

Latvijas Universitāte

**Māris Zunde**

**KULTŪRVĒSTURISKO UN DABAS OBJEKTU  
DENDROHRONOLOĢISKĀ DATĒŠANA  
UN TĀS PERSPEKTĪVAS LATVIJĀ**

Promocijas darbs



Rīga 2003

## SATURS

Ievads	4
1. nodaļa. Literatūras apskats	8
1.1. Galvenie dendrohronoloģiska rakstura pētījumi Latvijā	8
1.2. Dendrohronoloģiskai izpētei piemērotākās koku sugas Latvijā	17
1.3. Latvijas teritorijas vides apstākļu vispārējais raksturojums	25
2. nodaļa. Materiāls un metodika	32
2.1. Izpētes materiāla un tā iegūšanas vietu raksturojums	32
2.2. Koksnes paraugu iegūšana un sagatavošana gadskārtu platuma mērīšanai	34
2.3. Gadskārtu platuma mērīšanas atkārtojumu skaita izvēle	36
2.4. Jaunradītās gadskārtu platuma mērīšanas ierīces	39
2.5. Datu apstrādes programnodrošinājums	42
2.6. Gadskārtu platuma mērīšanas datu matemātiskā apstrāde	47
2.7. Indeksu rindu sinhronizēšanā un šķērsdatēšanā pielietotā metodika	55
2.8. Koka sugas noteikšana senās koksnes paraugiem	58
3. nodaļa. Dendrohronoloģiskā signāla kvalitātes pārbaude Latvijas vides apstākļos	61
3.1. Dendrohronoloģiskā signāla pamatstruktūra	61
3.2. Pētījuma rezultāti un to iztirzājums	63
3.3. Secinājumi par Latvijas vides apstākļos augušo koku gadskārtās ietvertās informācijas piemērotību dendrohronoloģisko skalu izstrādāšanai un šim nolūkam pielietojamo metodiku	89
4. nodaļa. Seno dabas un vēsturisko objektu dendrohronoloģiskās datēšanas perspektīvas Latvijā	93
4.1. Senā koksne, tās līdzsīnējā un prognozējamā sastopamība Latvijā	93
4.2. Dendrohronoloģiskās datēšanas metodes praktiskās pielietošanas iespējas Latvijā	114
5. nodaļa. Konkrētu Latvijas kultūrvēsturisko objektu koka būvdetaļu datēšana un tās rezultāti	119
5.1. Relatīvi datētie kultūrvēsturiskie (arheoloģiskie) pieminekļi	119
5.1.1. Āraišu ezerpils	119
5.1.1.1. Āraišu ezerpils celtnu būvdetaļu koksnes dendrohronoloģiskās izpētes uzdevumi	119
5.1.1.2. Āraišu ezerpils dendrohronoloģiskā materiāla un datu raksturojums	120
5.1.1.3. Āraišu ezerpils dendrohronoloģisko datu apstrādes metodika	124
5.1.1.4. Būvdetaļu datēšanas rezultāti	131
5.1.1.5. Āraišu ezerpils celtnu dendrohronoloģiskās datēšanas rezultātu kopvērtējums un galvenie secinājumi.	143
5.1.2. Ušuru ezerpils	146
5.1.3. Senceltnes Vecrīgā, Grēcimieku ielā 11/13	153
5.1.4. Cēsu viduslaiku pils rietumu pusē esošās nogāzes nostiprinājumu stabi	159
5.2. Absolūti datētie kultūrvēsturiskie pieminekļi	166
5.2.1. Vecrīgā, Trokšņu ielā 14 atklātās senceltnes	166
5.2.2. Dannenšterna nama koka sijas	172
5.2.3. Daugavas krasta nostiprinājumu posms	188
5.2.4. Bauskas Svētā Gara baznīcas sijas	193
5.2.5. Ventspils pils torņa sijas	200
5.2.6. Rīgas pilsētas nocietinājumu vaļņa pamatnes baļķu klājums (pie Jēkaba kazarmām)	202
Nobeigums	207
Literatūra	210

## IEVADS

Aizvadītais XX gadsimts Latvijas vēsturē bijis lielu pārbaudījumu un nozīmīgu pārmaiņu laiks. Mūsdienās, kad Latvija ir atguvusi savu nacionālo neatkarību, svarīga ir ne vien jaunās valsts saimnieciskās dzīves pareiza organizēšana un iedzīvotāju sociālo apstākļu uzlabošana, bet arī tās dabas resursu un kultūras mantojuma saglabāšana un dziļāka izpēte.

Viena no zinātnes nozarēm, kas vienlaikus sniedz ieguldījumu gan dabas procesu, gan vēsturisku notikumu skaidrošanā, ir *dendrohronoloģija* (no grieķu *déndron* - koks, *chrónos* - laiks un *lógos* - mācība). Mūsdienās terminu “dendrohronoloģija” izskaidro divejādi: plašā un šaurā nozīmē. Plašā nozīmē ar to (starptautiskā apzīmējumā: dendrohronoloģija *sensu lato*) apzīmē zinātnes nozari par koku gadskārtu datēšanu un to struktūrā ieslēgtā informatīvā satura izpēti, papildus aplūkojot vides un ar vēsturi saistītās problēmas (Fritts: Kaennel, Schweingruber, 1995). Ar dendrohronoloģiju tās šaurā nozīmē (dendrohronoloģija *sensu stricto*), savukārt, apzīmē zinātnes apakšnozari, kurā gadskārtu izpētes galvenais nolūks ir koksnes datēšana.

Tātad, terminu dendrohronoloģija tās plašākā nozīmē lieto, lai apzīmētu visas tās zinātnes apakšnozares, kuras pēta koku gadskārtas vai to struktūras elementus raksturojošo lielumu (izmēra, blīvuma un pat ķīmiskā sastāva) pārmaiņas laikā (veģetācijas sezonā vai pa gadiem) ne vien koksnes absolūtā vecuma noteikšanas nolūkā, bet arī šo pārmaiņu izraisīto ekoloģisko faktoru, to ietekmes rakstura, likumsakarību, laika noteikšanai un pētīšanai. Šo zinātnes apakšnozaru pielietojuma sfēras ir: klimata un koku pieauguma pārmaiņu sakarību izpēte un īpaši pagātnes klimata rekonstrukcija (*dendroklimatoloģija*), vides kvalitatīvo pārmaiņu konstatēšana un izsekošana, t.i., to rakstura un ilguma noteikšana (*dendroekoloģija*), ūdens straumju maiņas, plūdu intensitātes un periodiskuma izpēte (*dendrohidroloģija*), zemes garozas kustības izpēte (*dendroģeomorfoloģija*), ledāju kustības izpēte (*dendroglacioloģija*), kā arī sniega, uguns u.c. faktoru ietekmes izpēte.

Dendrohronoloģijā tās šaurā nozīmē iegūtos koksnes absolūtā vecuma noteikšanas rezultātus izmanto vēsturisko koku stumbra daļu, konstrukciju un izstrādājumu precīzai datēšanai (līdz 1 gadam), kā arī risina jautājumu par pētāmās koksnes iegūšanas ģeogrāfisko vietu. Atkarībā no risināmo jautājumu loka dažkārt vēl nodala dendrohronoloģijas (tās šaurā nozīmē) apakšnozares. Pazīstamākā no tām ir *dendroarheoloģija*.

Būtībā termina “dendrohronoloģija” kāda no abām nozīmēm izšķirama un šī atšķirība ir nozīmīga tad, kad runa ir par koku gadskārtu vai to struktūras elementu izpētes rezultātā iegūtās informācijas izmantošanas nolūku, tam atbilstoša informācijas apstrādes un pielietojuma veida izvēli un galarezultātu interpretāciju. Teorētiski var skaidrot, ka dendrohronoloģijā tās šaurā nozīmē nosaka koku gadskārtu vai to struktūras elementu raksturojošo lielumu pārmaiņu norises hronoloģisko laiku, kā arī šo pārmaiņu kvantitatīvos un kvalitatīvos rādītājus, bet, atšķirībā no pārējām pieminētajām zinātnes apakšnozarēm, neiztirzā un neanalizē to cēloņus, t.i., neraksturo un nepēta šīs pārmaiņas izraisošos ekoloģiskos faktorus. Faktiski dendrohronoloģijas zinātnes visās apakšnozarēs tomēr izmanto pēc vienotas dendrohronoloģiskās metodes iegūtu informāciju par datētām gadskārtām un, savukārt, informācija par noteiktā laikā notikušu konkrētu ekoloģisko faktoru izteiktu ietekmi izmantojama par pazīmi koksnes hronoloģiskā vecuma noteikšanā, tāpēc risinājums, ka par dendrohronoloģiju dēvē arī visu zinātnes nozari, kas apvieno šīs ļoti cieši saistītās zinātnes apakšnozares, ir saprotams un atbalstāms.

Dendrohronoloģijā koksnes gadskārtu rakstā un struktūrā uzglabāto informāciju augsti vērtē gan kā “bioloģisko datu bāzi”, gan kā nozīmīgu bioindikācijas rādītāju. Līdz šim Latvijā koku gadskārtu analīze vairāk veikta bioindikācijas nolūkā, t.i., vides stāvokļa vērtēšanai pēc koku augšanas gaitas izmaiņām. Gadskārtu sistemātiska analīze senās koksnes datēšanas, kā arī tās veidošanos ietekmējušo pagātnes vides un antropogēno faktoru darbības laika un rakstura noskaidrošanas nolūkā mūsu valstī norisa 1970. gados, un pēc tam tā atsāka 1980. gadu nogalē (Illnarre, 1975; Zunde, 1989). Dendrohronoloģijas ieviešanas un attīstības nepieciešamību Latvijā visvairāk noteica arheoloģiskajos objektos atklāto koka senciņņu vai to daļu precīzas absolūtās un relatīvās datēšanas citu līdzvērtīgu metožu trūkums. Arheoloģiskajos izrakumos atklāja simtiem senatnē no koka darinātu būvdetaļu, kuras dendrohronoloģiski nepētītas pēc tam atstātas zemē vai iznīcinātas kopā ar to koksni “ierakstīto” informāciju. Senās koksnes dabiskā izžušana (trūdēšanas un trupēšanas), kā arī tās apzinātas un neapzinātas iznīcināšanas procesi vēsturiskajās konstrukcijās, kuras sastopamas vairs tikai salīdzinoši nelielā skaitā, turpinās arī mūsdienās. Līdz ar to aiziet zudumā arī informācija, kas būtu izmantojama gan paša objekta būvēstures precizēšanai, gan apvidus dendrohronoloģiskās skalas papildināšanai (Zunde, 1995).

Latvijas teritorijai atbilstošām absolūtajām dendrohronoloģiskajām skalām ir ne tikai valstiska, bet arī starptautiska nozīme. To trūkums negatīvi ietekmē absolūto

dendrohronoloģisko skalu vienota tīkla izveidi Baltijā un tādējādi - šāda Rietumeiropā jau daļēji izstrādāta tīkla paplašināšanu Austrumeiropas virzienā (līdz 1991. gadam dendrohronoloģisko skalu tīkla paplašināšanos Austrumeiropas virzienā būtiski kavēja arī Rietumeiropas un bijušās Padomju Savienības vēsās politiskās attiecības (Schweingruber, 1985)). Latvijas dendrohronoloģisko absolūto skalu informācija ir nozīmīga arī starptautiska rakstura pētījumam par Baltijas jūras valstu reģiona klimata lokāla rakstura pārmaiņām pagātnē. Zināšanas par klimata pārmaiņām pagātnē palīdz ne vien izskaidrot bijušās norises dabā un atsevišķus notikumus sabiedrības vēsturē, bet arī ļauj izteikt zinātniski pamatotāku klimata pārmaiņu prognozi nākotnei. Bez arheoloģijas, etnogrāfijas un klimatoloģijas dendrohronoloģisko skalu dati ir nozīmīgs informācijas avots tādām eksaktām zinātnēm kā ekoloģija, hidroloģija, mežsaimniecība, kokaugu fizioloģija, botānika, augsnes zinātne, purvzinība, ģeoloģija, astrofizika, heliofizika u.c. (Битвинская, 1974).

Līdz šim Latvijā izstrādāta viena tās teritorijai kopīga dendrohronoloģiskā skala, t.i., priedes absolūtā hronoloģiskā skala laikposmam no 1723. līdz 1982. gadam (Шпанце, 1978a; 1979; 1984). Kā materiāls tās izstrādei izmantoti augoši vai tikko bojā gājuši liela vecuma koki. Būtībā tas ļāva lokālajās dendrohronoloģiskajās skalās, no kurām sastādīta Latvijas teritorijai kopējā, apvienot gadskārtu platuma indeksu rindas ar jau iepriekš zināmu precīzu datējumu.

Atšķirībā no tā, šo rindu autors veicis vēsturiskās koksnes datēšanu un ar to saistītos pētījumus, kuras precīzs veidošanās un iegūšanas laiks nav zināms. Šajā darbā skaidrotas un pierādītas hronoloģiskās datēšanas un ilglaicīgo dendrohronoloģisko skalu izstrādes iespējas Latvijā, ņemot vērā šeit datēšanai nozīmīgāko sugu koku (priedes, egles un ozola) vietējos augšanas apstākļus.

Labi saglabājusies senā koksne, ar kuras dendrohronoloģisko izpēti galvenokārt saistīts šis darbs, atklāta nevis vienā noteiktā vietā ar vismaz daļēji izzinātiem savstarpēji līdzīgiem koku augšanas apstākļiem, bet gan Latvijas teritorijas dažādos rajonos ar vairāk vai mazāk atšķirīgiem meža augšanas apstākļiem. Parasti pētāmā objekta būvē izmantoto seno koku precīza sagādes vieta un līdz ar to augšanas apstākļi nav zināmi. Jāņem vērā, ka daudzas no seno iedzīvotāju dzīves vietām (to skaitā pilsētas) būvētas upju tiešā tuvumā, pa kurām kokmateriālus bija iespējams atpludināt arī no liela attāluma. Tas nozīmē, ka pat viena objekta būvei koki varēja būt piegādāti no kokaudzēm, kas augušas dažādos tā apkārtnē neraksturīgos, maz atbilstošos augšanas apstākļos. Zinot vēl to, ka dendrohronoloģiskai datēšanai piemērota seno laiku koksne sastopama aizvien retāk un tās

paraugus pietiekošā daudzumā izdevies sagatavot tikai dažos objektos, rodas jautājumi: 1) vai seno objektu datēšana pēc tiem izmantotās koksnes visā Latvijas teritorijas mērogā ir reāla, cik tā ir droša, kā arī 2) vai un kādas ir ilglaicīgo lokālo dendrohronoloģisko skalu jeb hronoloģiju izstrādāšanas un izmantošanas perspektīvas Latvijā?

Lai uz šiem jautājumiem atbildētu, šajā darbā, savukārt, meklētas vai pamatotas atbildes uz citiem, ar pirmajiem cieši saistītiem jautājumiem. Tie ir jautājumi, bez kuru noskaidrošanas, pēc autora domām, precīzi atbildēt uz iepriekšminētajiem diviem pamatjautājumiem nav iespējams:

- I. dendrohronoloģiskai izpētei piemērotākās koku sugas Latvijā,
- II. Latvijas vides apstākļu vispārējais raksturojums un to piemērotība senceltņu būvniecībā nozīmīgo koku sugu - priedes, egles un ozola - augšanai Latvijā teritorijā,
- III. dendrohronoloģiskā signāla atspoguļojuma kvantitatīvais vērtējums konkrētos Latvijas augšanas apstākļos augušo koku (priežu) gadskārtās. Šis jautājums iedalāms šādos apakšpunktos:
  - A. līdzīgos augšanas apstākļos augušo priežu gadskārtu indeksu rindu līdzības rādītāji un to salīdzinājums,
  - B. indeksu rindu līdzības rādītāju atkarība no metožu pielietojuma gadskārtu platuma rindu standartizācijā,
  - C. klimatisko faktoru ietekmes atspoguļojuma pastiprināšanās efekts gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindās atkarībā no aprēķinam izmantoto līdzīgi augušo koku gadskārtu platuma rindu skaita,
  - D. Latvijas kokiem kopīgā dendrohronoloģiskā signāla atspoguļojuma pārmaiņas gadskārtās atkarībā no pētāmo objektu ģeogrāfiskā izvietojuma un savstarpējā attāluma.
- IV. līdzšinējā un prognozējamā senās koksnes sastopamība Latvijā;
- V. dendrohronoloģiskās datēšanas praktiskās pielietošanas iespējas Latvijā šobrīd un tuvākajā nākotnē (ar piemēriem).

Darba otrajā daļā sniegta informācija par autora veikto konkrētu Latvijas vēsturisko objektu dendrohronoloģisko datēšanu un tās rezultātiem.

## 1. NODAĻA. LITERATŪRAS APSKATS.

### 1.1. GALVENTIE DENDROHRONOĻĪSKA RAKSTURA PĒTĪJUMI LATVIJĀ

Dendrohronoloģija ir salīdzinoši jauna zinātnes nozare (pirmie ar dendrohronoloģiju saistītie pētījumi veikti XIX gs. otrajā pusē), un tās līdzšinējās vēstures apkopojums vēl nav izdarīts. Tomēr apskats par tās attīstības galvenajiem posmiem, pirmajiem un nozīmīgākajiem pētniekiem un viņu pētījumiem, kā arī par dendrohronoloģijas vēsturi atsevišķās valstīs publicēts jau daudzās publikācijās (piemēram, Schweingruber, 1983; 1993; Eckstein, Wrobel, 1983; Fritts, 1976; Битвинская, 1974; Gassner, Christiansen-Weniger, 1942; Liese, 1978; Колчин, Черных, 1977; Черных, 1996; Шиятов, Комин, 1986; Wazny, 1990; Bitvinskas, 1998 u.c.).

Īsus apskatus par dendrohronoloģiska rakstura pētījumiem Latvijā līdz šim publicējuši A. Zviedris un J. Matuzānis (Звиедрис, Матузанис, 1968), E. Špalte (Шпалте, 1975; 1977), bet plašāk šos jautājumus aplūkojis šo rindu autors.

**Latvijā** ir bagāta koksnes gadskārtās fiksētās informācijas izmantošanas pieredze (Balodis, 1997). Šeit gadskārtu izpētē visvairāk izziņāts to absolūtais platums un tā pārmaiņu raksturs. Biežāk šo empīrisko novērojumu dati izmantoti kā atsevišķu koku vai audzes pieauguma taksācijas rādītāji. Tomēr vairākos audžu pieauguma kontroles un analizēšanas gadījumos līdz ar atbildēm uz izpētes uzdevuma pamatjautājumiem, iegūta arī faktorekoloģiska, t.i., konkrētajā gadījumā - dendroekoloģiska rakstura, papildinformācija. Šī informācija ir nozīmīga ar to, ka tā atspoguļo tieši Latvijas vides apstākļos augošo koku reakciju uz apkārtnes ekoloģisko faktoru iedarbību un līdz ar to ir nozīmīga vietējo dendrohronoloģisko pētījumu rezultātu objektīvākā analizē. Ņemot to vērā, tālāk sniegtajā apskatā pieminēti arī atsevišķi pētījumi mežsaimniecībā, kuros daļa iegūto secinājumu dod zināmu ieguldījumu arī Latvijas dendrohronoloģijā.

Senākās šo rindu autoram zināmās rakstītās ziņas par koku gadskārtu platuma izmaiņu un to cēloņu izpēti Latvijā attiecas uz 1930. gadiem. To sākumā Latvijā jau bija pieejama vismaz 1920. gadu zinātniskā literatūra, kas informēja par plaši veiktajiem tā laika gadskārtu platuma un uzbūves pētījumiem, par gadskārtu nozīmi koka augšanas apstākļu raksturošanā (Rozens, 1930), taču pagaidām nav tiešu ziņu, kādā apjomā minētie pētījumi šeit veikti. Zināms, ka 1920. gadu sākumā koku pieaugumu garumā atkarībā no klimatiskajiem faktoriem skaidrojis Kārlis Kiršteins, pamatodams, ka "pieaugumi tilpumā

proporcionāli pieaugumiem garumā” (Kiršteins, 1926). Vismaz jau ap 1930. gadu Latvijā ar pieauguma svārstību urbtī serdenveida koksnes paraugi dižkoku vecuma aptuvenai noteikšanai (Kupffer, 1931). Vēlāk, aptuveni 1930. gadu vidū Latvijas universitātes mācību un izmēģinājumu virsmežniecībā Andreja Teikmaņa vadībā sāka noskaidrot jautājumu par parastās priedes (*Pinus sylvestris*) un parastās egles (*Picea abies*) gadskārtu veidošanos dažādu vides faktoru ietekmē (Adamovičs, 1938). Domājams, ka šo pētījumu rezultāti pirmskara gados vēl netika publicēti un līdz mūsdienām, šķiet, nav saglabājušies.

Pirmos dendroekoloģiskos pētījumus mūsdienu izpratnē Latvijā, Mežsaimniecības problēmu institūta Mežkopības daļā laikā no 1940. gadu beigām līdz 1960. gadu vidum veica Arvīds Zviedris, nelielā apjomā arī Rūdolfs Sacenieks un Jānis Matuzānis. A. Zviedra darbs novērtēts kā bijušajā Padomju Savienībā pirmais statistiski droši izpildītais un pilnīgi pabeigtais mežsaimniecības praksē izmantojams dendroklimatoloģiskais pētījums (Битвинская, 1974), tāpēc darbam, kuru veicis viņš personīgi, kā arī sadarbībā ar iepriekš minētajiem kolēģiem, šajā nodaļā veltīta lielāka uzmanība.

Lai objektīvāk konstatētu un izvērtētu mežsaimniecisko pasākumu ietekmi un lietderību priežu un egļu, kā arī āra bērzu (*Betula pendula*) audžu ikgadējā pieauguma palielināšanā, zinātnieki vispirms mēģināja noskaidrot meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz šo sugu gadskārtu platuma izmaiņām dažādos meža augšanas apstākļos. No izpētes rezultātiem bija atkarīgs, vai un kā nepieciešams veikt konkrēto mežsaimniecības pasākumu rezultātā izraisītā koku ikgadējā radiālā pieauguma izmaiņas raksturojošo skaitļu korekcijas to turpmākajās novērtēšanas reizēs. Izanalizējot dažāda tipa audzēs lielā skaitā sagatavoto koksnes paraugu gadskārtu platuma laikrindas, A. Zviedris ar kolēģiem konstatēja, ka Latvijas klimatiskajos apstākļos pat viena tipa audzes robežās tās pašas sugas atsevišķo koku gadskārtu platums svārstās nevienādi, tomēr visai audzei aprēķinātās koku gadskārtu vidējā platuma svārstības norit likumsakarīgi un līdzīgi kā citās tāda paša rakstura audzēs. Šīs svārstības izpaužas ar izteiktu periodiskumu. Konstatēta gadskārtu platuma svārstību periodu atbilstība Saules aktivitātes periodiem: Saules vājas aktivitātes gados gadskārtas ir platākas nekā Saules augstas aktivitātes gados. Bez tam novērots, ka gadskārtu platuma svārstību raksturs egļu audzēs gandrīz pilnīgi sakrīt ar to priežu audzēs (Звиедрис, Саценнекс, 1960).

Tanī pat laikā A. Zviedris ar kolēģiem nonāca pie slēdziena, ka Latvijas klimatiskajos apstākļos noteikt sakarību starp gadskārtu platuma un meteoroloģisko apstākļu izmaiņām ir sarežģīti. Viņi pārliecinājās, ka šeit nozīmīgākie koku augšanu ietekmējošie klimatiskie



faktori - gaisa vidējā temperatūra un nokrišņu daudzums - pētāmo sugu koku augšanu ietekmē kompleksi, mijiedarbojoties gan savstarpēji, gan ar edafiskiem u.c. ekoloģiskajiem faktoriem. Pētījumu rezultāti apstiprināja ārvalstu zinātniskajā literatūrā publicētās atziņas par to, ka gadskārtas veidojas ne tikai no esošā gada asimilātiem, bet arī no iepriekšējos 4 - 5 gados uzkrātajām barības vielu rezervēm (Звиедрис, Сацениекс, 1958; 1960; Звиедрис, 1963). Te jāpiezīmē, ka vēlākos gados arī Latvijā tika pierādīts, ka barības vielu rezervju patēriņu un līdz ar to gadskārtu pieaugumu kokiem jūtami ietekmē konkrētos gados saražoto sēklu daudzums (Звиедре, Ванас, 1975).

A. Zviedris kopā ar R. Sacenieku un J. Matuzāni nonāca pie atziņas, ka Latvijas vides apstākļos nevienu no abiem nozīmīgākajiem klimatiskajiem faktoriem atsevišķi nevar uzskatīt par koku augšanu galveno limitējošo faktoru. Tomēr tika konstatēts, ka nokrišņu daudzums veģetācijas sezonā gadskārtu veidošanās ietekmē vairāk nekā gaisa vidējā temperatūra: sausās un normāla mitruma augsnēs augošās audzēs palielināta nokrišņu daudzuma ietekme parasti ir pozitīva. Tā ietekme uz gadskārtu pieaugumu izpaužas vēl vismaz 4 gados. Gada vidējās temperatūras izmaiņas ietekme uz uz tā paša gada gadskārtas platuma pieaugumu konstatēta pavisam niecīga (Звиедрис, Сацениекс, 1958). Te jāpiebilst, ka noteikt tiešu sakarību starp veģetācijas sezonas meteoroloģiskajiem apstākļiem un koku radiālo pieaugumu vairākiem pētniekiem neizdevās arī turpmākos gados. Piemēram, pētot kokaudzju ražību ekstrēmi sausās vasarās P. Zālītis un D. Šitca konstatējuši, ka "... Latvijas apstākļos sausās vasarās koksnes pieaugums nesamazinās. ... Ja pārlieks augsnis mitrums krasi samazina stumbra koksnes pieaugumu, tad augsnis mitruma samazināšanās zem normālā (ilggadējā vidējā) tikai atsevišķos gadījumos nedaudz ierobežo koksnes veidošanos. ... Tāpat jāatzīst, ka dendrohronoloģiskās rindas neatspoguļo sauso vasaru atkārtošanos pagātnē un neļauj arī prognozēt, cik bieži tās sagaidāmas nākotnē" (Zālītis, Šitca, 1986).

A. Zviedra veiktajos dendroekoloģiskās pētījumos gūtie rezultāti tomēr pārliecinoši pierādīja, ka vietējo kokaugu gadskārtu platuma periodisko svārstību amplitūdas un virziena noteikšanā klimatiskajiem apstākļiem neapšaubāmi ir galvenā loma. Taču to ietekmes slodžu struktūra, t.i., to sadaļījums laikā pēc iedarbības efekta un intensitātes, izrādījās stipri komplicēta un tolaik palika nenoskaidrota.

Papildus iepriekš rakstītajam noteikti jāatzīmē A. Zviedra ieguldījums Latvijas dendrohronoloģijas (tās šaurākajā nozīmē) attīstīšanās. Lai objektīvāk atšķirtu mežsaimniecisko pasākumu rezultātā izraisītās gadskārtu platuma izmaiņas no dabiskām,

galvenokārt klimatisko faktoru ietekmē izraisītām gadskārtu platuma izmaiņām, 1961. gadā A. Zviedris ar kolēģiem izstrādāja parastās priedes, parastās egles un āra bērza absolūtās dendrohronoloģiskās skalas laikposmam no 1931.g. līdz 1960. gadam, kuras vēlāk papildināja līdz 1965. gadam (Zviedris, Kalniņš, 1966). Uzdevuma izpildes laikā pirmo reizi Latvijā tika veikta gadskārtu platuma rindu izlīdzināšana un gadskārtu platuma indeksu aprēķināšana. Datu rindu izlīdzināšanai tika pielietota mazāko kvadrātu metode. Indeksu aprēķināšanas formulā ( $I_i = \frac{x_i}{x_0} \times 100$ ) ievietoājamo izlīdzināto gadskārtu platuma vērtību  $x_i$

attiecīgajam gadam nolasīja no sastādītā regresijas vienādojuma grafiskā attēla, t.i., no gadskārtu platuma regresijas taisnes. No atsevišķām audzēm aprēķinātām gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu datiem jaunās hronoloģiskās rindas priedei, eglei un bērzam aprēķināja atsevišķi pa mežu tipiem Latvijas rietumu un austrumu daļai, gan arī visai Latvijas teritorijai kopumā (Звиедрис, Матузанис, 1962; Zviedris, Kalniņš, 1966; Sacenieks, Matuzānis, 1964).

Savā zinātniskā darba nobeiguma posmā A. Zviedris rakstīja publikācijas arī par hronoloģiju savstarpējo sinhronizāciju, par ilglaicīgu absolūto hronoloģiju izstrādes iespējām Latvijā, kā arī par absolūto hronoloģiju nozīmi arheoloģijā. Jāpiebilst, ka savās publikācijās A. Zviedris apzīmējuma “dendrohronoloģija” vietā vēl izmantoja apzīmējumu “biohronoloģija”. Attiecīgi gadskārtu hronoloģijas jeb dendrohronoloģiskās skalas viņš dēvēja par biohronoloģiskajiem etaloniem. Viņaprāt, Latvijā pieejamais koksnes materiāls ļauj izstrādāt priežu absolūto hronoloģiju vismaz 500 gadus ilgam laikposmam (Zviedris, 1962; 1963). Šajā laikā, jādoma, radās iecere veikt sistemātiskus dendrohronoloģiskos darbus arī Latvijā, ko rosināja arī dendrohronologu gūtie sekmīgie darbu rezultāti gan Amerikā un Rietumeiropā, gan Novgorodā (Krievija).

Šī iecere sāka īstenoties nedaudz vēlāk - 1969. gadā, darbu pie Latvijas priedes gadskārtu ilglaicīgas absolūtās hronoloģijas izstrādes Mežkopības nodaļā uzsāka Edvīns Špalte (Kitaičuks, 1970). Šis darbs kļuva aktuāls pēc tam, kad republikas vecākās mežaudzes cieta 1967. un 1969. gada spēcīgajās vējgāzēs. Bez tam, tieši 1960. gados Latvijā atklāja jaunu arheoloģisko pieminekļu kategoriju - t.s. ezmītnes (ēku komplekts, kas celts virs līmeniskām koku platformām jeb klāstiem, kas gul tieši uz zemes ezeru sēkļos un salās). Zem ezeru mūsdienu ūdens līmeņa uzgāja VIII - XI gs. koka klāstu un ēku paliekas labā, vietām pat ļoti labā stāvoklī. Lielā skaitā atklātās šo konstrukciju koka būvdetaļas, kā arī republikas teritorijā augošie liela vecuma koki deva cerību Latvijā

izstrādāt gadskārtu absolūtās hronoloģijas līdz pat 1000 gadus ilgam vai vēl garākam laikposmam (Špalte, 1970; 1971; 1972b; Apals, 1969). Šīs ieceres īstenošanu E. Špalte samērā drīz pārtrauca, tomēr viņa ieguldījums Latvijas dendrohronoloģijas attīstīšanā ir nozīmīgs.

Sava dendrohronologa darba posma laikā viņš izstrādāja priedes absolūto hronoloģiju, kas attiecas uz laika posmu no 1723. gada līdz mūsdienām (Шпалте, 1978a). Darbam izmantoti koksnes paraugi gan no vējgāzēs cietušajām, gan veselajām (kopā 57) liela vecuma priežu audzēm. Gadskārtu indeksu aprēķināšanas procesā E. Špalte izmantoja paša izstrādātu gadskārtu platuma rindu izlīdzināšanas metodi, kurai dots nosaukums "pastāvīgo summu metode" (Шпалте, 1971; 1972; Špalte, 1985). Priedes gadskārtu absolūtās hronoloģijas datus, kuru izstrādē izmantota arī šī metode, E. Špalte izmantojis pētījumā par meteoroloģisko faktoru ietekmi uz priedes radiālo pieaugumu Latvijas apstākļos (Špalte, 1975a; 1975b; Шпалте, 1978b). Sastādot lielu daudzumu daudzfaktoru lineāros regresijas vienādojumus, kuros iekļauti dažādi fiksēto meteoroloģisko novērojumu faktiskie un kompleksi aprēķinātie dati, viņš atzīmēja tos meteoroloģiskos faktorus, kuri visbūtiskāk ietekmējuši koku augšanu laikā no iepriekšējā veģetācijas gada 1. aprīļa līdz esošā veģetācijas gada 31. augustam, t.i., kopā 17 mēnešos.

E. Špaltes iegūtie rezultāti papildina un izskaidro iepriekšminēto viņa kolēģu konstatējumus. Šie rezultāti atbilst vairāku ārvalstu autoru secinājumiem. Piemēram, tie saskan ar ievērojamā amerikāņu zinātnieka H. Fritsa atziņu, ka nelielā augstumā virs jūras līmeņa skujkoku radiālais pieaugums stiprā mērā atkarīgs no ziemas apstākļiem un ka uz tiem nelabvēlīgu ietekmi rada bargā ziema, silts rudens un pamazināts mitruma daudzums jūnijā (Fritts, 1966).

E. Špalte pirmais Latvijā arī uzsāka dendrohronoloģiskās metodes izmantošanu seno koka būvdetaļu datēšanā. Izmantojot paša izstrādāto dendrohronoloģisko skalu, viņš datējis vairākas koka būvdetaļas XVIII un XIX gs. celtnēm (Erdmanis, 1989), izdarījis arī relatīvos datējumus (Цауне, 1984), kā arī atkārtoti uzsācis darbu pie IX - X gs. arheoloģijas pieminekļa - Āraišu ezerpils koka būvdetaļu datēšanas. Tomēr 1980. gadu vidū zinātnieks pievērsās aktuālu mežsaimniecības problēmu risināšanai un savu darbību dendrohronoloģijas jomā beidza.

Vienlaicīgi ar koku gadskārtu platuma analīzi Latvijas mežsaimniecības problēmu zinātniskās pētniecības institūta Mežkopības nodaļā, dendroekoloģiska rakstura pētījumi veikti arī Latvijas valsts universitātes Bioloģijas fakultātē. Arī šeit gadskārtu platuma

dinamikas izpēte uzsākta jau 1960. gadu otrajā pusē un tās galvenais mērķis bija mežaudžu stāvokļa, to krājas dinamikas, kā arī dažādu mežsaimniecisko pasākumu efekta novērtēšanas metožu pilnveidošana. Šī novērtēšana bija nepieciešama mežsaimniecisko pasākumu un intensitātes pareizai izvēlei, lai nodrošinātu konkrēta meža tipa kokaudžu koksnes krājas vidējā pieauguma palielināšanos. Šajos pētījumos nozīmīgus rezultātus guvis Imants Liepa. 1960. gadu otrajā pusē un 1970. gados viņš veica ilggadīgus koksnes pieauguma dinamikas pētījumus, vienlaicīgi risinot metodiska rakstura problēmas, ar kurām saskārās, nosakot ekoloģisko faktoru ietekmi uz kokaugu augšanas gaitu un veicot arī koksnes krājas prognozēšanu. Šo problēmu risināšanai I. Liepa izstrādājis vairākas jaunas metodes, to skaitā tādas, kuras izmantojamas arī dendrohronoloģiskajos pētījumos vai kurās pielieto dendrohronoloģijas darba paņēmienus:

- 1) metode atsevišķu ekoloģisku faktoru un to grupu uz bioloģiskiem objektiem radītās ietekmes struktūras un dinamikas noskaidrošanai;
- 2) metode uzkrātā un tekošā papildus pieauguma aprēķināšanai, kas atspoguļo koku reakciju uz ietekmes dažādiem veidiem (Liepa, 1972; 1975; 1980).

Pirmā no pieminētajām metodēm ļauj noteikt katra pētāmā faktora ietekmes raksturu, tā īpatsvara būtiskumu, kā arī šīs ietekmes aktīvos periodus. Summējot atsevišķu faktoru ietekmes īpatsvarus, var uzzināt gan šo faktoru kopējo ietekmi, gan arī visu pārējo, t.s., fona faktoru kopējo ietekmi. Vides kopējās ietekmes īpatsvaru iespējams sadalīt pa viendabīgu faktoru grupām (piemēram, klimatiskie, edafiskie, antropogēnie u.c.). Ar dotās metodes palīdzību var arī noteikt netiešās ietekmes īpatsvaru (šādu ietekmi daļēji izsauc faktoru mijiedarbība).

Otru metodi tieši izmanto mežsaimniecisko pasākumu radītā efekta novērtēšanai. Tajā audžu pieauguma dinamikas salīdzināšanā izmanto gadskārtu indeksu vērtības.

I. Liepas izstrādātās metodes, kuras sekmīgi izmantotas mežsaimnieciska rakstura zinātniskā un praktiskā darbībā, Latvijas Universitātes Botānikas un ekoloģijas katedrā turpina pilnveidot meža ekoloģijas problēmu risināšanai. Galvenais nopelns šī darba veikšanā un vadīšanā ir Valdim Ģirtam Balodim, kurš devis lielu ieguldījumu Latvijas dendroekoloģijas attīstībā:

1. izstrādātas un praktiski izmantotas dendroekoloģijas pētījumu metodes mežaudžu degradācijas gaitas un sauszemes vides kvalitātes novērtēšanai (Балодис, Раман, 1978; Balodis 1997; Balodis, Pospelova, Ramans, Tjarve 1997). Praktiski pārbaudīta Latvijas 76 mežaudžu radiālā pieauguma gaita 42 gadus ilgā laikposmā, lai konstatētu iespējamo

antropogēno faktoru varbūtēju būtisku negatīvo ietekmi, tās rašanās laiku, izpausmes faktisko ilgumu un iespēju robežās - arī cēloni;

2. dots ieguldījums pētāmo vides faktoru iedarbības objektīvākas vērtēšanas paņēmieni izstrādē, izmantojot parametriskas dendroekoloģijas metodes (Балодис, 1982; Balodis, Pospelova, Liepa, 1995). Pēc tām veic nulles hipotēzes novērtēšanu, par pārbaudāmo parametru ņemot vidējā relatīvā gadskārtu platuma papildus pieauguma vērtību. V. Balodis ir pamatojis šo metožu pielietojamību, lai noteiktu pētāmo vides faktoru ietekmes uz koku augšanu būtiskumu, kā arī šīs ietekmes laiku;
3. izstrādāta metode kokaugu radiālās kambiālās augšanas praktiskai izpētei, kā arī noskaidrota priedes koksnes struktūras veidošanās likumsakarības radiālās augšanas laikā gadskārtas robežās (Балодис, 1981; 1982; 1986; 1987). Piemēram, konstatēts, ka gadskārtu platuma atšķirības nosaka nevis koksnes šūnu izmērs, bet gan skaits (Балодис, 1981). Jāpiebilst, ka, savukārt, P. Zālītis 1960. gados starp gadskārtu platumu un skujkoku traheīdu izmēriem konstatējis samērā ciešu sakarību:  $r = 0,883 \pm 0,090$  (Залитис, 1967a; 1968). Jādomā, ka pareizi ir abi novērojumi: krievu zinātnieki L. Visockaja un A. Šaškins secinājuši, ka skujkokiem līdz 0,5 mm platās gadskārtās traheīdu izmērs proporcionāls gadskārtu platumam, bet par 0,5 mm platākās gadskārtās traheīdu izmērs no gadskārtu platumam ir praktiski neatkarīgs (Высоцкая, Шашкин, 1990);
4. radīta koksnes paraugu histoloģiskās krāsošanas metode izkritušo gadskārtu konstatēšanai (Балодис, Кузнецова, 1980);
5. veikta gadskārtu platuma laikrindu analīze bijušās Padomju armijas radiolokācijas stacijas radiofrekvenču impulsveida elektromagnētiskā starojuma ietekmes uz kokiem noteikšanai. Starojuma zonā izvietoto parauglaukumu priedēm konstatēta vidējā relatīvā gadskārtu platuma pieauguma samazināšanās (Balodis, Liepa, Pospelova, Ramans, 1992; Balodis, Brūmelis, Kalviškis, Nikodemus, Tjarve, Znotiņa, 1996).

V. Balodis kopā Botānikas un ekoloģijas katedras darbiniekiem skaidrojis arī Maskavas tuvumā (Krievija) esošo parastā ozola dažāda tipa audžu ikgadējā pieauguma samazinošos antropogēnos faktorus, kā arī pētījis vietējo klimatisko faktoru aktīvākās ietekmes raksturu un periodus (Балодис, Пospelova, Раман, 1982).

Savu zinātnisko darbu kā I. Liepa, tā arī V. Balodis ir apvienojuši ar pedagogisko darbību. Viņu vadībā atsevišķus pētījumus par dažādu faktoru (augšnes apstākļu, audzes

biezuma, elektromagnētiskā piesārņojuma u.c.) ietekmi uz mežaudžu pieaugumu dažādos meža augšanas apstākļu tipos, kā arī gadskārtu platuma ekoloģisko prognozēšanu dažādos valsts rajonos veic attiecīgi Latvijas lauksaimniecības universitātes Meža fakultātes un studenti. Jaunākie studentu pētījumi dendroekoloģijā Latvijas universitātes Bioloģijas fakultātē noris arī Gunta Brūmeļa vadībā.

Lauksaimniecības universitātes Meža fakultātes docents Pēteris Skudra, analizējot Brocēnu cementa un šifera kombināta radītā vides piesārņojuma ietekmi uz apkārtējo priežu un egļu audžu pieauguma dinamiku, pētījis arī dažu vietējo klimatisko faktoru ietekmes būtiskumu. Konstatēts, ka priedes gadskārtās klimatisko faktoru pārmaiņas atspoguļotas tiešāk nekā egles gadskārtās. Izpētes rezultāti apstiprina, ka Latvijas vides apstākļos atsevišķi vērtētie klimatiskie faktori vairumā gadījumu nesasniedz kritisko līmeni, bet sakarā ar to savstarpējo ietekmēšanos, to summārā iedarbība veidojas būtiska (Скудра, 1983). Pētījumos noskaidroti arī priežu un egļu audžu attīstību visbūtiskāk ietekmējošie klimatiskie faktori un to ietekmes aktīvākie periodi (Скудра, 1982). 1970. gadu nogalē dendroekoloģiska satura pētījumu vadījis arī Z. Meškovskis (Liepājas valsts pedagoģiskais institūts). Priedes, egles un Japānas lapegles audzēs pētīta antropogēno faktoru ietekme uz koku pieaugumu, salīdzinot paraugkokus ar savstarpēji līdzīgu un ar individuālāku augšanas gaitu (Мешковский, 1982).

Vairāki ar dendrochronoloģiju saistāmi secinājumi gūti, nosakot koku sezonas pieauguma pārmaiņas pārmitro meža augšņu nosusināšanas ietekmē. Ar aplūkojamo zinātnes nozari tieši nevar saistīt Eižena Ostvalda pētījumus, bet viņu jāatzīmē, kā vienu no pirmajiem zinātniekiem, kas pētījis mežu nosusināšanas ietekmi uz koku pieaugumu vispār un norādījis par nosusināšanas pozitīvo ietekmi uz pārmitrās augšanas vietās augošu koku turpmāko attīstību. Pētījumi veikti 1877. gadā Olaines mežniecībā un gūtās atziņas publicētas pēc viena gada (Ostwald, 1878). Rūdolfs Markuss 1930. gados konstatēja, ka dažādu blakus faktoru (piemēram, augsnes apstākļu, koka vecuma u.c.) ietekmes dēļ audzes koku pozitīvā reakcija uz purva augšņu nosusināšanu bieži vien nesākas vienlaicīgi un vienādi. Tanī pat laikā vienāda rakstura reakcija uz nosusināšanu audzē iespējama pat divu sugu kokiem, piemēram, priedei un eglei (Markus, 1936). Vēlāk meža meliorācijas eksperimentālu pasākumu efekta noskaidrošanai īsos retrospekcijas intervālos gadskārtu platuma pārmaiņu dinamiku Latvijas mežsaimniecības problēmu zinātniskās pētniecības institūtā pētījis Kaspars Bušs (piemēram: Буш, 1968).

1960. gados Pēteris Zālītis pētīja priedes un egles sezonas pieauguma gaitu intensīvi nosusinātās meža augsnēs atkarībā no gaisa temperatūras un hidroloģiskā režīma. Noskaidrots, ka augsnes intensīva nosusināšana ievērojami ietekmē vēlinās koksnes veidošanās ātrumu un tās relatīvo daudzumu gadskārtā. Agrīnās koksnes attīstību nosusināšana ietekmē maz, t. i., tās attīstību lielā mērā nosaka asimilātu uzkrājums iepriekšējos gados (Залитис, 1967a; 1967b). Līdz ar to konstatēts, ka agrīnās koksnes attīstība no patreizējiem vides apstākļiem ir mazāk atkarīga nekā vēlinā koksne (Залитис, 1968).

Gadskārtu platuma dati Latvijā tiek vērtēti arī dažādu mežsaimniecisku pasākumu ietekmes laika un efektivitātes noskaidrošanai. Šajos pētījumos skaidrota koku radiālā pieauguma atkarība no dažādu minerālmēsļu pielietojuma un iedarbības (piemēram: Sacenieks, Kāposts, 1976; Špalte, 1993), kā arī no mežsaimniecisko un citu pasākumu ietekmes, kas veikti pastiprinātas antropogēnās slodzes un tās seku mazināšanai (runa ir, piemēram, par augsnes eroziju, pieblīvēšanu, dzīvās zemsegas, pameža un paaugas iznīcināšanu Rīgas un Jūrmalas pilsētu mežos; pētījumus veicis Žanis Sūna). Šiem un vēl citu zinātnieku (piem., Ireneja Tjarves, Dzintara Pīrāga, Jāņa Tauriņa, u.c.) mežsaimniecības vajadzībām veiktajās koku gadskārtu platuma analizēs gūtajiem rezultātiem ar dendrohronoloģiskajiem pētījumiem ir mazāks sakars.

Nobeidzot apskatu par dendrohronoloģiska rakstura pētījumiem Latvijā, vēl jāpiemin izpētes darbi, kas veikti vides monitoringa ietvaros. Dendroekoloģisks pētījums fona monitoringa ietvaros Latvijā veikts Krustkalnu dabas rezervātā (Latvijas austrumu daļā) Jāņa Jātnieka vadībā. Darba gaitā atšķirīgos reljefa un nogāžu ekspozīcijas apstākļos noteica 5 dažādu meteoroloģisku faktoru (saulaino stundu skaits, mēneša dekādes nokrišņu summa, gaisa mitruma deficīts, gaisa vidējā temperatūra, gaisa minimālā temperatūra) ietekmes uz priežu augšanu mētrajā būtiskuma līmeņus un to pārmaiņas pa mēneša dekādēm 2 gadu periodā (Jātnieks, 1987; 1991).

No Krustkalnu rezervāta netālajā Teiču rezervātā veikta arī purvos un pārmitros augšanas apstākļos augošu priežu gadskārtu platuma dinamikas izpēte. Zinātnieki pārliecinājušies, ka arī sūnu purvos un purvmalas mežos, kur, šķietami, kokaugu pieaugumu stiprāk ietekmē viens faktors - augsnes hidroloģiskais režīms, vietējos klimatiskajos apstākļos koku gadskārtu pieauguma gaita ir samērā atšķirīga pat vienas audzes robežās (Zālītis, Bамbe, 1991).

Lai regulāri izdarītu mežaudžu stāvokļa novērtējumu antropogēnās slodzes apstākļos salīdzinājumā ar relatīvi maz noslogotām augsnēm, kā arī noteiktu šī stāvokļa pārmaiņas dažādu dabas aizsardzības pasākumu rezultātā, 1990. gadā Mežsaimniecības problēmu institūts sadarbībā ar Latvijas universitātes Ģeogrāfijas fakultāti Rīgā, Jūrmalā, Strenčos, Ķegumā, Jaunjelgavā u.c. ierīkotajos lokālā meža monitoringa 38 parauglaukumos uzsāka koku radiālo pieauguma dinamikas novērojumus Māra Laiviņa vadībā. Lielākā daļa no parauglaukiem izvietoti priežu audzēs pēc iespējas uz līnijas, kas orientēta no kāda vides piesārņojuma avota valdošo vēju virzienā, bet daži, salīdzinājumam, - antropogēni mazpārveidotās priežu audzēs Latvijas dabas rezervātos (Laiviņš, Sīpols, Riekstiņa, 1993; Laiviņš, Henriņa, Špalte, Lukss, 1992-93).

Kā jau atzīmēts promocijas darba ievadā, Latvijā pēdējos gados tiek veikti arī dendrohronoloģiskie pētījumi to šaurā nozīmē, t.i., tiek veikta senās koksnes datēšana pēc dendrohronoloģiskās metodes. Darbu Latvijas vēstures institūta Arheoloģijas nodaļā veic šo rindu autors. Šajā darbā gūtie rezultāti un atziņas aprakstīti 5. nodaļā.

## 1.2. DENDROHRONOLOĢISKAI IZPĒTEI PIEMĒROTĀKĀS KOKU SUGAS LATVIJĀ

Eiropā visvairāk dendrohronoloģiski pētītās koku sugas ir parastie ozols, priede, egļe, baltegle un mazākā mērā - minēto ģinšu citas koku sugas, kā arī dižskābardis, lapegļe un ciedrupriede (Klein, Eckstein, 1988). Krievijā dendrohronoloģiski pēlta arī bērza un pistācijas, bet Lietuvā - melnalkšņa koksne (Шиятов, Комин, 1986; Стравинскене, 1989). No Latvijas mežos augošām koku sugām visvairāk pētītas divas: priede un egļe (kā saimnieciski svarīgākās). Nesen nelielā apjomā veikta oša vēsturiskās koksnes datēšana (5.1.3. nod.) un nedaudz analizēta arī āra bērza pieauguma dinamika (Звиедрис, Матузанис, 1962; Zālītis, Šitca, 1986). Latvijā par dendrohronoloģikai



datēšanai nozīmīgākajām sugām tomēr jāuzskata priede, egle un ozols. To nosaka šo sugu koku senās koksnes pieejamība: priede un egle jau gadsimtiem ilgi pieder pie Latvijas teritorijas valdošajām koku sugām un tas, ka abu sugu skujkoku, kā arī ozola koksne šeit gadsimtiem ilgi izmantota kā galvenais būvmateriāls. Tā saglabājusies kā būvmateriāls, iebūvēts vēsturiskās būvēs, un bez tam no šo sugu kokiem veidotas celtnēs vai to elementus joprojām atklāj arheoloģiskajos objektos. Turklāt jāuzsver, ka minēto sugu koku gadskārtas visvairāk pētītas arī Latvijai tuvajās valstīs. Tas ir svarīgi dendrohronoloģisko skalu sinhronizēšanā, kā arī tajās ietvertās informācijas salīdzināšanā un analizēšanā starptautiskā mērogā.

Visu trīs sugu koksnes struktūra stumbra šķērsgriezumā nodrošina labu gadskārtu saskatāmību. Tas, savukārt, ir īpaši svarīgi arheoloģiskajos izrakumos atklātas, izmirkušas, samelnējušas un trūdējušas koksnes dendrohronoloģiskajā izpētē. Priedei un eglei to stumbru šķērsgriezumā palielinājumā labi saskatāma gadskārtu vēlinās koksnes traheīdu (tumšākas, saplacinātas, ar uzbiezinātu šūnapvalku) kārtu asā pāreja uz nākamās gadskārtas agrīnās koksnes traheīdu (gaišākas, regulārākas, ar plānāku šūnapvalku) kārtām. Ozolam gadskārtas labi saskatāmas pēc aplocē izkārtotiem liela izmēra agrīnās koksnes vadaudiem: trahejām, kas seko pēc iepriekšējās gadskārtas vēlinās koksnes, kurā tās ir nelielas, koncentrētas liesmveida grupās.

Salīdzinot ar ozolu, Latvijā izplatītāko skujkoku - priedes un egles - piemērotība dendrohronoloģiskajai datēšanai ir nedaudz mazāka. Skujkokiem, līdzīgi kā lapkokiem ar izkļiedētiem vadaudiem īpaši nelabvēlīgos laika apstākļos, kā arī lielā vecumā kambija samazinātās vai trūkstošās aktivitātes dēļ viena vai vairākas gadskārtas var izveidoties tikai aploces atsevišķās vietās vai neizveidoties vispār (Klein, Eckstein, 1988; Балодис, Кузнецова, 1980; Sarma, 1948; u.c.). Biežāk šo parādību novēro koku stumbra lejasdaļā (Wagenführ, 1989). Gadskārtu izkrišana apgrūtina un pāldzina attiecīgo laikrindu šķērsdatēšanu, bet nosakot tās izpausmes absolūto laiku, izmantojama par nozīmīgu pazīmi, kas bieži liecina par ekstremāli nelabvēlīgu vides faktoru ietekmi.

Skujkoku gadskārtu robežās bez tam nereti var novērot vienu vai vairākas koksnes palielināta blīvuma kārtiņas, kuras traheīdu šūnapvalka sabiezējuma un tumšākas nokrāsas dēļ dažreiz ārēji atgādina šauru vēlinās koksnes kārtu. Šī iemesla dēļ tās dažreiz nepareizi dēvē par "neīstām" gadskārtām. Tā saucamās neīstās gadskārtas skujkokiem Eiropas vēsajā un mērenajā klimata zonā parasti neveidojas (Schweingruber, 1980). Tās novēro kokiem (arī lapu kokiem) siltā klimata zonās. Piemēram, Melnās jūras piekrastē.

kur garākā veģetācijas periodā koku augšanu limitējošo faktoru ietekmes maiņas dēļ iespējama pat koku atkārtota salapošana, veģetācijas sezonā kokiem nereti veidojas divas gadskārtas (Vaņins, 1950). Traheīdu šūnapvalka sabiezējuma kārtas no skujkokiem biežāk sastopamas priedēm, retāk - eglēm. Tās novēro labos augšanas apstākļos augušu koku platajās gadskārtās. To robežās esošās koksnes blīvuma svārstības liecina par fizioloģiskām pārmaiņām kokā veģetācijas perioda laikā, kuras izraisījuši īslaicīgi koka augšanu limitējoši faktori. Nepiemērotos augšanas apstākļos augušu skujkoku šaurās gadskārtas faktoru iedarbības tāda veida īslaicīgas pārmaiņas atspoguļot nespēj (Schweingruber, 1980). Koksnes kārtas ar palielinātu blīvumu no īstās vēlinās koksnes kārtas atšķiras ar mazāku platumu un pakāpenisku pāreju starp dažāda blīvuma traheīdu kārtām. Gan gadskārtu iztrūkums, gan par vēlinās koksnes kārtu kļūdaini uzskatītas koksnes sablīvējuma joslas, gadskārtu platuma laikrindās nosakāms ar šķērsdatēšanas palīdzību (Балодис, Кузнецова, 1980; Kaennel, Schweingruber, 1995).

Koksnes dendrohronoloģiskās datēšanas sekmes atkarīgas no senatnē augušo koku reakcijas (to reakcijai jābūt vienlaicīgai un pēc iespējas līdzīgai) uz plaša mēroga sezonāli mainīgu vides faktoru (galvenokārt - klimatisko faktoru) ietekmi. Gadskārtu platuma izmaiņu dinamikas līdzību plašākā teritorijā daudziem kokiem minētie faktori vienlaicīgi nosaka tad, ja tie pietiekami ilgi koku augšanu ietekmē kā limitējošie faktori. Jēdziena "limitējošais faktors" nozīmi izskaidro tā likums: neviens bioloģisks process, arī augšana, nevar norisināties tālāk par robežu, ko nosaka kāds šo procesu limitējošs faktors tā nepietiekamības vai pārsātinātības dēļ (Fritts, 1976; Liepa, Mauriņš, Vimba, 1991).

Klimatisko faktoru limitējošā loma atkarīga no pētāmo koku augšanas vietas to areālā: tā spēcīgāk izpaužas koku sugu areāla dienvidu un ziemeļu pierobežas zonās. Tālāk uz ziemeļiem izvietotajās teritorijās limitējošais faktors biežāk ir temperatūra (tās nepietiekamība), bet tālāk uz dienvidiem izvietotajās teritorijās - nokrišņu daudzums (to nepietiekamība).

Parastajai priedei kā tipiskam eiribiontam izplatības areāls ir ļoti plašs: no Rietumeiropas līdz Tālajiem Austrumiem, no stepes līdz pat mežatundrai. Pēc Dažādos pētījumos priedei noteiktas šādas prasības: jūlija vidējā temperatūra - vismaz +8°C, vidējā temperatūra laikā no jūnija līdz septembrim - vismaz 8,4°C, minimālā augsnes temperatūra 15-20 cm dziļumā - +5°C, vismaz 26 dienas sezonā ar gaisa temperatūru virs +17°C un minimālais veģetācijas sezonas ilgums, kad diennakts vidējā temperatūra pārsniedz +5° - 105 līdz 100 dienas (Lindholm, 1996). Jau iepriekšējo paaudžu zinātnieki

uzsvēruši, ka Latvijā priedei augšanas apstākļi ir ļoti piemēroti: “Latvija atrodas priežu izplatības ģeogrāfiskā rajona centrālajā daļā” (Kalniņš, 1930).

Parastās egles izplatības areāls ir ievērojami mazāks: tas sniedzas no Alpiem Francijā un Šveicē (ar pārtraukumu Polijas vidienē) līdz Krievijas ziemeļu daļai un no Ukrainas ziemeļu daļas līdz Skandināvijai. Salīdzinājumam: tā aug arī kalnu apstākļos, kur gaisa vidējā temperatūra janvārī ir ap  $-10^{\circ}\text{C}$ , jūlijā - ap  $10^{\circ}\text{C}$ , bet nokrišņu daudzums pārsniedz 1000 mm gadā (Schweingruber, 1983).

Tā kā Latvijas teritorija neatrodas ne priedes, ne egles izplatības areāla pierobežā, šeit nevienu no nozīmīgākajiem klimatiskajiem faktoriem nevar uzskatīt par pastāvīgu un pārsvarā esošu minēto koku sugu augšanu limitējošu faktoru. Līdzīgi kā citās Eiropas valstīs, kas atrodas šajos pašos ģeogrāfiskā platuma grādos, Latvijas teritorijā priedes un egles pieaugumu vienādi stipri limitē ne vien gaisa temperatūra vai nokrišņu daudzums, bet arī citi faktori. Piemēram, Vācijā laikposmā no 1847. līdz 1987. g. klimatisko faktoru ietekmē pieauguma svārstības izraisītas aptuveni 25 - 45% no egļu un balteģļu gadskārtām. Tātad 55 - 75% gadskārtu pieauguma svārstības izraisījuši citi limitējoši faktori (Konnert, 1989).

Līdzšinējie Latvijā veikto dendrochronoloģiska rakstura pētījumu rezultāti rāda, ka arī tās teritorijā neklmatisko faktoru kā limitējošo faktoru ietekme uz priežu un egļu ikgadējo radiālo pieaugumu ir ievērojama, tā ka sakarība starp klimatisko faktoru un šo sugu koku gadskārtu platuma pārmaiņām dažkārt ir grūti nosakāma (Zviedris, 1950; 1960; Звиедрис, Сацениекс, 1958; 1960 Звиедрис, Матузанис, 1962; Zālītis, Šitca, 1986; Zālītis, Bамbe, 1991). Koku gadskārtu platums pat vienas audzes robežās svārstās nevienādi, tomēr šo koku gadskārtu aprēķinātās vidējā platuma svārstības konstatētas līdzīgas kā citās audzēs un ar izteiktu periodiskumu (Zviedris, Sacenieks, 1960). Latvijā klimatisko faktoru ietekme uz priežu audžu vidējo radiālo pieaugumu sila, mētrāja un damakšņa meža augšanas apstākļu tipos, izteikta ar pāru korelācijas koeficientu, tomēr izpaužas visai būtiski: tā mainās no 0,46 līdz 0,89. Lokālo faktoru ietekmes rādītājs mainās attiecīgi no 0,11 līdz 0,54 (Špalte, 1976; Шнарре, 1979). Veģetācijas un vairāku iepriekšējo sezonu klimatisko faktoru būtiska ietekme uz Latvijā augošo priežu ikgadējo radiālo pieaugumu netieši pierāda arī to pētījumu rezultāti, kuros skaidrota klimatisko faktoru ietekme uz koku augstuma vai krājas ikgadējo pieaugumu (piemēram: Бун, 1959; Скудра, 1982, 1983). Šo pētījumu rezultāti apstiprina: priedes un egles gadskārtu

platuma atsevišķās rindās klimatisko faktoru ietekme izpaužas pavāji, bet koku gadskārtu vidējā platuma rindās to ietekme izpaužas būtiski.

