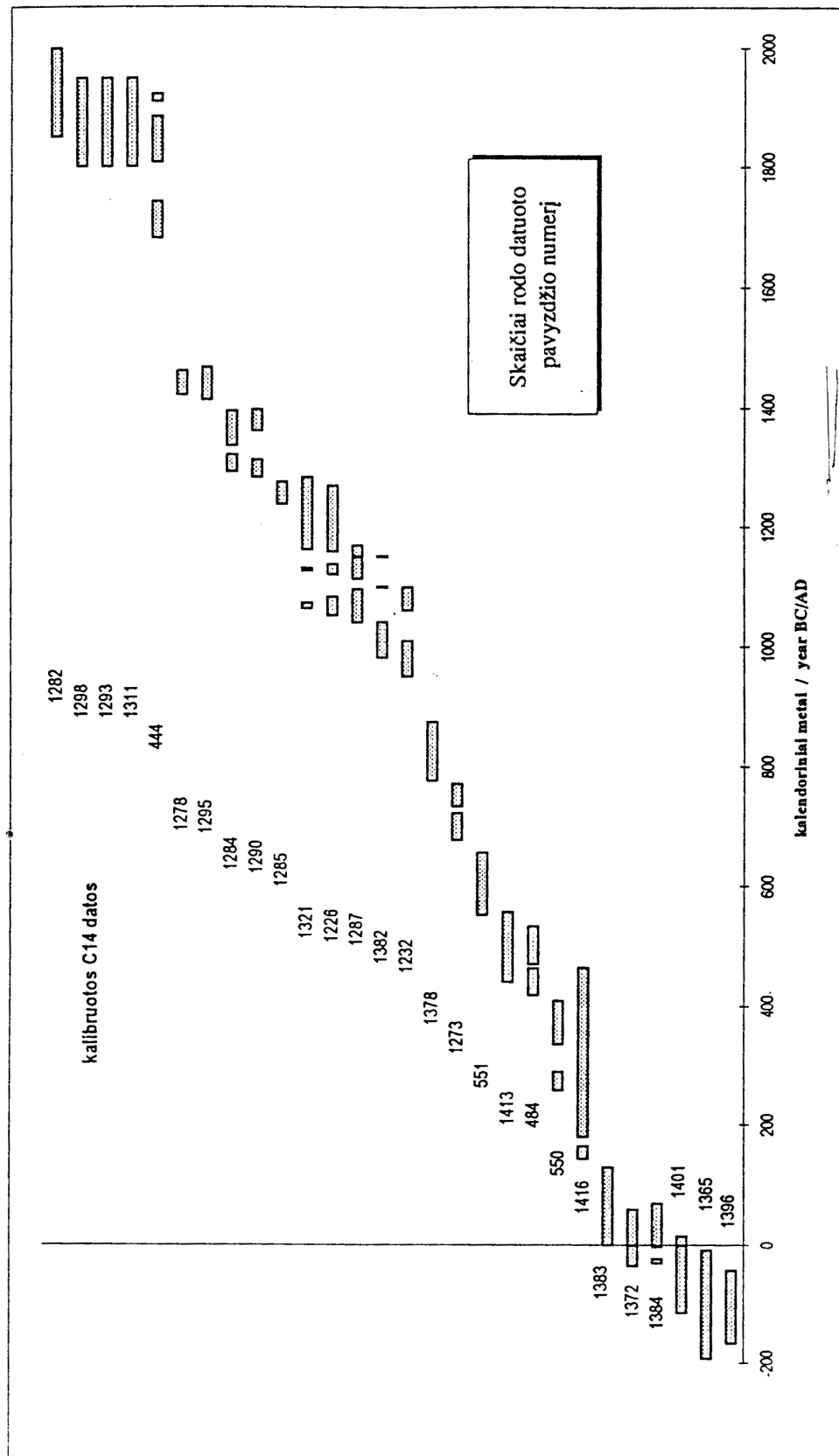
Medžių grupės šifras	Augimo pradžios metai	Augimo pabaigos metai	Chronologijos ilgis metais	Medžių skaičius grupėje
LCWUT99z	173 pr. Kr.	593 po Kr.	766	42
LCWUT13b	551 (597)* po Kr.	837 po Kr.	287	23
LCWUT60a	951 po Kr.	1148 po Kr.	198	43
LCW1319a	1143 po Kr.	1474 po Kr.	332	25
LCWUTXXa	1773 po Kr.	1924 po Kr.	152	5

*) - masinio medžių augimo pradžia

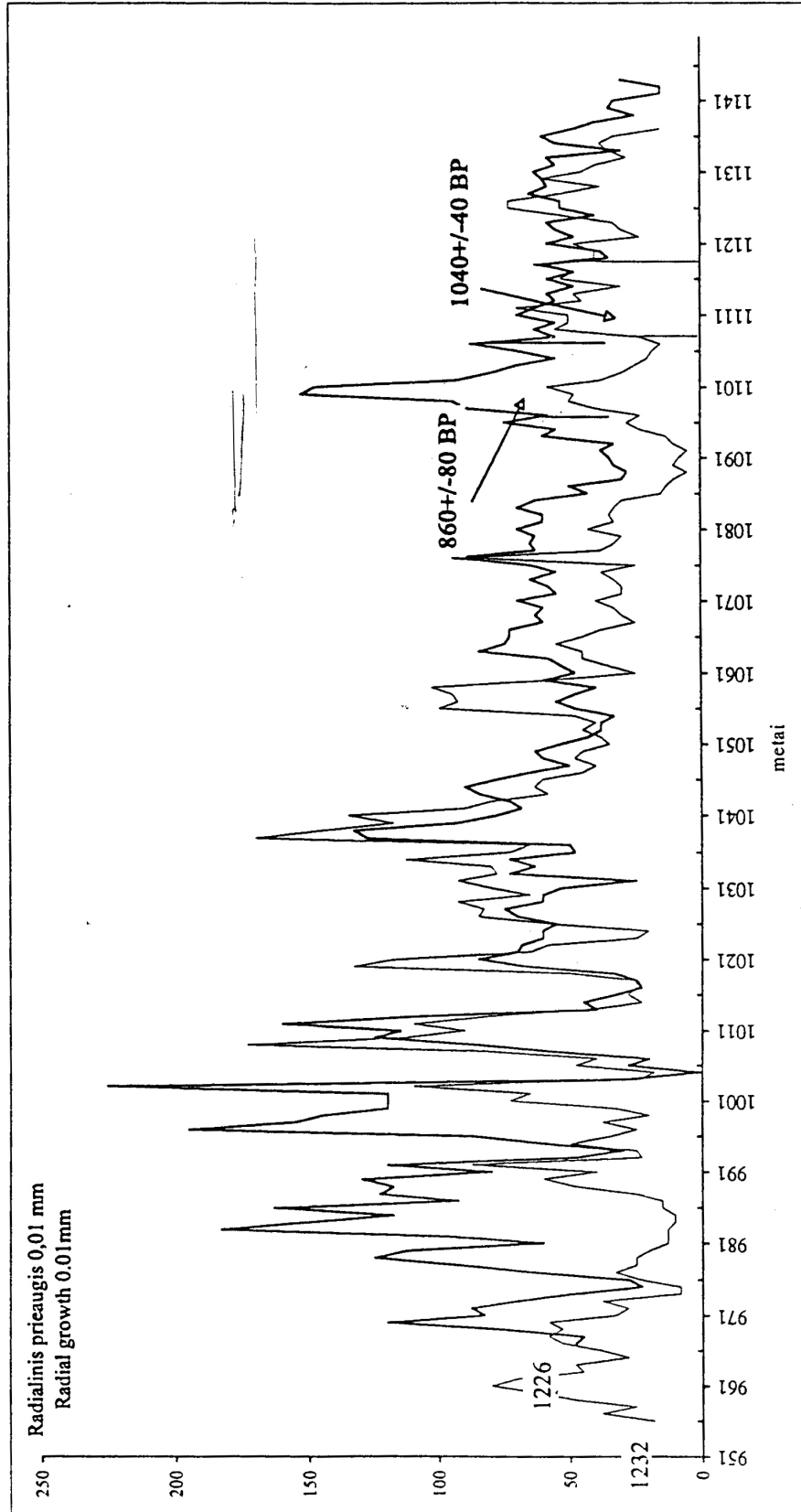
Dažniausiai atskirų vienos grupės pavyzdžių metinių rievių datavimas radioanglies metodu atitinka jų santykinį datavimą dendrochronologiniu metodu. Tačiau atskirais atvejais radiokarboninės beveik vienalaikių rievių datos gali skirtis iki dviejų šimtmečių. 33 paveiksle parodytas dviejų IX - XI a. grupės "LCWUT60a" medžių Nr.1226 ir Nr. 1232, kurių radioanglies datos skirtingos, dendrochronologinis datavimas. Tokie neatitikimo atvejai nėra prieštaravimas tarp dviejų datavimo metodų, tačiau rodo radioanglies datavimo, kaip statistinio metodo, galimas paklaidas, pripažįstamas ir pačių radiokarboninio metodo specialistų (M.Pazdur, asmeninis pokalbis).

Santykinai datavus (sinchronizavus) dendrochronologiniais metodais Užpelkių Tyrelio subfosilinių medžių augimo laikotarpius ir absoliučiai datavus radioanglies metodu medžių grupių egzistavimą, rekonstruotos penkios pušyno išplitimo fazės per daugiau kaip dviejų tūkstantmečių laikotarpį. Šias fazes reprezentuojančių medžių grupių gyvavimo laikotarpiai (pagal kalibruotas radioanglies datas) pateikti 6 lentelėje.

Seniausioji aukštapelkinio pušyno fazė truko beveik aštuonis šimtmečius nuo II a. pr. Kr. iki maždaug VI a. po Kr. Pirmosios pavienės



32 pav. Užpelkių Tyrelis medienos pavyzdžių kalibruotų radiokarboninių datų tikimybės pasiskirstymas (1σ intervaluose)



33 pav. Dviejų X - XII a. grupės "LCWUT60a" medžių, datuotų C¹⁴ metodu, prieaugio grafikai. Beveik sinchroniškų rievių radioanglies datos skiriasi dviem šimtmečiais.

Fig. Growth patterns of two C¹⁴ dated samples from the X - XII c. AD group "LCWUT60a". C¹⁴ dates of almost synchronous rings differ by two centuries.

pušys įsikūrė II amžiaus pr. Kr. pradžioje. Intensyvesnis medyno formavimasis pastebimas pačioje II amžiaus pr. Kr. pabaigoje bei I tūkstantmečio pr. Kr. ir I tūkstantmečio po Kr. sandūroje. I amžiaus po Kr. pabaigoje ir tarp II ir III a. po Kr. fiksuojama tam tikra medyno kartų kaita. Baigiantis šiai pušyno fazei beveik pusantro šimtmečio (nuo V a. po Kr. vidurio) medynas buvo labai išretėjęs, fazės pabaigą V - VI a. reprezentuoja tik 2 - 3 ilgaamžiai medžiai siauromis rievėmis.

VI a. po Kr. pabaigoje - VII a. po Kr. pradžioje vyko staigus pušyno atžėlimas. Ši raistinė fazė tęsėsi iki IX a. antros pusės. Po šimtmetį trukusios plvininės augalijos fazės, X amžiaus viduryje, aukštapelkėje vėl gana staigiai išplito pušys, medynas gyvavo iki XII a. Šių dviejų raistinių fazių datavimas atitinka pušies žiedadulkių piką pelkės pirmojo gręžinio palinologinėje diagramoje (Савукинене и др., 1978, žr. 2 pav).

Antrame mūsų eros tūkstantmetyje aukštapelkėje pušynas vėl pradėjo formuotis XII a. viduryje. Ši raistinė fazė baigėsi XV a. ir beveik trijų šimtmečių durpių klode pušies kelmų nerandama. Tik XVIII a. pabaigoje prasidėjo nauja pušies medyno fazė, trukusi iki durpyno eksploatacijos pradžios (Pikšrytė - Pukienė, 1996).

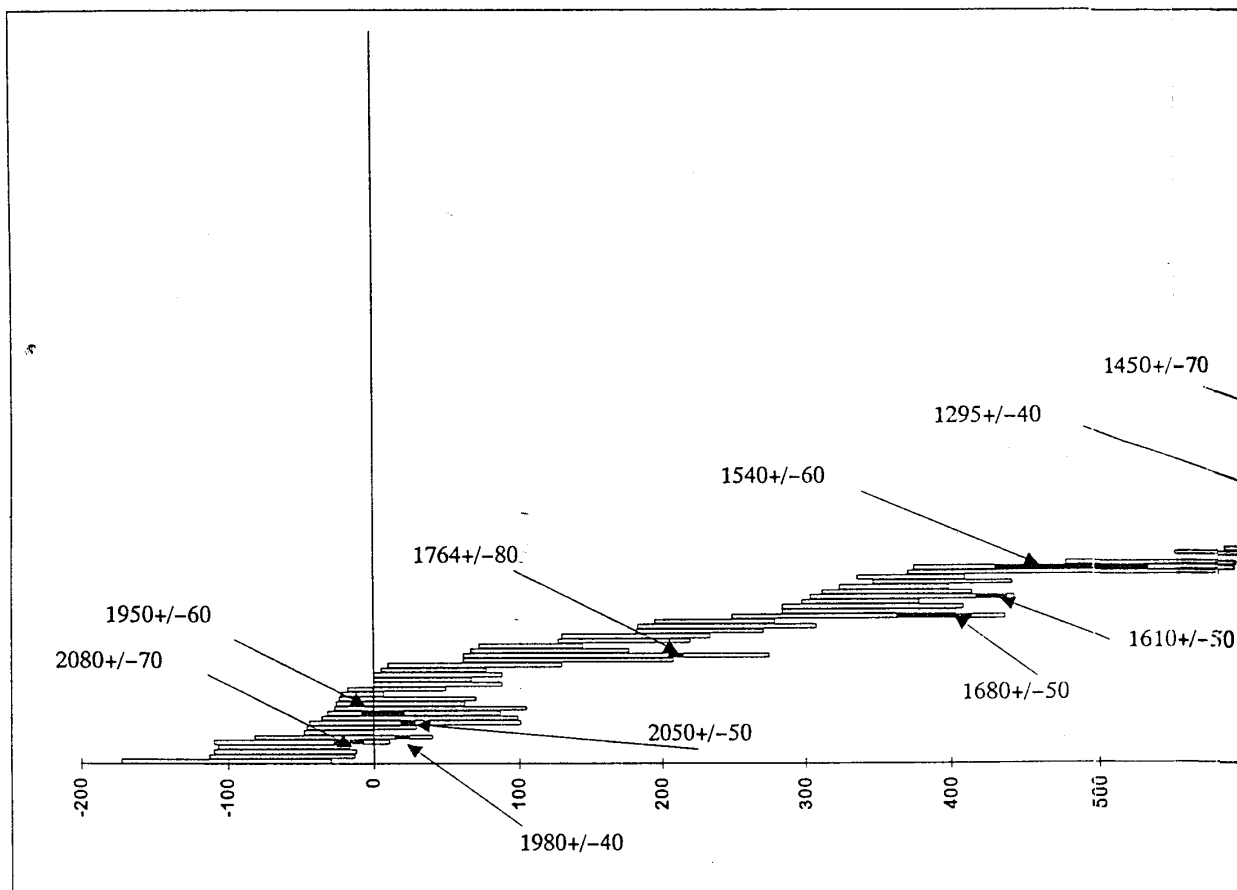
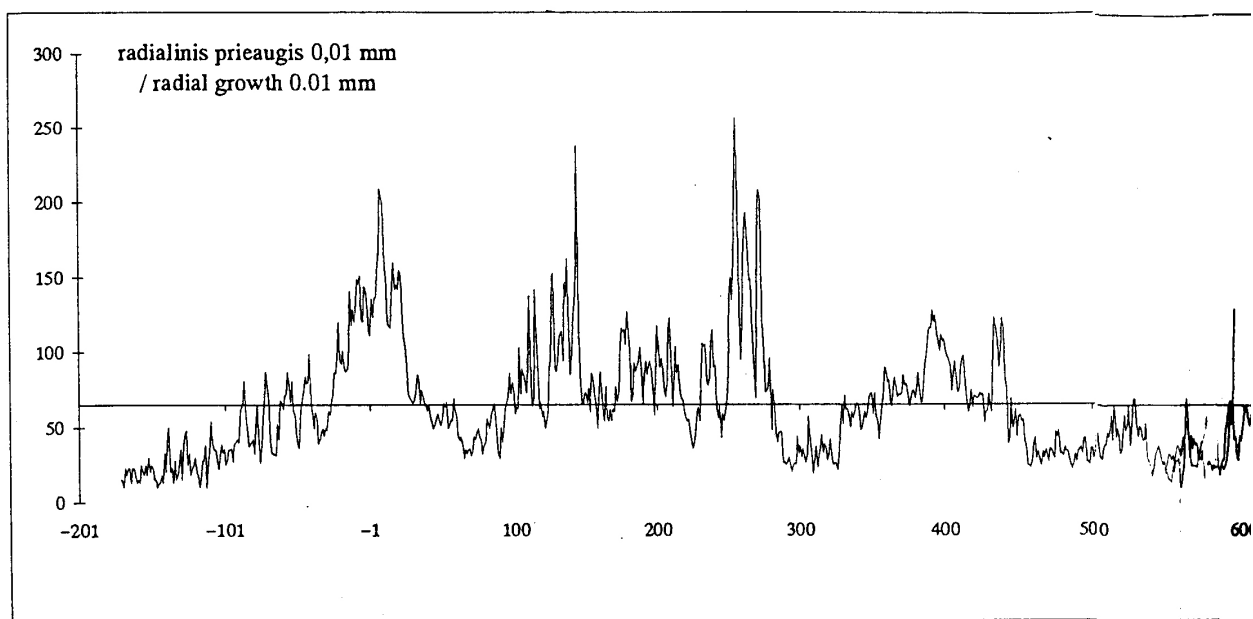
34 paveiksle pavaizduota rekonstruota *Pinus sylvestris* medžių augimo Užpelkio Tyrelio aukštapelkėje dinamika: B dalyje - datuotų medžių, reprezentuojančių pelkės raistinės augalijos fazes, augimo laikotarpių išsidėstymas laiko skalėje; A dalyje - metinio radialinio prieaugio, kaip biologinio produktyvumo rodiklio, fluktuacijos apie tūkstantmetį vidurkį atskirų pušyno fazių metu.

Pinus sylvestris metinio radialinio prieaugio chronologijos, sudarytos pagal Užpelkių Tyrelio aukštapelkės durpių klotuose užsikonservavusios subfosilinės medienos metinio radialinio prieaugio serijas, iš viso apima 1714 metų. Tai sudaro 80% viso 2145 metų ilgio laikotarpio.

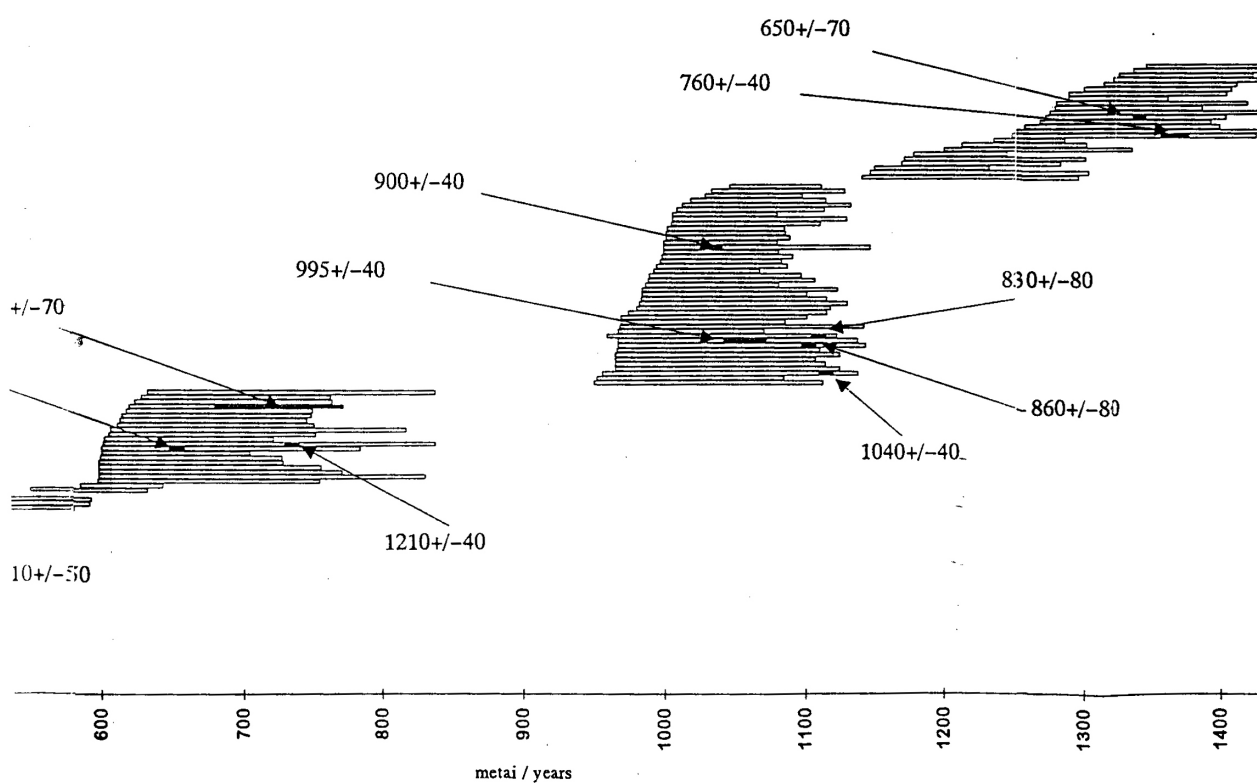
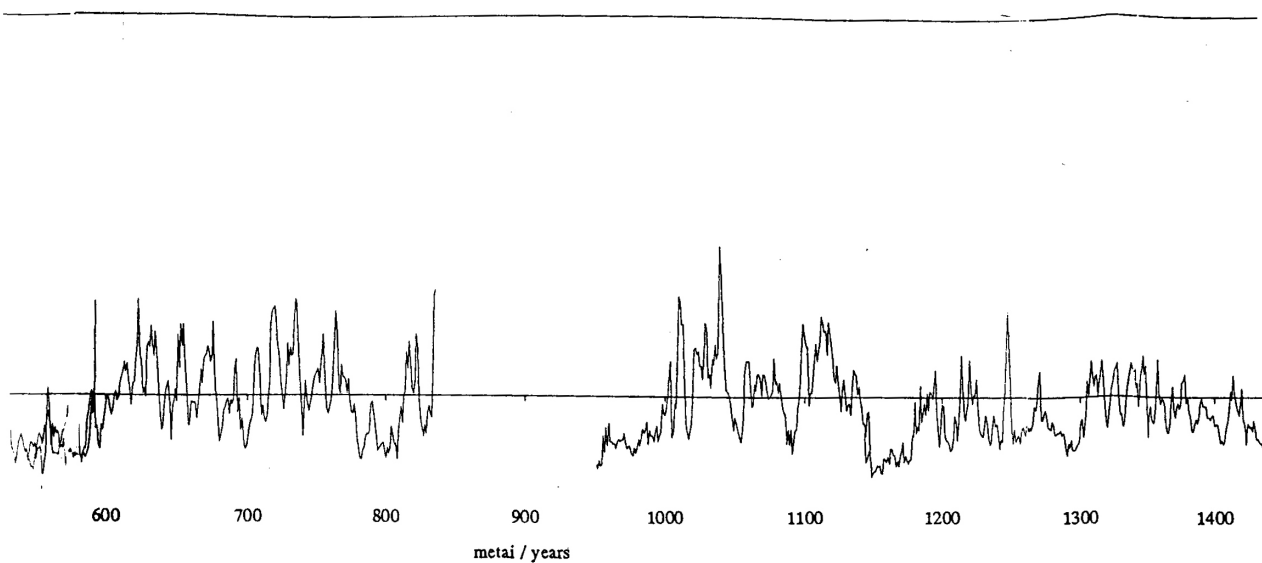
Susinchronizuotų medžių grupių metinio radialinio prieaugio chronologijos pateiktos šio darbo II - VI prieduose.

Plačiau pušynų augimo dinamika aptarta septintame darbo skyriuje.

Kadangi radiokarboninis metodas nurodo tik statistiškai labiausiai patikimos datos intervalą, šiuo metodu paremtas absoliutus pušyno fazių datavimo tikslumas nėra konkretūs kalendoriniai augimo metai. Tolimesni tyrimai jį gali koreguoti keliais dešimtmečiais. Tikslią medžių augimo kalendorinę datą vienerių metų tikslumu galima gauti tik dendrochronologiniu metodu. Norint sujungti atskirų pušyno fazių chronologijas ir dendrochronologiškai jas datuoti, reikalingi nauji dendrochronologiniai tyrimai panašių savybių objektuose - aukštapelkėse, užkonservavusiose savo durpių klotuose praeities pušynų liekanas, ir kuriose medžių prieaugis koreliuotas su Užpelkių Tyrelio medžių prieaugio svyravimais.

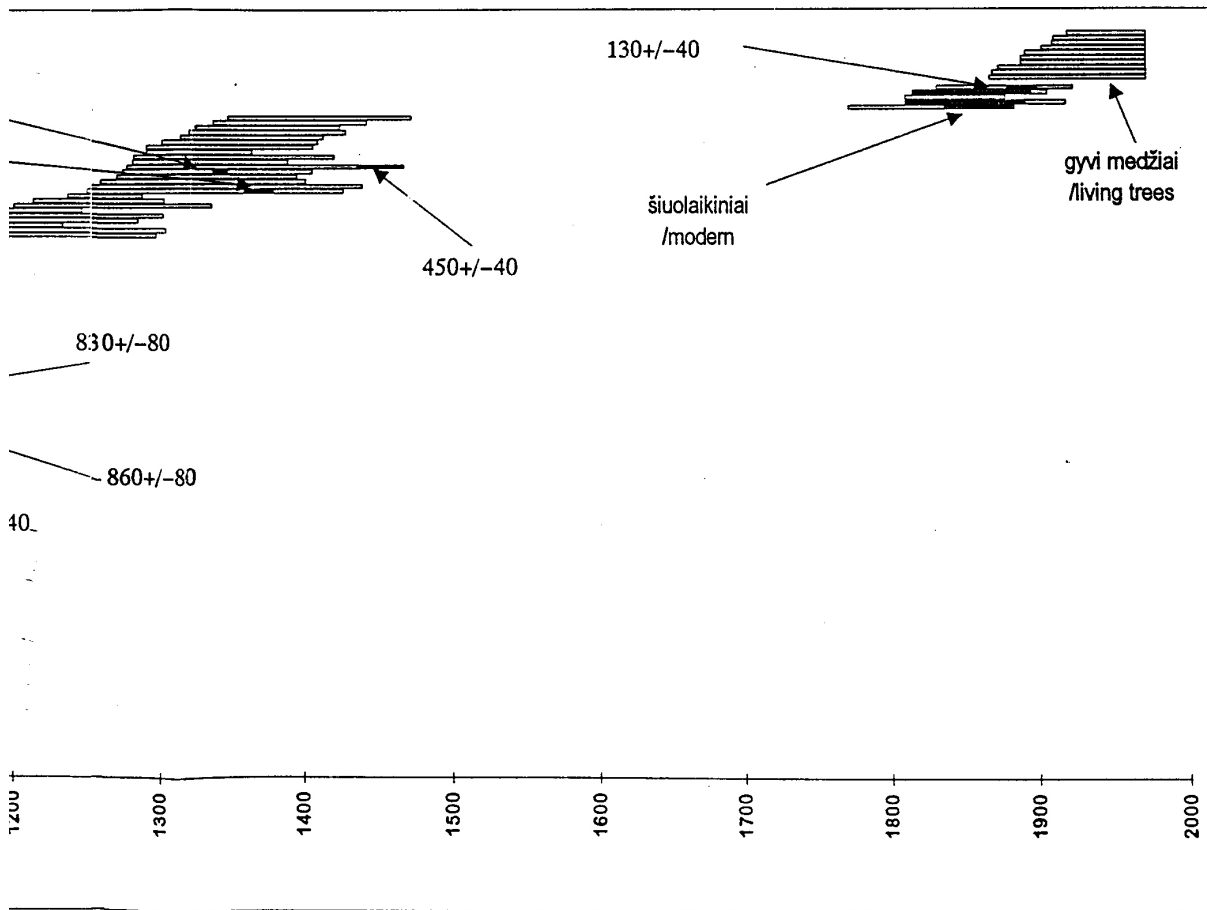
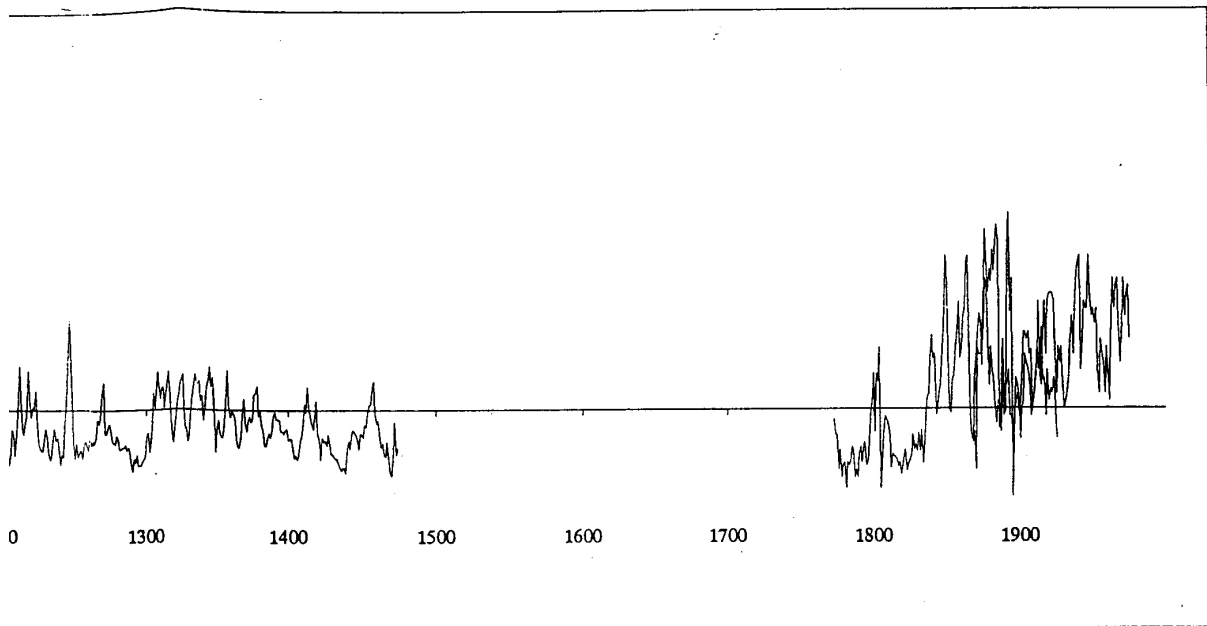


34 pav. Pušynų augimo dinamika Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje per daugiau kaip du tū.
A.- Vidutinės metinio radialinio prieaugio chronologijos: fluktuacijos apie vidurkį; B.- Pušynų
išsidėstymas laiko skalėje. Radioanglies metodu datuotos medžių rievės pažymėtos juodai, skaič



p du tūkstantmečius:

- Pušynų augimo istorija: medžių gyvenimo laikotarpių
i. skaičiai rodo radioanglies datas metais nuo šių laikų.



6. AUKŠTAPELKINIŲ AUGIMVIEČIŲ *PINUS SYLVESTRIS* RADIALINIO PRIEAUGIO PRIKLAUSOMYBĖS NUO KLIMATINIŲ VEIKSNIŲ ANALIZĖ

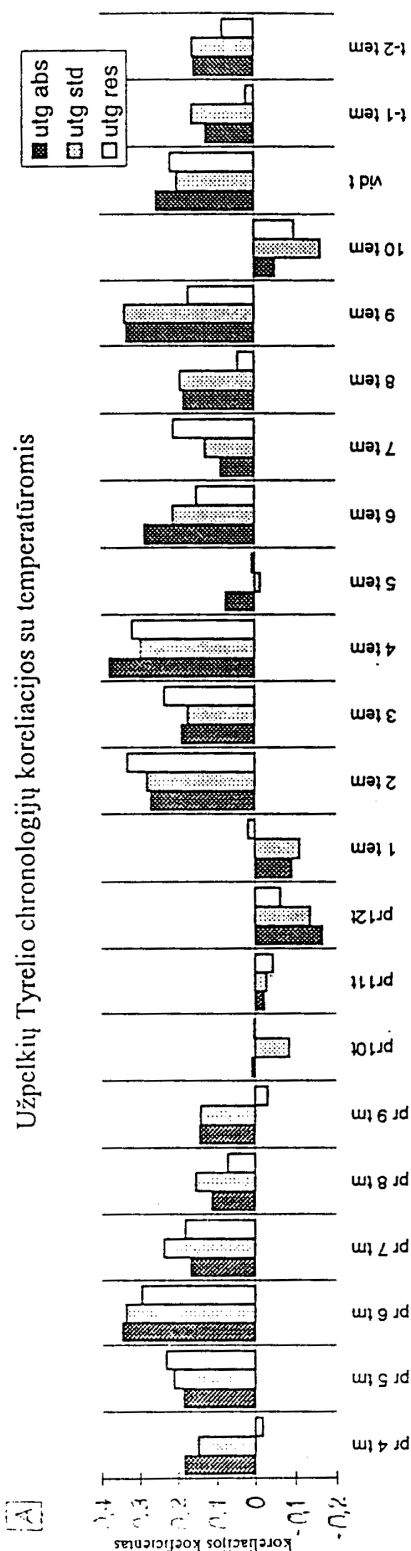
Vidutinio klimato sąlygomis paprastai sunku išskirti vieną stabilų laiką medžių prieaugį limituojantį faktorių. Aukštapelkinės augimvietės pagal tinkamumą medžių augimui yra ekstremalios, t.y. yra prie ekologinės rūšies paplitimo ribos. Todėl šiose augimvietėse intensyvus limituojančių ekologinių faktorių veikimas. Tačiau, skirtingai negu geografinio arealo pakraščiuose (ties šiaurine, pietine ar aukštikalnių riba), medžių metinio prieaugio ir rūšies išplitimo ribos dinamika čia labiau priklauso ne nuo tiesioginio klimatinio faktorių veikimo, o nuo kitų, daugiausiai edafinių, faktorių, modifikuojančių klimatinio veiksnių poveikį (pavyzdžiui, nuo prieinamo deguonies, mineralinių medžiagų kiekio, kas susiję su pelkės vandens lygio dinamika, tuo pačiu - su meteorologinėmis sąlygomis). Todėl, tiriant aukštapelkių medžių metinio prieaugio reakciją į atskirų mėnesių, sezonų ar hidrologinių metų hidrotermines sąlygas, gaunami net labiau nei kitose augimvietėse nevienareikšmiški ryšiai. Pušies metinio radialinio prieaugio (viso tyrimų barelio vidurkis) ir atskirų klimatinio rodiklių koreliacijos koeficientai paprastai neviršija 0,25 (Карпавичюс, 1984 a, б), kartais reikšmingas koreliacijas rodo tik atskiri medžiai (Ляэнелайд, 1981).

Siekiant interpretuoti praeitės pušynų augimo dinamikos Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje tyrimo rezultatus, buvo ištirta dabar augančių pušies medžių reakcija į besikeičiančias gamtines sąlygas. Tirti Užpelkių Tyrelio (Plungės raj.) ir Utenos rajono Daunorių girininkijos aukštapelkių augančių medžių metinio radialinio prieaugio dinamikos ryšys su klimatiniais parametrais. Naudotos medžių prieaugio vidutinės trijų tipų chronologijos: absoliučių dydžių (ABS), indeksuotos (standartizuotos) (STD) ir likutinės po autoregresijos pašalinimo (RES) (Pikšrytė, 1994a), taip pat medžių prieaugio variacijos pirminių komponentų (PC) amplitudžių chronologijos. Iš klimatinio rodiklių naudoti praėjusių ir einamųjų (riešės susiformavimo) metų atskirų mėnesių vidutinė temperatūra ir kritulių suma, taip pat einamųjų ir kelių praėjusiųjų metų metinė vidutinė temperatūra bei kritulių suma.

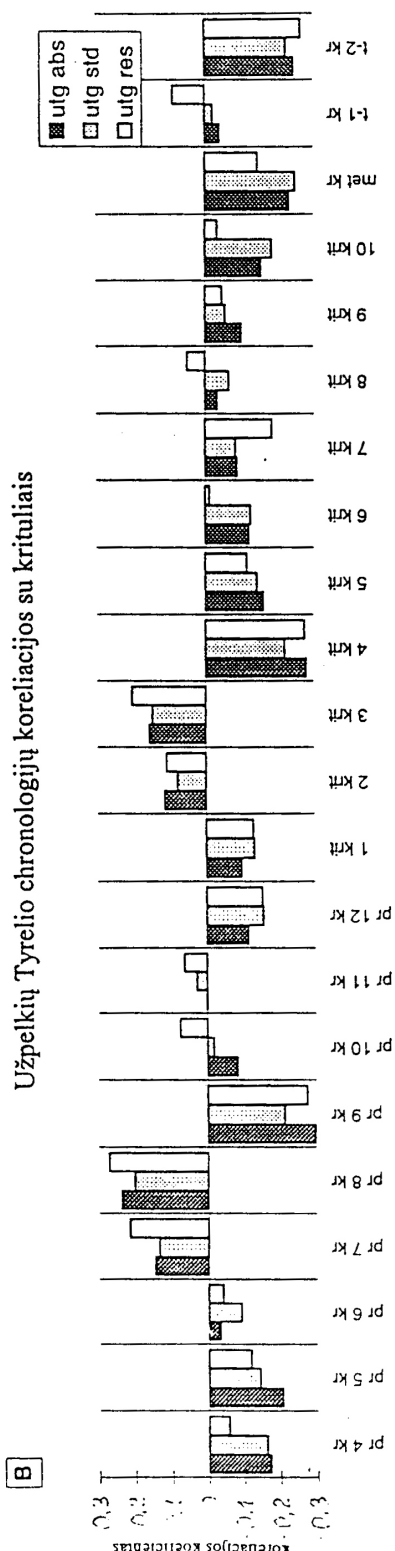
6.1. Medžių vidutinių radialinio prieaugio chronologijų koreliacija su klimatiniais rodikliais

Užpelkių Tyrelio ir Daunorių aukštapelkinių pušies tyrimo barelių vidutinės radialinio prieaugio chronologijos pateiktos VII ir VIII prieduose.

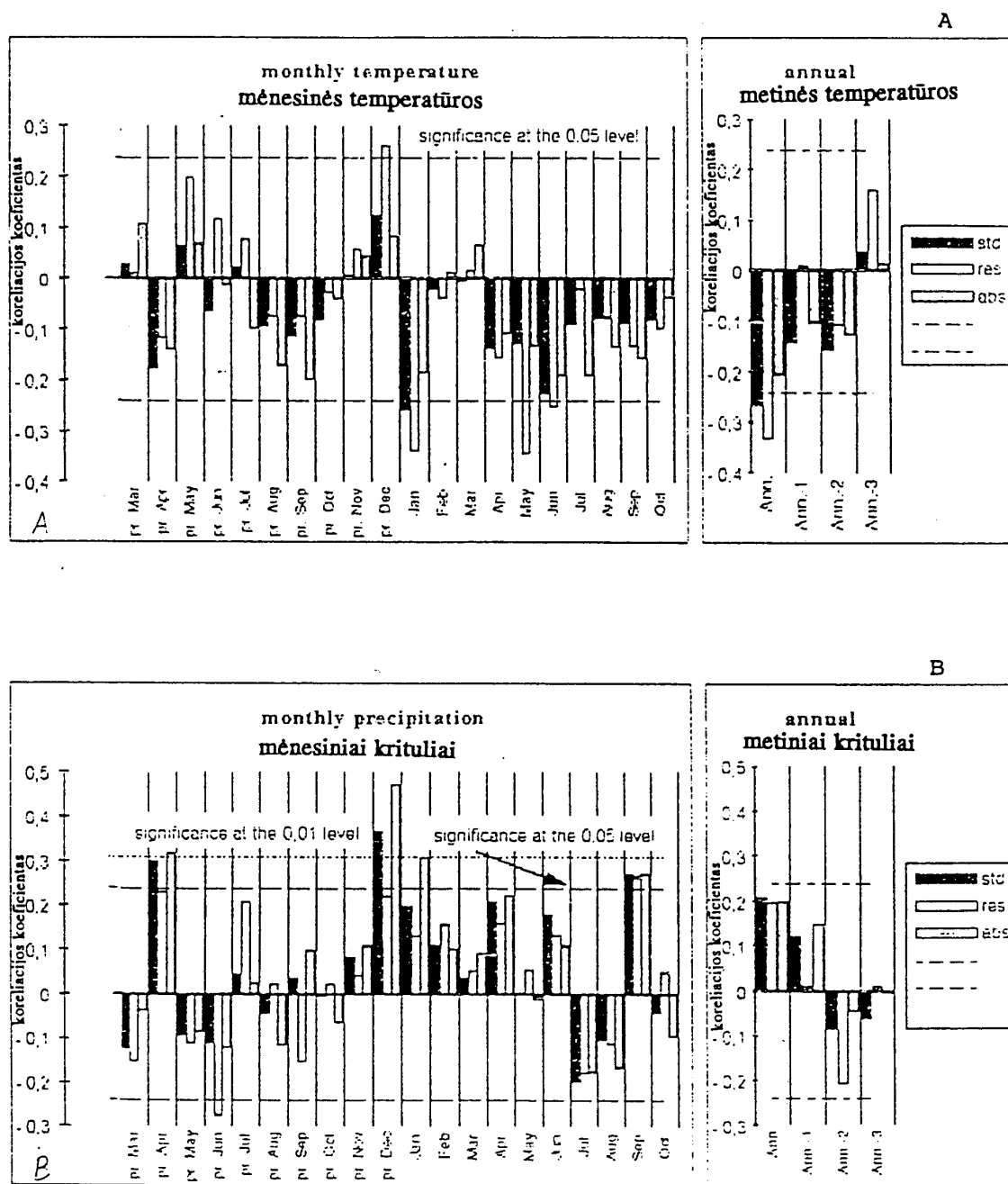
Užpelkių Tyrelio chronologijų koreliacijos su temperatūromis



Užpelkių Tyrelio chronologijų koreliacijos su krituliais



35 pav. Užpelkių Tyrelio aukštapelkės dabar augančių medžių tyrimų barelio vidutinių radialinio prieaugio chronologijų koreliacijos su mėnesių ir metiniais klimatiniais rodikliais: A - vidutinėmis temperatūromis, B - kritulių suma. utg abs- absoliučių dydžių, utg std - standartinė, utg res - likutinė chronologijos.



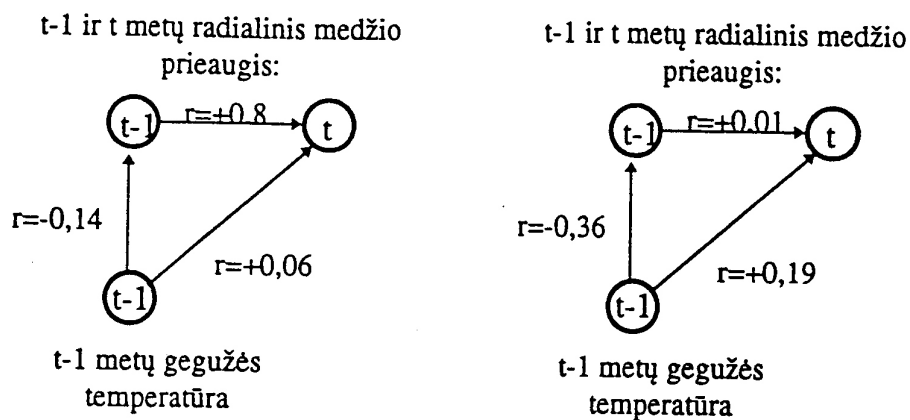
36 pav. Daunorių g-jos aukštapelkės barelio trijų tipų vidutinių radialinio prieaugio chronologijų koreliacijos su mėnesių bei metinėmis temperatūromis (A) ir krituliais (B). Punktyrinės linijos rodo koreliacijos koeficiento statistinį patikimumą. std - standartinė, res - likutinė, abs - absoliučių dydžių chronologijos.

35A ir 35B paveiksluose parodytos koreliacijos, gautos tarp Užpelkių Tyrelio tyrimo barelio vidutinių chronologijų ir Telšių meteorologinių rodiklių: atskirų mėnesių vidutinės temperatūros ir kritulių sumos, pradedant praėjusių metų balandžio mėnesiu (pr 4 tem ir pr 4 kr atitinkamai), baigiant einamųjų metų spalio (10 tem ir 10 krit atitinkamai), taip pat einamųjų ir praėjusių dvejų metų temperatūra bei krituliais (vid t, t-1 tem, t-2 tem ir met_kr, t-1 kr, t-2 kr atitinkamai). Koreliacijos apskaičiuotos laikotarpiui nuo 1924 iki 1972 m., viso 49 metai. Statistiškai patikimą, esant patikimumo lygmeniui 0,1, ryšį rodo koreliacijos koeficientai, viršijantys $|0,24|$, esant patikimumo lygmeniui 0,05, - viršijantys $|0,28|$ (ribinės t kriterijaus reikšmės iš Колемаев и др., 1991).

36A ir 36B paveiksluose parodytos koreliacijos, gautos tarp Daunorių tyrimo barelio vidutinių chronologijų ir Utenos meteorologinių rodiklių: atskirų mėnesių vidutinės temperatūros ir kritulių sumos, pradedant praėjusių metų kovo mėnesiu (prMar), baigiant einamųjų metų spalio (Oct), taip pat einamųjų ir praėjusių trejų metų temperatūra bei krituliais (Ann, Ann-1, Ann-2, Ann-3). Koreliacijos apskaičiuotos laikotarpiui nuo 1925 iki 1991 m., viso 67 metai. Statistiškai patikimą ryšį, esant patikimumo lygmeniui 0,1, rodo koreliacijos koeficientai, viršijantys $|0,20|$, esant patikimumo lygmeniui 0,05, - viršijantys $|0,24|$, o su 0,01 patikimumo lygmeniu - viršijantys $|0,31|$.

Stipriausią koreliaciją Daunorių medžių prieaugis rodo su praėjusių metų gruodžio mėnesio (RES chronologijos $r=+0,28$), einamųjų metų sausio (RES $r=-0,35$), gegužės (RES $r=-0,36$) ir birželio (RES $r=-0,24$) mėnesių temperatūromis bei praėjusių metų balandžio (ABS $r=+0,32$), birželio (RES $r=-0,29$), gruodžio (STD $r=+0,37$, ABS $r=+0,48$), einamųjų metų sausio (ABS $r=+0,31$) ir rugsėjo (STD $r=+0,28$) mėnesių krituliais. Indeksų (STD) chronologija kartais rodo truputį geresnius ryšius su klimatiniais rodikliais, negu absoliučių dydžių chronologija (pavyzdžiui su sausio mėnesio temperatūra, vidutine metine temperatūra), tačiau statistškai patikimos, vienareikšmės prieaugio serijos indeksavimo įtakos koreliacinei analizei nenustatyta, kartais indeksavimas koreliacijos koeficientą sumažina (pvz. koreliacija su praėjusių metų gruodžio, einamųjų metų rugpjūčio krituliais). Indeksavimas neduoda reikšmingo poveikio, nes aukštapelkinių augimviečių pušies prieaugio serijų amžiaus kreivė nėra išreikšta. Chronologija, kurioje pašalinta praėjusių metų prieaugio įtaka (eilutės autokoreliacija), paprastai rodo stipresnę koreliaciją su meteorologiniais rodikliais, ypač temperatūromis, negu standartinės (ABS ir STD) chronologijos.

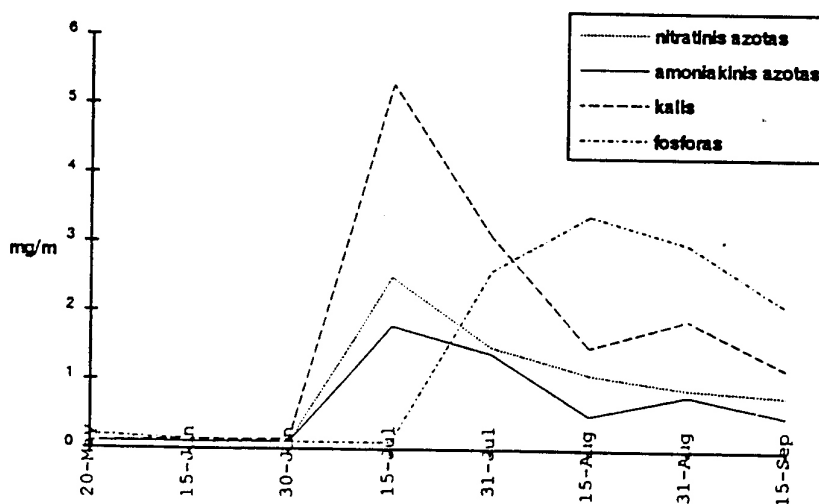
Matome, kad didelę įtaką šio barelio medžių radialinio prieaugio formavimuisi turi praėjusių metų gruodžio meteorologinės sąlygos: kuo aukštesnė temperatūra ir gausiau kritulių, tuo sekančių metų prieaugis



a) koreliaciniai ryšiai, esant stipriai prieaugio eilutės autokoreliacijai (STD indeksų chronologija)

b) koreliaciniai ryšiai, pašalinus prieaugio eilutės autokoreliaciją (RES likutinė chronologija)

37 pav. Gegužės mėnesio temperatūros poveikio gretimų metų prieaugiui (Daunorių tyrimo barelis) schema.



38 pav. Makroelementų įsisavinimo šaltų dirvožemių pušies šaknyse sezoninė dinamika. (Iš Прокушкин, 1982)

didesnis. Iš to sektų išvada, kad šaltis ir nepakankama sniego danga neigiamai veikia medžius, tuo tarpu gausūs krituliai ir aukštos temperatūros gruodžio mėnesį palankiai veikia arba medžių žiemojimą, arba pelkinės augimvietės tinkamumą geresniam medžių augimui kitais metais (pavyzdžiui, sumažindami vandens rūgštingumą ar praturtindami deguonimi).

Sausio mėnuo taip pat reikšmingas. Temperatūros ryšys su prieaugiu neigiamas. Krituliai, kaip ir gruodį, palankiai veikia sekančio sezono prieaugį.

Stiprus neigiamas ryšys nustatytas tarp metinio prieaugio ir gegužės - birželio mėnesių temperatūros. Ši priklausomybė ypač išryškėja, atmetus praėjusių metų prieaugio įtaką (RES chronologijoje). Be to RES chronologijoje išryškėja teigiama praėjusių metų gegužės ir birželio mėnesių temperatūrų įtaka, ko nepastebime standartinėse chronologijose. Tai galima būtų paaiškinti tuo, kad standartinėje chronologijoje metinis prieaugis stipriai priklauso nuo praėjusiųjų metų prieaugio (autokoreliacijos koeficientas $+0,8$). Ši autokoreliacinė priklausomybė užtušuoja teigiamą praėjusių metų gegužės temperatūros įtaką šių metų prieaugiui, nes praėjusių metų prieaugiui šios temperatūros įtaka yra neigiama (žr. 37 pav. parodytą schemą). Standartinės chronologijos koreliacija su praėjusių metų gegužės temperatūra tėra $+0,06$. Pašalinus praėjusių metų prieaugio įtaką, teigiamas prieaugio ryšys su praėjusių metų gegužės temperatūra išryškėja ($r=+0,19$).

Dvejopą gegužės (kiek mažiau birželio) temperatūros įtaką prieaugiui (neigiamą einamųjų, teigiamą sekančiųjų metų) galima paaiškinti teigiamu šio laikotarpio temperatūrų poveikiu fiziologiniams procesams, turintiems tiesioginę įtaką kitų metų prieaugiui, ir neigiamu aukštos oro temperatūros augimo sezono pradžioje poveikiu to sezono brazdo dalijimosi procesams. Yra nustatyta, kad šaltuose pelkiniuose dirvožemiuose augimo sezono pradžioje pušys ilgai negali paimti joms reikalingų mineralinių medžiagų iš dirvos, (pvz. žr. 33 pav. parodytą mineralinių elementų įsisavinimo grafiką) (Прокушкин, 1982), o reikalingą azotą ima iš praėjusių metų spyglių ir kitų medžio audinių, todėl gegužės mėnesį tiek azoto, tiek kitų elementų kiekis praėjusiųjų metų spygliuose krenta (Лип и др., 1974). Be to, skleidžiantis spygliams, suintensyvėja augalo kvėpavimas (disimiliacijos procesai), ir senųjų spyglių fotosintezė nesugeba to kompensuoti, todėl naudojami kamieno medžiagų rezervai. Pavyzdžiui, Insbruko parke normali medžių netto fotosintezė atsistato birželio pirmoje pusėje, pilnai išsiskleidus naujiems spygliams (Лип и др., 1974). Aukštos gegužės - birželio temperatūros palankiai veikia naujų spyglių formavimąsi, nuo ko teigiamai priklauso sekančiųjų metų prieaugis, tačiau organinių azoto junginių rezervo

išnaudojimas ekstremaliomis ekologinėmis sąlygomis radialinį einamųjų metų prieaugį gali veikti neigiamai.

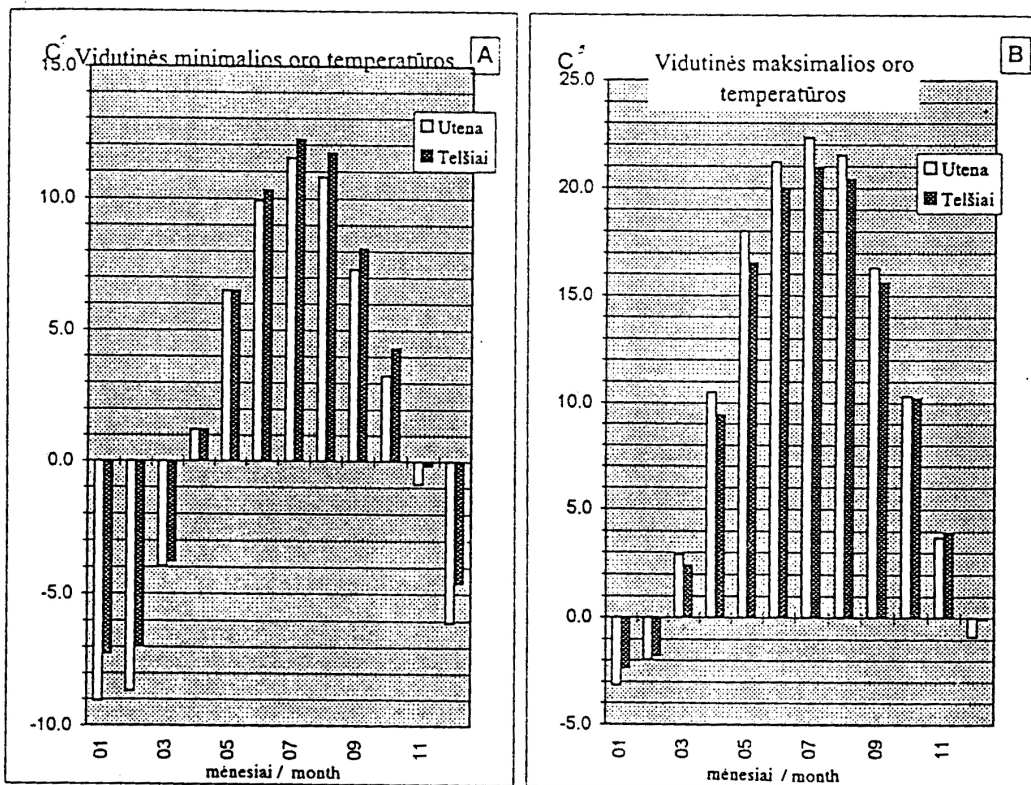
Užpelkių Tyrelio tyrimo barelyje, skirtingai nuo Daunorių barelio, vasaros mėnesių temperatūrų įtaka medžių prieaugiui yra teigiama. Teigiamai veikia ir praėjusiųjų metų vegetacijos sezono temperatūros, ypač birželio mėnesio (absoliučių dydžių chronologijos $r=+0,36$). Vyraujančios teigiamos koreliacijos su atskirų mėnesių temperatūromis nulemia ir teigiamą koreliaciją su visų metų vidutine temperatūra (ABS chronologijos $r=+0,24$), tuo tarpu kai Daunorių barelio koreliacija su metine temperatūra neigiama (RES chronologijos $r=-0,33$). Užpelkio Tyrelio aukštapelkė yra apie 40 km nuo Baltijos jūros ir yra labiau jūrinio klimato įtakojė, tuo tarpu Daunorių barelis yra labiau kontinentinio klimato įtakos pietryčių Lietuvos zonoje, todėl esant karštesnėms ir sausesnėms vasaroms (žr. 39) Daunorių barelyje aukštos vasaros mėnesių temperatūros turi neigiamą poveikį.

Kaip ir Daunorių barelyje, Užpelkio Tyrelyje vasario - kovo temperatūros prieaugį veikia teigiamai, o sausio - neigiamai (RES chronologijos $r=+0,35$ (vasaris), $r=+0,25$ (kovas), standartinės(STD) chronologijos $r=-0,11$ (sausis)). Kaip ir Daunorių barelyje, išskirtinis pagal medžių prieaugio reakciją yra gegužės mėnuo: praėjusiųjų metų gegužės temperatūros įtaka teigiama (RES chronologijos $r=+0,23$), tuo tarpu su einamųjų metų gegužės temperatūra prieaugio koreliacija artima nuliui.