Jāpiebilst, ka atsevišķos zinātniskos rakstos klimata ietekme uz skujkoku augšanu raksturota kā neliela. Piemēram, konstatēts, ka "... korelācijas koeficients starp gadskārtu platumu un meteoroloģisko apstākļu rādītājiem parasti nepārsniedz 0,4 ... un tikai 16% gadskārtu platuma svārstību var izskaidrot ar meteoroloģisko faktoru svārstībām" (Zālītis, Šitca, 1986). Šādiem novērojumiem ir zināms pamatojums: a) zemu līdzības kritērijus iegūst, ja vērtē klimatisko faktoru ietekmi uz atsevišķiem kokiem un b) netiek ņemts vērā, ka koki, kā jebkurš dzīvs organisms, uz ekoloģisko faktoru iedarbību dažādos laika posmos reaģē atšķirīgi, t.i., arī vien raksturīga t.s. ekosistēmas temporālā heterogenitāte. To, ka kokaugi uz konkrētiem klimatiskajiem faktoriem reaģē izteiktāk noteiktos laika periodos, savos pētījumos pierādījis I. Liepa (Липа, 1975), bet par to var pārlicināties arī pēc J. Jātņieka, E. Špaltes un P. Skudras veikto gadskārtu platuma un klimatisko faktoru pārmaiņu sakarības pētījumu rezultātiem (Jātņieks, 1991; Špalte, 1975b; Шпалте, 1978b; Скудра, 1983).

Divām no pieminētajām koku sugām: priedei un eglei vidēji mitros augšanas apstākļos nereti konstatēta samērā līdzīga ikgadējā pieauguma dinamika (Звездриц. Саценнекс, 1960; Черных, 1996; Vitas, Bitvinskas, 1998). Daži dendrohronologi pat atzinuši vienas teritorijas priedes un egles indeksu rindu apvienošanu vienā dendrohronoloģiskajā skalā (Черных, 1996). Vairums dendrohronoloģijas speciālistu tomēr atzīst, ka ikvienā ģeogrāfiskā rajonā katrai koku sugai pieauguma dinamika ir vairāk vai mazāk raksturīga (Schweingruber, 1983, 1993; Klein, Eckstein, 1988; Ring, 1994; Bitvinskas, 1998). To pierāda vairāki piemēri (pēc Schweingruber, 1993):

a) no koku sugas ir atkarīgs *signatūras* gadu un *notikumu* gadu biežums. Piemēram, periodā no 1900. līdz 1986. gadam pēc Šveices vidienes priežu gadskārtām konstatēti 27 signatūras gadi, bet pēc egļu gadskārtām - tikai 19 (Schweingruber, 1993).

Jāpaskaidro, ka par signatūras gadiem dēvē gadus, kuros, salīdzinot 10 un vairāk koksnes paraugu indeksu rindas, pa gadiem atbilstošās indeksu vērtības reizē samazinās vai, tieši pretēji, vienlaikus palielinās vairāk nekā 90% no salīdzināmo rindu skaita (Schweingruber, 1983). Terminu "signatūras gads" latviešu valodā pirmo reizi lietojis E. Špalte (Špalte, 1971), lai gan jau iepriekš latviski lietots termins "signatūras gadskārta" (Zviedris, 1962). Ārzemju dendrohronoloģijas literatūrā biežāk runa ir tomēr par signatūras gadu nevis gadskārtu: *der Weiserjahr* (vāciski) un *pointer year*

(angliski), ko burtiski varētu tulkot kā “norādes gads”. Apzīmējums “signatūras gadskārta” vai, pareizāk, “signatūras vērtība” būtu vairāk piemērots gadījumiem, kad runa ir par kādā gadam gadam atbilstošas gadskārtas ļoti atšķirīgu platumu viena vai tikai dažu koku koksnes paraugos. Tai atbilstošais gads vāciski nosaukts par *der Ereignisjahr*, angliski - par *event year* (Schweingruber, Eckstein, Serre-Bachet, Bräker, 1990, Schweingruber, 1992), ko burtiski varētu tulkot kā “notikuma gads”.

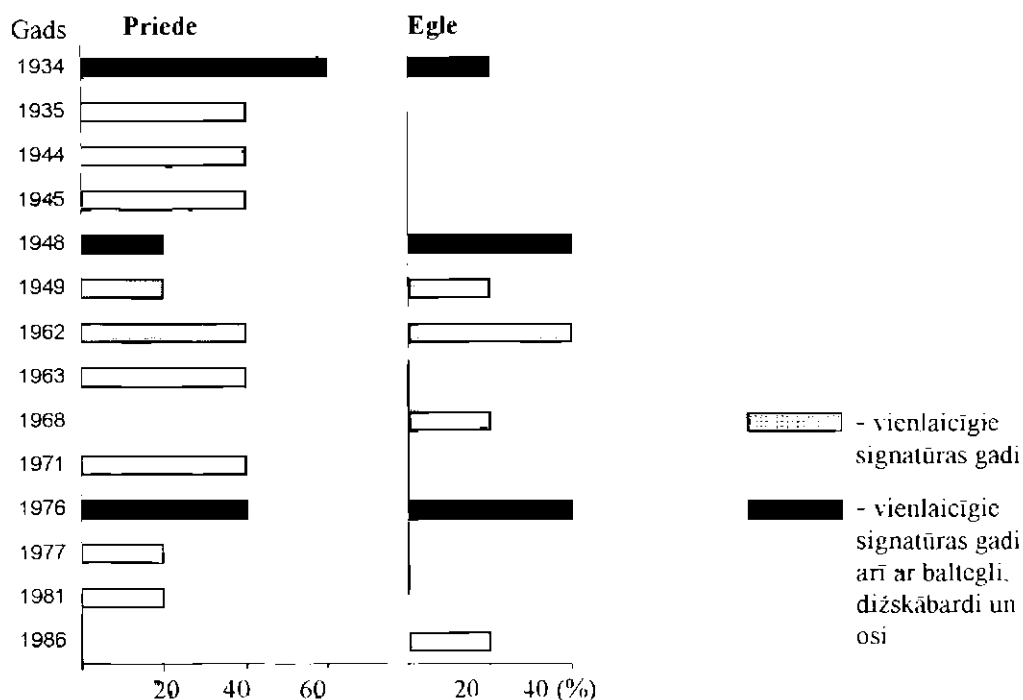
b) dažādu sugu koku reakcija uz dažādu ekoloģisko faktoru iedarbību ir atšķirīga. Par to daudz piemēru ir koku sugu raksturojumos dendroloģijas un mežsaimniecības grāmatās (piemēram, Lange, Mauriņš, Zvirgzds, 1978; Dreimanis, Skudra, 1993; u.c.).

Raksturīgs piemērs: egles pret vides faktoru ietekmi ir jutīgākas nekā priedes. Atšķirībā no priedes, kurai sausās un normāla mitruma augsnēs veidojas dziļa mietsakne, eglei ir tipiski sekla sakņu sistēma un tā ir koku suga ar šaurāku ekoloģisko amplitūdu. Tāpēc, lai gan nereti priedes un egles pieauguma dinamikas ritmiskums ir līdzīgs, egles augšanas gaita tomēr ir individuālāka. Tā, piemēram, Zviedrijas dienvidu daļā egļu datēšana līdz šim bijusi ļoti darbietilpīga, dažreiz pat praktiski neiespējama. Tas izskaidrojams ar to, ka šajā teritorijā egles radiālā augšana, atšķirībā no priedes un ozola, ir ievērojami atkarīgāka no nokrišņu daudzuma un tā lokālajām izmaiņām (Bartholin, 1993). Priede ir izturīgāka pret ekstremāliem klimatiskiem apstākļiem (īpaši - pret sausumu) un, kā konstatēts, uz to iedarbību reaģē vājāk un vēlāk nekā egle (Vitas, Bitvinskas, 1998). Abu sugu reakcijas ātrums uz ekstremālu vides apstākļu ietekmi, iespējams, atkarīgs no konkrētiem augšanas apstākļiem, jo literatūrā ir sastopamas norādes arī par egles vēlāku reakciju (Zviedris, 1963; Черных, 1996).

c) tikai retos gadījumos vairāku sugu koki signatūras gadu uzrāda vienā un tanī pašā gadā. Piemēram, Šveicē laikposmā no 1934. - 1986. gadam 1 km<sup>2</sup> robežās par kopīgiem signatūras gadiem priedēm un eglēm uzskatāmi tikai atsevišķi gadi, pie tam atkarībā no koku sugas, to īpatņu daudzums, kas reaģējuši uz kopīgo limitējošo faktoru, ir atšķirīgs (1. l. att.).

Uzrādītie piemēri apstiprina nepieciešamību vienā konstrukcijā iebūvētos dažādu sugu koku būvdetaļas savstarpēji sinhronizēt atsevišķi pa sugām. Ņemot vērā lielo varbūtību, ka viena konkrēta objekta vai konstrukcijas būvei ir izmantoti vienā gadā vai tikai ar dažu gadu starpību cirsti koki, varētu būt lietderīgi veikt pa koku sugām sastādīto attiecīgās būves indeksu vidējo vērtību rindu savstarpējās sinhronizēšanas mēģinājumu.

Citos gadījumos atšķirīgu sugu koku indeksu rindu savstarpējā sinhronizēšana ir riskanta un nav attaisnojama.



1.1. attēls. Signatūras gadu konstatēšanas biežums Šveicē augošo priežu un egļu 1934.-1986. gada gadskārtās (% no attiecīgās sugas pārbaudīto koku kopskaita) (pēc Schweingruber, 1993).

Latvijas teritorijā sava izplatības areāla pierobežas zonai vistuvāk atrodas ozols. Ozolam izšķiramas vairākas dendrohronoloģijā nozīmīgas pozitīvas īpašības:

- tam kā kokam ar gredzenveidā izkārtotiem vadaudiem nelabvēlīgos vides apstākļos vai lielā vecumā gadskārtu izkrišana nav novērota;
- ozola stumbra aplievas daļas gadskārtu samērā pastāvīgais skaits ļauj diezgan precīzi datēt būvdetaļas, kurām ārējās no aplievas daļai atbilstošām gadskārtām nav saglabājušās. Austrumeiropā aptuveni 50% gadījumu ozola aplievas gadskārtu skaits ir 13 - 19, minimālais skaits - 9, maksimālais - 36. Salīdzinājumam: Viduseiropā un Rietumeiropā augušo ozolu koksnes aplievas daļa var sastāvēt no 7 - 55 gadskārtām vai visbiežāk - no aptuveni 20 gadskārtām, savukārt priedei koksnes aplievas daļa gadskārtu skaits var būt robežās no 20 līdz pāri simtam. Ozola aplievas gadskārtu

skaita izmaiņas ir aptuveni proporcionālas kodolkoksnēs gadskārtu skaita izmaiņām (Klein, 1993);

- c) ņemot vērā, ka Latvijas teritorija atrodas tuvu parastā ozola dabiskā areāla ziemeļu robežai, tad zema temperatūra kā limitējošs faktors ozolu ikgadējo radiālo pieaugumu var ietekmēt biežāk un izteiktāk, t.i., savstarpēji līdzīgāk nekā priežu vai egļu pieaugumu (līdz šim praktiski salīdzinājums vēl nav izdarīts).

Parastā ozola areāla robeža ziemeļu virzienā nepārsniedz  $60^{\circ}$  Z ģeogrāfiskā platuma līniju. Praktiski ozola izplatība iespējama teritorijās, kur gaisa vidējā temperatūra gadā nav zemāka par  $+2^{\circ}$  C (Воробьев, 1985). Latvijas teritorijā gaisa vidējā temperatūra gadā tuvāk šim robežskaitlīm bija noslīdējusi laikā no XIV līdz XIX gadsimtam (t.s., Mazajā ledus laikmetā), kad tā bija vidēji par  $1 - 1,5^{\circ}$  C zemāka nekā mūsdienās (Имбри Д, Имбри К.П., 1988). Minētajā periodā gaisa vidējā temperatūra gadā varēja būt vidēji ap  $3 - 5^{\circ}$  C, un ozola izplatības areāla robeža, acīmredzot, no ziemeļu puses bija atkāpusies tuvāk Latvijas teritorijai. Gan rakstītie vēstures avoti, gan mūsdienās vēl sastopamie dižozoli pierāda tolaik vēl neizcirsto ozolu augtspēju arī šādos, vēsākos klimatiskos apstākļos (Zunde, 1999). Jādomā, ka pazeminātā gaisa temperatūra ozolu ikgadējo augšanu kā to limitējošs faktors tolaik ietekmējusi biežāk un aptverošāk nekā mūsdienās, tāpēc XIV - XIX gadsimtā Latvijas teritorijā augušu ozolu saglabājusies koksne varētu būt izteikti piemērots dendrohronoloģiskās izpētes materiāls;

- d) ozoli biežāk sasniedz lielu vidējo vecumu, līdz ar to gadskārtu skaits koksnē, ja stumbra centrālā daļa nav iztrupējusi, var būt ievērojams;
- e) ozola koksnes izturība glabāšanās vidē parasti ir labāka.

Kā trūkumus, kuru dēļ dažkārt ir apgrūtināta ozola gadskārtu platuma mērīšana un līdz ar to - laikrindu šķērsdatēšana, jāmin a) šauro gadskārtu robežas iezīmējošo līniju izteiktā nīkumainība ap lielajām pavasara koksnes trahejām un b) nereti konstatējamā gadskārtu robežu nobīde attiecībā pret to turpinājumu plata serdes stara otrajā pusē (nobīde var atbilst pat 1 - 2 gadskārtu platumam).

Pēc vispārēja vērtējuma ozola koksnē datēt tomēr ir visvieglāk un, savukārt, priekš ir vieglāk datējamas nekā egles.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - Dr. Z. Vrobelas (S. Wrobel, Vācija) un Dr. T. Bartolina (T. Bartholin, Zviedrija - Dānija) apstiprināta informācija.

Vidēji vērtējot katras sugas kokmateriālu piemērotību dendrohronoloģiskai izpētei, svarīgi ir ņemt vērā arī katras koku sugas koksnes materiālu līdzšinējo sastopamību. Pēc sastopamības Latvijā visas trīs aprakstītās koku sugas sarindojamas šādā secībā: 1) priede, 2) egļe, 3) ozols. Taču jāņem vērā, ka celtniecībai izmantojamo meža valdošo koku sugu sastāvs nav bijis pastāvīgs. Sugu īpatņu skaita attiecības pētāmā platībā atkarīgas no konkrētiem augšanas apstākļiem, tā pārmaiņām un īpaši pēdējā tūkstošgadē - no cilvēku apzinātās un neapzinātās darbības. Piemēram, atsevišķos vēsturiskos laikposmos (arī pirms 1600 - 1000 gadiem), kā arī ģeomorfoloģiskajos rajonos (īpaši valsts teritorijas austrumu daļā) mežos dominējošā koku suga bija egļe, bet Latvijas rietumdaļā pat vēl līdz XVII gs. samērā plaši bija sastopams arī ozols (Zunde, 1999). Tas nozīmē, ka dažāda hronoloģiskā vecuma konkrētas koku sugas koksnes sastopamība pētāmā teritorijā var būt stipri atšķirīga, un tas ietekmē attiecīgai teritorijai atbilstošas ilglaicīgās hronoloģiskās skalas konkrēto posmu izstrādāšanas iespējas un tās kvalitāti. Tāpēc, lai radītu ilglaicīgas absolūtās hronoloģiskās skalas, kas atbilstu vismaz plašākam mērogam, ir svarīgi sekmīgi savstarpēji šķērsdatēt arī tās vēsturisko objektu vietējās dendrohronoloģiskās skalas, kas attiecas uz Latvijas teritorijas dažādām vietām. To sinhronizācijas un šķērsdatēšanas panākumus ietekmē vides apstākļi, kuros auguši salīdzināmo objektu būvdetaļām izlietotie būvkoki.

### 1.3. LATVIJAS TERITORIJAS VIDES APSTĀKĻU VISPĀRĒJAIS RAKSTUROJUMS

Gadskārtu indeksu rindu sinhronizācijā un šķērsdatēšanā panākumus sekmē koku, kuru koksni reprezentē sagatavotie paraugi, augšanu ietekmējošo faktoru kopuma sastāva un iedarbības viendabīgums.

Darba ievadā uzsvērts, ka parasti dendrohronoloģiski datējamām būvdetaļām izmantoto koku augšanas vieta un tādējādi arī augšanas apstākļi nav precīzi zināmi. Vēsturisko objektu skaits, kuros atrod dendrohronoloģiskai datēšanai piemērotas koka būvdetaļas vai to atliekas, nav liels. Līdz ar to dažādu objektu vienādam hronoloģiskam vecumam atbilstošas gadskārtu platuma indeksu rindu posmus, kas attiektos uz savstarpēji tuvām augšanas vietām un līdzīgiem augšanas apstākļiem, var piemeklēt tikai retos gadījumos. Tāpēc, veicot vēsturisko objektu celtnu būvdetaļu dendrohronoloģisko



datēšanu visā Latvijas teritorijā, nepieciešams novērtēt vides apstākļus gan visas visas teritorijas mērogā, gan tos salīdzināt starp atsevišķām teritorijām, kā arī raksturot vides apstākļu sezonālās un teritoriālās pārmaiņas un to cēloņus. Tas nepieciešams, lai dažādās vietās un apstākļos augušu koku pieauguma dinamikas salīdzināšanas rezultātu vērtējums būtu objektīvāks.

Dendrohronoloģijā svarīgs ir dendrohronoloģiskā signāla stipruma vērtējums. Dendrohronoloģisko signālu veido klimatiskie faktori vienlaikus ar pārējiem iespējamiem faktoriem, kuri koku ikgadējo radiālo pieaugumu kopīgi limitē plašā mērogā. Tā nepietiekoša stipruma gadījumā datēšana ir apgrūtināta vai pat neiespējama. Zinot salīdzināmo teritoriju savstarpējo attālumu un vides apstākļus, dažkārt jau iepriekš iespējams aptuveni prognozēt dendrohronoloģiskā signāla stiprumu (t.i., precīzāk noteikt datēšanas sekmīga rezultāta izredzes) vai noteikt tā samazināšanās būtiskos cēloņus. Bez tam iespējams objektīvāk novērtēt arī citu valstu lokālo absolūto dendrohronoloģisko skalu piemērotību kādas Latvijā izstrādātas konkrētas dendrohronoloģiskās skalas absolūtajai datēšanai.

Vides apstākļi atkarīgi no konkrētās teritorijas ģeogrāfiskā novietojuma, platības un fizioģeogrāfiskā rakstura. Tie savstarpēji atšķiras pēc to īpašībām (pēc tos veidojošo vides faktoru sastāva un raksturojuma, to pārmaiņu biežuma, virziena, amplitūdas, kompleksās ietekmes) un piemērotības konkrētu sugu kokaugu augšanai. Vides apstākļi Latvijas teritorijā ir visai daudzveidīgi, un to ietekmes rezultātā radušās koku ikgadējā pieauguma atšķirības dendrohronoloģiskās izpētes rezultātus ietekmē visai būtiski.

**Latvija** atrodas Ziemeļeiropā un aizņem 64589 km<sup>2</sup> lielu teritoriju, kuras galējo punktu ģeogrāfiskās koordinātas ir: ziemeļos - 58°05' Z. pl., dienvidos - 55°40' Z pl., rietumos - 20°58' A gar. un austrumos - 28°14' A garuma. Tās teritorija atrodas mērenās joslas mežu zonas jaukto mežu apakšzonā jeb minētās joslas boreālā skujkoku un nemorālā lapkoku mežu biomu plašajā kontaktjoslā - ekotonā (Laiviņš, 1998). Tas nozīmē, ka klimatiskā ziņā vietējie vides apstākļi piemēroti gan skujkoku, gan lapkoku augšanai. Līdz ar klimata pārmaiņām pagātnē mainījās pat abu biomu mežu valdošā loma (Zunde, 1999).

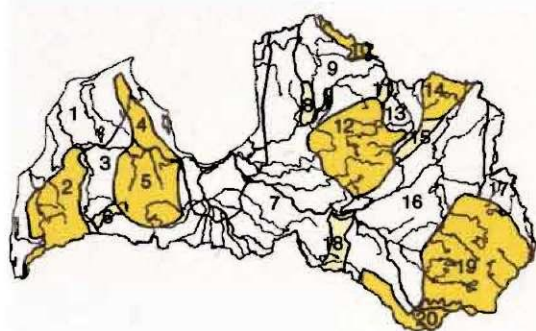
Latvijas teritorijas maksimālais garums ziemeļu - dienvidu virzienā ir 210 kilometru, bet rietumu - austrumu virzienā - 450 kilometru. Vairāk nekā 1/4 daļu no valsts robežu kopgaruma (1865 km) aizņem krasta līnija (490 km) gar Baltijas jūru un tās Rīgas līci.

Valsts teritorijas platība, tās garuma un platuma attiecības, kā arī jūras klātbūtne ir nozīmīgi dendrochronoloģiskā signāla stiprumu ietekmējoši faktori. To ietekmes tuvāks raksturojums dots tālāk, sākot no 83. lpp.

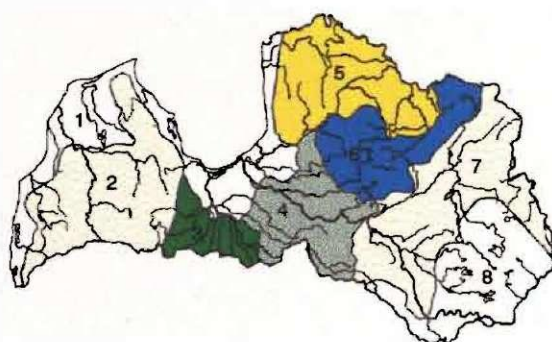
Latvijas teritorijai raksturīgs zems reljefs: no 0 līdz 311,5 m vai vidēji 87 m virs jūras līmeņa. Lielākā daļa (57% teritorijas) atrodas līdz 100 m virs jūras līmeņa, 40,5% teritorijas - no 100 līdz 200 m v.j.l. un tikai 2,5% teritorijas atrodas virs 200 m v.j.l. Teritorijas reljefs būtiski ietekmē tās klimatu, upju un ezeru izvietojumu, augsnes un veģetāciju. Latvijas teritorijā šos dabas faktorus un sastāvdaļas galvenos vilcienos ietekmējušas 2 virsmas augstuma lielformu grupas: 1) zemienes (ap 60%) un augstienes (ap 40%). Jāpiezīmē, ka Latvijā par augstienēm uzskata paceltas reljefa lielformas, kas virs zemienēm izvirzās vismaz par 40 metriem (Kavacs, 1994). Latvijas teritorijas rietumu daļa ir relatīvi zemāka: šeit zemienes parasti 40 - 50 m virs jūras līmeņa, augstienes - 120 - 150 m v.j.l., bet austrumu daļā - zemienes 50 - 130 m v.j.l., augstienes - 200 - 250 m v.j.l.

Latvijas teritorijā pēc valdošajām viendabīgas zemes virsmas reljefa formām un to hipsometriskā stāvokļa izdalīti 20 ģeomorfoloģiski rajoni (1.2. att.). Ģeomorfoloģiskā rajona reljefs un iezu sastāvs, savukārt, nosaka vietējos dabas apstākļus, tāpēc tiem katrā katrā ģeomorfoloģiskajā rajonā veidojas specifisks raksturs. Augstieņu rajoni atšķiras ar paugurainu reljefu, palielinātu nokrišņu daudzumu (vidēji par 60 - 80 mm uz 100 m paaugstinājuma) un noteci, zemāku gaisa temperatūru, kā arī mitruma apstākļu, augsnes īpašību un fitocenožu lielāku dažādību un biežākām pārmaiņām. Zemieņu rajoni raksturojas ar līdzenāku reljefu, sausāku un siltāku klimatu, lielāku pārpurvošanās pakāpi, auglīgu augšņu lielākām platībām. Līdz ar to dabas apstākļu ziņā viendabīgāko teritoriju jeb t.s. fiziogēogrāfisko rajonu robežas ir tuvinātas vai pat sakrīt ar ģeomorfoloģisko rajonu robežām. Tā kā dabas apstākļi cits citu savstarpēji ietekmē, tad tiem vairāk vai mazāk raksturīgas iezīmes minēto rajonu robežās iegūst arī ikviens nozīmīgākajiem koku augšanu ietekmējošiem vides apstākļiem vai faktoriem, piemēram, augsne, mezoklimats un līdz ar to - arī augu fitocenozes (1.2. att.). Tāpēc Latvijas apstākļos koku gadskārtu vidējā ikgadējā pieauguma dinamika divās savstarpēji netālu augošās audzēs, no kurām viena atrodas, piemēram, zemienē, bet otra - augstienē, var būt atšķirīgāka nekā divās savstarpēji tālāk esošās audzēs, kuras aug augstieņu apstākļos.

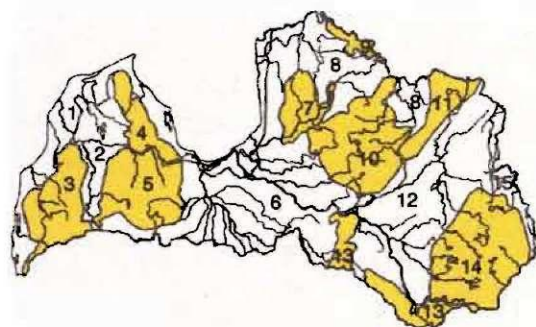
Baltijas jūras tuvumā un no vietējā reljefa atkarīgais Latvijas teritoriju mezoklimats un tā atšķirības ir viens no būtiskākajiem faktoriem koku augšanas apstākļu dažādošanā. Tā



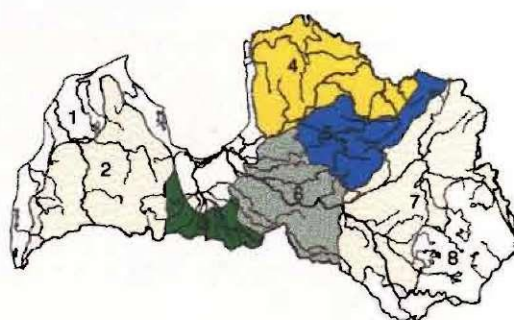
Ģeomorfoloģiskie rajoni



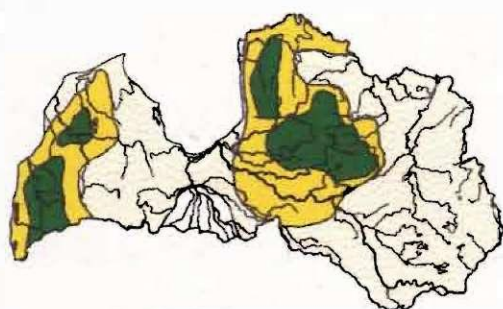
Augšņu rajoni



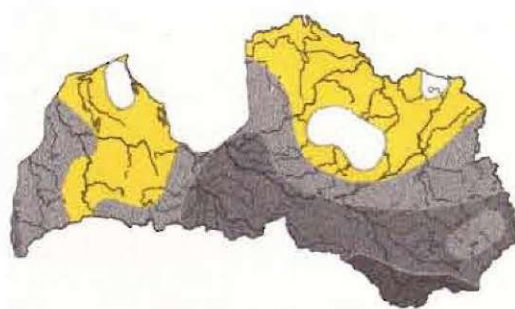
Fizioģeogrāfiskie rajoni



Ģeobotāniskie rajoni



Nokrišņi



Temperatūra virs 10°C



1.2. attēls. Latvijas teritorijas ģeomorfoloģisko, augšņu, fizioģeogrāfisko, ģeobotānisko un klimatisko rajonu salīdzinājums

## Paskaidrojumi 1.2. attēlam:

<b>Geomorfoloģiskie rajoni<sup>1</sup></b>	<b>Fizioģeogrāfiskie rajoni<sup>2</sup></b>
1. Piejūras zemiene	1. Piejūras zemiene
2. Rietumkursas augstiene	2. Kursas zemiene
3. Kursas zemiene	3. Rietumkursas augstiene
4. Ziemeļkursas augstiene	4. Ziemeļkursas augstiene
5. Austrumkursas augstiene	5. Austrumkursas augstiene
6. Pampāļu paugurvalnis	6. Viduslatvijas zemiene
7. Viduslatvijas zemiene	7. Idumejas augstiene
8. Augstrozes paugurvalnis	8. Tālavas zemiene
9. Ziemeļvidzemes zemiene	9. Sakalas augstiene
10. Sakalas augstiene	10. Vidzemes augstiene
11. Aumeisteru paugurvalnis	11. Alūksnes augstiene
12. Vidzemes augstiene	12. Austrumlatvijas zemiene
13. Vidusgaujas zemiene	13. Augšzemes augstiene
14. Alūksnes augstiene	14. Latgales augstiene
15. Gulbenes paugurvalnis	15. Mudavas zemiene
16. Austrumlatvijas zemiene	
17. Mudavas zemiene	
18. Sēlijas paugurvalnis	
19. Latgales augstiene	
20. Augšzemes augstiene	

**Augšņu rajoni<sup>3</sup>**

1. Piejūras smilšainās zemienes augšņu rajons
2. Kurzemes paugurainēs un līdzenuma augšņu rajons
3. Zemgales līdzenuma augšņu rajons
4. Viduslatvijas zemienes un Sēlijas paugurvalņa augšņu rajoni
5. Ziemeļlatvijas līdzenuma augšņu rajons
6. Vidzemes pauguraino augstieņu augšņu rajons
7. Austrumlatvijas līdzenuma augšņu rajons
8. Austrumlatvijas pauguraino augstieņu augšņu rajons

**Ģeobotāniskie rajoni<sup>4</sup>**

1. Piejūras ģeobotāniskais rajons
2. Rietumlatvijas ģeobotāniskais rajons
3. Zemgales ģeobotāniskais rajons
4. Ziemeļvidzemes ģeobotāniskais rajons
5. Centrālvidzemes ģeobotāniskais rajons
6. Viduslatvijas ģeobotāniskais rajons
7. Ziemeļaustrumu ģeobotāniskais rajons
8. Dienvidaustrumu ģeobotāniskais rajons

**Nokrišņu daudzums<sup>5</sup>**  
(mm / gadā)

1. < 600
2. 600 - 700
3. 700 - 800
4. > 800

**Gaisa temperatūru summa laika  
periodā ar pastāvīgu temperatūru  
augstāku par  
10° C<sup>6</sup>**

1. < 1800°
2. 1801° - 1900°
3. 1901° - 2000°
4. 2001° - 2100°
5. > 2100°

<sup>1</sup> - Pēc "Latvijas daba" II. R., 1995, 140. lpp.

<sup>2</sup> - Pēc "Latvijas daba" II. R., 1995, 75. lpp.

<sup>3</sup> - Pēc "Latvijas daba" I. R., 1994, 89. lpp.

<sup>4</sup> - Pēc "Latvijas daba" II. R., 1995, 136. lpp.

<sup>5</sup> - Pēc "Pasaules ģeogrāfijas atlants", R., 1997, 10. lpp.

<sup>6</sup> - Pēc "Latvijas PSR atlants", M., 1988, 15. lpp.

atšķirības kopā ar reljefa, augsnes u.c. faktoru atšķirībām rada iemeslu gan kokaudžu sugu sastāva maiņai (ietekmē attiecīgas sugas indivīdu sastopamību), gan kokaugu augšanu limitējošā faktora lomas pārejai no viena konkrēta faktora uz citu (var pavājināt dendrohronoloģiskā signāla kvalitāti).

Latvijā raksturīgs samērā mitrs klimats ar siltām, nokrišņiem bagātām ziemām un vēsām, mitrām vasarām (gadā gaisa vidējā temperatūra ir 4,2 - 6,6°C vai vidēji 5,6°C, bet nokrišņu daudzums - 617 mm) (Jērāns, 1984; Kavacs, 1995). Klimata lokālās pārmaiņas Latvijas teritorijā nosaka ne vien fiziski ģeogrāfiskie apstākļi, bet arī Baltijas jūras un tās Rīgas līča spēcīgā ietekme. Piekrastes tuvumā Latvijā ir tipisks piejūras klimats (siltākas ziemas, vēsākas vasaras, siltāks rudens nekā pavasaris, garāks bezsala periods u.c.), toties attālinoties no jūras, klimats kļūst kontinentālāks. Janvārī jūras piekrastē gaisa vidējā temperatūra ir ap -2 līdz -3° C, bet Latvijas austrumu rajonos - līdz -7° C. Jūlijā gaisa vidējā temperatūra valsts teritorijas rietumos sasniedz 16,8° C, bet austrumos - 17,6° C. Pavasara un vasaras mēnešos piekrastes rajonos nokrišņu daudzums ir mazāks, bet rudenī un ziemā - jūtami lielāks. Virzienā no rietumiem uz austrumiem pār Latviju bieži plūst no Atlantijas okeāna nākošās jūras gaisa masas, līdzī nesot nokrišņus. To vairāk ir augstieņu rajonos: saīdzoši visvairāk vēja (rietumu) pusē, bet vismazāk - aizvēja (austrumu) pusē. Latvijas teritorijas augstienēs gaisa vidējā temperatūra ir par 0,5 - 1,0° C zemāka nekā apkārtējos līdzenumos. Īpaši mezoklimata apstākļi dažkārt veidojas starppauguru ieplakās. Piemēram, Zemgales līdzenumā un Vidusgaujas ieplakā zināmā mērā izpaužas fēna efekts: gaisa sasilšana augstienes aizvēja pusē.

Absolūtos skaitļos klimata atšķirības Latvijas dažādos rajonos nav lielas, taču tās ir lielākas par klimata atšķirībām līdzīga lieluma un reljefa teritorijā kontinentālākos apstākļos. Ikvienā Latvijas teritorijas fizioģeogrāfiskā rajonā vai apvidū kokaugu reakciju uz attiecīgai teritorijai raksturīgo klimatisko faktoru ietekmi vēl vairāk dažādo šo faktoru ietekmē izraisītās pārējo kokaugiem nozīmīgo vides faktoru atšķirības. Tāpēc bieži konstatē, ka klimatiskā faktora ietekmes nepietiekamība vai pārsātinātība Latvijā kā koku augšanu limitējošs faktors vienlaicīgi izpaužas tikai dažos rajonos ar samērā līdzīgiem koku augšanas apstākļiem. Dažādos augšanas apstākļos atšķiras ne vien kāda faktora ietekmes intensitāte un ilgums, bet arī koku reakcija uz šī faktora iedarbību. Ar to izskaidrojams, ka šķietami tikai nedaudz atšķirīgos lokāla klimata apstākļos kokaugu ikgadējā pieauguma dinamika atšķirība dažkārt mēdz būt visai būtiska.

Visumā visā Latvijas teritorijā vasarā gaisa temperatūra ir nedaudz zemāka, bet ziemā - augstāka (pat par 7 - 9° C) nekā tā ir caurmērā Eirāzijā šajos pašos ģeogrāfiskā platuma grādos. Gada vidējā temperatūra Latvijas teritorijā šai joslai atbilstošo gada vidējo temperatūru pārsniedz par 4 - 6° C (Jerāns, 1984). Ar šīm klimata atšķirībām daļēji skaidrojama radiālā pieauguma samērā dažādā dinamika, kas, piemēram, līdz šim konstatēta Latvijas un Krievijas rietumu daļas dažu kultūrvēsturisku objektu dendrohronoloģisko skalu pirmajās šķērsdatēšanas reizēs. Pamatojoties uz E. Špaltes un arī vairāku ārzemju zinātnieku pētījumu rezultātiem, nelielā pacēlumā virs jūras līmeņa priedes ikgadējo radiālo pieaugumu pastiprināti negatīvi ietekmē bargas ziemas (Špalte, 1975b; Шпалте, 1978b). Ņemot vērā, ka ziemas visā Baltijā ir maigākas nekā kontinentālākās teritorijās, šeit ziemeļiem, īpaši marta mēneša zemās temperatūras kā limitējošā faktora loma ir mazāk un retāk izteikta nekā Krievijas rietumu daļas teritorijā, kurā atrodas minētie kultūrvēsturiskie objekti. Šis ir viens no piemēriem, kas pamato pētāmo teritoriju vides apstākļu novērtēšanas un salīdzināšanas nepieciešamību iegūto dendrohronoloģiskās datēšanas rezultātu objektīvākas izvērtēšanas nolūkā.

## 2. NODAĻA. MATERIĀLS UN METODIKA

### 2.1. IZPĒTES MATERIĀLA UN TĀ IEGŪŠANAS VIETU RAKSTUROJUMS

Atkarībā no izpētes uzdevuma darbā attiecīgi izmantoti augošu koku vai vēsturisko objektu koka būvdetaļu koksnes paraugi, kā arī publicētie dažu absolūti datēto Latvijas mežaudžu koku gadskārtu platuma indeksu vidējo vērtību rindu dati.

A) Pētījumam par Latvijas vides apstākļos augušu priežu gadskārtu platuma indeksu rindu līdzības rādītājiem izmantoti 16 koku gadskārtu platuma mērījumu dati, kas raksturo priežu radiālā pieauguma dinamiku vienā no priežu audžu parauglaukumiem (parauglaukumā Nr. 35), kuri ierīkoti bijušā Skrundas RLS elektromagnētiskā starojumakaitīgās ietekmes noteikšanai. Parauglaukuma vieta izvēlēta starpposmā starp Kuldīgu un Kabili, Skrundas RLS lokatoru darbības zonas aizmugurē. Sašūdinājumam izmantoti 8 koku gadskārtu platuma mērījumu dati, kuri attiecas uz citu parauglaukumu (Nr. 34). Šis parauglaukums bija ierīkots aptuveni 5 km uz ziemeļrietumiem no Skrundas elektromagnētiskā starojuma zonā. Bez tam sašūdinājumam izmantoti arī publicētie gadskārtu indeksu vidējo vērtību dati, kuri attiecas uz Tērvetes Kalnmuižas dižsīļu (indeksu vidējo vērtību rindā apvienotas 12 koku indeksu rindas), Kārsavas virsmežniecības Kārsavas mežniecības audzi (hronoloģijas sākuma daļā apvienotas 58, bet beigu daļā - 60 indeksu rindas) un Ludzas virsmežniecības Ciblas mežniecības audzi (apvienotas 15 rindas) (Шпалте, 1978a; Битвинская, Кайрайтис, 1978), kā arī dati no Latvijas dendrohronoloģiskās skalas priedei (Шпалте, 1978a). Sašūdzinoši nelielais paraugkoku skaits katrā audzē izvēlēts ar nolūku: tas aptuveni atbilst tam koksnes paraugu skaitam, kādā tos biežāk izdevies iegūt dendrohronoloģiski datējamos vēsturiskos objektos. Vēl jāpiebilst, ka pētījumā neizmantoja 35. parauglaukuma divu koku gadskārtu platuma datus, kuru radiālā pieauguma dinamika sašūdinājumā ar pārējiem izvēlētajiem kokiem bija pārāk atšķirīga. Koki ar stipri atšķirīgu pieauguma dinamiku sastopami katrā audzē. Piemēram, Eiropas ziemeļu daļā to īpatsvars noteikts 8 - 16% apjomā no audzes koku kopskaita (Гортинский, Евдокимов, Феклистов, Барзут, 1986). No šādiem kokiem darinātas būvdetaļas vai citi izstrādājumi parasti paliek nedatēti un to gadskārtu indeksu dati hronoloģiskajā skalā netiek iekļauti. Tāpēc minēto koku gadskārtu platuma mērījumus neizmantoja arī autora veiktajā pētījumā.

Doto audžu indeksu vidējo vērtību rindu salīdzināšanas rezultātu objektīvākai novērtēšanai nozīmīga ir informācija par salīdzināmo kokaudžu augšanas vietu un tās vides apstākļiem.

Minēto audžu savstarpējais attālums uzrādīts 3.3. attēlā (85. lpp.). Skrundas un Kuldīgas apkārtnē atrodas Kursas zemienē (Ventas-Usmas ieplakas smiltāju rajonā), kur to no mitrumu nesošajiem rietumu vējiem aizsargā Rietumkursas augstiene. Nokrišņu daudzums gadā šeit ir ap 600 - 650 mm, aktīvo temperatūru summa (virs 10° C) veģetācijas periodā sasniedz 1800 - 1900° C. (Кельчевская, 1971; Pūriņš, 1975). 35. parauglaukums ierīkots slapjā mētrāja, bet 34. parauglaukums - damakšņa tipa priežu audzē.

Tērvetes dižsils aug Zemgales līdzenumā. Salīdzinot ar Kursas zemieni, klimats šeit ir siltāks un sausāks: aktīvo temperatūru summa veģetācijas periodā sasniedz 2000 - 2100° C, nokrišņu daudzums gadā - 500 līdz 600 mm. Koksnes paraugi ņemti damakšņa tipa priežu audzē.<sup>1</sup>

Kārsavas mežniecības mežaudze atrodas Mudavas zemienē, bet Ciblas mežniecības audze - Latgales augstienes ziemeļaustrumu malā. Abas teritorijas atrodas patālu no jūras, kuras ietekmi uz šo vietu klimatu vēl samazina arī Vidzemes, daļēji arī Latgales augstiene, tāpēc klimats šeit ir kontinentālāks. Nokrišņu daudzums gadā - ap 600 - 700 mm, aktīvo temperatūru summa - aptuveni 1900° C (pie Ludzas) - 1950° C (ap Kārsavu). Salīdzinot ar iepriekš minētajām teritorijām - ziemās šeit ir zemākas mēnešu vidējās temperatūras un ilgāks sniega segas ilgums. Kārsavas mežniecībā izvēlētā priežu audze atbilst lāna, bet Ciblas mežniecībā izvēlētā audze - damakšņa meža augšanas apstākļu tipam.

Latvijas dendrohronoloģiskās skalas salīdzināmais posms satur informāciju, kas attiecas uz 31 sila, mētrāja un damakšņa audzēm. Minētā posma sākuma daļā apvienotas 471, bet beigu daļā - 485 gadskārtu platuma indeksu rindas. Šīs audzes pārstāv visas valsts teritorijas klimatiskos rajonus (Шпалте, 1979).

B) Vēsturisko objektu koka būvdetaļas un to iegūšanas vieta raksturota darba beigu daļā (5. nodaļa), konkrēto objektu dendrohronoloģiskās datēšanas aprakstos.

<sup>1</sup> - Zem šīm priedēm pamežu veido lazdas, arī sausserži un pīlādži, tāpēc atšķirībā no parastā sila ar nabadzīgu augsni, šis t.s. Kalnmuižas sils nosaukts par dižsilu (Saliņš, 1974).



## 2.2. KOKSNES PARAUGU IEGŪŠANA UN SAGATAVOŠANA GADSKĀRTU PLATUMA MĒRĪŠANAI

Ikgadējā radiālā pieauguma dinamikas izvērtēšanai visās audzēs, izņemot Tērvetes Kalnmuižas dižsilu, no katra koka ar Preslera pieauguma svārpstu urbts viens koksnes paraugs. Kalnmuižas dižsilā priežu koksnes paraugi ņemti no 1967. un 1969. gada vētrās izgāztajiem kokiem, kuriem gadskārtu platums mērīts divos radiālos virzienos (Шпальте, 1978a; 1979). Gadskārtu mērīšanas precizitāte gandrīz visos gadījumos līdz 0,01 mm, izņemot Kārsavas mežniecībā augušo priežu gadskārtu platuma mērījumiem (līdz 0,05 mm). Abu Skrundas apkārtnē ierīkoto parauglaukumu priežu gadskārtu platumu mērījis šī darba autors, bet publikācijās sniegtos datus ieguvuši attiecīgo rakstu autori (E. Špalte, T. Bitvinsks un J. Kairaitis).

Autors Latvijas vēstures institūtā senās koksnes gadskārtu platuma mērīšanu veicis no divu veidu koksnes paraugiem: no stumbra šķērsriezuma ripām (vai to daļām) un no urbtajiem koksnes serdeņiem. Lai nodrošinātu gadskārtu platuma uzmērīšanu vairākos (parasti 3) radiālos virzienos, kā arī sakarā ar bieži konstatējamo arheoloģiskās koksnes trauslumu un dažkārt apgrūtināto šauro gadskārtu robežu izšķiršanu, arheoloģiskajos objektos atklātām koka būvdetaļām koksnes paraugi sagatavoti tikai ripu veidā. Savukārt arhitektoniskos objektos, kur koka būvdetaļām ir funkcionāli vai vizuāli svarīga nozīme un, tātad, ripu atzāgēšana nav vēlama vai pat nav pieļaujama, koksnes paraugi sagatavoti urbto serdeņu veidā. Izņēmums ir daļēji trūdējušās, nomaināmās būvdetaļas, kuru koksnes paraugi tomēr sagatavoti ripu veidā.

Atkarībā no izrakumos atklāto būvdetaļu atrašanās vietas, koksnes ripveida koksnes paraugi atzāgēti ar motorzāģi vai parasto loka zāģi. Loka zāģis izmantots ūdenī atrodošos būvdetaļu koksnes paraugu atzāgēšanai (piemēram, tā zāģēti Alūksnes viduslaiku pils bijušā koka tilta pāļi: Apals, 1996b). Ēkās iebūvētās koksnes serdeņu izurbšana pirmo reizi Latvijā veikta mehānizēti ar urbjašīnu, pielietojot Lundā (Zviedrija) un Kopenhāgenā (Dānija) strādājošā zinātnieka T. Bartolina (*T. Bartholin*) konstrukcijas urbi. Tas ir universāls urbis, paredzēts gan augošu koku, gan žuvušas koksnes paraugu iegūšanai. Rietumeiropas valstīs šī tipa urbi izmanto galvenokārt skujkoku koksnes paraugu iegūšanai, jo tas neaizsērē ar sveķiem. Konstrukcijās iebūvētās ozolu koksnes paraugu sagatavošanai biežāk pielieto t.s. Hamburgas tipa urbi, kurš ir konstruktīvi vienkāršāks un lētāks. Ar konkrēto Bartolina jeb Zviedrijas tipa urbi var iegūt līdz 30 cm garus koksnes paraugus 7 mm diametrā. No katras būvdetaļas tiek urbti 2 koksnes paraugi. Lai nosegtu urbumus, kā arī, lai tajos neieviestos koksnes trupi izraisošas sēnes, urbumos iedzen

ar potvasku vai līmi apziestas urbuma diametra (16 mm) sausa koka tapas, kuru galus līdz ar būvdetaļas virsmu gludi nogriež un piekrāso.

Arheoloģiskos izrakumos iegūtā koksne pēc izcelšanas no mitras zemes vai ūdens, lēni žūstot, nereti sāk trūdēt, bet žāvējot straujāk, stipri sarūk, plaisā un dažkārt lūzt gabalos (aplievas daļa sāk atdalīties no kodolkoksnes daļas). Pēc izžūšanas līdz gaisa mitrumam (~15 - 20%) vai telpas sausumam (~ 8 - 13%), paraugu kokdolokoksnes daļa bieži kļūst ļoti cieta, bet aplievas daļa - arī trausla. Tādā gadījumā parauga virsmas sagatavošana gadskārtu platuma mērīšanai var būt apgrūtināta pat tad, ja parauga virsmu pirms tam atkārtoti mitrina ar ūdeni. Tāpēc gadskārtu platumu ieteicamāk mērīt, kamēr koksne ir vēl mitra, neizžuvusi. Ja tūlītēja gadskārtu platuma mērīšana nav iespējama, tad vislabākos arheoloģiskās koksnes uzglabāšanas rezultātus iegūst, to sasaldējot vakuuma telpā. Iespējama arī slapjo koksnes paraugu uzglabāšana ūdenī. Latvijas vēstures institūtā slapjos un mitros ripas veida koksnes paraugus gadskārtu mērīšanas laikā uzglabāšana stingri nosietos polietilēna maisos. Šādā iesaiņojumā tos var uzglabāt pat vairākus mēnešus (Черных, 1996).

Kamēr koksne ir mitra (vai samitrināta), ripas šķērsriezuma virsmā vēlamajos rādiusa virzienos ar skalpeli nolīdzina aptuveni 1 cm platas mērīšanas joslas. Pēc tam visā to garumā ar asu žileti vēl noņem aptuveni 0,5 cm platu plānu koksnes kārtiņu. Ja koksnes parauga virsma nogludināta kvalitatīvi, tad to pagriežot pret gaismu, ir jābūt samanāmam gaismas atspīdumam. Šādā kvalitātē sagatavotā koksnes parauga virsmā 16 līdz 32 reizes lielā palielinājumā parasti ir anatomiski skaidri izšķiramas gan robežas starp rudens koksnes traheīdām un pavasara koksnes trahejām (lapu kokiem) vai traheīdām (skuju kokiem), gan ļoti šaurās gadskārtas, kuras, piemēram priedei, dažkārt vietām izveidojušās tikai 1 - 3 šūnu kārtu platumā (Zunde, 2002c). Šinī gadījumā, gadskārtu platumu mērot paraugiem, kas attiecas uz celtniecībā visvairāk izmantoto sugu kokiem Latvijā - priedi, egli un ozolu - gadskārtu robežu saskatāmības uzlabošana, izmantojot koksnes iekrāsošanas paņēmieni, nav bijusi nepieciešama. Tādos gadījumos, kad gadskārtu platumu jāmēra lapu kokiem ar gadskārtā izkliedētām trahejām, gadskārtu robežu labākai izšķiršanai var izmantot koksnes iekrāsošanas paņēmieni. Šim nolūkam praksē izmēģināti vairāki koksnes iekrāsošanas paņēmieni (to skaitā - koksnes apdedzināšana) un dažādi ķīmiskie līdzekļi, bet sakarā ar iekrāsošanas procesa lielo darbietilpību vai ilgumu, reagentu dārgumu vai kaitīgumu veselībai, vai arī sakarā ar pārāk niecīgo gadskārtu robežu saskatāmības uzlabošanas efektu, plašāk atzīti tikai

atsevišķi no tiem (piemēram, ūdenī šķīstošais safranīns, augstas kvalitātes tumša beice u.c.: Iseli, Schweingruber, 1989). Par vienkāršāko un ikdienas darbam praktiskāko koksnes iekrāsošanas paņēmieni tomēr atzīst gludi apgrieztas parauga virsmas ieziešanu ar smalku krītu vai kaļķi. Gadskārtu robežu saskatāmības papildus uzlabošanai (īpaši bērzam, lazdaī, melnalksnim, skābardim), koksni pirms ieziešanas ar krītu ieteicams nobeicēt tumšu vai sausu koksni - iepriekš nedaudz samitrināt ar spirtu (Iseli, Schweingruber, 1989; Фильрозе, Гладушко 1986).

Urbtos koksnes serdeņus mērīšanai sagatavo, tos nedaudz samitrinot, un to garenass virzienā ar žiletas asmeni nogriežot plānu koksnes kārtiņu, iegūstot skaidri saskatāmas, asas gadskārtu robežas. Lai serdeņi, tos apgriežot, nesalūztu, tos ieteicams apgriešanas laikā ievietot un nekustīgi noturēt renītes veida padziļinājumā vai speciāli veidotā koksnes serdeņu skrūvspīles tipa turētājā.

### 2.3. GADSKĀRTU PLATUMA MĒRĪŠANAS ATKĀRTOJUMU SKAITA IZVĒLE

Latvijas klimatiskajos apstākļos augušo koku gadskārtu indeksu līdzības statistisko rādītāju novērtējumu, ko nosaka, šos rādītājus salīdzinot ar kritērija līmeni, bieži vien izšķir tikai dažu gadskārtu platuma pārmaiņas un to raksturs. Koku gadskārtu platums un bieži vien arī tā pieauguma virziens koku stumbrā dažādos radiālos virzienos ir atšķirīgs, tas ietekmē šos līdzības rādītājus, tāpēc gadskārtu platuma uzmērīšana tikai vienā stumbra šķērsriezuma radiālā virzienā koksnes datēšanas nolūkā uzskatāma par nepietiekamu. Konstatēts, ka, piemēram, 120 - 150 gadus veciem kokiem 4 radiālos virzienos uzmērīto vienu un to pašu gadskārtu platuma rindu savstarpējā līdzība variē no aptuveni 55% līdz 90%, biežāk - no 70% līdz 75%. Tālāk uzrādītie piemēri uzrāda, pirmkārt, to līdzības koeficientu diapazonu, kuri iegūti sinhronajā savietojumā dažādās kombinācijās salīdzinot divu koku gadskārtu platuma rindas, kuras atbilst katra koka stumbra vienam no 3 vai 4 radiāliem virzieniem, un, otrkārt, līdzības koeficientus, ko uzrāda salīdzināmo koku gadskārtu vidējā platuma rindas (2. 1. tab.).

Tabulā uzrādītie piemēri rāda, cik lielā mērā klimatisko faktoru ietekmes atspoguļojumu gadskārtās var ietekmēt arī kambija nevienmērīgā darbība sezonas laikā aploces dažādās vietās. Salīdzinājumā ar gadskārtu platuma rindām, kuras atbilst atsevišķiem radiāliem virzieniem, gadskārtu vidējā platuma rindā klimatiskais signāls bieži

ir izteikts spēcīgāk, taču daudzos gadījumos kādam konkrētam radiālam virzienam atbilstošā gadskārtu platuma rindā šis signāls bijis vēl izteiktāks nekā gadskārtu vidējā platuma rindā (2.1. tabula: abas pēdējās rindas).

2.1. tabula

**Dažādiem radiāliem virzieniem atbilstošo gadskārtu platuma rindu savstarpējā līdzība un tās ietekme uz konkrētu paraugu gadskārtu platuma pārmaiņu dinamikas salīdzināšanas rezultātiem.**

Koksnes paraugu pāra kārtas numurs	Atsevišķiem radiāliem virzieniem atbilstošo gadskārtu platuma rindu līdzības koeficientu		Gadskārtu platuma vidējo vērtību rindu vidējais līdzības koeficients
	diapazons	vidējā vērtība	
1	65 - 81%	70,4%	82%
2	56 - 72%	64,8%	66%
3	55 - 69%	61,2%	62%

Tātad, jāreķinās ar to, ka aprēķinot gadskārtu platuma vidējās vērtības, klimatisko faktoru ietekmes atspoguļojuma kvalitāte, salīdzinot ar to, kas noteikta kādā konkrētā radiālā virzienā, var arī mazināties. Tanī pat laikā tiek izslēgta iespēja, ka sinhronizēšanai izmantoti tieši tam stumbra radiālajam virzienam atbilstošie gadskārtu platuma mērījuma dati, kurā klimatisko faktoru ietekme uz konkrētā koka attīstību atspoguļota visvājāk. Gadskārtu platuma mērīšana vairāk nekā vienā radiālā virzienā ieteicama arī tāpēc, ka pastāv iespēja savlaicīgi atklāt daļēji izkritušas vai vienā mērīšanas reizē nepamanītas gadskārtas, vieglāk atšķirt koksnes sablīvējuma kārtas no gadskārtu robežām, kā arī noteikt trūkstošo ārējo gadskārtu skaitu, kuras kādā no koksnes parauga radiālajiem virzieniem nav saglabājušās.

Par vēlamo gadskārtas platuma uzmērījumu skaitu dažādos radiālos virzienos izteikti dažādi viedokļi. Būtībā tas atkarīgs no pētāmā materiāla apjoma, hronoloģiskā vecuma un izpētes uzdevuma. No augošiem kokiem dendroekoloģiska rakstura pētījumiem bieži vien izurbj tikai pa vienam serdenīša veida koksnes paraugam. Dendrohronoloģiskās datēšanas nolūkā vienam rīpveida koksnes paraugam gadskārtu platumu iesaka mērīt 2 radiālos virzienos (Вихров, Колчин, 1962; Колчин, 1965; Битвинская, 1974; Сичоки, 1988) vai pat 2 - 6 virzienos (Hollstein, 1980). Īpašos

gadījumos, piemēram, tiesas ekspertīzes gadījumos, gadskārtu platumu jāmēra līdz 12 radiālos virzienos (Битвинскас, 1974), bet ļoti vērtīgiem no ozola koka darinātiem atradumiem katras gadskārtas platums mērīts pat 30 vietās (Hollstein, 1980).

Šo rindu autors atzinis, ka dendrohronoloģiskās skalas izstrādāšanas nolūkā gadskārtu platumu vēlams mērīt trīs, vērtīgākiem koksnes paraugiem - četros radiālos virzienos. Atziņa pamatojama ar to, ka iegūtajos mērījumu vidējos datos a) labāk izlīdzinātas gadskārtu platuma lokālās svārstības, b) efektīvāk samazināma dažādu anomāliju gadījumos veidojušos neraksturīga platuma gadskārtu posmu ietekme un c) vieglāk konstatējama un lokalizējama kļūda kādam no radiālajiem virzieniem atbilstošos mērījumos. Koksnes paraugiem, kuri pārstāv kādu objektu lielā skaitā vai datējami, izmantojot jau izstrādātas vietējiem vides apstākļiem atbilstošas dendrohronoloģiskās skalas, gadskārtu platumu pieļaujams mērīt divos radiālos virzienos.

Aprēķinot radiāli ekscentriski auguša koka gadskārtu vidējo platumu kā vidējo aritmētisko lielumu, to visvairāk ietekmē gadskārtu platāko posmu platums. Neraksturīgi platu gadskārtu posmu izveidošanās gadījumos, kad kambijs pastiprināti reaģējis uz lokālu kairinājumu vai uz ilgstošu, vienpusēju noslogojumu, šo posmu izmēru pārmaiņas gadskārtu vidējā platuma rindās gūst pārsvaru pār visu pārējo, normāli veidojušos gadskārtu posmu izmēru pārmaiņām. Tā rezultātā gadskārtu vidējā platuma rindas bieži vien pastiprināti atspoguļo lokālu faktoru ietekmi. Lai palielinātu radiāli ekscentriski augušu koku gadskārtu šaurāko posmu platuma izmaiņu ietekmi uz gadskārtu platuma vidējā platuma vērtībām, dažkārt iesaka tās aprēķināt nevis kā vidējos aritmētiskos, bet gan kā vidējos ģeometriskos lielumus (piemēram, Hollstein, 1980). Pēc autora domām, veicot dendrohronoloģisko datēšanu, šo vidējo lielumu aprēķināšanas veidu par piemērotāko pastāvīgai gadskārtu vidējā platuma aprēķināšanai viennozīmīgi atzīt nevar, jo gadskārtu platuma vidējie ģeometriskie lielumi, savukārt, vairāk akcentē mazāko vērtību ietekmi. Ja kambija darbība lokāla faktora ietekmē kādā gadskārtas gredzena posmā bijusi maz aktīva, tad šī ietekme vidējo ģeometrisko vērtību rindā ir nevēlami izcelta (vairāk nekā vidējo aritmētisko vērtību rindā). Parasti celtniecībā izmantoto koka būvelementu gadskārtu pieauguma ekscentrisms nav stipri izteikts, tāpēc gadskārtu platuma vidējo aritmētisko un vidējo ģeometrisko vērtības atšķiras nenozīmīgi, t.i., veicot gadskārtu platuma analīzi datēšanas nolūkam, nav īsta pamatojuma pastāvīgai pārejai uz gadskārtu vidējā platuma aprēķināšanu pēc vidējā ģeometriskā metodes.