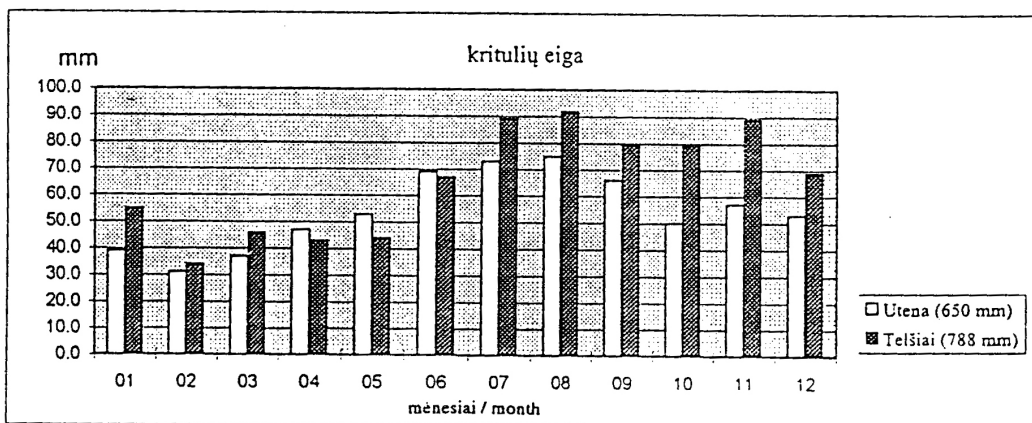
Vyraujanti kritulių įtaka Užpelkių Tyrelio medžių prieaugiui yra neigiama, didžiausią neigiamą įtaką turi praėjusiųjų metų rugsėjo (ABS chronologijos $r=-0,31$) ir einamųjų metų balandžio (ABS chronologijos $r=-0,29$) krituliai. Statistiškai patikimą teigiamą ryšį prieaugis rodo tik su praėjusiųjų metų rugpjūčio (RES chronologijos $r=+0,29$) ir kiek mažiau su praėjusiųjų metų liepos (RES chronologijos $r=+0,23$) krituliais. Koreliacija su metine kritulių suma yra neigiama (STD chronologijos $r=-0,23$). Kaip ir Daunorių barelyje, neigiamai veikia ir ankstesnių metų krituliai (RES chronologijos koreliacija su prieš dvejus metus buvusiais krituliais $r=-0,28$).

Kaip ir Daunorių barelyje, Užpelkių Tyrelio barelyje praėjusių metų prieaugio įtakos pašalinimas (RES chronologija) nepašalina praėjusiųjų metų meteorologinių rodiklių įtakos, o kai kuriuos jų net išryškina (vasario - balandžio krituliai ir temperatūra, praėjusiųjų metų liepos - rugsėjo krituliai). Tai rodo, kad prieaugio koreliaciją su šiais rodikliais iššaukia ne autokoreliaciniai prieaugio eilutės ryšiai, bet praėjusiųjų metų sąlygos veikia kitus einamųjų metų prieaugio formavimąsi lemiančius procesus.

Visumoje galima pastebėti, kad aukštapelkinės pušies prieaugio dinamikos ryšiai su klimatiniais rodikliais nėra labai stiprūs, be to reakcija skirtinguose bareliuose daugiau mažiau skiriasi. Tai patvirtina ir kitų autorių tyrimo duomenys (Карпавичюс, 1984 a).



39. pav. Metinė vidutinių minimalių (A) ir maksimalių (B) oro temperatūrų eiga Utenoje ir Telšiuose.



40. pav. Vidutinė daugiametė kritulių eiga Utenos ir Telšių meteostotyse. Skliausteliuose - metinė kritulių suma.

Lyginant skirtingų barelių koreliacinės analizės rezultatus, pastebime, kad žiemos sezonui būdinga besikeičianti atskirais mėnesiais prieaugio reakcija į temperatūrą. Tam tikru laikotarpiu šis ryšys yra neigiamas (t.y. kuo žemesnė temperatūra, tuo geresnis ateinančio sezono prieaugis): Užpelkių Tyrelyje lapkričio - sausio mėnesiais, Daunorių barelyje - sausio mėnesį; J.Karpavičiaus Šakių rajone tirtuose aukštapelkiniuose pušies bareliuose (Карпавичюс, 1984 a) neigiama reakcija pasireiškia lapkričio mėnesį. Kitais mėnesiais prieaugis į temperatūrą reaguoja tiesiogiai: Užpelkių Tyrelyje - pradedant vasario mėnesiu, Daunorių barelyje - gruodžio mėnesį, Šakių rajone (Карпавичюс, 1984 a) - sausio mėn. Neigiamą medžio reagavimą į temperatūrą gali iššaukti žiemojimo fiziologiniai procesai. Pirma, tam tikro masto šalčio poveikis būtinas ramybės būklės nutraukimui (jarovizacijai) ir geram augimui būsimo sezono metu. Bandymai rodo, kad pernešus paprastosios pušies sodinukus į šildomą šiltnamį anksčiau kaip vasario mėnesį, jų augimas smarkiai atsilik nuo egzempliorių, šaldytų iki vasario mėnesio (Лис и др., 1974). Antra, ilgesni atšilimų periodai baigiantis ramybės laikotarpiui susilpnina medžio užsigrūdinimą ir jis tampa jautrus sugrįžtantiems šalčiams (Лис и др., 1974). Tiesioginė reakcija į temperatūrą susijusi su spartėjančiais asimiliacijos procesais kylant temperatūrai, ypač praėjus būtinajam ramybės laikotarpiui. Be to, ypatingai žemos temperatūros pavojingos augalams.

Šių skirtingų fiziologinių procesų deriniai, priklausomai nuo skirtingų temperatūrinių režimų, ir sukelia kintančią medžių reakciją į temperatūrinį režimą. Pavyzdžiui, Utenos vidutinė daugiamečių gruodžio temperatūra yra beveik 2 laipsniais žemesnė už Telšių (39 pav.), todėl Utenoje temperatūros svyravimai galbūt neiššaukia jarovizacijos proceso pertrūkių. Vidutiniškai žemesnių temperatūrų pakanka ir medžių užsigrūdinimui, net ir pakilus oro temperatūrai jie nepraranda atsparumo tolimesniems šalčiams. Todėl vyrauja stipri tiesioginė reakcija į temperatūrą (kuo šilčiau gruodį, tuo didesnis sekančių metų prieaugis). Tuo tarpu baigiantis fiziologinės ramybės laikotarpiui, sausio mėnesį, nusveria fiziologiniai procesai, lemiantys neigiamą būsimo prieaugio priklausomybę nuo temperatūros (galbūt mažėja atsparumas grįžtantiems šalčiams). Vasario mėnesį, kylant temperatūroms, užsigrūdinimo praradimo pavojus mažėja, didėja spartėjančios asimiliacijos įtaka (prieaugio koreliacija su temperatūra artima nuliui). Užpelkių Tyrelio tyrimo barelyje, kur žiemos šiltesnės, šie procesai tolydesni: žiemos pradžioje reakciją į temperatūrą lemia fiziologiniai procesai, kuriems reikia žemų temperatūrų (jarovizacija, užsigrūdinimas), baigiantis fiziologinei ramybei nusveria teigiamai į temperatūrą reaguojantys procesai (asimiliacija), todėl priešinga prieaugio reakcija į temperatūrų svyravimą žiemos pradžioje vasario mėnesį keičiasi į tiesioginę.

Vegetacijos sezono metu Užpelkių Tyrelio barelyje prieaugis teigiamai koreliuoja su temperatūra, teigiama aukštapelkinės pušies prieaugio reakcija į balandžio - rugpjūčio vidutinę temperatūrą nustatyta J.Karpavičiaus ir Šakių rajone (Карпавичюс, 1984 a). Daunorių barelyje, kaip minėta, šis ryšys neigiamas.

Kritulių įtaka metiniam prieaugiui paprastai teigiama pavasarį (Užpelkių Tyrelyje - vasarį-kovą) ir žiemą (Daunorių barelyje ir Šakių rajono (Карпавичюс, 1984 a) skirtinguose bareliuose - lapkričio- balandžio mėnesiais). Vasaromis dažnesnis neigiamas poveikis: Užpelkių Tyrelyje pradedant balandžiu, Daunoriuose - liepą, rugpjūtį, Šakių raj. (Карпавичюс, 1984 a) prieaugis neigiamai koreliuoja su balandžio - rugpjūčio mėnesių kritulių suma. Reikšmingi prieaugiui ir praėjusio sezono krituliai: abiejuose bareliuose neigiamai veikia gegužės - birželio, teigiamai - liepos, neigiamai - rugsėjo (Daunorių barelyje tai išryškėja tik pašalinus pirmos eilės autokoreliaciją) mėnesių krituliai. Daunorių barelyje nusveria teigiama metinės kritulių sumos įtaka, Užpelkių Tyrelio barelyje prieaugio koreliacija su metiniais krituliais neigiama. Tačiau ilgalaikių tendencijų tyrimai patvirtina J.Karpavičiaus (Карпавичюс, 1984 a) išvadas, kad daugiamečiai krituliai neigiamai veikia pelkinės pušies prieaugį - abiejuose bareliuose prieš dvejus metus buvę krituliai koreliuoja su prieaugiu neigiamai.

Dėl neišreikštos amžiaus kreivės aukštapelkinių augimviečių pušies chronologijų indeksavimas vienareikšmiško rezultato koreliacinei analizei neduoda - kartais geresnę koreliaciją rodo absoliučių dydžių, kartais - indeksuota chronologija. Pašalinus metinio radialinio prieaugio serijos pirmos eilės autokoreliaciją, išlieka prieaugio ryšys su praėjusiųjų metų meteorologinėmis sąlygomis. Autokoreliacijos pašalinimas išryškina koreliaciją su tais meteorologiniais rodikliais, kurių poveikis einamųjų ir sekančių metų prieaugiui yra priešingas (pvz. gegužės temperatūra Daunorių tyrimo barelyje).

Kadangi Užpelkių Tyrelio barelyje temperatūra prieaugį beveik ištiesai veikia teigiamai pradedant vasario, baigiant rugsėjo mėnesiu, buvo paskaičiuota metinio radialinio prieaugio koreliacija su šių mėnesių temperatūrų vidurkiu. Standartinės chronologijos koreliacijos su šių mėnesių grupe koeficientas lygus +0,40. Regresinės analizės būdu sudaryta vasario - rugsėjo mėnesių vidutinės temperatūros ryšio su Užpelkių Tyrelio medžių metiniu radialiniu prieaugiu (STD chronologija) tiesinės regresijos lygtis:

$$\hat{Y}_i = 6,25 + 2,08x_i$$

kur $\hat{Y}_i$ - įvertinta vidutinė vasario - rugsėjo mėnesių temperatūra i metais,

X_i - standartinės chronologijos reikšmė i-taisiais metais

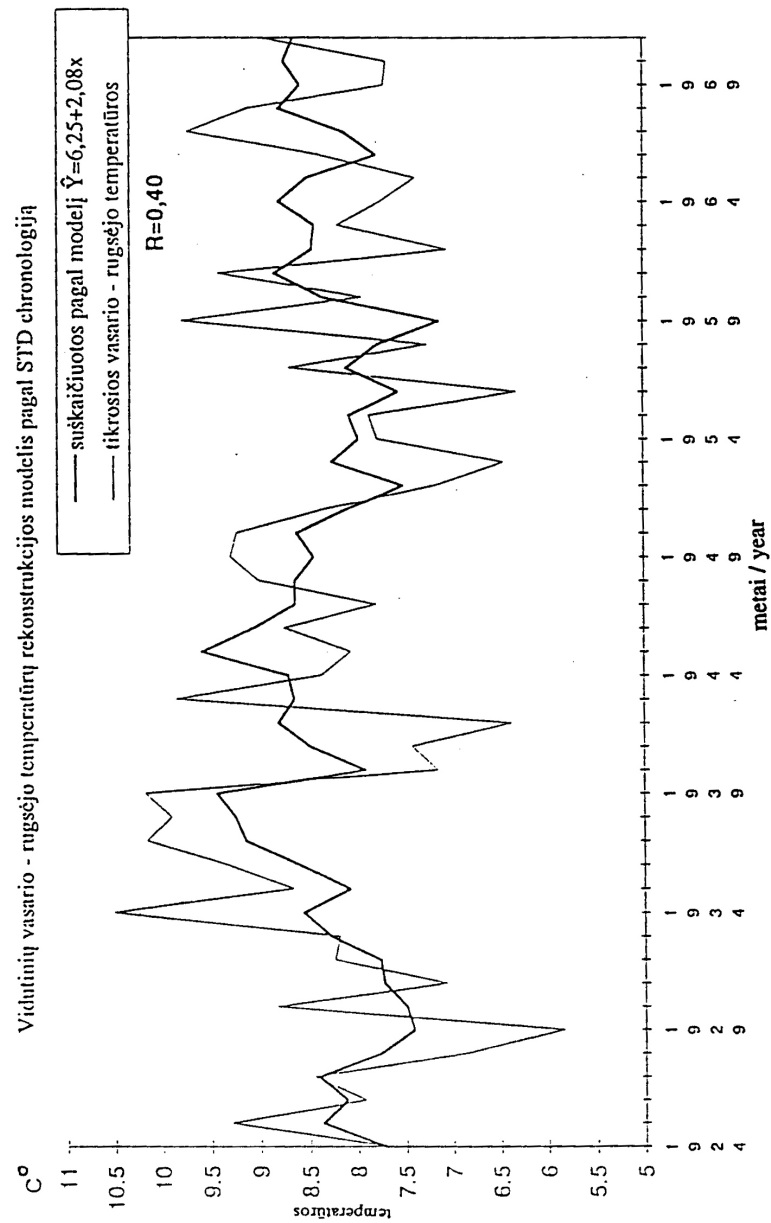
Pagal šią regresijos lygtį iš medžių standartinės (indeksų) chronologijos apskaičiuoti įvertintieji temperatūros dydžiai, kurių palyginimas su tikraisiais parodytas 4 paveiksle

Regresijos parametrai pateikti 7 lentelėje.

7 lentelė. Regresijos tarp vasario - rugsėjo mėnesių vidutinės temperatūros ir Užpelkių Tyrelio medžių standartinės chronologijos parametrai

Koreliacijos koeficientas R	0,4044	
Determinacijos koeficientas R^2	0,1636	
Patikslintas pagal laisvės laipsnių praradimą R^2	0,1454	
Stebėjimų skaičius	49	
	statistikos	reikšmingumas
Regresijos F statistika	8,9956	0,00436
Laisvojo nario t statistika	8,9165	p vertė 1,13E-11
Regresoriaus t statistika	2,9993	p vertė 0,00432

Remiantis Užpelkių Tyrelio medžių standartine (indeksų) chronologija galima rekonstruoti 1610 - 1999 metų vasario - rugsėjo mėnesių periodo temperatūros variacijos.



41. pav. Tikrosios ir rekonstruotos pagal Užpelkių Tyrelio pušų prieaugio standartinę chronologiją vidutinės vasario - rugsėjo periodo temperatūros.

6.2. Informacija iš medžių prieaugio variacijos pirminių komponentų amplitudžių chronologijų

Išanalizavus aukštapelkinių tyrimo barelių pušų metinio radialinio prieaugio individualią dinamiką pirminių komponentų (PK) metodu, paaiškėjo, kad pirmasis, bendrasis visų medžių dinamikai, variacijos PK aprašo apie 40% metinio radialinio prieaugio variacijos: Daunorių barelio medžių grupėje - 38,5%, Užpelkių Tyrelio barelio medžių grupėje - 40,9% variacijos (žr. 8 ir 9 lenteles). Daunorių barelyje reikšmingi (kurių vertė viršija vieneta) yra keturi komponentai: antrasis aprašo 17,0%, trečiasis 11,0%, ketvirtasis 9,9% prieaugio variacijos. Viso šie keturi reikšmingi komponentai paaiškina 76,4% variacijos. Užpelkių Tyrelio barelio medžių grupėje reikšmingi yra 3 pirminiai komponentai. Antrasis paaiškina 18,4%, trečiasis - 12,1%, visi trys - 71,7% prieaugio variacijos.

Abiejuose bareliuose pirmojo komponento, paaiškinančio didžiausią dalį prieaugio variacijos, svoris beveik vienodas visų medžių prieaugio dinamikoje (žr. 42 ir 43 paveikslus). Žemesniųjų PK svoriai kai kurių medžių prieaugio variacijoje gali būti didesni už pirmojo (pvz. trečiasis PK Užpelkių Tyrelio barelio penkto medžio dinamikoje, antrasis PK Daunorių barelio pirmo, ketvirto, penkto medžio dinamikoje ir t.t. (42 ir 43 pav.)). Bet šių komponentų svoriai atskirų medžių prieaugio dinamikoje įvairuoja, medžiai pagal PK pasireiškimą grupuojasi į grupes. Komponentų pasireiškimas grupės medžių prieaugio dinamikoje rodo, kad tai nėra atsitiktinis medžių prieaugio dinamikos individualumas, bet grupės medžių reakcijos į aplinkos sąlygas savitumas. PK svorių pasiskirstymo medžių grupėse kriterijus nėra aiškus, tačiau, pavyzdžiui, Daunorių barelio medžių prieaugio variacijos IV PK pasiskirstyme pastebima tendencija, kad jo svoris virsta neigiamu, artėjant medžio augimo vietai prie pelkės pakraščio (teigiamas svoris antro, šešto, septinto medžio prieaugio variacijoje; neigiamas - aštunto, devinto, dešimto, vienuolikto medžio variacijoje; medžių išsidėstymo pelkės profilyje schemą žr. 10 pav.)⁴⁴ ir ⁴⁵paveiksluose parodytos Užpelkių Tyrelio augančių medžių barelio ir Daunorių barelio medžių prieaugio variacijos reikšmingųjų PK amplitudžių chronologijos.

Siekiant išaiškinti galimą pirminių prieaugio dinamikos komponentų kilmę, paskaičiuotos koreliacijos tarp šių komponentų amplitudžių chronologijų ir meteorologinių rodiklių. Rezultatai pateikti 47 (Daunorių g-jos barelio) ir 46 (Užpelkių Tyrelio barelio) paveiksluose.

Kadangi pirmasis komponentas turi beveik vienodą svorį visų medžių prieaugio dinamikoje, jo amplitudžių chronologijos rodo geriausią koreliaciją su tais pačiais klimatiniais rodikliais kaip ir barelio vidutinės chronologijos. Pavyzdžiui Daunorių tyrimo barelyje tai praėjusių metų gruodžio meteorologiniai rodikliai ($r=+0,19$ - su temperatūra ir $r=+0,35$ su

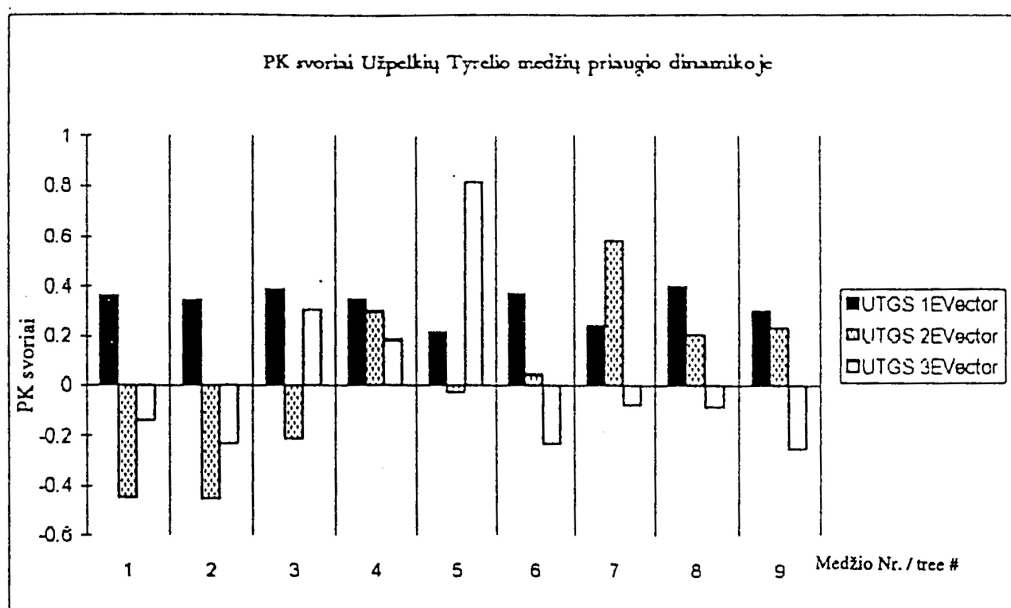
KOMPONENTDOC

8 lentelė. Užpelkių Tyrelio tyrimų barelio dabar augančių medžių radialinio prieaugio variacijos pirminių komponentų analizė.

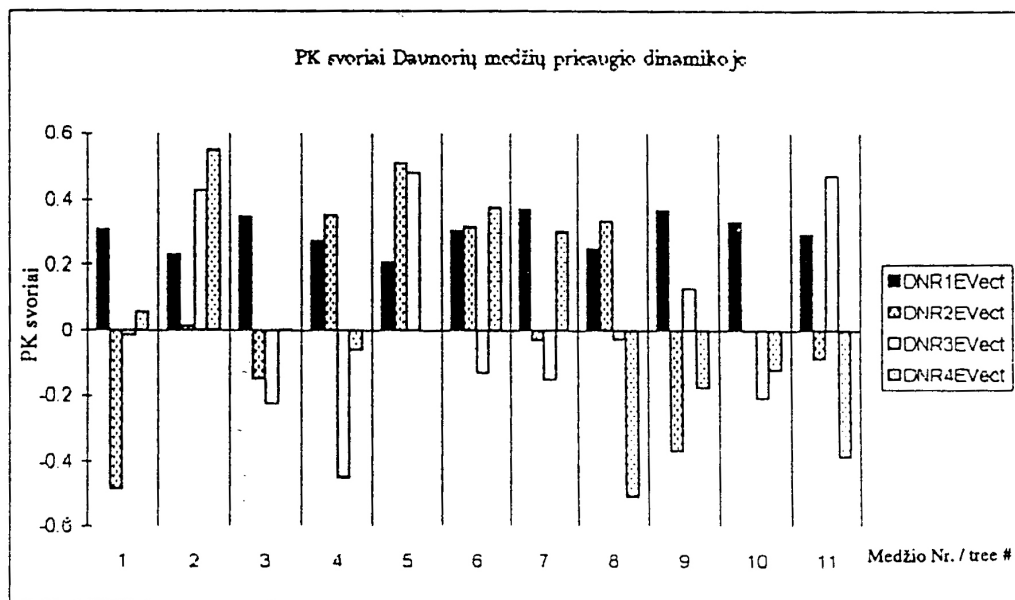
PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS				
Dabartiniai medžiai - Užpelkių Tyrelio aukštapelkės barelis				
PK	Kumuliatyvinis svoris	Variacijos %	Kumuliatyvinė variacija %	Grafikas
P.C.	Eigenvalue	Variance %	Cumulative %	Score plot
1	3.6851	40.946	40.946	
2	1.6558	18.359	59.305	
3	1.1183	12.392	71.697	
4	.7246	8.250	79.947	
5	.6368	7.109	87.056	
6	.3814	4.257	91.313	
7	.3478	3.854	95.167	
8	.2565	2.888	98.055	
9	.1520	1.689	100.000	

9 lentelė. Daunorių tyrimo barelio medžių radialinio prieaugio variacijos pirminių komponentų analizė.

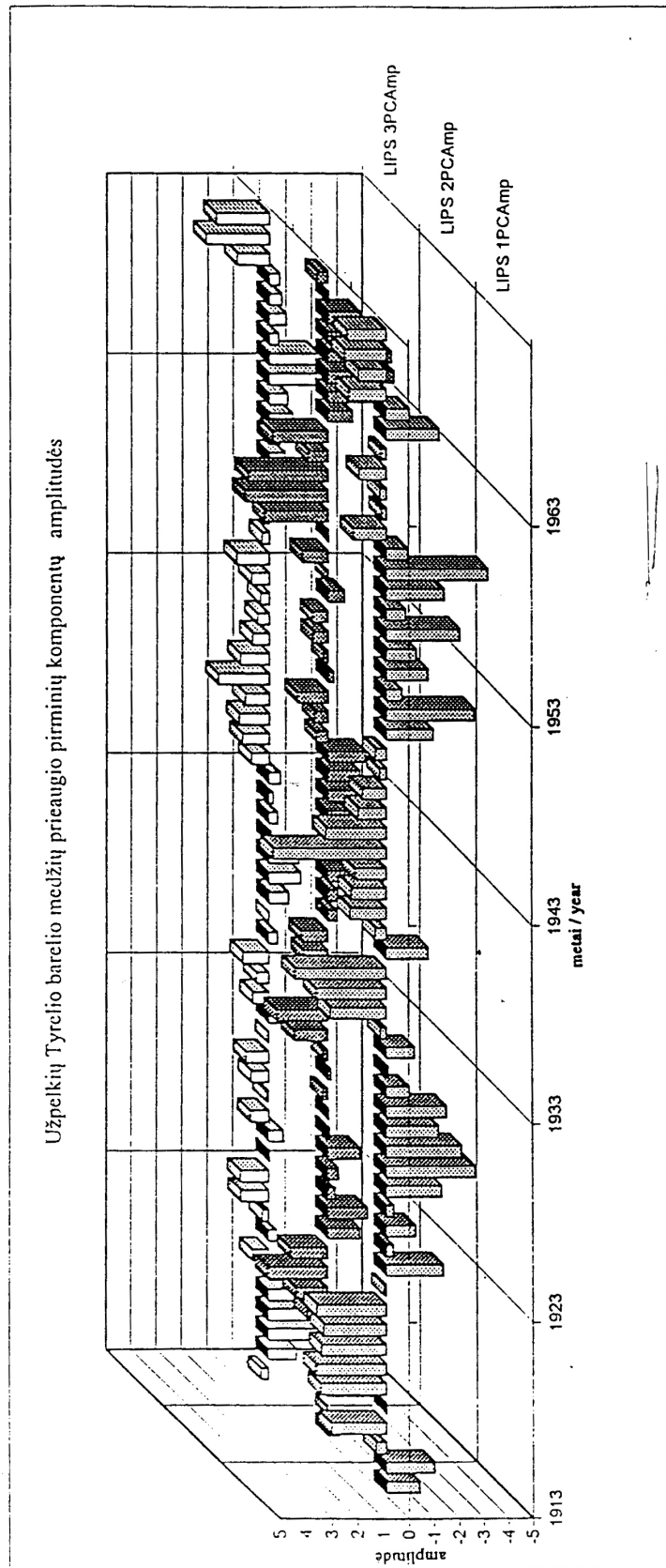
PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS				
Dabartiniai medžiai - Utenos raj. Daunorių g-jos peikinės pušies barelis				
PK	Kumuliatyvinis svoris	Variacijos %	Kumuliatyvinė variacija %	Grafikas
P.C.	Eigenvalue	Variance %	Cumulative %	Score plot
1	4.2976	38.537	38.537	
2	1.8505	16.984	55.521	
3	1.2128	11.016	66.536	
4	1.0552	9.6749	76.211	
5	.7552	6.927	83.138	
6	.5362	4.9015	88.039	
7	.4727	4.2978	92.337	
8	.3535	3.2135	95.550	
9	.2900	2.6910	98.241	
10	.1828	1.6577	99.898	
11	.0445	.4088	100.000	



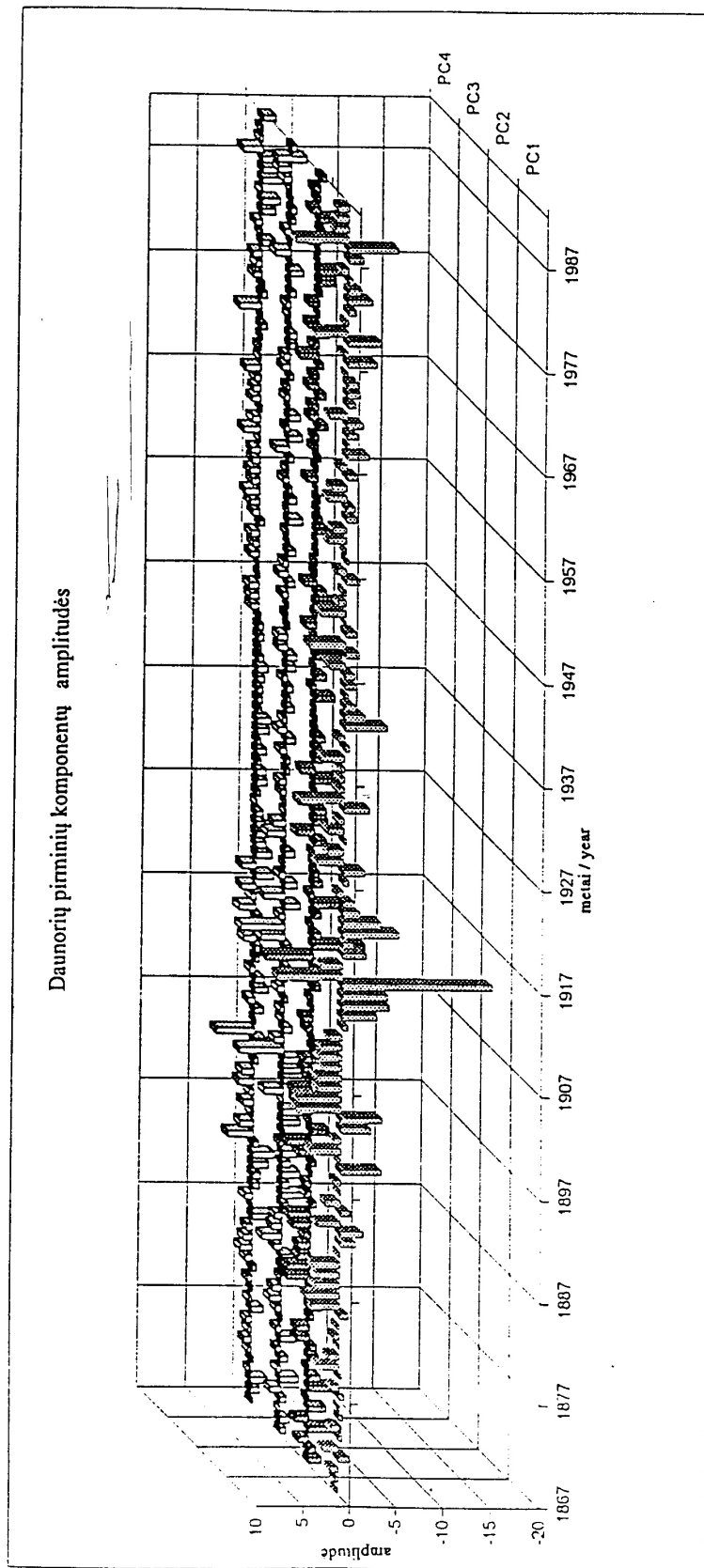
42 pav. Trijų reikšmingų variacijos pirminių komponentų (PK) svoriai Užpelkių Tyrelio dabar augančių medžių tyrimų barelio atskirų medžių priaugio dinamikoje. UTGS1EVector - pirmasis PK; UTGS 2EVector - antrasis PK; UTGS 3EVector - trečiasis PK.



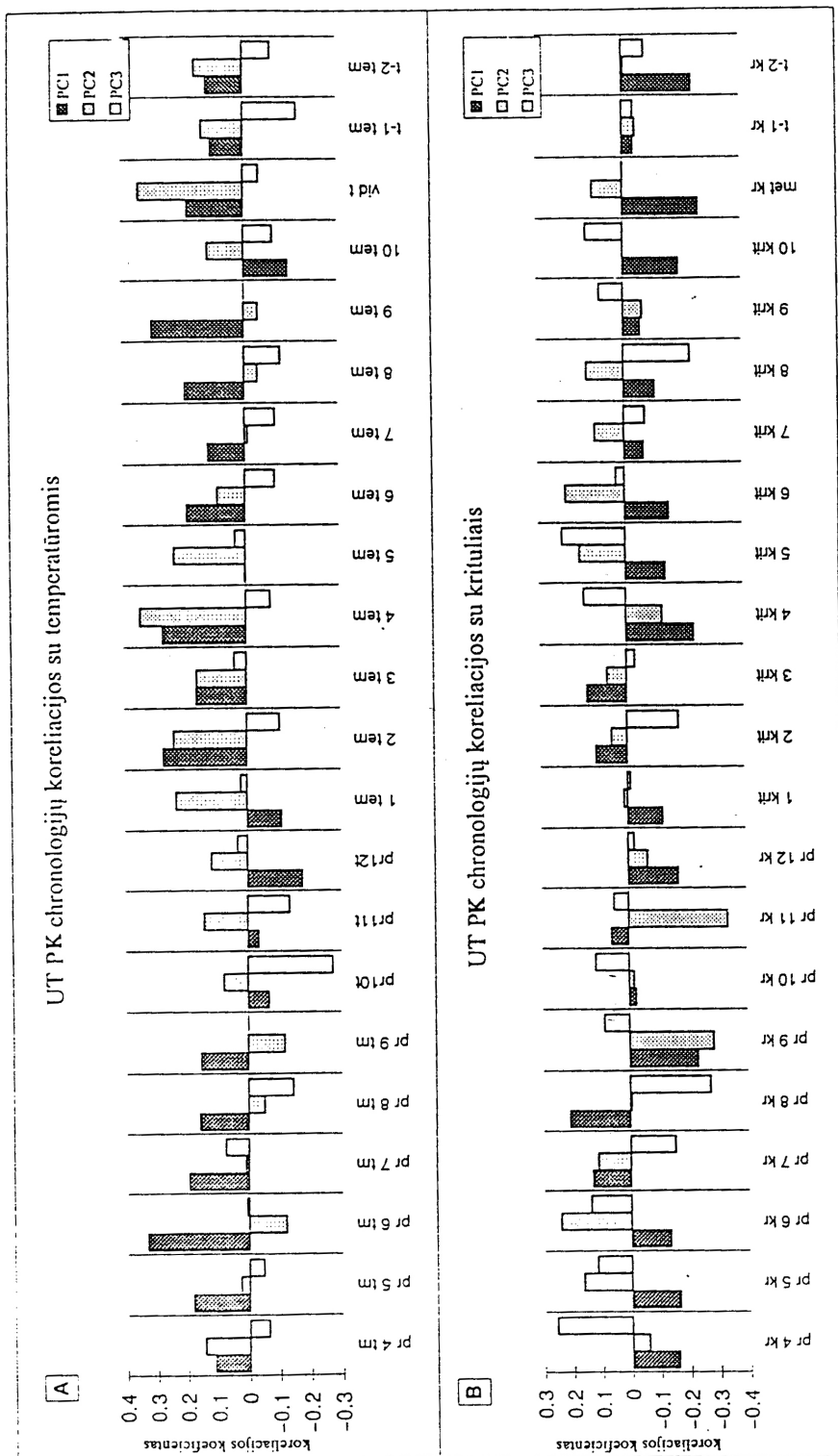
43 pav. Keturių reikšmingų variacijos pirminių komponentų (PK) svoriai Daunorių tyrimų barelio atskirų medžių priaugio dinamikoje. DNR 1EVector - pirmasis PK; DNR 2EVector - antrasis PK; DNR 3EVector - trečiasis PK; DNR 4EVector - ketvirtasis PK.



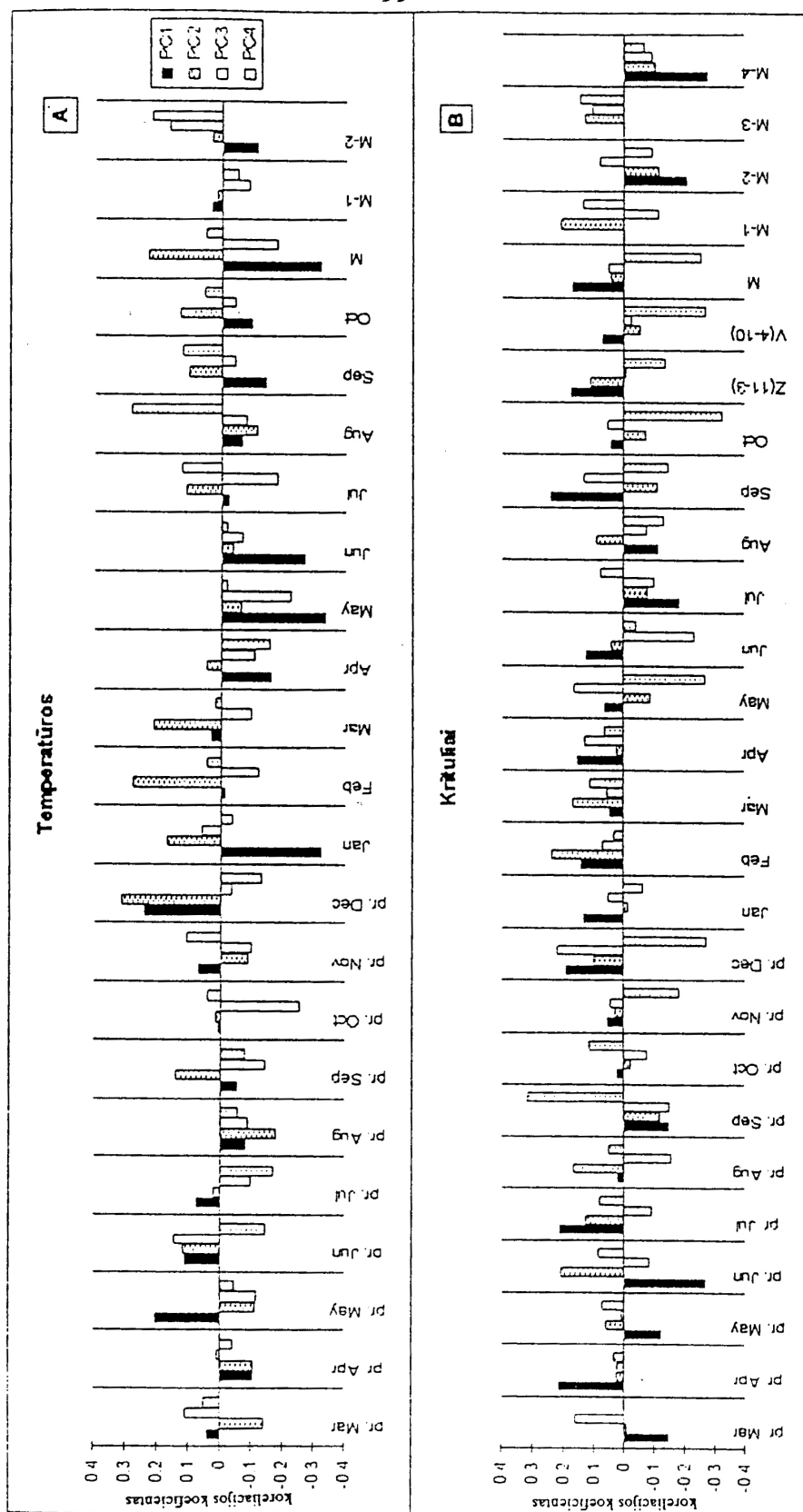
44 pav. Užpelkių Tyrelio dabar augančių medžių barelio medžių prieaugio variacijos pirminių komponentų amplitudžių chronologijos: LIPS 1PC Amp - pirmojo komponento, LIPS 2PC Amp - antrojo komponento, LIPS 3PC Amp - trečiojo komponento amplitudės.



45 pav. Daunorių barelio medžių prieaugio variacijos pirminių komponentų amplitudžių chronologijos: PC1 pirmojo komponento, PC2 - antrojo, PC3 - trečiojo, PC4 - ketvirtojo komponento amplitudės.



46 pav. Užpelkių Tyrelio barelio medžių prieaugio variacijos pirminių komponentų amplitudžių koreliacijos su mėnesių bei metiniais klimatiniais rodikliais: A - vidutinėmis temperatūromis, B - kritulių suma. PC 1 - pirmasis; PC 2 - antrasis, PC 3 - trečiasis komponentai.



47 pav. Daunorių barelio medžių prieaugio variacijos pirminių komponentų amplitudžių koreliacijos su mėnesių bei metiniais klimatiniais rodikliais: A - vidutinėmis temperatūromis, B - kritulių suma. PC 1 - pirmasis, PC 2 - antrasis, PC 3 - trečiasis, PC 4 - ketvirtasis komponentai.

krituliais), praėjusių metų gegužės krituliai ($r=-0.29$), einamųjų metų gegužės - birželio temperatūra ($r=-0.11$ ir $r=-0.24$ atitinkamai). Kiek ryškesnė šioje komponentėje praėjusių ir einamųjų metų liepos kritulių įtaka ($r=+0.28$ ir $r=+0.20$ atitinkamai). Užpelkių Tyrelio barelyje pirmojo komponento amplitudės turi tuos pačius ryšius, kaip ir vidutinė chronologija.

Kitų komponentų amplitudžių koreliacinė analizė atskleidžia tuos prieaugio - klimato ryšius, kuriuos sunivelioja prieaugio duomenų vidurkinimas. Komponentų išskyrimas parodo, kad tam tikrų klimatinų rodiklių įtaka yra nevienoda skirtingų medžių grupių prieaugio dinamikai (gali būti priešinga atskiriems komponentams), todėl bendrosios prieaugio dinamikos (vidutinės chronologijos) koreliacinė analizė tų ryšių neparodo. Daunorių barelyje ypač tai būdinga vasaros mėnesiams. Praėjusių metų ir einamųjų metų liepos krituliai neigiamai koreliuoja su II komponento amplitudėmis (koreliacija su praėjusių metų liepos krituliais $r=-0.43$, koreliacija su einamųjų metų liepos krituliais $r=-0.37$), bet teigiamai su I, III ir IV komponentų amplitudėmis (III komponento koreliacija su praėjusių metų liepos krituliais $r=+0.24$, su einamųjų metų $r=+0.37$). Praėjusių ir einamųjų metų rugpjūčio temperatūra neigiamai koreliuoja su II ($r=-0.27$ ir $r=-0.34$ atitinkamai), bet teigiamai su III ir IV komponentais (koreliacija tarp praėjusių metų rugpjūčio temperatūros ir III bei IV komponentų amplitudžių yra $r=0.21$ ir $r=0.12$ atitinkamai, tarp einamųjų metų rugpjūčio temperatūros ir III bei IV komponentų - $r=0.21$ ir $r=0.26$ atitinkamai). Vidurkių chronologijos šių ryšių nerodo.

Daunorių barelio antrasis komponentas rodo geras koreliacijas su vegetacijos sezono pabaigos (liepos, rugpjūčio, rugsėjo mėnesių) temperatūromis bei praėjusių 4 metų krituliais. Apjungus šiuos periodus, koreliacija su vidutine liepos - rugsėjo mėnesių temperatūra gauta $r=-0.39$, koreliacija su praėjusių 4 metų kritulių suma $r=-0.58$.

Trečiasis komponentas geriausiai ryšius rodo su liepos mėnesio krituliais ir rugpjūčio temperatūromis. Ketvirtąjo komponento amplitudės neigiamai koreliuoja su sausio temperatūra ($r=-0.31$) ir praėjusių metų krituliais ($r=-0.39$). Šio komponento svoris medžių prieaugyje turi tendenciją virsti neigiamu arčiau pelkės pakraščio augančiuose medžiuose (Nr. 8,9,10,11), praktiškai tai reikštų, jog medžiai, turintys teigiamą šio komponento svorį (Nr. 2, 6, 7), labiau neigiamai reaguoja į gausius praėjusių metų kritulius, tuo tarpu medžius, augančius arčiau pelkės pakraščio ir turinčius neigiamą šio komponento svorį, praėjusių metų krituliai veikia teigiamai.

Užpelkių Tyrelio barelyje antrojo prieaugio komponento amplitudės rodo teigiamą ryšį su vidutinėmis mėnesių, pradedant praėjusiųjų metų spalio, baigiant einamųjų metų birželiu, temperatūromis, vidutine metine

temperatūra, statistiškai patikima neigiama koreliacija su praėjusiųjų metų rugsėjo ir lapkričio krituliais, vyraujančios teigiamos koreliacijos - su praėjusių ir einamųjų metų augimo sezono mėnesių krituliais. Trečiasis komponentas, didžiausią svorį turintis 5 medžio prieaugio variacijoje, rodo statistiškai patikimą neigiamus ryšius su praėjusių metų spalio temperatūra, praėjusių ir einamųjų metų rugpjūčio krituliais, vyrauja teigiama koreliacija su praėjusių ir einamųjų metų pavasario krituliais.

Analizuojant prieaugio - klimato ryšius vidutinio klimato sąlygomis, kur prieaugį lemia keletas aplinkos veiksnių, ir medžių reakcija į šių veiksnių kaitą nevienareikšmė, atskirų prieaugio variacijos pirminių komponentų išskyrimas ir jų analizė greta barelio vidutinių chronologijų duoda papildomos informacijos apie medžių prieaugio dinamiką formuojančius veiksnius. Kadangi atskirų komponentų amplitudės turi skirtingą ryšį su klimatiniais veiksniais, jų visuminei reakcijai įvertinti buvo apskaičiuota daugiamatė koreliacija tarp klimatinių rodiklių ir reikšmingųjų pirminių komponentų grupės. Daugeliu atveju daugiamatės koreliacijos koeficientai didesni už vienmatę koreliaciją tarp barelio vidutinės chronologijos ir meteorologinių rodiklių. Pavyzdžiui Daunorių barelyje koreliacija su metine temperatūra nuo koeficiento 0,22 (vidutinė chronologija) pakyla iki 0,44 (keturių reikšmingų pirminių komponentų grupė).

Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje visų barelio medžių vidutinė standartinė (indeksų) chronologija rodo geriausią koreliaciją su vidutinės vasario - rugsėjo mėnesių temperatūros fluktuacijomis - koreliacijos koeficientas $r=+0,40$ (žr. 6.1 poskyrį). Pritaikius šio klimatinio rodiklio modeliavimui daugiamatę regresiją, kaip regresorius naudojant trijų reikšmingųjų prieaugio variacijos pirminių komponentų amplitudes, gautas daugiamatės koreliacijos koeficientas $R=0,50$. Šio modelio lygtis:

$$\hat{Y}=8,38+0,25x_1+0,25x_2-0,11x_3,$$

kur $\hat{Y}$ - įvertintos vidutinės vasario - rugsėjo temperatūros, x_1 - pirmojo, x_2 - antrojo, x_3 - trečiojo Užpelkių Tyrelio medžių prieaugio variacijos pirminio komponento amplitudė.

Regresijos modelio parametrai pateikti 10 lentelėje.

Kadangi šiame modelyje trečiojo komponento statistiniai parametrai nepatikimi - t statistika yra neigiama, p vertė=0,4732, - sekančioje pakopoje

buvo apskaičiuotas daugiamatės regresijos modelis, kaip regresorius naudojant dviejų pirmųjų komponentų amplitudes. Modelio lygtis:

$$\hat{Y} = 8,37 + 0,25x_1 + 0,26x_2$$

(reikšmės tokios pat, kaip ankstesniame modelyje).

Šio modelio parametrai pateikti 11 lentelėje.

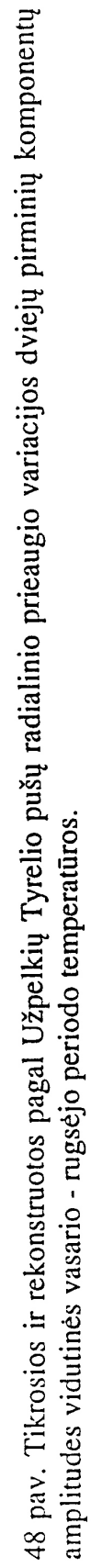
10 lentelė. Daugiamatės regresijos tarp vasario - rugsėjo mėnesių vidutinės temperatūros ir Užpelkių Tyrelio medžių prieaugio trijų pirminių komponentų amplitudžių modelio parametrai

Koreliacijos koeficientas R	0,5004	
Determinacijos koeficientas R ²	0,2506	
Patikslintas pagal laisvės laipsnių praradimą R ²	0,1993	
Stebėjimų skaičius	49	
	statistikos	reikšmingumas
Regresijos F statistika	4,9000	0,00504
Laisvojo nario t statistika	56,9850	p vertė 4,9372E-45
1PC koeficiento t statistika	3,2082	p vertė 0,0024
2PC koeficiento statistika	2,1833	p vertė 0,0340
3PC koeficiento statistika	-0,7231	p vertė 0,4732

11 lentelė. Daugiamatės regresijos tarp vasario - rugsėjo mėnesių vidutinės temperatūros ir Užpelkių Tyrelio prieaugio dviejų pirminių komponentų amplitudžių modelio parametrai

Koreliacijos koeficientas R	0,4914	
Determinacijos koeficientas R ²	0,2415	
Patikslintas pagal laisvės laipsnių praradimą R ²	0,2078	
Stebėjimų skaičius	48	
	statistikos	reikšmingumas
Regresijos F statistika	7,1645	0,00199
Laisvojo nario t statistika	57,4964	p vertė 3,26E-45
1 PC koeficiento t statistika	3,2171	p vertė 0,00235
2PC koeficiento t statistika	2,3052	p vertė 0,0236

Nors šio modelio daugiamatės koreliacijos koeficientas truputį sumažėja - R=0,49, tačiau dėl mažiau prarastų laisvės laipsnių (mažesnis



regresorių skaičius), įvertintas R^2 padidėja. Padidėja ir modelio patikimumas.

Pasinaudojant šiuo daugiamatės regresijos modeliu, iš dviejų pirminių komponentų amplitudžių chronologijų buvo rekonstruotos vidutinės vasario - rugsėjo temperatūros. 43 paveiksle parodytas tikrųjų vasario - rugsėjo mėnesių vidutinių temperatūrų ir rekonstruotų pagal daugiamatės regresijos modelį palyginimas.

Pagal Užpelkio Tyrelio pušų priaugio variacijos dviejų pirminių komponentų amplitudžių regresijos modelį galima rekonstruoti 24% vidutinės vasario - rugsėjo mėnesių temperatūros variacijos.

Dėl to, kad aukštapelkinėse augimvietėse medžiai į kintančias aplinkos sąlygas reaguoja nevienodai, pirminių komponentų išskyrimas iš individualių medžių priaugio variacijos ir šių komponentų amplitudžių chronologijų panaudojimas daugiamačiuose modeliuose leidžia rekonstruoti didesnę klimatinių rodiklių variacijos dalį negu standartinės vidutinės priaugio chronologijos, apjungiančios visų barelio medžių informacija.

6.3. Rekonstruotų praeities pušynų radialinio priaugio chronologijų panaudojimo klimatinių rodiklių atstatymui galimybės

Atlikus aukštapelkinės augimvietės dabar augančių pušies medžių radialinio priaugio priklausomybės nuo klimatinių veiksnių (kritulių ir oro temperatūros) analizę, nustatyta tiesioginė priklausomybė tarp Užpelkių Tyrelio aukštapelkės pušų metinio radialinio priaugio ir oro temperatūros žiemos ramybės sezono pabaigoje bei vegetacijos sezono mėnesiais. Koreliacijos koeficientas tarp vidutinės radialinio priaugio chronologijos ir vidutinės vasario - rugsėjo mėnesių periodo oro temperatūros yra + 0,4, t.y. chronologijos dinamika atspindi 16% šio klimatinio rodiklio variacijos (žr. 6.1. poskyrį). Kaip rodo kitų šalių mokslininkų tyrimai, rekonstruojant klimatinį rodiklį iš medžių priaugio nepriklausomu laikotarpiu (t.y., kurio duomenys nebuvo naudoti modelio sudarymui), rekonstruojamos variacijos dalis dar sumažėja (Fritts, 1976; Cook, Jacoby, 1977; Blasing et al., 1988; Briffa et al., 1990 ir kt.). Taigi labai stiprūs kiekybiniai ryšiai tarp atskiro tyrimų barelio (Užpelkių Tyrelio aukštapelkės) vidutinės priaugio chronologijos ir klimatinių rodiklių leidžia rekonstruoti tik nedidelę praeities klimatinių rodiklių variacijos dalį.

Didesnę klimatinio rodiklio variacijos dalį leidžia iššifruoti pirminių komponentų (PK) išskyrimas individualių medžių priaugio dinamikoje ir PK amplitudžių panaudojimas daugiamatės regresijos modeliuose. Pagal Užpelkio Tyrelio pušų priaugio variacijos dviejų PK amplitudžių regresijos

modelį rekonstruota 24% vidutinės vasario - rugsėjo mėnesių temperatūros variacijos (daugiamatės koreliacijos koeficientas yra 0,49) (žr. 6.2. poskyrį). Todėl pirminių komponentų metodu išanalizuotos ir Užpelkių Tyrelio praeities pušynų medžių grupės. 12 ir 13 lentelėse parodytos dviejų didžiausių praeities medžių grupių (grupė "LCWU130b" iš VI - IX a. ir "LCWUT60a" iš X - XII a.) prieaugio dinamikos pirminių komponentų struktūra. Palyginus su dabar augančių medžių tyrimo bareliais (žr. 8 ir

9 lentelės), sinchronizuoto prieaugio medžių grupėse stipriau dominuoja pirmojo PK svoris ("LCWU130b" medžių grupėje pirmasis PK aprašo 50,4%, "LCWUT60a" grupėje - 38,5% prieaugio variacijos). Kadangi prieaugio serijų sinchronizacija atliekama pagal bendrąjį visiems medžiams pirmąjį prieaugio dinamikos komponentą, individualių prieaugio dinamikos skirtumų turintys medžiai (t.y. turintys didesnius žemesniųjų prieaugio dinamikos PK svorius), natūraliai egzistuojantys medynuose, turi tendenciją būti atmesti ir neįtraukti į sinchronizuoto prieaugio medžių grupes. Taigi rekonstruotų praeities medžių grupių prieaugio komponentinė struktūra nėra visai tapati dabarties medžių atsitiktinės atrankos bareliams. Todėl be papildomų tyrimų pritaikius kiekybinėms klimatinio rodiklio rekonstrukcijoms sudarytus pirminių komponentų amplitudžių regresijos modelius galimos rezultatų paklaidos.

Kaip rodo kitų autorių tyrimai (Briffa, 1987), vidutinio klimato sąlygomis patikimesnės kiekybinės rekonstrukcijos gaunamos ne iš atskirų tyrimo barelių prieaugio chronologijų, o apjungus informaciją iš barelių tinklo. Todėl šiame darbe, nagrinėjančiame vienos aukštapelkės pušynų augimo dinamiką, apsiribojama kokybine Subatlančio laikotarpio klimato kaitos analize, neatliekant kiekybinės rodiklių rekonstrukcijos, tikintis, kad ateityje, dendrochronologiškai ištyrus daugiau panašių objektų ir sukūrus ilgalaikių pušies chronologijų tinklą, bus galima patikimai rekonstruoti kiekybinių klimatinų parametrų kaitą per paskutinius 2 - 3 tūkstantmečius.

12 lentelė. Užpelkių Tyrelio kryžmiškai datuotų praeities medžių grupės "LCWUT130B" radialinio prieaugio variacijos pirminių komponentų analizė.

PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS:				
Užpelkių Tyrelio LCWU130B chronologijos medžių grupė (VI - IX a.)				
PK	Kumuliatyvinis svoris	Variacijos %	Kumuliatyvinė variacija %	Grafikas
P C	Eigenvalue	Variance %	Cumulative %	Scree plot
1	7.0528	50.3774	50.3774	=====
2	.9050	6.4646	56.8420	=====
3	.8296	5.9260	62.7680	=====
4	.7390	5.2786	68.0466	=====
5	.6672	4.9085	72.9550	=====
6	.6304	4.5026	77.4577	=====
7	.5606	4.1488	81.6065	=====
8	.5202	3.7155	85.3220	=====
9	.4722	3.3726	88.6946	=====
10	.3900	2.7855	91.4801	=====
11	.3729	2.6635	94.1436	=====
12	.3163	2.2596	96.4032	=====
13	.2767	1.9768	98.3799	=====
14	.2268	1.6201	100.0000	=====

13 lentelė. Kryžmiškai datuotų praeities medžių grupės "LCWUT60A" radialinio prieaugio variacijos pirminių komponentų analizė.

PRINCIPAL COMPONENTS ANALYSIS:				
Užpelkių Tyrelio LCWUT60A chronologijos medžių grupė (X - XII a.)				
PK	Kumuliatyvinis svoris	Variacijos %	Kumuliatyvinė variacija %	Grafikas
P C	Eigenvalue	Variance %	Cumulative %	Scree plot
1	12.6927	38.4626	38.4626	=====
2	2.2735	6.8893	45.3519	=====
3	1.8744	5.6799	51.0318	=====
4	1.8174	5.5074	56.5392	=====
5	1.3634	4.1317	60.6709	=====
6	1.2320	3.7335	64.4043	=====
7	1.2145	3.6813	68.0857	=====
8	1.1113	3.2676	71.3533	=====
9	.8942	2.7096	74.0628	=====
10	.7850	2.3879	76.4507	=====
11	.7513	2.2766	78.7273	=====
12	.7330	2.2214	80.9486	=====
13	.6640	2.0728	83.0214	=====
14	.6051	1.8335	84.8549	=====
15	.5449	1.6512	86.5061	=====
16	.5311	1.6095	88.1156	=====
17	.4552	1.3813	89.4970	=====
18	.4312	1.3066	90.8036	=====
19	.3915	1.1873	92.0000	=====
20	.3521	1.0669	93.0673	=====
21	.3253	.9688	94.0367	=====
22	.2956	.8959	95.0425	=====
23	.2653	.8129	95.8555	=====
24	.2475	.7509	96.6063	=====

7. PUŠYNŲ AUGIMO UŽPELKIŲ TYRELIO AUKŠTAPELKĖJE DINAMIKA - EKOLOGINIŲ SĄLYGŲ KAITOS SUBATLANČIO LAIKOTARPIU RODIKLIS

Dendrochronologiniu metodu ir radioanglies metodo pagalba kryžmiškai datavus Užpelkių Tyrelio oligotrofinių durpių klotuose užsikonservavusios subfosilinės pušies medienos rievių serijas, nustatytos penkios pušyno išplitimo tiriamajame plote per paskutinius du tūkstantmečius fazes, kurias skyrė ilgiau ar trumpiau trukusios plyninės augalijos fazės (žr. 5 skyrių; 3⁴ pav.).

Kaip rodo pelkių augalijos tyrimai (Seibutis, 1966; Балявичене, 1991) raistinių ir plyninių augalų bendrijų paplitimas glaudžiai susijęs su pelkės vandens lygiu. Aukštapelkių raistinės Vaccinietea uliginosi klasės bendrijos įsikuria sausesnėse vietose, kur pelkės vandens lygis žemesnis (40-50 cm (Балявичене, 1991)). Plyninės Oxycocco - Sphagnetea klasės bendrijos užima šlapesnes vietas, kur aukštas pelkės vandens limituoja sumedėjusių augalų paplitimą. Raistinių ir plyninių bendrijų kaita atspindi ilgalaikius pelkės vandens lygio svyravimus.