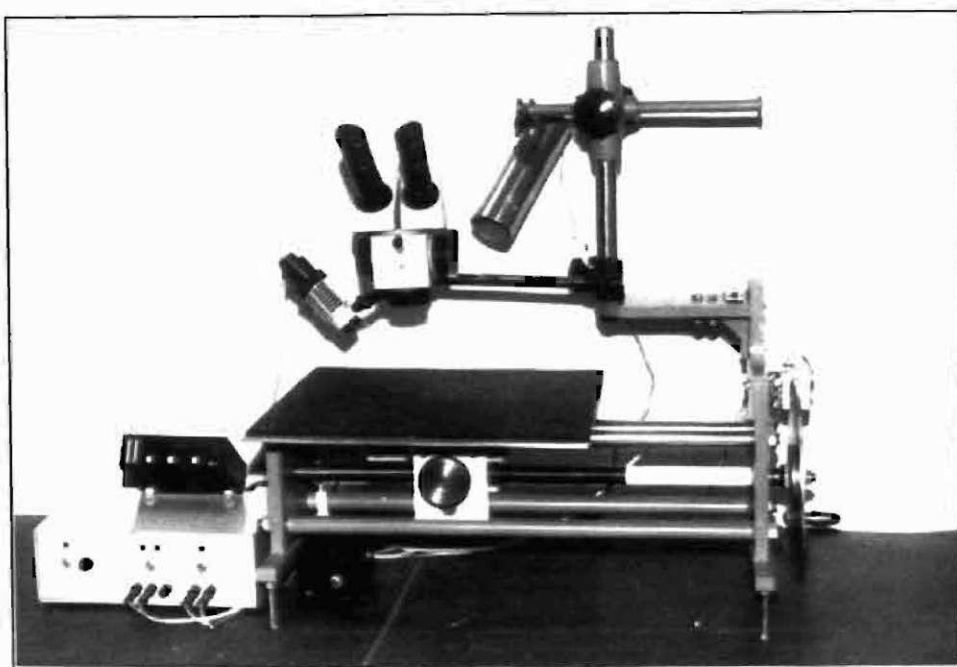
## 2.4. JAUNRADĪTĀS GADSKĀRTU PLATUMA MĒRĪŠANAS IERĪCES

Koksnes paraugu gadskārtu platuma mērīšanu Latvijas vēstures institūtā autors veicis ar daļēji paša konstruētām divām mērīšanas ierīcēm (Zunde, 1989; 1996b). To izstrāde bija galvenokārt nepieciešama sērijveidā (ārzemēs) ražoto gadskārtu platuma mērierīču iegādei nepieciešamo naudas līdzekļu trūkuma dēļ. Dažu modeļu gadskārtu platuma mērierīces pēc atsevišķiem pasūtījumiem Latvijā izgatavotas arī iepriekš, taču tās bija dārgākas vai mazāk specializētas darbam ar arheoloģisko un arhitektonisko koksni (Matuzānis, 1964; Битвинская, 1974; Mauriņš, 1979; Špalte, 1972a; 1982a; 1982b).

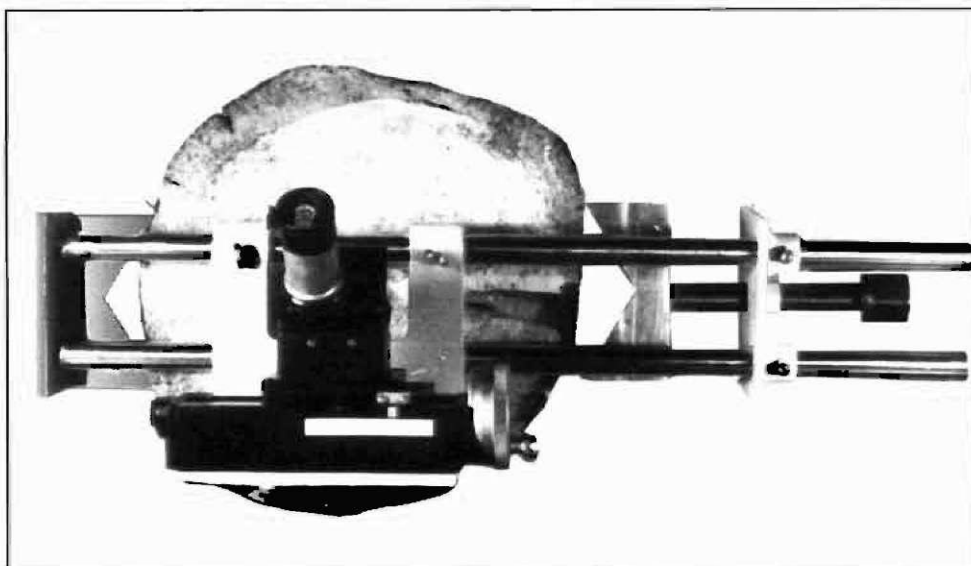
Pirmā no izstrādātajām mērīšanas ierīcēm ir stacionāra elektromehāniska gadskārtu platuma mērīšanas ierīce (2.1. att.). Tās elektronisko daļu konstruējis bij. A. Popova Rīgas radiatoru rūpnīcas Metroloģijas daļas inženieris-konstruktors V. Balodis. Šī ierīce, izņemot tās elektronisko un optisko daļu, izgatavota bij. Fizikāli enerģētiskā institūta Eksperimentālā elektronikas un mehānikas rūpnīcā. Ierīces darbības princips ir līdzīgs E. Špaltes aprakstītās gadskārtu platuma mērierīces darbības principam (Špalte, 1972a), bet tā atšķiras ar oriģinālu tehnisko risinājumu un ar vairākiem uzlabojumiem. To raksturo šādi dati:

- mērāmo koksnes paraugu veids: ripveida un serdeņa veida;
- vienā virzienā izmērāmais gadskārtu kopīgais platums - līdz 400 mm;
- koksnes paraugu biezums vai augstums: līdz 350 mm, tā virsmas slīpums attiecībā pret horizontālu plakni: no 0 - 60°;
- maināma virziena 2 gaismas ķermeņi (izkļiedētai un koncentrētai gaismai);
- optiskā daļa: binokulārā lupa МБС-9, kas gadskārtas ļauj aplūkot 4,8 līdz 56 reizes lielā palielinājumā,
- mērīšanas precizitāte: 0,01 mm;
- atkarībā no mikrometriskās skrūves griešanas virziena, ciparu indikators veic mērījumu datu gan pozitīvo, gan negatīvo korekciju;
- vienlaikus ar mērījumu datu uzrādīšanu skaitļu formā, ciparu indikators uzrāda arī izmērīto gadskārtu skaitu,
- ar elektronisko signālu pārveidotāja palīdzību iespējama mērījumu datu tieša novadīšana uz datoru (līdzekļu trūkuma dēļ šī iespēja pagaidām nav īstenota).

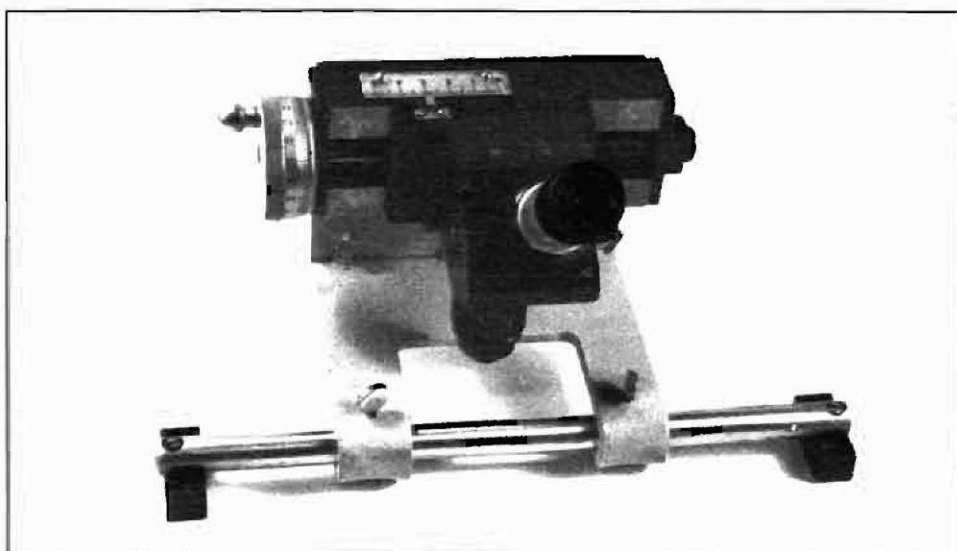
- serdeņa veida koksnes paraugus ievieto turētāja rievā, kurā ar vairākos atstatumos izvietojamām piespiedējgumijām var pareizajā secībā cieši citu aiz cita noturēt salūzuša parauga divus un pat vairākus saderīgus fragmentus. Koksnes serdeņu turētāju var brīvi pārvietot pa mērīšanas ierīces priekšmeta galdiņu, pieregulējot mērāmo gadskārtu robežu virzienu perpendikulāri priekšmeta galdiņa kustības virzienam.



2.1. attēls. Autora un V. Baloža sadarbības rezultātā izstrādāta stacionāra gadskārtu platuma mērīšanas ierīce.



2.2. attēls. Autora izstrādātā portatīvā gadskārtu mērīšanas ierīce, sagatavota mērīšanai no gulbūvju ēkas baļķa gala



2.3. attēls. Tā pati ierīce ar statīva vietā nostiprinātu atbalststieni, sagatavota mērīšanai no stumbra šķērsriezuma horizontālas virsmas



Otra gadskārtu platuma mērīšanas ierīce ir portatīva mehāniska mērierīce (2.2. att.). Tā paredzēta gadskārtu platuma mērīšanai lauka apstākļos tieši no guļbūvju baļķu galiem. Tai izmantota optiski-mehāniskā daļa no stacionārās laboratoriju mērierīces МИР12 (monookulārā lupa ar palielinājumu aptuveni 8 reizes), kuru ar uzkarināmas pamatnes palīdzību uzkabina un piefiksē pie statīva, kurš nekustīgi nostiprināts pie pētāmā guļbūves baļķa gala (ierīces uzkarināmā pamatne un statīvs izgatavoti Latvijas Etnogrāfiskajā brīvdabas muzejā). Šo mērierīci raksturo šādi dati:

- pētāmā baļķa diametrs: līdz 320 mm (ierīce ikreiz pēc aptuveni 50 mm posma uzmērīšanas pa statīva slīdstieni jāpārbīda uz priekšu);
- mērīšanas precizitāte: 0,01 mm;
- ierīces masa: 3,5 + 2,7 (statīvs) kg;
- atvienojot statīvu, ierīci var novietot uz jebkuras horizontālas virsmas un mērīt gan horizontālā plaknē, gan vertikālā plaknē (mērierīci novietojot guļus uz tās uzkarināmās pamatnes aizmugurējās atbalsta virsmas; 2.3. att.).

## 2.5. DATU APSTRĀDES PROGRAMMNODROŠINĀJUMS

Gadskārtu platuma mērīšanā iegūto datu matemātiskā apstrāde un statistiskā analīze veikta pilnībā datorizēti. Šim nolūkam izmantota dendrohronoloģisko datu apstrādes programma SAKORE V.3 un programmu pakete ITRDBLIB V.2.0. Datorprogramma SAKORE V.3 ir šo rindu autora un programmētāja J. Eglīša sadarbības rezultātā izstrādātās programmas SAKORE jaunākā versija, bet programmu paketi ITRDBLIB V.2.0, kurā ietvertas dendrohronoloģisko un dendroklimatoloģisko datu apstrādes 14 pamatprogrammas un 29 apakšprogrammas, izstrādājuši organizācijas "Starptautiskā gadskārtu datu bāze" (*The International Tree-Ring Data Bank - ITRDB*) dalībnieki - Arizonas universitātes Gadskārtu pētniecības laboratorijas speciālisti (ASV) (Grissino-Mayer, Holmes, Fritts, 1996). No šīs programmu paketes izmantotas šādas programmas: CORING (datu rediģēšanas un konvertēšanas programma), COFECHA (mērījumu kvalitātes kontroles un gadskārtu platuma rindu šķērsdatēšanas programma) un ARSTAN (dendrohronoloģisko skalu izstrādāšanas programma).

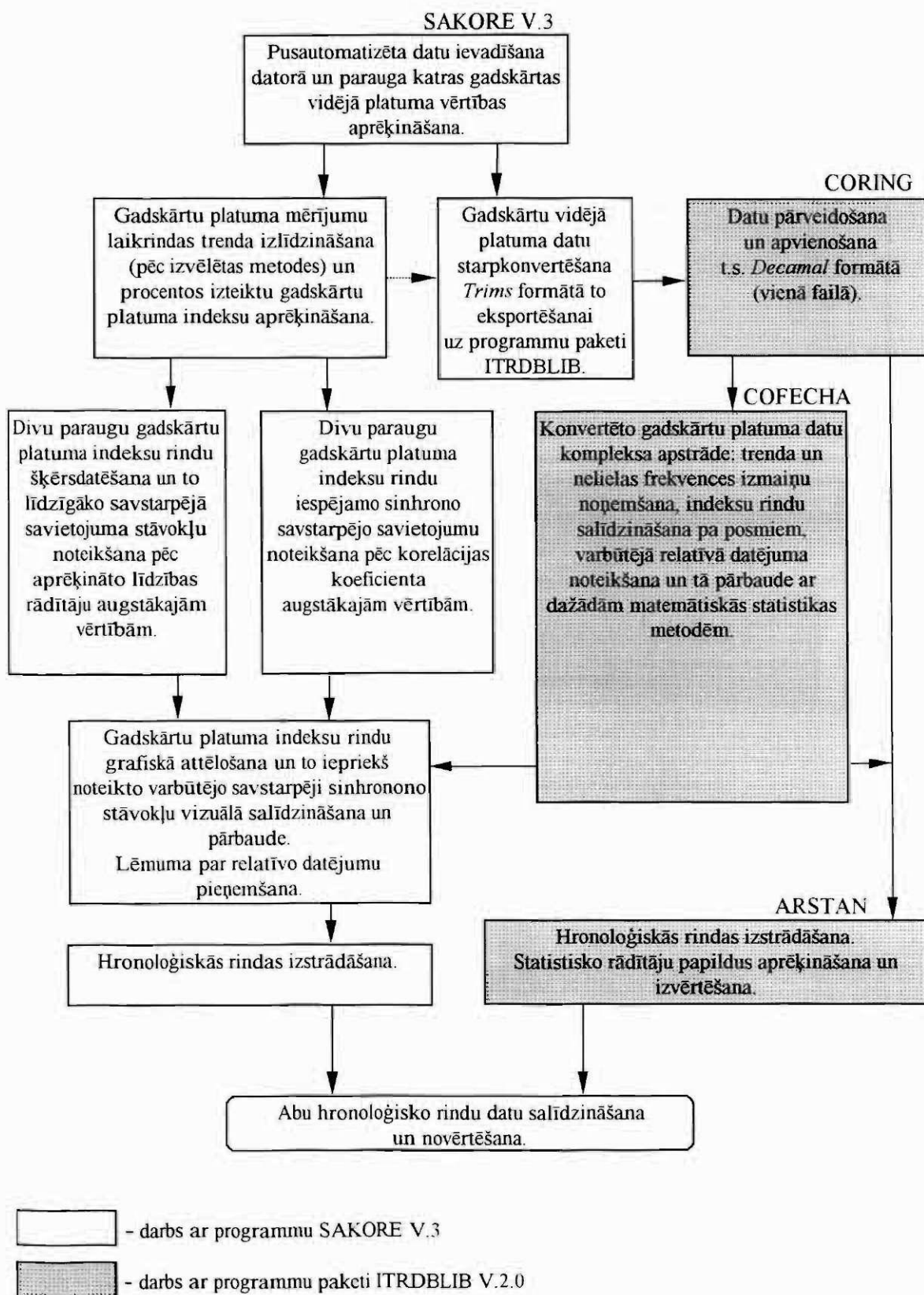
Programmu paketes ITRDBLIB V.2.0 programmas strādā ar datiem, kurus paredzēts ievadīt datorā tieši no gadskārtu mērīšanas sistēmas *Velmex* ar programmas

MEDIR palīdzību. Ņemot vērā, ka a) Latvijas vēstures institūtā šādas gadskārtu mērīšanas sistēmas nav, b) programmu paketē ITRDBLIB V.2.0 nav programmas zīmju testa veikšanai un indeksu rindu grafisko attēlu ērtai vizuālai salīdzināšanai (paketē esošā programma ITRVIEW V.1.2 salīdzināmos indeksu rindu grafikus uzrāda divos atsevišķos logos), kā arī c) darbam ar paketes programmām grūtāk piemērot dendrohronoloģiskos datus, kas iegūti pēc līdzšinējām Rietumeiropā un īpaši Austrumeiropā pielietotām datu apstrādes metodēm, autors darbā secīgi izmanto gan programmu SAKORE V.3, gan minētās trīs programmas no paketes ITRDBLIB V.2.0. Programmu pielietojumu gadskārtu platuma datu apstrādes un izvērtēšanas procesa galvenajos posmos uzskatāmi parāda 2.4. attēls.

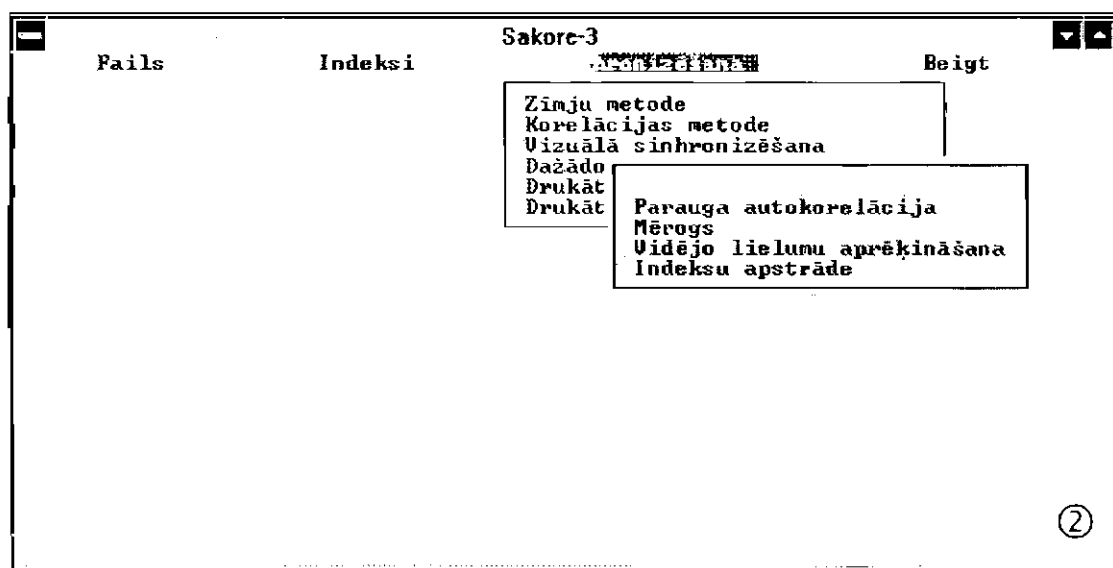
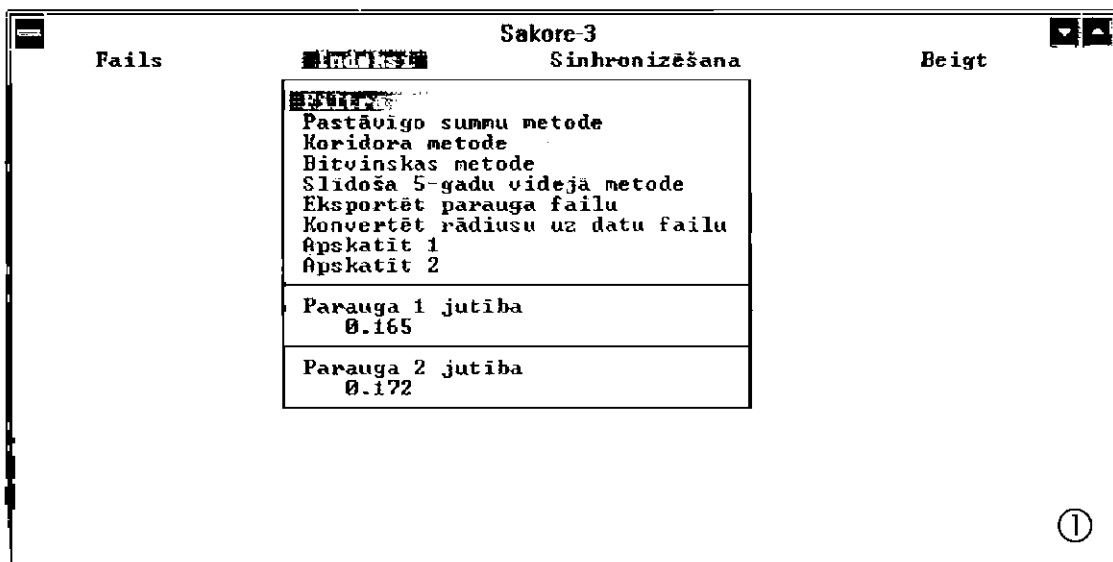
Programma SAKORE V.3 ļauj veikt:

- a) gadskārtu platuma datu pusautomātisku ievadīšanu datorā (uz tastatūras spiežami tikai skaitļus veidojošo ciparu taustiņi);
- b) šo datu vidējo aritmētisko vai vidējo ģeometrisko vērtību aprēķināšanu un rediģēšanu (pa gadiem);
- c) indeksu aprēķināšanu (bāzes vērtības aprēķināmas pēc 5 metodēm: ciparu filtra metodes, pastāvīgo summu jeb Špaltes metodes, koridora jeb Šijatova metodes, Bitvinska metodes un slīdošā 5-gadu vidējā metodes);
- d) gadskārtu platuma datu vai indeksu vērtību izdrukāšanu;
- e) zīmju, korelācijas un t - vērtības testu veikšanu;
- f) zīmju un (vai) korelācijas testu rezultātu grafiskā attēla izdrukāšanu;
- g) divu vizuāli salīdzināmu gadskārtu platuma un indeksu rindu grafisko attēlu veidošanu lineārā vai logaritmiskā mērogā to noteiktā savietojumā;
- h) abu gadskārtu platuma vai indeksu rindu grafisko attēlu konkrētā savietojuma kopainas vai vienas rindas grafiskā attēla izdrukāšanu konstantā mērogā (savietojuma salīdzināšanai virs gaismas galda);
- i) atsevišķiem radiāliem virzieniem atbilstošo mērījumu atšķiršanu no pārējiem dotā parauga mērījumiem un to salīdzināšanu un
- j) failu kataloga veidošanu un daļēju rediģēšanu (2.5. att.).

Programmas galvenais trūkums ir tās nespēja vienlaicīgi salīdzināt vairāk nekā divu indeksu rindu datus un līdz ar to veidot indeksu vidējo vērtību rindu vienlaikus no vairāk



2.4. attēls. Gadskārtu platuma datu apstrādes procesa galvenie posmi ar programmu SAKORE V.3 un programmu paketi ITRDBLIB V.2.0



- 1 - bāzes vērtību aprēķināšanas metodes izvēlne,  
2 - programmas darbības opciju apakšizvēlne.

## 2.5. attēls. Programmas SAKORĒ V.3 interfeiss (paraugs)

nekā divām indeksu rindām. Šis trūkums novērsts, izstrādājot programmas SAKORĒ V.3 izejas datu formāta pārkonvertēšanas programmu KONV (programmētājs - LU Bioloģijas fakultātes ĢIS laboratorijas vadītājs K. Kalviškis), kas ļauj šos datus iegūt tā saucamajā *Trims* formātā, ko veido gadskārtu platuma mērīšanas sistēma *Henson-TRIMSTRL* (ASV). *Trims* formātu atpazīst programmu paketes ITRDBLIB V.2.0 programma CORING, ar kuras palīdzību datus no *Trims* formāta pārkonvertē tālāk, t.s., *Decamal* jeb *Tucson* formātā. Šis ir specifisks datu formāts, ar kuru strādā vairums no ITRDBLIB V.2.0 programmām un kuru, kā jau minēts iepriekš, veido mērīšanas sistēma *Velmex*

(Grissino-Mayer, Holmes, Fritts, 1996). Ar programmu CORING iespējams *Trims* formātā konvertētos datus pārkonvertēt arī t.s. *Catras* formātā, ko lieto populārā, Vācijā radītā dendrohronoloģisko datu apstrādes programmu pakete CATRAS (Aniol, 1983; 1987). Gan *Decamal*, gan *Catras* formātu savukārt atpazīst un spēj pārkonvertēt savā, t.s., *Heidelberg* formātā pēdējos gados Rietumeiropā aizvien plašāk pielietotā dendrohronoloģisko datu apstrādes programmu pakete TSAP (Vācija), kuru parasti lieto komplektā ar mērīšanas sistēmu *Lintab* (Rinn, 1996). Tādējādi, ar programmu SAKORE V.3 iegūtie dati ir pārveidojami papildus apstrādei vai salīdzināšanai ar šobrīd pasaulē atzītām un populārām dendrohronoloģisko datu apstrādes programmām.

Paketes ITRDBLIB programmas COFECHA un ARSTAN autors izmantojis galvenokārt visu aplūkojamo rindu pāru statistiski būtiskāko korelācijas koeficientu un to novērtējošo t vērtību aprēķināšanai, šo rādītāju izvērtēšanai, kā arī dendrohronoloģisko skalu galīgai izstrādāšanai. Šīs programmas dod iespēju veikt arī gadskārtu platuma datu vai indeksu un to rindu līdzības detalizētāku statistisko izvērtēšanu (neskaitot korelācijas un tai atbilstošos t vērtības rādītājus, vēl iespējams vērtēt vērtību standartnovirzi un asimetriju, autoregresijas koeficientu, kļūdu dispersiju, gadskārtu vidējo jutību (rādītājs, kurš raksturo viena koka gadskārtu platuma ikgadējo absolūto starpību vidējo vērtību) u.c. (Fritts, 1976; Grissino-Mayer, Holmes, Fritts, 1996), bet šos rādītājus dendrohronoloģiskajā datēšanā parasti neizmanto.

Pirms indeksu rindu salīdzināšanas un relatīvās šķērsdatēšanas, programma SAKORE V.3 katras gadskārtas vai indeksu rindas pēdējai, parauga ārējās gadskārtas platumam atbilstošajai vērtībai  $I_n$  automātiski piešķir nosacītu datējumu: 0. (nulltais) gads, bet iepriekšējiem indeksiem - datējumu atpakaļejošā secībā: vērtībai  $I_{n-1}$  - 1. gads,  $I_{n-2}$  - 2. gads, ...  $I_i$  -  $-(n-i)$ . gads, ...  $I_1$  -  $-(n-1)$ . gads, kur  $n$  - indeksu kopīgais skaits rindā,  $i$  - indeksu kārtas numurs, skaitīts hronoloģiskā secībā. Tas ļauj divu rindu grafisko attēlu sinhronā savietojuma gadījumā bez papildus aprēķina uzreiz noteikt šo rindu relatīvo datējumu (gados).

Vēlams, lai nedatētām gadskārtu platuma rindām pēdējās vērtības  $I_n$  nosacītais datējums 0. gads tiktu piešķirts arī pirms to apstrādes un analīzes ar ITRDBLIB V.2.0 programmām. Autors to realizē, *Trims* formātā pārkonvertētajiem datiem pievienojot informāciju par attiecīgās gadskārtu platuma rindas pirmajai, senākās gadskārtas platumam atbilstošai vērtībai  $I_1$  piešķirtu nosacītu datējumu: 0-(n-1). jeb 1-n. gads. Pēc *Sakore* formāta datu pārkonvertēšanas uz *Trims* formātu, konkrēto nosacīto datējumu

katras gadskārtu platuma rindas pirmajai vērtībai aprēķina un kā informāciju pārkonvertēto datu failā pieraksta jaunradītā pārkonvertēšanas programma KONV. Pēc šīs informācijas nolasīšanas, programma CORING atbilstošos nosacītos datējumus piešķir visām pārējām datu rindas vērtībām, pie tam pēdējai vērtībai  $I_n$  vienmēr piešķirts nosacītais datējums 0. gads.

Programma SAKORE ļauj brīvi pēc izvēles ar 10% soli mainīt korelācijas koeficientu, kā arī ar zīmju testu aprēķināto līdzības koeficientu kritisko robežu. Pielietojot zīmju testu, tā automātiski (pēc noklusēšanas) uzrāda kritisko robežu, kas aprēķināta pēc D. Ekšteina formulas (2.9) un atbilst būtiskuma līmenim  $\alpha = 0.001$ . Salīdzinot divu indeksu rindu pretējo galu posmus, kuriem ir neliels savstarpējais pārklājums, programma pēc minētās formulas aprēķina un grafiski uzrāda atbilstoši lielākas kritiskās robežas. Jāpiebilst, ka salīdzināmo gadskārtu pāru minimālajam skaitam vajadzētu būt vismaz 50, pretējā gadījumā datējums var būt pārāk nedrošs (Ring, 1994; Eckstein, Baillie, Egger, 1984 ; Черных, 1996).

## 2.6. GADSKĀRTU PLATUMA MĒRĪŠANAS DATU MATEMĀTISKĀ APSTRĀDE

Nodaļas iepriekšējā daļā pieminēts, ka globālo klimatisko faktoru kopīgās ietekmes atspoguļojums koku gadskārtās vērtēts pēc gadskārtu indeksa rindu līdzības rādītājiem: korelācijas koeficienta,  $t$  vērtības un zīmju testa līdzības koeficienta. Kā pirmos vispirms noteica un salīdzināja *korelācijas koeficientus* un to būtiskumu raksturojošās *t vērtības*.

Korelācijas koeficientu kā divu konkrētā savstarpējā savietojumā pa gadiem salīdzinātu gadskārtu platuma rindu līdzības rādītāju dendrohronoloģijā izmanto ļoti plaši. Dotajā gadījumā starp abām salīdzināmām rindām katrā secīgi mainītā to savstarpējā savietojumā aprēķina un tad salīdzina tam atbilstošo šķērskorelācijas (*Kreuzkorrelation*) koeficientu. Ja vairāku gadskārtu platuma rindu korelācijas koeficientus, kuri attiecināmi uz kādas noteiktas augšanas vietas kokiem un kuri, domājams, atbilst rindu savstarpēji sinhronam savietojumam, attēlo korelācijas matricas veidā, tad ir vieglāk nosakāma katras gadskārtu platuma rindas hronoloģiskā atbilstība šo rindu visai sērijai. Matricā attēloto korelācijas koeficientu vidējā vērtība izmantojama kā koku pieauguma viendabīguma mērs un augšanas vietas raksturotājielums (Schweingruber, 1983).

Šeit svarīgi atzīmēt, ka šķērskorelācijas koeficientus gadskārtu platuma absolūto vērtību laikrindu tiešai līdzības vērtēšanai neizmanto: faktiski ar tiem raksturo līdzību starp iepriekš standartizācijas procesā iegūtu un pēc tam transformētu gadskārtu platuma indeksu rindām. Parasti gadskārtu platuma rindās ir lielāks šauro gadskārtu skaits un mazāks plato gadskārtu skaits. Šī iemesla dēļ gadskārtu platuma absolūtās vērtības neveido normālu sadalījumu, bet gan asimetrisku (pozitīvu jeb labo) sadalījumu (Hollstein, 1980; Балодис, 1982a; Schweingruber, 1983; Schmidt, 1987; Balodis, Pospelova, Liepa, 1995). Bez tam gadskārtu platuma absolūtās vērtības to laikrindās parasti mainās ar tendenci pakāpeniski samazināties, ko uzskatāmi attēlo trenda līnija (Hollstein, 1980; Krapiec, 1998). Trenda līnija būtībā atspoguļo zemas frekvences svārstību ar viļņa garumu, kas ir lielāks par gadskārtas platuma rindas garumu (Kaennel, Schweingruber, 1995). Gan gadskārtu platuma mērījumu absolūto vērtību asimetriskā sadalījuma dēļ, gan izteiktā gadskārtu platuma ikgadējā pieauguma negatīvās tendences dēļ to rindām objektīva korelācijas koeficientu vērtēšana un šo koeficientu būtiskuma noteikšana pēc t vērtības, nav iespējama (Балодис, 1982a, Liepa, 1974).

Korelācijas koeficients kā gadskārtu platuma rindu līdzības rādītājs piemērojams tad, ja šajās rindās iepriekš noņem (eliminē) zemo frekvenču svārstības, to skaitā trendu, bet rindu vērtības transformē tā, lai to sadalījums vismaz aptuveni līdzinātos normālajam sadalījumam. Praksē minēto rezultātu panāk, izmantojot kādu no dažādajām gadskārtu platuma mērījumu pārveidošanas metodēm, kuru pamatā ir tieši vai netieši veiktas šādas secīgas darbības (Schweingruber, 1983):

- |  |  |
|--|--|
| a) gadskārtu platuma mērījumu rindas bāzes līnijas vērtību aprēķināšana; | ⇒ līkņu trenda eliminēšana un salīdzināmu indeksu vērtību iegūšana           |
| b) indeksācija jeb standartizācija;                                      | ⇒ vērtību asimetriskā sadalījuma aptuvena izlīdzināšana normālajā sadalījumā |
| c) indeksu vērtību transformēšana.                                       |  |

Tālāk seko:

- |  |  |
|--|--|
| d) korelācijas koeficientu aprēķināšana; | ⇒ iegūto un transformēto indeksu divu rindu sinhronizēšana vai vairāku rindu šķērsdatēšana |
| e) t vērtību aprēķināšana.               |  |

Trenda un citu zemas frekvences svārstību eliminēšanu panāk ar gadskārtu platuma rindu standartizāciju jeb indeksāciju. Praktiski to var izdarīt, katru gadskārtu platuma vērtību pārveidojot par tai atbilstošu indeksa vērtību:

$$i_t = \frac{X_t}{x_t^0}, \quad (2.1)$$

kur  $i_t$  - t gadam atbilstošā indeksa vērtība;

$x_t$  - t gadam atbilstošā gadskārtas platuma absolūtā vērtība;

$x_t^0$  - izlīdzināšanas bāzes līnijas t gadam atbilstošā punkta vērtība.

Iegūtos indeksus ir viegli salīdzināt, jo to vērtības svārstās ap skaitli 1. Tos parasti izsaka procentos vai promilēs.

No mūsdienās izstrādātā bagātīgā bāzes līnijas iegūšanas metožu klāsta, kuru apraksts vai salīdzinājums dots daudzos zinātniskos rakstos (piemēram, Schweingruber, 1983; Špalte, 1985; Cook, Kairiukstis, 1990; Rinn, 1996; Lindholm, 1996; u.c.), konkrētajā pētījumā pielietota metode, ko piedāvā dendrohronoloģisko laikrindu šķēršdatēšanas un gadskārtu platuma mērīšanas kvalitātes pārbaudes datorprogramma COFECHA. Tā ietilpst Starptautiskās gadskārtu datu bankas (*The International Tree-Ring Data Bank*, ASV) sastādītajā datorprogrammu paketē ITRDBLIB (Grissino-Mayer, Holmes, Fritts, 1996). Programma veic gadskārtu platuma rindu trenda izlīdzināšanu, datu vērtību izlīdzināšanai piemērojot Kuka un Petersa (*Cook, Peters*) ieviesto zemas frekvences skaitļu filtru: polinomiālu trešās pakāpes nogludināšanas splaina funkciju (Cook, Kairiukstis, 1990; Grissino-Mayer, Holmes, Fritts, 1996; Lindholm, 1996). Funkcija, pēc kuras iegūst izlīdzināšanas splaina līkni, raksturo impulsus un svārstību frekvenci:

$$u(f) = 1 - \frac{1}{1 + \frac{p(\cos 2\pi f + 2)}{6(\cos 2\pi f - 1)^2}}, \quad (2.2)$$

kur  $p$  - Lagranža (*Lagrange*) reizinātājs, kurš nosaka splaina frekvenci.

Ar šo funkciju programma COFECHA no faktoru kopīgā signāla viļņveida pārmaiņām nofiltrē 50% amplitūdas. Laikrindas katra posma garumu, kuram minēto darbību piemēro, izvēlas programmas lietotājs. Konkrētajā gadījumā autors izvēlējās programmas piedāvāto noklusēto vērtību - 32 gadi. Tik garš splaina funkcijas darbībai pakļauts laikrindas



posms sevi optimāli attaisnojis daudzos mēģinājumos (Grissino-Mayer, Holmes, Fritts, 1996).

Īso viļņu svārstības, kuras paliek pāri pēc rindu pirmās izlīdzināšanas posma, programma noņem, papildus izdarot autoregresīvo modelēšanu.

Kā jau minēts iepriekš, strādājot ar datorprogrammu SAKORE V.3, gadskārtu indeksu rindas bāzes līniju vērtības iespējams aprēķināt pēc vairākām līdz šim Latvijā un tai tuvākajās valstīs plašāk pielietotām metodēm. Konkrētajā darbā to izvēles ietekmes izpētes nolūkā pielietotas visas programmā SAKORE V.3 iestrādātās metodes, kuru apraksti sniegti zinātniskajās publikācijās: a) pastāvīgo summu jeb Špaltes metode (Špalte, 1985; Шпалте, 1971; Шпалте, 1972), b) koridora jeb Šijatova metode (Шиятов, 1986), c) ar 5 gadu soli veiktās 20 gadu vidējā slidināšanas jeb Bitvinskas metode (Колчин, БИТВИНСКАС, 1972; БИТВИНСКАС, 1974, Шпалте, 1971), d) ar 1 gada soli veiktās 5 gadu vidējā slidināšanas jeb Beilija (*Baille*) aprakstītā metode (Schweingruber, 1983), kā arī joslas tipa ciparu filtra metodes divus variantus: e) atbilstošu 5 gadu un f) atbilstošu 20 gadu periodam. Šīs pašas bāzes vērtību iegūšanas metodes pielietojamas gadskārtu platuma mērīšanas datu indeksācijas procesā pirms zīmju testa veikšanas.

Vērtību ar asimetrisko sadalījumu transformēšanai normālajā sadalījumā, dendrohronoloģijā piemēro plaši pielietoto lognormālās transformēšanas funkcijas formulu:

$$y = \lg(x + x_0), \quad (2.3)$$

kur  $x_0$  - papildskaitlis, kuru izvēlas  $y$  vērtības maksimālai pietuvināšanai normālam sadalījumam atbilstošai vērtībai (Лакин, 1990).

Dendrohronoloģisko pētījumu praksē parasti iztiek ar nekoriģētu indeksu vērtību logaritmizēšanu. Latvijā veiktos dendroekoloģiskos pētījumos konstatēts, ka, piemēram, priežu gadskārtu platuma absolūto vērtību sadalījums, tās transformējot vienkāršas logaritmizēšanas ceļā, no teorētiskā lognormālā sadalījuma būtiski ( $\alpha < 0,05$ ) vairs neatšķiras (Balodis, Pospelova, Liepa, 1995).

Programma COFECHA standartizācijas ceļā iegūto indeksu vērtību transformēšanai iepriekšminēto formulu pielieto pilnībā. Tā pievieno papildskaitli  $x_0$  nolūkā, lai izvairītos no iespējas, ka logaritms jāaprēķina no nulles, kas rezultātā dod  $-\infty$  (Grissino-Mayer, Holmes, Fritts, 1996):

$$I_{t(t)} = \lg\left(I_t + \frac{1}{6}\bar{I}\right), \quad (2.4)$$

kur  $I_{t(t)}$  - t gadam atbilstošā transformētā indeksa vērtība;

$\bar{I}$  - gadskartu platuma indeksu rindas vidējā vērtība.

Normālā sadalījumā transformētu gadskartu indeksu rindu pāru korelācijas koeficientus novērtēja pēc to būtiskuma, atbilstošo t vērtību aprēķinot pēc formulas

$$t = \frac{|r| \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}, \quad (2.5)$$

kur  $r$  - divu indeksu rindu konkrētam savietojumam atbilstošais korelācijas koeficients;

$n$  - divu indeksu rindu savstarpēji salīdzināmo vērtību pāru skaits

(Schweingruber, 1983; Schmidt, Köhren-Jansen, Freckmann, 1990).

Ja aprēķinātā t vērtība pārsniedz Stjudenta sadalījuma kritisko robežu, ko nosaka atbilstoši izvēlētajam rezultātu ticamības līmenim un brīvības pakāpei ( $\nu = n - 2$ ), tad pastāv noteiktā varbūtība, ka abu indeksu rindu korelācija to konkrētajā savietojumā ir būtiska. Tādējādi, par vairāku indeksu rindu sinhronismu var spriest pēc tā, ja varbūtēji sinhronajam to savstarpējam savietojumam atbilstošās t vērtības kritisko robežu pārsniedz visās vai vismaz vairumā no šo rindu pāru kombinācijām. Dendrohronoloģijas praksē indeksu rindas par varbūtēji sinhronām, sākotnēji pārbaudāmām uzskata tad, ja to konkrētajam savietojumam atbilstošā t vērtība ir augstāka par 3,5, t. i., ja salīdzinot divu rindu posmus, kuri garāki par 50 gadiem (ja  $n > 50$ ), to korelācija ir būtiska pie rezultātu būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,001$ . Ja  $n > 50$  un t vērtība  $> 6,0$ , tad darba pieredze rāda, ka par indeksu rindu sinhronitāti konkrētajā savietojumā parasti nav pamata šaubīties (Krapiec, 1998).

Ar zīmju testu nosaka divu koku gadskartu platuma vai to indeksu rindu vērtību svārstību viendabīgumu. Šim nolūkam abām salīdzināmām gadskartu vai to indeksu laikrindām to konkrētajā hronoloģiskajā savietojumā secīgi pa gadiem veic vērtību ikgadējo svārstību virzienu savstarpēju salīdzināšanu. Attiecību starp konstatēto vienāda virziena svārstību skaitu un konkrētajā rindu savietojumā (retrospekcijas intervālā)

svārstību kopskaitu raksturo rindu līdzības jeb sakritības koeficients.<sup>1</sup> Tā izskaitļošanu veicot ar datoru, ērti izmantojama šādas izteiksmes formula (Schweingruber, 1983):

$$G_{(x,y)} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} |G_{ix} + G_{iy}|, \quad (2.6)$$

- kur  $G_{(x,y)}$  - divu rindu līdzības koeficients;  
 $n$  - savstarpēji salīdzināmo gadskārtu platuma vai to indeksu vērtību skaits;  
 $G_{ix}; G_{iy}$  - x un y rindas i gada svārstību līdzības vērtējumi.  
 Pieņemot, ka  $\Delta_i = (x_{i-1} - x_i)$ , tad pie nosacījuma
- |                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| $\Delta_i > 0,$ | $G_{ix}$ vai $G_{iy} = +1/2;$ |
| $\Delta_i = 0,$ | $G_{ix}$ vai $G_{iy} = 0;$    |
| $\Delta_i < 0,$ | $G_{ix}$ vai $G_{iy} = -1/2.$ |

Tāpat kā korelācijas koeficients vai t vērtība, līdzības koeficienta augsta vērtība (ja tā ir tuvu skaitlim 1,0) ar lielu ticamību liecina par konkrētajā hronoloģiskajā savietojumā atrodošos laikrindu varbūtējo sinhronitāti.

Robežvērtība, kuru pārsniedzot, līdzības koeficients liecina par salīdzināmo rindu indeksu vērtību būtiski līdzīgām svārstībām, atkarīga no t.s. zīmju kritērija būtiskuma līmeņa izvēles. Pētījumā zīmju kritēriju robežvērtības noteiktas atbilstoši trim būtiskuma līmeņiem:  $\alpha = 0,05$ ,  $\alpha = 0,01$  un  $\alpha = 0,001$ . Zīmju kritēriji būtiskuma līmeņiem  $\alpha = 0,05$  un  $\alpha = 0,01$  aprēķināti pēc šādām formulām (Liepa, 1974):

$$N_{0,05} = 0,584n + 2,5, \quad (2.7)$$

$$N_{0,01} = 0,610n + 3,4, \quad (2.8)$$

bet būtiskuma līmenim  $\alpha = 0,001$  tie aprēķināti pēc D. Ekšteina sastādītas formulas (Schmidt, Köhren-Jansen, Freckmann, 1990):

$$N_{0,001} = 50 + \frac{3,090 \cdot 50}{\sqrt{n}}, \quad (2.9)$$

kur  $n$  - salīdzināmo vērtību pāru skaits.

<sup>1</sup> - Literatūrā dažkārt sastopamais šī apzīmējuma sinonīms "sinhronitātes koeficients" (piemēram, Шнятов, 1986; Балодис, 1982 u.c.). Pēc autora domām apzīmējums "sinhronitātes koeficients" ir mazāk veiksmīgs. Laikrindas vai nu ir vai nav savstarpēji sinhronas, bet daļēja sinhronitāte, ko varētu raksturot koeficients ar minēto apzīmējumu, iespējama tikai tad, ja ar laikrindu nav sinhrona tikai kāda no otras salīdzināmās laikrindas daļām (izlaista vai lieka rindas locekļa dēļ).

Diemžēl zīmju kritēriji kādam konkrētam būtiskuma līmenim, aprēķināti pēc dažādām formulām, atšķiras pēc vērtības, kuras bez tam, mainoties salīdzināmo gadskārtu platuma indeksu vērtību pāru skaitam, atbilstoši tam mainās savstarpēji neproporcionāli. Šī neproporcionalitāte pastiprināti izpaužas starp zīmju kritērija vērtībām, ja tās pēc dažādi sastādītām formulām aprēķinātas atšķirīgiem būtiskuma līmeņiem. Salīdzinot zīmju kritērija robežvērtības lielam salīdzināmo indeksu pāru skaitam ( $n > 150$ ), rodas neloģiska situācija: robežvērtība pie zemāka būtiskuma līmeņa uzrādīta mazāka nekā pie augstāka būtiskuma līmeņa (3.8. tab.). Tas nozīmē, ka zīmju kritērija robežvērtības, tās aprēķinot pēc brīvi izvēlētām formulām, ir samērā subjektīvas. Pastāvot dažādu formulu izvēles iespējām, tās būtu jāvērtē kā vairāk vai mazāk subjektīvas pat tad, ja zīmju testa līdzības koeficientus būtu iespēja salīdzināt attiecībā pret dažāda būtiskuma līmeņa zīmju kritērijiem, kuri aprēķināti pēc viena tipa formulām un atkarībā no salīdzināmo pāru skaita mainītos savstarpēji proporcionāli.

Tāpēc, skaidrojot konkrētam būtiskuma līmenim atbilstošas zīmju kritērija robežvērtības izvēles ietekmi uz indeksu rindu sinhronizēšanu, autors uzskatīja par pieņemamu izvēlēties pēc minētajām trim formulām aprēķinātās un pēc būtiskuma līmeņa atšķirīgās zīmju kritērija robežvērtības, kuras dotajā gadījumā attiecināmas uz nelielu, t.i., šajā pētījumā ar faktisko salīdzināmo indeksu vērtību pāru skaitu ( $n < 85$ ). Atbilstoši nelielam salīdzināmo pāru skaitam, pēc minētajām formulām aprēķinātās zīmju kritērija robežvērtības ir loģiskas, tuvas objektīvajām (3.8. tab.).

Praktiskajā darbā autors, protams, pielieto vienu konkrētu robežvērtības aprēķināšanas formulu. Tās izvēles pareizību pamato arī šī pētījuma rezultāti (77. lpp.).

Zīmju testa un korelācijas (tātad, arī t vērtības) noteikšanas metodes viena otru aizstāt nevar (Битвинская, 1972; Шпалте, 1974; Schmidt, Köhren-Jansen, Freckmann, 1990). Abu veidu statistisko rādītāju kopīgs vērtējums ir īpaši ieteicams tad, ja salīdzināmās indeksu rindas un hronoloģijas ir garas (vairāku simtu gadu garumā). Tad bieži divām indeksu rindām noteiktās augstākās t vērtības un augstākās līdzības koeficienta vērtības uzrādītas atšķirīgos nesinhronos savietojumos. Lai izceltu tos rindu savietojumus, kuros augstas vērtības konstatētas gan t vērtībai, gan līdzības koeficientam, zinātnieki no Ķelnes dendrohronoloģiskās laboratorijas (Vācija) praksē lieto indeksu rindu līdzības vērtēšanas kombinētu statistisku rādītāju, kas nodēvēts par datēšanas indeksu (*der Datierungsindex*) (Schmidt, 1987; Schmidt, Köhren-Jansen, Freckmann, 1990).

$$D_i = t_i(G_i - 50), \quad (2.10)$$

- kur  $D_i$  - rindu  $i$  savietojumam atbilstošais datēšanas indekss,  
 $t_i$  - rindu  $i$  savietojumam atbilstošā  $t$  vērtība un  
 $G_i$  - rindu  $i$  savietojumam atbilstošais to līdzības koeficients.

Latvijā indeksu rindu sinhronizēšanai datēšanas indeksus pagaidām neaprēķina. Vairākās Rietumeiropas valstu dendrohronoloģiskajās laboratorijās, kurās datēšanas indekss netiek izmantots, veic indeksu rindu konkrētam savietojumam atbilstošo  $t$  vērtības un līdzības koeficienta būtiskuma vienlaicīgu novērtēšanu. Šādu iespēju dod, piemēram, populārā datorprogramma CATRAS (Aniol, 1983).

Lai dendrohronoloģisko datu laikrindās vairāk akcentētu globāla rakstura ikgadēji mainīgu (galvenokārt klimatisko) faktoru izraisītās gadskārtu pieauguma pārmaiņas un vienlaicīgi samazinātu vai pat eliminētu (izslēgtu) lokālo faktoru izraisītās pārmaiņas, dendrohronoloģijā ne vien praktizē gadskārtu platuma laikrindu vērtību standartizāciju jeb indeksāciju, bet arī piemēro atkārtotības (*repetition*) principu.

Atbilstoši atkārtotības principam, uz kuru daļēji pamatojas arī dendrohronoloģisko skalu izstrāde, noteiktā teritorijā un augšanas apstākļos auguši kokiem pa gadiem jāaprēķina to gadskārtu platuma indeksu vidējās vērtības. Tās akcentē pieauguma pozitīvās vai negatīvās pārmaiņas, kas saistītas ar klimatisko faktoru iedarbību un visiem aplūkojamiem kokiem ir kopīgas (Fritts, 1976). Neklimatisko faktoru ietekmē radušos pretēja rakstura pārmaiņas savstarpēji vairāk vai mazāk reducējas un to raksturojošo skaitļu vērtības tuvojas nullei. Veicot gadskārtu platuma rindu standartizāciju un saskaņā ar atkārtotības principu - arī gadskārtu platuma indeksu rindu vidējo vērtību aprēķināšana, tajās tiek pastiprināts globālo klimatisko faktoru ietekmes atspoguļojums un samazināts traucējošās lokālo faktoru ietekmes atspoguļojums jeb "troksnis" (*noise*).

## 2.7. INDEKSU RINDU SINHRONIZĒŠANĀ UN ŠĶĒRSDATĒŠANĀ PIELIETOTĀ METODIKA.

Ar terminu *sinhronizācija* dendrohronoloģijā saprot divu gadskārtu platuma datu rindu vai to indeksu rindu sinhronā savietojuma noteikšanu; *šķērsdatēšana* (crossdating; перекрестное датирование) ir gadskārtu platuma (vai cita gadskārtu raksturojoša lieluma) līdzīgu pārmaiņu meklēšanas procedūra starp vairākām gadskārtu datu rindām. Tajā ieskaita arī koksnes paraugu gadskārtu rakstu salīdzināšanu, sinhronitātes pārbaudi, saskaņas trūkuma atzīšanu rindu konkrētā savietojumā, lieko vai trūkstozo gadskārtu konstatēšanu, veiktās pārbaudes, kas izdarītas attiecībā pret gadskārtu struktūru citos paraugos un, visbeidzot, gadskārtu platuma vai cita raksturojoša lieluma hronoloģiskās skalas iegūšanu (Kaennel, Schweingruber, 1995).

Ar zīmju testu un korelācijas vai t vērtību aprēķiniem noteikto divu rindu grafisko attēlu sinhrono savietojumu pārbauda vizuāli un pamatojoties uz loģiskiem secinājumiem (piemēram, ka kultūrslāņa dziļākā kārtā atklātai koka konstrukcijai jābūt senākai par konstrukciju, kas konstatēta augstāk, tuvāk virskārtai esošajā kārtā).

Indeksu rindu grafisko attēlu sinhronā savietošanas procesā svarīgi ievērot signatūras gadus (21.- 22. lpp.). Gadskārtu platuma indeksu rindās konstatētas vienam un tam pašam gadam atbilstošas mazas vai, gluži pretēji, lielas skaitļu vērtības kalpo kā rindu sinhrono savietojumu apstiprinoši elementi. Tie palīdz noteikt indeksu rindu sinhrono savietojumu gadījumos, kad rindu līdzība tajā nav izteikta.

Praktiski, indeksu rindu sinhronitātes, t.i., iegūtā relatīvā datējuma pārbaude veicama šādi: uz laika ass atliek pirmos iegūtos nešaubīgos indeksu rindu relatīvos datējumus un tad pārbauda, vai rindu pāru pārējām kombinācijām uzrādītie relatīvie datējumi atbilst teorētiskajiem, kuri nosakāmi pēc iepriekš uz laika ass atlikto punktu vērtībām. Tomēr var gadīties, ka pat ar vizuālo pārbaudi nošķirt indeksu rindu grafisko attēlu sinhrono savietojumu no tiem, kuros ir tikai liela gadījumlīdzība, ir grūti. Ja koku ikgadējo radiālo augšanu pārmaiņus limitējuši dažādi faktori, tad bieži vien novēro, ka indeksu rindu korelācija vienā vai vairākos nesinhronos savietojumos ir pat augstāka nekā to sinhronajā savietojumā. Pastāv zināma sakarība, ka izteiktāku, maldinošu gadījumlīdzību varbūtība ir aptuveni apgriezti proporcionāla tās t vērtības lielumam, kura atbilst rindu sinhronajam savietojumam. Šādos gadījumos indeksu rindu relatīvo datējumu palīdz noskaidrot gadskārtu indeksu rindu sinhronitātes noteikšana to grupām vai kopumā, sinhronizējamo rindu pārus savstarpēji šķērsdatējot visās kombinācijās, kā to veic datorprogramma

COFECHA. Par vairāku indeksu rindu pareizi veiktu šķērsdatēšanu liecina tas, ja relatīvie datējumi, kas noteikti pēc, domājams, hronoloģiski pareiziem šo rindu savietojumiem, uz ko norāda tiem atbilstošo indeksu rindu līdzības rādītāju lielākās vērtības, nevienā gadījumā nav savstarpēji pretrunīgi. Sākumā parasti sekmīgi sinhronizējama tikai daļa no datējamo rindu kopskaita. Tās ieteicams apvienot vienā indeksu vidējo vērtību rindā. Kā pierādīts iepriekš, šajā rindā klimatiskie impulsi akcentēti vairāk, tāpēc nākamajā darba posmā to jau izdodas sekmīgi sinhronizēt ar citām atlikušām gadskārtu platuma indeksu rindām, kurās gadskārtu platuma dinamika izpaužas individuālāk. Tātad dotajos gadījumos vēlamos rezultātus dažkārt vieglāk un drošāk iegūt, noteiktos relatīvos datējumus atliekot un pārbaudot nevis uz laika ass, bet gan izveidojot relatīvo datējumu matricu. Tā ļauj nekļūdīgāk nošķirt un atsevišķos gadījumos pat prognozēt pareizos relatīvos datējumus, it sevišķi, ja starp dažādu paraugu datējumiem ir lieli laika intervāli.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	$\Sigma$
I	0	-9	4	-3	-3	-4	-8	-23
II	9	0	13	6	6	5	1	40
III	-4	-13	0	-7	-7	-8	-12	-51
IV	3	-6	7	0	0	-1	-5	-2
V	3	-6	7	0	0	-1	-5	-2
VI	4	-5	8	1	1	0	-4	5
VII	8	-1	12	5	5	4	0	33
$\Sigma$	23	-40	51	2	2	-5	-33	0

2.6. attēls. Relatīvo datējumu matricas paraugs

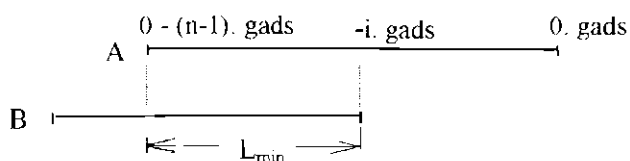
2.6. attēlā parādītajā matricā ar arābu cipariem rakstītie skaitļi uzrāda nosacīti numurētu indeksu rindu savstarpēji nekļūdīgi noteiktus relatīvos datējumus.

Ja konstatēta indeksu rindu gadījum līdzība vairākos savietojumos, tad šīm rindām atbilstošajos matricas divos simetriskajos laukumiņos kā varbūtējos relatīvos datējumus ieraksta vairākus pārbaudāmos skaitļus. Rindu sinhrono savietojumu parasti uzrāda tie matricā ierakstītie skaitļi, kuri ar pārējiem matricas skaitļiem (ar piebildi: ja tie atbilst divu attiecīgo rindu pareizam relatīvajam datējumam) veido šādas viegli pārbaudāmas sakarības:

- matricas jebkurās divās ailēs vai rindās esošo skaitļu starpībām, tos salīdzinot, attiecīgi, pa rindām vai pa ailēm, jābūt konstantām. No tā izriet, ka
- matricas robežās vizuāli nošķirta jebkura lieluma taisnstūra vai kvadrāta formas skaitļu bloka stūros esošo divu skaitļu summai pa taisnstūra diagonālēm jābūt konstantai.

Ja kādas rindas šķietami pareizs relatīvais datējums noteikts neīstā savietojumā, kurā pārbaudāmā rinda uzrāda samērā lielus līdzības rādītājus ar visām pārējām indeksu rindām, tad ar iepriekš minēto pārbaudes paņēmieni šo kļūdu konstatēt nevar. Šādos gadījumos vairāk jāpaļaujas uz noteiktā datējuma loģisko vērtējumu, indeksu rindas salīdzināšanu ar objekta pārējo indeksu rindu vidējo vērtību datiem, dažos gadījumos – uz indeksu rindu grafisko attēlu vizuālo sinhronizēšanu un pētnieka darba pieredzi.

Lai nodrošinātu divu laikrindu salīdzināmo gadskārtu pāru minimālo skaitu (47. lpp.), autors parasti pārbauda tikai tos programmas uzrādītos kritēriju pārsniedzošos līdzības rādītājus, kuri atbilst rindu posmu savietojumam, kurā salīdzināmo indeksu pāru skaits ir lielāks par 50. Divu indeksu rindu iespējamo relatīvo datējumu diapazons, kurā šiem datējiem atbilstošie rindu pārklājumi nav īsāki par pieļaujamo minimālo gadu skaitu ( $L_{\min}$ ), nosakāms šādi (2.7. att.):



A - stacionārā rinda;

B - pārvietojamā (salīdzināmā) rinda.

2.7. attēls. Minimālam pārklājumam ( $L_{\min}$ ) atbilstoša indeksu rindu savstarpējā savietojuma shematiskais attēlojums

Ja, atbilstoši 2.7. attēlam, abu rindu salīdzināmo indeksu pāru minimālo apjomu, t.i., minimālo salīdzināmo posmu garumu apzīmē ar  $L_{\min} = 50$  (attiecīgi, pāri vai gadi), tad kā varbūtējus ir vērts pārbaudīt tos B rindas relatīvos datējumus, kuri uzrādīti

$$\text{robežās no} \quad D_{\min.} = L_{\min.} - n_A = 50 - n_A \quad (2.11)$$

$$\text{līdz} \quad D_{\max.} = n_B - L_{\min.} = n_B - 50, \quad (2.12)$$



kur  $D_{\min.}$ ;  $D_{\max.}$  - B indeksu rindas varbūtējā relatīvā datējuma vērtība ņemamā  
 minimālā un maksimālā robežvērtība;  
 $n_A$ ;  $n_B$  - gadskārtu indeksu skaits attiecīgi A un B indeksu rindā.

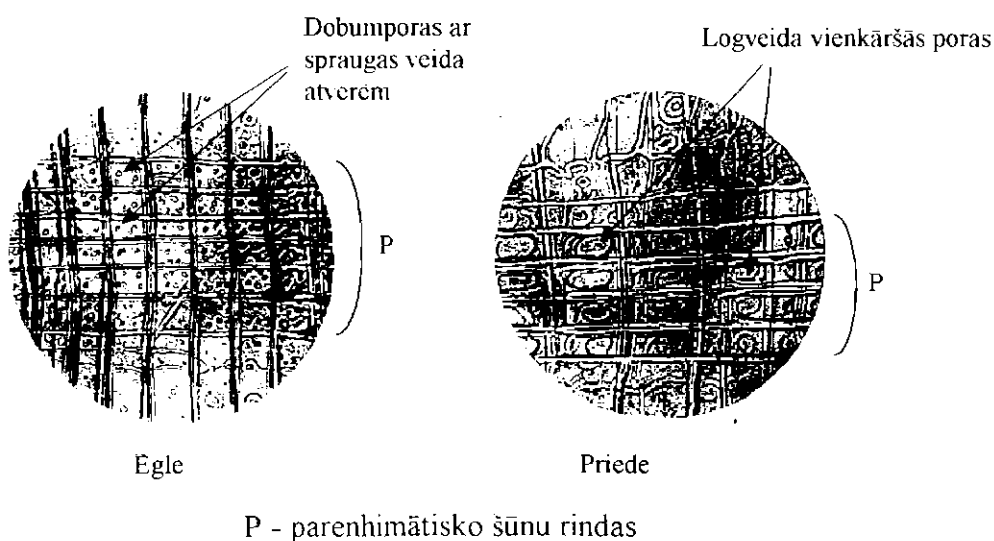
## 2.8. KOKA SUGAS NOTEIKŠANA SENĀS KOKSNES PARAGIEM.