Atkurtų pušyno fazių metinio radialinio prieaugio analizė parodė nemažus metinės rievės pločio svyravimus (žr. 3^{4A} pav.) Per daugiau kaip 2000 metų istoriją vidutinis metinis radialinis prieaugis kito nuo 0,1 mm iki 2,6 mm (vidutinis 0,67 mm). Nustatyta teigiama Užpelkių Tyrelio pušų metinio radialinio prieaugio priklausomybė nuo vidutinės vasario - rugsėjo mėnesių periodo temperatūros bei neigiama koreliacija tarp prieaugio ir metinių kritulių (žr. 6 skyrių) rodo, kad didesnis metinis prieaugis (platesnės metinės rievės) atspindi šiltus ir sausus laikotarpius (klimatinius optimumus), tuo tarpu prieaugio sumažėjimas būdingesnis atšalimo ir drėgmės padidėjimo laikotarpiais.

Užpelkių Tyrelio pelkė perėjo į oligotrofinę fazę subborealio pabaigoje (Савукинене и др., 1978). Drėgna subatlančio laikotarpio pradžia (Kabailienė, 1991) aukštapelkėje nebuvo palanki pušies medyno įsikūrimui. Pirmieji medžiai tiriamajame plote pradėjo augti II - I a. pr. Kr. Pušynas formavosi palaipsniui - nors pastebimi atskiri medžių dygimo suintensyvėjimo periodai, masinio atsiželdinimo nebuvo. Metinis radialinis prieaugis II a. pr. Kr. buvo labai mažas ir sudarė 15% - 60% vidutinio prieaugio. I a. pr. Kr. pušų radialinis prieaugis palaipsniui didėjo, o antroje amžiaus pusėje viršijo daugiamečių vidurkį (0,67 mm). Medyno augimo dinamika rodo, jog antrame amžiuje pr. Kr. prasidėjo palaipsnis pelkės nusausėjimas. I amžiaus pr. Kr. pabaigoje klimatas tapo palankus aukštapelkės pušų augimui (temperatūros kilimo ir kritulių mažėjimo tendencija). I amžiaus pr. Kr. pabaigoje - I amžiaus po Kr. pirmoje pusėje

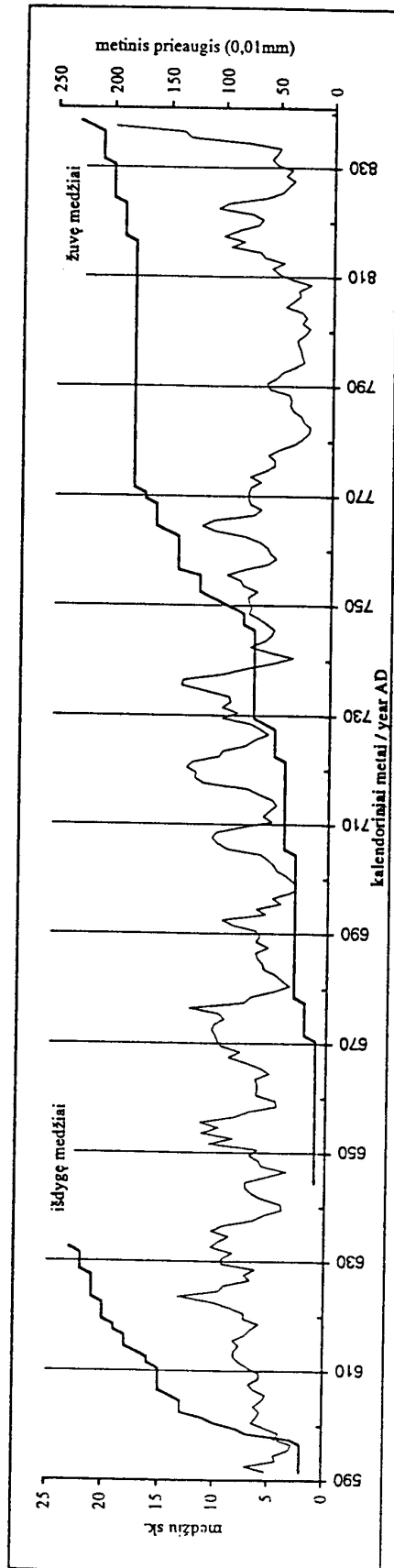
medžių prieaugis gerokai viršijo vidurkį (siekė 310% vidutinio prieaugio) ir buvo vienas didžiausių per dviejų tūkstantmečių istoriją. Geras prieaugis (siekiantis 380% vidutinio) stebimas ir II - III a. po Kr. Radialinis Užpelkių Tyrelio pušų prieaugis rodo optimalų šilumos ir sauso klimato derinį beveik iki III amžiaus po Kr. pabaigos.

Medžiams, augusiems IV ir ypač V - VI a. po Kr., charakteringas sumažėjęs radialinis prieaugis (dažniausiai mažesnis už vidutinį, kartais tesiekiantis 35% vidurkio). Kiek geresnis prieaugis, sudarantis 150%-185% vidutinio, stebimas IV a. pabaigoje ir V a. pradžioje. Pušų, augusių Užpelkių Tyrelyje, radialinis prieaugis rodo, kad IV - VI a. po Kr., išskyrus IV a. pabaigą, aukštapelkėje vyravo nepalankios augimui klimatinės sąlygos (žemos temperatūros ir drėgmė), iššaukusios pelkės vandens lygio kilimą ir pušies medyno nunykimą.

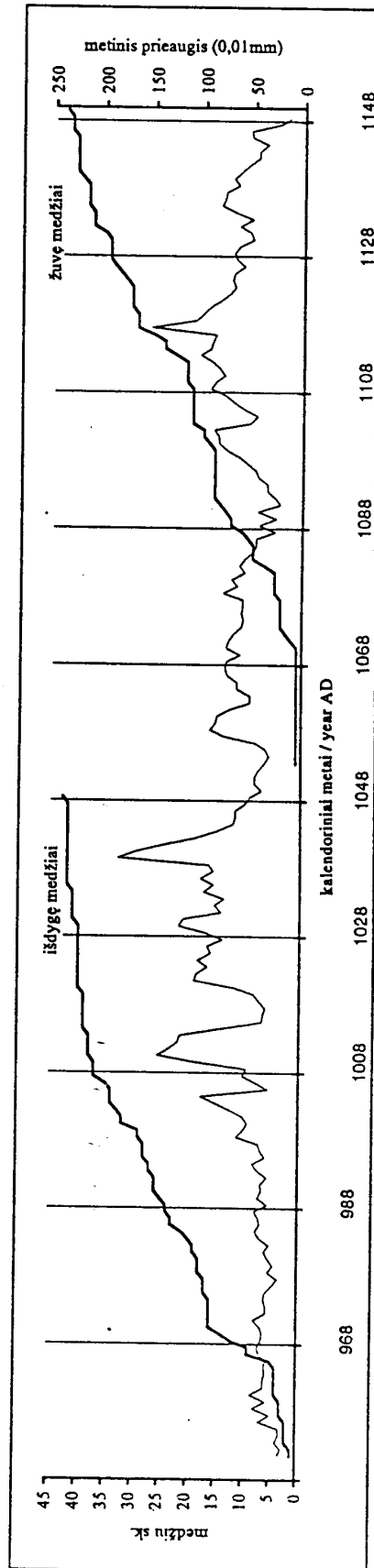
VI ir VII amžių sandūroje Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje per trumpą laiką susiformavo tankus beveik vienaamžis pušies medynas. Apie du šimtmečius vyravo aukštesnis nei vidutinis (siekiantis 195% ilgamečio vidurkio) metinis prieaugis, beveik cikliškai sumažėjantis kas 20 arba 11 metų. Medynas nunyko VIII a. pabaigoje - IX a. pirmoje pusėje. Pušyno formavimosi dinamika ir medžių radialinis prieaugis rodo, kad periodas apie septintąjį mūsų eros amžių buvo šiltas ir sausas, nes toks staigus raistinės augalijos išplitimas galėjo vykti staigiai nusiūgus pelkės vandens lygiui arba po gaisrų. Optimalios sąlygos palyginus neblogam pelkinės pušies prieaugiui truko daugiau kaip pusantro šimtmečio ir pablogėjo VIII a. pabaigoje - IX a. pradžioje.

Sekanti pušyno fazė aukštapelkėje prasidėjo apie X a. vidurį. Tai gausiausia medžių grupė, išplitusi taip pat per gana trumpą laiką ir gyvavusi iki XII a. Radialinio prieaugio chronologijoje yra trys pagerėjusio medžių augimo intervalai, kai prieaugis 30 - 40 metų beveik ištisai viršijo daugiametį vidurkį. Staigus pušies medyno išplitimas X a. viduryje taip pat rodo gana staigų pelkės nusausėjimą.

Šias pastarąsias dvi beveik vienaamžių medžių pušyno fazes skiria maždaug šimtmetį trukusi plyninės augalijos fazė. Remiantis Užpelkių Tyrelio medyno augimo dinamika, galima daryti išvadą, kad nepalankios klimatinės sąlygos IX amžiuje išskyrė du optimalius periodus: apie septintąjį ir apie vienuoliktąjį mūsų eros amžius. Šių dviejų pušyno fazių populiacijų dinamiką rodo kumuliatyvinės medžių išdygimo ir žuvimo kreivės (49 ir 50 pav.). Medyno susiformavimas VII a. pradžioje vyko daug intensyviau ir per trumpesnę laiką, negu nunykimas. Nors abiejose fazėse pastebimi medžių žuvimo suintensyvėjimo laikotarpiai, masinio medžių žuvimo baigiantis fazėms nebuvo - medynas nunykdamas palaipsniui. Panašus reiškinys pastebėtas ir tiriant Airijos durpynuose subborealio nusausėjimo laikotarpio pušyno fazes (McNally, Doyle, 1984 a, b) -



49.pav. LCWU130b medžių grupės (VI - IX a. po Kr.) per metus išdygusių bei žuvusių medžių kumuliatyvinės kreivės. Plona linija pažymėtas vidutinis metinis prieaugis.



50.pav. LCWUT60a medžių grupės (X - XII a. po Kr.) per metus išdygusių bei žuvusių medžių kumuliatyvinės kreivės. Plona linija pažymėtas vidutinis metinis prieaugis.

blogėjančios klimatinės sąlygos neiššaukdavo masinio pušų žuvimo, o medynas nunykdamas kritiškai pablogėjus atžėlimo sąlygoms dėl kylančio pelkės vandens lygio.

XII a. po Kr., baigiantis X - XII a. pušyno fazei, pradėjo formuotis naujas pušų medynas. Skirtingai nuo ankstesniųjų dviejų fazių, medžių įsikūrimas vyko palaipsniui per du šimtmečius, medynas gyvavo iki XIV a. antrosios pusės. Beveik visą gyvavimo laiką vyravo mažesnis už daugiametį vidutinį radialinis prieaugis. Tai rodo, kad vegetacijos sezono temperatūra buvo žemesnė negu I m.e. tūkstantmečio ir II tūkstantmečio pradžios raistinių fazių metu. Dauguma šios fazės medžių užsikonservavo durpėje nugriuvę (žr. 30 pav.). Galbūt medžių šaknų sistema buvo paplauta fazės pabaigoje smarkiai pakilus pelkės vandens lygiui.

Nunykus šiai miško fazei, apie tris šimtmečius tiriamajame plote vyravo plyninės augalų bendrijos. Tai ilgiausia iš visų bemiškių fazių. Plyninės bendrijos rodo pelkės vandeningumo pakilimą.

Pušyno atžėlimas vėl prasidėjo XVIII a. pabaigoje. XIX a. viduryje pušų metinis radialinis prieaugis peršoko vidutinį ir beveik visą XX amžių buvo didesnis už dviejų tūkstantmečių vidurkį. Tai rodo, kad XVIII a. pabaigoje ilgalaikės klimato sausėjimo tendencijos iššaukė pelkės vandeningumo mažėjimą, sudariusį palankias sąlygas pušų įsikūrimui, o paskutiniųjų šimtmečių vegetacijos sezono temperatūra yra viena aukščiausių per paskutinįjį tūkstantmetį.

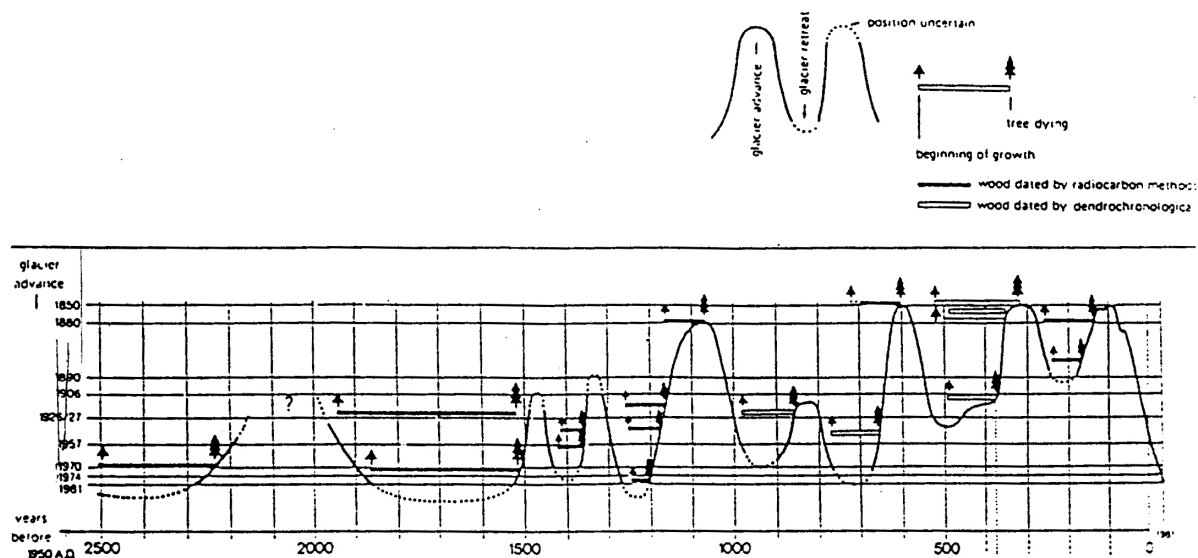
Rekonstruota aukštapelkės augalijos istorija rodo optimalias pušies augimui ekologines sąlygas (pelkės vandeningumo sumažėjimą, sauso ir šilto klimato sąlygas) buvus mūsų eros pirmo tūkstantmečio pradžioje, mūsų eros VII - VIII a., XI a. - XII a. pradžioje, XIX a. pabaigoje - XX a. Pesimalios sąlygos, kai vyravo plyninės augalų bendrijos arba metinis pušų radialinis prieaugis buvo mažas, (pakilęs pelkės vandens lygis, šaltas ar drėgnas klimatas) buvo subatlančio periodo pradžioje maždaug iki I a. pr. Kr., taip pat fiksuojamos mūsų eros IV a. pirmoje pusėje, V - VI a., IX a., XII a. viduryje, XVI - XVIII amžiais.

Nuorodų į klimatinį optimumą mūsų eros pradžioje yra kai kurių klimatologų darbuose. S.I.Barašas (Бараш, 1989), remdamasis S.I. Kostino ir J.L.Raunerio tyrimais, vertina pirmuosius du amžius po Kr. Europoje kaip šilčiausius mūsų eros amžius. Metraščiuose randama pastabų, kad durpynai pirmame amžiuje buvo taip nusausėję, kad žmonės tiesė per juos kelius (Бараш, 1989). Pirmojo tūkstantmečio vidurio amžių klimatologiniai vertinimai įvairių autorių šiek tiek prieštaringi. S.I.Barašas (Бараш, 1989) vertina IV a. buvus drėgną, tačiau nuo IV a. pabaigos nurodo prasidėjusį sausėjimą, nusitęsusių iki VIII a. V.I.Turmanina (Турманина, 1985) išskiria rytų Europoje buvusį drėgną periodą, apimančią visą IV - VII a. laikotarpį. Glaciologiniai tyrimai Apėse (Zumbühl and Holzhauser, 1988) rodo klimato

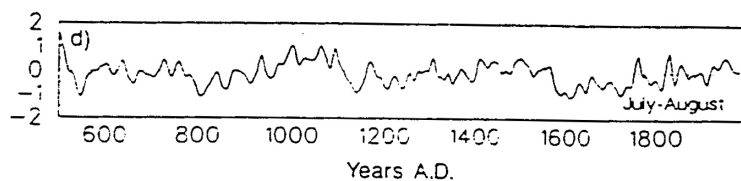
permainingą charakterį: V ir VI amžiuose nustatyti staigūs ledynų išplitimai, sukelti atšalimo ir kritulių pagausėjimo (žr. 51 pav.). Žymus vidutinių temperatūrų vegetacijos laikotarpiu (liepą - rugpjūtį) sumažėjimas apie VI a. vidurį fiksuojamas ir šiaurės Fenoskandijoje (Briffa ir kt., 1992; žr. 52 pav.), tai sutampa su M.Baillie konstatuojamu " 540 m. po Kr. atšalimo epizodu", sukėlusiu skirtingų rūšių medžių prieaugio sumažėjimą daugelyje šalių (Continental Drilling... , 1996).

Žinios apie I-ojo tūkstantmečio antrosios pusės klimatinės sąlygas taip pat negausios, skirtingų autorių vertinimai, remiantis skirtingų Europos regionų duomenimis, kartais prieštaringi. S.I. Barašas (Бараш, 1989), su nuoroda į S.I.Kostiną (Костин, 1979), vadina periodą apie V-VIII a. " antruoju kseroterminiu periodu per paskutiniuosius 4500 metų", o VIII - X amžius, pasiremdamas metraščiais, vertina kaip drėgnus. V.I.Turmanina (Турманина, 1979) sausa laiko visą I tūkstantmečio pabaigą, pradedant VIII amžiumi, remdamasi G.K.Tušinskio (Тушинский, 1979) ir V.I.Turmanina (Турманина, 1979), taip pat kitais rašytiniais šaltiniais. Tiksliu datuotos glaciologinės rekonstrukcijos (Zumbühl, Holzhauser, 1988) parodė žymų ledyno atsilaukimą VII - VIII amžiais, iššauktą kritulių sumažėjimo ir temperatūros padidėjimo. Rekonstruota Uralo dinamika rodo pelkės nusausėjimą ir vyraujančių žemiųjų medžių rūšių orus nuo VII amžiaus maždaug iki VIII a. pradžios. Tiesiogiai rievėse VII a. ryškiai pasireiškęs kvaziperiodinis cikliškumas (maždaug 22 ir 11 metų periodiškumas). S.I.Baraso pastabą, su nuoroda į P.Reisą (Reis, 1979), kad VII amžius pasižymėjo anomaliais reiškiniais, kaip ir VIII a. pradžioje, pašvaistės, sukeltais Saulės aktyvumo ir Žemės magnetinės sąveikos procesų persitvarkymų. Pušų radialinio prieaugio dinamika apie VIII a. pusėje ir plyninių augalų bendrijų įsigalėjimą sutampa su Aletčo ledyno išplitimu Alpėse (Briffa ir kt., 1992) ir rugpjūčio temperatūrų pažemėjimo apie 800 m. po Kr. periodu šiaurės Fenoskandijoje (žr. 52 pav.).

Laikotarpis apie pirmojo ir antrojo tūkstantmečių sandūrą (1000+/-200 m.) klimatologijoje žinomas kaip "klasikinė šiltoji epocha" (Ле Руа Ладюри, 1971; Бараш, 1989) arba " viduramžių šiltoji epocha" (Briffa ir kt., 1992) (Continental Drilling... , 1995). Informaciją apie šiltą ir saulėtą laiką apie X - XI mūsų eros amžių teikia įvairūs šaltiniai. Vasaros ir žiemos trukmės, rekonstrukcijos pagal medžių rievų ištisines serijas šiaurinėje Europoje rodo šiltą periodą, pradedant X a. pradžia, baigiant XI a. pabaigą (Briffa ir kt., 1992) (52 pav.). Glaciologiniai tyrimai Alpėse rodo ledynų atsilaukimą apie X a. pusėje -



51.pav. Grosser Aletsch ledyno Šveicarijos Alpēsē tūkstantmetės fluktuacijos (iš Zumbühl and Holzhauser, 1980). Kreivės pakilimai rodo ledyno išplitimą, kreivės kritimai - ledyno atsitraukimą, punktyrais parodytos nevysiškai aiškios ledyno pakraščio pozicijos. Horizontaliais stulpeliais pavaizduoti ledyno palaidotų medžių gyvenimo laikotarpiai.



52.pav. Vidutinių liepos - rugpjūčio temperatūrų šiaurinėje Fenoskandijoje rekonstrukcija pagal medžių rėvių chronologijas (iš Briffa ir kt., 1992).

XI a. (žr. 51 pav., (Zumbühl, Holzhauser, 1988)). Atitinkama informacija apie palankias klimatinės sąlygas vynuogininkystei Britanijoje, vikingų gyvenvietes Grenlandijoje ir t.t. pateikiama metraščiuose ir kronikose (Борисенков, Пасецкий, 1983; Бараш, 1989 ir kt.). Tačiau šie šaltiniai nurodo taip pat ir buvusias šaltas žiemas bei drėgnas vasaras (Бараш, 1989). Užpelkių Tyrelio subfosilinių pušų rievių pločių serijos taipogi rodo atskirus mažiau palankius augimui periodus ir "klimatinio optimumo" metu.

Antrame mūsų eros tūkstantmetyje klimato istorijos tyrinėtojai išskiria tris periodus: šiltą ir daugiausiai sausą tūkstantmečio pradžią ("mažąjį klimatinį optimumą"), po jo sekusį šaltąjį "mažąjį ledynmetį", kurio šalčiausia fazė buvo XVII a. (Lamb, 1981), ir XIX a. pabaigos - XX a. atšilimą (Ле Руа Ладюри, 1971; Lamb, 1981; Борисенков, Пасецкий, 1983; Ляхов, 1984 ir kt.). Skirtingi autoriai įvairiai nurodo perėjimo nuo "optimumo" į "mažąjį ledynmetį" laiką. Pagal H.H. Lambą, "mažasis klimatinis optimumas" Europoje baigėsi 1300 - 1310 m. (Lamb, 1981). E.P. Borisenkovas ir V.M. Paseckis nurodo, kad atšalimas prasidėjo po 1200 m., o ryškiausiai perėjimas į "mažąjį ledynmetį" pasireiškė 1300 - 1450 m., kai temperatūra nukrito vidutiniškai 1,3 - 1,4°C (Борисенков, Пасецкий, 1983). Kita grupė tyrinėtojų "mažąjo ledynmečio" pradžią nukelia į XVI a. pradžią (1510 +/- 50 m.) (Bradley, Jones, 1992). Labiausiai sutariama, kad šalčiausias periodas buvo apie 1550 - 1700 m., taip pat XIX a. pradžia (Ле Руа Ладюри, 1971; Lamb, 1981; Борисенков, Пасецкий, 1983; Zumbühl, Holzhauser, 1988 ir kt.). Šiuo metu pasaulyje skiriama daug dėmesio šių klimatinių periodų pasireiškimo laikui ir regioniniams skirtumams tirti (PANASH: Paleoclimates..., 1995).

Užpelkių Tyrelio aukštapelkės X - XII a. pušyno fazės medžių prieaugio sumažėjimas ir fazės pabaiga XII a. pirmoje pusėje siejasi su tuo laiku šiaurės Fenoskandijoje fiksuojamu žymiu vasarų atšalimu (Briffa ir kt., 1992; žr. 52 pav.) bei nedidelių ledyno išplitimu Alpėse (Zumbühl, Holzhauser, 1988; žr. 51 pav.). Aukštapelkės plyninės augalijos fazė nuo XV a. antros pusės iki XVIII a. pabaigos atitinka ryškiausią "mažąjo ledynmečio" periodą, pasižymintį žemomis temperatūromis ir padidėjusiu kritulių kiekiu (Lamb, 1981; Ле Руа Ладюри, 1971; Борисенков, Пасецкий, 1983 ir kt.). Paskutiniųjų amžių pušyno išplitimo fazės metinio radialinio prieaugio padidėjimas XIX a. viduryje atitinka klimatologų jau instrumentiškai fiksuojamą klimato atšilimą ir sausėjimą (Jones, Bradley, 1992 ir kt.).

Pušynų augimo dinamikos Užpelkio Tyrelio aukštapelkėje palyginimas su klimatologiniais tyrimais rodo, kad pesimalūs pušies augimui laikotarpiai, pasižymintys mažu metiniu radialiniu prieaugiu arba

plyninės augalijos fazėmis, atitinka periodus, klimatologų vertinamus kaip drėgni ar šalti: IV a. po Kr. pirma pusė (Бараш, 1989, Турманина, 1979), V - VI a. po Kr. (Турманина, 1979; Zumbühl, Holzhauser, 1988; Briffa et al., 1992 (VI a.)), IX a. (Zumbühl, Holzhauser, 1988; Briffa et al., 1992); XII a. vidurys (Zumbühl, Holzhauser, 1988; Briffa et al., 1992), XVI - XVIII a. (Ле Руа Ладюри, 1971; Lamb, 1981; Борисенков, Пасецкий, 1983; Бараш, 1989 ir kt.). Optimalūs (padidėjusio metinio prieaugio) periodai patvirtina sauso ir šilto klimato sąlygas mūsų eros pirmo tūkstantmečio pradžioje (Бараш, 1989), VII - VIII a. (Zumbühl, Holzhauser, 1988), XI a. (Zumbühl, Holzhauser, 1988; Briffa et al., 1992), XX a. (Ле Руа Ладюри, 1971; Lamb, 1981 ir kt.). Atitikimas tarp *Pinus sylvestris* augimo sąlygų kaitos Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje ir praeities klimato įvertinimų, atliktų kitų autorių, rodo, kad medyno augimo dinamika priklausė ne tik nuo vietinių ekologinių sąlygų, bet atspindėjo ir platesnio (Europinio) masto klimato fluktuacijas.

8. IŠVADOS

1. Lietuvos aukštapelkių durpių klotuose užsikonservavusi subfosilinė paprastosios pušies mediena (kelmai ir stiebai) išsaugo nepakitusią metinių rėvių struktūrą kelis tūkstančius metų. Jos tyrimui ir rėvių kryžminiam datavimui gali ir turėtų plačiau būti taikomi dendrochronologiniai metodai. Apie pusės (47%) Užpelkių Tyrelio subfosilinės medienos pavyzdžių metinio radialinio prieaugio serijos turėjo pakankamai ryškią bendrąją dinamiką, leidžiančią jas sinchronizuoti. Aukštapelkinių augimviečių pušies prieaugio serijų sinchronizavimą apsunkinantys veiksniai yra palyginus neilgas medžių amžius (vidutiniškai 107 metai), atskiriems medžiams būdingas prieaugio kaitos individualumas dalį ar visą augimo laikotarpį, dažnai pasitaikančios "iškrentančios" ir "dvigubos" metinės rievės, taip pat kai kuriais šimtmečiais ryškus prieaugio dinamikos cikliškumas, sąlygojantis asinchroniškai gretinamų serijų pseudopanašumą.
2. Nustatyta, kad per paskutinius du su puse tūkstančio metų Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje vyko periodiška raistinės ir plyninės augalijos fazių kaita. Tiriamajame plote pirmoji *Pinus sylvestris* L. medyno fazė prasidėjo II a. pr.Kr., medynas nunyko VI a. po Kr. Antroji medyno fazė prasidėjo masiniu medžių atžėlimu VI - VII amžių po Kr. sandūroje ir baigėsi IX amžiaus pradžioje. Trečioji pušyno fazė truko nuo X a. vidurio iki XII a. pradžios. Ketvirtosios fazės medynas pradėjo formotis antroje XII a. pusėje ir nunyko XV a. pabaigoje. Penktoji pušyno fazė prasidėjo XVIII a. pabaigoje ir truko iki durpyno eksploatacijos pradžios. Tokia detali pelkės medyno istorija Lietuvoje atkurta pirmą kartą.
3. Atlikus dabar augančių aukštapelkinėse augimvietėse *Pinus sylvestris* medžių metinio radialinio prieaugio ryšių su klimatiniais rodikliais analizę, nustatyta, kad skirtinguose Lietuvos regionuose medžiai nevienodai reaguoja į klimatinių sąlygų kaitą. Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje *Pinus sylvestris* medžių metinis radialinis prieaugis teigiamai koreliuoja su ramybės sezono pabaigos ir vegetacijos sezono mėnesių temperatūra ir neigiamai koreliuoja su metine kritulių suma. Rytų Lietuvoje, labiau kontinentinio klimato sąlygomis, medžių prieaugio koreliacija su metine temperatūra yra neigiama, teigiamą įtaką turi žiemos (gruodžio - sausio mėnesių) ir einamųjų metų rugsėjo krituliai.
4. Dėl neišreikštos prieaugio serijose amžiaus kreivės aukštapelkinių augimviečių pušies prieaugio chronologijų standartizavimas (indeksavimas) neturi statistiškai patikimos vienareikšmės įtakos koreliacinių ryšių su klimatiniais rodikliais stiprumui. Prieaugio serijų autoregresijos pašalinimas išryškina metinio prieaugio koreliaciją su tais

klimatiniais veiksniais, kurie turi priešingą poveikį einamųjų ir sekančiųjų metų prieaugiui.