Senām būvdetaļām izmantoto koku sugas noteikšana pēc koksnes ir zināmā mērā specifiska. Arheoloģiskai koksnei vairs nav izšķiramas tādas konkrētas koku sugas pazīmes kā koksnes un to atsevišķu daļu krāsa, spīdīgums, smarža. Dažkārt pasliktinājusies sveķu aīļu vai serdes staru saskatāmība, tāpēc to drošāk noteikt pēc mikroskopiskajām pazīmēm. Daudzos gadījumos laika gaitā ir arī daļēji noārdījusies senās koksnes anatomiskā struktūra. Aerobos apstākļos koksne sadalās sēņu, īpaši bazīdiju sēņu (piepju dzimta) izraisītās trupes rezultātā. Mikroskopiski sēņu iedarbības sekas redz kā koksnes šūnu sekundārā šūnapvalka, atsevišķu šūnapvalka posmu vai pat visa šūnapvalka noārdīšanos. Anaerobos apstākļos koksnes struktūru un tās mehāniski - fizikālās īpašības, savukārt, pārmaina šai videi piemērotie organismi. Koksnes struktūra arī tiek bojāta, koka būvdetaļām apdegot (Schweingruber, 1990).

Pat tajos gadījumos, kad koksnes struktūra nav vairs vesela, no mūsu tautas celtniecībā vairāk pielietotajām un dendrohronoloģiski nozīmīgām koku sugām pēc koksnes visvieglāk atšķirt ozolu. Arī stipri piemirkušā, tumšā ozola stumbra nogludinātā šķērsgriezumā parasti pat ar neapbruņotu aci saskatāmi pavasara koksne esošie lielie, pa aploci grupētie vadaudi - trahejas jeb trauki, kurus stumbra šķērsgriezuma skatā mēdz apzīmēt arī par porām (Schweingruber, 1990), un platie serdes stari. Aptuveni 15 - 30 reizes lielā palielinājumā saskatāms arī vēlinās koksnes sīko poru izkārtojums ozolam raksturīgajās liesmveida grupās. Reizēm tomēr arheoloģiskos izrakumos atklātai piemirkušai, samelnējušai un neattīrītai koksnei uzrādītās pazīmes var sākumā nepamanīt. Piemēram, vairākums no 1988. gadā Rīgā, Grēcinieku ielā 11/13 atrakto it kā ozola stabu rindas koksnes paraugiem vēlāk izrādījās iegūti no oša koka, bet kāda atsevišķa staba koksnes paraugs - no gobas koka (5.1.3. nod.). Tātad abos gadījumos atrasto stabu koksne bija ar aplocēs izkārtotām porām. Atšķirībā no ozola, oša koksne plato serdes staru nav, kā arī vēlinās koksnes sīkās poras neveido ne ozolam raksturīgās liesmveida, ne gobai un vīksnai

raksturīgās viļņveida grupas, bet gan tās ir izvietotas pa vienai vai nelielās, atsevišķās grupiņās.

Grūtāk atšķirt ilgstoši zemē glabājušos priedes un egles koksni. Pelēcīgajos koksnes paraugos priedei raksturīgais tumšākā, iesārtā kodolkoksne izskatās līdzīga egles, sākotnēji gaišajai, bezkrāsas kodolkoksnei. Abu sugu koksni var nekļūdīgi atšķirt pēc tās mikroskopiskām pazīmēm, t.i., pēc katrai skujkoku sugai raksturīgā traheīdu un serdes staru krustošanās vietas izveidojuma. To novēro aptuveni 15 μm biežā koksnes radiālā griezuma anatomiskajā paraugā. Priedēm serdes stara vidusdaļā iepretī traheīdu dobumiem var redzēt parenhimātisko šūnu logveida vienkāršās poras. Abpus parenhimātiskajām šūnām atrodas traheidālās šūnas ar parastajai priedei raksturīgo ļoti nelīdzeno šūnapvalku. Eglēm serdes staru parenhimātiskajās šūnās to krustojumu vietās ar traheidām var redzēt vairākas sīkas dobumporas ar šaurām, salīdzinot ar traheīdu garenvirzienu - slīpām spraugveida atverēm (2.8. att.).



2.8. attēls. Egles un priedes koksnes galvenās mikroskopiskās pazīmes.

Senajai koksnei ar sadalīties sākušu struktūru vai stipri izmirkušai koksnei anatomisko koksnes paraugu nepieciešamajā plānumā nogriezt ir grūti, jo koksnes šķiedras, tās griežot pat ar ļoti asu asmeni, drūp vai deformējas. Praktiski, lai no mitra, mīksta koka iegūtu koksnes anatomisko paraugu tās noteikšanas nolūkam, vienkāršākais paņēmieni ir attiecīgo

koksnes paraugu pirms anatomiskā parauga griešanas sasaldēt. Apgūstot pieredzi, koksnes anatomisko paraugu var sekmīgi atgriezt ar žiletas asmeni. Uz mikroskopa priekšmetstikliņa novietota un ar ūdens pilienu samitrināta priedes vai egles koksnes anatomiskā parauga sugas noskaidrošana veicama aptuveni 300 - 500 reizes lielā palielinājumā. Ja šādā palielinājumā koksnes struktūras daļējas sadalīšanās vai anatomiskā parauga sliktākas kvalitātes dēļ egles koksnei raksturīgās sīkās dobumporas dažreiz ir grūti saskatāmas, tad priedes koksnei raksturīgo logveida poru esamību vai to neesamību (ja koksnes paraugs neattiecas uz priedi) var konstatēt pietiekami skaidri.

### 3. NODAĻA. DENDROHRONOĻĪSKĀ SIGNĀLA KVALITĀTES PĀRBAUDE LATVIJAS VIDES APSTĀKĻOS.

#### 3.1. DENDROHRONOĻĪSKĀ SIGNĀLA PAMATSTRUKTŪRA.

Ar jēdzienu “dendrohronoloģiskais signāls” saprot tādu reģistrējamu ekoloģisko faktoru komplekso ietekmi, kas limitē, tātad ietekmē, gadskārtu ikgadējo pieaugumu visiem vai vairumam no attiecīgajā teritorijā augošiem kokiem. Lai varētu objektīvāk novērtēt dendrohronoloģiskā signāla atspoguļojumu Latvijas vides apstākļos augušo seno koku gadskārtās, autors veicis pētījumu, kurā tas salīdzināts gan vienas audzes, gan vairāku audžu priežu gadskārtās. Bez tam noskaidrota dendrohronoloģiskā signāla atspoguļojuma kvalitāte un tās pārmaiņas atkarībā no gadskārtu platuma mērīšanas datu apstrādē pielietotām vairākām metodēm un no indeksu vidējo vērtību rindā apvienoto indeksu rindu skaita.

Atkarībā no salīdzināmo koku augšanas vietu rakstura un savstarpējā attāluma, klimatisko faktoru ietekmes zināma daļa var būt vērtējama kā šiem kokiem kopīgs, dendrohronoloģiski vērtīgs klimatiskais signāls, bet pārējā daļa - kā šī signāla “troksnis”. Neeklimatisko faktoru spēcīga ietekme gadskārtu platuma laikrindu sinhronizēšanu parasti apgrūtina, taču dažreiz neeklimatiska faktora izraisītas pārmaiņas, kas kopīgas lielākam skaitam koku, gadskārtu ikgadējā pieauguma dinamikā izmantojamas kā pazīmes, kas palīdz noteikt vai apstiprināt gadskārtu platuma rindu relatīvos datējumus. Šādas spēcīgas un straujas ietekmes ārējais faktors var būt, piemēram, masveida kaitēkļu savairošanās, koku slimības epidēmija, plašs ugunsgrēks u.c.

Fiziogēogrāfiski atšķirīgās teritorijās vietējo koku gadskārtu platuma pieaugumu izteiktāk ietekmē raksturīgais vietējais mezoklimats vai mikroklimats. Piemēram, klimatiskais faktors, pārmainoties lokāla reljefa ietekmē, konkrētajā apvidū limitējošā faktora funkcijas var gan pārņemt, gan zaudēt. Iepriekš minēto var ilustrēt ar E. Kuka (Cook, E.R.) gadskārtas platuma lineāro summas modeli (*linear aggregate model*), kas vienkāršotā veidā parāda gadskārtā vai gadskārtas platuma laikrindā ietvertās informācijas struktūru (Cook, Kairiukstis, 1990; Dupouey, Denis, Becker, 1992):

$$R_t = A_t + C_t + D_t + E_t, \quad (3.1)$$

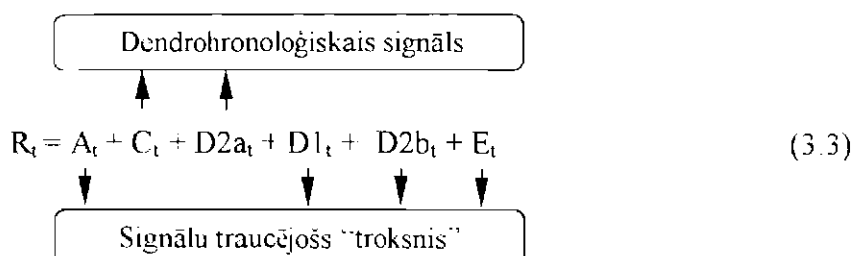
- kur t - laiks;
- R - konkrētas gadskārtas platums vai koka gadskārtu platuma datu rinda;
- A - gadskārtas (-u) bioloģiski noteiktais platums, kas mainās, pakāpeniski palielinoties koka vecumam un tā stumbra apjomam. Šīs gadskārtu platuma pārmaiņas veido augšanas trendu, kuru var eliminēt, izdarot gadskārtu platuma laikrindas standartizāciju;
- C - gadskārtu platuma maiņa klimatisko un meteoroloģisko apstākļu ietekmē, kuri kopīgi visiem audzes kokiem. Šie faktori var izraisīt gan zemas, gan augstas frekvences gadskārtu platuma pieauguma svārstības un to ietekme atkarīga no koku jutīguma;
- D - gadskārtu platuma pārmaiņas koku augšanu traucējošo faktoru (piemēram, gaisa pieaugošā piesārņojuma) ietekmē;
- E - pārsvarā nejaušu, neizskaidrotu faktoru ietekme, kas vairāk vai mazāk skar katru koku. Te ieskaita arī kļūdas gadskārtu platuma mērīšanā.

Dotajā modeļī koku augšanu traucējošos faktoros var sagrupēt pēc to izcelsmes (Eckstein, 1992; Lindholm, 1996):

$$R_t = A_t + C_t + D1_t + D2_t + E_t, \quad (3.2)$$

- kur  $D1_t$  - traucējošie endogēnie un lokālie faktori mežaudzes robežās, kuri ietekmē atsevišķus vai nelielu skaitu no audzes kokiem;
- $D2_t$  - traucējošie eksogēnie faktori, kuru avots ir ārpus audzes un kuri ietekmē lielāko daļu vai visus audzes kokus.

Atbilstoši iepriekš sniegtajam skaidrojumam, eksogēno faktoru daļu, ko veido nelielas, fizioģeogrāfiski atšķirīgas teritorijas mezoklimats un kas lielākā platībā izpaužas jau kā dendrohronoloģisko signālu traucējošs faktors, mazākajā teritorijā var izmantot kā informatīvos signālus pastiprinošus faktoros. To var uzskatāmi parādīt ar E. Kuka sastādītā modeļa palīdzību, kuru šim nolūkam šo rindu autors pārveidojis šādi:



Vienādojuma pēdējā izteiksmē parādīts, ka, piemēram, mezoklimatiskais faktors tā iedarbības teritorijā papildina makroklimatisko faktoru radīto klimatisko signālu ietekmi, un uz tā rēķina palielinās kopīgas iedarbības signālu un, savukārt, samazinās “trokšņa” iedarbības īpatsvars. Plašākā teritorijā, kurā izšķirami arī atšķirīga rakstura klimatisko faktoru lokalizācijas rajoni, mezoklimatiskie faktori ar dažādo ietekmi daļēji rada arī konkrētiem makroklimatiskiem faktoriem neatbilstošus signālus, kuri uzskatāmi par makroklimatisko signālu traucējošu fonu jeb “troksni”.

Iepriekš minēto uzskatāmi pierāda šo rindu autora veiktā pētījuma rezultāti. Tie, pamatojoties uz dabas kārtības vienveidības principu (*The Uniformitarian Principle*), attiecināmi arī uz vēsturiskajiem kokiem. Šis princips, to piemērojot dendrohronoloģijai, formulējams šādi: fizikālie un bioloģiskie procesi, kas saista vidi ar notiekošām pārmaiņām koku augšanā, pagātnē darbojušies līdzīgi kā mūsdienās (Fritts, 1976).

### 3.2. PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN TO IZTIRZĀJUMS

Kā gadskārtu indeksu rindu sinhronā savietojuma rādītājus vispirms analizēja pāru korelācijas koeficientus un to būtiskuma rādītājus - t vērtības. Šim nolūkam sinhronajā savietojumā katru ar katru salīdzināja visas 16 gadskārtu platuma indeksu rindas, pāru korelācijas koeficientu nosakot katram rindu pārim. 35. parauglaukuma 16 koku gadskārtu platuma indeksu rindu visiem pāriem kopskaitā noskaidroti 120 korelācijas koeficienti, kuru vērtības ir robežās no 0,20 līdz 0,60. Atbilstošās t vērtības noteiktas robežās no 1,3 līdz 6,7. Katrai indeksu rindai aprēķināto visu korelācijas koeficientu vidējās vērtības ir no 0,326 līdz 0,490, bet attiecīgās vidējās t vērtības - no 2,9 līdz 4,8 (3.1. tab.).

Uz visiem 16 paraugkokiem attiecināmā vidējā t vērtība 3,8 (3.1. tab.) ļauj vērtēt atbilstošo korelācijas koeficientu vidējo vērtību 0,406 kā būtisku pie rezultātu būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,001$  vai, attiecīgi, pie rezultātu ticamības līmeņa 0,999. Bioloģiska rakstura pētījumos šāds rezultātu ticamības līmenis tiek vērtēts kā augsts (Liepa, 1974), tomēr kā minēts iepriekš (51. lpp.), dendrohronoloģijā to parasti pieņem par kritērija zemāko līmeni.

3.1. tabula.

**35. parauglaukuma 16 koku gadskārtu platuma indeksu rindām savstarpēji aprēķināto korelācijas koeficientu un t vērtību vidējie lielumi.**

Paraugkoka Nr.	Vid. korelācijas koeficients	Vidējā t vērtība, būtiska pie rezultātu ticamības līmeņa			
		0,99	0,998	0,999	0,9999
35-01	0.370		3.4		
35-02	0.367		3.4		
35-03	0.351		3.2		
35-04	0.432			4.0	
35-06	0.464				4.4
35-07	0.401			3.8	
35-08	0.326	2.9			
35-09	0.351	3.1			
35-10	0.393			3.5	
35-11	0.490				4.8
35-12	0.432			3.9	
35-14	0.403			3.7	
35-15	0.471				4.6
35-16	0.397			3.8	
35-19	0.435			4.1	
35-20	0.425			3.9	
<b>Vidēji</b>	<b>0.406</b>			<b>3.8</b>	

Zinot 120 korelācijas koeficientu vidējo vērtību (0,406), iespējams noteikt, cik lielu daļu no pētījumam izvēlēto koku gadskārtu platuma izmaiņām var izskaidrot ar kopīgas iedarbības globālu, galvenokārt klimatisko faktoru ietekmi. To aptuveni parāda determinācijas koeficients  $r^2 = 0,406^2 = 0,165$ . Tātad, 35. parauglaukuma 16 koku gadskārtu indeksu rindām aprēķinātā vidējā korelācija vērtējama kā būtiska (pie  $\alpha = 0,001$ ), neraugoties uz to, ka tikai vidēji 16,5% no gadskārtu ikgadējā pieauguma noteikuši klimatiskie faktori, bet pārējo pieauguma daļu noteikuši dažādi lokāli vides faktori. Ņemot vērā, ka pētāmo koku skaitā nav iekļauti koki ar stipri atšķirīgu augšanas gaitu, jāsecina, ka visā 35. parauglaukumā un pārstāvētajā priežu audzē no globāla rakstura klimatisko faktoru pārmaiņām tieši nosacītas bijušas mazāk nekā vidēji 16% no gadskārtu platuma pārmaiņām. Bez tam, kā to parāda 3.1. tabulā uzrādīto skaitļu amplitūda, pat līdzīgos augšanas apstākļos cita citai līdzās vai tuvu augošu, augšanas gaitas ziņā līdzīgāko priežu radiālā pieauguma dinamika dažkārt var būt visai atšķirīga. Ar to var izskaidrot, ka daudzos gadījumos pat vienas audzes robežās augošu divu koku gadskārtu platuma

indeksu īsu (līdz 80 - 100 g. garu) rindu tieša sinhronizācija, salīdzinot tikai atsevišķu koku gadskārtu indeksu rindas, var būt apgrūtināša vai pat nesekmīga.

Te jāpiebilst, ka dažkārt indeksu rindu sinhronizāciju apgrūtināmo koku ikgadējā pieauguma dinamikas izteiktā individualitāte atsevišķos dzīves periodos (Pukienē, 1997). Tā iemesls var būt vismaz viena salīdzināmā koka augšana zemā vietā ar augstu gruntsūdens līmeni. Piemēram, priedēm, kurām saknes gruntsūdeni nerasniedz, ikgadējo pieaugumu vairāk ietekmē gaisa temperatūras un mitruma svārstības, bet purvos augošām priedēm, kurām saknes atrodas daļēji ūdenī, gadskārtu platumu bez tam jūtami ietekmē arī gruntsūdens līmeņa svārstības (Špalte, 1981). Neatkarīgi no koku augšanu spēcīgāk ietekmējošo lokālo neklīmatisko faktoru veida, kā arī no tā, vai tie koka augšanu nozīmīgi ietekmē visu tā dzīves laiku vai tikai atsevišķos periodos, to ietekmes traucējošo atspoguļojumu gadskārtu indeksu rindās var samazināt, atbilstoši atkārtotības principam, izstrādājot vairāku koku gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindas.

Lai precīzāk noskaidrotu klimatiskā signāla atspoguļojuma kvalitatīvās izmaiņas, kas rodas atkarībā no indeksu vidējo vērtību rindā apvienoto atsevišķo indeksu rindu skaita, pētījumā indeksu vidējo vērtību aprēķināšanu veica atšķirīgos, pakāpeniski pieaugošos līmeņos: pa divām koku gadskārtu platumu indeksu rindām apvienoja vienā "a" līmeņa indeksu vidējo vērtību rindā, no katrām divām "a" līmeņa indeksu rindām aprēķināja "b" līmeņa indeksu vidējo vērtību rindu u.t.t., līdz ieguva visu 16 paraugkoku gadskārtu platumu indeksu vidējo vērtību rindu, kas atbilst "d" līmenim. Pētījuma pirmajā posmā noteica pāru korelācijas un t vērtības rādītājus, savstarpēji sinhronā stāvoklī salīdzinot gan visas 16 paraugkoku gadskārtu platumu indeksu rindas, gan arī visas no tām aprēķinātās dažādā līmeņa indeksu vidējo vērtību rindas. Korelācija starp divām dažāda līmeņa jebkuras pakāpes radniecīgām indeksu rindām, protams, netika vērtēta.

Iegūtie rezultāti apkopoti 3.2. un 3.3. tabulā. Abu tabulu 3. - 6. ailē redzams, ka pakāpeniski salīdzinot aizvien augstākas pakāpes gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindas, iegūto korelācijas koeficientu vidējā vērtība pieaug no 0,406 (starp divu atsevišķu koku gadskārtu indeksu rindām) līdz 0,710 (starp divām "c" pakāpes indeksu vidējo vērtību rindām), bet t vērtības - attiecīgi no 3,8 līdz 9,2. Aprēķinot determinācijas koeficientu no korelācijas koeficienta vidējās vērtības 0,528, kas iegūta, atsevišķa koka gadskārtu platumu indeksu rindu salīdzinot ar "c" pakāpes indeksu vidējo vērtību rindu, var secināt, ka abās indeksu rindās ar kopīgo, galvenokārt klimatisko faktoru ietekmi tieši izskaidrojamas jau



## Korelācijas koeficientu vidējās vērtības

(salīdzinot 35. parauglaukuma dažādu pakāpju indeksu vidējo vērtību rindas savstarpēji un ar citu objektu indeksu vidējo vērtību rindām)

	Vidējo indeksu rindas aprēķināšanai izmantoto atsevišķo indeksu rindu skaits	Indeksu rinda	a - pakāpes vidējo indeksu rinda	b - pakāpes vidējo indeksu rinda	c - pakāpes vidējo indeksu rinda	34. parauglaukuma c - pakāpes vidējo indeksu rinda	Tērvetes mežaudzes vidējo indeksu rinda	Latvijas dendrohronoloģiskā skala
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Indeksu rinda	1	0.406				0.405	0.268	0.321
a - pakāpes vidējo indeksu rinda	2	0.454	0.518			0.461	0.299	0.344
b - pakāpes vidējo indeksu rinda	4	0.500	0.568	0.608		0.558	0.263	0.348
c - pakāpes vidējo indeksu rinda	8	0.528	0.595	0.620	0.710	0.605	0.285	0.350
d - pakāpes vidējo indeksu rinda	16	0.557	0.655	0.690	0.711	0.620	0.300	0.400
34. parauglaukuma c - pakāpes vidējo indeksu rinda	8					X	0.420	0.450

## Vidējās t vērtības

(salīdzinot 35. parauglaukuma dažādu pakāpju indeksu vidējo vērtību rindas savstarpēji un ar citu objektu indeksu vidējo vērtību rindām)

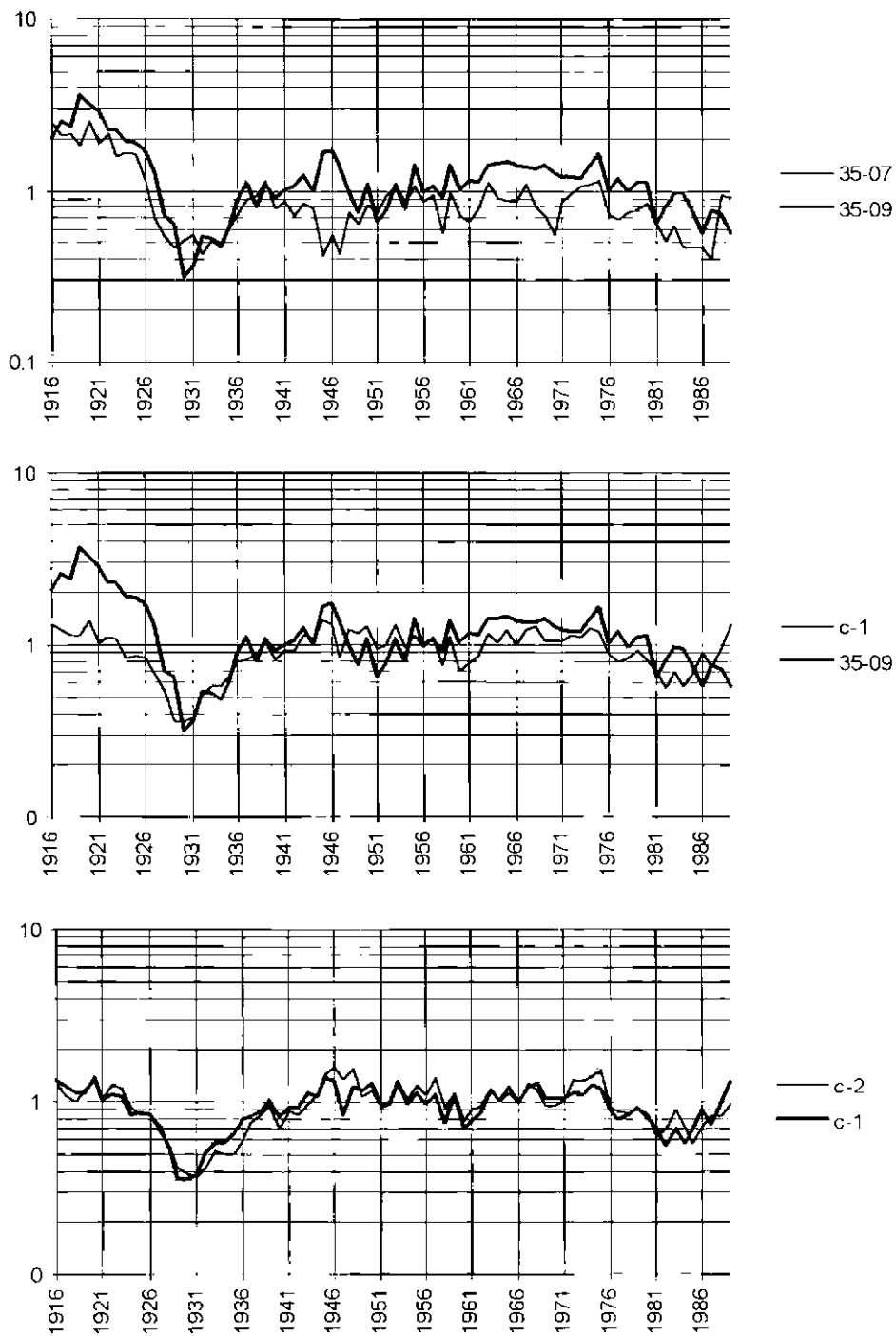
	Vidējo indeksu rindas aprēķināšanai izmantoto atsevišķo indeksu rindu skaits	Indeksu rinda	a -pakāpes vidējo indeksu rinda	b - pakāpes vidējo indeksu rinda	c - pakāpes vidējo indeksu rinda	34. parauglaukuma c pakāpes vidējo indeksu rinda	Tērvetes mežaudzes vidējo indeksu rinda	Latvijas dendrohronoloģiskā skala
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Indeksu rinda	1	3.8				3.8	2.1	2.8
a - pakāpes vidējo indeksu rinda	2	4.4	5.3			4.6	2.5	3.1
b - pakāpes vidējo indeksu rinda	4	5.1	6.1	6.9		5.9	2.2	3.2
c -pakāpes vidējo indeksu rinda	8	5.5	6.6	7.2	9.2	6.8	2.5	4.0
d - pakāpes vidējo indeksu rinda	16					6.8	2.5	3.8

$0,528^2 \times 100 = 27,88\%$  no indeksu vērtību svārstībām. Šis rādītājs, kā arī tabulā uzrādīto pārējo korelācijas koeficientu vai  $t$  vērtību pieaugšana, palielinoties indeksu vidējo vērtību rindas aprēķināšanai izmantoto atsevišķo indeksu rindu skaitam, vēlreiz pierāda, ka atsevišķu koku gadskārtu indeksu rindās daļa no klimatisko faktoru ietekmes paliek grūti konstatējamā, it kā latentā stāvoklī, un tā parādās tikai pēc traucējošo impulsu fona papildus samazināšanas.

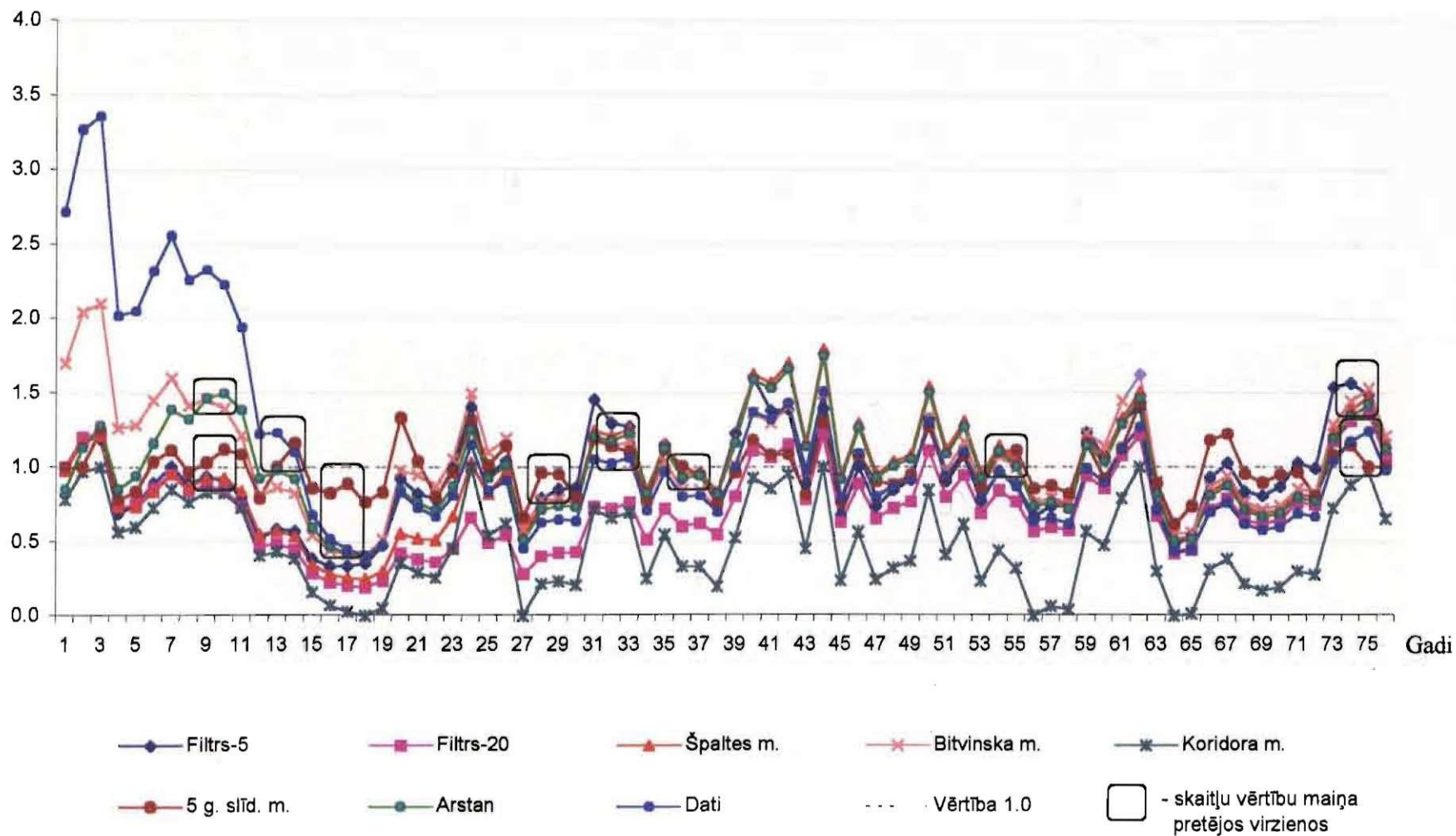
No korelācijas koeficienta 0,710, kurš aprēķināts, salīdzinot abas “c” pakāpes indeksu vidējo vērtību rindas, iegūtais determinācijas koeficients  $0,710^2 \times 100 = 50,4\%$  liecina, ka ar globālo klimatisko faktoru ietekmi izskaidrojamas jau vairāk nekā puse no abu rindu indeksu vērtību svārstībām. Šādu indeksu rindu sinhronizācija, ja tajās atspoguļota kopīga dendrohronoloģiskā signāla ietekme, izmantojot gan matemātiskās statistikas metodes, gan veicot šo rindu grafisko attēlu vizuālo salīdzināšanu, parasti veicama bez grūtībām un nekļūdīgi (3.1. att.).

Problemātiskāka ir atsevišķo koku gadskārtu indeksu rindu sinhronizēšana, kurās, kā var spriest, klimatiskais signāls ir atspoguļots samērā vāji. Šādas rindas sastop bieži: no visās kombinācijās sastādīto gadskārtu indeksu rindu 120 pāriem 49 (jeb 40,8%) no tiem korelācijas koeficients vērtība rindu savstarpēji sinhronā savietojumā pie rezultātu būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,001$  nebija būtisks. Ievērojot to, ka pētījumam izvēlēti koki ar samērā līdzīgu augšanas dinamiku, jāsecina, ka visā konkrētajā audzē augušo koku gadskārtu indeksu rindu būtiska korelācija pie  $\alpha = 0,001$  faktiski varētu būt mazāk nekā pusei no indeksu rindu pāru kopskaita.

2. nodaļā “Materiāls un metodika” jau pieminēts, ka korelācijas koeficienta vai tā atbilstošās  $t$  vērtības kritiskās robežas ievērošana ievērojami atvieglo indeksu rindu sinhronizēšanu, taču dendrohronoloģijā par rindu sinhronā savietojuma apstiprinošu pazīmi to vēl neuzskata. Ja klimatiskais signāls koka gadskārtās atspoguļots vājāk, tad, pirmkārt, gan korelācijas koeficienta, gan  $t$  vērtības kritisko robežu mēdz pārsniegt arī tās attiecīgās vērtības, kuras atbilst rindu savietojumam ar izteiktu gadījumlīdzību, un otrkārt, korelācijas koeficientu un to  $t$  vērtības netieši atkarīgas no gadskārtu platuma mērījumu standartizācijā pielietotās bāzes vērtību aprēķināšanas metodes. No tās izveles ir atkarīgas gadskārtu platuma indeksu absolūtās vērtības un nereti arī indeksa vērtības maiņas virziens attiecībā pret iepriekšējā indeksa vērtību (tas attiecas uz indeksiem, kuri aprēķināti no gadskārtu platuma datiem ar nelielu vērtību starpību; 3.2. att.). Gadskārtu platuma indeksu vērtību atkarība no izvēlētās bāzes vērtības aprēķināšanas metodes un to atšķirību nozīme indeksu



3.1. attēls. Indeksu vidējo vērtību rindu grafisko attēlu vizuālās līdzības maiņa atkarībā no šajās rindās apvienoto atsevišķo indeksu rindu skaita.



3.2. attēls. Pēc dažādām bāzes vērtību aprēķināšanas metodēm iegūto paraugkoka Nr.35-11 gadskārtu indeksu rinda, kā arī gadskārtu platuma rindas grafisko attēlu salīdzinājums

rindu šķēršdatēšanā uzskatāmi pierādīta, indeksu rindu sinhronitāti papildus nosakot un pārbaudot ar zīmju testu.

Pētījumā ar *zīmju testu* katram indeksu rindu pārim noteica un pēc tam salīdzināja vairākus (kopā septiņus) atšķirīgus līdzības koeficientus, kuru vērtības atkarīgas no indeksu rindu standartizācijas pielietotās bāzes vērtību aprēķināšanas metodes un zīmju kritērija būtiskuma līmeņa izvēles. Salīdzinājumam zīmju tests izdarīts arī nestandartizētām gadskārtu platuma rindām.

Vispirms, pielietojot 5 dažādas indeksu rindu bāzes vērtību aprēķināšanas metodes (vienu no tām - ar 2 dažādiem parametriem), no katras gadskārtu platuma rindas ieguva 6 atšķirīgas indeksu rindas, t.i., no 16 gadskārtu platuma rindām - kopā 96 indeksu rindas. Pēc tam visās 120 pāru kombinācijās savstarpēji citu ar citu salīdzināja katras grupas 16 indeksu rindas, kuras attiecas uz tām kopīgu vienu no bāzes vērtību aprēķināšanas metodēm. Konstatēts, ka ar zīmju testu noteiktie divu paraugu gadskārtu indeksu rindu līdzības koeficienti, atkarībā no iepriekš pielietotās bāzes vērtību aprēķināšanas metodes, vairāk vai mazāk atšķiras (3.4. tab.).

3.4. tabula

**Bāzes vērtību aprēķināšanas metodes izvēles ietekme uz līdzības koeficientu vidējām vērtībām.**

Bāzes vērtību aprēķināšanas metode	Faktisko līdzības koeficientu vērtību diapozons (%)	Katram paraugkokam atbilstošo līdzības koeficientu vidējo vērtību diapozons (%)	16 paraugkokiem kopējais vidējais līdzības koeficients (%)
20 gadu perioda joslas filtra metode	44 - 78	58,6 - 68,3	63,6
5 gadu perioda joslas filtra metode	45 - 77	57,3 - 67,4	62,8
Špaltes metode	47 - 77	58,3 - 68,0	63,0
Bitvinska metode	44 - 77	59,0 - 67,9	63,2
Slīdošā 5 gadu vidējā metode	45 - 74	57,1 - 64,5	60,6
Koridora metode	47 - 76	59,5 - 66,5	62,7
Nepārveidotie gadskārtu platuma mērījumi	45 - 77	58,9 - 67,6	62,9

3.4. tabulā uzrādītās līdzības koeficientu vidējās vērtības ir tuvas to vidējai vērtībai, kas iegūta pētījumos Lietuvā, Palangas mežniecībā: izteikta procentos, tā ir 62,0% (Битвинскас, 1974). Dotajām laikrindām, kuras satur 67 līdz 86 vai vidēji - 76 gadskārtu indeksu vērtības, tām uzrādīto līdzības koeficientu vērtējums ir starp apmierinoši un labi (Битвинскас, 1974). No gadskārtu platuma rindu standartizācijā pielietotās bāzes vērtību aprēķināšanas metodes atkarīgo līdzības koeficientu vidējo vērtību variācijas amplitūda sasniedz 3,0%. Pēc absolūtā lieluma tās vērtība nav liela, taču tā ir būtiska, jo pat nelielas līdzības koeficientu vērtību svārstības var mainīt to stāvokli attiecībā pret zīmju kritērija robežvērtību (tas ir svarīgi indeksu rindu sinhronizācijas un šķērsdatēšanas procesā) (3.5. tab.).

3.5. tabulā parādīts katram indeksu rindu pārim atbilstošo, pēc dažādām metodēm iegūto atšķirīgo līdzības koeficientu relatīvs iedalījums "1", "2" un "3" grupās atkarībā no to pārsniegtā zīmju kritērija būtiskuma līmeņa. Salīdzinājumam tabulā uzrādīts pēc līdzīga principa grupās iedalītās nestandardizēto gadskārtu platuma rindu līdzības koeficientu, kā arī t vērtības. Pēc 3.5. tabulas redzams, kuri paraugkoki uz klimatisko faktoru ietekmi reaģējuši vairāk, un tāpēc to pieauguma dinamika ir samērā līdzīga (piemēram, kokiem Nr.11 un Nr.15), un kuru koku radiālo augšanu vairāk ietekmējuši lokāla rakstura faktori (piemēram, kokiem Nr.1 un Nr.10). No koku jutības pret klimatisko faktoru ietekmi būtiski mainās bāzes vērtību aprēķināšanas dažādo metožu ietekme uz indeksu rindu sinhronitātes noteikšanas rezultātiem.

Kokiem, kuru gadskārtās klimatisko faktoru ietekme atspoguļota tiešāk, ikgadējā radiālā pieauguma dinamikas līdzība pēc gadskārtu indeksu rindām konstatējama neatkarīgi no iepriekš pielietotās bāzes vērtību aprēķināšanas metodes. Šo koku gadskārtu indeksu rindas parasti vienlīdz sekmīgi sinhronizējamas, vadoties gan pēc "t" vērtības, gan līdzības koeficienta lielākā rādītāja.

Attiecībā uz paraugkokiem, kuri uz klimatisko faktoru ietekmi reaģējuši vidēji jutīgi, iegūtie rezultāti nav tik viennozīmīgi. Šinī gadījumā par indeksu rindu sinhronitāti reizēm puslīdz pārliecinoši liecina tikai viens no rindu līdzības skaitliskajiem rādītājiem, t.i., vai nu tikai t vērtība (piemēram, rindām Nr.12 un Nr.16), vai tikai līdzības koeficients (piemēram, rindām Nr.8 un Nr.20). Apstākļos, kad līdzības koeficienta vērtība ir tuvu zīmju kritērija vērtībai, indeksu rindu līdzības koeficienta novērtējums no pielietotās bāzes vērtību aprēķināšanas metodes ir atkarīgs vairāk. Pat līdzības koeficienta nelielas izmaiņas var būt cēlonis tā būtiskuma vērtējuma maiņai. Konstatēts, ka atsevišķos gadījumos atkarībā no

Pēc dažādām metodēm iegūto bāzes vērtību ietekme uz 35. parauglaukuma paraugkoķu gadskārtu indeksu rindu līdzības nosacīto vērtējumu.

Nr.	t - vērt.	Dati	5 g. v.	Filtrs-20	Filtrs-5	Spalte	Korid.	Bitv.
1-2				1	2			
1-3								
1-4	2	1	1	1	1	1	2	1
1-6	1							
1-7	1	3		2	1	3	3	3
1-8	2	2	3	1	1	1	1	3
1-9								
1-10								
1-11	1							
1-12	1			1		2	1	1
1-14	1	2	2			1	1	1
1-15	1				1			
1-16		3	1	3	2	2	3	2
1-19	1		1					
1-20			1					
2-3	2	3		3	3	3	3	3
2-4	1	1	1	1	1	1	1	1
2-6	1							
2-7		1		1	3	2	1	2
2-8					1			
2-9				1				
2-10								
2-11	1							1
2-12	1							
2-14				1				
2-15	1	2	1	1	1	3	2	2
2-16	1	3	1	3	3	3	3	3
2-19	1		1					
2-20	1	1				1	1	
3-4	2					1		
3-6				1				
3-7								
3-8				1	3	2	1	1
3-9								
3-10		1	2	1	1	1	1	1
3-11	1	3		3	3	3	3	3
3-12		2	1	1	1	2	1	1
3-14	1				1	1		1
3-15	2	3	3	3	2	3	3	3
3-16					1			

Nr.	t - vērt.	Dati	5 g. v.	Filtrs-20	Filtrs-5	Spalte	Korid.	Bitv.
3-19				1	1			
3-20								
4-6	1	3		3	3	3	3	3
4-7	1	3		3	3	3	3	3
4-8	1	2		2	1			2
4-9		1		1		1		1
4-10	1	3	1	3	2	2	2	3
4-11	3	3	1	3	3	3	2	2
4-12		1				2	2	2
4-14	1	2	1	2	2	3	2	2
4-15	3	3	3	3	3	3	3	3
4-16		1		2	3	1	1	1
4-19	2	3	1	3	3	3	2	3
4-20	1	3	2	3	3	3	3	3
6-7		1		1				
6-8								
6-9	3	2	3	2	1	2	2	1
6-10	2	3	2	3	3	3	3	3
6-11	2	2	1	3	3	2	2	2
6-12	1	3	1	2	2	3	3	3
6-14								
6-15	3	2	1	3	2	2	2	2
6-16	2		1					
6-19	3	3	1	3	3	3	3	2
6-20	3	2	2	3	3	2	3	2
7-8				1	1			
7-9								
7-10		1			1			
7-11	3	3	1	3	3	3	3	3
7-12		2	1	1	1	2	1	1
7-14	1	1				1	1	1
7-15	1	3	1	3	2	3	3	3
7-16	2	3	2	2	2	2	3	2
7-19	1		3	2		1	1	1
7-20	1				1			
8-9					1			
8-10								
8-11		2	1	3	3	3	3	2
8-12		2	1	2	3	2	1	2
8-14								

Nr.	t - vērt.	Dati	5 g. v.	Filtrs-20	Filtrs-5	Spalte	Korid.	Bitv.
8-15	1	3	3	3	3	3	3	3
8-16								
8-19								1
8-20		3	3	3	1	3	3	3
9-10	1	2	1	3	3	3	3	3
9-11	1	2		3	2	2	1	2
9-12								
9-14	1	1		1	1	1	1	1
9-15	1							
9-16								
9-19	1		1	1				1
9-20	1	1		2		1	1	1
10-11	3	3	3	3	3	2	3	3
10-12	1	1	1	2	1	1	1	2
10-14	1	2		3		3	2	3
10-15	1		2	3	1			1
10-16								
10-19	1	2	2	3	3	2	2	2
10-20	1	1	1		1			1
11-12	3	1	2	1	1	1	1	1
11-14	2				2			
11-15	3	3	3	3	3	3	3	3
11-16	2							
11-19	2	3	3	3	3	3	3	3
11-20	3	3	3	3	3	3	3	3
12-14	1	1		1		1		
12-15	1		1					1
12-16	3							1
12-19	2							
12-20	3	1	1	1		2	2	3
14-15								
14-16	3	2	1	3	1	3	2	2
14-19			1					
14-20	2	1	3	2	3	1		2
15-16	2		1	1		1	1	
15-19	3	3	3	3	3	3	2	2
15-20	1	3	3	3	3	3	3	3
16-19	1		3					
16-20	1							
19-20	1	2		2	2	2	1	2

Vid.	1.02	1.16	0.79	1.27	1.17	1.21	1.12	1.18
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Nosacīto vērtējumu skaidrojums - nākamajā lappusē →



Nosacīto vērtējumu skaidrojums:

A) attiecībā uz "t" vērtībām:

- 1 - no 3,4 līdz 4,4;
- 2 - no 4,5 līdz 4,9;
- 3 - 5,0 un vairāk;

B) attiecībā uz līdzības koeficientiem (atkarībā no salīdzināmo rindu vērtību kopīgā retrospekcijas intervāla garuma):

- 1 - 62 - 65%, pārsniedz zīmju kritēriju pie  $\alpha = 0,001$ ;
- 2 - 65 - 68%; pārsniedz zīmju kritēriju pie  $\alpha = 0,01$ ;
- 3 - 68% un vairāk; pārsniedz zīmju kritēriju pie  $\alpha = 0,05$ .

izvēlētās bāzes vērtību aprēķināšanas metodes divām vienā un tanī pašā savietojumā esošām indeksu rindām līdzības koeficienti var mainīties robežās, sākot no vērtības, kas pārsniedz zīmju kritēriju pie būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,001$ , līdz pat vērtībai, kas ir mazāka par zīmju kritēriju pie būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,05$  (piemēram, rindām Nr.14 un Nr.20).

Pēc dažādām metodēm aprēķinātās bāzes vērtības no gada uz gadu mainās gan attiecībā cita pret citu, gan attiecībā pret gadskārtu platuma mērījumu datiem. Ja pēc vienas metodes aprēķinātā bāzes vērtība koka konkrēta gada gadskārtas platuma vērtību pārsniedz, bet pēc citas metodes - ir mazāka, tad atbilstošajām indeksu rindām šajā intervālā konstatējams vērtību pieauguma pretējs virziens (3.2. att.). Rezultātā abām indeksu rindām, kuras attiecas uz vienu un to pašu koku, bet atšķiras pēc pielietotās bāzes vērtību aprēķināšanas metodes, zīmju tests uzrāda par 100% mazāku līdzību. Kā piemēru var minēt līdzības koeficientus, kuri aprēķināti, salīdzinot pēc dažādām metodēm iegūtas viena koka gadskārtu indeksu rindas. Salīdzināšana atkārtota 4 paraugkoku indeksu rindām (Nr.1, Nr.4, Nr.8 un Nr.15). Uz vienu un to pašu paraugkoku attiecināmo indeksu rindu līdzības koeficienti variēja robežās no 82 - 100%. Vismazāko līdzību ar pārējām indeksu rindām uzrādīja rindas, kuru iegūšanas procesā pielietotas slidošā 5 gadu vidējā metode (82 - 96%) un 5 gadu perioda joslas filtra metode (90 - 95%). Pārējām indeksu rindām savstarpējā līdzība ir ievērojami lielāka (95 - 100%). Salīdzinot šo paraugkoku indeksu rindas, kuru iegūšanā pielietotas slidošā 5 gadu vidējā metode un 5 gadu perioda joslas filtra metode, ar tā paša koka oriģinālo gadskārtu platuma datu rindu, līdzības koeficients noteikts robežās attiecīgi no 84 līdz 94% un no 89 līdz 94%. Savukārt, ar gadskārtu

platuma rindu salīdzinot indeksu rindas, kas iegūtas pēc pārējām metodēm, - no 96 līdz 100%. Starpība no šo līdzības koeficientu procentos izteiktām vērtībām līdz pilniem 100% raksturo to indeksu rindu vērtību intervālu procentuālo daudzumu, kuros gadskārtu platuma vērtības pieauguma virziens pēc standartizācijas mainīts uz pretējo. Tas, ka minēto starpību lielāku vērtību uzrāda indeksu rindas, kuras iegūtas, pielietojot slīdošā 5 gadu vidējā un 5 gadu perioda joslas filtra metodes, izskaidrojams ar to, ka bāzes vērtības, kas aprēķinātas pēc šīm abām metodēm, galvenokārt seko nevis koka gadskārtu platuma pārmaiņu vispārējai tendencei (trendam), bet gan gadskārtu platuma īslaicīgām svārstībām, t.i., pārāk pietuvojas gadskārtu platuma faktiskajiem datiem. Tāpēc, kā tas ir raksturīgi slīdošā vidējai metodei (Špalte, 1985), aprēķinātās indeksu vērtības gadskārtu platumu atsevišķos gados raksturo izkropļoti.

Par 5 gadu perioda filtra metodes praktisku pielietošanu bāzes vērtību aprēķināšanā autoram pagaidām ziņu nav, savukārt slīdošā 5 gadu vidējā metode līdz šim pielietota plaši. To izmanto Rietumeiropas valstu dendrohronologi galvenokārt ozolu gadskārtu platuma rindu standartizēšanai, ja pēc tam paredzēta iegūto indeksu rindu sinhronizēšana, vadoties pēc t vērtībām. Pārsniedzot attiecīgās Stjudenta sadalījuma kritiskās robežas, t vērtības šajos gadījumos parasti viennozīmīgi norāda uz divu indeksu rindu sinhrono savietojumu (Schweingruber, 1983). Šo rindu autora veikto neliela apjoma praktisko mēģinājumu līdzšinējie rezultāti liecina, ka Latvijā augušu koku gadskārtu indeksu rindu līdzību nosakot ar zīmju testa palīdzību, slīdošā 5 gadu vidējā metode sevi attaisno tad, ja a) ir iespēja salīdzināt koku gadskārtu indeksu rindas, kuras uzrāda klimatisko faktoru spēcīgu ietekmi, kā arī, b) dažkārt - nosakot divu īsu indeksu rindu sinhrono stāvokli starp vairākiem gadījumlīdzības stāvokļiem, ja līdzības rādītāju vērtības ir augstas. Latvijas teritorijai raksturīgā piejūras klimatā veidojošos gadskārtu indeksu rindu pastāvīga sinhronizēšana un šķērsdatēšana tikai pēc minētās metodes, spriežot pēc pētījuma rezultātiem, varētu būt mazefektīva, jo indeksu rindu pāri kā būtiski līdzīgi uzrādīti pārāk nelielā skaitā: pētījumā - tikai 12,5% gadījumu (3.6. tab.).

Sakarā ar to, ka dažādi iegūtām gadskārtu indeksu rindām līdzības koeficienti ir atšķirīgi, pēc tiem pamatoto audzes koku iedalījumu atkarībā no uzrādītās reakcijas uz klimatisko faktoru ietekmi nevar uzskatīt par viennozīmīgu. Atkarībā no bāzes vērtību aprēķināšanā pielietotās metodes, mainās attiecībā uz katru paraugkoku aprēķināto līdzības koeficientu vidējā vērtība un, līdz ar to - koku vērtējums pēc tās (3.7. tab.).

3.6. tabula.

**Attiecīgo zīmju kritēriju (3 dažādiem būtiskuma līmeņiem) pārsniegšo  
35 . parauglaukuma indeksu rindu līdzības koeficientu skaits  
(absolūtos skaitļos un procentos no kopējā laikrindu pāru skaita)**

Bāzes vērtību aprēķināšanas metode	Zīmju kritērija būtiskuma līmeņi:		
	0,05	0,01	0,001
Joslās filtrs ar 5 gadu periodu	68 (56,7%)	40 (33,3%)	29 (24,2%)
Joslās filtrs ar 20 gadu periodu	72 (60,0%)	48 (40,0%)	34 (28,3%)
Špaltes metode	68 (56,7%)	48 (40,0%)	29 (24,2%)
Koridora metode	67 (55,8%)	41 (34,2%)	26 (21,7%)
Bitvinskas metode	68 (56,7%)	48 (40,0%)	26 (21,7%)
Slīdošā 5 g. vidējā metode	57 (47,5%)	24 (20,0%)	15 (12,5%)
Gadskārtu platuma dati	65 (54,2%)	46 (38,3%)	26 (21,7%)

Indeksu rindām, kuras attiecas uz kokiem, kuri uz klimatisko faktoru ietekmi reaģējuši tiešāk, t.i., kuri 5.6. tabulā ieņem augstākas vietas, sinhronizēšanas un šķērsdatēšanas procesā ir īpaša nozīme. Tās bieži izdodas sekmīgi sinhronizēt ar indeksu rindām, kuras savstarpēji tieši sinhronizēt nevar, un tādējādi kalpo kā grūti sinhronizējamo indeksu rindu sasaistes. Kā pretējus piemērus var minēt 35. parauglaukuma kokus, kuri 6. tabulā uzrādītajā iedalījumā ieņem pēdējās vietas (koki Nr.1, Nr.9 un Nr.16, mazākā mērā - Nr.2, Nr.3 un Nr.14). To gadskārtu indeksu rindas izdevās sinhronizēt tikai ar jutīgo koku gadskārtu indeksu rindu vai ar augstākas pakāpes indeksu vidējo vērtību rindu starpniecību. Kaut arī šādas kvalitātes indeksu rindas ir sekmīgi sinhronizētas, iekļaut kopīgā hronoloģijā tās tomēr nav vēlams. Šīs indeksu rindas satur lielu informācijas īpatsvaru, kas attiecas uz lokāla rakstura faktora iedarbību, un tādējādi ienes hronoloģijā augstu “trokšņa” līmeni. Šajā pētījuma posmā vēl novērtēja indeksu rindu sinhronizēšanas norises un rezultātu atkarību no zīmju kritērija būtiskuma līmeņa izvēles. Jāatzīst, ka Latvijas klimatiskajos apstākļos augošo koku gadskārtu indeksu rindu sinhronizēšanai

**Bāzes vērtību aprēķināšanai pielietoto metožu ietekme uz 35. parauglaukuma 16 koku vietu sadalījumu pēc indeksu rindu līdzības koeficientu vidējās vērtības.**

Paraug- koku Nr.	Bāzes vērtību aprēķināšanas metode						Dati
	JF20	JF5	Špalte	Korid.	Bitv.	5 g. vid.	
1	16	16	16	16	14-15	13	15
2	13	11	11-12	11	12	15	11
3	11	10	10	12	13	14	12-13
4	2	2	1	2	1	8	1
6	5-6	9	7	6	7-8	10	7
7	7	6-7	5	5	6	12	5
8	9	8	9	9	10	5	9
9	14	15	15	15	14-15	16	14
10	8	6-7	13	10	9	6	10
11	1	1	2	1	2	4	2
12	12	12	8	8	7-8	9	8
14	10	13	11-12	13	11	7	12-13
15	3	3	3	3	4	1	3
16	15	14	14	14	16	11	16
19	4	5	6	7	5	2	6
20	5-6	4	4	4	3	3	4

optimālu zīmju kritērija līmeni noteikt ir grūti. Ja zīmju kritērijam izvēlēts augstāks būtiskuma līmenis (piemēram,  $\alpha = 0,001$ ), tad zīmju kritērija robežvērtību pārsniedz tikai neliels skaits indeksu rindu sinhronajam savietojumam atbilstošo līdzības koeficientu (konkrētajā gadījumā - mazāk par vidēji 25% no noteikto līdzības koeficientu skaita; 3.6 tab.). Tanī pat laikā lielākā daļa no līdzības koeficientiem, kuri pārsniedz zīmju kritēriju, indeksu rindu sinhronam savietojumam tiešām atbilst. Izvēloties zemāku būtiskuma līmeni, t.i., ja  $\alpha = 0,01$  vai, it īpaši, ja  $\alpha = 0,05$ , zīmju kritērija pārsniegšanas gadījumu skaits ievērojami palielinās (vidēji līdz 55%: 3.6. tab.), toties vienlaicīgi palielinās arī gadījumu skaits, kuros konstatē indeksu rindu nejaušu gadījumlīdzību.

Šo rindu autors tomēr dod priekšroku zīmju kritērijiem, kas atbilst būtiskuma līmenim  $\alpha = 0,001$ . Šinī gadījumā indeksu rindu grafisko attēlu līdzību vizuāli nepieciešams pārbaudīt mazākam rindu savietojumu skaitam. Šajos savietojumos indeksu rindu sinhronitāte apstiprinās biežāk. Mazāk jutīgu koku gadskārtu indeksu rindu sinhronizēšanai izmantojamas augstākas pakāpes indeksu vidējo vērtību rindas. Par labu minētā būtiskuma

līmeņa izvēlei vēl jāmin tas, ka, aprēķināti pēc D. Ekšteina formulas, būtiskuma līmenim  $\alpha = 0,001$  atbilstošie zīmju kritēriji it kā jutīgāk mainās atkarībā no salīdzināmo indeksu pāru skaita (formula 2.9): tie īsāku indeksu rindu būtiskas līdzības apstiprināšanai pieprasa lielāku līdzības koeficienta vērtību, bet, apstiprinot garu indeksu rindu būtisku līdzību - salīdzinoši mazāku līdzības koeficienta vērtību nekā zīmju kritēriji, kuri augstākam būtiskuma līmenim ( $\alpha = 0,01$  un  $\alpha = 0,05$ ) aprēķināti pēc formulām 2.7 un 2.8 (3.8. tab.).

3.8. tabula.

**Trim būtiskuma līmeņiem noteiktās zīmju kritēriju robežvērtības (aprēķinātas pēc 2 tipu formulām).**

Salīdzināmo indeksu pāru skaits	Zīmju kritērija būtiskuma līmeņi:		
	$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$	$\alpha = 0,001$
40	64,65	69,50	74,41
50	63,40	67,80	71,84
60	62,57	66,67	69,93
70	61,97	65,86	68,45
80	61,53	65,25	67,26
90	61,15	64,74	66,19
100	60,90	64,40	65,44
150	60,07	63,27	62,61
200	59,65	62,70	60,92
300	59,23	62,13	58,91
400	59,03	61,85	57,72
500	58,90	61,68	56,90

Tas nozīmē: ja indeksu rindu salīdzināmo vērtību pāri ir nelielā skaitā, tad pēc abām minētajām formulām iegūtās robežvērtības dendrochronoloģijas praksei vērtējamās kā nedaudz par zemām. It īpaši situācijā, kad salīdzināšanas procesa sākumā un beigās tiek salīdzināts vienas indeksu rindas beigu posms pret otras rindas sākumposmu, līdz ar salīdzināmo indeksu pāru skaita samazināšanos palielinās indeksu rindu gala posmu savietojumu ar izteiktu gadījumlīdzību skaits. Savukārt, salīdzinot ģeogrāfiski attāliem rajoniem atbilstošās garākas indeksu vidējo vērtību rindas vai hronoloģijas (aprēķināto indeksu skaits lielāks par 150), konstatēts, ka pēc abām minētajām formulām aprēķinātās zīmju kritērija robežvērtības jau ir par augstu, jo indeksu rindu sinhronajam savietojumam atbilstošās līdzības koeficientu vērtības atbilstošo zīmju kritēriju daudzos gadījumos vairs nesniedz.

Līdzības koeficientu vērtību pārmaiņas, ko konstatē, konkrētu koku indeksu rindas salīdzinot ar dažāda līmeņa indeksu vidējo vērtību rindām, kā arī savstarpēji salīdzinot divas dažāda līmeņa indeksu vidējo vērtību rindas noteiktas, indeksu sākotnējā izstrādāšanā pielietojot vienu no bāzes vērtību aprēķināšanas metodēm - pastāvīgo summu jeb Špaltes metodi. Salīdzinājuma rezultāti uzrādīti 3.9. tabulā.