5. Pirminių komponentų išskyrimas iš individualių medžių prieaugio variacijos ir šių komponentų amplitudžių panaudojimas daugiamačiuose regresijos modeliuose leidžia rekonstruoti didesnę klimatinį parametru variacijos dalį negu vienmačiai modeliai, besiremiantys vidutine visų barelio medžių prieaugio chronologija. Pagal Užpelkių Tyrelio pušų prieaugio chronologijos reikšmių fluktuacijas rekonstruojama 16,4% vidutinės vasario - rugsėjo mėnesių temperatūros variacijos, o pritaikius regresijos modelį, kurio nepriklausomi kintamieji yra medžių prieaugio variacijos dviejų pirminių komponentų amplitudės - 24,2%.
6. Nepalankūs laikotarpiai paprastosios pušies augimui Užpelkio Tyrelio aukštapelkėje, rodantys pelkės vandens lygio pakilimo, vegetacijos sezono temperatūros pažemėjimo ir (arba) kritulių pagausėjimo tendencijas, rekonstruojami Subatlančio laikotarpio pradžioje iki I a. pr. Kr., IV amžiaus po Kr. pirmoje pusėje, V - VI amžiais po Kr., IX a., XII a. viduryje, XVI - XVIII a. Optimalūs padidėjusio medžių metinio prieaugio periodai, rodantys pelkės nusausėjimo, sauso ir (arba) šilto klimato sąlygas, buvo mūsų eros pirmaisiais amžiais, VII - VIII a., XI a., XIX a. antroje pusėje - XX amžiuje. Šie periodai atitinka kitų autorių atliktus praeities klimato Europoje vertinimus. Atitikimas tarp *Pinus sylvestris* augimo sąlygų kaitos Užpelkių Tyrelio aukštapelkėje ir kitų autorių paleoklimatinių rekonstrukcijų rodo, kad medyno augimo dinamika priklausė ne tik nuo vietinių ekologinių sąlygų, bet atspindėjo ir Europinio masto klimato fluktuacijas.
7. Įrodyta, kad subfosilinės medienos, užsikonservavusios aukštapelkių durpėse, tyrimas dendrochronologiniais metodais, pasitelkiant radioanglies datavimo ir paleobotaninius nuosėdų analizės metodus, suteikia galimybę atkurti praeities augalijos kaitos aspektus ir įvertinti paleoekologinių sąlygų svyravimus. Siekiant papildyti ir patikslinti gautą šiame darbe informaciją, t.y. vienerių metų tikslumu datuoti praeities medžių augimo laikotarpius ir sudaryti ištisinę aukštapelkinių augimviečių pušies metinio radialinio prieaugio chronologiją, būtina pratęsti tyrimus panašaus pobūdžio objektuose - aukštapelkėse, kuriose augančių pušų prieaugio dinamika būtų panaši į Užpelkių Tyrelio medžių ir kuriose pušynas būtų augęs tais laikotarpiais, kai Užpelkių Tyrelio pelkės tirtame plote medynas buvo nunykęs.

LITERATŪRA

1. Aniol R.W. (1983). Tree-ring analysis using Catras. - *Dendrochronologia*, 1: 45-53.
2. Baillie M.G.L. (1982). *Tree-Ring Dating and Archaeology*. - London - Canberra. 274 p.
3. Baillie M.G.L. (1986). Dendroscales of Northern Ireland and their limitations for the reconstruction of past environments. - Papers presented at the ILASA Workshop on "Regional Resource Management", September 30-4 October, 1985, Albena, Bulgaria: 143 - 154.
4. Baillie M.G.L., J.R.Pilcher (1973). A simple cross-dating program for tree-ring research. - *Tree-Ring Bulletin*, 33: 7-14.
5. Balčiūnas V., Bitvinskas T., Bacevičius G. (1983). Automatizuota rėvių parametru matavimo linija. - *Liet. MA Botanikos institutas*. 3 p.
6. Bartholin T. (1987). Dendrochronology in Sweden. - In: *Dendrochronology around the Baltic*, Helsinki: 79-89.
7. Becker B. (1979). Dendrochronologie subfossiler Baumstämme aus Flußschottern, Hochmooren und Waldgrenzstandorten. - *Allgemeine Forst Zeitschrift*, 49: 1360-1364.
8. Becker B. (1981). Füllungsdaten Römischer Bauhölzer. - *Fundberichte aus Baden-Württemberg*, 6: 369-386.
9. Becker B., Schmidt B. (1989). Extension of the European oak chronology to the past 9224 years. - *PACT* 29.
10. Bednarz Z. (1981). Relationship of tree-ring widths in the Tatra Mountains to variations in monthly temperature and precipitation. - *Dickenwachstum der Bäume - Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt*. Heft 142, Wien: 367-389.
11. Bednarz Z. (1984). The comparison of dendroclimatological reconstructions of summer temperatures from the Alps and Tatra Mountains from 1741 - 1965. - *Dendrochronologia* 2: 63 - 72.
12. Beeckman H. (1992). Redundancy analysis of tree rings and meteorological data in a Nelder design poplar plantation. - *Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund*: 22-26.
13. Beeckman H. (1993). Tree ring analysis as an ecological tool: a review of dendrochronological variables. - *Biol. Jb. Dodonea*, 61: 36 - 56
14. Bircher W. (1982). *Zur Gletscher- und Klimageschichte des Saastales*. - Geographisches Institut der Universität, Zürich, 182 p.
15. Birks H.H. (1975). Studies in the vegetational history of Scotland. 4. Pine stumps in Scottish blanket peats. - *Phil. Trans. R. Soc. Lond., B*. 270 (905): 181-226.
16. Blasing T.J., (1978). Time series and multivariate analysis in paleoclimatology. - *Time Series and Ecological Processes*, No. 5: 212-226.
17. Blasing T.J., Duvick D.N. (1984). Reconstruction of precipitation history in North American corn belt using tree rings. - *Nature*, Vol. 307, No. 5947: 143-145.
18. Blasing T.J., Fritts H.C. (1973). Past Climate of Alaska and Northwestern Canada as Reconstructed from Tree Rings. - *Climate of the Arctic*: 48-58.
19. Blasing T.J., Solomin A.M., Duvick D.N. (1984). Response functions revisited. - *Tree-Ring Bulletin*, 44: 1-15.
20. Blasing T.J., Stahle D.W., Duvick D.N. (1988). Tree ring - based reconstruction of annual precipitation in the South - Central United States from 1750 to 1980. - *Water Resources Research*, vol. 24, No 1: 163-171.

21. Bradley R.S., Jones P. D., (1992). When was the " Little Ice Age"? - Proceedings of the International Symposium on the Little Ice Age Climate, Tokio: 1-4.
22. Briffa K.R., (1987). Relationships between British climate and the radial growth of *Quercus* species - an empirical approach to climate reconstruction. - Applications of Tree-ring Studies. BAR International Series 333: 69 - 89.
23. Briffa K.R. (1992). Dendroclimatological reconstructions in Northern Fennoscandia. - Proceedings of the International Symposium on the Little Ice Age Climate, Tokyo: 5-10.
24. Briffa K.R. (1992). Increasing productivity of "natural growth" conifers in Europe over the last century. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 64-71.
25. Briffa K.R., Bartholin T., Eckstein D., Jones P.D., Karlen W., Schweingruber F.H., Zetterberg P. (1990). A 1,400-year tree-ring record of summer temperatures in Fennoscandia. - *Nature*, 346: 434-439.
26. Briffa K.R., Cook E.R. (1990). Methods of response function analysis. - In: Methods of dendrochronology: application in the environmental sciences (Eds. E.R.Cook and L.Kairiukstis), Kluwer: 240-247.
27. Briffa K.R., Jones P.D., Bartholin T., Eckstein D., Schweingruber F.H., Karlen W., Zetterberg P., Eronen M. (1992). Fennoscandian summers from AD 500: temperature changes on short and long timescales. - *Climate Dynamics*, 7: 111-119.
28. Briffa K.R., Jones P.D., Wigley T.M.L., Pilcher J.R., Baillie M.G.L. (1983). Climate reconstruction from tree rings. Part 1. Basic methodology and preliminary results for England. - *J. of Climatology*, 3: 233 - 242.
29. Briffa K.R., Jones P.D., Wigley T.M.L., Pilcher J.R., Baillie M.G.L. (1988). Climate reconstruction from tree rings. Part 2. Spatial reconstruction of summer mean sea level pressure patterns over Great Britain. - *Journal of Climatology*, 6: 1-15.
30. Briffa K.R., Jones P.D., Schweingruber F.H. (1988). Summer temperature patterns over Europe: A reconstruction from 1750 AD based on maximum latewood density indices of conifers. - *Quaternary Research*, 30: 36-52.
31. Brinkmann W.A.R. (1989). Comparison of two indicators of climatic change: tree growth and Lake Superior water supplies. - *Quaternary Research*, 32: 51-59.
32. Brown D.M. & Baillie M.G.L. (1992). Construction and dating of a 5000 year English bog oak tree-ring chronology. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 72-75.
33. Budriūnas A.R., Bitvinskas T. (1987). Some regularities in the dynamics of the radial increment of the scotch pine with the respect to spatial - ecological factors of the western regions of the Soviet Union. - In: Methods of Dendrochronology (eds Kairiukstis L., Bednars Z., Felikstik E.). Vol. I, Warsaw: 580 - 604.
34. Cleaveland M.K., Stahle D.W. (1989). Tree-ring analysis of surplus and deficit runoff in the White River, Arkansas. - *Water Resources Research*. Vol.25, No.6: 1391-1401.
35. Continental Drilling for Paleoclimatic Records (ed. S.M.Colman), (1996). - PAGES Workshop Report Series, 96 - 4.
36. Cook E.R., Holmes R.L. (1986). Users manual for program ARSTAN. - In: R.L.Holmes, R.K.Adams, H.C.Fritts (eds.), Tree-ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. Chronology Series VI. Tucson: Univ. of Arizona : 510-565.

37. Cook E.R., Jacoby G.C. (1977). Tree ring - drought relationships in the Hudson Valley. - New York. Science, 198: 399-401.
38. Cook E.R., Jacoby G.C. (1983). Potomac River streamflow since 1730 as reconstructed by tree rings. - J. Clim. Appl. Meteorol., 22: 1659-1672.
39. Dagys J. (1980). Augalų ekologija. - Vilnius, 239 p.
40. Delorme A., Leuschner H., Tuxen J., Höfle H., (1983). Der subatlantische Torfeichen-Horizont "Sieden", erneut belegt im Toten Moor am Steinhuder Meer. - Telma, Band 13: 33-51.
41. Dendrologija (sud. V. Ramanauskas), (1973). - Vilnius, 319 p.
42. Douglass A.E. (1914). A method of estimating rainfall by the growth of trees. The Climatic Factor. - Carnegie Institute of Washington Publications, 192: 101-122.
43. Douglass A.E. (1921). Dating our prehistoric ruins. - Natural History, 21(1): 27-30.
44. Douglass A.E. (1937). Tree rings and chronology. - Phys. Sci. Bull. (Arizona), N. 1.
45. Dutilleul P., Till C. (1989). Detection of atypical years in tree-ring series by construction of a temporal walk in the principal components planes. - Tree-Ring Bulletin, 49: 11-21.
46. Eckstein D. (1979). Die Dendrochronologie in Baugeschichte und Volkskunde. - Allgemeine Forst Zeitschrift, 49: 1348-1351.
47. Eckstein D. (1986). Temperature fluctuations in Western Europe during the last 1000 years as derived from tree rings and other proxy indicators. Regional Resource Management - Papers presented at the workshop September 30 - 4 October, 1985, Albena, Bulgaria: 33 - 46.
48. Eckstein D. (1989). Qualitative assessment of past environmental changes - In: Methods of Dendrochronology (Eds. E.R. Cook and L. Kairiukstis), Kluwer: 220-224.
49. Eckstein D. (1992). The assessment of shoot growth as a dendrochronological variable. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 89.
50. Eckstein D., Aniol R. (1981). Dendroclimatological reconstruction of the summer temperatures for an Alpine region. Dickenwachstum der Bäume - Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt. Heft 142, Wien: 391-398.
51. Eckstein D., Wažny T., Bauch J. & Klein P. (1986). New evidence for the dendrochronological dating of Netherlandish paintings. - Nature, 320: 465-466.
52. Edouard J.L., Tessier L., Thomas A. (1992). Holocene paleoenvironment in the French Alps: dendrochronological approach. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 90-93.
53. Eklund B., (1956). The annual ring variations in spruce in the centre of northern Sweden and their relation to the climatic conditions. - Neddelanden Fran Statens Skogforskningsinstitut, 47: 2 - 63.
54. Eronen M., Hyvärinen H. (1982). Subfossil pine dates and pollen diagrams from northern Fennoscandia. - Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 103: 437-445.
55. Eronen M., Huttunen P., Zetterberg P. (1991). Opportunities for dendroclimatological research in Fennoscandia. - Paleoclimate Research, Vol.6. Strasbourg.
56. Eronen M., Zetterberg P., Huttunen P. (1986). Climatic fluctuations in Norden as derived from tree rings and other proxy data. - Papers presented at the IIASA

- Workshop on "Regional Resource Management", September 30-4 October, 1985, Albena, Bulgaria: 75 - 110.
57. Eronen M., Zetterberg P. (1992). Dendrochronology and climatic history in the Subarctic area of Fennoscandia. - The Finish research programme on climate change, Helsinki: 13-18..
 58. Ferguson C.W. (1969). A 7104 year annual tree-ring chronology for Bristlecone Pine (*Pinus aristata*) for the White Mountains of California. - *Tree-Ring Bulletin*, 29, (3-4): 3-29.
 59. Ferguson C.W., Graybill D.A. (1983). Dendrochronology of Bristlecone pine: a progress report. - *Radiocarbon* 25: 287-288.
 60. Fletcher J.M. (1978). Dendrochronology in Europe. - Oxford, B.A.R., International Series, No 51.
 61. Fritts H.C. (1976). *Tree Rings and Climate*. - Academic Press, London, 567 p.
 62. Fritts H.C. (1987). Principles and practices of dendroecology. - *Proceedings of the International Symposium on Ecological Aspects of Tree - Ring Analysis*, August 17 - 21, 1986, Marymount College, Tarrytown, New York: 6 - 17.
 63. Fritts H.C., Guiot J., Gordon G.A., Schweingruber F.H. (1989) Methods of calibration, verification and reconstruction. - In: *Methods of dendrochronology: application in the environmental sciences* (Eds. E.R.Cook and L.Kairiukstis), Kluwer: 163-217.
 64. Fritts H.C., Shatz D.J. (1975). Selecting and characterizing tree-ring chronologies for dendroclimatic analysis. - *Tree-Ring Bulletin*, 35: 31-40.
 65. Fritts H.C., Vaganov E.A., Sviderskaja I.V., Shashkin A.V. (1992). Modeling tree-ring climatic relationships. - *Proceedings of the International Dendrochronological symposium*, Ystad - 1990, Lund: 104-108.
 66. Groves C., Hillam J. (1988). The potential of non-oak species for tree-ring dating in Britain. - *Proceedings of a conference on the application of scientific techniques to archaeology*, Glasgow - 1987. BAR British Series 196: 567 - 579.
 67. Gudelis V. (1958). Lietuvos geografinės aplinkos raida geologinėje praeityje. - In: *Lietuvos TSR fizinė geografija*, Vilnius : 42-101.
 68. Hawley F.M. (1937). Relationship of southern cedar growth to precipitation and runoff. - *Ecology*, 18: 398-405.
 69. Hillam J., Morgan R.A., Tyers I. (1987). Sapwood estimates and the dating of short ring sequences. - *Applications of Tree-Ring Studies*. B.A.R. International Series, 333: 165-185.
 70. Hillam J. (1987). Problems of dating and interpreting results from archaeological timbers. - B.A.R. International Series, 333: 141-155.
 71. Holmes R.L. (1983). Computer - assisted quality control in tree-ring dating and measurement. - *Tree-Ring Bull.*, 43: 69-78.
 72. Hollstein E. (1979). *Mitteuropäische Eichenchronologie*. - Mainz am Rhein.
 73. Huber B., Giertz V. (1970). Central European Dendrochronology for the Middle Ages. *Scientific Methods in Mediaeval Archaeology*. - Berkeley and Los Angeles.
 74. Hughes M.K., Brown P.M. (1992). Drought frequency in central California since 101 B.C. recorded in giant sequoia tree rings. - *Proceedings of the International Dendrochronological symposium*, Ystad - 1990, Lund: 90-93.
 75. Hustich I. (1981). Some remarks on the climate / tree growth relation in Northern Europe. - *Dickenwachstum der Bäume - Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt*. Heft 142, Wien: 309-325.

76. Jacoby G.C., Cook E.R. (1981). Past temperature variations inferred from a 400-year tree-ring chronology from Yukon territory, Canada. - *Arctic and Alpine Research*, Vol. 13, No. 4: 409-418.
77. Jacoby G.C., Cook E.R., Ulan L.D. (1985). Reconstructed summer degree days in Central Alaska and Northwestern Canada since 1524. - *Quaternary Research*, 23: 18-26.
78. Jacoby G.C., Ivanciu I.S., Ulan L.D. (1988). A 263-year record of summer temperature for Northern Quebec reconstructed from tree-ring data and evidence of a major climatic shift in the early 1800's. - *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 64: 69-78.
79. Jalkanen R., Kurkela T. (1992). VB - method for the determination of pine defoliation in the past. - *Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 153-157.*
80. Jones P.D., Bradley R.S. (1992). Global - scale temperature changes during the period of instrumental records. - *Proceedings of the International Symposium on the Little Ice Age Climate, Tokio: 253 - 255.*
81. Kabailienė M. (1979). *Taikomosios palinologijos pagrindai*. - Vilnius, 147 p.
82. Kabailienė M. (1990). *Lietuvos Holocenas*. - Vilnius, 176 p.
83. Kairaitis J., Karpavičius J. (1996). Radial growth peculiarities of oak (*Quercus robur* L.) in Lithuania. - *Ekologija (Vilnius)*, Nr. 4: 12 - 19.
84. Kairiukstis L., J. Grigaliunas, L. Skuodiene, Stravinskienė V. (1987). Physiological and dendrochronological indications of forest decline and their application for monitoring. *Forest Decline and Reproduction: Regional and Global Consequences*. - *Proceedings of a workshop held in Krakow, Poland, 23-27 March 1987, Laxenburg: 151-168.*
85. Kaiser K.F. (1987). Late glacial reforestation in the Swiss Mittelland and in Wisconsin illustrated by the Deatttau and the Two Creeks buried forests. - *Proc. of the Int. Symposium on Ecological Aspects of Tree-Ring Analysis, Aug. 17-21, 1986, New York: 291-297e.*
86. Kaiser K.F., Eicher U. (1987). Fossil pollen, molluscs, and stable isotopes in the Dätttau valley, Switzerland. - *Boreas*, Vol. 16.: 293-303.
87. Kalicki T., Krąpiec M. (1995). Problems of dating alluvium using buried subfossil tree trunks: lessons from the 'black oaks' of the Vistula Valley, Central Europe. - *The Holocene*, 5(2): 243 - 250.
88. Kienast F., Kuhn N. (1989). Simulating forest succession along ecological gradients in southern Central Europe. - *Vegetatio* 79: 7-20.
89. Kienast F., Schweingruber F.H. (1986). Dendroecological studies in the Front Range, Colorado, U.S.A. - *Arctic and Alpine Research*, Vol. 18, 3: 277-288.
90. Krąpiec M., (1992). Skale dendrochronologiczne późnego holocenu południowej i centralnej Polski. - *Geologija t. 18, z.3, Krakow: 37-119.*
91. Kriukelis R. (1995). *Pinus sylvestris* paežerių medynų radialinio prieaugio fluktuacijų analizė. Gamtos mokslų daktaro disertacija. - Vilnius.
92. Kunskas R. (1986). Lietuvos pelkių durpėdara ir mineralizacija, jų klotų būklė. - *Geografijos metraštis (Vilnius)*, XXII - XXIII: 40 - 58.
93. Lageard J.G.A., Chambers F.M., Thomas P.A. (1992). Paleoforest reconstruction from peat exhumations at White Moss, South Cheshire, UK. - *Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 172-176.*

94. LaMarche V.C., Jr., (1968). Rates of slope degradation as determined from botanical evidence, White Mountains, California. U.S. - Geol. Surv. Prof. Pap. Vol. 352 (I): 341 - 347.
95. LaMarche V.C., Jr., Fritts H.C. (1971). Tree-rings, glacial advance and climate in the Alps. - Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. VII, Heft 1-2: 126-131.
96. LaMarche V.C., Jr., Fritts H.C. (1972). Tree rings and sunspot numbers. - Tree Ring Bull. Vol. 32: 19 - 33.
97. Lamb H.H. (1981). Climate: Present, Past and Future. V. 1, 2. - London - New York
98. Leuschner H.H. (1992). Subfossil trees. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 193-197
99. 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, August 17-21, 1986, Marymount College, Tarrytown, New York: 298-318.
100. Lietuvos klimato žinyas. Krituliai (Red. J.Mikalajūnienė)(1991), Vilnius, 122p.
101. Lietuvos klimato žinyas. Oro temperatūra (Red. G.Alosevičienė) (1992). - Vilnius, 140 p.
102. Lietuvos TSR durpynų kadastras (1966). - Vilnius, 192 p.
103. Läänelaid A. (1981). Pines on bogs as indicators of fires in the past. - Anthropogenous changes in the plant cover of Estonia. Tartu : 91 - 94.
104. Läänelaid A. (1982). Radial increment of bog pines and climatic changes. - In: Peatland Ecosystems. Estonian Contributions to the International Biological Programme, No 9. Tallin: 134 - 147.
105. McNally A., Doyle G.J. (1984 a). A study of subfossil pine layers in a raised bog complex in the Irish Midlands - I. Palaeowoodland extent and dynamics. - Proceedings of the Royal Irish Academy, vol. 84, B, No. 6: 57-70.
106. McNally A., Doyle G.J. (1984 b). A study of subfossil pine layers in a raised bog complex in the Irish Midlands - II. Serial relationships and floristics. - Proceedings of the Royal Irish Academy, vol. 84, B, No. 7: 71-81.
107. Mc Vean D.N. (1963 a). Ecology of Scots pine in the Scottish Highlands. - J. Ecol. 51: 671-686.
108. Mc Vean D.N. (1963 b). Growth and mineral nutrition of Scots pine seedlings on some common peat types. - J. Ecol. 51: 657-670.
109. Meko D., Hughes M., Stockton C., (1991). Climate change and climate variability: the paleo record. Managing Water Resources in the West under Conditions of Climate Uncertainty - Proceedings of a Colloquium November 14-16, 1990, Scottsdale, Arizona : 71-100.
110. Meko D.M., Stockton C.W., Boggess W.R. (1980). A tree-ring reconstruction of drought in southern California. - Water Resources Bulletin, 16(4): 594-600.
111. Mikola P. (1978). Consequences of climatic fluctuation in forestry. - Fennia, 150: 39-43.
112. Mills C. (1992). Dating short tree-ring sequences: an evaluation of three statistical procedures. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 225-229.
113. Mitchell J.M. Jr. (1980). History and mechanisms of climate. - Das Klima - Analysen und Modelle, Geschichte und Zukunft. Berlin: 31 - 42.

114. Munaut A.V. (1966 a). Recherches dendrochronologiques sur *pinus sylvestris*. I. Etude de 45 pins sylvestres recents originaires de Belgique. - Agricultura (Belg.), Vol.14, N2: 193-232.
115. Munaut A.V. (1966 b). Recherches dendrochronologiques sur *pinus sylvestris*. II. Premiere applications des methods dendrochronologiques a l'etude de pinus sylvestres subfossiles (Terneuzen, Pays-Bas). - Agricultura (Belg.), Vol.14, N3: 361-389.
116. Munro M.A.R. (1984). An improved algorithm for crossdating tree-ring series. - Tree-Ring Bulletin, Vol.44: 17-27.
117. Munzar J. (1988). The climate in Central Europe in historical past and possibilities of its reconstruction. - Historical Geography, 27, Separatum. Prague: 109-122.
118. Natkevičaitė - Ivanauskienė M. (1983). Botaninė geografija ir fitocenologijos pagrindai. - Vilnius, 280 p.
119. Oleksyn J. (1980). Wpływ aktywności Słońca na cykliczne zmiany rocznych przyrostów grubości sosny zwyczajnej i smolowej z terenu Puszczy Niepolomickiej. - Arboretum Kornickie, Rocznik XXV - 1980: 311 - 317.
120. Olsen H.C. (1992). Extremes in tree-ring indices of Norway spruce explained by weather. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 238-241.
121. PANASH: Paleoclimates of the Northern and Southern Hemispheres (1995). - PAGES series, 95 - 1.
122. Pelfini M. (1993). Impact on radial growth of the opening of a new ski - run on conifers in Bornio, Italy. - Dendrochronologia, 11: 45 - 54.
123. Pikšrytė R. (1989). Pelkinių augimviečių pušies radialinio prieaugio grupinio kitimo savybės. - Jaunųjų mokslininkų straipsnių rinkinys, Lietuvos Mokslų akademija, Vilnius: 108 - 116.
124. Pikšrytė R. (1994). Influence of climate on the radial growth of *Pinus sylvestris* in a peat bog of Lithuania. - Abstracts of the International Conference on Tree Rings, Environment, and Humanity: Relationships and Processes, May 17 - 21, 1994, Tucson, Arizona, USA: 44.
125. Pikšrytė R. (1994). *Pinus sylvestris* forest phases in Užpelkių Tyrelis peat bog (Western Lithuania) during the Subatlantic period as derived by crossdating subfossil timber. - Abstracts and papers of the conference on geochronology and dendrochronology of old town's and radiocarbon dating of archaeological findings, Vilnius/Lithuania, Oct. 3 - Nov. 4, 1994: 32.
126. Pikšrytė R. (1995). Dendrochronological study on palaeowoodland dynamics in a western Lithuanian peat bog. - Abstracts of International Meeting " Absolute Dating Methods", Gliwice, Poland : 49.
127. Pikšrytė R. (1996). Dendrochronological study on palaeowoodland dynamics in a western Lithuanian peat bog. - Zeszyt Zawiera Materiały V Konferencji " Metody chronologii bezwzględnej", Gliwice Rudy, 6-8 kwietnia, 1995, Poland. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Matematyka - Fizyka, Nr. 1330, Z. 79, Geochronometria 13, Gliwice: 203 - 214.
128. Pikšrytė - Pukienė R. (1996). 2000 years woodland history in Užpelkių Tyrelis peat bog. - Abstracts of Conference of the European Dendrochronology Workshop 2 - 5 May, 1996, Moudon, Switzerland : 38.

129. Pikšrytė R., Bitvinskas T. (1996). Tree-rings of different species and environment. - Proceedings of the International Meeting on " Baltic Network of Biodiversity and Productivity of Selected Species in Coastal Ecosystems", 4-8 October 1995, Nida, Lithuania. Vilnius: 43 - 44.
130. Pikšrytė R., Bitvinskas T. (1996) The usage of dendrochronological data of *Pinus sylvestris* and the possibilities of its expansion. - Proceedings of the International Meeting on " Baltic Network of Biodiversity and Productivity of Selected Species in Coastal Ecosystems", 4-8 October 1995, Nida, Lithuania. Vilnius: 45 - 47.
131. Pilcher J.R., Baillie M.G.L., Schmidt B., Becker B. (1984). A 7272 - year tree-ring chronology for western Europe. - *Nature*, Vol. 312: 150-152.
132. Renner F. (1982). Beiträge zur Gletschergeschichte des Gotthardgebietes und Dendroklimatologische Analysen an Fossilen Hölzern. - Geographisches Institut der Universität, Zürich, 180 p.
133. Roig F.A., Boninsegna J.A. (1992). Chiloe Island (Chile) summer precipitation reconstructed for 426 years from *Pilgerodendron uviferum* tree-ring chronologies. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 277-280.
134. Sass U., Eckstein D. (1992). The annual vessel area of beech as an ecological indicator. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 281-285.
135. Schiyatov S.G. and Mazepa V.S. (1986). Natural fluctuations of climate in the eastern regions of the USSR based on tree ring series. - Papers presented at the IIASA Workshop on "Regional Resource Management", September 30-4 October, 1985, Albena, Bulgaria: 47 - 74.
136. Schou J. & Rytter E. (1992). Dendrochronological dating using scanning and imageprocessing. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 286-287.
137. Schove D.J. (1974). Dendrochronological dating of oak from Old Windsor, Berkshire c. 650-906. - *Medieval Archaeol*, XVII: 165-172.
138. Schweingruber F.H. (1983). *Der Jahrring*. - Bern, Stuttgart, 234 p.
139. Schweingruber F.H. (1986). Tree rings as indicators for normal and anthropogenic environmental changes. - Papers presented at the IIASA Workshop on "Regional Resource Management", September 30-4 October, 1985, Albena, Bulgaria: 123 - 142.
140. Schweingruber F.H., Bartolin T., Schar E., Briffa K.R. (1988). Radiodensitometric - dendroclimatological conifer chronologies from Lapland (Scandinavia) and the Alps (Switzerland). - *Boreas*, Vol. 17, Oslo: 559-566.
141. Schweingruber F.H., Braeker O.U., Schaer E. (1978). Dendroclimatic studies in Great Britain and in the Alps. - Int. Conf. Evolution of planetary atmospheres and climatology of the earth, 16-20 Oct. 1978, Nice: 369-372.
142. Schweingruber F.H., Briffa K.R., Jones P.D. (1991). Yearly maps of summer temperatures in Western Europe from A.D. 1750 to 1975 and Western North America from 1600 to 1982. - *Vegetatio*, 92: 5 - 71.
143. Schär E., Schweingruber F.H. (1988). 4000 year's forest development in pre-christian times near a mountain lake in the Alps. - *Dendrochronologia*, 6: 131-140.
144. Seibutis A. (1958). Lietuvos pelkės. - In: Lietuvos TSR fizinė geografija, Vilnius: 337-382.