Pēc 3.9. tabulas redzams, ka zīmju kritēriju, kurš atbilst būtiskuma līmenim  $\alpha = 0,001$ , pilnā skaitā pārsniedz tikai tie līdzības koeficienti, kas noteikti starp "b" pakāpes sinhronajam indeksu vidējo vērtību rindām (līdzības koeficientu vidējā vērtība sasniedz 73,2%). Lai gan salīdzinot "a" un "c" pakāpju indeksu vidējo vērtību rindas, līdzības koeficientu vidējā vērtība uzrādīta lielāka (77,6%), tomēr zīmju kritēriju pārsnieguši tikai 87,5% no noteiktajiem līdzības koeficientiem. Iegūtos rezultātus var vispārināt: zīmju testā izvēloties kritēriju pie būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,001$ , vienas audzes koku gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu sinhronizēšanā rezultāti var nebūt pārliecinoši, ja savstarpējai salīdzināšanai nav izmantotas vismaz "b" pakāpei atbilstošas indeksu vidējo vērtību rindas, no kurām katrā apvienoti gadskārtu indeksu 4 rindu dati.

Indeksu rindu abi līdzības novērtējumi, kas gūti, vadoties pēc līdzības koeficientu vērtībām un pēc t vērtībām, var savstarpēji atšķirties. Minētā atšķirība biežāk var izpausties tad, ja pēc abiem rādītājiem vērtē to audzes koku gadskārtu indeksu rindu līdzību, kuri uz klimatisko faktoru ietekmi reaģējuši vāji līdz vidēji (piemēram, skat. 3.5. tabulā nosacītos līdzības vērtējumus indeksu rindu Nr.12 un Nr.16, kā arī Nr.8 un Nr.11 pāriem). Šī atšķirība izskaidrojama ar to, ka līdzības koeficients raksturo tikai ikgadējās svārstības, bet korelācijas koeficients, tāpat arī t vērtība - daļēji arī daudzgadīgās svārstības (Шнятов, 1986).

Lai noteiktu korelācijas koeficienta, t vērtības un līdzības koeficienta vērtības, ko sinhronā savietojumā uzrāda gadskārtu indeksu un to vidējo vērtību rindas, kas attiecas uz atšķirīgākos augšanas apstākļos un lielākā attālumā Latvijā augošiem kokiem, 35. parauglaukuma indeksu un to vidējo vērtību rindas salīdzināja ar Skrundas parauglaukumu kompleksa cita parauglaukuma (Nr.34) "c" pakāpes vidējo indeksu rindu, kā arī ar Tērvetes, Kārsavas, Ludzas apkārtnē augošu priežu audžu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindām un Latvijas dendrohronoloģisko skalu priedei.

**Līdzības koeficientu vidējā vērtība (%)**  
(salīdzinot 35. parauglaukuma dažādu pakāpju indeksu vidējo vērtību rindas savstarpēji  
un ar citu objektu indeksu vidējo vērtību rindām)

	Vidējo indeksu rindas aprēķināšanai izmantoto atsevišķo indeksu rindu skaits	35. parauglaukuma				34. parauglaukuma c pakāpes vidējo indeksu rinda	Tērvetes mežaudzes vidējo indeksu rinda	Latvijas dendrohronoloģiskā skala
		indeksu rinda	a -pakāpes vidējo indeksu rinda	b - pakāpes vidējo indeksu rinda	c - pakāpes vidējo indeksu rinda			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Indeksu rinda	1	24.2 <b>63.0</b>	35.7	52.1	75	<b>62.0</b>	<b>59.0</b>	<b>62.6</b>
a - pakāpes vidējo indeksu rinda	2	<b>65.6</b>	73.5 <b>69.1</b>	83.3	87.5	<b>63.5</b>	<b>61.0</b>	<b>65.6</b>
b - pakāpes vidējo indeksu rinda	4	<b>67.6</b>	<b>71.6</b>	100 <b>73.2</b>	100	<b>64.0</b>	<b>58.8</b>	<b>66.8</b>
c -pakāpes vidējo indeksu rinda	8	<b>69.9</b>	<b>77.6</b>	<b>76.8</b>	100 <b>82.0</b>	<b>65.0</b>	<b>62.0</b>	<b>67.0</b>
d - pakāpes vidējo indeksu rinda	16					<b>61.0</b>	<b>65.0</b>	<b>68.0</b>
34. parauglaukuma c - pakāpes vidējo indeksu rinda	8					X	<b>67.0</b>	<b>64.0</b>

Zīmju kritēriju pārsniegušo līdzības koeficientu daudzums (%)

**Līdzības koeficientu vidējā vērtība (%)**

Skrundas 35. un 34. parauglaukuma, Tērvetes dižsila priežu gadskārtu indeksu rindu, kā arī Latvijas dendrohronoloģiskās skalas salīdzināšanas rezultāti apkopoti 3.2., 3.3. un 3.9. tabulas 7. līdz 9. ailē. Šo indeksu rindu līdzība ar abām gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindām, kuras attiecas uz Kārsavas un Ludzas tuvumā augošajām audzēm, to sinhronajā savietojumā skaidrota tikai ar zīmju testu, nosakot līdzības koeficientu vērtības (3.3. att.).

Konstatēts, ka Skrundas 35. parauglaukuma visu pakāpju indeksu rindas augstākos korelācijas koeficientus uzrāda ar 34. parauglaukuma "c" pakāpes indeksu rindu, bet augstākos līdzības koeficientus - ar Latvijas dendrohronoloģisko skalu. Dotajos salīdzinājumos minēto laikrindu līdzības rādītāju vidējās vērtības, tās aprēķinot katrai indeksu rindu pakāpei, ir statistiski būtiskas (attiecīgi pie t vērtību, kā arī līdzības koeficientu būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,001$ ). Abu parauglaukumu indeksu vidējo vērtību rindu salīdzināšanas rezultāti uzskatāmi ilustrē arī ar indeksu vidējo vērtību rindu aprēķināšanu panākto to neklīmatisko faktoru ietekmes atspoguļojuma uzkrāšanās, t.i., pastiprināšanās efektu, kuri ir kopīgi nelielā platībā augušiem kokiem. Salīdzinot katru no abām 35. parauglaukuma "c" pakāpes indeksu vidējo vērtību rindām ar 34. parauglaukuma "c" pakāpes indeksu vidējo vērtību rindu, noteikti līdzības koeficienti  $G_1 \approx 68\%$  un  $G_2 \approx 62\%$  vai vidēji, noapaļojot,  $G_{vid.} \approx 65\%$ . Savukārt, salīdzinot 35. parauglaukuma 16 koku "d" pakāpes un 34. parauglaukuma "c" pakāpes indeksu vidējo vērtību rindas, līdzības koeficienta vērtība samazinājusies līdz 61%. Jādomā, ka 35. parauglaukuma indeksu vidējo vērtību rindā vairāk akcentēta ne vien klimatisko faktoru, bet vairākos atsevišķos gados - arī slapjajām mētrājam raksturīgā augsta līmeņa gruntsūdens svārstību ietekme uz koku augšanu. Tas, ka 34. parauglaukuma indeksu vidējo vērtību rinda ar 35. parauglaukuma augstākās ("d") pakāpes indeksu vidējo vērtību rindu tomēr korelējusī nedaudz labāk ( $r = 0,62$ ) nekā ar šī parauglaukuma abām "c" pakāpes indeksu vidējo vērtību rindām ( $r_{vid.} = 0,605$ ) norāda, ka lokālās dabas faktoru būtiska ietekme bijusi atsevišķos gados nevis katru gadu. Lai izvairītos no lokālu faktoru ietekmes uzkrāšanās rezultātā palielināta īpatsvara, indeksu vidējā vērtību rindā ieteicams apvienot lielāku skaitu indeksu rindu datus.

Salīdzinot 35. parauglaukuma visu pakāpju indeksu rindas ar 34. parauglaukuma un Tērvetes priežu indeksu vidējo vērtību rindām, kā arī ar Latvijas dendrohronoloģisko skalu, konstatēts, ka zemākos rindu līdzības rādītājus tās uzrādījušas ar Tērvetes audzes vidējo indeksu rindu. Tas liecina par sekojošo: neraugoties uz meža augšanas apstākļu atšķirībām,



samērā tuvu esošo 34. un 35. parauglaukumu koku ikgadējo pieaugumu ietekmējuši samērā spēcīgas ietekmes makroklimatiskie faktori un relatīvi nelielai teritorijai - Kuldiģas rajona ziemeļu un dienvidu robežās esošās Kursas zemienes daļai - raksturīgie mezoklimatiskie faktori. Tērvetes apkārtnē vietējais klimats ir savādāks, tāpēc Skrundas abu parauglaukumu un Tērvetes priežu attīstību kopīgi ietekmējuši tikai makroklimatiskie faktori bez mezoklimatisko faktoru ietekmes atbalsta (jāņem vērā, protams, koku atšķirīgā reakcija uz kopīgiem klimatiskiem faktoriem lokālo augšanas apstākļu atšķirību dēļ). Jāpiebilst, ka, salīdzinājumā ar 35. parauglaukuma "c" pakāpes indeksu rindu, 34. parauglaukuma "c" pakāpes indeksu rinda ar Tērvetes priežu indeksu rindu uzrāda augstākas vērtības līdzības rādītājus ( $G_{34,p-1.-Tērvete} = 67\%$ ,  $G_{35,p-1.-Tērvete} = 62\%$ ;  $r_{34,p-1.-Tērvete} = 0,42$ ,  $r_{35,p-1.-Tērvete} = 0,285$ ). Tātad, līdzīgāka augšanas gaitas dinamika ir tām audzēm, kuras aug līdzīgos augšanas apstākļos (šīnī gadījumā - damaksnī).

Tā kā Latvijas dendrohronoloģiskajā skalā apvienotas indeksu vidējo vērtību rindas no mūsu valsts visiem klimatiskajiem rajoniem, tajā ļoti skaidri akcentēta Latvijas teritorijai kopīgā makroklimatiskā ietekme. Bez tam dendrohronoloģiskajā skalā daļēji ietverta informācija arī par to klimatisko faktoru komplekso iedarbību, kas raksturīgi atsevišķiem fiziogēogrāfiskiem rajoniem vai apvidiem, un tā atspoguļo koku ikgadējā pieauguma kopīgās tendences, tiem augot vairāk vai mazāk atšķirīgos meža augšanas apstākļos. Tērvetes priežu un Skrundas parauglaukumu priežu ikgadējo pieaugumu kopīgi ietekmējuši tikai makroklimatiskie faktori. Katrā no šo audžu indeksu vidējo vērtību rindām to ietekme ir izteikta mazāk nekā dendrohronoloģiskajā skalā. Tāpēc, salīdzinot Skrundas abu parauglaukumu indeksu rindas ar Tērvetes mežaudzes indeksu rindu, iegūti zemāki līdzības rādītāji nekā katru no šīm indeksu rindām salīdzinot ar visai Latvijai kopīgo dendrohronoloģisko skalu, kurā makroklimatisko faktoru īpatsvars akcentēts vairāk. Domājams, ka sakarā ar līdzīgiem augšanas apstākļiem, 34. parauglaukuma un aptuveni 90 km attālumā no tā esošās Tērvetes audzes indeksu vidējo vērtību rindām tomēr konstatēja nedaudz augstāku līdzības koeficientu (67%) nekā 34. parauglaukuma indeksu rindu salīdzinot ar Latvijas dendrohronoloģisko skalu (64%). Korelācijas analizē nedaudz ciešāka sakarība, savukārt, uzrādīta starp 34. parauglaukuma "c" pakāpes indeksu rindu un dendrohronoloģisko skalu (0,45) nekā starp minēto indeksu rindu un Tērvetes audzes vidējo indeksu rindu (0,42). Acīmredzot, tas izskaidrojams ar to, ka hronoloģiskajā skalā precīzāk izteikta arī vairāku iepriekšējo gadu klimatisko faktoru ietekme, kuru līdzības koeficients atšķirībā no korelācijas koeficienta neuzrāda (79. lpp.).

Iepriekš uzrādītie indeksu rindu salīdzināšanas rezultāti pēc būtības atbilst no E. Kuka lineārā summas modeļa iegūtā atvasinājuma saturam (3.3): vienas audzes vai pat fiziogēogrāfiski vienveidīgas teritorijas kokiem līdzīga rakstura pieauguma izmaiņas kopīgi nosaka makroklimatiskie un mezoklimatiskie signāli, bet salīdzinot gadskārtu platuma indeksu vidējo vērtību rindas, kas attiecas uz savstarpēji attālinātiem un fiziogēogrāfiski atšķirīgiem rajoniem, augstāku korelācijas un līdzības koeficienta vērtību uzrāda tās indeksu vidējo vērtību rindas, kurās mezoklimata ietekmes īpatsvars samazināts un tā vietā pastiprināts makroklimata ietekmes īpatsvars.

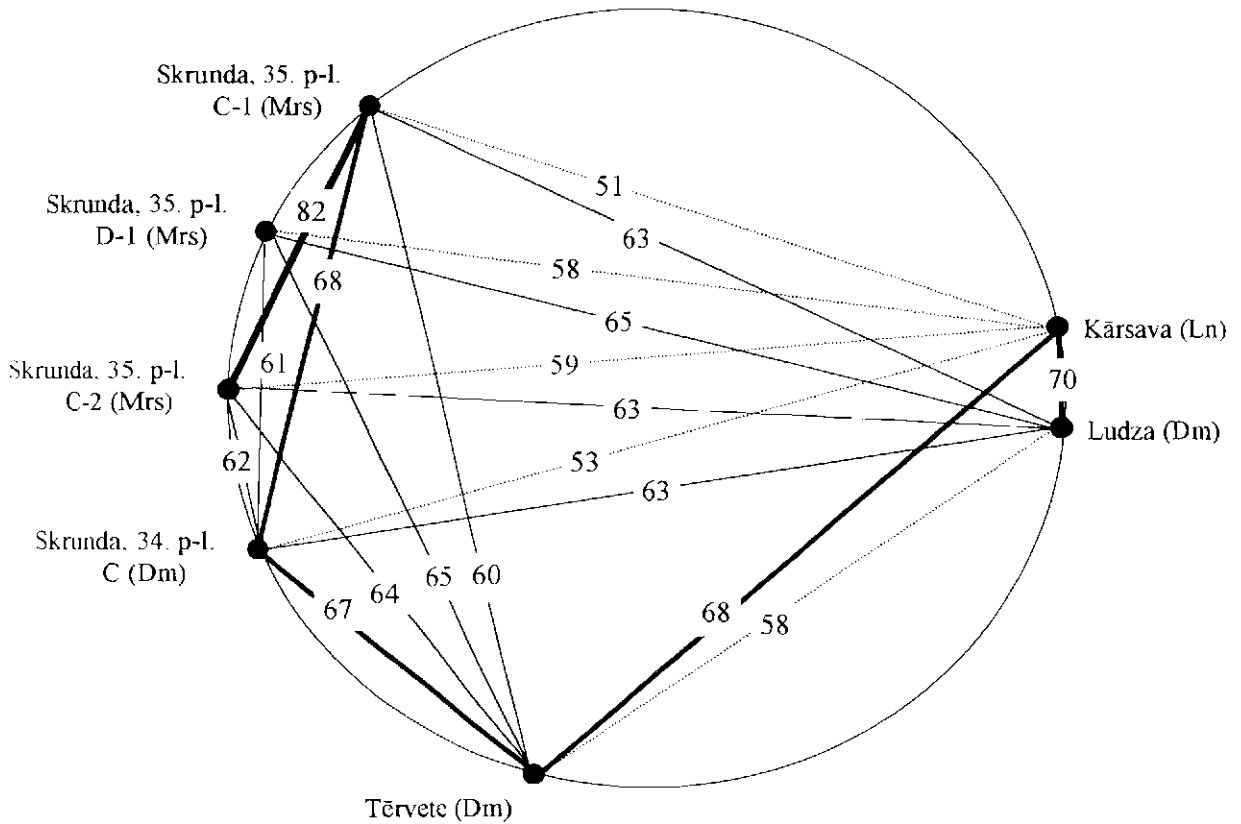
Pētījumā salīdzinājumam noteikta arī **klimatiskā signāla kvalitāte Latvijas vides apstākļos lielā attālumā**. Ņemot vērā Latvijas teritorijas ģeogrāfisko novietojumu pie Baltijas jūras un samērā garo piekrastes līniju, audžu līdzības statistiskos rādītājus būtu svarīgi salīdzināt gan starp ziemeļu - dienvidu virzienā, gan starp rietumu austrumu virzienā lielākā attālumā esošām audzēm. Klimatiskais vai viss dendrohronoloģiskais signāls no audžu savstarpējās orientācijas visvairāk ir atkarīgs piejūras teritorijās (Ważny, 1990). Indeksu rindu līdzība vairāk ir atkarīga no audžu ģeogrāfiskā izvietojuma un savstarpējā attāluma ziemeļu - dienvidu virzienā. Uzskatāmi par to liecina ziņas par vidējo lielāko attālumu starp sekmīgi datētiem kokiem dažādos Eiropas ģeoklimatiskajos rajonos: Skandināvijas ziemeļos audžu indeksu rindas sekmīgi sinhronizējamas līdz 800 km attālumā, bet Itālijas dienvidos - tikai līdz 200 km attālumā (Schweingruber, 1985). Piemēram, Vācijas rietumu daļā sekmīgi sinhronizējamas līdz 400 km tālu ozolu audžu gadskārtu indeksu rindas, bet Polijā tik spēcīgs dendrohronoloģiskais signāls pēdējos gadsimtos augušajiem ozoliem konstatēts tikai tās rietumu - austrumu virzienā. Koku ikgadējā pieauguma atšķirības šo valstu ziemeļu rajonos daļēji izskaidrojamas ar jūras klātbūtni (Hollstein, 1980; Ważny, 1990). Atsevišķos gadījumos pietiekami labas kvalitātes dendrohronoloģiskais signāls fiksēts ievērojami lielos attālumos: piemēram, Centrāleiropā izdevies sinhronizēt Eiropas baltegles gadskārtu indeksu rindas, kas attiecās uz vairāk nekā 1000 km tālām audzēm (Huber, 1978).

Latvijas teritorijā dendrohronoloģiskā signāla kvalitāti būtiski ietekmē piejūras klimata pakāpeniskā pāreja uz kontinentālāku klimatu virzienā no rietumiem uz austrumiem, kā arī, protams, salīdzināmo audžu augšanas vietu fiziogēogrāfisko apstākļu maiņa, koku suga, vecums un vēl citi faktori. Dendrohronoloģiskā signāla kvalitātes un tās izmaiņu likumsakarību detalizētāka noskaidrošana Latvijā ir tēma atsevišķam dendroekoloģiskam pētījumam. Tā lietderību autors ir noskaidrojis, veicot tekstā iepriekš

aprakstīto audžu koku gadskārtu indeksu rindu salīdzināšanu ar lielākā attālumā esošo Kārsavas un Ludzas apkārtnē esošo audžu indeksu vidējo vērtību rindām. Ar to tika provizoriski noteiktas savstarpējās sinhronizēšanas iespējas gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindām, kas attiecas uz attālajiem Latvijas rietumu un austrumu puses rajoniem. Pētījuma rezultāti apkopoti 3.3. attēlā.

Pēc 3.3. attēla redzams, ka samērā augsts līdzības koeficients (pārsniedz zīmju kritēriju būtiskuma līmenim  $\alpha = 0,01$ ) noteikts starp to audžu indeksu vidējo vērtību rindām, kuras aug līdzīgos augšanas apstākļos (dotajā gadījumā - normāla mitruma minerālaugsnes) un līdz aptuveni 90 km attālumā. Tikpat augstas vērtības līdzības koeficients noteikts, salīdzinot arī aptuveni 270 km attālu audžu (Tērvetes un Kārsavas) indeksu vidējo vērtību rindas. Tomēr citā salīdzināšanas gadījumā (Tērvete - Ludza), neraugoties uz līdzīgākiem augšanas apstākļiem, iegūts samērā mazs līdzības koeficients (58%). Daļēji tas varētu būt izskaidrojams ar to, ka a) Ludzas apkārtnē atrodas Latgales nogāzes rajonā un no vienas puses - arī valdošo, no jūras nākošo vēju aizvēja pusē, līdz ar to šajā teritorijā ir atšķirīgāki vides orogrāfiskie un ar tiem saistītie faktori, un b) Kārsavas indeksu vidējo vērtību rinda aprēķināta no lielāka skaita indeksu rindu (kopā 58 līdz 60) datiem, tāpēc tajā makroklimatisko faktoru ietekme akcentēta skaidrāk nekā Ludzas apkārtnes audzes indeksu vidējo vērtību rindā. Šo līdzības koeficientu vērtības norāda uz to, ka priežu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu savstarpējā sinhronizēšana, kuras attiecas uz aptuveni 270 km attālām un tikai aptuveni 70 - 80 gadus vecām audzēm, Latvijas vides apstākļos jau var būt apgrūtināta un kļūst riskanta, jo ir iespējams fiksēt rindu izteiktu gadījumlīdzību to nesinhronā savietojumā. Salīdzinot 340 - 360 km attālo audžu (Skrunda - Kārsava, Ludza) indeksu vidējo vērtību rindas, iegūti līdzīgi rezultāti: Latvijas rietumu un austrumu rajoniem atbilstošu un nelielu indeksu rindu skaitu aptverošu to vidējo vērtību rindu vai īsu, lokāla mēroga dendrohronoloģisko skalu sinhronizācija ir iespējama, bet tā ir nedroša.

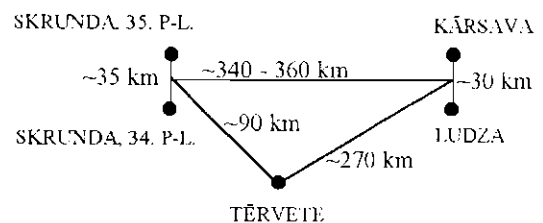
Tik attālām Latvijas vides apstākļos augošām audzēm atbilstošas indeksu vidējo vērtību rindas, kuras savstarpēji tieši sinhronizēt nevar, bieži vien izdodas sekmīgi sinhronizēt vienīgi ar attiecībā pret abām audzēm tuvāk un līdzīgākos augšanas apstākļos augošas audzes indeksu vidējo vērtību rindas palīdzību. To apstiprina arī Skrundas 34. parauglaukuma, Kārsavas un Tērvetes audžu indeksu vidējo vērtību rindu savstarpējās salīdzināšanas rezultāti (3.3. attēls).



#### Līniju apzīmējumi:

- ..... - līdzības koeficients līdz 59%
- - līdzības koeficients 60 - 66%
- - līdzības koeficients 67 - 73%
- - līdzības koeficients 74% un <

#### Attālumi starp audzēm:



#### Meža augšanas apstākļu tipi:

Ln - lāns, Dm - damaksnis, Mrs - slapjais mētrājs

3.3. attēls. Līdzības koeficienti starp dažādos attālos augošu audžu un dažādu pakāpju indeksu vidējo vērtību rindām.

Kā liecina Kārsavas un Skrundas 35. parauglaukuma C-1 un C-2 grupas koku indeksu vidējo vērtību rindu salīdzināšanas rezultāti (attiecīgi,  $G_1 = 51\%$  un  $G_2 = 59\%$ ), audžu indeksu vidējo vērtību rindu sinhronizēšanas sekmes ir ļoti atkarīgas no koksnes paraugu ņemšanai paredzēto koku izvēles katrā audzē. Tas pamato ieteikumu, ka katrā

datējamā objektā koksnes paraugus jācenšas sagatavot pēc iespējas lielākā skaitā (Eckstein, Baillie, Egger, 1984). Piemēram, norvēģu zinātnieks L. Štrands pat uzskatīja, ka Norvēģijā precīzu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu iegūšanai, kurās būtu pieteikoši samazināts lokālo neklīmatisko faktoru ietekmes īpatsvars, tajās būtu jāapvieno vismaz 300 koksnes paraugu gadskārtu indeksu rindu dati (Битвинская, 1974). Aprakstāmā pētījuma rezultāti liecina, ka datēšanas nolūkā koksnes paraugu sagatavošana tik lielā daudzumā Latvijā nav nepieciešama. Minimālais indeksu rindu skaits, ko vajadzētu apvienot indeksu vidējo vērtību rindās, lai tajās dendrohronoloģisko signālu pastiprinātu datēšanai noderīgā līmenī, daļēji atkarīgs gan no izvēlēto uzskaites koku īpašībām, gan no visām šīm rindām hronoloģiski kopīgā retrospekcijas intervāla garuma (gados). Jo šis posms ir garāks, jo tas ir informatīvi kvalitatīvāks un grūtāk atkārtojams. Tādējādi, lielāks neklīmatisko faktoru "trokšņa" līmenis, kas raksturīgs indeksu vidējo vērtību rindai, kurā apvienots mazāks skaits atsevišķo indeksu rindu, garākā posmā ir mazāk traucējošs nekā īsākā posmā. Tomēr, sakarā ar lokālo faktoru nereti vairākus gadus ilgu spēcīgu ietekmi un koku atšķirīgām individuālajām īpašībām, kas nosaka to reakciju uz vides faktoru ietekmi, ne vienmēr garākās indeksu rindas ir vieglāk sinhronizējamas par īsajām. Dažreiz no parauga 50 gadskārtām iegūtās indeksu rindas datēt ir viegli, citos gadījumos indeksu rindām, kas atbilst pat 100 gadus ilgam periodam, vienlaicīgas kopīgas pazīmes to sinhronizēšanai noteikt tā arī neizdodas (Eckstein, Baillie, Egger, 1984). Mazākas līdzības statistisko rādītāju vērtības raksturīgas tām indeksu rindām, kuras attiecas uz veciem kokiem. Līdz ar vecuma palielināšanos, koki uz vides faktoru ietekmi sāk reaģēt netiešāk. Piemēram, dendrohronoloģiskā signāla pakāpeniska pavājināšanās ozoliem Polijā konstatēta jau vidēji pēc 120 gadu vecuma sasniegšanas, īpaši izpaužoties to mūža pēdējos 20 - 30 gados (Ważny, 1990). Pētot priežu ikgadējo pieaugumu, noskaidrots, ka koku jūtīgums pret vides faktoru ietekmi samazinās, sākoties to nokalšanas periodam. Tā ilgums vecākiem kokiem palielinās (Balodis, 1997).

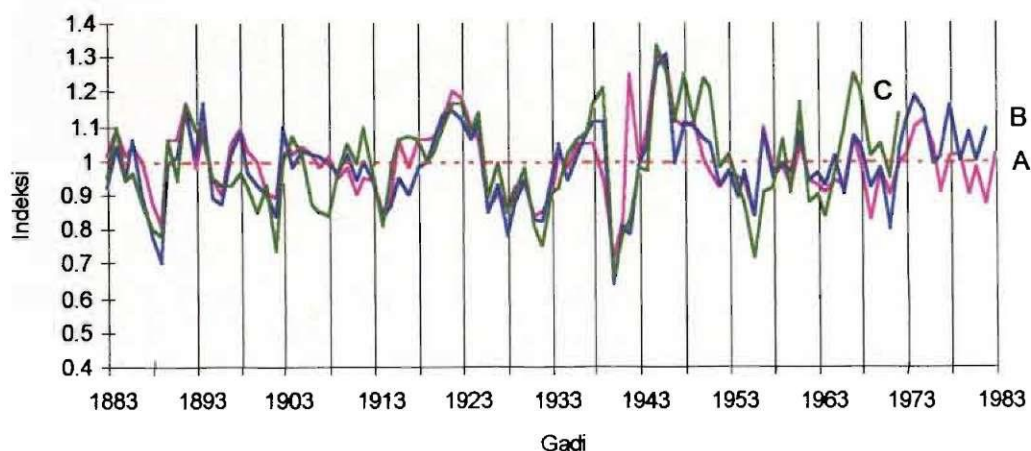
Lai dendrohronoloģisko signālu atkarībā no audžu attāluma raksturotu objektīvāk un precīzāk, kokaudzes nozīmīgākie ietekmējošie ekoloģiskie faktori un to ietekmes pārmaiņas ilgāku laiku pēc iespējas sīki būtu jāanalizē dažādos, ideālā gadījumā - visos Latvijas rajonos. Šādi detalizēti pētījumi Latvijā līdz šim nav veikti, tāpēc pagaidām ir grūti pateikt iemeslu, kāpēc, piemēram, tuvu augošām audzēm noteiktie to indeksu vidējo vērtību rindu līdzības koeficienti, vidēji vērtējot, ir mazāki nekā tie, kas attiecas uz līdzīgā attālumā esošām audzēm Lietuvā, un kāpēc lielā attālumā esošajām audzēm to lielākas

vērtības, savukārt, konstatētas Latvijā. Salīdzinājumam: Lietuvā 35 - 80 km attālām priežu audzēm līdzības koeficienta vērtība noteikta no 75 līdz 85%, 100 - 160 km attālām audzēm - no 62 līdz 72%, bet 200 - 350 km attālām audzēm - no 55 līdz 60% (Битвинскас, 1974). Pētījumā starp attālām audzēm noteiktie līdzības koeficienti, toties, ir konstatēti zemāki nekā Baltkrievijā un Baltkrievijas - Lietuvas pierobežas zonā: Baltkrievijas ziemeļos un dienvidos augošo, aptuveni 400 km attālo priežu audžu salīdzināto dendrohronoloģisko skalu līdzības koeficienta vērtība sasniedz 57 - 60%, Baltkrievijas un Lietuvas austrumu daļas audžu (attālums 150 - 180 km) dendrohronoloģisko skalu līdzības koeficients ir aptuveni 68%, bet 70 - 80 km attālumā augošo audžu dendrohronoloģisko skalu līdzības koeficients sasniedzis 77 - 80% vērtību (Болботунов, Пошелюк, Васькович, 1990). Līdzības koeficientu vērtību pieaugumu šinī gadījumā daļēji var izskaidrot ar to, ka pētījumā salīdzinātas kvalitatīvākas dendrohronoloģiskās skalas, kurās apvienoti 40 - 50 indeksu rindu dati.

Salīdzinot Baltijas valstu plašākām teritorijām izstrādātās dendrohronoloģiskās skalas, kurās, tātad, akcentēta galvenokārt makroklimatisko faktoru ietekme, iegūtie rindu līdzības rādītāji ir lielāki un ir daudzsološi. Šo rindu autors eksperimenta veidā ir veicis līdz šim izstrādāto Igaunijas un Latvijas priežu dendrohronoloģisko skalu, ka arī Lietuvas centrālās daļas priežu audžu dendrohronoloģiskās skalas kopīgu salīdzināšanu. Visu trīs hronoloģisko skalu grafisko attēlu posmi, kas atbilst laika periodam no 1883. līdz 1983. gadam, to sinhronajā savietojumā uzrādīti 3.4. attēlā.

Visas trīs Baltijas valstu dendrohronoloģiskās skalas, kā arī no tām aprēķinātā kopīgā - Baltijas dendrohronoloģiskā skala sekmīgi sinhronizētas ar Gotlandes, kā arī ar Polijas ziemeļu daļas dendrohronoloģisko skalu, toties, no Somijas dendrohronoloģiskām skalām tās jau stipri atšķiras. Baltijas valstu dendrohronoloģisko skalu, Gotlandes un Polijas dendrohronoloģisko skalu līdzības rādītāji uzrādīti 3.10. tabulā.

Visos minēto dendrohronoloģisko skalu salīdzināšanas gadījumos to līdzības statistiskie rādītāji pārsniedz tiem atbilstošās kritiskās robežas pie  $\alpha = 0,001$ . Īpaši jāatzīmē ciešā sakarība starp Baltijas atsevišķo valstu teritoriju dendrohronoloģiskajām skalām. Lietuvas un Igaunijas dendrohronoloģisko skalu salīdzināšanas rezultāti pierāda, ka arī Baltijā iespējama 400 - 500 km attālu rajonu dendrohronoloģisko skalu savstarpējā sinhronizēšana. Raksturīgi, ka vērtējot pēc zīmju kritērija, Baltijas apvienotās dendrohronoloģiskās skalas izstrādāšana, šķietami, nav devusi vēlamo rezultātu: tās un Gotlandes dendrohronoloģiskās skalas līdzības koeficients nav lielāks par ticm.



A - Igaunijas dendrochronoloģiskā skala (Lohmus, 1992);

B - Latvijas dendrochronoloģiskā skala (Шпалге, 1984);

C - Lietuvas centrālās daļas 2 lokālo dendrochronoloģisko skalu vidējie dati  
(Карпавичус, 1978: skalas Nr. 1 un Nr. 2).

#### 3.4. attēls. Baltijas valstu dendrochronoloģiskās skalas to sinhronajā savietojumā

kas raksturo Gotlandes dendrochronoloģisko skalas līdzību ar katru no Baltijas valstu skalām atsevišķi. Tas pierāda, ka dažos gados koku radiālā pieauguma līdzīga maiņa kopīgu makroklmatisko faktoru ietekmē bijusi Gotlandē un tikai vienā vai divās Baltijas valstīs, nevis visās 4 valstīs reizē. Savukārt, Gotlandes un Baltijai kopīgā dendrochronoloģiskā skala uzrāda lielāku t vērtību. Tas nozīmē, ka visai Baltijai atbilstošā dendrochronoloģiskā skala labāk atspoguļo tās koku radiālā pieauguma galvenās kopīgās izmaiņu tendences, kas kopīgas ar Gotlandes koku pieauguma izmaiņu tendencēm un kuras pēc kopīgo makroklmatisko faktoru limitējošās ietekmes turpina būt vairāk vai mazāk atkarīgas vēl vairākus gadus. Līdzīgi, iespējams, var izskaidrot arī samērā augsto t vērtību, kas iegūta, salīdzinot Latvijas un Polijas ziemeļu daļas dendrochronoloģiskās skalas.

**Baltijas valstu, Gotlandes un Polijas dendrohronoloģisko skalu  
līdzības radītāju salīdzinājums**

		LATVIJAS DH skala														
Igaunijas DH skala		73			Igaunijas DH skala											
		0,45		7,1												
Lietuvas vidienes DH skala		80			73		Lietuvas vidienes DH skala									
		0,77		11,4	0,63		7,6									
Polijas ziemeļu daļas DH skala		62			58			65		Polijas ziemeļu daļas DH skala						
		0,37		5,9	0,33		4,9	0,40		4,2						
Gotlandes DH skala		63			63			62			61		Gotlandes DH skala			
		0,35		5,9	0,34		5,6	0,43		4,4	0,39		6,2			
Baltijas DH skala		-			-			-			62			62		
		-		-	-		-	-		0,38		6,0	0,38		6,6	
		K.k.	L.k. (%)	t	K.k.	L.k. (%)	t	K.k.	L.k. (%)	t	K.k.	L.k. (%)	t	K.k.	L.k. (%)	t

K.k. - korelācijas koeficients

L.k. - līdzības koeficients

t - t vērtība

**3.3. SECINĀJUMI PAR LATVIJAS VIDES APSTĀKĻOS AUGUŠO KOKU  
GADSKĀRTĀS IETVERTĀS INFORMĀCIJAS PIEMĒROTĪBU  
DENDROHRONOLOĢISKO SKALU IZSTRĀDĀŠANAI UN ŠIM NOLŪKAM  
PIELIETOJAMO METODIKU.**

Iepriekš aprakstītā pētījuma rezultāti vēl neļauj statistiski izvērtēt dendrohronoloģisko signālu kvalitāti un noteikt to atkarību no dažādiem konkrētiem koku augšanu ietekmējošiem vides faktoriem visā Latvijas teritorijā, taču tie dod priekšstatu par šo signālu aptuveno līmeni un ļauj pietiekami precīzi novērtēt Latvijā veicamās dendrohronoloģisko skalu izstrādāšanas, kā arī relatīvās un absolūtās dendrohronoloģiskās datēšanas teorētiskās iespējas.

a) pēc vispārēja vērtējuma Latvijas vides apstākļos augošo priežu gadskārtās klimatisko faktoru ietekme tiešā veidā atspoguļota vidēji līdz pavāji, taču veicot gadskārtu platuma



rindu standartizāciju un apvienošanu indeksu vidējo vērtību rindās, tajās klimatisko faktoru ietekmes īpatsvaru var palielināt dendrohronoloģiskās datēšanas nolūkam piemērotā līmenī. Katru koku ietekmējošo faktoru komplekss, kā arī katra koka reakcija uz šo faktoru kopīgo iedarbību ir vairāk vai mazāk atšķirīga, tāpēc arī augšanu limitējošo klimatisko faktoru ietekme uz katru audzes koku izpaužas savādāk. Lai dendrohronoloģiskās skalas atspoguļotu kokiem kopīgo klimatisko faktoru ietekmi izteiktāk un precīzāk, tajās apvienojami tikai to šķērsdatēto indeksu rindu dati, kurās klimatisko faktoru ietekmes atspoguļojums ir pietiekami izteikts un līdzīgs. Lai to noteiktu, datu apstrādei jāpielieto tās specializētās datorprogrammas, kas ļauj aprēķināt un noteikt augstākos indeksu rindu līdzības statistiskos rādītājus visās iespējamās indeksu rindu pāru kombinācijās.

- b) Tā kā ikvienā koku gadskārtu indeksu rindu kolekcijā ir rindas, kurās klimatisko faktoru ietekme atspoguļota mazāk, katras indeksu rindas līdzību ar pārējām ieteicams noteikt gan pēc abiem statistiskiem līdzības rādītājiem (t vērtības un zīmju testa līdzības koeficienta), gan, protams, vizuāli. Šāda kompleksa indeksu rindu līdzības izvērtēšana ļauj sekmīgāk izsargāties no divām pamatklūdām dendrohronoloģijā, kuras īsi formulējis vācu dendrohronologs E. Holšteins: “Pirmā veida kļūda ir tad, ja nepareizu datējumu uzskata par īstu, bet otrā veida kļūda ir tad, kad pareizais datējums kļūdaini uzskatīts par nepareizu” (Hollstein, 1980).
- c) Latvijas teritorijas platība ir relatīvi neliela, taču tās vides apstākļi dažādos rajonos ir samērā atšķirīgi. Tāpēc senās koksnes datēšanas nolūkā šeit nepieciešams izstrādāt nevis tikai vienu kopēju Latvijas dendrohronoloģisko skalu, bet pakāpeniski veidot dendrohronoloģisko skalu tīklu. To jācenšas izvērst un attīstīt gan plašumā (ģeogrāfiski), gan dziļumā (t.i., pagātnē). Autors uzskata, ka dendrohronoloģiskajā datēšanā (ne tikai Latvijas mērogā vien) vislabākās sekmes būtu gūstamas tad, ja radītu it kā telpisku dendrohronoloģisko skalu tīklu, kuru varētu dēvēt par *dendrohronoloģisko skalu tīklu piramīdu*. Tās pamatu jāveido no lokāla rakstura dendrohronoloģisko skalu tīkla. Apvienojot vairākas lokālas skalas, iegūstamas augstāka līmeņa skalas un šim līmenim atbilstošs skalu tīkls. Savukārt, visai aplūkojamai (dotajā gadījumā - Latvijas) teritorijai izstrādāto kopīgo skalu, kuras raksturs ir vairāk vai mazāk globāls, var uzskatīt par šīs teritorijas dendrohronoloģisko skalu tīklu piramīdas virsotni.

Nelielām teritorijām izstrādātas dendrohronoloģiskās skalas ar labākiem panākumiem izmantojamas vietējo objektu, it īpaši atsevišķu vai nelielā skaitā iegūtu koksnes paraugu, kā arī blakus teritorijām atbilstošu indeksu vidējo vērtību rindu un dendrohronoloģisko skalu datēšanai. Tās izteiktāk atspoguļo tieši vietējo klimatisko faktoru ietekmi uz koku ikgadējo pieaugumu un katra no tām vienlaicīgi ir bāze augstāka līmeņa dendrohronoloģiskās skalas izstrādāšanai.

Latvijas teritorijai kopīgā dendrohronoloģiskajā skalā, savukārt, tiešāk atspoguļojas globāla rakstura vides faktoru vienlaicīgu pārmaiņu ietekme, tāpēc to ir iespējams sekmīgāk šķērsdatēt vēl plašākā, t.i., starptautiskā mērogā. Tādējādi, jo augstākam līmenim atbilst attiecīgā dendrohronoloģiskā skala, jo tā vairāk atspoguļo globāla rakstura faktoru ietekmi. Salīdzinot dažāda līmeņa skalas, sekmīgāk izdodas noteikt koku augšanu ietekmējošos faktorus un to iedarbības areālu konkrētos gados.

- d) Līdzšinējie izpētes rezultāti liecina, ka Latvijas vides apstākļiem atbilstošajās gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindās apvienojot viena objekta vismaz 8 šķērsdatētu indeksu rindu datus, tajās dendrohronoloģiskā signāla ietekmes atspoguļojums pastiprinās tādā kvalitātē, kas ļauj nešaubīgi savstarpēji datēt līdz aptuveni 100 km attālus objektus. Šajās laikrindās vairāk nekā 50% no gadskārtu indeksu vidējo vērtību svārstībām jau izskaidrojamas ar kopīgu klimatisko faktoru ietekmi, kamēr pētāmās audzes priežu gadskārtu indeksu rindās, kuras atbilst tikai vienai gadskārtu platuma rindai, ar klimatisko faktoru ietekmi var izskaidrot tikai 16,5% indeksu svārstību. Lielākos attālumos, kas pārsniedz 200 - 250 km, dendrohronoloģiskā signāla ietekmes atspoguļojums var izrādīties nepietiekošs pat tādās indeksu vidējo vērtību rindās, kurās apvienoti 16 indeksu rindu dati. Salīdzinot plašākai teritorijai atbilstošas kvalitatīvas dendrohronoloģiskās skalas, kurās ietvertas vismaz vairāku desmitu indeksu rindu vērtības, konstatēts, ka arī Baltijā dendrohronoloģiskais signāls var būt kopīgs vairāk nekā 400 km lielā attālumā.
- e) Gadskārtu indeksu un to rindu līdzības statistisko rādītāju vērtības un to novērtējums ir atkarīgs no pielietotās bāzes vērtību aprēķināšanas metodes. Lai nodrošinātu indeksu rindu salīdzināšanas rezultātu lielāku objektivitāti un viennozīmību, kas ietekmē arī sinhronizēšanas un šķērsdatēšanas rezultātus, indeksu vidējo vērtību rindas un dendrohronoloģiskās skalas vēlams izstrādāt pēc vienas datu apstrādes metodes. No pētījumā aplūkotām bāzes vērtību aprēķināšanas metodēm mazāk atšķirīgi, apmierinoši rezultāti iegūti ar 3 metodēm: 20 gadu perioda joslas filtra metodi, pastāvīgo summu jeb

Špaltes un Bitvinska metodi. Ņemot vērā, ka Latvijas līdzšinējās dendrohronoloģiskās skalas izstrādāšanā pielietota Špaltes metode, Latvijas dendrohronoloģisko datu objektīvāku salīdzināšanas rezultātu nodrošināšanai valsts mērogā to dendrohronoloģiskās izpētes darbos varētu lietot arī turpmāk.

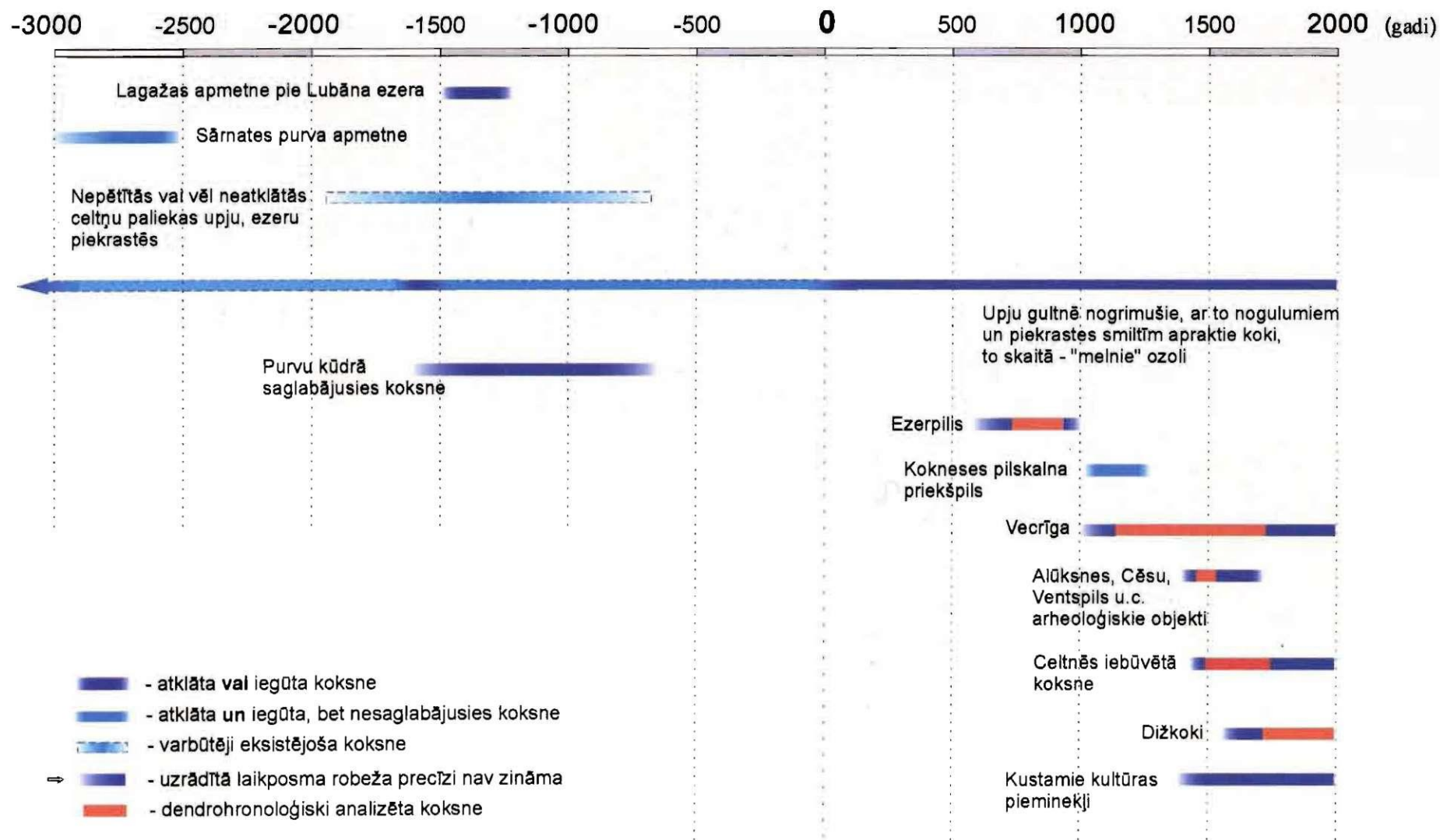
Te tomēr jāatzīmē, ka īpaši pēdējos gados dendrohronoloģijā aizvien lielāku nozīmi gūst sadarbība starpvalstu līmenī. Tāpēc valstīs, starp kurām ir nozīmīgi veikt dendrohronoloģisko datu apmaiņu, ir aktuāli pielietot vienotu datu apstrādes metodiku. Eiropas valstīs aizvien plašāk lietoto speciālo gadskārtu platuma mērīšanas un iegūto datu apstrādes sistēmu datoru programmnodrošinājums (piemēram, programmas CATRAS, TSAP, kā arī COFECHA un ARSTAN no programmpaketes ITRDB V.2.0 u.c.) bāzes vērtību aprēķināšanu, atkarībā no konkrētā veicamā uzdevuma, ļauj izpildīt pēc vairākiem paņēmieniem. Tie pamatojas galvenokārt uz regresijas analīzes matemātiskajām metodēm, t.i., aprēķinos pielieto dažāda garuma posma slīdošā vidējā un svērtā slīdošā vidējā metodes, lineārās regresijas taisni, negatīvās eksponentregresijas līkni, kā arī izmanto dažādu frekvenču ciparu filtrus, piemēram, 3. pakāpes polinomiālo izlīdzināšanas bāzes līniju, u.c. (Aniol, 1983; Schweingruber, 1983; Grissino-Mayer, Holmes, Fritts, 1996; Rinn, 1996). Līdzīgi kā bāzes vērtību aprēķināšanas metodes, kuras pielietotas iepriekš aprakstītajā pētījumā, arī ikviena cita metode dod tai vairāk vai mazāk specifiskus rezultātus. Jebkurai no šīm metodēm ir gan savas priekšrocības, gan arī ir savi trūkumi (Cook, Kairiukstis, 1990). Koku gadskārtu platuma analīzes atšķirīgie uzdevumi, to veicošo laboratoriju finansiālais nodrošinājums, līdzšinējā pieredze un ierastās darba tradīcijas, koka radiālā pieauguma dinamikas līdzības pakāpju dažādība atkarībā no attiecīgā ģeogrāfiskā rajona izvietojuma un vides apstākļiem ir galvenie iemesli, kuru dēļ daudzi pētnieki gadskārtu indeksu iegūšanai bāzes vērtības aprēķina cits no cita atšķirīgi. Būtībā ar bāzes vērtību aprēķināšanas metodes izvēli, indeksu vērtības tiek zināmā mērā subjektīvi ietekmētas. Tomēr šai izvēlei, kā minēts iepriekš, var būt objektīvi iemesli, tāpēc, izmantojot citu valstu laboratorijās izstrādātās dendrohronoloģiskās skalas vai indeksu vidējo vērtību rindas, vēlams a) salīdzināmo dendrohronoloģisko datu aprēķinos arī pielietot to pašu bāzes vērtību aprēķināšanas metodi, kura bijusi pielietota ārvalstīs vai b) darbam izmantot citas valsts objektam atbilstošos oriģinālos gadskārtu platuma mērījumu datus. Ja pēc dažādām bāzes vērtību aprēķināšanas metodēm izskaitloto indeksu vidējo vērtību rindās vai dendrohronoloģiskajās skalās kopīgais dendrohronoloģiskais signāls akcentēts pietiekami spēcīgi, tad minēto metožu izvēle sinhronizācijas rezultātus

praktiski neietekmē. Šajā gadījumā metožu saskaņošanai lielāka nozīme ir augstāka līmeņa un informatīvā ziņā kvalitatīvāku indeksu vidējo vērtību rindu aprēķināšanā un īpaši - rezultātu statistiskā izvērtēšanā.

#### **4. NODAĻA. SENO DABAS UN VĒSTURISKO OBJEKTU DENDROHRONOLOĢISKĀS DATĒŠANAS PERSPEKTĪVAS LATVIJĀ**

##### **4.1. SENĀ KOKSNE, TĀS LĪDZŠINĒJĀ UN PROGNOZĒJAMĀ SASTOPAMĪBA LATVIJĀ**

Apzinātā informācija par līdz šim Latvijā atklāto un iegūto senās koksnes materiālu ļauj secināt, ka absolūtās dendrohronoloģiskās skalas šeit teorētiski iespējams izstrādāt aptuveni 1200 - 1300 gadus ilgā laika posmā, bet dažu objektu relatīvās skalas nākotnē varēs attiecināt vēl uz senāku laiku (4.1. att.). Vadoties pēc dabas kārtības vienveidības principa (63. lpp.), ir pamats uzskatīt, ka visā vairāk nekā 1000 gadus ilgajā laika posmā koki Latvijas teritorijā uz ekoloģisko faktoru ietekmi reaģējuši līdzīgi kā mūsdienās. Atšķirīgas iezīmes seno un mūsdienu koku radiālā pieauguma dinamikā izskaidrojamas galvenokārt sakarā ar ekoloģisko faktoru pārmaiņām laika gaitā. Aizvadītajos gadsimtos ļoti būtiski mainījies antropogēno faktoru ietekme. Vides un antropogēnie faktori kopumā, kā arī to pārmaiņas ietekmējušas: a) koku sugu sastāva maiņu un to izplatību, b) specifiskas pārmaiņas koku gadskārtu ikgadējā pieauguma dinamikā, c) koka kā būvmateriāla izmantošanas veidu un apjomu, kā arī d) seno koka būvelementu un to palieku saglabāšanos līdz mūsdienām.



4.1. attēls. Senās koksnes sastopamība Latvijā

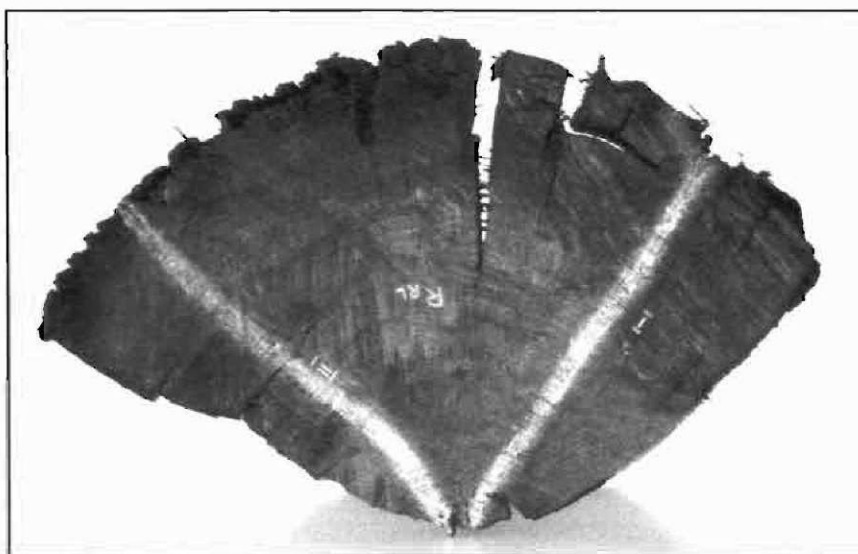
Senā koksne līdz mūsdienām Latvijas vides apstākļos saglabājusies: a) anaerobā vidē ar relatīvi nelielām mitruma un temperatūras svārstībām (piemēram, stipri valgās smiltīs vai mālainā augsnē), kur tā nonākusi dabīgā ceļā un īsā laikā, b) organiskām vielām bagātā, mitrā strauji veidotā seno apdzīvoto vietu kultūrslānī, c) hidrobūvēs un d) vēl pastāvošās senā koka konstrukcijās (gaissausā stāvoklī). Šobrīd zināmā senākā dendrochronoloģiski pētāmā koksne Latvijā attiecas uz atlantiskā klimata perioda pirmo vai otro fāzi, t.i., tā ir aptuveni 6000 - 7000 gadus veca. Labi saglabājušies liela izmēra ozolu stumbri ar tik lielu absolūto vecumu 2000. gadā atklāti Rīgas teritorijā, Krievu salā, rokot galu tunelim, caur kuru paredzēts pārvadīt komunikāciju pārvades sistēmu uz pretējo Daugavas krastu (4.2. att.). Aptuveni tikpat seni ozola stumbri Daugavas piekrastē atrasti arī pie Piedrujas (Krāslavas rajons). Jaunāks, ap 3500 gadus sens, ļoti labi saglabājies vairāk nekā 220 gadus veca ozola stumbrs atklāts Rīgā, Rātslaukumā, padziļinot Melngalvju nama būvbedri (4.3. att.). Ļoti senu, samērā labi saglabājušos koksni dažreiz izdodas atklāt arī arheoloģiskajos izrakumos. Piemēram, Balvu raj. Lubāna līdzenumā atklātas Lagažas apmetnes mājokļu paliekas, kuras vēl nav pilnībā atsegta (Vēl senākas apmetnes koka mītņu paliekas, kuras bija uzglabājušās labā stāvoklī, 1930. gadu beigās un 1950. gados arheoloģiski pētītas Ventspils rajona Sārnates purvā. Tās attiecināmas uz 3. gt. pirms Kr., t.i., to koksne bija saglabājusies aptuveni 4700 gadus. Sārnates purva mītnēm izlietoti bērza, oša, alkšņa, retāk - skuju koku stumbri. Skuju koku stumbru izmērs, tiesa, relatīvi mazs: tikai līdz 12 cm diametrā (Ванкина, 1970). Līdz mūsdienām izrakumos izraktie šīm mītnēm izlietotie koki un to paliekas, diemžēl, nav saglabājušies, taču tie vēl varētu būt saglabājušies objekta arheoloģiski nepētītajā daļā.

Latvijas ezeru vai upju piekrastes var sevī slēpt vēl kādu apmetņu samērā labi saglabājušās, par aptuveni 2800 gadiem senāku koka mītņu paliekas. Vietās, kur atklātās apmetnes ierīkotas vēlāk, t.i., pēc 800. - 500. g. pirms Kr., varbūtība atrast labi saglabājušos koka celtņu paliekas pakāpeniski samazinās, un faktiski tā ir ļoti maza. Tas ir izskaidrojams ar vides un antropoloģisko faktoru gandrīz vienlaicīgām relatīvi straujām pārmaiņām.

Pirmkārt, aptuveni pirms 2800 gadiem visā Viduseiropā un Ziemeļeiropā pazeminājās gaisa temperatūra un ievērojami palielinājās nokrišņu daudzums: sākās līdz šim pēdējais klimatiskais laika posms - subatlantiskais klimats. Mitrājā klimatā, ceļoties upju un ezeru ūdens līmenim, applūda daudzas piekrastes teritorijas. Reizē ar tām applūda un ar ūdens



4.2. attēls. Rīgā, Krievu salā no 9 m dziļuma izceltie aptuveni  
6000 – 7000 gadus senu divu ozolu stumbri  
(attēlā tālākajam stumbram -  $\frac{1}{4}$  daļas atšķēlums)



4.3. attēls. Rīgā, Melngalvju nama būvbedres padziļinājumā bijušā  
ozola stumbra koksnes paraugs.  
Absolūtais datējums ar radioaktīvā oglekļa  $^{14}\text{C}$  metodi – ~3500 gadi

sanesumiem pārklājās mītņu paliekas zemākās apmetņu vietās. Atrodoties ūdenī anaerobos apstākļos, tās it kā iekonservētā stāvoklī saglabājušās līdz mūsdienām. Vēlākos laikos ierīkoto apmetņu koka mītņu paliekas zemes vidējos mitruma apstākļos ar nesaistīta skābekļa klātbūtni ir pilnībā vai ļoti lielā mērā satrūdējušas.

Otrkārt, minētajā laikā (pēc Latvijas vēsturiskās periodizācijas - bronzas laikmetā) seno iedzīvotāju dzīvē aizvien lielāku nozīmi sāka gūt jaunās saimniecības nozares: lopkopība un zemkopība. Dzelzs laikmetā (ap 500 g. pirms Kr. - 1200 g. pēc Kr.), kad attīstījās dzelzs darbarīki, šīs nozares kļuva par galveno saimniecības bāzi. Iedzīvotājiem zuda nepieciešamība dzīvot upju vai ezeru tiešā tuvumā, lai nodarbotos ar zvejniecību un šajā laikā pakāpeniski izzūdošo ezerriekstu vākšanu. Lielākā daļa no iedzīvotājiem ierīkoja jaunas apmetnes augstākās un sausākās vietās, apgūstot aizvien jaunas auglīgākas mežu platības. Šajās platībās celto koka mītņu paliekas, kā minēts iepriekš, nav saglabājušās vai tās ir dendrohronoloģiskai izpētei nederīgas.

Upju un ezeru ūdens līmeņa celšanās rezultātā līdz mūsdienām saglabājušās ne vien applūdušās apmetņu mītņu, bet arī saimnieciski neizmantotu, mežā augušo stumbru paliekas. Šī gadsimta pirmajos gadu desmitos ļoti labā kvalitātē saglabājušies ar upju ūdens sanesumiem aprakti ozolu stumbri konstatēti Daugavas krastos pie Daugavpils un Rīgas, Gaujas krastos (pie Siguldas un citur), Raunas, Pededzes, Misas, Iecavas un vēl citu mazāku upju ielejās (Galenieks, 1930; 1936; Eberhards, 1991). Ir ziņas, ka - XX gs. pirmajā pusē vietējie iedzīvotāji daudzus daļēji atskalotos stumbrus atrakuši pilnīgi un sazāģējuši saimnieciskām vajadzībām (Galenieks, 1936). Mūsdienās ozolu celmi un izskaloti lieli ozolu stumbri vēl vērojami Pededzes gultnē un krasta kraujās (galvenokārt Gulbenes rajona posmā starp Liteni un Vikšņiem) (Eberhards, 1981; 1991), Sedas krastos pie Burtņieku ezera. Šie, tā dēvēto, melno ozolu, stumbri, domājams, aprakti laikā līdz 500. gadam pēc Kr., kad Latvijas teritorijā valdošās vēl bija platlapju-egļu audzes un ozols bija viena no galvenajām koku sugām (Galenieks, 1936; Галенице, 1959). Spriežot pēc tā, ka atrakto stumbru koksne ir labi saglabājusies, jāsecina, ka ozoli gājuši bojā relatīvi īsā laikā. Tāpēc ir pamats domāt, ka to gadskārtu indeksu rindas varētu būt sekmīgi savstarpēji šķērsdatējamas. Applūdušās audzes paliekas atklātas arī Engures ezerā (Grewingk, 1881), 2001. gadā - pie Dzirleju mājām Kamparkalna apkārtnē (Talsu raj.) un, iespējams, arī citur.

Ļoti liels daudzums koku stumbru upju gultnē un pēc tam piekrastes smiltīs vai grantī nonāk palu laikā upju krastu izskalošanās dēļ. Pavasarī upes dzelmē bieži nokļūst netrūdējuši



koki, kuru koksne šajā gadalaikā ir palielināts mitruma daudzums un to peldspēja ir samazināta. Tur nogrimušo koku stumbru daudzums un vecums atkarīgs gan no krastu apauguma, gan krastu izskalošanās intensitātes. Tipiski upju posmi, kuru krastos atklāti vai meklējami aprakti dažāda vecuma un dažādu sugu koku stumbri, ir to meandras un posmi blakus vecupēm. Tie konstatēti vismaz šādām Latvijas upēm:<sup>1</sup>

1. Gauja (galvenokārt no Gaujienas līdz Strenčiem, bet arī zemāk - līdz Siguldai, atklāti 1500 - 4600 gadus veci koku stumbri; Eberhards, 1991. Aprakti arī jaunāku laiku stumbri.),
2. Ogre (leļpus Ērgļiem pie "Stūrīšu" mājām un iepretī Vērenei),
3. Pededze (īpaši posmā Litene - Jaunanna),
4. Daugava (a - augšpus Piedrujas, kur 8 m augstā terasē atklāti 6000 - 7000 gadus veci koku stumbri, b - augšpus Daugavpilij, iepretī Naujenei, c - leļpus Daugavpilij, posmā no Kauņas šosejas līdz Nīcgalei, iespējams pat līdz Dunavai),
5. Eglaines leļtece (Daugavas pieteka pie Dunavas),
6. Iecava (pie Taurkalnes),
7. Misa (meandru vietās),
8. Lielā Jugla (augšpus Saleniekiem),
9. Mazā Jugla (pie Zaķumuižas - atklāti 1500 - 2000 g. veci koku stumbri),
10. Seda (neiztaisnotās vecgultnes pirms Burtnieku ezera),
11. Rūja (vecupju vietās),
12. Roja (pie Žocenes) un tās pieteka Veikumupe (starp Ģipku un Žoceni),
13. Irbe (no Irbenes uz leļu līdz Ventspils - Kolkas ceļā tiltam),
14. Venta (leļtecē, iepretī Zlēkām),
15. Abava (iespējams, leļpus Rendas),
16. Ciecere (iespējams, pirms ietekas Ventā),
17. Tebra (no Aizputes līdz ietekai Sakā),
18. Durbe (no Cīravas līdz ietekai Sakā),
19. Bārta (iespējams, ka no Lietuvas robežas aptuveni līdz Ķesteriem).

Par upju grantī un smiltīs, jūras nosēdumos un purvos saglabājušies seno koku stumbru nozīmību liecina tas, ka tie ir galvenais materiāls, uz kuru bāzes radītas vairāku Rietumeiropas valstu slavenās ilglaicīgo dendrohronoloģisko skalas. Kopā ar putekšņu un kūdras sastāva analīžu rezultātiem tās sniedz bagātīgu informāciju par norisēm dabā pagātnē. Piemēram, Vācijā vien no dažādu upju gultnēm izcelti vairāki tūkstoši seno ozolu stumbri, kuru absolūtais datējums iekļaujas laikposmā jau no 8400. g. pirms Kr. līdz 900. g. pēc Kr. (Leuschner, 1992; Spurk, Leuschner, Kromer, Hofmann, Friedrich, Remmele, Frenzel,

<sup>1</sup> - LU Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultātes profesora, Dr. hab. Geo. G. Eberharda sniegtā informācija.

1997). Polijā relatīvas dendrohronoloģiskās skalas izstrādātas melnajiem ozoliem, kuri auguši laikposmā no aptuveni 725 g. līdz 8230 g. pirms mūsdienām. Polijas dienvidu daļai atbilstošās melnā ozola koksnes dendrohronoloģiskās skalas ar Vācijas dienvidu daļai atbilstošām skalām uzrāda labu korelāciju ( $t = 4,8 - 6,9$ ), neraugoties pat uz līdz 900 km lielo attālumu (Kalicki, Krapiec, 1991; Krapiec 1992).

Lietuvas dendrohronologi izstrādājuši hronoloģiski secīgas dendrohronoloģiskās skalas pēc gadskārtu platumu datiem, kuri mērīti oligotrofiskā Užpelkiju purva kūdrā atrastajiem subfosilajiem priežu celmiem un to stumbru paliekām. Šīs skalas, ieskaitot pārtraukumus, attiecas uz gandrīz 2150 gadus ilgu periodu (no II gs. pirms Kr. līdz pat XX gs., kad minētajā purvā uzsākta kūdras ieguve). Izstrādātās gadskārtu platumu vidējās rindas attiecas kopā uz 1714 gadiem jeb ~80% no visa pētītā laika perioda (Pukienė, 1997).

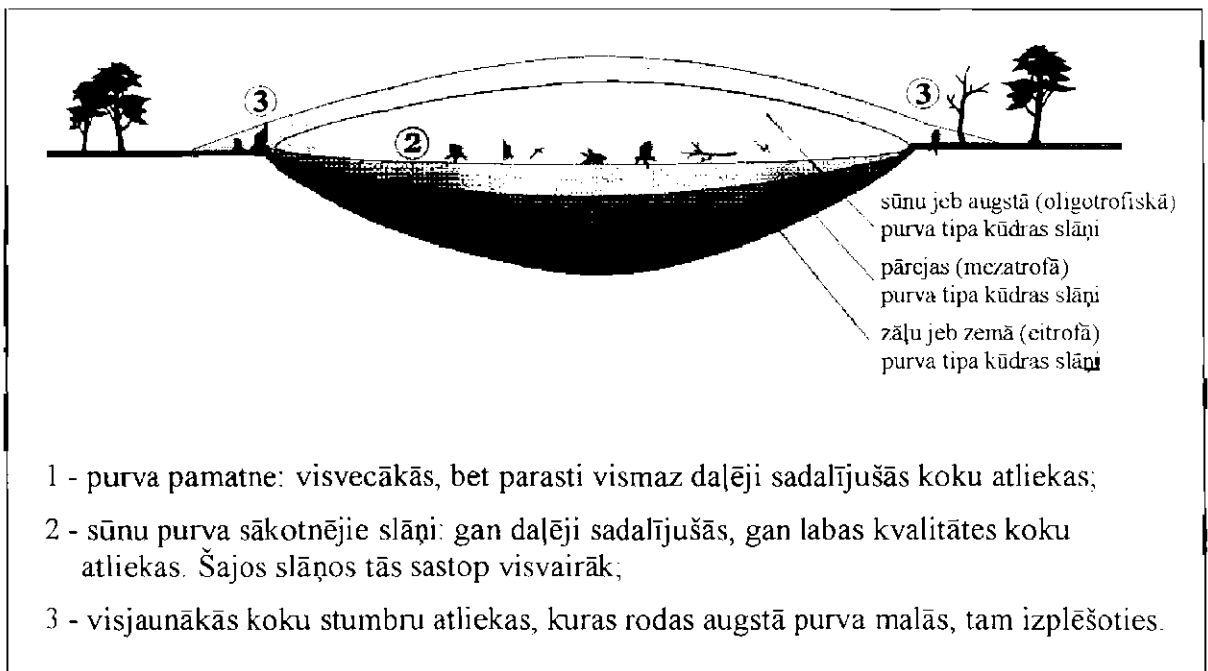
Seno koku paliekas lielā daudzumā dažādā saglabāšanās pakāpē kūdras ieguves laikā regulāri atklāj arī Latvijas purvos.<sup>1</sup> Tā kā koku celmi apgrūtina kūdras ieguvi, purva nogulumu raksturošanai ieviests rādītājs, kas raksturo kūdras celmainību (%) un kuru izsaka attiecībā pret visa purva platību. Zāļu un pārejas tipa purvu kūdras celmainība parasti ir neliela: no 0 līdz 0,5% (Druvietis, 1961). Bez tam šo tipu purvos kūdrai, kas veidojusies kā meža koku nogulumi, ir raksturīga augstāka sadalīšanās pakāpe (vidēji 40 - 52%, vietām pārsniedzot 70%). Šo abu tipu purvu kūdras slāņos atklātās senās koksnes palieku piemērotība dendrohronoloģiskai izpētei ir apšaubāma.

Vislielāko celmainību parasti konstatē sūnu tipa purvu kūdrā. Tās celmainība vidēji ir 0,3 - 1,8%. Atsevišķos purvos kūdras celmainību konstatē lielāku par 3%, taču šādos gadījumos kūdras ieguvi parasti neveic, jo tā neatmaksājas (J. Nusbauma informācija). Sūnu purvos, kuros ir lielāks mitruma saturs (vidēji 90 - 92,5%), aktīvāka sfagnu attīstība un kuri pēc izcelsmes biežāk ir jaunāki, kūdras nogulumu sadalīšanās pakāpe ir mazāka (vidēji 20 - 40%). Šajos slāņos koksne var būt saglabājusies pat ļoti labā stāvoklī. Visvairāk to atrod sūnu purva apakšējā daļā. Ja sūnu purvs veidojies kā turpinājums pārejas tipa purvam, tad koku paliekas biežāk konstatē tieši virs pārejas purva tipam atbilstošiem kūdras slāņiem (4.4. att.).

Teorētiski vērtējot, liela daļa no sūnu purva apakšējā daļā esošajām koku paliekām varētu attiekties uz subatlantiskā perioda sākumu (pirms aptuveni 2800 gadiem). Iepriekšējā -

<sup>1</sup> - Latvijas valsts ģeoloģijas dienesta Zemes dziļu resursu nodaļas vadītāja A. Lāča un Latvijas republikas Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas Vides valsts inspekcijas Zemes dziļu kontroles daļas vecāka inspektora J. Nusbauma sniegtā informācija.

subboreālajā periodā (pirms aptuveni 4700 - 2800 gadiem) samērā siltā un sausā klimata dēļ purvu attīstība apsīka un daudzi no tiem apauga ar mežu. Iestājoties subatlantiskajam periodam, klimats kļuva vēss un mitrs. Šādos apstākļos atjaunojās purvu (īpaši sūnu purvu) attīstība (Zunde, 1999). Augošo koku celmu daļas tika ātrāk ieskautas augošā purva jaunajos noguluma slāņos, kur anaerobos apstākļos tās varēja saglabāties līdz mūsdienām. Koku palieku koncentrācijas maiņa jaunākos, parasti vāji sadalījušās kūdras slāņos liecina par klimata svārstībām subatlantiskā perioda laikā. Biezāki sūnu purvu mazzsadalījušās kūdras slāņi, kur lielākas izredzes iegūt labi saglabājušos seno koksni, ir purvos, kas atrodas jūrai tuvākos rajonos (tie pakļauti palielinātam gaisa mitrumam un ziemeļrietumu - rietumu vēju nestiem nokrišņiem). Arī Užpelkiju purvs, kurā atrastie koku celmi dendrohronoloģiski datēti Lietuvā, atrodas tās piejūras daļā (A ģeogrāfiskais garums 21°50': Pukienē, R. 1997). Te jāpiebilst, ka Latvijas austrumu daļā purvu īpatsvars ir mazāks nekā tās rietumu daļā (dominē zāļu jeb zemie purvi) vai centrālajā daļā (vairāk sūnu jeb augsto purvu).



4.4. attēls. Labāk saglabājušās koku paliekas biežāk saturošie slāņi purvos

Kā piemēru, ka senā koksne labā stāvoklī saglabājusies arī Latvijas purvos, var minēt Sedas purvu. Norokot kūdru, tur atklāja sena priežu meža atliekas, kura absolūtais vecums, spriežot pēc līdz tam noraktā kūdras slāņa biezuma, ir aptuveni 2000 - 2500 gadu (Ozoliņa, 2000) (4.5. att.).



4.5. attēls. Daļēji attīrītas saknes un celmi – pirmatnējā priežu meža paliekas Sedas purvā. To absolūtais vecums aptuveni 2000 – 2500 gadu

Jūras piekrastē dažreiz atklājas arī senāk ceļojošo kāpu dēļ bojā gājušo koku stumbru apakšējās daļas. Piemēram, Nidas purvā (Liepājas raj. Rucavas pag.), ko tagad daļēji sedz jūras seklūdens josla un kāpa, zem jūras atskalošanās kāpas konstatētas saglabājušās koku stumbru apakšējās daļas (Galenieks, 1936). Senu priežu stumbri zem kāpu smiltīm atklājušies Ventpils raj. Tārgales pagastā aptuveni iepretī Akmeņdzirām, Talsu raj. Kolkas pagastā ap 2 km un ap 4 km no Kolkasraga Mazirbes virzienā, dažkārt tos atskalo piekrastē ziemeļos no Liepājas, iespējams vēl citur.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - LU Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultātes profesora, Dr. hab. Geo. G. Eberharda sniegtā informācija.

Vērtējot pagaidām teorētiski, senākā izmantotā koksne Latvijā, kurai ar dendrohronoloģijas metodes palīdzību varētu noteikt absolūto datējamu, attiecas uz VIII gadsimtu. Runa ir par galvenokārt 1960. gadu pirmajā pusē atklātajām t.s. ezerpiļu paliekām (Apals, 1965a; 1996a). Ezerpilis ir koka ēku komplekts, kas celts uz koku klāstu platformas, kas guļ uz ezera sēkļa vai salas virsmas. Gan konstrukcijām iegrimstot, gan ceļoties ūdens līmenim, celtņu apakšējās daļas nokļuva zem ūdens un, segtas ar grunti, saglabājās līdz mūsdienām labā stāvoklī. Ezera ūdens līmenis straujāk cēlās pēc Ziemeļeiropā un Centrāleiropā no ~1000. - 1300. gadam konstatētā t.s., mazā klimatiskā optimuma jeb viduslaiku siltuma perioda (Goldmann, 1986; Briffa, Barholin, Eckstein, Jones, Karlén, Schweingruber, Zettenberg, 1990; Боресников Е.П., Пасецкий В.М., 1983 u.c.).

Pavisam Latvijas teritorijā atklātas 10 ezerpilis: Auļukalna jeb Vaiveles (Cēsu raj. Drustu pag.), Āraišu (Cēsu raj., Drabešu pag.), Bakānu (Madonas raj., Dzelzavas pag.), Bricu (Cēsu raj., Jaunpiebalgas pag.), Ubijas jeb Dūka (Dūķu) (Cēsu raj., Drustu pag.), Ižezera (Madonas raj., Sarkaņu pag.), Liezēra (Madonas raj., Liezēres pag.), Lisas jeb Pintēlu (Gulbenes raj., Beļavas pag.), Salas (Madonas pils.) un Ušura (Gulbenes raj., Līgo pag.) ezeros (Apals, 1965a; 1965b). Visas minētās ezerpilis attiecas aptuveni uz VIII - X gs. pēc Kr. Iespējams, ka dažas no ezerpiļu būvdetaļām satur dendrohronoloģisko informāciju, kas attiecas uz VII gs., jo zem dūņām atklātajās konstrukcijās atklāti arī līdz 0,5 - 0,7 m resni balķi. Mītņu atliekas atklātas arī Dambja purvā, t.i., Vārņu ezerā (Alūksnes raj., Jaunlaicenes pag.) un Lūkānu ezerā (Cēsu raj., Zaubes pag.), taču to piederība ezerpilīm arheoloģiski nav pierādīta (VAKPS, 1998). Jāpiebilst, ka vēl viena, toties vecāka ezerpils (absolūtais vecums  $1370 \pm 60$  gadu) atklāta Igaunijā, Valgezerā (Apals, 1974).

No minētajām ezerpilīm arheoloģiski izpētīta viena - Āraišu ezerpils. Mazāka apjoma izpēte (pārbaudes izrakumi) veikta arī Ušuru ezerpilī. No Āraišu ezerpils dažādu apbūves kārtu ēku būvdetaļām izrakumu laikā tika sagatavoti aptuveni 640 koka būvdetaļu koksnes rīpveida paraugu. Bij. PSRS (tagad: Krievijas) ZA Arheoloģijas institūta Dendrohronoloģijas laboratorijā (Maskavā) jau 1960. gadu otrajā pusē veikta 174 (173?) Āraišu ezerpils koksnes paraugu uzmērīšana un datēšana. Bez minētajiem koksnes paraugiem, šajā laboratorijā veikta arī Ušuru ezerpils apzināšanas izrakumu laikā iegūto 26 (27?) būvdetaļu, kā arī uz XI - XIII gs. attiecināmo Kokneses pilskalna 46 koka būvdetaļu koksnes paraugu dendrohronoloģiskā izpēte (Черных, 1972; 1996; Колчин, Черных, 1977; 1981; Стравинскене, 1989). No šīm publikācijām var uzzināt, ka šajā dendrohronoloģijas laboratorijā jau izstrādātas ne vien

Āraišu un Ušuru relatīvās (Черных, 1972), bet arī absolūtās dendrohronoloģiskās skalas (Колчин, Черных, 1981; Черных, 1996; daļēji - Стравинскене, 1989). Diemžēl pašu skalu publicējumu nav. No Āraišu ezerpils būvdetaļu paraugiem nodatēti 28 (Черных, 1996) vai 73 (Черных, 1996), bet no Ušuru ezerpils - 23 būvdetaļu koksnes paraugi. Āraišu ezerpils dendrohronoloģiskā skala uzrādīta laikposmam no 813. līdz 989. gadam (Колчин, Черных, 1981; Черных, 1996) un ... vienlaikus arī no 783. līdz 952. gadam (Черных, 1996). Ušuru ezerpils dendrohronoloģiskā skala vienlaikus attiecināta uz 3 laikposmiem: no 742. līdz 827. gadam (Черных, 1996), no 742. līdz 840. gadam (Черных, 1996) un no 742. līdz 849. gadam (Колчин, Черных, 1981; Черных, 1996). Šie datējumi ietilpst iespējamo absolūto datējumu robežās, kas iegūti ar  $^{14}\text{C}$  metodi: Āraišu ezerpils 1. apbūves celtniecības laiks  $830. \pm 50$  g., Ušuru ezerpils celtniecības laiks  $715. \pm 50$  gads (Apals, 1996a; Apals, Zelmenis, 1998). Tomēr sakarā ar to nekoncekvenci un informatīvi bagātākas publikācijas trūkumu, kā arī sakarā ar ievērojami plašākām datu apstrādes iespējām mūsdienās, Latvijas Vēstures institūtā nolēma veikt minēto arheoloģisko objektu koka būvdetaļu atkārtotu dendrohronoloģisko datēšanu, vienlaicīgi sniedzot ieguldījumu Latvijas ilglaicīgo dendrohronoloģisko skalu izstrādāšanā. Āraišu ezerpils koka būvdetaļu relatīvās datēšanas, ar to saistīto problēmu un to risinājumu, kā arī iegūto rezultātu apraksts dots šī darba 5.1.1. nodaļā.

Latvijas vēstures institūtā saglabājušies arī Ušuru ezerpils 12 būvdetaļu gadskārtu platuma mērījumu dati, kas saņemti no Krievijas ZA Arheoloģijas institūta Dendrohronoloģijas laboratorijas. Bez tam 6 no minētajām 12 būvdetaļām gadskārtu platuma mērījumus agrāk veicis arī E. Špalte. Šī darba autors veicis arī Ušuru ezerpils būvdetaļu gadskārtu platuma rindu atkārtotu šķērsdatēšanu (5.1.2. nod.).

Vismazāk informācijas ir par labi saglabājušos koksni, kas attiecināma uz vēlo dzelzs laikmetu, t.i., X - XII gadsimtu. Ja uz X gs. pirmo pusi vēl daļēji attiecināma Āraišu un, iespējams, vēl citas ezerpils būvkoksne, tad šī laikmeta turpmākajā posmā izmantotā koksne labi saglabājusies tikai retos gadījumos. Parasti šim laika posmam atbilstošajās dzīvesvietās (pilskalnos, senpilsētu, pilēņu vai ciemu vietās) atklātās celtnu apakšējo daļu paliekas ir stipri satrudējušas vai (un) apdegušas. Dažos pieminekļos tās atrastas jau ievērojamā daudzumā. Kā piemēru var minēt Talsu pilskalnu (ozolkoka guļbūvju un nedaudz vēlākam laikam atbilstošas skujkoku baļķu aizsargceltnes paliekas), Tērvetes pilskalnu (celtnēm izmantoti priedes, egles un ozola baļķi), Raunas Tanīskalna apmetni un pilskalnu (priedes un egles

balķi), Jersikas pilskalnu (ozola balķu nocietinājumi), Asotes pilskalnu (pēdējā kārtas celtnes - no priedes, atsevišķas būvdetaļas - no ozola), Valmieras rajonā esošo Pekaskalna apmetni (koka celtnu paliekas) u.c. Ļoti labi saglabājušās vēlā dzelzs laikmeta koka celtnu paliekas atklātas vienīgi Kokneses pilskalna priekšpils teritorijā. Tur 1960. gados atklātas paliekas ne vien no dzīvojamām ēkām, bet arī no saimniecības ēkām, kūtīm un ar kokiem izliktām ietvēm (Apals, 1974). No vairākiem desmitiem sagatavoto Kokneses pilskalna celtnu koksnes paraugu līdz mūsdienām saglabājušies tikai 8 neliela vecuma koku koksnes paraugi un 37 paraugu gadskārtu platuma mērījumu dati. Vairums no šiem koksnes paraugiem iegūti no XII gs., daži, iespējams, no XIII gs. celtnēm, bet 5 vai 6 būvdetaļu koksnes paraugi, domājams, attiecas uz XI gadsimtu. Gadskārtu skaits koksnes paraugos neliels: no 35 līdz 90. Izņēmums ir viens, domājams, XIII gs. koksnes paraugs, kuram izmērītas 250 gadskārtas.

Kokneses pilskalna priekšpilī koka būvju paliekas līdz mūsdienām bija saglabājušās, pateicoties līdz 7 m biezajam, ar organiku pildītajam kultūrslānim. Koks var ilgstoši uzglabāties šādā kultūrslānī tad, ja jaunie organikas slāņi uzkrājas tik strauji, ka tie pārklāj koka konstrukciju apakšējās daļas vēl netrūdējušas. Pārklājošie organikas slāņi sablīvējas, pārtraucot gaisa un svaiga ūdens piekļušanu, un tajos pieaugošā sāļu koncentrācija kokiem rada konservējošu vidi. Šāda veida kultūrslāņa veidošanās agrāk bija iespējama intensīvi un ilgstoši apdzīvotās dzīvesvietās, īpaši XIII - XIV (XV) gs. pilsētās, kuras neatradās paaugstinājumos un kur visa veida sadzīves atkritumi, skaidas un mājdzīvnieku mēslī uzkrājās ēku pagalmos (Caune, 1985). Viena no šādām pilsētām ir Ventspils, kur 2000. gadā arheoloģiskajos izrakumos atklātas aptuveni XIV gs. divu celtnu paliekas, kuru apakšējās būvdetaļas darinātas no ozola koka.

Šāds kultūrslānis raksturīgs arī Rīgas vecpilsētas daļai, vietās, kur tas nav iznīcināts XIX gs. un XX gs. sākumā, rokot daudzstāvu namiem būvbedres. Laikā no 1938. gada līdz pašreizējam laikam Vecrīgā arheoloģiskajos izrakumos atklāts liels daudzums labi saglabājušos seno koka konstrukciju palieku, kuras datējamas, sākot no XIII gs. Senākās atklātās koka būves attiecas jau uz XII gs., taču, spriežot pēc to aprakstiem, to koksne dendrohronoloģiskajiem pētījumiem vairs nav bijusi derīga. Iespējams, ka kādreizējās Rīgas upes (Rīdzenes, Rīdziņas) bijušo krastu vietās tomēr vēl atrodas XII gs. kuģu piestātņu - laipu maz trūdējušu pāļu atliekas vai ciemu vietās - tā laika ēku paliekas. Par šādu iespēju liecina līdzšinējie atklājumi (Цауне, 1984; Caune, 1992).

Rīgas senpilsētas arheoloģiskajos izrakumos visvairāk atklātas labi saglabājušās koka celtnu paliekas attiecas uz XIII gs., daļēji - arī uz XIV gs. Vislabāk saglabājušies guļbūves tehnikā celto ēku apakšējo 1 - 3 vainagu baļķi (vai stāvbūvēm liktie pamatbaļķi), lai gan tie atklāti arī 5 - 6 vainagu augstumā, bet 1996. gadā - pat 13 vainagu augstumā (Svarāne, 1998). Bez tam Vecrīgā vietām atklāti labi saglabājušies XIII - XIV gs. koka klāsti, ielu segumi, ēku stūru paliktņi, ierakti stabi un krastu nostiprinājumu konstrukcijas. Pēc publicētām ziņām, neviena no atklāto ēku sienām nav celta no ozola baļķiem, bet izlietoti galvenokārt egles vai pārmaiņus egles un priedes baļķi. Priedes koka ēkas, kuras bija tik raksturīgas, piemēram, Krievijas senajās pilsētās Novgorodā un Polockā, Rīgā esot atklātas tikai retos gadījumos (Цайне, 1984). Savukārt, nosakot koku sugu pēc koksnes mikrometriskajām pazīmēm, šo rindu autors konstatēja, ka trim no četrām XIII - XIV gs. senceltnēm apakšējos vainagos likti priežu baļķi, vienīgi pieminētajai 13 vainagu celnei piecas būvdetaļas no pārbaudītajām 12 bija darinātas no egles, pārējās - no priedes (Zunde, 1996a; Svarāne 1998).

Rīgas XIII - XIV koka celtnu sienu baļķu diametrs vidēji ap 18 - 20 cm, gadskārtu skaits pārsvarā no 40 - 70 (80), taču dažos paraugos to ir vairāk nekā 100. Šo celtnu dažu būvdetaļu pirmie relatīvie dendrochronoloģiskie datējumi, kuriem atbilst senlietu tipoloģiskās datēšanas rezultāti, liecina, ka bieži nodegušo celtnu vietās jaunas ēkas celtas vidēji ik pēc 20 - 30 gadiem (Цайне, 1984). Tas norāda, ka sagatavojot dendroparaugus no katras ēkas visām labi saglabājamām būvdetaļām, ir cerība izstrādāt katras ēkas indeksu vidējo vērtības rindu pietiekošā garumā, lai katras nākošās apbūves un iepriekšējās apbūves ēku indeksu vidējo vērtību rindu savstarpēji kopīgais retrospekcijas intervāls to sinhronajā savietojuma noteikšanai un apstiprināšanai būtu pietiekams. Ēku stūra paliktņiem un ieraktajiem stabiem izmantoti resnāku priežu stumbru nogriežņi: tie ir līdz 40 cm diametrā un satur vairāk nekā 200 gadskārtu. Rīdzenes krasta nostiprinājumiem, savukārt, lielā daudzumā izmantoti 20 - 40 cm resni cits citam līdzās vai atstatus zemē iedzīti ozola pāļi, aiz kuriem vietām cits virs cita guldīti priedes un egles baļķi (Caune, 1992).

Tātad, neskartais vai virspusēji skartais Vecrīgas kultūrslānis sevī glabā bagātīgu un dendrochronoloģiski ļoti vērtīgu (XII) XIII - XIV gs. koksnes materiālu. Šajā laikposmā Rīgas celtniecībai būvkokus sagādāja no plašas Latvijas teritorijas: no Daugavas, Lielupes, arī Gaujas un Salacas piekrastes mežiem, bet tie vēl netika piegādāti no apvidiem, kas atrodas aiz Latvijas teritorijas robežām. (Pāvilāne, 1975; Zunde, 1999). Lai gan, jādomā,



XIII - XIV gadsimtam atbilstošais senās Rīgas celtnu koku materiāla sagādes vietas lokalizētas, galvenokārt, ap Rīgu un mūsdienu Latvijas austrumu rajonos, to dendrochronoloģiskā datēšana, sakarā ar būvdetaļām izmantoto koku augšanas vietas un apstākļu atšķirībām, kā arī sakarā ar nereti mazo gadskārtu skaitu koksnes paraugos, var būt stipri apgrūtināta. Tāpēc īpaši Rīgas arheoloģiskajos objektos dendroparaugu kolekciju ir svarīgi iegūt pēc iespējas kvantitatīvāku un kvalitatīvāku.

Salīdzinot ar līdz šim atklāto XIII - XIV gs. koka būvju būvdetaļu kopējo daudzumu, saglabājušos koksnes paraugi vai to gadskārtu platuma mērījumu datu kopskaits vērtējams kā neliela daļa (aptuveni 350 būvdetaļu gadskārtu platuma dati):

4.1. tabula

**Senās Rīgas XIII - XIV gs. celtnu koksnes paraugu un dendrochronoloģisko datu pašreizējā kolekcija**

Nr. p.k	Arheoloģisko izrakumu vieta	Pieejamais materiāls
1	Daugavas iela (starp Peldu un Mārstaļu ielām)	82 koksnes paraugi
2	Alksnāja iela 11/13	5 koksnes paraugi
3	Trokšņu iela 14	23 koksnes paraugi
4	Mārstaļu iela 3	12 koksnes paraugi
5	Mārstaļu iela 21	26 koksnes paraugi
6	Grēcinieku iela 11/13	32 koksnes paraugi
7	Peldu iela 11	20 koksnes paraugi
8	Peldu un Ūdensvada ielu stūris	Ap 120 būvdetaļu gadskārtu platuma mērījumi 1 vai 2 radiālos virzienos
9	Rātslaukums	30 būvdetaļu gadskārtu platuma mērījumi 1 vai 2 radiālos virzienos

No uzskaitītajiem Vecrīgas celtnu koksnes paraugiem dendrochronoloģiski datēti paraugi no Trokšņu ielas 14 (5.2.1. nod.; Zunde, 1996a; 2002a), no Grēcinieku ielas 11/13 (5.1.3. nod.). Bez tam 1970. gados E. Špalte relatīvi datējis un mēģinājis absolūti datēt pēc Novgorodas absolūtās dendrochronoloģiskās skalas dažus dendroparaugus no Peldu un Ūdensvada ielu stūra (bez rezultātiem) (Цайне, 1984; Caune, 1985).

Vietām Vecrīgas kultūrslānis satur arī turpmākos gadsimtos celto ēku koka pamatdaļu un dažu koka būvju fragmentus un detaļas, bet to daudzums ir samērā neliels un parasti arī to saglabāšanās pakāpe ir sliktāka. Tas izskaidrojams ar to, ka a) jau ap XIII / XIV gadsimtu

miju Rīgas centrā koka apbūvi sāka nomainīt mūra celtnes, jo 1293. gadā pēc pilsētā notikuša postoša ugunsgrēka pirmo reizi tika izdoti Rīgas būvnoteikumi, kas aizliedza ar aizsargmūri aptvertajā teritorijā turpmāk būvēt koka ēkas (Caune, 1996), b) daļu no kultūrslāņa, īpaši tā augšējās kārtas, vēlākos laikos noraka, rokot ēku būvbedres un c) vismaz no XV gs. atkritumus, kas līdz tam ievērojami straujāk veidoja celtņu apakšējās daļas nosedzošo un konservējošo kultūrslāni, sāka izvest ārpus pilsētas mūriem. Tātad, samazinājās koka ēku celtniecības apjoms un vienlaikus strauji samazinājās kultūrslāņa uzkrāšanās ātrums, kā arī mainījās tā sastāvs. Kā izņēmumu jāmin dendrochronoloģiskajiem pētījumiem ļoti vērtīgo XV - XVIII gs. koksni, kas saglabājusies Rīdzenes un Daugavas tā laika krasta nostiprinājumos. Tie veidoti no biežāk līdz 25 cm, vietām pat līdz 40 cm resniem priedes pāļiem un retāk - no ap 20 cm resniem ozola vai pat bērza pāļiem, aiz kuriem sastiprināti līdz 30 cm resni priedes baļķi (Caune, 1992). Uz šo periodu, iespējams, attiecas arī Daugavas senā krasta nostiprinājumi, kuri atklāti siltumtrases būves laikā 11. Novembra krastmalā (Caune, 1976). Rakstītie avoti sniedz ziņas, ka viens no Rīdzenes upes labā krasta nostiprinājumiem būvēts XIII / XIV gs. mijā, kreisā krasta nostiprinājums - no XIV gs. 80. gadiem līdz XV gs. vidum, savukārt Daugavas krasta nostiprinājumi būvēti 1460. - 1461. gadā (Šterns, 1998). Upes piekrastē uzkrājoties Rīgas iedzīvotāju izmestajiem atkritumiem un palu ūdeņu sanesumiem, krastmala pakāpeniski atvirzījās no pilsētas mūriem. Tāpēc vairākkārt no jauna būvētas nākamās krasta nostiprinājumu kārtas, bet vecās, pilsētas pusē esošās nostiprinājumu konstrukcijas palika apraktas. Vairākas no šīm kārtām tika atklātas 2000. gada jūnijā, rokot būvbedri paredzamajai daudzstāvu autostāvvietai netālu no Daugavas krasta, pie bijušā Triangula bastiona. Te vienkopus saglabājies unikāls XV (XIV?) - XVIII gs. koksnes materiāls (4.6. att.).

No XV - XVII gs. ēku konstrukciju koku daļām kultūrslānī labāk saglabājušies zemē dzītie pāļi un uz tiem guldītie režģi. Diemžēl, daudzi no tiem iznīcināti vēlāko būvbedru rakšanas laikā.

Datējot Vecrīgā atklāto koksni, kura attiecas uz XV gadsimtu vai vēlāku laiku, jāņem vērā, ka tā var būt Rīgā nogādāta ne vien no pašreizējās Latvijas teritorijas, bet arī jau no tālākām teritorijām. Sakarā ar koksnes patēriņa pieaugumu Rīgā un citās Latvijas teritorijas pilsētās, pakāpeniski pieaugošo koksnes eksportu un lidumu dedzināšanas intensitātes pieaugumu labākie meži koku pludināšanai piemēroto upju piekrastēs bija izcirsti un daļēji - iznīcināti. Tāpēc Rīgas ēkām un Daugavas krastu nostiprinājumiem XV - XVII gs. nereti

izmantoti kokmateriāli, pat kuģu mastu koki (priede), kuri vismaz XVI gs. otrajā pusē Rīgā piegādāti arī no Daugavas augšteces, bet XVII gadsimtā - vairāk no Dņepras un tās pieteku piekrastes mežiem (Pāvulāne, 1975; Zutis, J., 1953; Zunde, 1998a, 1998-1999). To, ka, piemēram, XVIII gs. Daugavas krastmalu nostiprinājumiem izmantoti, visticamāk, Baltkrievijā cirsti koki, norāda dokumentārā un dendrohronoloģiskā pētījuma rezultāti (5.2.3. nod.; Zunde, 1998b).



4.6. attēls. Daugavas krasta nostiprinājumu sienas ar atsaites konstrukciju pie bij. Triangula bastiona mūru paliekām

Tā kā XV un turpmākajos gadsimtos Rīgā izmantoto kokmateriālu sagādes vietas bija ne vien Latvijas teritorijā, bet pakāpeniski attālinājās arī uz Lietuvas, Krievijas, Baltkrievijas un Ukrainas teritorijām, to dendrohronoloģiskā datēšana ir darbietilpīgāka un, iespējams, dažkārt var būt problemātiska. Pat veiksmīgi izstrādāta kāda senās Rīgas objekta indeksu

vidējo vērtību rinda vai dendrochronoloģiskā skala var neattiekties uz Latvijas teritoriju, un tādā gadījumā tā Latvijas kopīgai dendrochronoloģiskai skalai nav izmantojama.

Rīgas XV gs. un jaunāku celtnu būvdetaļu koksnes paraugi arheoloģiskajos izrakumos lielākā skaitā sagatavoti pēdējos gados (4.2. tab.).

4.2. tabula

**Senās Rīgas XV un jaunāku gadsimtu celtnu koksnes paraugu un dendrochronoloģisko datu pašreizējā kolekcija**

Nr. p.k	Arheoloģisko izrakumu vieta	Pieejamais materiāls
1.	Rīdzenes krasta nostiprinājumi Mazā Minsterejas iela	6 koksnes paraugi
2.	Daugavas krasta nostiprinājumi (XVIII gs.) Eksporta un Katrīnas ielu stūris	12 koksnes paraugi
3.	Mūra ēkas balsta konstrukcija Vāgnera iela 8	31 koksnes paraugs
4.	Daugavas krasta nostiprinājumi 11. Novembra krastmala	32 būvdetaļu gadskārtu platuma mērījumi 1 vai 2 radiālos virzienos
5.	Daugavas krasta nostiprinājumi pie bij. Triangula bastiona	70 koksnes paraugi
6.	Rīgas nocietinājumu vaļņa pamatnes balķi (pie Jēkaba kazarmām)	25 koksnes paraugi
7.	Grīdas sija un zemē ierakti pāļi Vaļņu ielā 25	28 koksnes paraugi
8.	Pāļi un koka akas detaļas Doma laukums 2	9 koksnes paraugi
9.	Jumta konstrukcijas detaļas Rīgas doms	8 (pagaidām) koksnes paraugi

No uzskaitītajiem paraugiem dendrochronoloģiski datēti XVIII gs. Daugavas krasta nostiprinājumu posma balķi (5.2.3. nod.) un Rīgas nocietinājuma vaļņa pamatnes balķi (5.2.6. nod.).

Dendrochronoloģisko informāciju, kas attiecināma uz aplūkojamo laikposmu, vēl var iegūt, analizējot gadskārtu platumu koka būvju būvdetaļām, kuras pa laikam izdodas atklāt

arī Latvijas citās senās apdzīvotās vietās vai to tuvumā. Piemēram, Alūksnes ezera gruntī saglabājušies pāļi no 120 m garā koka tilta, kurš senāk savienoja uz salas esošo Alūksnes viduslaiku pili (1342. - 1702. g.) ar ezera krastu. Ezera zemūdens apsekošanas darbu laikā 1995. gadā no 2 pāļiem iegūti pirmie divi to koksnes paraugi (Apals, 1996). Cēsu viduslaiku pils rietumu pusē nogāzes pakājē avotu joslas līmenī atrakti nogāzes nostiprinājumu priedes koka pāļu gali, no kuriem resnākie saglabājušies labā stāvoklī. Vienam no pāļiem konstatēta gala apdare, ko agrāk veidoja plostu siešanai (Apala, 1988; Caune, 1974). Tas pierāda, ka attiecīgo koku stumbri līdz Cēsīm pludināti pa Gauju. Spriežot pēc kultūrslāņa attiecīgajā kārtā atklātajām senlietām, šo baļķu aptuvenais datējums ir XVI gs. No veselākajiem pāļu galiem sagatavoti ripas veida koksnes paraugi un veikta to dendrohronoloģiskā datēšana (5.1.4. nod.).

Uz šo pašu gadsimtu attiecas ūdens joslas krasta nostiprināšanai veidotais uzbēruma nostiprinājums no koka pāļu divām rindām (attiecīgi, 25 - 30 un 30 - 40 cm diametrā), kā arī no guleniski liktiem priedes koka baļķiem pāļu rindas priekšā, kuru vēl 1997. gadā atklāja Ventspils pils kādreizējā aizsargvaļņa ārpusē (Lūsēns, 1998).

Minētie piemēri rāda, ka labi saglabājušos XV gs. un jaunāka laika koksni iespējams atklāt ne vien Vecrīgā, bet arī citās Latvijas apdzīvotās vietās, ja vien tā ir atradusies palielināta mitruma apstākļos, it īpaši - mālainā zemē vai valgās smiltīs. Taču sakarā ar ievērojami mazāku apdzīvotību senatnē vai vēlāku veidošanās laiku, Latvijas pārējās vecpilsētās kultūrslāņa vecākās kārtas ir plānākas vai hronoloģiski jaunākas, un, ja vien tās nav nonākušas palielināta mitruma apstākļos, tām nav tik izteiktas koksnes konservēšanas īpašības, kāda tā konstatēta Vecrīgas un Kokneses pilskalna priekšpils kultūrslānim. Aptuvenu priekšstatu par Rīgas un citu pilsētu apdzīvotības intensitāti sniedz šāds piemērs: Rīgā XIII gs. 1. pusē iedzīvotāju skaits sasniedza vismaz 2000, XVI gs. vidū - 12000 - 16000, kamēr, piemēram, Liepājā vēl XVII gs. 1. pusē bija tikai aptuveni 1000 iedzīvotāju (Samsons, 1968; Jērāns, 1988). Tāpēc, neraugoties uz to, ka Latvijas pilsētās, atšķirībā no Rīgas, koka apbūve saglabājas vēl ilgi (piemēram, 1857. gadā vēl 87% no Kurzemes guberņas pilsētas ēkām bija koka ēkas: Орановский, 1862), labas kvalitātes koka būvju daļas vai fragmentus mūsdienās arī pārējo Latvijas pilsētu kultūrslānī atklāj reti. Šajā sakarā, piemēram, arhitekts G. Jansons par Kurzemes pilsētām raksta: "Mazpilsētās ar samērā retu apbūvi un īpaši izteiktu reljefu kultūrslānis parasti nav biezs, tāpēc daudz senceltņu

fragmentu tur nevarētu būt. Taču jāsaprot, ka Kurzemes pilsētās senākā apbūve arheoloģiski pētīta vēl nav un atsevišķās vietās var glabāt arī kādu pārsteigumu” (Jansons, 1982).

Kā to pierāda Rīgā atklātie XV un XVIII gs. upju krastu nostiprinājumi, aplūkojamā laika saglabājušās koka būvju atliekas vēl varētu būt atrodamas Latvijas upēs, ezeros un to krastos. Šajā sakarībā lielas cerības liktas uz nesen dibinātā Latvijas zemūdens arheoloģijas centra darbinieku darba turpmākajiem rezultātiem. Šī centra apzināmo un izpētāmo objektu lokā iekļauti ne vien senie jūrā nogrimušie kuģi (Rains, 1996), bet arī senās ostas, appludinātās celtnes, piekrastes pilskalni u.c. (Grīnberga, 1999). Senā koka paliekas meklējamas arī upju bijušo koka tiltu, pārceltuvju, aizsprostu vietās, taču jāņem vērā, ka hidrobūvēm, ja vien tās atklātas koku pludināmu upju krastā vai gultnē, kokmateriāli var būt atgādāti no lielāka attāluma.

Būvēs, kurām paredzēta pastāvīga atrašanās ūdenī, ir liela iespēja atklāt ozola pielietojumu. Senie iedzīvotāji ozola koksnes izturību ūdenī jau bija novērojuši empīriskā ceļā. No Latvijā dendrohronoloģiski analizētajām koku sugām, ūdenī vissliktāk saglabājas egle, t.i., ja arī tā ir kādā no senajām hidrobūvēm pielietota, varbūtība, ka tās koksne labi saglabājusies līdz mūsdienām, ir maza. Iepriekš minēto pierāda vairāku sugu koku izturības pārbaudes rezultāti, kas uzrādīti salīdzinājumā pret ozola izturību (Vaņins, 1950) (4.3. tab.):

4.3. tabula.

**Galveno dendrohronoloģiski pētīto sugu koku izturības salīdzinājums dažādās uzglabāšanās vidēs (% salīdzinot ar ozola koksni)**

Koka suga	Izturība		
	telpā	brīvā gaisā	ūdenī
Ozols	100	100	100
Priede (vecā, sveķaina)	90	85	80
Priede (jauna)	60	60	70
Egle	75	75	50
Melnalksnis (salīdzinājumam)	38	40	100

Kā būvmateriāls XVII gs. un jaunāka koksne Latvijas teritorijā vēl pieejama senajās koka celtnēs, kas saglabājušās nelielā skaitā, kā arī mūra ēkās iebūvētajās koka

konstrukcijās. Atšķirībā no senajiem kokiem un no tiem veidotajām būvēm vai to daļām, kuras saglabājušās zemes slāņos vai ūdenī, virszemes būves, to skaitā koka ēkas, ir bijis iespējams pilnīgāk apzināt, uzskaitīt un pētīt, kā arī vairāk ietekmēt to pastāvēšanas ilgumu. Ziņas par senākajām Latvijas koka celtnēm un arhitektūras pieminekļiem, kuros ir vai var būt saglabājušās sena koka konstrukcijas apkopotas Valsts aizsargājamo kultūras pieminekļu sarakstā (VAKSP, 1998). Eiropas kultūras mantojuma dienām veltītajos izdevumos (EKMD, 1995; 1997; Levina, Tipāne, Silkāne Pētersons, Zilgalvis, 1999), enciklopēdiska rakstura grāmatās (piemēram, Rusmanis, Vīks, 1993), ceļvežos. Tās biežāk publicējuši S. Cimermanis, G. Jansons, O. Spārītis, (piemēram, Cimermanis, 1969; 1988; u.c., Cimermanis, Sīlis, 1998; Jansons, 1969; 1971; 1982; Spārītis, 1988, 1997). Par krogu celtnēm un dzirnavām informācija apkopota A. Teivena darbos (Teivens, 1985; 1995). Senās koka konstrukcijas apzinātas arī seno mūra celtnu arhitektoniskās izpētes darbos, ko veikuši vai veic tādi arhitekti kā P. Blūms, A. Holcmanis, I. Dirveiks, R. Zandberga, J. Zilgalvis, u.c. Plašāka informācija par senajām koka un mūra celtnēm, kurās vēl varētu būt saglabājušās oriģinālās koka būvdetaļas, tiek glabāta šādās institūcijās:

1. Latvijas Etnogrāfiskā brīvdabas muzeja zinātniskajā arhīvā;
2. LU Latvijas vēstures institūta Etnogrāfiskās nodaļas zinātniskajā arhīvā;
3. Latvijas vēstures muzeja Etnogrāfijas nodaļas zinātniskajā arhīvā;
4. Latvijas Valsts kultūras pieminekļu aizsardzības inspekcijas Pieminekļu dokumentācijas centrā;
5. SIA "A.I.G."
6. Vairāku Latvijas rajonu vai pilsētu Valsts kultūras pieminekļu aizsardzības inspekcijās;
7. Rajonu vēstures un novadpētniecības muzejos.

Vissenākā koka celtnē Latvijā pašlaik atrodas Latvijas Etnogrāfiskajā brīvdabas muzejā. Tā ir Ilūkstes apriņķa Vecbornes baznīca, kuru datē ar 1537. gadu. Jāpiebilst, ka līdz šim nav zināms, vai un cik daudz oriģinālo tā laika būvdetaļu šajā celtnē ir saglabājušās. Pārējās muzejā eksponētās aptuveni 100 celtnes būvētas laikā no XVII gs. II puses līdz XX gs. sākumam. Muzeja divām celtnēm (XVII gs. 70. gados celtajai Valmieras raj. "Brežu" dzīvojamā rījai-skolai un 1785. gadā celtajam Plāņu "Jaunmežuļu" hernhūtiešu saiešanas namam) ņemti būvdetaļu koksnes paraugi un uzsākta, attiecīgi, to datējuma noteikšana un pārbaude.

Senākās koka celtnes to celšanas vietās saglabājušās kopš XVIII - XIX gs. un uz šo laiku attiecināmas arī senas celtnes reģionālajās brīvdabas ekspozīcijās (piemēram, Jēkabpils vēstures muzeja Brīvdabas nodaļā, Ludzas novadpētniecības muzeja Brīvdabas nodaļā, Ventspils Jūras zvejniecības brīvdabas muzejā).

XVII gs., iespējams, pat XVI gs. koka konstrukcijas vai būvelementi vēl sastopami arī senajās mūra celtnēs: baznīcās, senajās noliktavās un dzīvojamās ēkās, bijušajās muižās, pilīs, krogos un dzirnavu ēkās. Latvijā kā pirmos šāda veida arhitektūras pieminekļus, kuriem veikta koka būvdetaļu dendrohronoloģiskā datēšana, jānosauc ordeņa pili Aizputē (relatīvi datētas XVII gs. griestu sijas; Erdmanis, 1989) un Dannenšterna namu Rīgā, Svētā Gara baznīcu Bauskā, kā arī Ventspils pili, kuru būvdetaļām (sijām) autors ir jau noteicis absolūto datējumu (5.2.2., 5.2.4. un 5.2.5. nodaļa).

Arhitektonisko pieminekļu būvdetaļu dendrohronoloģiskā datēšana īpaši aktuāla kļuvusi pēdējos gados, kad noris to privatizācija: ir aktivizējusies šo celtnu kapitālā remontēšana vai, tieši pretēji, uzturēšanas līdzekļu trūkuma dēļ tās iet postā (piemēram, Rānavas jeb Depkina muiža: Kočāne, 1998). To koka būvdetaļu dendrohronoloģiskā analīze nozīmīga tādēļ, ka daudzos gadījumos ir precīzi dokumentēts attiecīgā objekta celšanas laiks, dažkārt - arī kokmateriālu sagādes vieta. Tomēr jāņem vērā, ka Latvijas daudzās bijušās muižās un pilīs oriģinālās koka būvdetaļas ir nomainītas ar vēlāka laika būvdetaļām. Daudzās pilīs un muižās oriģinālās koka būvdetaļas gāja bojā 1905. - 1907. g. revolūcijas laikā: atskaitot Latgales teritoriju, tagadējās Latvijas pārējā teritorijā divos gados tika nodedzinātas vai izpostītas 412 muižas un pilis (Krastiņš, 1950).

Datēšanai nozīmīgas absolūti datējamas gadskārtu indeksu rindas var iegūt no vējgāzē vai vējlauzē cietušiem, vai arī nesen kaltušiem liela vecuma kokiem. Piemēram, E. Špalte, izstrādājot Latvijas dendrohronoloģisko skalu priedei, tās senākajam posmam (no 1723. līdz 1764. gadam) izmantoja Dobeles virsmežniecības Tērvetes mežniecības priežu dižaudzes 5 (pēdējiem četriem gadiem - 4) koku gadskārtu platuma indeksu datus (Ilnante, 1978a). Šīs priedes paraugu ņemšanas laikā bija sasniegušas jau aptuveni 245 gadu vecumu. Tukuma raj. Zentenes pagastā 1998. gadā nozāgētās nokalušās dižpriedes stumbra ripai šo rindu autors 4 radiālos virzienos izmērīja 320 - 335 gadskārtas (pēdējās gadskārtas kambija darbības vājās darbības dēļ vietām iztrūka). Šobrīd, šķiet, vecākā priede Latvijā turpina augt Valkas raj. Bilskas pagastā. Tur augošās t.s. Bīriņu priedes koksnes paraugam, kurš urbts krūšu augstumā, 1999. gadā saskaitītas 346 gadskārtas. Tādējādi iegūtas divu koka



gadskārtu indeksu rindas, kas sniedzas līdz pat XVII gs. 2. pusei. Jāpiebilst, ka līdz šim par Latvijas vecāko priedi uzskatīta kādreizējā Zauskas priede, kura nokalta 1958. gadā. Tai konstatētas aptuveni 370 gadskārtas (Vilks, 1961).

Vērtējot pēc varbūtējā dižkoku vecuma, sākotnēji šķiet, ka ļoti vērtīgu dendrohronoloģisko informāciju ar laiku varētu sniegt daudzie Latvijas dižozoli. Diemžēl tiem parasti novēro vairāku sēņu izraisītu serdes trupi, kuru dēļ daudzas informatīvi nozīmīgākās vecākās gadskārtas gājušas zudumā. Šī iemesla dēļ jāšaubās, vai Latvijas dižozolu dendrohronoloģiskā skala garuma ziņā varētu pārsniegt Latvijas dižpriežu dendrohronoloģisko skalu, kurām serdes trupe sastopama retāk.

Šobrīd pēc S/F Dabas retumu krātuves datiem Latvijā reģistrētas 295 priedes un 71 egļe ar stumbra apkārtmēru virs 3,0 m un 1042 ozoli ar stumbra apkārtmēru virs 5,0 metriem. Visdetalizētāk datus par Latvijas dižkokiem visas Latvijas mērogā uzkrāj un sistematizē S/F "Dabas retumu krātuve" un Vides datu centrs. Tie ir krāti arī Nacionālā botāniskā dārza Dendroloģijas nodaļā Salaspilī.

#### 4.2. DENDROHRONOLOĢISKĀS DATĒŠANAS METODES PRAKTISKĀS PIELIETOŠANAS IESPĒJAS LATVIJĀ.

Austrumeiropas valstīs, kurās veic galvenokārt skuju koku gadskārtu platuma analīzi un dendrohronoloģiskā izpētē ir mazāka iestrāde nekā Viduseiropas un Rietumeiropas valstīs, dendrohronoloģiskās datēšanas metode izmantota galvenokārt lielu (nekustamo) objektu, t.i., celtnu vai to kompleksu vecuma noskaidrošanai. Turpretim, piemēram, Vācijas zinātnieki, kuri pēta vairāk ozola koksni, sekmīgi dendrohronoloģiski datē arī t.s. kustamos kultūrvēsturiskos objektus: viduslaiku mākslinieku gleznu koka dēļu pamatnes, stīgu mūzikas instrumentu korpusus, koka skulptūras, baznīcu lūgšanu solus u.c (Eckstein, Brongers, Bauch, 1975; Klein, Eckstein, 1988; Klein, 1993; 1999; u.c.).

Latvijā, līdzīgi kā Austrumeiropas valstīs, šobrīd aktuālākie dendrohronoloģiski datējamie nekustamie objekti ir arheoloģiski atklātās un etnogrāfiskās koka celtnes un koka konstrukcijas senajās kultūrvēsturiskajās mūra celtnēs. Par kustamu koka kultūras pieminekļu dendrohronoloģiskās datēšanas iespējām Latvijā spriest vēl ir pārāgri. Tomēr jau tagad ir zināmi daži etnogrāfiski koka darinājumi, kuru precīza dendrohronoloģiskā datēšana

ir nepieciešama un tā varētu būt reāla jau drīzā nākotnē. Zināmi arī tādi kultūrvēsturiski nozīmīgi koka veidojumi, kuru precīza absolūtā datēšana, domājams, iespējama vienīgi ar dendrohronoloģiskās metodes palīdzību, bet par tās realizēšanas iespējām un laiku spriest ir pārāgri.

Kā piemērus no dendrohronoloģiski datējamiem kustamiem objektiem Latvijā vispirms jāmin etnogrāfiskos koka darinājumus Latvijas Etnogrāfiskā brīvdabas muzeja dravniecības un biškopības piederumu kolekcijā: bluķa (vienkoka) stropus un doreš. Bluķa stropi saglabājušies no XIX gs. un XX gs. sākuma. Muzejā ir gan priedes, gan egles stropi, kuru ārējais diametrs ir no 30 - 77 cm. Divu XIX gs. vai vēl agrāk izveidotu priedes koka doru diametrs sasniedz, attiecīgi 115 un 90 cm (Niedre, 1990). Dendrohronoloģiskais datēšanai ļoti piemērota ir arī dobto vienkoka krēslu, piestu, solu, veļas mazgājamo siļu u.tml. etnogrāfisko objektu koksne.

Nozīmīgi izpētes objekti ir Baltijas jūras un Latvijas upju, ezeru un purvu nogulumos dažkārt atrodamo seno kuģu, laivu un plostu atliekas. Laikā no XIX gs. 2. puses līdz 1980. gadiem Latvijas teritorijā seno kuģu atliekas bija uzietas vairāk nekā 20 vietās (Zalsters, 1985). Mūsdienās zināmo atradumu skaits sasniedzis aptuveni 30, bet ne reizi nav veikta to datēšana. Daļa no tiem gājusi bojā, daļa - atstāta atrašanas vietā. Ir publicētas vairāk vai mazāk konkrētas ziņas par XIX gadsimta beigās un XX gadsimtā izdarītajiem senu, no koka darinātu kuģu dažādas saglabāšanās pakāpes seno kuģu atlieku atklājumiem: Liepājā (Līvas upes gultnē), pie Kapsēdes, Ploču purvā, Ezeres mežniecībā (bijušā Dieviņa ezera dienvidrietumu galā, apm. 10 km no Melnsila Dundagas pag.), Lielajā Tīrlauka purvā (Užavas upes bij. iztekas vieta, Alsungas pag.), divu kuģu paliekas - Vanagpurvā (Slīteres rezervātā), Rīgā (3 kuģu atliekas rīdziņas upes gultnē, 1 - Daugavas gultnē), dienvidos no Burtņieka ezera, Svētupes (Limbažos), Gaujas (pie Turaidas) un Vītrupes gultnē, Niedrāja ezerā pie Smiltenes, jūrā pie Kolkas, pie Sīkraga, Priediengala, kā arī pie Carnikavas (atkārtoti 2 reizes) un Bernātiem (Liepājas raj.) un, iespējams, vēl kur citur (Stepiņš, 1968; Zalsters, 1988, 1995; Caune, 1992; Rains, 1995). Šī informācija tiek apkopota un uzkrāta Jūrmalas pilsētas muzeja zemūdens arheoloģijas centrā.

Baltijas jūra ir atzīta kā dendrohronoloģiski pētāmās koksnes plaša krājuma glabātāja. Dānijas jūras šauruma, kā dabiska ūdens apmaiņas šķēršļa, un saldūdens lielā pieplūduma dēļ Baltijas jūras ūdens ir ar salīdzinoši mazu sāls saturu. Šī iemesla dēļ visā Baltijas jūrā nav ieviesies viens no galvenajiem jūras ūdenī atrodošās koksnes likvidētājiem - koksnes

urbējgliemene *Teredo navalis*, kuras dzīves vide ir sāļāks jūras ūdens. Tāpēc uzskata un tas ir vairākkārt pierādījies (piemēram, pie Zviedrijas krastiem izceltais viduslaiku kuģis "Vasa"), ka daudzus no Baltijas jūrā nogrimušo aptuveni 80000 kuģu vrakiem vēl mūsdienās sedz labi saglabājušies ozola koka apšuvuma dēļi, kuri darināti laikposmā, kas sniedzas līdz XIII gadsimtam. Piemēram, 1999. gadā 10 dienās vien jūrā Kolkas tuvumā (no Sīkraga līdz Rojai) atklāti dažāda vecuma 18 kuģu vraki. Vērtē, ka šajā rajonā, iespējams, atrodas ap 1000 ar smiltīm apbērtu kuģu vraki. Pretī Irbes upes grīvai jūrā atklāti 12 kuģu vraki. Kopumā pie Latvijas krasta jūrā līdz šim apzināti aptuveni 250 vraki. Dziļāk jūras līcī vairāk satopamas arī XVI - XVII gs. kuģu paliekas, kurām pēc speciālistu vērtējuma vajadzētu būt mazāk apbērtām<sup>1</sup>

No ļoti interesantiem, bet pagaidām dendrohronoloģiski nedatējamiem izpētes objektiem Latvijā jāmin vienkoka koka skulptūras (saglabājušās no XIV gs. līdz XX gs. sākumam), baznīcu lūgšanu soli, biktssoli, baznīcēnu soli, kanceles (XVII gs. beigās līdz XIX gs) (Muižniece, 1984; 1992; VAKPS, 1998). Lai risinātu problēmu, kas saistīta ar senās ozola koksnes paraugu iegūšanu, daudzsološa varētu būt arī baznīcu kapeņēs esošu dokumentāri datētu seno apbedījumu ozolkoka zārku dēļu koksnes izpēte. Šādi vēl nestrādējuši ozola zārku dēļi atklāti, piemēram, Saldus Svētā Jāņa baznīcā 1995. gadā, remonta laikā veiktajā kapeņu apsekošanā (Ruša u.c., 1996).