145. Seibutis A. (1966). Geobotaninė durpių telkinių tipologija. - In: Lietuvos TSR durpynų kadastras. Vilnius: 12 - 27.
146. Serre-Bachet F. (1992). Annual temperature reconstructions for the mediterranean area (1700-1979). - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 293-297.
147. Shulman E. (1951). Tree-ring indices of rainfall, temperature and river flow. Compendium of Meteorology. - American Meteorological Society, Boston: 1024-1029.
148. Shulman E. (1956). Dendroclimatic Change in Semiarid America. - University of Arizona Press.
149. Siren G. (1965). Tree rings and climate forecasts. - New Scientist, 146: 18 - 25.
150. Skaisgirys V. (1966). Durpių fondas. - In: Lietuvos TSR durpynų kadastras. Vilnius: 27 - 29.
151. Songailienė A., Ženauskas K. (1985). Tyrimo duomenų biometrinis vertinimas. - Vilnius, 167 p.
152. Stahle D.W., Cleaveland M.K., Hehr J.G., (1988). North Carolina climate changes reconstructed from tree-rings: A.D. 372 to 1985. - Science, vol. 140: 1517-1519.
153. Stahle D.W., Cleaveland M.K. (1988). Texas drought history reconstructed and analyzed from 1698 to 1980. - Journal of Climate. Vol. 1: 59-74.
154. Stahle D.W., Cleaveland M.K., Cerverny R.S. (1991). Tree-ring reconstructed sunshine duration over central USA. - International Journal of Climatology, Vol. 11: 285-295.
155. Stockton C.W. (1975). Long-term streamflow records, reconstructed from tree-rings. - Papers of the Laboratory of Tree-Ring Research, No 5, University of Arizona, Tucson.
156. Stockton C.W., Fritts H.C. (1973). Long-term reconstruction of water level changes of lake Athabasca by analysis of tree rings. - Water Resources Bulletin, 9: 1006-1027.
157. Stockton C.W., Meko D.M. (1975). A long-term history of drought occurrence in Western United States as inferred from tree-rings. - Weatherwise, 28 (6): 244-249.
158. Stravinskienė V., Kairiukstis L. (1987). Dendrochronologies for moist forests of the Lithuanian SSR and their application for ecological forecasting. - Dendrochronology around the Baltic, Helsinki: 119-135.
159. Stravinskienė V., Kairiukstis L., (1992). Application of dendrochronology in regional monitoring of forest decline. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 159-161.
160. Studhalter R.A. (1956). Early history of crossdating - Tree-Ring Bulletin, 21.
161. Stuiver M., Pearson G.W. (1986). High-precision calibration of the radiocarbon time scale, AD 1950 - 500 BC. - Internatl 14C Conf, 12th Proc: Radiocarbon v. 28, no 2b: 805-838.
162. Tallis J.H. (1975). Tree remains in southern Pennine peats. - Nature, 256 (5517): 482-4.
163. Van der Plicht J. and Mook W.G. (1989). Calibration of radiocarbon ages by computer. - Radiocarbon, Vol. 31, No. 3: 805-816.
164. Vilenkinas N. (1979). Kombinatorika. - Kaunas, 248 p.
165. Vogel J.C., Casparie W.A., Munaut A.V. 1969. Carbon-14 trends in subfossil pine stubs. - Science, 166: 1143-1145.

166. Ważny T. (1990). Aufbau und Anwendung der Dendrochronologie für Eichenholz in Polen. - Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades des Fachbereichs Biologie der Universität Hamburg. Hamburg, 213 p.
167. Ważny T. (1992). Historical timber trade and its implications on dendrochronological dating. - Proceedings of the International Dendrochronological symposium, Ystad - 1990, Lund: 331-333.
168. Ważny T., Eckstein D. (1991). The dendrochronological signal of oak (*Quercus* spp.) in Poland. - *Dendrochronologia*, 9: 35 - 50.
169. Wonnacott T.H., Wonnacott R.J. (1979). Regression: a second course in statistics. - New York, 556 p.
170. Zetterberg P., Merilainen J. (1987). A pine chronology for eastern Finland and the dating of historical timber constructions. - *Dendrochronology around the Baltic*, Helsinki: 57-63.
171. Zielski A. (1987). The laboratory of dendrochronology in Torun - process of organization. - *Dendrochronology around the Baltic*, Helsinki: 105-109.
172. Аболин Р.И. (1915). Болотные формы сосны *Pinus silvestris*. Тр. Бот. музея АН, Т.14.
173. Адаменко М.Ф. (1979). Реконструкция динамики термического режима летних месяцев на территории Горного Алтая в XIV - XX вв. - *Дендрохронология и дендроклиматология*. Москва: 110 - 113.
174. Адаменко В.Н. (1983). Изменения климата и природных ресурсов как междисциплинарная проблема. - *География и природные ресурсы*, 1.
175. Балявичене Ю. (1991). Синтаксономо-фитогеографическая структура растительности Литвы. - Вильнюс, 218 с.
176. Бараш С.И. (1989). История неурожаев и погоды в Европе. - Ленинград, 237 с.
177. Беднаж З. (1975). Географический предел подобия кривых годовичных приростов кедра европейского (*Pinus cembra* L.) в Европе. - Биологические основы дендрохронологии (Материалы к симпозиуму XII - того международного ботанического конгресса, Ленинград, июль, 1975). Вильнюс - Ленинград: 75-83.
178. Белонин М. Д., Голубева В.А., Скублов Г.Т. (1982). Факторный анализ в геологии. - Москва.
179. Берри Б.Л., Либерман А.А., Лукьянова Л.М., Турманина В.И. (1979). Выявление с помощью ЭВМ периодов вековых колебаний климата по дендрохронологическим рядам. - Ритмы гляциальных процессов, Москва: 135 - 148.
180. Березина Н., Лисс О., Самсонов С. (1983). Мир зеленого безмолвия. - Москва, 159 с.
181. Битвинскас Т. (1972). О некоторых вопросах синхронизации (верификации) в дендроклиматохронологических исследованиях и о принципах классификации и отбора дендрохронологического материала. - *Дендроклиматохронология и радиоуглерод*. Каунас: 148 - 158.
182. Битвинскас Т. (1974). Дендроклиматические исследования. - Ленинград, 172 с.
183. Битвинскас Т. (1978). К вопросу о возможности построения сверхдолгосрочных дендрошкал в Южной Прибалтике. - Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас: 45 - 51.

184. Битвинскас Т.Т. (1979). Опыт использования реперной системы солнечной активности для изучения закономерностей изменчивости радиального прироста деревьев. - Дендрохронология и дендроклиматология. Москва: 174 - 179.
185. Битвинскас Т., Дергачев В.А., Кайрюкшис Л.А., Кочаров Г.Е., Янкавичюс К.К. (1975). Разработка биоЭкологических основ дендрохронологии в СССР. - Биологические основы дендрохронологии (Материалы к симпозиуму XII - того международного ботанического конгресса, Ленинград, июль, 1975. Вильнюс - Ленинград: 5-12
186. Битвинскас Т., Савукинене Н., Григялите М. (1981). Развитие болота Аукштои Плиня и растительного покрова его окрестностей и дендрохронологический материал торфяника. - Пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, Каунас: 14-20.
187. Борисенков Е.П., Пасецкий В.М. (1983). Экстремальные природные явления в русских летописях XI-XVII вв.- Ленинград, 240 с.
188. Будрюнас Р.-А., Жеймавичюс К. (1990). Выявление воздействия Экстремальных климатических условий Литвы на радиальный прирост псевдотсуги сизой. - Адаптационная изменчивость растений при интродукции. Рига: 33 - 36.
189. Букантис А. (1992). Экстремальные зимы Прибалтики. Дисс. на соискание ученой степени доктора географических наук. - Санкт-Петербург - Вильнюс.
190. Бузыкина А.И., Дашковская И.С., Хлебопрос Р.Г. (1986). Характеристика динамики радиального прироста древостоев.- Лесоведение, 6: 31-38.
191. Дергачев В.А., Кочаров Г.Е. (1981). Проявление закономерностей некоторых природных процессов в прошлом в концентрации радиоуглерода годовичных колец древесины. - Пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, Каунас: 27-39.
192. Елина Г.А. (1987). Многоликие болота. - Ленинград, 191 с.
193. Жуковская В.М., Мучник И.Б. (1976). Факторный анализ в социально - экономических исследованиях. - Москва, 152 с.
194. Зайцева Г.И., Марков Ю.Н., Мецхарашвили Р.Я., Оболенская А.В. (1987). Особенности радиоуглеродных исследований с ископаемой древесины. - Временные и пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, ч.2, Каунас: 30-52.
195. Карпавичюс Й.А. (1981, а). Выпадающие годовичные кольца сосен (*Pinus silvestris* L.) произрастающих в болоте "Аукштои Плиня". - Пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев. Каунас: 40-44.
196. Карпавичюс Й.А. (1981, б). Чувствительность (изменчивость) отдельных деревьев сосны в нормальных и болотных условиях среды. - Пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, Каунас: 62-68.
197. Карпавичюс Й.А. (1984, а). Групповая изменчивость радиального прироста сосны в болотных условиях произрастания. Временные и пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, ч.1, Каунас: 74-80.

198. Карпавичюс Й.А. (1984, б). Групповая изменчивость радиального прироста сосны в нормальных условиях произрастания. Временные и пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, ч.1, Каунас: 86-93.
199. Карпавичюс Й.А. (1984, в). Индивидуальная и групповая изменчивость радиального прироста сосны обыкновенной в подзоне смешанных лесов. Дисс. на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. - Минск.
200. Карпавичюс Й. (1994). О некоторых проблемах, возникших при составлении долгосрочных серий годовичных колец деревьев. - *Ekologija* (Vilnius) Nr. 3: 3 - 12.
201. Кац Н.Я. (1948). Типы болот СССР и Западной Европы и их географическое распространение. - Москва, 320 с.
202. Климатологический справочник СССР, (1954); Вып. 6, Литовская ССР и Калининградская обл. РСФСР, ч. II. Осадки. - Ленинград.
203. Климатологический справочник СССР, (1969); Вып. 6, Литовская ССР и Калининградская обл. РСФСР, ч. I. Температура воздуха и почвы. - Ленинград.
204. Климатологический справочник СССР, (1969); Вып. 6, Литовская ССР и Калининградская обл. РСФСР, ч. II., Атмосферные осадки. - Ленинград.
205. Кобышева Н.В., Костин С.И., Струнников Е.А. (1980). Климатология. - Ленинград, 344 с.
206. Колемаев В.А., Староверов О.В., Турундаевский В.Б. (1991). Теория вероятностей и математическая статистика. - Москва, 400 с.
207. Колчин Б.А. (1979). Дендрохронологические шкалы Новгорода и Белоозера. - Дендроклиматологические шкалы Советского Союза, Каунас: 82-102.
208. Колчин Б.А., Черных Н.Б. (1975). Абсолютные дендрохронологические шкалы северных регионов Восточной Европы протяжением в 12 столетий. - Биологические основы дендрохронологии (Материалы к симпозиуму XII - того международного ботанического конгресса, Ленинград, июль, 1975), Вильнюс - Ленинград: 27-32.
209. Колчин Б.А., Черных Н.Б. (1977). Дендрохронология Восточной Европы. - Москва.
210. Колчин Б.А., Черных Н.Б. (1981). Дендрохронологическая шкала второй половины II тысячелетия нашей эры (по археологическим материалам Приладожского и Приильменского регионов). - Дендроклиматологические шкалы Советского Союза, ч. 2, Каунас: 50-64.
211. Костин С.И. (1979). Связь изменений климата в современную эпоху с колебаниями его за прошлое время. Труды ГГО, вып. 403: 107-113.
212. Крамер П.Д., Козловский Т.Т. (1983). Физиология древесных растений. - Москва, 462 с.
213. Кунскас Р. (1984). Этапы развития оз. Биржулис - остатка лимногласиального бассейна Жемайтийской возвышенности. - *Geographia Lituanica*, Vilnius: 58-65.
214. Ларгин М.Ф., Лавровъ Н.В. (1986). Исследования состава и свойств торфяно - болотных вод в целях охраны окружающей среды. - Методы изучения болот и их охрана, Vilnius: 53-57.

215. Ле Руа Ладюри Э. (1971). История климата с 1000 года. - Ленинград, Гидрометеиздат, 280 с.
216. Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.-И. (1974). Физиология древесных растений. - Москва, 421 с.
217. Лисс О.Л., Астахова В.Г. (1983). Лесные болота. - Москва, 128 с.
218. Лобжанидзе Д. (1972). Влияние климатических факторов на образование ложных колец древесины в Закавказье. - Дендроклиматохронология и углерод, Каунас: 62-65.
219. Ляхов М.Е. (1984). Климатические экстремумы в центральной части европейской территории СССР в XIII-XX вв. Изв. АН СССР, 6, -Москва.
220. Ляэнелайд А. (1979). Болотные формы сосны обыкновенной как индикаторы динамики верховых болот. Автореферат дисс. на соискание ученой степени кандидата биологических наук. - Тарту.
221. Ляэнелайд А. (1981 а). Изучение линейной связи прироста сосен с метеорологическими факторами при помощи двумерного анализа. - Пространственные изменения климата и годовые кольца деревьев, Каунас: 14-20.
222. Ляэнелайд А. (1981 б). Дендрощкалы болотных сосен Эстонской ССР. - Дендроклиматологические шкалы Советского Союза, ч. 2, Каунас: 71-73.
223. Мазепа В.С. (1986). Использование спектрального представления и линейной фильтрации стационарных последовательностей при анализе цикличности в дендрохронологических рядах. - Дендрохронология и дендроклиматология. Москва: 49 - 67.
224. Максимов А.А. (1989). Природные циклы. - Ленинград.
225. Метеорологические данные за отдельные годы по Литовской ССР и Калининградской области РСФСР, ч. I. Температура воздуха. (1953) - Вильнюс.
226. Метеорологические данные за отдельные годы. Вып. 6, по Литовской ССР и Калининградской области РСФСР. Ливневые дожди и суточные количества осадков за 1936-1959 гг. (1961) - Ленинград.
227. Мягков С.М. (1979). История климата нашей эры в Европе в связи с проблемой ритмичности и прогноза развития гляциальных процессов. - In: Ритмы гляциальных процессов. Москва: 7 - 23.
228. Нейштадт М.И. (1971). Палинология как наука и ее состояние в СССР. - Плен. докл. в III Международной палинологической конференции, Новосибирск - 1971, 14 с.
229. Оленин С.М., Мазепа В.С. (1987). Климатически обусловленная динамика радиального прироста сосны в ленточных борах Казакстана и его прогноз. - Временные и пространственные изменения климата и годовые кольца деревьев, ч.2, Каунас: 53-61.
230. Пакальнис Р. (1971). Исследования динамики и экологического оптимума некоторых компонентов озерного ландшафта. Автореферат дисс. на соискание ученой степени кандидата биологических наук. - Вильнюс.
231. Пакальнис Р. (1975). О синхронности колебания уровня воды в бессточных озерах Балтийского и Яскуптис. - Биологические основы дендрохронологии (Материалы к симпозиуму XII - того международного ботанического конгресса, Ленинград, июль, 1975, Вильнюс - Ленинград: 55-60.

232. Пакальнис Р. (1978). Дендрохронологические исследования колебаний уровня воды в озерах. - Условия среды и радиальный прирост деревьев. Каунас: 37-38.
233. Пакальнис Р. (1981). Дендрохронологические шкалы сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для двух бессточных водосборных бассейнов восточной Литвы. - Дендроклиматологические шкалы Советского Союза, ч. 2, Каунас: 74-76.
234. Пикшрите Р., Битвинкас Т. (1988). Структура и динамика радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в торфянике Ужпялю Тирялис. - Материалы XIX экспедиции - конференции ботаников Прибалтики. Вильнюс: 42 - 44.
235. Пикшрите Р., Битвинкас Т. (1989). Методы синхронизации рядов ширины годовых слоев сосны на торфяных болотах верхового и переходного типов. - Тез. докладов научно - технической конференции. Новополоцк.
236. Полозова Л.Г., Шиятов С.Г. (1975). Влияние термического режима на радиальный прирост деревьев в различных условиях их местообитания. - Экология, 6.
237. Полюшкин Ю.В. (1986). Экологическая интерпретация формы кривых и амплитуд радиального прироста деревьев. - Дендрохронология и дендроклиматология. Москва: 33 - 38.
238. Прокушкин С.Г. (1982) Минеральное питание сосны. - Новосибирск, 190 с.
239. Пуннинг Я.М., Илометс М., Кофф Т., Раямя. Р., Петерсен И., Тийтс Т. (1985). Комплексные стратиграфо - палеогеографические исследования озерно - болотных отложений во впадине Вялламяги (Ю. - В. Эстония). - Таллин, АН Эстонской ССР.
240. Раунер Ю.Л., Золотокрылин А.Н., Попова В.В. (1983). Колебания влажности климата на Европейской территории СССР за 4000 лет. - Изв. АН СССР, Сер. Географическая, 1.
241. Родькин А.К. (1979). Палеопочвенные исследования в изучении динамики физико - географических условий голоцена. - In: Ритмы гляциальных процессов, Москва: 56 - 79.
242. Розанов М.И., Нестеров В.Г., Кириенко Г.И. (1975). Особенности динамики прироста деревьев и их учет при составлении дендрошквал. - Биологические основы дендрохронологии (Материалы к симпозиуму XII-того международного ботанического конгресса, Ленинград, июль, 1975). Вильнюс - Ленинград: 43-46.
243. Савукинен Н., Битвинкас Т., Григялите М. (1978). Стратиграфия и развитие болота Ужпялю Тирялис. - Условия среды и радиальный прирост. Каунас: 56-61.
244. Смоляк Л.П. (1963). Влияние уровня грунтовых вод на жизнедеятельность сосны на верховом болоте. - Ученые записки Тартуского гос. университета, т. 145. Труды по ботанике, вып. 7: 328 - 336.
245. Солнечная активность и изменения климата (Ред. Р.У.Фейбридж). (1966). - Москва, 370 с.
246. Спиров В.В. (1986). Метод двухволновой микрофотометрии в отраженном свете и возможности его применения для анализа годовых

- слоев древесины. - Дендрохронология и дендроклиматология. Москва: 43 - 48.
247. Стравинскене В. (1979). Дендрошкалы заболоченных и болотных лесов Литовской ССР. - Дендроклиматологические шкалы Советского Союза, Каунас: 35-44.
248. Стравинскене В. (1981). Единые дендрохронологические шкалы осоковосфагновых и долгомошных сосняков Литовской ССР. - Дендроклиматологические шкалы Советского Союза, ч. 2, Каунас: 77-79.
249. Стравинскене В. (1983). Динамика ранней и поздней древесины в годовичных кольцах деревьев и ее изменения вследствие лесоосушения. Экология, 6: 29 - 34.
250. Ступнева А.В. (1981, а). Методические особенности профильного метода исследования условий среды. - Радиальный прирост и дендроиндикация, Каунас: 71-77.
251. Ступнева А.В. (1981, б). Пространственно - временная изменчивость основных дендрорядов профиля Мурманск - Карпаты. - Пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, Каунас: 98-100.
252. Ступнева А.В. (1984, а). Метод главных компонент в решении задач дендроклиматохронологии. Временные и пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, ч.1, Каунас: 49-53.
253. Ступнева А.В. (1984, б). Построение и исследование свойств хронологий главных компонент. Временные и пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, ч.1, Каунас: 61-63.
254. Сукачев В.Н. (1905). О болотной сосне. - Лесной журнал, 35 (3), 354-372.
255. Шведов Ф.Н. (1892). Дерево как летопись засух. - Метеорологический вестник, 5.
256. Шенников (1964). Введение в геоботанику. - Ленинград, 447 с.
257. Шиятов С.Г. (1970). К методике расчета индексов прироста деревьев. - Экология, 3.
258. Шиятов С.Г. (1975). Сверхвековой цикл в колебаниях индексов прироста лиственницы (*Larix sibirica*) на полярной границе леса. - Биологические основы дендрохронологии (Материалы к симпозиуму XII - того международного ботанического конгресса, Ленинград, июль, 1975), Вильнюс - Ленинград: 47-54.
259. Шиятов С.Г. (1986). Дендрохронология верхней границы леса на Урале. - Москва, 136 с.
260. Шиятов С.Г., Мазепа В.С. (1987). Климатически обусловленные колебания радиального прироста деревьев в восточных районах СССР. - Временные и пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев, ч.2, Каунас: 69-84.
261. Тамошайтис Ю. (1986). Принципы выделения болот для охраны в Литовской ССР. - Методы изучения болот и их охрана, Vilnius: 63-69.
262. Турманина В.И. (1979). Пути восстановления природных явлений последнего тысячелетия и основные результаты. - In: Ритмы гляциальных процессов, Москва: 24 - 55.

263. Турманина В.И. (1985). Вековые изменения природы Европейской части СССР за два тысячелетия. - Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5. География, 5: 61-69.
264. Тушинский Г.К., Турманина В.И. (1979). Ритмы гляциальных процессов последнего тысячелетия. - In: Ритмы гляциальных процессов, Москва: 154 - 160.
265. Хейкурайнен Л. (1983). Болота. - Москва, 40 с.
266. Хотинский Н.А. (1971). Проблема пограничного горизонта. - АН СССР, Серия наук о земле. Москва, 41 с.
267. Юкнис Р.А. (1990, а). Дендрохронологические методы оценки изменений роста деревьев в условиях загрязненной природной среды. - Экология, 4: 19-29.
268. Юкнис Р.А. (1990, б). Рост и продуктивность одновозрастных сосняков в условиях загрязненной природной среды. Автореф. дисс. на соиск. уч. степени д-ра биол. наук. - Красноярск.

List of figures

Fig. 1. A scheme of synchronising (cross-dating) tree ring sequences in two increment cores.

Fig. 2. The fragments of spore and pollen diagrams from the first (A) and the second (B) peat cores in Užpelkių Tyrelis peat bog (legend is the same as in fig. 3).

Fig. 3. The fragment of spore and pollen diagram from the third Užpelkių Tyrelis peat core: 1-medium peat, 2-fusum peat, 3-eriphorum - sphagnum peat, 4-scheuchzeria - sphagnum peat, 5-pinus - sphagnum peat, 6-carex - scheuchzeria medium peat, 7,8 - pollen percentage, 9-warm - dry subperiod, 10-cool - moist subperiod.

Fig. 4. A scheme of Užpelkių Tyrelis peat bog. In the right the outlines of the bog and the study area (shaded) are shown. In the left more detailed plot of the study site is represented: A-B - the first excavation through the first upper meter of peat deposits; C - D - excavation through the second meter of peat deposits, E - F - excavation through the first meter of peat deposits. A dashed line marks the undisturbed areas of surface peat layers, points represent subfossil pine stumps (trunks).

Fig. 5. The remains of pine palaeoforests in Užpelkių Tyrelis bog peat deposits.

Fig. 6. The distribution of subfossil wood samples along the depth.

Fig. 7. The first excavation in Užpelkių Tyrelis peat bog. A schematic section through the first uppermost meter of peat deposits. Triangles represent pine stumps: a base of a triangle relatively represents the stump base diameter and altitude of the triangle stands relatively for the stem remnant length. Lying horizontally trunks are represented by rectangles. Radiocarbon dated specimens are shown with the dates BP.

Fig. 8. The second excavation in Užpelkių Tyrelis peat bog. A schematic section through the second meter of peat deposits. The legend is the same as in fig. 7.

Fig. 9. The distribution of subfossil trees according to their life duration.

Fig. 10. A scheme of situation of sampled trees in the peat bog site in Daunoriai forestry (Utena district). Sampled trees are marked by numbers.

Fig. 11. The calibration of the radiocarbon age of timber specimen from the I c. BC - I c. AD (1990 $\pm$ 40 years BP).

Fig. 12. The calibration of the radiocarbon age of timber specimen from the XIII - XIV centuries AD (690 $\pm$ 50 years BP).

Fig. 13. The principal components (eigenvectors) of two correlated variables x and y.

Fig. 14. An example of individual features in the dynamics of tree radial growth: a) general view to the radial growth patterns of two trees, b) the period of synchronous fluctuations in the radial growth, c) the period with differing patterns in the radial growth of the same trees.

Fig. 15. Individual features in the radial growth dynamics of bog pine trees. Stepwise comparison of radial growth patterns in pairs among a group of cross-dated specimens: the progressive comparing of series with one another

(parts A, B, C) demonstrates good correspondence between the patterns, but growth differences become distinct in the first / last specimen pair (part D), especially in the second century of their growth. In the figures t values of correlation between the compared series are presented.

Fig. 16. The visual verification of radial growth series (checking tree ring sequences for anomalous growth effects). The growth patterns of two compared series do not agree (are shifted in a time scale) before the year marked by the question mark (part A). During reexamination a false ring was detected in one measurement radius of the specimen No 1305. The corrected radius series were averaged into a new tree ring series. In part B the corrected tree ring series of the specimen 1305 and the series of the specimen 1306 are compared.

Fig. 17. A rhythmical growth pattern of pine trees from Užpelkių Tyrelis peat bog (specimen No. 348 from the VII - IX century). A light line represents annual radial growth, a heavy line represents moving five - year average.

Fig. 18. An example of pseudo - synchronism: a) the similarity among the growth patterns of a group of trees in a not - synchronous position, b) the same group of trees synchronized according to the maximum t - values among the radial growth series.

Fig. 19. Pseudo - synchronism: a) a position of crossdating between specimens 1285 and 977 with the maximum t - value (13 / 1 rings accordingly, t value 5.3); b) the specimens 1285 and 977 visually crossdated in a position 9 / 1 (t value 4.8). The crossdating in this position is replicated with other trees from the group (for a comparison the radial growth series of specimen 979 is included).

Fig. 20. The fluctuations in radial growth of the oldest pines in the oligotrophic bog (tree group "LCWUT99Z", II - I century BC).

Fig. 21. A further fragment of radial growth dynamics of the trees from the oldest pinewood phase ("LCWUT99Z").

Fig. 22. Growth dynamics of the trees in the bog at the beginning of the 1st millennium AD (tree group "LCWUT99Z")

Fig. 23. A further fragment from the oldest phase of the oligotrophic bog pine forest ("LCWUT99Z"): growth dynamics of the trees from I - II c. AD.

Fig. 24. A fragment from a subfossil tree group "LCWU130B" (VI - IX c. AD): synchronized radial growth series. A heavier line represents mean chronology of the group.

Fig. 25. A fragment from a subfossil tree group "LCWUT60A" (X - XII c. AD): synchronized radial growth series. A heavier line represents mean chronology of the group.

Fig. 26. A fragment from the XII - XV century tree group "LCW1319A": radial growth of the trees in the beginning of that bog - forest phase.

Fig. 27. Tree group "LCW1319A": a further fragment of the tree growth dynamics.

Fig. 28. Tree group "LCW1319A": radial growth of trees at the end of the phase.

Fig. 29. Synchronized radial growth series of subfossil wood specimens from the XVIII - XX century AD (a group "LCWUTXXA") and their dating against the Užpelkių Tyrelis living tree chronology. Heavier lines represent mean chronologies.

Fig. 30. The layers of remnants from the separate pinewood phases in the first excavation (the first uppermost meter of oligotrophic peat layer): 1 - X - XII century phase "LCWUT60A"; 2 - XII - XV century phase "LCW1319A"; 3 - XVIII - XX century phase "LCWUTXXA".

Fig. 31. The layers of remnants from the separate pine forest phases and subphases in the second excavation (the second meter of oligotrophic peat layer). 1 - the oldest pinewood phase "LCWUT99Z" (II c. BC - VI c. AD): a) a tree subgroup "LCWUT99A"; b) a tree subgroup "LCWUT99B"; c) a tree subgroup "LCWUT99C". 2 - a pine forest phase from the VI - IX century AD. 3 - a pinewood phase from the X - XII century.

Fig. 32. The distribution of calibrated radiocarbon ages ($\pm 1 \sigma$) of Užpelkių Tyrelis subfossil timber specimens.

Fig. 33. The growth patterns of two ^{14}C dated specimens from the X - XII century AD tree group. The C14 dates of synchronous samples dispart by two centuries.

Fig. 34. Pinewood growth dynamics in Užpelkių Tyrelis oligotrophic bog during two millenia. A - annual radial growth chronologies: the fluctuations around mean value; B - pinewood growth history: the distribution of pine tree life spans in a time scale. Radiocarbon dated rings are marked in black, the numbers represent ^{14}C dates (yr BP).

Fig. 35. The correlation of three mean radial growth chronologies of living trees from Užpelkių Tyrelis bog with monthly and annual climatic parameters: A - with the mean temperature, B - with total precipitation. utg abs - mean chronology of absolute measurement data; utg std - standard chronology; utg res - residual chronology.

Fig. 36. The correlation of three mean radial growth chronologies from the experimental dendrochronological site in Daunoriai bog with monthly and annual values of temperature (A) and precipitation (B). Dashed lines represent significance levels of correlation coefficients. Chronologies: std - standard; res - residual; abs - of absolute measurement data.

Fig. 37. A scheme demonstrating the opposite influence of May temperature on the increment in current and next year (Daunoriai bog site). A - correlations among values in presense of strong autorecorrelation in tree ring sequence (index chronology STD). B - correlations among values after removing the autocorrelation from the tree ring sequence (residual chronology RES).

Fig. 38. The seasonal dynamics of the absorption of macro - nutrients by pine roots under conditions of cold soil (according Prokushkin, 1982).

Fig. 39. The annual corse of the average minimum (A) and maximum (B) air temperature in Utena and Telšiai.

Fig. 40. The annual corse of sum precipitation in Utena and Telšiai meteorological stations. In parentheses average amount of precipitation per year in the station is presented.

Fig. 41. Actual mean temperatures for the February through September period and that reconstructed according to the standard tree ring chronology from Užpelkių Tyrelis living pine trees.

Fig. 42. The weights of three significant principal components in the growth dynamics of separate trees from the Užpelkių Tyrelis living tree site.

Fig. 43. The weights of four significant principal components in the growth dynamics of separate trees from the Daunoriai site.

Fig. 44. The chronologies of principal component amplitudes from the Užpelkių Tyrelis site living tree radial growth: LIPS 1PC Amp - the amplitudes of the first, LIPS 2PC Amp - of the second, LIPS 3PC Amp - of the third principal component.

Fig. 45. The chronologies of principal component amplitudes from the Daunoriai site tree radial growth. PC1 - the amplitudes of the first, PC2 - of the second, PC3 - of the third, PC4 - of the fourth principal component.

Fig. 46. The correlations between the principal component amplitudes from the Užpelkių Tyrelis site tree radial growth and monthly and annual climatic parameters: A - mean temperature, B - sum precipitation. PC1 - the first, PC2 - the second, PC3 - the third principal component.

Fig. 47. The correlations between the principal component amplitudes from the Daunoriai site tree radial growth and monthly and annual climatic parameters: A - mean temperature, B - sum precipitation. PC1 - the first, PC2 - the second, PC3 - the third, PC4 - the fourth principal component.

Fig. 48. Actual mean temperatures for the February through September period and that reconstructed according to the model based on two principal component amplitudes from Užpelkių Tyrelis living pine tree growth.

Fig. 49. Cumulative curves of annual tree germination and dying off in a tree group No "LCWU130B" (from the VI - IX century AD). A light line represents the mean annual radial growth in the group.

Fig. 50. Cumulative curves of annual tree germination and dying off in a tree group No "LCWUT60A" (from the X - XII century AD). A light line represents the mean annual radial growth in the group.

Fig. 51. Long term fluctuations of Grosser Aletschgletschers in the Swiss Alps (from Zumbühl and Holzhauser, 1980). Upsurges in the curve represent advances of the glacier and declines represent retreats, a dashed line stands for an uncertain position. Horizontal bars represent life spans of trees buried by glacier.

Fig. 51. The reconstruction of July - August mean temperatures in northern Fenoscandia using continuous tree-ring records (from Briffa et al., 1992).

DISERTACIJOS PRIEDAI

II. PRIEDAS.

Užpelkių Tyrelio aukštapelkės subfosilinės *Pinus sylvestris* L. stiebų radialinio prieaugio II a. pr. Kr. - VI a. po Kr. chronologija "LCWUT99z"

Vidutinis prieaugis 0,01 mm

Pavyzdžių kiekis

Data BC	0	9	8	7	6	5	4	3	2	1		0	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Data AD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
173BC									15	15	10								1	1	1
170BC	23	18	23	23	13	23	23	18	13	15		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
160BC	13	25	20	18	25	18	30	20	25	23		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
150BC	15	15	10	13	13	18	13	33	20	45		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
140BC	50	20	23	13	28	15	18	25	35	15		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
130BC	38	45	48	25	33	18	23	25	30	20		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
120BC	18	10	15	28	28	38	10	27	34	54		1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
110BC	40	35	35	29	22	29	39	33	36	25		3	4	4	5	5	5	5	5	5	5
100BC	28	35	35	36	27	39	40	42	40	61		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
90BC	63	67	81	57	50	37	39	40	42	32		5	5	5	5	5	5	5	5	6	6
80BC	51	65	45	26	38	56	69	87	77	69		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
70BC	40	33	32	32	31	52	42	68	67	62		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
60BC	71	72	87	78	67	81	61	58	46	37		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
50BC	36	62	67	73	84	79	80	99	67	60		6	6	7	7	8	8	9	9	9	9
40BC	49	60	57	39	41	46	49	44	49	48		9	9	9	9	10	10	10	10	11	11
30BC	61	58	67	72	86	86	96	120	94	92		11	11	10	11	12	12	13	14	14	14
20BC	101	89	87	88	92	141	118	129	120	128		14	14	15	15	15	14	14	14	13	12
10BC	149	146	151	122	120	144	142	133	114	111		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
1AD	136	123	136	137	154	168	209	203	198	157		14	14	14	14	15	15	15	14	14	15
11AD	152	119	118	116	138	160	142	145	142	155		15	14	14	14	14	14	14	14	14	14
21AD	152	128	109	105	90	72	69	68	66	67		14	14	14	14	14	14	14	14	14	13
31AD	73	85	84	66	75	70	66	64	61	65		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
41AD	57	53	49	51	55	59	55	51	56	66		13	12	12	12	12	12	12	12	12	11
51AD	63	67	49	51	55	54	69	61	57	44		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
61AD	41	44	39	29	35	32	35	36	31	34		13	13	12	12	12	13	13	12	12	12
71AD	44	42	46	49	44	41	32	38	40	56		11	12	12	12	12	12	11	11	11	11
81AD	52	49	59	61	66	59	42	32	29	50		11	11	11	11	11	11	11	11	8	8
91AD	40	48	63	67	70	86	72	80	76	59		8	8	8	8	8	8	8	8	8	7
101AD	63	62	103	72	89	85	81	73	89	138		7	6	6	6	6	5	5	5	5	5
111AD	79	64	69	142	110	93	62	66	57	61		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
121AD	49	53	61	86	96	151	153	89	87	94		5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
131AD	108	113	114	94	146	137	163	115	85	99		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
141AD	126	132	161	238	115	86	65	65	73	73		6	6	6	6	6	5	5	5	5	5
151AD	66	76	60	86	83	70	66	49	69	87		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
161AD	76	59	54	77	56	54	62	54	62	60		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
171AD	77	67	73	98	116	114	115	105	127	118		5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
181AD	100	67	71	93	87	90	94	103	88	65		4	5	6	6	6	6	6	6	6	6
191AD	84	94	85	91	94	87	76	58	83	118		6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
201AD	108	90	96	89	73	70	81	114	123	95		7	7	7	7	7	7	7	7	6	6
211AD	63	78	104	86	92	77	69	68	61	56		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
221AD	54	55	47	40	36	40	47	61	63	54		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
231AD	78	106	104	105	79	78	83	105	115	90		5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
241AD	91	62	56	64	43	59	54	60	68	86		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
251AD	137	150	135	161	206	257	224	130	95	118		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
261AD	163	187	193	172	148	149	111	93	69	114		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
271AD	198	208	202	122	99	73	74	77	96	48		5	4	4	4	4	3	3	3	3	2
281AD	75	65	46	40	46	47	47	26	27	25		2	2	2	4	4	4	4	4	4	4
291AD	26	30	26	20	25	26	25	44	32	38		4	4	4	4	4	4	4	5	5	5

DISERTACIJOS PRIEDAI

II priedo tęsinys

301AD	30	36	29	26	32	57	42	34	19	26	5	5	5	6	6	6	6	5	5
311AD	37	23	30	37	45	33	39	36	28	33	5	6	6	6	6	6	6	6	6
321AD	42	30	25	26	26	21	36	50	64	52	6	6	6	6	6	6	6	6	6
331AD	71	62	62	58	50	60	56	59	65	66	6	6	6	6	6	7	7	7	7
341AD	63	48	49	55	60	56	61	70	72	73	7	7	7	7	7	8	8	8	8
351AD	59	73	57	54	42	55	65	70	90	89	8	8	8	8	8	8	8	8	8
361AD	80	82	66	64	77	83	76	70	72	71	8	8	8	8	8	8	8	8	8
371AD	73	85	78	79	72	64	68	74	75	69	9	9	9	9	10	10	10	10	9
381AD	75	86	76	66	67	82	92	99	113	116	9	9	9	9	9	9	9	9	9
391AD	116	128	120	125	112	108	101	112	107	109	9	9	9	9	9	9	9	9	9
401AD	100	97	95	90	74	86	94	82	73	75	9	9	9	9	8	8	8	8	7
411AD	89	96	98	80	69	60	62	75	63	71	6	6	6	6	6	5	5	5	5
421AD	70	69	70	73	71	72	53	60	61	72	5	5	5	5	5	5	5	5	4
431AD	64	60	101	123	116	106	90	101	123	116	4	4	4	4	4	4	4	4	4
441AD	84	75	39	43	69	49	53	62	44	57	4	4	3	2	2	2	2	2	2
451AD	58	54	55	41	37	25	24	23	28	38	2	2	2	2	2	2	2	2	2
461AD	43	29	34	29	24	34	29	35	32	27	2	2	2	2	2	2	2	2	2
471AD	36	35	32	29	47	44	48	32	33	31	2	2	2	2	2	2	3	3	3
481AD	37	34	34	29	24	22	27	32	27	34	3	3	3	3	3	3	3	3	3
491AD	35	37	32	42	43	27	27	25	36	36	3	3	3	3	3	3	3	3	3
501AD	29	34	47	36	30	29	36	39	39	47	3	3	3	3	3	3	3	3	3
511AD	44	48	58	42	64	60	44	50	45	33	3	3	3	3	3	3	3	3	3
521AD	34	44	58	48	51	65	38	54	69	69	3	3	3	3	3	3	3	3	3
531AD	53	44	51	49	41	42	53	29	28	24	3	3	3	3	3	3	3	3	3
541AD	17	22	32	34	38	35	29	25	28	19	3	3	3	3	3	3	3	3	3
551AD	26	33	32	28	32	23	35	39	37	31	3	3	3	3	3	3	3	3	3
561AD	32	44	40	50	54	45	34	24	25	24	3	3	3	3	3	3	3	3	3
571AD	24	23	29	33	40	40	45	48	59	49	3	3	3	3	3	3	3	3	3
581AD	44	24	21	26	24	22	25	28	38	65	3	2	2	2	2	2	2	2	2
591AD	58	55	130								2	1	1						

DISERTACIJOS PRIEDAI

III. PRIEDAS.

Užpelkių Tyrelio aukštapelkės subfosilinės *Pinus sylvestris* L. stiebų radialinio prieaugio VI - IX a. po Kr. chronologija "LCWU130b"

	vidutinis prieaugis 0,01mm										pavyzdžių kiekis									
Data	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
551		20	15	15	13	25	20	28	28	30		1	1	1	1	1	1	1	1	1
560	10	10	20	23	63	70	53	30	45	35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
570	43	38	40	28	30	28	35	15	20	23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
580	28	25	25	18	23	29	28	50	52	64	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
590	68	52	71	42	44	30	28	45	41	49	2	2	2	2	2	2	2	3	7	8
600	59	64	63	57	51	56	64	68	61	63	10	11	13	13	13	14	15	15	15	15
610	73	78	80	88	81	87	76	68	58	73	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20
620	74	88	100	131	91	90	66	70	64	98	20	20	20	21	21	21	21	21	22	22
630	102	98	113	100	92	109	95	69	56	41	22	22	23	22	22	22	22	22	22	22
640	43	59	67	72	75	58	34	58	60	69	22	22	22	22	21	21	21	21	21	21
650	61	107	84	114	99	114	84	71	44	45	21	21	21	21	21	21	21	21	21	22
660	61	60	60	60	49	57	67	83	73	89	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
670	92	93	99	95	88	92	116	70	65	46	22	21	21	21	21	21	21	21	20	20
680	33	38	44	55	57	61	63	52	62	59	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
690	62	83	90	53	63	41	49	31	28	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
700	36	44	47	50	60	85	93	98	97	77	20	20	20	20	20	19	19	19	19	19
710	51	58	50	46	51	63	74	112	123	125	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
720	127	119	98	95	75	67	55	63	74	101	19	19	18	18	18	18	18	18	17	16
730	85	98	92	93	114	132	129	95	77	55	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
740	37	60	75	61	54	58	64	69	76	79	16	16	16	16	16	16	15	15	15	14
750	81	83	73	85	94	107	76	57	52	57	13	12	11	11	11	11	9	9	9	9
760	60	70	83	106	123	107	70	66	86	77	9	9	9	8	7	7	7	7	7	6
770	77	75	66	76	62	53	53	59	49	35	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
780	28	22	21	27	29	36	39	38	40	58	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
790	61	52	47	35	27	29	30	32	33	26	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
800	22	29	25	29	44	37	31	32	21	39	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
810	51	57	46	64	68	95	83	102	88	70	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
820	66	75	107	97	62	48	43	37	45	39	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3
830	53	58	53	50	78	133	138	200			3	2	2	2	2	2	2	1		

DISERTACIJOS PRIEDAI

IV. PRIEDAS.

Užpelkių Tyrelio aukštapelkės subfosilinės *Pinus sylvestris* L. stiebų radialinio priaugio X - XII a. po Kr. chronologija "LCWUT60a"

	vidutinis priaugis 0,01mm										pavyzdžių kiekis									
Data	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
951		18	15	21	17	18	38	27	44	31		1	1	2	2	2	2	3	3	3
960	47	34	34	32	33	29	34	36	34	35	4	4	4	4	4	5	9	9	12	14
970	35	40	33	29	31	31	26	24	30	26	16	16	16	16	16	17	17	17	18	18
980	29	36	31	37	43	40	41	48	32	42	18	19	19	20	21	23	23	24	24	25
990	38	38	34	41	45	34	39	40	60	54	26	26	26	27	27	28	28	28	29	29
1000	52	56	66	79	89	37	40	60	57	96	32	32	33	34	34	34	35	37	37	37
1010	134	130	115	115	82	46	41	36	41	47	38	38	38	38	39	39	39	39	39	39
1020	62	98	99	94	96	86	86	77	94	116	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
1030	110	78	81	71	91	87	101	91	95	168	41	41	41	41	41	42	42	42	42	42
1040	154	127	102	80	69	68	67	59	52	42	42	42	42	42	42	42	42	42	43	43
1050	51	47	43	38	34	39	52	81	90	89	43	43	43	42	42	42	42	42	42	42
1060	90	76	58	59	74	69	81	81	78	66	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
1070	81	80	76	68	64	65	67	69	92	74	42	41	40	39	39	39	39	39	38	38
1080	76	68	75	66	57	55	52	33	43	32	38	38	36	34	34	33	32	30	30	29
1090	43	26	35	42	43	57	64	76	104	116	28	27	27	27	27	27	27	27	27	27
1100	106	100	100	59	68	68	78	92	102	90	26	25	25	23	23	23	23	23	23	22
1110	96	104	121	116	110	111	94	117	108	102	22	22	22	20	18	18	16	13	13	13
1120	92	78	75	87	74	68	55	68	77	69	12	12	12	12	11	10	9	8	8	8
1130	56	60	61	53	69	84	81	80	67	72	8	7	5	5	5	4	4	4	4	3
1140	64	57	47	47	38	54	55	25	15		2	2	2	2	2	2	1	1	1	

DISERTACIJOS PRIEDAI

V. PRIEDAS.

Užpelkių Tyrelio aukštapelkės subfosilinės *Pinus sylvestris* L. stiebų radialinio prieaugio XII - XV a. po Kr. chronologija "LCW1319a"

	vidutinis prieaugis 0,01mm										pavyzdžių kiekis									
Data	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1143				40	20	23	28	25	10	13				1	1	1	1	1	1	2
1150	14	14	18	17	18	13	12	23	22	20	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
1160	24	19	30	29	25	25	17	21	17	25	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1170	27	34	20	25	22	19	22	22	39	38	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5
1180	62	40	45	42	73	48	55	61	53	68	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1190	56	69	68	64	72	84	54	39	31	48	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
1200	60	59	38	35	35	32	28	29	37	52	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
1210	48	35	50	63	94	74	53	49	57	61	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8
1220	91	74	60	67	66	78	61	43	40	38	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1230	38	47	53	46	37	32	34	47	53	45	8	8	8	8	8	8	8	7	7	8
1240	47	40	29	36	34	55	69	94	125	105	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
1250	73	44	33	43	34	37	39	33	40	45	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
1260	42	38	46	42	43	48	59	56	60	76	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1270	83	49	49	53	56	52	44	43	42	48	9	10	10	10	10	11	11	11	12	12
1280	46	39	39	40	40	42	38	40	37	28	12	12	13	14	14	14	15	14	14	15
1290	24	33	30	35	28	28	28	31	32	34	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15
1300	47	50	37	43	57	76	66	76	90	81	14	14	14	15	15	14	13	12	12	12
1310	72	79	80	66	76	81	90	75	59	45	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13
1320	43	55	61	72	74	83	84	88	66	52	13	13	13	13	14	14	14	14	14	15
1330	53	44	48	60	71	76	83	88	83	81	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1340	84	71	74	58	66	79	84	93	80	86	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1350	69	37	52	58	50	47	47	57	70	91	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16
1360	68	60	64	63	59	46	40	40	47	62	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15
1370	72	57	51	57	61	57	59	75	76	81	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1380	61	64	55	51	41	41	46	50	47	51	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1390	61	64	59	59	58	51	51	49	52	53	15	15	14	14	14	14	14	14	13	13
1400	45	46	46	41	33	35	32	34	44	48	13	13	13	13	12	12	12	12	11	10
1410	54	69	63	80	67	60	56	52	60	71	10	10	9	9	9	9	9	8	8	8
1420	50	45	32	47	44	45	41	49	43	36	8	8	8	7	7	7	7	6	5	5
1430	36	34	33	33	29	27	25	27	27	23	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1440	39	45	39	50	52	50	49	45	39	50	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3
1450	49	47	55	54	62	68	69	78	84	63	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1460	56	58	47	40	43	35	34	44	33	23	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
1470	21	37	57	35	40						2	2	2	1	1					

DISERTACIJOS PRIEDAI

VI. PRIEDAS.

Užpelkių Tyrelio aukštapelkės subfosilinės *Pinus sylvestris* L. stiebų radialinio priaugio XVIII - XX a. po Kr. chronologija "LCWUTXXa"

	vidutinis priaugis 0,01mm										pavyzdžių kiekis									
Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1773				58	48	48	25	38	20	28				1	1	1	1	1	1	1
1780	30	13	30	28	30	40	38	20	25	20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1790	35	40	30	40	43	28	30	43	65	68	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1800	88	50	88	83	105	13	33	48	60	58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1810	55	48	26	35	34	33	32	27	30	22	1	1	3	3	3	3	3	4	4	4
1820	27	35	38	24	28	31	35	48	38	41	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1830	37	49	37	51	29	38	62	72	75	97	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
1840	113	98	101	61	67	77	81	104	118	165	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1850	159	103	65	62	83	87	101	117	135	98	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1860	104	124	131	159	165	118	57	46	43	84	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1870	99	111	127	120	93	152	182	155	141	156	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1880	148	169	155	174	185	174	52	69	110	60	5	4	3	3	3	3	2	2	2	2
1890	63	163	193	128	150	7	63	68	75	63	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1900	68	83	115	115	110	115	100	103	65	73	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1910	80	107	90	93	118	83	85	60	90	70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1920	78	75	85	75	45						1	1	1	1	1					

VII. PRIEDAS.

Užpelkių Tyrelio aukštapelkės dabar augančių *Pinus sylvestris* L. medžių tyrimo barelio stiebų radialinio priaugio chronologijos:

a) absoliučių dydžių (ABS) chronologija:

Data	priaugis 0,01mm										pavyzdžių kiekis									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1869										50										1
1870	25	105	100	100	100	120	150	145	110	80	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
1880	105	90	85	65	55	70	70	50	80	65	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1890	85	80	90	60	60	45	60	85	80	75	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
1900	45	65	70	100	95	90	85	60	65	75	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
1910	85	100	135	85	80	115	135	100	135	140	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9
1920	140	140	135	100	75	105	95	105	80	65	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1930	70	75	85	110	125	100	130	155	160	165	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1940	90	110	135	130	130	165	140	125	130	120	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1950	130	90	75	110	100	95	75	105	85	70	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1960	125	150	130	145	150	120	95	120	150	125	10	10	10							
1970	140	145	110																	

b) standartinė indeksų (STD) chronologija:

Data	indeksai										pavyzdžių kiekis									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1869										77										1
1870	39	109	108	117	111	121	142	136	107	98	1	2	2	2	2	3	3	3	3	3
1880	116	101	102	70	72	96	100	74	120	85	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1890	97	102	119	71	86	64	88	110	108	105	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
1900	59	85	98	149	105	105	98	70	76	84	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
1910	81	114	136	86	78	98	124	99	128	134	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9
1920	129	130	101	101	73	99	89	101	75	61	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1930	64	74	75	96	107	88	109	131	135	143	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1940	82	105	118	112	114	149	128	111	111	103	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1950	110	89	66	96	85	88	68	90	77	50	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1960	100	120	104	103	118	106	77	91	118	109	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1970	116	112	109								10	10	10							

DISERTACIJOS PRIEDAI

c) likutinė po autoregresinio modeliavimo (RES) chronologija:

Data	indeksai										pavyzdžių kiekis									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1870	51	130	105	114	101	95	147	119	94	97	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
1880	111	108	89	82	78	106	109	69	131	90	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1890	100	98	120	59	90	69	105	115	95	100	3	5	5	5	6	6	6	6	6	6
1900	69	105	105	142	82	104	98	72	95	95	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
1910	88	113	131	71	85	104	122	85	129	117	7	7	8	9	9	9	9	9	9	9
1920	113	112	115	85	72	112	89	104	79	73	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10
1930	85	92	88	106	109	86	115	127	120	124	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1940	58	114	115	104	107	140	102	96	105	94	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1950	106	79	78	114	87	94	74	108	79	65	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1960	121	121	94	102	125	100	84	102	116	102	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
1970	113	109	105								10	10	10							

DISERTACIJOS PRIEDAI

VIII. PRIEDAS.

Daunorių g - jos (Utenos raj.) aukštapelkės tyrimų barelio *Pinus sylvestris* L. medžių stiebų radialinio prieaugio chronologijos:

a) absoliučių dydžių (ABS) chronologija:

Data	prieaugis 0,01mm										pavyzdžių kiekis									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1777									111	92	55							1	1	1
1780	72	36	46	62	103	120	136	106	87	39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1790	32	30	45	52	62	52	40	36	55	45	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1800	50	36	67	53	51	41	32	47	54	53	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4
1810	50	30	45	57	31	45	47	57	42	41	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1820	64	15	9	26	57	48	51	60	109	67	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1830	53	48	36	48	52	67	71	54	45	51	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
1840	90	82	95	72	54	61	59	79	70	67	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
1850	66	97	82	83	75	58	60	55	48	47	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
1860	67	73	93	88	87	90	91	70	58	48	7	7	7	8	8	8	9	9	9	9
1870	51	40	42	37	41	41	45	37	39	29	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1880	27	31	31	33	39	26	15	12	11	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1890	21	34	43	34	42	34	35	34	53	45	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1900	32	29	42	52	26	14	13	9	9	11	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1910	12	23	42	61	70	77	107	53	43	46	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11
1920	49	65	69	57	50	44	40	46	32	29	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1930	29	26	26	39	22	24	24	27	24	30	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1940	29	50	52	49	43	46	42	34	37	25	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1950	34	35	24	28	28	41	34	39	39	29	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1960	26	35	40	34	28	37	36	46	42	48	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1970	50	37	42	48	51	48	59	51	64	44	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1980	42	45	57	64	57	47	56	73	40	35	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1990	39	43																		

b) standartinė indeksų (STD) chronologija:

Data	indeksai										pavyzdžių kiekis									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1777									163	137	84							1	1	1
1780	110	57	73	99	165	194	222	176	147	79	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1790	66	61	92	105	130	106	85	75	114	96	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1800	106	75	92	51	102	85	56	87	115	108	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4
1810	94	65	82	106	58	98	96	118	76	78	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1820	145	32	16	46	85	95	112	139	215	133	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1830	108	101	62	93	108	109	123	98	75	71	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
1840	144	107	86	73	92	94	103	118	125	124	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6

DISERTACIJOS PRIEDAI

tęsinys, STD chronologija

1850	127	161	92	74	92	77	91	108	105	107	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
1860	146	153	206	167	142	123	119	124	117	96	7	7	7	8	8	8	9	9	9	9
1870	104	79	97	86	96	93	100	92	103	77	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1880	68	76	74	80	97	63	28	11	15	21	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1890	41	70	113	77	100	75	73	79	133	106	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1900	65	80	132	159	74	26	26	31	22	29	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1910	24	42	65	113	164	189	314	148	121	118	9	10	10	10	10	10	10	11	11	11
1920	133	180	175	163	149	126	123	136	92	82	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1930	84	74	73	104	57	63	67	75	63	81	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1940	77	124	125	126	113	124	120	97	105	69	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1950	96	106	70	75	78	104	89	99	99	76	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1960	70	91	102	83	71	87	84	112	98	115	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1970	124	90	103	114	118	112	138	121	147	92	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1980	97	99	126	137	123	99	118	157	83	71	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1990	68	77									11	11								

c) likutinė po autoregresinio modeliavimo (RES) chronologija:

	indeksai										pavyzdžių kiekis									
Data	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1778									95	60									1	1
1780	123	51	104	119	167	150	158	93	95	47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1790	81	85	119	112	128	90	82	88	131	88	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1800	111	74	108	59	102	86	67	118	109	99	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4
1810	92	60	118	112	58	114	102	133	71	94	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1820	139	17	67	105	123	93	110	120	192	82	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
1830	90	104	78	118	111	124	127	85	77	67	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
1840	164	83	83	83	101	99	105	120	111	107	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
1850	113	140	59	82	104	83	107	106	110	95	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
1860	143	125	171	101	100	71	102	101	103	88	7	7	7	7	8	8	8	9	9	9
1870	111	77	113	93	106	98	95	94	106	78	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1880	85	92	93	98	110	67	49	63	74	76	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1890	96	86	120	70	114	89	93	105	144	95	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1900	55	104	145	137	34	51	68	78	75	78	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1910	76	81	108	143	143	144	254	28	82	120	9	9	10	10	10	10	10	10	11	11
1920	112	158	133	108	107	96	103	122	74	89	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1930	98	83	91	123	56	94	93	95	79	110	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1940	90	135	113	107	96	110	104	84	109	64	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1950	112	102	73	96	95	121	91	107	102	77	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1960	85	110	107	86	83	103	94	124	97	115	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1970	105	79	108	112	111	103	132	96	137	66	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1980	97	104	125	121	103	87	116	147	46	84	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
1990	78	98									11	11								

1: I. PRIEDAS.

lio pelkės tyrimų planas

Durpių atsargų kokybinė charakteristika

Sklypų ir durpių atsargų pavadinimas					sklypų pavadinimas	sklypų plotas ha	vidut. gylis m	Durpių žaliavos išteklių tūkst. m ³	Techninės klasifikacijos					
									susiskaidymo %			peleningumas %		
									min.	max.	vid.	min.	max.	vid.
I viso durpyno						32,2	3,39	1091,5	10	45	25	0,7	24,4	3,9
1	Bendri geologiniai išteklių apskaičiavimai					32,2	3,39	1091,5	10	45	25	0,7	24,4	3,9
2	Naudingi išteklių peleningumo gręžinyje iki 35% tame skaičiuje:					32,2	3,39	1091,5	10	45	25	0,7	24,4	3,9
	a) išteklių supeleninimo gręžinyje iki 25%					32,2	3,39	1091,5	10	45	25	0,7	24,4	3,9
A)	kraikinių durpių su susiskaidymo laipsniu mažiau 20%					11,8	1,75	206,0	10	16	15	0,7	24,4	5,6
II.	Naudingi išteklių pagal plotalius Rukštinio tipo				A	15,2	3,43	521,4	10	40	20	1,1	24,4	4,9
	tame skaičiuje:													
a)	kraikinių durpių su susiskaidymo laipsniu mažiau 20%					5,8	2,10	121,8	10	15	12	1,8	24,4	8,1
2	Mišraus tipo				M	14,1	3,68	518,9	10	30	24	0,7	4,8	2,0
	tame skaičiuje:													
a)	kraikinių durpių su susiskaidymo laipsniu mažiau 20%					6,0	1,10	84,0	10	15	14	0,7	1,2	0,9
3	Žemutinio tipo su peleningumo gręžinyje iki 35% tame skaičiuje:				Z	2,9	2,25	51,2	35	45	40	6,1	9,0	7,2
	su peleningumu gręžinyje iki 25%					2,9	2,25	51,2	35	45	40	6,1	9,0	7,2

Eksplikacija

Ploto pavadinimas	Plotas ha	Vidut. gylis m	Žaliavos išteklių tūkst. m ³
1. Pramoninės ribos 0,2 m gylyje	32,2	3,39	1091,5
2. Pakopos	4,50		
Iš viso nulines ribos	36,7		

Žemės valdytojai:

ABC Dvairių kol.

CBA Kėtingos miškų ūkio šaltinių gija, Montvydinės miško 36 ir 37 kv.

Kėtingos miškų ūkio šaltinių gija

Miškų ūkio ir miško pramonės ministerija Durpių fondo valdyba

Užpildyti Tyrimo durpynas	Vald. V-kos	Skaičiavimų
Planois r-nas	Vald. Vyr. inž.	Atskaitos
Durpyno planas	Part. V-kos	
Moštelis	Sudarė	Paukštų kos
	Keičia	Paukštų kos
1959 m.	Inventoriavimas Nr.	
	Lapų skaičius - 1.	

Moštelis:
horizontalus 1 cm : 50 m.
vertikalus 1 cm : 5 m

100 100 200