Sniegtā informācija apstiprina, ka dendrohronoloģiski pētama un datējama senā koksne Latvijā vēl ir pieejama, taču tās resursi ir kļuvuši nelieli un tie nenovēršami turpina samazināties. Šobrīd ļoti aktuāla ir celtnēs vēl sastopamās XVII. (XVI?) - XIX gs. koksnes izpēte, jo jau šajā - 21. gadsimtā – pat varbūt īpašos saudzēšanas un saglabāšanas apstākļos to no iznīcības varēs paglābt ļoti mazā apjomā. Nākamo paaudžu pētnieku izpētes objekts varētu būt senā koksne, kas šobrīd atrodas nepieejamos vai grūti pieejamos un vismaz daļēji konservējošos apstākļos (piemēram, vēl neatklāto Daugavas un Rīdziņas seno krastu stiprinājumu, nogrimušo kuģu korpusu, ar upju sanesumiem aprakto koku stumbru u.c. koksne). Paredzams, ka nākamo paaudžu pētnieki dendrohronoloģisko informāciju pratīs izmantot vispusīgāk un kvalitatīvākas zināšanas, kā arī jaunās izpētes metodes ļaus no koksnes un tās struktūras iegūt vēl plašāku informāciju nekā to spējam veikt mūsdienās. Tāpēc pašreiz ir svarīga un neatliekama ne vien saglabājušās senās koksnes

<sup>1</sup> - Jūrmalas pilsētas muzeja Zemūdens arheoloģijas centra vadītāja V. Raina sniegtā informācija.

dendrohronoloģisko datu iegūšana un analīze, bet arī apstākļu radīšana šo datu un oriģinālo koksnes paraugu saglabāšanai nākamām paaudzēm.

Vēl jāpiebilst, ka veicot seno koka būvju vai izstrādājumu gadskārtu platuma analīzi, bieži vien tiek meklēta atbilde uz jautājumu ne vien par to datējumu, bet arī par tiem izmantoto koku sugu, to augšanas vai eksportēšanas vietu un dažkārt arī par mākslas darba autoru un (vai) darbnīcu (Klein, 1993, Bonde, 1990).

Jautājumus par koksnes ieguves vietu vai eksporta virzienu svarīgi risināt arī Latvijā. Vismaz no XIV gs. no Rīgas ostas, vēlāk arī Ventspils un Liepājas ostas sākās kokmateriālu eksports uz Rietumeiropas valstīm (sākumā uz Hanzas savienības pilsētām, vēlāk arī uz citām). Kā minēts iepriekš, sākot no XV gs. kokmateriālus eksportam Rīgā pa Daugavu sāka piegādāt arī no teritorijām, kas atrodas aiz Latvijas pašreizējām robežām. XIX gs. sākumā eksportam koksne Rīgas ostā piegādāta pat no vairāk nekā 1000 km attāliem Krievijas rajoniem (kā tālākās kokmateriālu sagādes vietas Rīgas kokmateriālu tirgum zināmi Tambovas, Penzas un pat Kazanā apkārtnes meži Krievijā) (Zutis, 1953; Pāvilāne, 1969; 1975).

No Rīgas kokmateriālus kuģubūvei līdz XIX gs. eksportēja gandrīz uz visām Eiropas valstīm (Неболсин, 1835). Kokmateriālus kopumā visvairāk izveda uz Nīderlandi, Angliju, mazāk - uz Franciju, Spāniju, tag. Vācijas pilsētām (Lībeku, Hamburgu, Brēmeni), Prūsiju u.c. (Pāvilāne, 1975). To seno kuģu vraki un koka būdetaļas, kuru būvē izlietoti no Rīgas eksportētie kokmateriāli, iespējams atrodas ne vien Eiropas valstu, bet arī citu kontinentu (Amerikas, Āfrikas) piekrastes ūdeņos (Zunde, 1998a; 1998-1999).

Dendrohronologu uzdevums ir noskaidrot Rīgā senāk piegādāto un no tās eksportēto kokmateriālu ciršanas laiku un vietu. Mūsdienās dokumentāri un (vai) dendrohronoloģiski identificēta vai varbūtēja t.s. Baltijas vai pat Rīgas koksne ("Riga-holt" = Rigaholz) jau konstatēta Anglijā, Vācijā, Dānijā u.c. Aizvien biežāk Rietumeiropas valstu dendrohronologi savās publikācijās sniedz norādes par attiecīgajā valstī identificētu it kā Baltijas vai Rīgas koksni (Wazny, 1992; Bonde, 1992; Wazny, Eckstein, 1987; Simpson, 1993; 1996; Hillam, 1991; Bonde, Tyers, Wazny, 1995; Mills, Crone, 1998 u.c.), bet netiek risināts dendrohronoloģijā ļoti nozīmīgais jautājums par kokmateriālu faktisko sagādes vietu. Faktiski ar jēdzienu "Baltijas koksne" var apzīmēt gan eksportētos kokmateriālus, kuri sagādāti Baltijas teritorijā, gan tos kokmateriālus, kuri eksportēti no Baltijas eksporta ostām, kurām kokmateriāli pa upju ceļiem piegādāti arī no lieliem attālumiem (Rīga, Klaipēda [Mēmele], arī Kēnigsberga [Karalauči]). Uzskatot Baltijas eksportostā no tālienes piegādātu un tālāk eksportētu koksni viennozīmīgi par "Baltijas koksni", tās dendrohronoloģiskā datēšana var būt nesekmīga vai pat kļūdaina (Zunde, 1998a; 1998-1999).

Līdzīgi divas nozīmes var uzrādīt apzīmējumam "Rīgas priede". Var rasties maldīgs priekšstats, ka par Rīgas priedi var dēvēt arī parasto priedi (*Pinus sylvestris* L.). Piemēram,

zinātniskajā literatūrā uzrādīts, ka šīs sugas apzīmēšanai franču valodā izmantots arī nosaukums *pin de Riga*, portugāļu valodā - *pinho de Riga* (Kaennel, Schweingruber, 1995). Agrāk izdotā literatūrā dots šīs priežu sugas latīniskā nosaukuma sinonīms - *Pinus rigensis* (Desf. Cat Hort. paris. Arb. II, 61.) (Galenieks, 1953). Tātad, ja apzīmējums "Rīgas priedes" lietots sugas apzīmējuma sinonīma nozīmē, tad koku ciršanas vieta iespējama visā teritorijā, kur attiecīgajā laika posmā sagādāta eksportam uz Rietumeiropas valstīm paredzētā priedes koksne. Otra iespēja, ka ar apzīmējumu "Rīgas priede" apzīmēta parastās priedes varietāte, kuras augšanas areāls ir tagadējās Latvijas Daugavas, Gaujas un Ventas baseina teritorijas un kuras priedēm raksturīgs slaidis (līdz 45 m garumā), bezzarains, tilpīgs stumbrs, kā arī pret slodzēm izturīga koksne. Šo parastās priedes Latvijas populāciju par Rīgas priedi 18. gadsimtā nodēvēja mastu koku tirgotāji. Vēlāk dažādās Eiropas valstīs (vispirms Francijā - XVIII gs.) no tās sēklām izaudzētās priedes izcilo īpašību dēļ guva ļoti augstu vērtējumu, iegūstot arī zinātnisko apzīmējumu *Pinus sylvestris var. septentrionalis* jeb *Pinus sylvestris var. rigensis*. Tātad, šajā gadījumā ar apzīmējumu "Rīgas priedes" nodēvētas tās, kuras augušas tikai Latvijas teritorijas daļā.

Jautājumi par kokmateriālu sagādes vietu, to izmantošanu eksportostas pilsētā un to importu uz ārvalstīm risināmi, veicot dokumentāro avotu analīzi un tai sekojošu savstarpēju a) vietējās (Latvijas, Baltijas), b) rietumvalstīs atklātās "Baltijas" vai "Rīgas" koksnes, kā arī c) uz kokmateriālu transportupju baseinu atsevišķiem rajoniem attiecināmas koksnes gadskārtu dendrohronoloģisko skalu salīdzināšanu. Šī darba veikšanai jārealizē starptautiska vēsturnieku un dendrohronologu sadarbība, kuras rezultāts var būt nozīmīgs ieguldījums Austrumeiropas un Rietumeiropas valstu ekonomisko sakaru, konkrētāk - šo valstu savstarpējās tirdzniecības vēstures izpētē.

Jācer, ka arī Latvijā, līdzīgi kā to jau sekmīgi veic daudzās citās valstīs, vēsturiskiem laikiem atbilstošās absolūtās dendrohronoloģiskās skalas tiks izmantotas vairāku vides faktoru (klimatisko, hidroloģisko u.c.) ietekmes pārmaiņu dinamikas izpētē.

## 5. NODAĻA. KONKRĒTU LATVIJAS KULTŪRVĒSTURISKO OBJEKTU KOKA BŪVDETAĻU DATĒŠANA UN TĀS REZULTĀTI

### 5.1. RELATĪVI DATĒTIE KULTŪRVĒSTURISKIE (ARHEOLOGISKIE)

#### PIEMINEKĻI

##### 5.1.1. Āraišu ezerpils

Seno latgaļu nocietinātā dzīvesvieta - Āraišu ezerpils (IX - X gs.) atradusies Āraišu ezera saliņā tag. Cēsu raj. Drabešu pagastā (5.1. att.). Kā galvenie būvelementi tās celtniecībā kalpoja daļēji apstrādāti egles un priedes apaļkoki, kuru paliekas veido attiecīgā objekta dendrohronoloģiskās izpētes pamatmateriālu.



5.1. attēls. Āraišu ezerpils (Apals, Zelmenis, 1998):

A - Āraišu ezera saliņa - ezerpils vieta pirms arheoloģisko izrakumu uzsākšanas;  
B - ezerpils I apbūves celtnes paliekas.

##### 5.1.1.1. Āraišu ezerpils celtnu būvdejaļu koksnes dendrohronoloģiskās izpētes uzdevumi.

Arheoloģiskajos izrakumos Āraišu ezerpils kultūrslānī atklātas ēku piecu apbūvju kārtas. Vislabāk saglabājušās pirmās (senākās) apbūves, bet vissliktāk - piektās (pēdējās) apbūves celtnu atliekas. Konstatēts, ka trešās un piektās apbūves celtnes cietušas ugunsgrēkos, un pēc pēdējā ugunsgrēka ezerpils vairs nav atjaunota (Apals, 1981).

Sasniegumi vēsturisko celtnu dendrohronoloģiskajā datēšanā, kuri gūti bij. PSRS un citās valstīs gan pirms, gan vienlaikus ar Āraišu ezerpils arheoloģisko izpēti (1965.-1969.; 1975.-1979.g.), rosināja šo metodi pirmo reizi pielietot arī Latvijā. Bija cerība, ka ezerpils koksnes paraugu gadskārtu analīzes rezultāti ļaus rast atbildes uz šādiem jautājumiem:

- a) cik ilgā laikā celta Āraišu ezerpils pirmā apbūve;
- b) kāda bijusi celtņu celšanas secība;
- c) cik ilgi pastāvējusi katra apbūve, t.i., pēc cik ilga laika celta katra nākamā apbūve;
- d) kāds bijis Āraišu ezerpils pastāvēšanas ilgums;
- e) kāds ir Āraišu ezerpils senākās apbūves relatīvais datējums salīdzinājumā ar Latvijas teritorijā atklātām citām ezerpilīm;
- f) kāds ir Āraišu ezerpils absolūtais datējums.

Līdz šim vienīgais priekšstats par ezerpils absolūto vecumu gūts pēc arheoloģiskā materiāla tipoloģiskā vērtējuma un ar  $^{14}\text{C}$  metodi noteiktajiem I un IV apbūves būvdetaļu datējumiem. Lielā mērā tiem pamatojušies arī Krievijas dendrohronologi, savās publikācijās pieminot Maskavā, Arheoloģijas institūta Dendrohronoloģijas nodaļā izstrādātās Āraišu ezerpils dendrohronoloģiskās skalas aptuveno absolūto datējumu (Колчин, Черных, 1981; Черных, 1996). Kā atzīmēts šī darba 103. lpp., ar  $^{14}\text{C}$  metodi noteiktais ezerpils pirmās apbūves celšanas laiks ir apmēram 830. ( $\pm 50$ ) gads, bet ceturtā (priekšpēdējā) apbūve celta aptuveni 890. ( $\pm 60$ ) gadā (Apals, Zelmenis, 1998). Šo datējumu pielaišanas pieļauj iespēju, ka starp I un IV apbūves celtniecības laikiem teorētiski nosakāms 0 līdz 170 gadus ilgs starplaiks. Pēc tik nenoteiktas precizitātes relatīvajiem datējumiem nevar spriest pat par ezerpils apbūvju pastāvēšanas vidējo ilgumu. Pieņemot I un IV apbūves vidējos absolūtos datējumus par patiesiem, var uzskatīt, ka katra apbūve pastāvējusi vidēji 20 gadus. Bija cerība, ka šī pieņēmuma objektivitāti varēs noskaidrot ar dendrohronoloģiskās datēšanas metodes palīdzību.

#### 5.1.1.2. Āraišu ezerpils dendrohronoloģiskā materiāla un datu raksturojums.

Aptuveni 640 koksnes paraugu skaitā, kurus arheoloģisko izrakumu laikā ieguva no Āraišu ezerpils visu piecu apbūvju celtņu koka būvdetaļām, nav iekļauti vēl 44 būvdetaļu koksnes paraugi, kuri sagatavoti no izrakumu laikā atklātās uz Āraišu ezera saliņas viduslaikos celtas būves būvdetaļām. Šīs būves koka būvdetaļas mūsdienās reprezentē tikai 2 saglabājušies koksnes paraugi un vēl 17 paraugu gadskārtu platuma dati.

No aptuveni 640 koksnes paraugiem, kuri iegūti no IX - X gs. darinātām būvdetaļām, līdz šodienai dažādu iemeslu dēļ saglabājušies tikai 26 paraugi un vēl 36 paraugi, kuri vēlāk, pēc arheoloģisko izrakumu darbu beigšanās atzāģēti no tolaik vēl

saglabātām, taču neidentificētām Āraišu ezerpils būvdetaļām. Gadskārtu platums uzmērīts 26 identificēto būvdetaļu koksnes paraugiem. Bez tam autora rīcībā vēl nonākuši 304 būvdetaļu koksnes paraugu gadskārtu mērījumu dati (iegūti no koksnes paraugiem, kuri nav vairs saglabājušies). Jāpiebilst, ka lielai daļai no visiem Āraišu ezera saliņā iegūtajiem koksnes paraugiem gadskārtu platums mērīts atkārtoti dažādās iestādēs (5.1. tab.):

5.1. tabula.

**Āraišu ezerpils identificēto būvdetaļu gadskārtu platuma rindu kopējā skaita iedalījums pēc to iegūšanas vietas un laika.**

Atšķirīgu būvdetaļu gadskārtu platuma rindu skaits	Gadskārtu mērīšanas laiks	Gadskārtu mērīšanas vieta
45	1960. gadu 2. puse	Bij. PSRS ZA Arheoloģijas institūta Dendrohronoloģijas laboratorija (Maskava) (turpmāk tabulā: M-AI)
146	1970. gadu 1. puse	Bij. LPSR ZA Vēstures institūta Arheoloģijas nodaļa (Rīga) (turpmāk tabulā: R-VI)
3	1970. gadi	Latvijas mežsaimniecības problēmu zinātniskās pētniecības institūts (Salaspils)
15	1990. gadu sākums	Tag. LU Latvijas vēstures institūta Arheoloģijas nodaļa (Rīga) (turpmāk tabulā: R-LVI)
69	1960. gadu 2. puse un 1970. gadu 1. puse	M-AI un R-VI
3	1960. gadu 2. puse un 1990. gadu sākums	M-AI un R-LVI
40	1970. gadu 1. puse un 1990. gadu sākums	R-VI un R-LVI
9	1960. gadu 2. puse, 1970. gadu 1. puse un 1990. gadu sākums	M-AI, R-VI un R-LVI

Kopā: 330



Maskavā, Arheoloģijas institūta Dendrohronoloģijas laboratorijā gadskārtu platums mērīts ar 0,1 mm precizitāti, gandrīz visiem paraugiem - divos radiālos virzienos. Gadskārtu mērīšanas tehnika nav zināma.

Rīgā, Vēstures institūta Arheoloģijas nodaļā (1970. gados) gadskārtu platums mērīts ar 0,01 mm precizitāti, galvenokārt tikai vienā radiālā virzienā. Gadskārtu platums mērīts ar Mežsaimniecības problēmu institūtā īrētu gadskārtu mērīšanas ierīci.

No Mežsaimniecības problēmu institūtā veiktajiem Āraišu ezerpils būvdetaļu gadskārtu platuma mērījumiem saglabājušies mērīšanas gados logaritmiskajā mērogā zīmēti 5 resnu priedes būvdetaļu gadskārtu platuma rindu grafiskie attēli. Autors no tiem noteicis katram gadam atbilstošā punkta vērtības nolasījumu uz koordinātu taisnleņķu sistēmas tīkla ordinātu ass ar 0,01 mm precizitāti. Tiem Āraišu ezerpils celtnu būvdetaļu paraugiem, kuri vēl bija saglabājušies līdz 1990. gadu sākumam un kuru gadskārtu platumu Latvijas vēstures institūtā mērījis šo rindu autors, tas veikts ar 0,01 mm precizitāti 3 līdz 4 radiālos virzienos.

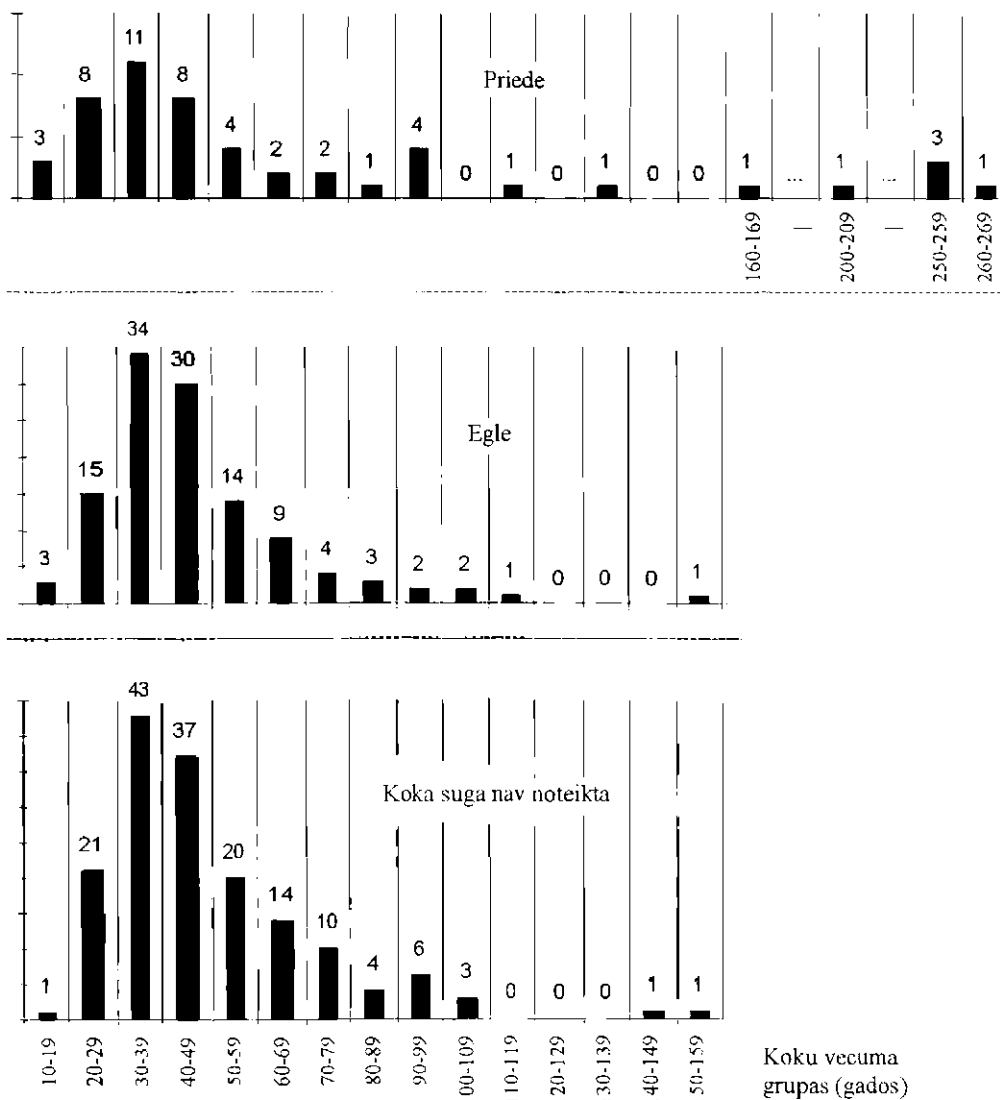
Āraišu ezerpils būvdetaļu gadskārtu platuma rindu atgūtā kolekcija tika novērtēta kā kvantitatīvi nozīmīga, taču kvalitatīvā ziņā tās vērtība izrādījās salīdzinoši zema. Konstatēts, ka

- a) vairākums gadskārtu platuma rindu drošai savstarpējai sinhronizēšanai ir par īsām (5.2. att.);
- b) informācija par koksnes paraugu atbilstību konkrētai koka sugai ir nepietiekoša un, iespējams, neprecīza.

No rīcībā esošajām 330 būvdetaļu gadskārtu platuma rindām, 51 rinda attiecināta uz priedi, 118 rinda - uz egli un 161 rinda attiecas uz to būvdetaļu koksnes paraugiem, pēc kuriem koka sugas noteikšana nav veikta. Pēc Arheoloģijas institūta (Maskavā) dendrohronologu konstatējuma, priedes būvkoki plaši izmantoti to celtnu būvē, kuras atklātas tikai viena, t.i., CI izrakumu laukuma robežās, kur izrakumi norisinājās 1965. un 1966. gadā. Neskaitot atsevišķus liela apmēra priedes stumbra ēku stūra (?) paliktņus, citas priedes koka būvdetaļas nav uzrādītas. Šāda informācija rada zināmas šaubas par koka sugas noteikšanas rezultātu objektivitāti: rodas jautājums, kāpēc visā ezerpils pastāvēšanas laikā tās noteiktā, nelielā platībā visu apbūvju ēkas un to pamatklāsts būvēts no priedes koka, ja visā pārējā objekta platībā pamatklāsta un ēku celtniecībā, spriežot pēc saņemtās informācijas, izmantota galvenokārt egļu. Turklāt, koka sugu nosakot pēc koksnes anatomiskajām pazīmēm konstatēts, ka diviem no vēl

saglabātajiem identificētajiem koksnes paraugiem Arheoloģijas institūtā (Maskavā) tā noteikta nepareizi (egles koksne uzskatīta par priedes koksni). Diemžēl, sakarā ar koksnes paraugu trūkumu, lielākajai daļai būvdetaļu noskaidrot vai pārbaudīt koksnes atbilstību konkrētai koka sugai nebija iespējams.

- c) Rīcībā esošo gadskārtu platuma rindu skaita sadalījums pēc uzrādītās koka sugas un katrā rindā reprezentēto gadskārtu skaita, parādīts 5.2. attēlā,



5.2. attēls. Āraišu ezerpils būvdetaļu gadskārtu platuma rindu sadalījums garuma grupās (t.i., pēc gadskārtu platuma vērtību skaita)

- c) gadskārtu platuma rindu vērtību datorizēta pārbaude samērā daudzos gadījumos ļāva konstatēt mērīšanas laikā ieviesušās kļūdas vai to iespējamību, kā arī gadskārtu

iztrūkšanas gadījumus. Vairākos gadījumos precīza šo kļūdu vietas konkretizēšana laikrindā un to koriģēšana vairs nebija iespējama;

d) daudzas gadskārtu platuma rindas attiecās uz celtnēs vai kultūrslānī uzietām atsevišķām, vienotā konstrukcijā neatklātām būvdetaļām, tādējādi nebija veicama to relatīvā datējuma loģiskā kontrole attiecībā pret citu būvdetaļu relatīvo datējumu.

Vērtējot pēc gadskārtu skaita, aptuveni 42% gadskārtu platuma rindu uzskatāmas kā drošai sinhronizēšanai maz piemērotas vai nepiemērotas (reprezentēto gadskārtu skaits mazāks par 40). Kā viduvējas vērtējamas aptuveni 34% gadskārtu platuma rindu (gadskārtu skaits ap 40 - 60), un tikai 24% rindu vērtējums ir vidēji labs vai labs (gadskārtu skaits pārsniedz 60). Šis iedalījums rindu kvalitāti gan raksturo nosacīti, jo kā minēts iepriekš (86. lpp.), gadskārtu platuma rindas vērtību lielāks skaits drošākus sinhronizēšanas rezultātus vienmēr negarantē. Tomēr kopumā Āraišu ezerpils būvdetaļu gadskārtu platuma rindu kolekcija jāvērtē kā dendrohronoloģiskai datēšanai maz piemērots materiāls. Tas zināmā mērā atklāj agrāk veiktajās Āraišu ezerpils celtnu būvdetaļu dendrohronoloģiskās datēšanas reizēs gūto nepārlicinošo rezultātu cēloni.

### 5.1.1.3. Āraišu ezerpils dendrohronoloģisko datu apstrādes metodika.

Nemot vērā minēto mērījumu datu analīzes rezultātu lielo nozīmīgumu un tanī pat laikā - jau iepriekš novērtēto šo datu samērā vājo kvalitāti, to apstrādei un analīzei tika izvēlēta īpaša pieeja.

Jāuzsver, ka dotajā gadījumā zemas kvalitātes un pārsvarā nepārbaudāmu gadskārtu platuma datu dendrohronoloģiskā analīze uzskatāma par netipisku un no iegūstamo rezultātu objektivitātes vērtēšanas viedokļa, tā bija riskanta. Ar iepriekš minēto īpašo pieeju jāsaprot datēšanas metodika, kura no klasiskās atšķiras ar arheoloģiskajai informācijai un konkrētajām tehniskajām iespējām pielāgotām, noteiktā secībā veiktām datu un to analīzes starprezultātu papildus pārbaudēm. Tās pielietotas, lai garantētu pēc iespējas kvalitatīvāku, precīzāku un pamatojamo galarezultātu iegūšanu. Lai varētu apliecināt tālāk uzrādīto rezultātu objektivitāti, Āraišu ezerpils dendrohronoloģisko datu apstrādes metodika aprakstīta sīkāk (pārējo tālāk pieminēto Latvijas vēsturisko objektu koka būvdetaļu gadskārtu platuma rindu datēšanas procesā pārbaudes varēja veikt mazākā apjomā, un to detalizētāks apraksts šajā darbā atkārtoti netiks sniegts).

Vispirms visas dažādos laikos iegūtās Āraišu ezerpils būvdetaļu gadskārtu platuma rindas tika pārbaudītas, lai konstatētu un, ja iespējams, novērstu varbūtējās gadskārtu platuma mērīšanas laikā ieviesušās kļūdas. Izmantojot oriģinālo programmu SAKORE V.3, visi faili, kas satur divos vai vairākos radiālos virzienos mērītu gadskārtu platuma datus, tika sadalīti atsevišķos, katram radiālajam virzienam atbilstošos failos. Savstarpēji salīdzinot gadskārtu platuma mērījumu datu rindas, kuras atbilst viena parauga dažādiem radiāliem virzieniem, nereti tika atklāta kādas rindas posma nobīde. Tā liecināja par datu rindas nobīdītā posma sākumpunktam atbilstošās gadskārtas platuma vērtības iztrūkumu, neievērošanu mērīšanas laikā vai, gluži pretēji, par šūnu sablīvējuma kārtas kļūdainu uzskatīšanu par gadskārtas vēlinās koksnes daļu. Ja gadskārtu platums koksnes paraugam bija mērīts 3 vai 4 radiālos virzienos, tad bija iespējams ne vien konstatēt mērīšanas laikā pieļautu kļūdu raksturu, bet varēja tās lokalizēt un izlabot. Mērījumos, kas vienam koksnes paraugam veikti divos radiālos virzienos, kļūdas mēģināja noteikt, konkretizēt un novērst nākamajā pārbaudes posmā.

Otrajā pārbaudes posmā, pielietojot programmu SAKORE V.3, savstarpēji salīdzināja katra koksnes parauga gadskārtu platuma rindas, kas iegūtas dažādās mērīšanas reizēs. Rezultāti apstiprināja, ka vienā radiālā virzienā mērīta gadskārtu platuma rindā, salīdzinājumā ar rindu, kas satur diviem un vairāk radiāliem virzieniem atbilstošus vidējos mērījumus, biežāk paliek nepamanītas kļūdas, kas ieviesušās mērīšanas laikā. Bez tam šīs rindas vērtības dažkārt arī stipri atšķiras no attiecīgā parauga vairākos radiālos virzienos mērītu gadskārtu vidējā platuma rindas datiem (zīmju testa līdzības koeficients mazāks par 0,70). Vairumā gadījumu gadskārtu vidējā platuma rinda koka ikgadējo radiālo pieaugumu atspoguļo ievērojami precīzāk.

Šķērsdatēšanas sākumposmā neizmantoja gadskārtu platuma rindas, par kuru pareizību tieši pārliecināties nebija iespējams. Tāpēc šajā izpētes posmā analīzei pagaidām neizmantoja, piemēram, tādu gadskārtu platuma rindu, kas vienīgā attiecās uz kādu no būvdetaļām un kura sastāv tikai vienā radiālā virzienā mērītu gadskārtu platuma datiem.

Pirms standartizācijas procesa vairākām turpmākai analīzei par derīgām atzītajām gadskārtu platuma vai to vidējo vērtību rindām tika noņemta viena līdz dažas koka veģetatīvās augšanas stadijas sākumposmā veidojušos sākotnējo gadskārtu platuma vērtības, kuras to rindā pārāk krasi atšķīrās no tām sekojošām vērtībām. Jāpaskaidro, ka priedēm un eglēm augšanas gaitas reprodukcijas stadija, kurā veidojušās gadskārtas limitejošo faktoru ietekmē ataino visprecīzāk, sākas tikai ap 20, dažkārt tikai ap 30 gadu

vecumu. Ja gadskārtu platuma rindas ir īsas, kā tas ir dotajā gadījumā, koku veģetatīvajā augšanas stadijā veidojušos gadskārtu relatīvi lielais īpatsvars var būt iemesls gadskārtu platuma indeksu rindu līdzības ievērojamam samazinājumam. Šajā ontogēneses stadijā, kad jaunie kokaugi piemērojas apkārtējai videi, bieži novērojama gan gadskārtu platuma svārstību palielināta amplitūda, gan vairāk izteikts individuāls raksturs.

Dažkārt tāpat tika noņemta arī koka augšanas beidzamajai sezonai atbilstošā gadskārtas platuma vērtība, ja varēja secināt, ka šī gadskārta ir bijusi nepilnīgi attīstīta (vasaras sākumā vai koka atmiršanas stadijā). Pēdējā gadījumā dažreiz neizmantoja pat vairāku slikti attīstījušos pēdējo gadskārtu platuma mērījumus. Noņemto gadskārtu skaitu, protams, ievēroja, nosakot attiecīgo būvdetaļu datējumus. Minētās vērtības noņemtas, lai, pirmkārt, palielinātu gadskārtu platuma indeksu rindu sinhronajam savietojumam atbilstošo līdzības rādītāju vērtības un, otrkārt, lai šīs stipri atšķirīgās, vides faktoru ietekmi neobjektīvi atspoguļojošās gadskārtu platuma vērtības vēlāk nelabvēlīgi neietekmētu arī indeksu vidējo vērtību rindu vai dendrochronoloģisko skalu. Šīs darbības negatīvā puse bija tā, ka dažas jau tā īsās gadskārtu platuma rindas tika saīsinātas vēl vairāk.

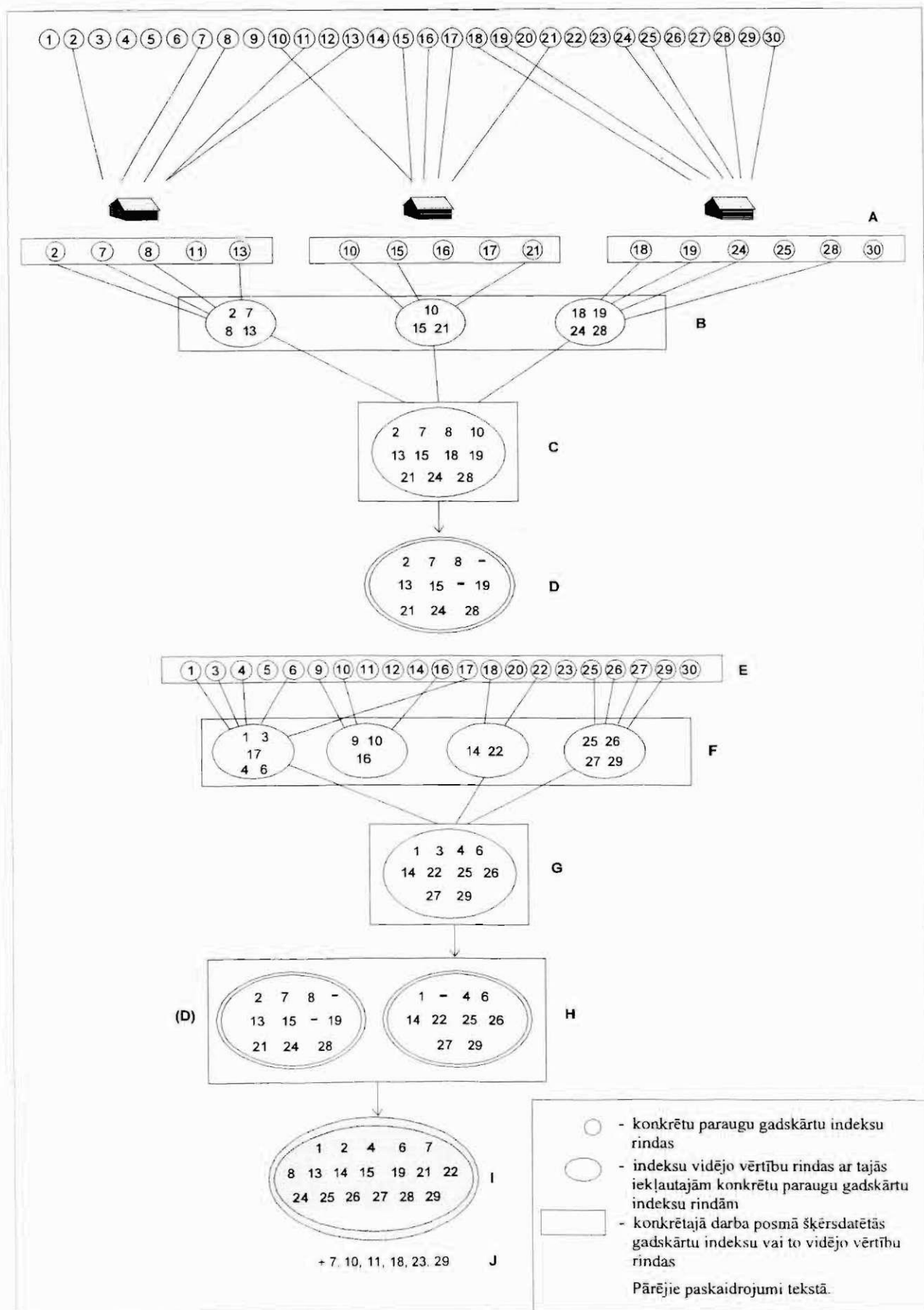
Vispirms sāka sinhronizēt tikai tās gadskārtu platuma rindas, kuras arheoloģiski noteiktas kā ezerpils I apbūves konkrētu celtnu būvdetaļas. Šo izvēli noteica divi apsvērumi: 1) I apbūves celtnu būvdetaļu gadskārtu platuma rindas iegūtas visvairāk, līdz ar to tās lielākā skaitā attiecās arī uz vienu to pašu būvkonstrukciju. Tas deva lielākas cerības sekmīgi veikt to datējumu loģisko kontroli (varbūtība, ka vienā būvkonstrukcijā izmantoti īsā laikā cirsti un līdzīgos augšanas apstākļos auguši koki, ir vislielākā); 2) Āraišu ezerpils teritorijā zem I apbūves celtnu paliekām vēl agrākas apbūves vai senākas apdzīvotības pēdas netika konstatētas (Apals, 1987), un tas deva papildus pamatojumu pieņēmumam, ka I apbūves būvkonstrukcijās būs vairāk sastopamas būvdetaļas no samērā īsā laikā (galvenokārt 1 gada laikā) cirstiem būvkokiem. Tātad varēja uzskatīt, ka šajās būvēs nav atkārtoti izmantoto būvdetaļu, kuras darinātas no kaut kad agrākos gados cirstiem būvkokiem. Tajās varēja būt vienīgi remonta laikā, t.i., no vēlākos gados cirstiem kokiem izgatavotas un iebūvētas būvdetaļas.

Sākotnēji par savstarpēji sinhronām tika atzītas tikai tās gadskārtu indeksu rindas, kuras atbilst šādiem četriem nosacījumiem:

1. tās attiecas uz vienu un to pašu būvkonstrukciju vai celtni;

2. rindu varbūtējam sinhronajam savietojumam vienlaikus atbilst statistiski būtisks korelācijas koeficients, zīmju testa līdzības koeficients, kā arī indeksu rindu grafisko attēlu vizuālās līdzības novērtējums;
3. iegūtie rindu šķērsdatēšanas rezultāti, veicot vienas būvkonstrukcijas visu varbūtēji sinhrono būvdetaļu gadskārtu indeksu rindu kompleksu salīdzināšanu ar datorprogrammu COFECHA, nav savstarpēji pretrunīgi;
4. vienas būvkonstrukcijas vai celtnes būvdetaļām konstatēts vienāds relatīvais datējums vai arī tā atšķirības nepārsniedz 1 - 3 gadus (šāda vienas, īpaši pirmās apbūves celtņu būvdetaļu relatīvā datējuma atšķirība apšaubāma vismazāk, jo 1 - 3 gadi var būt reāls konkrētās apbūves celtņu būvēšanas ilgums vai arī šādas atšķirības cēlonis bieži vien ir ārējo gadskārtu iztrūkums attiecīgajos koksnēs paraugos).

Katrai konkrētai ezerpils I apbūves ēkai vai citai konstrukcijai atbilstošās gadskārtu indeksu rindas (5.3. att.: A), kuras atbilst visiem iepriekš minētajiem nosacījumiem, apvienoja šīs būves gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindā (5.3. att.: B). Pēc tam, salīdzinot iegūtās indeksu vidējo vērtību rindas, būtībā tika noteikts būvju savstarpējais relatīvais datējums un vienlaikus pārbaudīti attiecīgo būvdetaļu relatīvās datēšanas rezultāti. Ja vienas konstrukcijas visām pārbaudītajām būvdetaļām konstatēja vienādu relatīvo datējumu vai tas atšķīrās ļoti maz (par 1 - 3 gadiem) un turklāt, ja atsevišķu celtņu indeksu vidējo vērtību rindu līdzības rādītāju vērtības rindu varbūtēji sinhronajā savietojumā bija ievērojami palielinājušās, salīdzinot ar atsevišķu būvdetaļu gadskārtu indeksu rindu līdzības rādītāju vērtībām, tad to uzskatīja par pazīmi, ka līdzšinējais darba posms veikts bez kļūdām. Šis pieņēmums papildus pārbaudīts ar datorprogrammu COFECHA: par savstarpēji šķērsdatētām uzskatītās gadskārtu indeksu rindas apvienoja vienā kopējā ezerpils I apbūves celtņu būvdetaļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindā un tad katru no tajā iekļautajām atsevišķo indeksu rindām salīdzināja ar šo indeksu vidējo vērtību rindu, no kuras iepriekš noņemta konkrētās pārbaudāmās indeksu rindas ietekme (5.3. att.: C). Indeksu rindas salīdzinātas to visā garumā, bet garākās rindas - arī pa 50 vērtību gariem posmiem, pārbaudī atkārtojot, ik pēc indeksu rindu 25 vērtību soļa. Ja konstatēja, ka kādas indeksu rindas posms, kura garums ir vismaz 1/3 no šīs rindas kopgaruma, noteiktajā sinhronajā savietojumā ar I apbūves kopīgo indeksu rindu uzrāda zemāku korelācijas koeficientu par 0,4, tad šo rindu līdzīgāko rindu skaitā tomēr

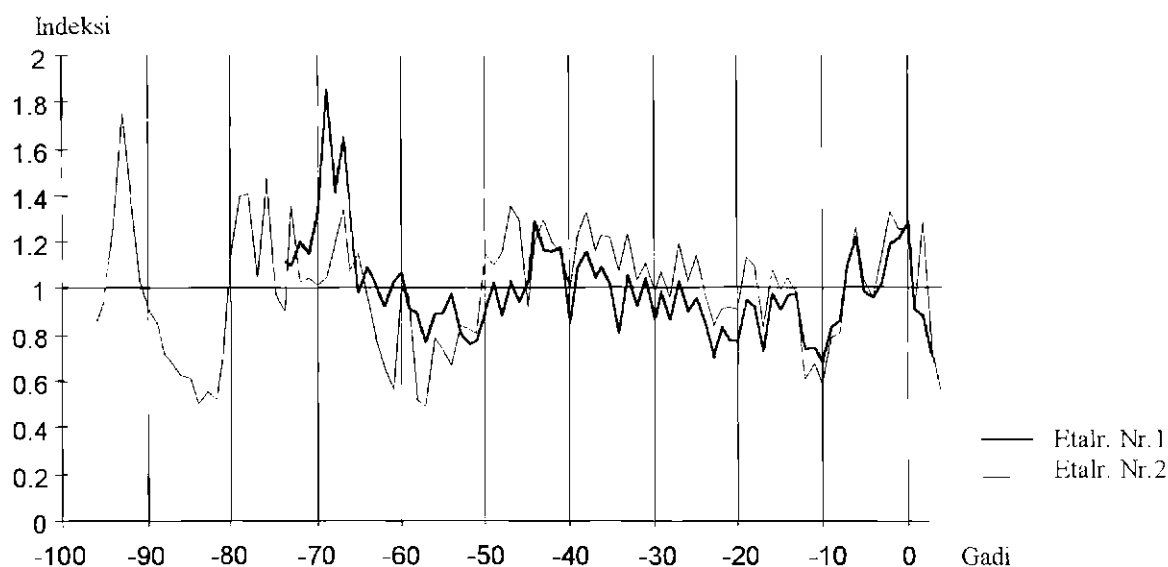


5.3. attēls. Āraišu ezerpils I apbūves celtnu būvdetaļu šķēršdatēšanas un tās rezultātu pārbaudes principiālā secība (būvdetaļu gadskārtu indeksu rindu apzīmējumi nosacīti)

neieskaitīja, bet gan iekļāva nākamajā datēšanas posmā pārbaudāmo rindu skaitā. Savukārt, līdzīgākās indeksu rindas (kopskaitā 28) ar datorprogrammas ARSTAN palīdzību tika apvienotas kvalitatīvā indeksu vidējo vērtību rindā, kura nodēvēta par Āraišu ezerpils I apbūves *indeksu 1. pakāpes etalonrindu Nr.1* (5.3. att.: D).

Nākamajā darba posmā savstarpēji tika salīdzinātas ezerpils I apbūves pārējo būvdetaļu par nekļūdīgām atzītās gadskārtu indeksu rindas, t.i., gan tās, kuras pēc arheoloģiskās informācijas attiecināmas uz dažādām būvēm, gan arī tās indeksu rindas, kuras attiecās uz vienu celtni, bet kuru līdzības rādītāji novērtēti kā pietiekami augsti, lai tās iekļautu indeksu 1. pakāpes etalonrindā Nr.1 (5.3. att.: E). Tā tika noskaidroti uz ezerpils I apbūvi attiecināmu līdzīgu gadskārtu indeksu rindu pāri vai grupas, kuros apvienoto gadskārtu indeksu rindu varbūtējo sinhronitāti, pamatojoties uz argumentu par attiecīgo būvdetaļu piederību vienai un tai pašai celtni, konkrētajā savietojumā vairs nevarēja pārbaudīt. Par indeksu rindu sinhronitāti dotajā rindu savietojumā vajadzēja spriest, vadoties pēc to līdzības rādītāju augstajām vērtībām, grafisko attēlu vizuālās līdzības un pēc noteiktā vienādā vai laika ziņā tuvā varbūtējā relatīvā datējuma. Pēc tam katrā indeksu rindu pāri vai grupā iedalītās laikrindas apvienoja indeksu vidējo vērtību rindās un savstarpējo līdzību noteica un pārbaudīja arī starp tām (5.3. att.: F). Rezultātā varēja nodalīt tās indeksu vidējo vērtību rindas, kas izteiktu līdzību uzrādīja vēlamajā laika ziņā savstarpēji vienādajā vai maz atšķirīgajā savietojumā. Analogi kā iepriekšējā darba posmā, konkrēto būvdetaļu gadskārtu indeksu rindas, no kurām iegūtas par līdzīgākajām novērtētās indeksu vidējo vērtību rindas, to varbūtējā sinhronajā savietojumā ar programmu COFECHA vēl apvienoja kopējā indeksu vidējo vērtību rindā (5.3. att.: G), un papildus salīdzinot šo atsevišķo paraugu gadskārtu platuma rindu 50 vērtības garos posmus ar iegūto indeksu vidējo vērtību rindu, noskaidroja savstarpēji vislīdzīgāko indeksu rindu otru grupu. No šīs indeksu rindu izlases (kopā 15 rindas) ar programmu ARSTAN sākumā izveidoja, attiecīgi, I apbūves celtnu otru indeksu vidējo vērtību rindu jeb I apbūves *1. pakāpes etalonrindu Nr.2* (5.3. att.: H). Etalonrindu Nr.1 un Nr.2 grafiskie attēli, īpaši to labās puses daļas, kuras reprezentē gadskārtu indeksu rindu lielāku skaitu, iegūti izteikti līdzīgi (5.4. att.). Tajās esošo visu indeksu rindu vērtības pa gadiem tika apvienotas vienā kopīgā indeksu vidējo vērtību rindā - I apbūves *2. pakāpes etalonrindā* (5.3. att.: I).





5.4. attēls. Āraišu ezerpils I apbūves 1. pakāpes t.s. etalonrindu Nr.1 un Nr. 2 grafiskie attēli to sinhronajā savietojumā

Indeksu vidējo vērtību atlikušo nesinhronizēto rindu (5.3. att.: F [rinda 9-10-16]) atšķirību no sinhronizētajām rindām var izskaidrot divējādi: attiecīgo, pirms daudziem gadsimtiem augušo koku ikgadējo pieaugumu, iespējams, spēcīgāk ietekmējis tiem kopīgs, bet pēc rakstura izteikti lokāls faktors, vai arī - analizētās laikrindas faktiski attiecas uz vēlāka, t.i., uz remonta vai pat citas apbūves laika būvdetaļām. Daudzos gadījumos noteikt šādu būvdetaļu gadskārtu indeksu rindu relatīvo datējumu, tās salīdzinot ar rindām, kuras attiecas uz I apbūvi, arī turpmākos mēģinājumos nebija iespējams. Izskaidrojums: diviem būvperiodiem atbilstošo laikrindu savstarpējais pārklājums sinhronajā savietojumā to sinhronizēšanai faktiski bija pārāk īss vai pat katra no šīm rindām attiecās uz atsevišķu, no otra šķirtu laikposmu.

Tām indeksu rindām, kurām konstatēta izteikta līdzība tikai ar vienu vai tikai dažām citām indeksu rindām, bet salīdzinājumā ar kopīgo t.s. etalonrindu līdzības rādītāji ir zemāki, tika noteikts relatīvais datējums, bet kopīgajā etalonrindā - topošajā objekta hronoloģiskajā rindā - tās neiekļāva (5.3. att.: J). Tas tika darīts, lai etalonrindā būtu precīzāk atsoguļotas tās indeksu vērtību svārstības, kas raksturīgas vairumam no sinhronizētajām laikrindām.

Nākamajā darba posmā sākumā galvenais uzdevums bija noskaidrot līdzīgo indeksu rindu pārus vai grupas starp II un III apbūves atsevišķu celtņu būvdetaļu gadskārtu indeksu rindām. Indeksu rindu sinhronizēšanas kārtība bija līdzīga iepriekš aprakstītajai: vispirms ieguva atsevišķu celtņu vidējo vērtību rindas, tās, savukārt, mēģināja sinhronizēt gan savstarpēji, gan salīdzinājumā ar I apbūves 2. pakāpes etalonrindu, un visas līdzīgākās šķērsdatētās rindas tika izmantotas ezerpils *3. pakāpes etalonrindas*, t.i., *relatīvās hronoloģiskās skalas* jeb *hronoloģijas* iegūšanai.

Izmantojot jauniegūto hronoloģiju, izdevās sinhronizēt arī dažas iepriekš par kļūdainām novērtētās indeksu rindas: attiecībā pret hronoloģiju tām skaidri atklājās trūkstošās vai lieki pierakstītās gadskārtas indeksu vērtības vieta, kuru sākumā nevarēja lokalizēt vai pat konstatēt, šīs rindas savstarpēji salīdzinot tikai ar citām atsevišķu būvdetaļu gadskārtu indeksu rindām.

#### 5.1.1.4. Būvdetaļu datēšanas rezultāti.

Analīzes darba beigās visas rīcībā esošās Āraišu ezerpils būvdetaļu gadskārtu indeksu rindas varēja iedalīt 4 grupās:

- a) šķērsdatētās, hronoloģijā iekļautās indeksu rindas,
- b) šķērsdatētās, bet hronoloģijā neiekļautās rindas,
- c) pagaidām nedatētās rindas un
- d) kļūdainās un ļoti īsās, praktiski datēšanai nederīgās rindas.

Kā atzīmēts iepriekš, šķērsdatētās indeksu rindas attiecas galvenokārt uz ezerpils I apbūves celtņu būvdetaļām (5.2., 5.5. tab.; 5.5., 5.8. att.). Ezerpils I apbūves būvdetaļu relatīvie datējumi, kas uzrādīti 5.2. tabulā, ļauj aptuveni iztēloties ezerpils sākotnējās būvniecības gaitu.

Pamatklāsta un arī vairāku ēku būvdetaļām izlietoti būvkoki, kas cirsti vienā un tajā pašā gadā, kurš nosacīti apzīmēts par 0. (t.s., nullto) gadu. Konstatējums, ka šajā gadā cirstie būvkoki izlietoti arī ezerpils pirmajām ēkām, netieši liecina par to, ka no vienlaikus cirstiem būvkokiem bijusi veidota visa apbūves pamatu konstrukcija: gan pamatu režģis (jeb režģogs), gan arī viss pamatklāsts. Šāds datējums vēl vismaz divām būvdetaļām norāda uz to, ka tā paša gada būvkoki izlietoti ejas būvei, kura veidota ap ēku kompleksu

**Āraišu ezerpils I apbūves dažādas nozīmes ēku un citu būvju egles koka būvdetaļu  
relatīvās datēšanas galvenie rezultāti**

Celtnu reģistrācijas Nr. (to izkārtojuma secībā)	Celtni reprezentējošo gadskārtu platuma rindu skaits	Relatīvi datēto būvdetaļu skaits un reģistrācijas Nr.	Būvdetaļu relatīvais datējums	Gadskārtu skaits nedatētajās būvdetaļās
1	2	3	4	5
102	4	1: 341	0	42, 39, 22
78 (I vai II apbūve)	7 + 1(?)	2: 139, 168	+1, 0	85 <sub>st</sub> , 54 <sub>st</sub> , 44 <sub>st</sub> , 43, 34, 30
79	3 + 1 (?)	0	-	54, 40, 36, 34
117	0	0	-	-
101	0	0	-	-
100	3 + 1(?)	1: 344	0	43, 35, 30#
99	12	9: 314, 345, 349, 371, 372, 373, 385, 350, 369	0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, +1	61, 28, 27
108	1	0	-	70
107	5	4: 364, 171, 178, 366	-4, 0, 0, 0	31
106	5	4: 359, 368, 358, 360	-2, -1, 0, 0	44
105	8	3: 353, 355, 356	0, 0, 0	53, 48, 34, 27, 19
103	2 + 2(?)	1: 432	+1	86, 36, 32
104	1 + 1 (?)	0	-	42, 34
109	1	0	-	35
98	0	0	-	-
116	2	0	-	33, 29
115	0	0	-	-
114	7 + 6(?)	5: 84, 103, 384, 225, 383	0, 0, 0, 1, 1	162, 140, 105#, 73, 65#, 37, 27, 27

## 5.2. tabulas turpinājums

1	2	3	4	5
113 (priede)	(skat. 5.5. tab.)			
112	13 + 1(?)	3: 379, 115, 377	-3, 1, 1	67, 36, 35, 33, 32, 30, 30, 26, 25, 21, 16
111	12	8: 389, 390, 404, 413, 81, 388, 82, 80	-1, 0, 0, 0, +1, +1, +2, +3	56, 79, 35, 27
110	2	0	-	60, 29
97	4	2: 295, 296	0, 0	58, 39
Pamatklāsts:				
zem 107. ēkas	4	4: 172, 175, 176, 177	0, 0, 0, 0	-
zem 111. ēkas	1	1: 348	0	-
zem 2. ieliņas	1	1: 174	0	-
zem 78. ēkas	1	1: 173	0	-
neuzrādīta vieta	1	1: 87	0	-
Apkārtēja	2	2: 392, 394	0, 0	
Atsevišķas būvdetaļas	1 + 1(?)	2: 411, 423	-1, +4	-
<b>KOPĀ</b>	<b>117</b>	<b>55</b>		

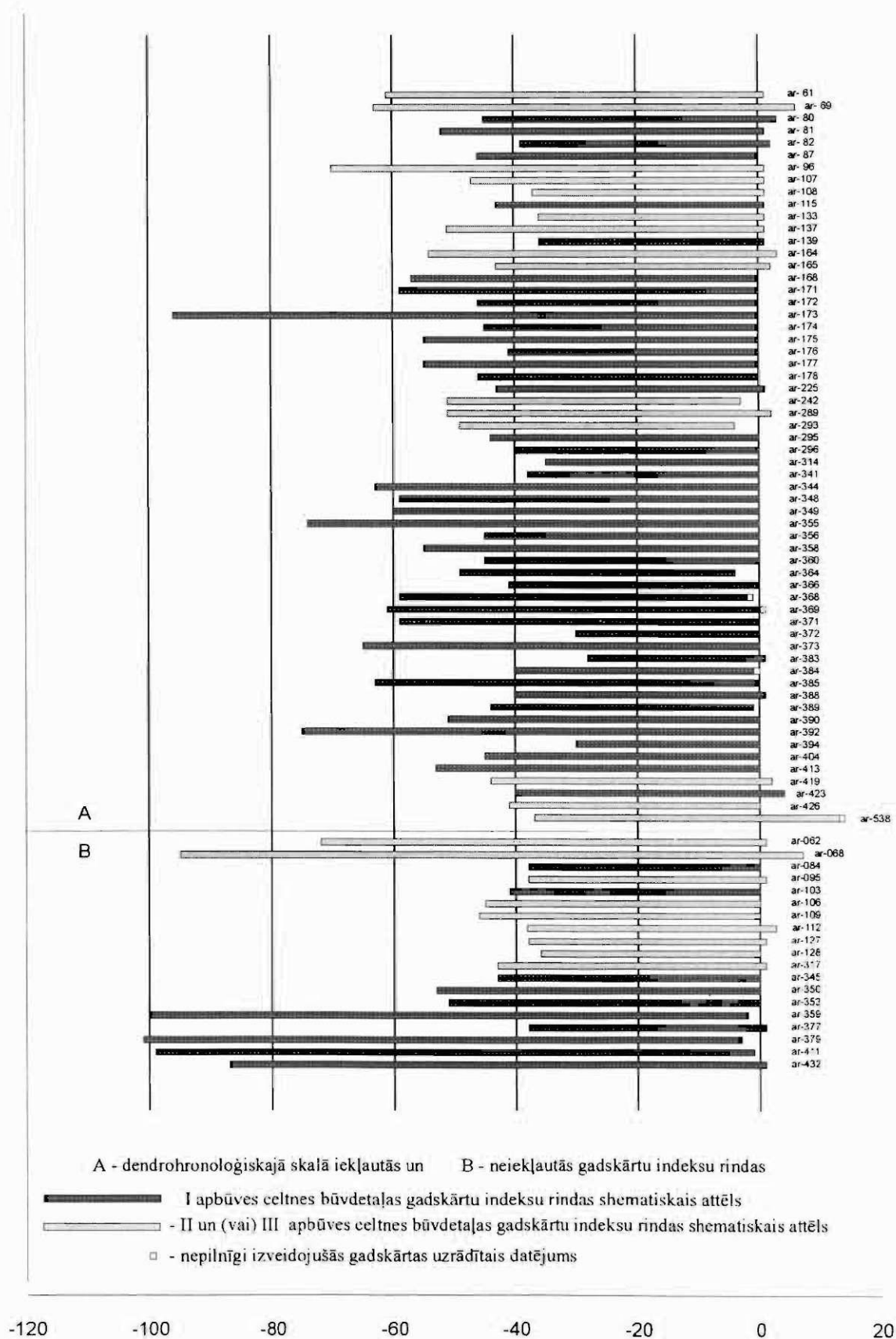
Apzīmējumi:

(?) - būvdetaļu atbilstība I apbūvei nav bijusi skaidri nosakāma;

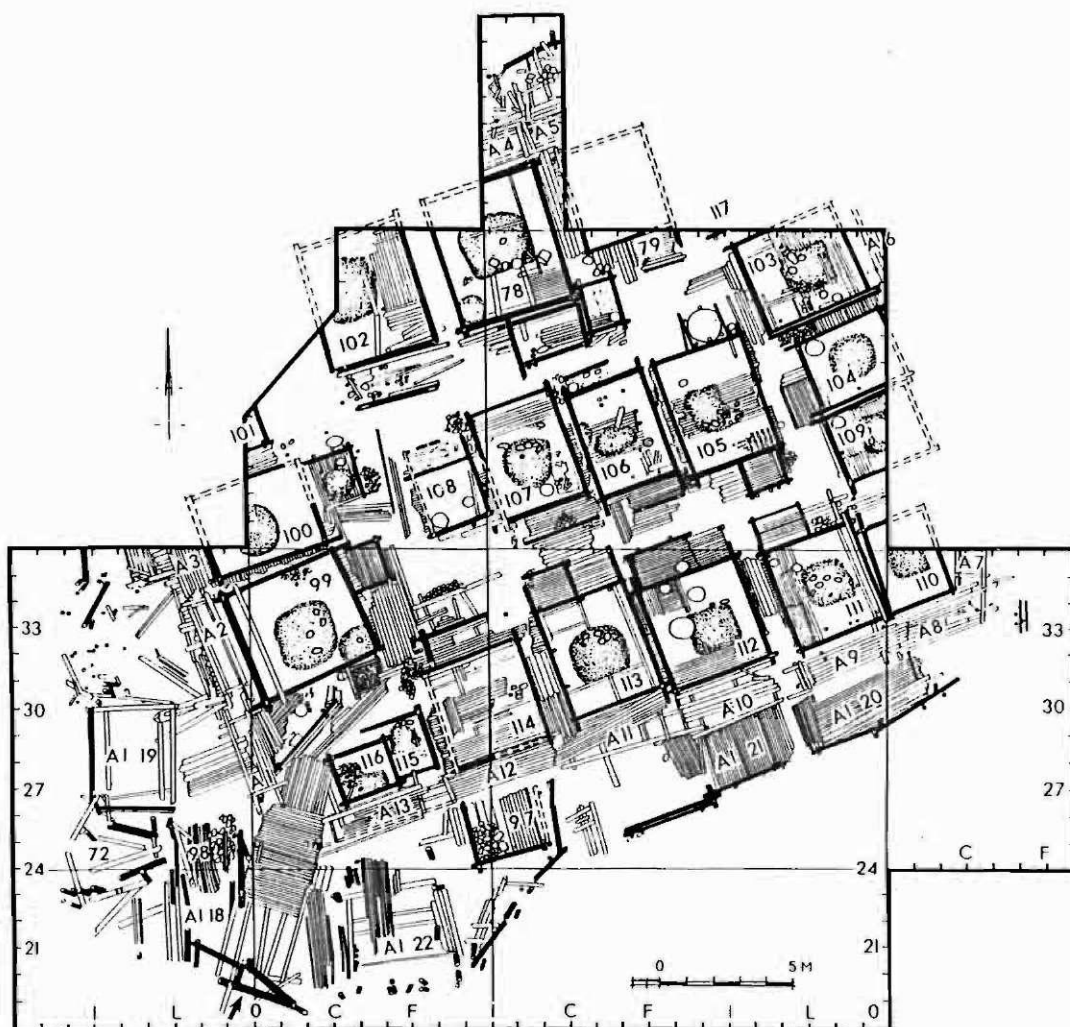
# - gadskārtu indeksu rindā konstatēta mērīšanas kļūda;

st - gadskārtu indeksu rinda ar ļoti individuāla rakstura trendu.

(tāpēc nodēvēta par apkārteju). Tā kā 0. gadā cirstie būvkoki izlietoti arī I apbūves pirmajās ēkās, jāsecina, ka ezerpils būvniecībai šajā gadā sagādātais koka būvmateriālu apjoms bijis visai liels (pēc autora aplēses izrakumos atklāto Āraišu ezerpils I apbūves būvju un ēku būvē kopā izlietots aptuveni 600 m<sup>3</sup> koksnes (Zunde, 1999), bet, savukārt, pēc arhitekta Dz. Dribas aprēķina - ap 1000 m<sup>3</sup> koksnes (Apals, 1996a)).



5.5. attēls. Egles būvdetaļu gadskārtu indeksu rindu relatīvo datējumu histogramma (rindu shematisko grafisko attēlu sinhronais savietojums)



Ēkas reģistrācijas numurs apzīmēts ar skaitli tās kontūrā.

5.6. attēls. Atklāto Āraišu ezerpils I apbūves celtnu plānojums.  
(no: Apals, 1987)

Ēku būvdetaļu relatīvais datējums ļauj konstatēt, ka Āraišu ezerpils I apbūve veidota, vispirms uzbūvējot tās centrālās daļas ēkas (5.6. att.). Pēc pašreizējiem izpētes rezultātiem var spriest, ka no 0. gadā cirstiem būvkokiem būvētas ēkas Nr. 99, 100, 105, 106, 107, domājams, arī nelielā ēka Nr. 108. Te jāpiebilst, ka vairāku ēku būvdetaļu datējumu +1 nevar viennozīmīgi skaidrot kā liecību tam, ka konkrēto būvdetaļu izgatavošanai būvkoki cirsti nākamajā kalendārajā gadā. Ļoti iespējams, ka daļa būvkoku cirsti ziemā - agri pavasarī, bet citi - jau norisinoties būvniecībai, t.i., tā paša gada vasarā. Lai gan šajā gadījumā būvkoki cirsti vienā kalendārā gadā, taču vasarā cirstajiem kokiem jau izšķirama vēl viena, dažreiz vēl nepilnīga konkrētajā veģetācijas sezonā veidojusies gadskārta. Iespējami vēl 2 citi varianti: a) ēka būvēta 2 kalendāros gados vai tikai 2. gadā no abos gados cirstiem būvkokiem un b) kādiem no vēlāk sagādātu būvkoku koksnes paraugiem ārējā, nepilnīgi izveidojusies gadskārta mērīšanas vietā nav saglabājusies vai nav ņemta vērā. Visos gadījumos relatīvais datējums ar negatīvu zīmi norāda uz attiecīgās būvdetaļas koksnes parauga ārējo gadskārtu iztrūkumu.

Visu pārējo reprezentēto I apbūves ēku būvdetaļām izmantoti ne vien 0., bet +1. gadā cirsti būvkoki. Spriežot pēc ēku izvietojuma, iepriekš minētais, jādome, attiecas arī uz 102. ēku, lai gan tās vienīgās nodatētās būvdetaļas relatīvais datējums ir 0. gads. Raksturīgi, ka būvdetaļas ar relatīvo datējumu +1. gads attiecas uz I apbūves perifērijas daļā esošajām ēkām. Tas ir pamats secinājumam, ka šo ēku celtniecība tomēr nobeigta vēlāk nekā centrālo ēku celtniecība.

Ēkas Nr.111 būvdetaļa ar relatīvo datējumu +3. gads attiecas uz ēkas atkārtotu grīdojumu, bet datējums +2. gads - uz tās atkārtota grīdojuma balsta kluci, līdz ar to abām būvdetaļām datējums uzskatāms par reālu.

No koksnes gadskārtu platuma 124 rindām, kuras varēja attiecināt uz ezerpils I apbūves konkrētām ēkām vai citām konstrukcijām, relatīvi datētas 62 rindas (50%) (5.2., 5.5. tab.). Datēto laikrindu samērā nelielā procentuālā skaita galvenie cēloņi uzrādīti 122. - 124. lpp. Neraugoties uz to, iegūtie rezultāti ļauj konstatēt, ka visa Āraišu ezerpils I apbūve, atskaitot dažas saimnieciskas nozīmes palīgbūves, izveidota īsā laikā: ilgākais divos gados. Novērtējot ezerpils pamatu konstrukcijas un I apbūves ēku būvniecības darba lielo apjomu, jāsecina, ka tas bija veicams samērā lielā steigā. Pieļaujams, ka vairāk domājot par īsā laikā padarāmā darba apjoma ātru īstenošanu, senie namdari nepievērsa vajadzīgo uzmanību ezerpils atrašanās vietas fizikāliem apstākļiem, un tos pietiekami

nenovērtējot, darbu veica mazāk kvalitatīvi, kā tas būtu nepieciešams. Šo pieņēmumu apstiprina ezerpils II apbūves celtnu būvdetaļu datējumi.

Uz II apbūvi attiecināto būvdetaļu skaits, salīdzinot ar I apbūves ēku būvdetaļu skaitu, ir ievērojami mazāks. Arheoloģiski fiksētas aptuveni 30 dažādas nozīmes II apbūvei varbūtēji piederošas ēkas. Pamatojoties uz arheoloģiskajos izrakumos iegūto informāciju, kopumā no visām rīcībā esošām laikrindām uz II apbūves ēkām attiecinātas 79 laikrindas. Tās nelielā skaitā pārstāv tikai aptuveni pusi no II apbūves visa ēku kompleksa (5.3. tab.). Šo ēku būvdetaļu gadskārtu platumā rindas, tikai ar dažiem izņēmumiem, ir īsas (vidējais gadskārtu skaits paraugā ir 45), vairākkārt mērījumu datus konstatētas mērīšanas laikā pieļautas kļūdas vai arī tie liecina par attiecīgo koku ikgadējā pieauguma stipri individuālu raksturu. Tāpēc savstarpēji šķērsdatēt izdevās tikai dažas rindas (5.3. tab.). Tām atbilstošo būvdetaļu relatīvais datējums sakrīt vai atšķiras no I apbūves ēku būvdetaļu datējuma tikai par 1 līdz 3 gadiem. Tomēr jārēķinās ar iespējamību, ka īsa laikrinda ar pārējām var būt līdzīga arī nesinhronā savietojumā. Ja pieņem, ka uz II apbūves ēkām attiecināto būvdetaļu relatīvās datēšanas visi rezultāti ir objektīvi, tad to interpretācijai var būt vairāki varianti:

- a) celtnē vai tās daļā pastāvējusi vienlaicīgi I un II apbūvē;
- b) II apbūves celtnē atkārtoti izmantotas iepriekšējās, t.i., I apbūves celtnes vēl labi saglabājušās būvdetaļas;
- c) II apbūves celtnes būvdetaļai nav saglabājušās ārējās gadskārtas (bieži vien pārmirkušās, daļēji trūdējušās, mīkstās ārējās gadskārtas norauj, paraugu mehāniski attīrot no tam pielipušās kultūrslāņa mitrās zemes);
- d) 54., 89. un 90. ēku atsevišķu, to skaitā arī priedes koka būvdetaļu relatīvais datējums (+3. gads) ļauj izteikt hipotēzi, ka II apbūves veidošana uzsākta 3 gadus pēc I apbūves veidošanas darbu uzsākšanas (5.3., 5.5. tab). Iepriekš minētais konstatējums, ka ezerpils I apbūve veidota ātri, varbūt pat nepietiekami pārdomāti, iespējams, dod izskaidrojumu un apstiprinājumu šai hipotēzei, ka II apbūvi vajadzēja veidot jau drīz, t.i., tikai pāris gadus pēc I apbūves celtnu kompleksa pabeigšanas. Būvdetaļas Nr.3 (no 90. ēkas) relatīvais datējums (+5. gads) ar minēto hipotēzi tiešā pretrunā nav: arheoloģisko izrakumu laikā konstatēts, ka būvdetaļas Nr.3, Nr.4, Nr.6 un Nr.7 ar vienādu varbūtību varēja piederēt gan II, gan III apbūves ēkai. Domājams, ka šī būvdetaļa (Nr.3) jau attiecas uz III apbūves ēku, lai gan pastāv iespēja, ka tā ievietota ēkā jau senāk, t.i., ēkas (konkrētajā gadījumā: grīdas) remonta laikā.



Līdzīgi uz II vai uz III apbūvi attiecināta kādas platformas būvdetaļa (Nr.69). Tās relatīvais datējums ir +6. gads. Arī šim datējumam, vadoties pēc hipotēzes par II apbūves veidošanas laiku, iespējami vairāki izskaidrojuma varianti:

- minētais datējums dod priekšstatu par II apbūves veidošanas ilgumu (tātad, attiecas vēl uz II apbūvi);
- tas relatīvi norāda celtnes remonta veikšanas laiku vai tas attiecas uz III apbūves veidošanas sākuma laiku.

5.3. tabula.

**Āraišu ezerpils II apbūves celtnu egles koka būvdetaļu relatīvās datēšanas galvenie rezultāti**

Celtnu reģistrācijas Nr. (to izkārtojuma secībā)	Celtni reprezentējošo būvdetaļu skaits	Relatīvi datēto būvdetaļu skaits	Būvdetaļu relatīvais datējums	Gadskārtu skaits nedatētajās būvdetaļās
1	2	3	4	5
77	2	0	-	39, 52
78 (I vai II apbūve)	(skat. 5.2. tab.)			
79 (I apbūves ēka)	“			
76	2 + 1(?)	0	-	70, 45, 35
75	2(?)	0	-	60, 28
54	9 + 1(?)	4: 242, 137, 165, 164	-3, +1, +2, +3	38, 36, 34, 30, 27, 27
83	6	0	-	62#, 42 <sub>st</sub> , 41#, 33, 31, 28
81	4	0	-	45#, 28, 14, 13
82	0	0	-	-
84	2(?)	0	-	35, 24
85, 71 - 74, 61, 69	0	0	-	-
90	12 (sk. 5.5. tab.)	4: 106, 109, 107, 108	0, 0, +1, +1	111#, 44, 41, 34, 34, 28, 27, 25
89	1(?)	1: 112	+3	-
88	1	0	-	87
86, 87, 70, 93	0	0	-	-

## 5.3. tabulas turpinājums

1	2	3	4	5
97 (I apbūves ēka)	(sk. 5.2. tab.)			
96	4 + 7(?)	1: 95	+1	72, 67#, 54, 47, 41, 38, 36, 30, 30, 28
95	4(?)	1: 61	+1	74, 46, 32
65	2(?)	1: 317	+1	24
94	0	0	-	-
12. platforma	1 + 3(?)	2: 96, 69	+1, +6	103, 41
10. vai 15. platforma	9(?)	1: 289	+2	65, 59, 48, 43, 40, 32, 28, 28
Kopā	73	15		

Apzīmējumi:

(?) - būvdetaļu atbilstība I apbūvei nav bijusi skaidri nosakāma;

# - gadskārtu indeksu rindā konstatēta mērīšanas kļūda;

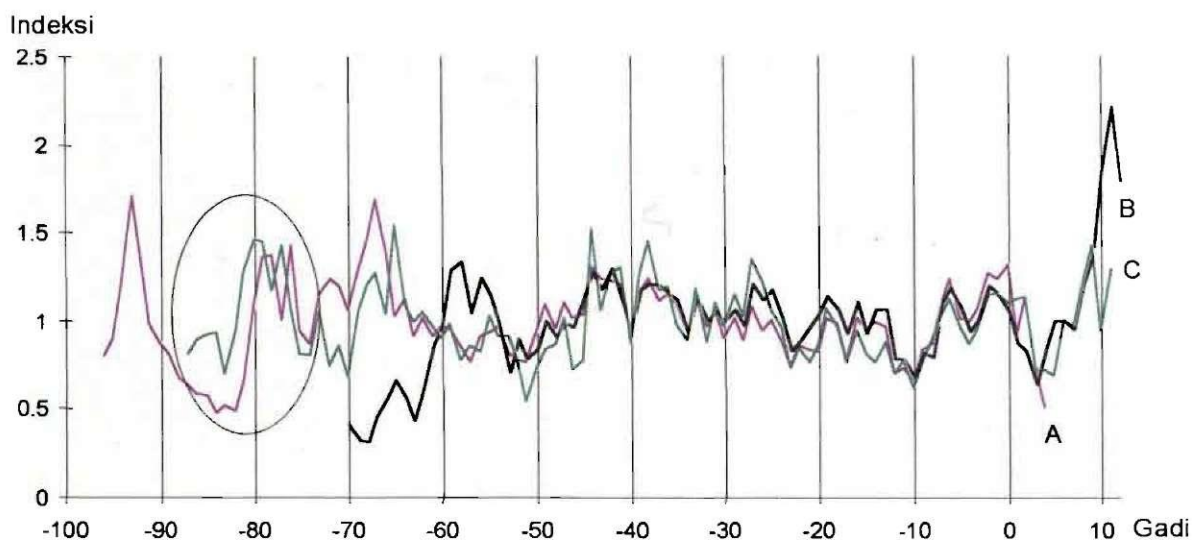
st - gadskārtu indeksu rinda ar ļoti individuāla rakstura trendu.

Pēdējais variants ir mazāk ticams: par to liecina būvdetaļas Nr.538 relatīvais datējums. Arī šīs būvdetaļas piederību II vai III apbūvei arheoloģisko izrakumu laikā skaidri noteikt nav bijis iespējams. Atbilstošā koksnes parauga gadskārtu platuma rinda nav gara (53 gadskārtu platuma dati), taču tās sākuma, t.i., senākam laikam atbilstošās daļas un pārējo nodatēto paraugu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu līdzība ir ļoti izteikta (ar I apbūves etalonrindu Nr.1  $t = 6,7$ ) savstarpējā savietojumā, kas atbilst relatīvajam datējumam +13. gads. Tā kā pārējām uz II apbūvi attiecinātām datētām būvdetaļām hronoloģiskais vecums ir noteikts senāks, tad ir iemesls uzskatīt, ka datējums +13. gads jau norāda laiku, kad notikusi ezerpils III apbūves ēku celtniecība, salīdzinot ar I apbūves celtniecības sākuma laiku (5.7. att.).

Būvdetaļas Nr. 62, 68, 127, 128, 133, 293, 419 un 426 arheoloģiski noteiktas kā vārbūtējas III konstrukciju būvdetaļas, taču dendrohronoloģiski to apstiprināt nevar. Iespējams, ka būvdetaļām nav saglabājušās ārējās gadskārtas, bet ticamāk, ka šīs būvdetaļas attiecas tomēr uz ezerpils I vai II apbūvi (5.5. att.).

Kopā relatīvi nodatētas Āraišu ezerpils I - III apbūves celtnu 79 egles koka būvdetaļas. Hronoloģiskajā skalā pa gadiem apvienotas vērtības tikai no 60 indeksu rindām. Pārējām 19 indeksu rindām to relatīvais datējums ir noteikts (5.5. att.), bet hronoloģiskajā skalā to vērtības nav iekļautas attiecīgo koku ikgadējās augšanas gaitas specifiskā rakstura dēļ (5.4. tab.).

Āraišu ezerpilij vēl atsevišķi izstrādāta otra hronoloģiskā skala, kura apvieno priedes koksnes paraugu gadskārtu indeksu rindu datus (5.7. att., 5.6. tab.).



- A - I apbūves egles dendrohronoloģiskā skala;
- B - II + III apbūves egles dendrohronoloģiskā skala (538. parauga +13. gada nepilnīgi izveidojušās gadskārtas platuma indeksa vērtība nav iekļauta);
- C - priedes dendrohronoloģiskā skala;
- - posms, kurš liecina par varbūtēju mērīšanas kļūdu vienā no indeksu rindām

5.7. attēls. Āraišu ezerpils I un II + III apbūves egles, kā arī priedes hronoloģisko skalu grafisko attēlu kopskats to sinhronajā savietojumā

5.4. tabula.

### Āraišu ezerpils egles hronoloģiskā skala

Program ARSTAN  
Chronology AR60 Std: Āraišu ezerpils. Egls (Picea abies)

Date	Gadskārtu indeksi (x 1000)										Paraugu skaits										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	
-96					803	906	1226	1713	1345	989						1	1	1	1	1	1
-90	868	811	679	639	584	577	470	519	482	657	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-80	1106	1361	1371	1008	1437	944	867	1140	1236	1191	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3
-70	966	1006	993	1158	1010	667	1014	765	737	883	4	4	4	4	4	5	5	8	8	10	10
-60	943	1028	945	789	963	975	969	800	791	766	11	15	15	16	16	19	20	21	22	26	26
-50	926	1019	935	1046	990	1053	1289	1213	1238	1173	26	28	28	29	32	37	40	43	43	46	46
-40	915	1158	1213	1132	1153	1101	920	1130	960	1050	50	51	52	54	56	57	57	57	57	57	57
-30	925	1022	907	1118	986	1050	917	760	863	864	59	59	60	60	60	60	60	60	60	60	60
-20	861	1039	994	807	1036	936	1002	999	722	742	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
-10	664	822	848	1101	1220	1021	973	1055	1237	1199	60	60	60	60	60	60	60	60	58	57	56
0	1226	903	935	709	653	979	979	927	1183	1345	54	21	9	5	3	2	2	1	1	1	1
10	1820	2183	1761								1	1	1								

7

5.5. tabula.

### Datētās priedes koka būvdetaļas

Nr. p.k.	Būvdetaļu reprezentējošā koksnes parauga Nr.	Celtnes Nr.; apbūve	Būvdetaļu relatīvais datējums
1	3	90(?); II(?)	+6
2	4	90(?); II(?)	+3
3	9	90(?)#; II(?)	+4
4	11	113(?); I(?)	+1
5	12	113(?); I(?)	0
6	13	113(?); I(?)	0
7	14	113(?); I(?)	0
8	20	Pamatklāsts (?)	0
9	21	Pamatklāsts (?)	0
10	22	Pamatklāsts (?)	0
11	51	59; III	+3
12	65	? (virs 97); ?	+11
13	74	? (pie 96); II(?)	+2
14	112	89; II	+3

#### Apzīmējumi:

(?) - būvdetaļu atbilstība apbūvei nav bijusi skaidri nosakāma;

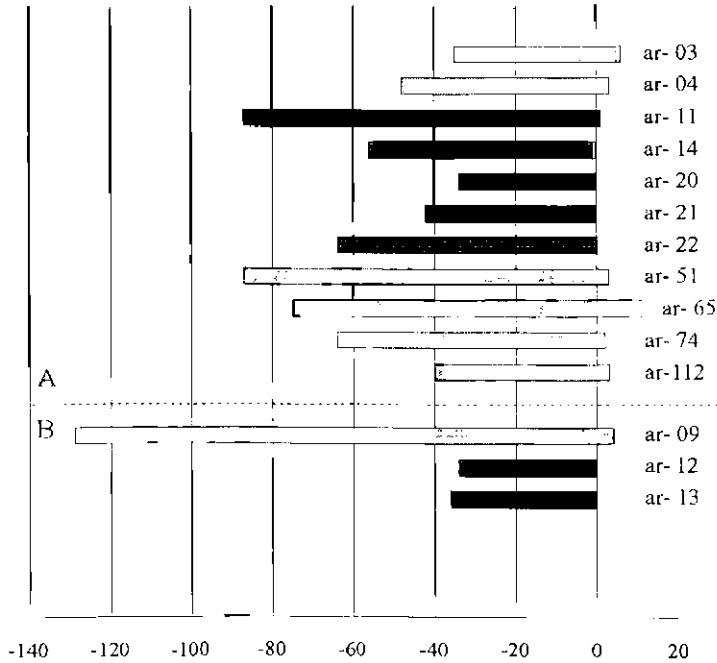
# - gadskārtu indeksu rindā konstatēta mērīšanas kļūda;

■ - hronoloģiskajā skalā iekļautās indeksu rindas.

Āraišu ezerpils priedes hronoloģiskā skala

Program ARSTAN  
Chronology ARPIN Std: Āraišu ezerpils. Priede (Pinus sylvestris)

Date	Gadskārtu indeksi (x 1000)										Paraugu skaits									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
-87				815	896	938	942	708	942	1291					2	2	2	2	2	2
-80	1470	1465	1179	1442	1074	824	817	1073	754	856	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
-70	682	1067	1208	1277	1038	1547	1100	1002	1647	966	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5
-60	911	986	786	864	832	1025	924	922	772	553	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6
-50	737	844	869	1020	727	780	1520	1072	1275	1308	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8
-40	881	1275	1464	1180	1197	994	900	1185	889	1114	9	9	9	9	9	10	11	11	11	11
-30	969	1148	1025	1359	1226	1057	976	738	848	767	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
-20	869	1083	967	766	946	823	772	890	707	793	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
-10	634	769	912	1035	1133	982	873	961	1155	1152	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
0	1106	1125	1137	732	734	703	1005	983	1234	1431	10	7	6	5	2	2	1	1	1	1
10	952	1296									1	1								



A - dendrochronoloģiskajā skalā iekļautās un B - neiekļautās gadskārtu indeksu rindas

■ - I apbūves celtnes būvdetaļas gadskārtu indeksu rindas shematiskais attēls

□ - II un (vai) III apbūves celtnes būvdetaļas gadskārtu indeksu rindas shematiskais attēls

|| - nepilnīgi izveidojušās gadskārtas uzrādītais datējums

5.8. attēls. Priedes gadskārtu indeksu rindu relatīvo datējumu histogramma (rindu shematisko grafisko attēlu sinhronais savietojums)

Jāatgādina, ka šī darba autoram nav drošas pārlicības, vai visiem “priedes” koksnes paraugiem atbilstība šai koku ģintij noteikta pareizi. Neraugoties uz to, visu šo paraugu gadskārtu platuma rindu dati apstrādāti kā vienas sugas (parastās priedes) koksnes gadskārtu dati.

Arī priedes gadskārtu platuma rindas, kas iegūtas un saglabājušās no Āraišu ezerpils būvdetaļu koksnes paraugiem, ir galvenokārt īsas (5.2. att.). Procentuāli liels ir rindu skaits, kurās konstatētas mērīšanas kļūdas: tās ir vismaz 9 rindās jeb aptuveni 18% no priežu gadskārtu platuma laikrindu kopskaita. Līdz ar to arī priežu gadskārtu indeksu šķērsdatēto rindu skaits ir neliels: kopumā savstarpēji sinhronizētas 14 indeksu rindas jeb 27% no visām rīcībā esošajām priedes gadskārtu platuma indeksu rindām (5.5. tab.). No tām Āraišu ezerpils priedes hronoloģiskajā skalā iekļauti 11 indeksu rindu dati (5.5. tab., 5.8. att.).

Priedes koka būvdetaļu relatīvās datēšanas rezultātu iespējamā interpretācija ir līdzīga tai, kas dota par egles koka būvdetaļu datēšanas rezultātiem (131., 133., 136. lpp.) Pamatklāsta būvdetaļu relatīvais datējums neatšķiras (0. gads) un 113. ēkas, t.i., I apbūves celtnes būvdetaļu datējums ir 0. un +1. gads (5.8. att.). Nedaudzo II apbūves celtnu būvdetaļu datējums iegūts intervālā no +2. līdz +4. gadam. Būvdetaļas Nr.3 un Nr.4 pieder ēkai, kuru, spriežot pēc arheoloģiskām liecībām, var attiecināt tiklab uz II, kā arī uz III apbūvi. Abu būvdetaļu relatīvais datējums (attiecīgi: +6. un +3. gads) varētu būt izskaidrojams ar to, ka šī tomēr ir bijusi II apbūves ēka, kurai, šķiet, +6. gadā veikts grīdas remonts. Būvdetaļas Nr.51 datējums +3 gads netieši norāda uz to, ka šī būvdetaļa sākumā bijusi izmantota II apbūves ēkas būvē, bet vēlāk - arī III apbūves ēkas celtniecībā. Būvdetaļa Nr.65, kuras relatīvais datējums ir +11. gads, atrasta zemju pildījumā virs 97. ēkas paliekām. Tā, visticamāk, ir atsevišķa būvdetaļa no kādas III apbūves celtnes.

#### 5.1.1.5. Āraišu ezerpils celtnu dendrohronoloģiskās datēšanas rezultātu kopvērtējums un galvenie secinājumi.

Nodomu sastādīt gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindas, kas attiektos uz katru no ezerpils I apbūves celtnēm, izdevās realizēt tikai daļēji. Tas galvenokārt izskaidrojams ar katras ēkas vai citas konstrukcijas būvdetaļu gadskārtu indeksu rindu bieži vien

nepietiekamo skaitu un ar šo laikrindu kolekcijas zemo kvalitāti (122. lpp.). Jākonstatē, ka

a) būvdetaļu koksnes paraugu sagatavošanas primārais (iespējams, arī vienīgais) nolūks bijis to datēšana, bet nevis drošas, precīzas objekta dendrohronoloģiskās skalas izveide. Par to liecina tas, ka koksnes paraugi izrakumu laikā bieži vien sagatavoti pa vienam vai nelielā skaitā no pēc iespējas dažādu celtnu, konstrukciju vai arī nošķirti atrastām būvdetaļām. Lielākā skaitā (ap 10 un vairāk) no vienas celtnes vai konstrukcijas paraugi sagatavoti tikai atsevišķos gadījumos;

b) tādu paraugu dominējošais daudzums, kuriem ir neliels gadskārtu skaits un kuri iegūti no atsevišķām dažādu konstrukciju būvdetaļām, nevis no vienkopus esošām katras konstrukcijas būvdetaļām, netieši norāda, ka koksnes paraugi sagatavoti, nenovērtējot attiecīgo būvdetaļu piemērotību dendrohronoloģiskajai datēšanai. Koksnes paraugu ar ļoti mazu gadskārtu skaitu (līdz 40) relatīvi lielais skaits un koksnes paraugu esamība, kuriem ir mazāk nekā 30 un it īpaši - mazāk nekā 20 gadskārtām, liecina par paraugu sagatavotāju visai neskaidro priekšstatu par dendrohronoloģiskās datēšanas metodes iespējām.

Jāpiebilst, ka daudzos gadījumos gadskārtu nelielais skaits koksnes paraugos, kuru diametrs ir ap 16 - 20 cm norāda, ka attiecīgie koki auguši labos augšanas apstākļos. Savukārt, vairākās šī resnuma būvdetaļās konstatēja arī samērā lielu gadskārtu skaitu (vairāk nekā 100 gadskārtas). Acīmredzot, augšanas apstākļi šiem kokiem bijuši ievērojami nelabvēlīgāki un atšķirīgāki, tāpēc vairākiem šādiem kokiem to ikgadējā pieauguma dinamika līdzību, salīdzinot ar pārējiem kokiem, konstatēt neizdevās (atsevišķos gadījumos, iespējams, - arī izkritušo gadskārtu dēļ). Raksturīgi, ka tieši šādu koku gadskārtas, kuras ir šauras, grūtāk saskatāmas, biežāk mērītas kļūdaini, ar lielāku neprecizitāti.

Īso indeksu rindu procentuāli lielā skaita dēļ ne vien iegūts samazināts rezultātu kopapjoms, bet arī samazinātas to precizitātes pārbaudes iespējas. Nereti samērā augsta līdzība tika noteikta starp atsevišķām indeksu rindām, kas attiecās uz atšķirīgu apbūvju ēkām, bet šo rindu posmu pārklājums bija pārāk īss (piemēram, salīdzināmo vērtību skaits nesasniedz 40), lai abas laikrindas to konkrētajā savietojumā varētu droši uzskatīt par sinhronām. Šādās situācijās autors neuzdrošinājās par datētām uzskatīt arī vairākas III, it īpaši IV apbūves būvdetaļas.

Šobrīd pārbaudes iespējas trūkums liedz apstiprināt hipotēzi par relatīvi noteikto III apbūves celtnu būvēšanas sākšanas laiku (~ +13. gads). Kvalitatīvu, uz II - IV apbūvi

attiecināmu vienotu konstrukciju būvdetaļu gadskārtu platuma rindu trūkuma dēļ diemžēl nevar konstatēt II un turpmāko apbūvju celtnu būves vajadzībām organizētu koku vienlaicīgu ciršanu lielākā apjomā. Droši nezinot katras nākamās apbūves celtniecības laiku, nav nosakāms, vai kādai no tām piederošas ēkas atsevišķas būvdetaļas darinātas no nesen cirstiem būvkokiem vai arī būvei izmantotas iepriekšējās apbūves celtnes iztuīgākās būvdetaļas. Turklāt, jāreķinās ar iespēju, ka vienlaikus ar jebkuras apbūves ēkām vēl varēja pastāvēt un funkcionēt arī viena vai vairākas iepriekšējās apbūves celtnes vai to daļas.

Ņemot vērā iegūtos datēšanas rezultātus un iepriekš minētās atziņas, šī darba autors lielu daļu no Arheoloģijas institūta Dendrohronoloģijas laboratorijā (Maskavā) noteiktajiem un daļēji publicētajiem Āraišu ezerpils celtnu relatīvās datēšanas rezultātiem uzskata par nepamatotiem (Черных, 1972). Lielākās šaubas rodas par to celtnu relatīvā datējuma objektivitāti, kuru būvdetaļām paredzēto būvkoku ciršanas hronoloģiskais laiks uzrādīts vismaz 20, it īpaši - vismaz 30 gadus pēc I apbūves veidošanas sākotnējā gada. Tāpat nav pamata apgalvot, ka ezerpils celtniecība ilgusi tieši četrus gadus (Apals, 1996a). Pēc autora domām II un turpmāko apbūvju veidošanas hronoloģisko laiku varētu noteikt tad, ja pietiekamā daudzumā vēl būtu papildus pieejams atbilstošs, kvalitatīvs dendrohronoloģiskās izpētes materiāls. Teorētiski to vēl varētu nelielā daudzumā iegūt no Āraišu ezerpils neizpētītās daļas (izpētei nākamām paaudzēm atstātas vismaz divas I apbūves un virs tām esošās ēkas) ezerpils platība. Šādas iespējas praktiska izmantošana vismaz šobrīd šķiet apšaubāma.

Teorētiski otra iespēja ir mēģināt veikt vēlāku apbūvju celtnu atsevišķu būvdetaļu gadskārtu indeksu rindu sinhronizēšanu ar hronoloģiskā laika ziņā atbilstošu dendrohronoloģisko skalu, kas tās pašas sugas kokiem izstrādāta citai netālu esošai ezerpilij. Šāda projekta nozīme un tālākā nākotnē arī realizēšanas iespējas varētu būt lielākas.

Āraišu ezerpils dendrohronoloģisko datu materiāla līdzšinējās analīzes galvenais rezultāts ir izstrādātās egles un priedes dendrohronoloģiskās skalas, kuras attiecas uz pirmajām apbūvēm. Salīdzinājumā ar citu arheoloģisko objektu dendrohronoloģiskajām skalām abas skalas attiecas uz relatīvi īsu laika posmu, toties egles hronoloģiskā skala, it īpaši tās vēlākiem gadiem atbilstošā daļa, to kompensē ar savu samērā augsto kvalitāti, ko lielā mērā nosaka skalā apvienoto indeksu rindu ievērojamais skaits.



Iegūtajām dendrohronoloģiskajām skalām ir plašāka nozīme nekā tikai informācijas avotam par VIII - IX gs. koku augšanas gaitu Vidzemē un to ietekmējošiem vietējiem vides faktoriem. Minētajam laikposmam atbilstoša egles dendrohronoloģiskā skala vismaz Ziemeļeiropas un Austrumeiropas mērogā ir unikāla. Arī šāda hronoloģiskā vecuma priedes dendrohronoloģiskā skala minētajā reģionā ir retums: IX un vēl senākiem gadsimtiem priedes absolūtās skalas izstrādātas Zviedrijā, Norvēģijā, kā arī Lapzemes teritorijai un aptuvena - arī Lietuvā (Zunde, 2000). Vienlaikus tas arī nozīmē, ka Āraišu dendrohronoloģisko skalu absolūtās datēšanas iespējas pagaidām ir ierobežotas. Sinhronizēšanai ar ārvalstīs izstrādātajām priedes dendrohronoloģiskajām skalām, Āraišu priedes dendrohronoloģiskā skalas kvalitāte, pēc autora domām, var izrādīties nepietiekama (turklāt, nav pārliecības, ka tajā visi apvienotie indeksu rindu dati attiecas uz priedi). Iespējams, ka Āraišu egles hronoloģisko skalu varētu sinhronizēt ar kādu ģeogrāfiski tuvāka un vides apstākļu ziņā mazāk atšķirīga reģiona atbilstošā laika priedes hronoloģisko skalu, kuru, savukārt, ir reālāk sekmīgi sinhronizēt ar tuvāko ārvalstu priedes dendrohronoloģiskajām skalām. Neraugoties uz to, ka egle uz vides faktoru iedarbību reaģē daudz jutīgāk nekā priede, abu sugu koku ikgadējā pieauguma dinamikas cikli vismaz Baltijā novēroti līdzīgi, it īpaši, ja koki auguši sausākās augsnēs (Vitas, Bitvinskas, 1998). Pierādīts, ka, piemēram, Igaunijā izstrādātās egles dendrohronoloģiskās skalas ir sekmīgi sinhronizētas ar vairākām priedes dendrohronoloģiskajām skalām, kuras izstrādātas dažādās Baltijas jūras valstīs (Läänelaid, 1997). Eiropas dendrohronoloģisko datu kataloga regulāra papildināšanās ar informāciju par jauniegūtajām absolūtajām dendrohronoloģiskajām skalām, to skaitā arī par tām, kuras iegūtas Latvijai tuvu esošajās valstīs, vieš pārliecību, ka ar to palīdzību absolūti precīza Āraišu ezerpils celtniecības laika datēšana nākotnē būs reāli iespējama.

### 5.1.2. Ušuru ezerpils

Ušuru ezerpils atklāta Gulbenes rajona Jaungulbenes pagastā esošā Ušura ezera DR daļā - Līņsalīnā jeb Lāviņas salā. Ušuru ezerpilī 1964. un 1965. gadā veikti nelieli pārbaudes izrakumi, kuru laikā no atklātajām celtnu būvdetaļām iegūti 27 koksnes paraugi (5.9. att.).

Līdzīgi kā Āraišu ezerpils būvdetaļu koksnes paraugi, arī koksnes paraugi no Ušuru ezerpils 1960. gadu beigās nodoti dendrohronoloģiskajai datēšanai tolaik PSRS ZA Arheoloģijas institūta Dendrohronoloģijas laboratorijā. Pēc rakstītām ziņām, Maskavā šķērsdatētas 23 Ušuru ezerpils būvdetaļu gadskārtu platuma rindas, izstrādāta gadskārtu dendrohronoloģiskā skala, kura pēc tam sekmīgi sinhronizēta ar Ladogas absolūto dendrohronoloģisko skalu. Rezultātā noteikts, ka Ušuru dendrohronoloģiskā skala aptver laikposmu no 742. - 849. gadam pēc Kr. vai arī tā ir īsāka: līdz 827. gadam (Черных, 1996). Tāpat kā Maskavā izstrādātā Āraišu ezerpils dendrohronoloģiskā skala, arī Ušuru ezerpils hronoloģiskā skala, cik zināms, nav publicēta. Līdz ar to pārbaudīt tās kvalitāti nav bijis iespējams.



5.9. attēls. Ušuru ezerpils. Atklātās būvdetaļas pārbaudes izrakumu laukuma 3. kārtā.  
( Apals, 1964)

Ušuru hronoloģisko skalu autors patstāvīgi izstrādājis no jauna. Darbam izmantoti tikai rīcībā esošie gadskārtu platuma mērījuma dati, jo neviens no iegūtajiem Ušuru ezerpils būvdetaļu koksnes paraugiem līdz mūsdienām nav saglabājies. No Krievijas ZA Arheoloģijas institūta Dendrohronoloģiskās laboratorijas (Maskavā) saņemti agrāk mērītu 12 koksnes paraugu (Nr.16 - 27) gadskārtu platuma dati. Lielākajai daļai no šiem koksnes paraugiem (Nr.18, 20, 23 - 27) gadskārtu platumus mērīti arī Latvijā - bij. Latvijas mežsaimniecības problēmu zinātniskās pētniecības institūtā. Divu būvdetaļu (Nr.6 un Nr.14) gadskārtu platuma dati publicēti vienā no agrāk izdotajiem bij. Padomju Savienības dendroklimatoloģisko skalu datu krājumiem (Колчин, Черных, 1981). Bez tam izmantotas laikrindas, kuras iegūtas no Ušuru ezerpils 11 būvdetaļu gadskārtu platuma rindu publicētiem grafiskiem attēliem (Черных, 1972). Šim nolūkam attēlu vispirms ieskenēja un tad, izmantojot programmu CorelDRAW, vairākkārtējā attēla palielinājumā

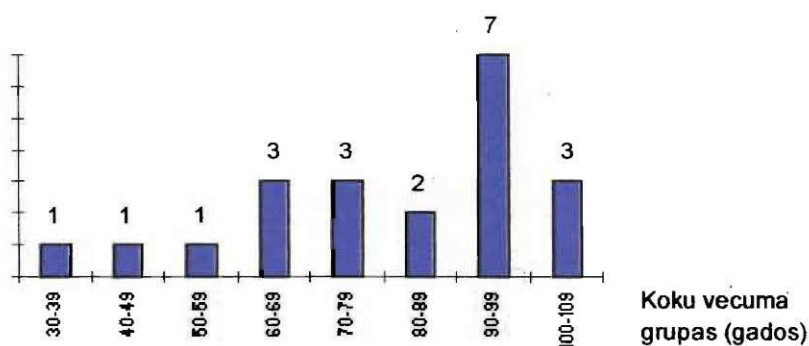
nolasīja gadskārtu platuma rindu attēlojošo līniju laužumpunktu ordinātas. Rezultātā ieguva faktiskajiem gadskārtu platuma mērījumiem proporcionālu skaitļu rindas. Pēc tam, izmantojot programmu MS Excel, katras rindas skaitļus proporcionāli pārrēķināja tā, lai tie iegūtu reālam gadskārtu platumam atbilstošas vērtības (vidēji 1 - 3 mm).

Pēc aprakstītā paņēmiena aprēķinātas Ušuru ezerpils 11 būvdetaļu koksnes paraugu (Nr. 2, 5 - 7, 9 - 12, 17, 18 un 27) gadskārtu platumu raksturojošas skaitļu rindas. Tātad, kopā ar saglabātajiem tiešo mērījumu datu rindām bija iegūtas Ušuru ezerpils 21 būvdetaļas gadskārtu platuma datu rindas. Savstarpēji salīdzinot atšķirīgās reizēs iegūtās laikrindas, kuras attiecās uz vienu un to pašu būvdetaļu, tika pārbaudīta šo laikrindu kvalitāte. Salīdzināšanas procesā, pirmkārt, noteica no grafiskajiem attēliem iegūto laikrindu atbilstību attiecīgajām tiešo mērījumu laikrindām un tādējādi - to piemērotību sinhronizēšanai, otrkārt, vairākām no salīdzinātajām laikrindām konstatēja ārējām gadskārtām atbilstošu vērtību iztrūkumu. Konstatēts, ka no grafiskajiem attēliem iegūtās skaitļu rindas gadskārtu platuma ikgadējās izmaiņas raksturo pietiekami objektīvi: pielietojot zīmju testu, gadskārtu platuma patieso vērtību rindu un no grafiskajiem attēliem atpakaļ atgūto to pašu paraugu gadskārtu platuma vērtību līdzības koeficientu vērtību ieguva robežās no 87 - 95%. Tas nozīmē, ka atsevišķos gadījumos gadskārtu platuma ļoti mazu pārmaiņu virziens to rindu skaitlisko vērtību atgūšanas procesā mainījies uz pretējo, bet nozīmīgāko pārmaiņu raksturs būtiski nav ietekmēts.

Izvēles iespējas gadījumā no vienas būvdetaļas divām vai pat trim gadskārtu platuma rindām turpmākam darbam galvenokārt izmantotas par nekļūdīgām atzītās 2 radiālos virzienos mērīto gadskārtu platuma datu rindas, kuras nepieciešamības un iespēju gadījumā papildinātas ar trūkstošām ārējām gadskārtām atbilstošiem mērījumu datiem no zemākas kvalitātes dublējošām, t.i., tā paša parauga gadskārtu platuma rindām.

Atšķirībā no Āraišu ezerpils būvdetaļām, Ušuru ezerpils pārbaudes izrakumos atklātās būvdetaļas darinātas galvenokārt no priedes koka: no 21 iegūtās gadskārtu platuma rindas tikai divas - Nr.6, kā arī Nr.27 (nedroši) - norādītas kā egles koka būvdetaļas. Līdzīgi kā vērtējot Āraišu ezerpils dendrohronoloģisko materiālu, rodas šaubas arī par Ušuros atklāto būvdetaļu koka sugas noteikšanas rezultātu objektivitāti. Nenoteiktība, atšķirot egles koksnes paraugu no priedes koksnes parauga, kā arī abu it kā egles koksnes paraugu gadskārtu platuma rindu izteiktā līdzība ar citām, t.i., priedes būvdetaļu gadskārtu platuma rindām, ir pamats minējumam, ka, iespējams, arī šīs abas būvdetaļas patiesībā darinātas no priedes koka.

Ušuru ezerpils pētītajām būvdetaļām izlietoti būvkoki, kuru vidējais vecums bijis lielāks nekā Āraišos izmantotajiem. Vērtējot pēc reprezentēto gadskārtu skaita, par drošai sinhronizēšanai maz piemērotu atzīstama tikai viena gadskārtu platuma rinda (tās vērtību skaits mazāks par 40 un tas ir aptuveni 5% no rīcībā esošo rindu kopskaita). Kā viduvējas vērtējamas divas laikrindas jeb aptuveni 10% no visu rindu kopskaita (to vērtību skaits robežās no 40 līdz 60), bet pārējās 18 rindas (aptuveni 85%) vērtējamas kā vidēji labas vai labas (gadskārtu skaits pārsniedz 60) (5.10. att.).

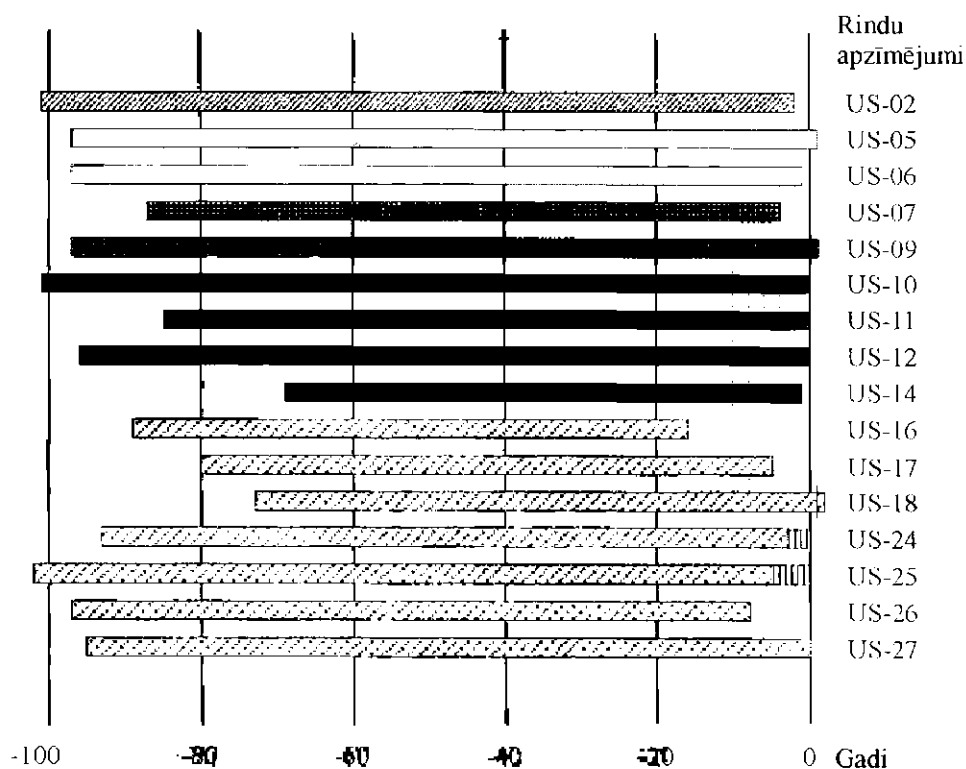


5.10. attēls. Ušuru ezerpils būvdetaļu gadskārtu platuma rindu sadalījums garuma grupās (pēc gadskārtu platuma vērtību skaita).

Sakarā ar arheoloģisko pārbaudes izrakumu nelielo apjomu, to laikā noteiktas celtņu apbūves netika nodalītas, sakarā ar to arī atklāto būvdetaļu iespējamo piederību pie konkrētām apbūvēm precīzi nenoteica. Tāpēc, kā arī datējamo būvdetaļu samērā mazā skaita dēļ, visas gadskārtu platuma rindas tika analizētas vienlaikus kopā. Rezultātā šķērsdatētas 16 Ušuru ezerpils gadskārtu platuma rindas, no kurām 15 izmantotas Ušuru ezerpils pašreizējās relatīvās hronoloģiskās skalas aprēķināšanai. No pārējām piecām rindām vēl savstarpēji sinhronizētas 2 rindas, 1 rinda ar citām nav sinhronizēta ļoti atšķirīgas gadskārtu platuma pārmaiņu dinamikas dēļ, bet atlikušās divas liecināja par neprecizitāti un vairākām pieļautām kļūdām gadskārtu mērīšanas procesā, kuras precīzi lokalizēt un izlabot neizdevās.

Dendrohronoloģiskās analīzes rezultātā apstiprinājās Krievijas ZA Arheoloģijas institūta Dendrohronoloģijas laboratorijas ilggadējās vadītājas N. Čerņihās konstatējums, ka Ušuru ezerpilī līdz šim atklāto būvdetaļu gadskārtu platuma pārmaiņu dinamika ir ievērojami līdzīgāka par to, kas konstatēta, analizējot Āraišu ezerpils koksnes materiālu (Черных, 1996). Vidējās t vērtības, kuras aprēķinātas katrai hronoloģiskai skalai, to

salīdzinot ar pārējām hronoloģiskajā skalā iekļautajām rindām, iegūtas robežas no 3,38 līdz 5,66. Būvdetaļas Nr.2 gadskārtu indeksu rindas vērtības hronoloģiskās skalas izstrādāšanā neizmantoja (5.11. att.), jo tā vērā ņemamu līdzību uzrādīja tikai ar vairāku indeksu rindu vidējo vērtību rindām, bet tās līdzība ar hronoloģiskajā skalā iekļautajām pārējām indeksu rindām, kopumā vērtējot, bija samērā zema ( $t_{\text{vid.}} = 2,45$ ).



⊔⊔⊔ - trūkstošo gadskārtu posmi kvalitatīvi sliktākajās no būvdetaļu us-24 un us-25 gadskārtu indeksu rindām

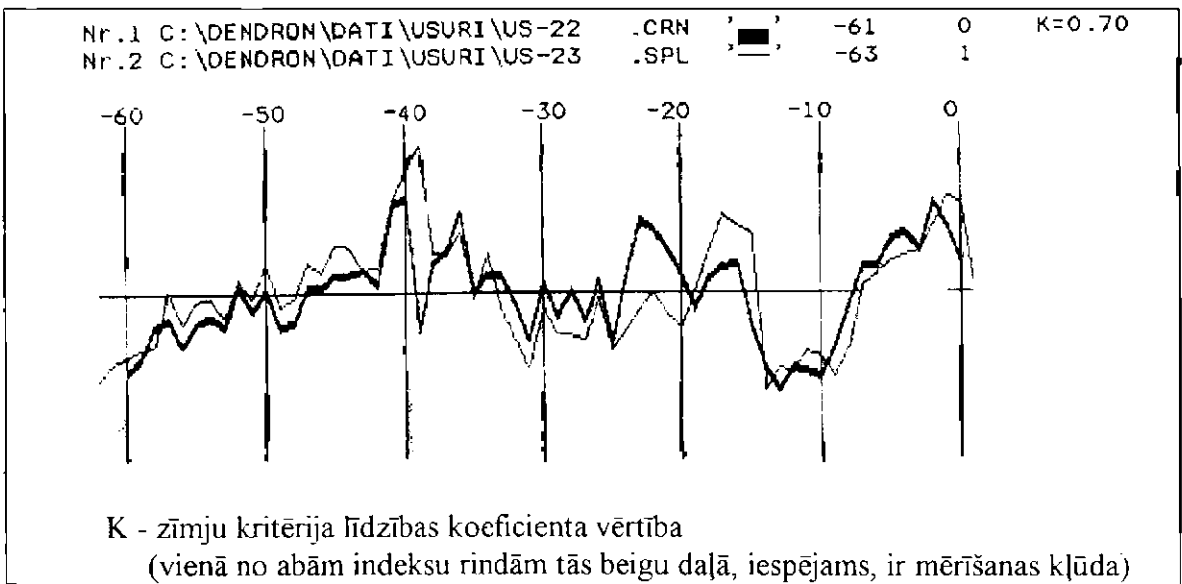
⊔ - būvdetaļas. us-18 iespējamais relatīvais datējums, ko uzrāda tās zemākās kvalitātes gadskārtu indeksu rinda

Būvdetaļu iedalījums pēc izrakumu laukuma kārtām:

⊔ - 1.   ⊔ - 2.   ⊔ - 3.   ⊔ - 4.   ⊔ - 5.   ⊔ - 6.

5.11. attēls. Ušuru ezerpils šķērsdatēto gadskārtu indeksu rindu relatīvā datējuma histogramma.

Attēlā 5.11. nedatētās gadskārtu platuma rindas nav uzrādītas. Tās ir rindas Nr. 19, 20, 21, 22 un 23, no kurām rindas Nr. 22 un 23, kā minēts iepriekš, ir savstarpēji sinhronizētas, bet noteikt pārliecinošu sakarību, tās salīdzinot ar pārējām rindām, neizdevās (5.12. att.). Pagaidām nav zināms, vai šo abu būvdetaļu gadskārtu platuma pārmaiņu dinamikas individualitāte norāda uz būvdetaļām izraudzīto priežu (? - M.Z.) atšķirīgo augšanas gaitu vai tā izskaidrojama ar to, ka konkrētā celtne būvēta citā laikā. Izstrādātā Ušuru ezerpils relatīvā dendrochronoloģiskā skala attiecas uz 105 gadus ilgu laikposmu. Tās kvalitatīvākā daļa, kuras sastādīšanā izmantoti vairāk nekā trīs indeksu rindu dati, attiecas uz 98 gadus ilgu laikposmu (5.7. tab.).



5.12. attēls. Ušuru ezerpils indeksu rindu Nr. us-22 un us-23 grafisko attēlu kopskats to sinhronā savietojumā.  
 (ar programmu SAKORE iegūtā attēla kopija)

Pamatojoties uz Ušuru ezerpilī līdz šim atklāto būvdetaļu relatīvo datējumu, var secināt, ka saliņas apbūve pastāvējusi samērā īsu laiku. Hronoloģiskajā skalā iekļautās laikrindas Nr. us-2 līdz us-14 attiecas uz būvdetaļām, kuras atklātas pārbaudes izrakumu nelielā (3 x 3 m) laukumā, 0,2 līdz 1,0 m dziļumā. Laikrindas Nr. us-16 līdz us-27, savukārt, attiecas uz būvdetaļām, kas atklātas 15 x 11 m plašā izrakumu laukumā, kultūrslānī no virskārtas līdz 0,25 m dziļumam. Salīdzinot indeksu rindu relatīvos datējumus, var konstatēt, ka starp kultūrslānī dažādā dziļumā atklāto būvdetaļu relatīvo datējumu atšķirību nav vai tās ir nelielas. Raksturīgi, ka 1. kārtā atklāto būvdetaļu (Nr. us-

16 līdz us-27) relatīvā datējuma atšķirības, tās salīdzinot ar dažādos dziļumos (t.i., 2. līdz 5. kārtā) atklāto būvdetaļu (Nr. us-2 līdz us-14) datējuma atšķirībām, ir lielākas. Var izteikt hipotēzi, ka visām pētītajām būvdetaļām būvkoki cirsti divu, ilgākais - trīs gadu laikā. Kultūrslāņa virsējās kārtās esošās būvdetaļas bijušas vairāk pakļautas mitruma un temperatūras svārstībām, aerobo baktēriju, kā arī vēja, viļņu un nenogulsņējušos nosēdumu radītās berzes iedarbībai, līdz ar to pastāv lielāka varbūtība, ka būvdetaļu paliekām ārējās gadskārtas nav saglabājušās. Paraugu trūkuma dēļ šo hipotēzi vismaz vizuāli pārbaudīt nevar.

5.7. tabula.

### Ušuru ezerpils relatīvā dendrochronoloģiskā skala.

Program ARSTAN

S Chronology USURI Std: Ušuru ezerpils

Date	Gadskārtu indeksi (x 1000)										Paraugu skaits										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	
-102									627	784										1	2
-100	895	1334	1262	1092	1092	1365	1218	1156	1024	851	2	2	2	6	7	8	8	9	9	9	9
-90	941	1017	994	887	878	800	535	608	1145	1373	9	10	10	11	11	12	12	12	12	12	12
-80	1323	1029	946	821	830	765	1003	974	1135	949	13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14
-70	1169	1246	1100	974	1272	1154	986	882	968	1020	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
-60	842	1053	1068	950	1140	1174	1030	823	725	850	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
-50	1003	762	933	1084	1084	1183	1130	1120	1054	1084	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
-40	1102	990	698	702	831	734	1156	1099	1091	1204	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
-30	1312	1338	1527	1499	1193	744	802	976	1083	1316	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
-20	1283	1434	933	967	664	755	621	606	1064	1172	15	15	15	15	15	14	14	14	14	14	14
-10	1055	1002	1062	997	795	906	1217	1325	815	592	14	14	14	13	13	13	11	10	9	9	9
0	516	875	(429)								7	3	(1)								

Līdzīgi kā Āraišu ezerpils celtnu būvdetaļām, arī Ušuru ezerpils būvdetaļām noteikt absolūto datējumu pagaidām nevar. Eksperimentāli savstarpēji salīdzinot abu objektu dendrochronoloģiskās skalas, to izteikta līdzība, tādējādi - skalu sinhronitāte, nevienā savietojuma stāvoklī netika noteikta. Pieņemot par pareiziem rezultātus, kas iegūti, nosakot abu ezerpiļu celtniecības absolūto hronoloģisko laiku ar radioaktīvā oglekļa  $^{14}\text{C}$  datēšanas metodi - Ušuru ezerpilij  $715. \pm 50$  gads, Āraišu ezerpilij  $830. \pm 50$  gads (103. lpp.), šāds abu objektu hronoloģisko skalu sinhronizēšanas mēģinājuma neproduktīvs iznākums uzskatāms par loģisku. Ušuru ezerpils absolūtā datējuma noteikšanai, tās relatīvo hronoloģisko skalu jācenšas sinhronizēt ar piemērotu VII - VIII gs. priedes absolūto skalu. Savukārt, būvdetaļu datējuma precīzāka interpretācija varētu būt iespējama tikai pēc oriģinālās senās koksnes jaunas, papildus kolekcijas dendrochronoloģiskās analīzes.

### 5.1.3. Senceltnes Vecrīgā, Grēcinieku ielā 11/13

Vecrīgā, iepretī Pētera baznīcai, starp Pēterbaznīcas un Grēcinieku ielu 1998. gada uzraudzības izrakumos jaunceļamā objekta būvbedrē atklāja divas 13. - 14. gs. koka celtnes (Caune, 2000). Izrakumu laikā daļēji atsedza aptuveni 13. gs. 1. pusē celtas statņu konstrukcijas ēkas un žoga paliekas, kā arī nedaudz jaunāku, augstākā līmenī celtu 2 koka ēku atsevišķas būvdetaļas un žoga paliekas (5.13. att.). Vienai no vēlāk celtajām koka ēkām celšanas konstrukcija nav noskaidrota, jo no tās saglabājušies tikai daži deguši sienas balķi un krāsns vietā - pāris tās pamatbalķi. Par otras ēkas varbūtējo pastāvēšanu liecināja aptuvena taisnstūra laukuma stūrus iezīmējoši 3 pāresni stabi. Tādi stabi ēku stūros raksturīgi t.s. stabu celtnēm. Tomēr precīzāki pierādījumi par šīs ēkas kādreizējo eksistenci nav atklāti. Tās teritorijā un ārpus tās atklātā no dažām dažāda biezuma plankām veidotā klājuma piederība šai ēkai arheoloģiski nav pierādīta.



- A - statņu konstrukcijā celtās ēkas paliekas;
- B - domājams, statņu celtnes laikā veidota stabu žoga paliekas;
- C - jaunākās, degušās ēkas laikā veidota stabu žoga paliekas;
- D - degušās ēkas krāsns konstrukcijas balķi;
- E - planku segums, iespējams, ka būvdetaļas no otras jaunākās ēkas

5.13. attēls. Grēcinieku ielā 11/13 atklāto senceltnu palieku kopskats

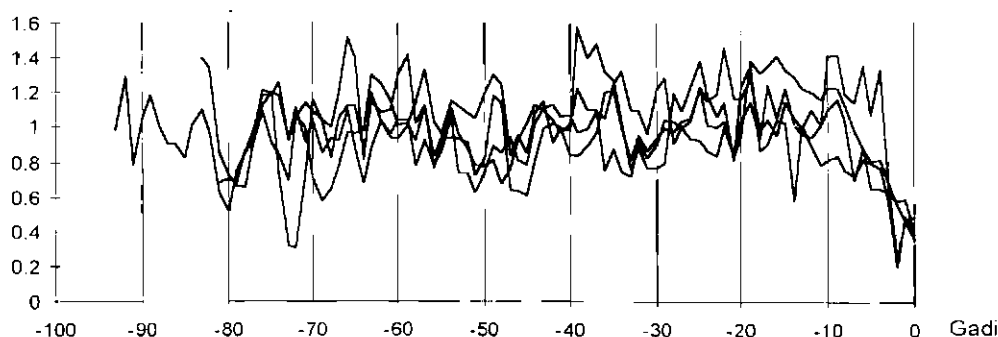
Objektā pavisam sagatavoti abiem apbūves periodiem atbilstošu 44 būvdetaļu koksnes paraugi: no senākās ēkas - 8 paraugi, no senākā žoga - 17, no jaunākajām ēkām - 8, no jaunākā žoga - 10, nenoskaidrotas piederības no 2 pusēm tēsts balķis – 1 paraugs. Koksnes paraugi atzāģēti pēc iespējas no visām koksnes kvalitātes ziņā piemērotām būvdetaļām, tomēr vienlaicīgi analizējamo gadskārtu platumu rindu skaits bija neliels.



Izrādījās, ka būvēm izmantoti dažādu sugu, to skaitā arī dendrohronoloģiskajā datēšanā nepiemērotu sugu būvkoki. Senākās ēkas saglabājušās būvdetaļas gatavotas no priedes koka, bet tās žogam izmantotas ne vien priedes, bet arī mīkstie lapu koki (iespējams, ka liepa, t.i., pēc samelnējušās, daļēji trūdējušās koksnes koka suga pagaidām nav precīzi noteikta). Arī abām vēlāk celtajām ēkām lietoti priedes būvkoki, taču viens no iespējamās stabu celtnes stabiem darināts no *Ulmus sp.* ģints koka stumbra (otrs stabs - no vismaz 243 gadus vecas priedes). Koksnes paraugu no šīs varbūtējās ēkas 3. staba autors diemžēl neieguva. Tas nozīmē, ka ēkas stabi nebija savstarpēji relatīvi datējami. Otrās (nodegušās) ēkas pagalma stabu žogam par būvmateriālu izmantotas oša koka liela izmēra šķīlas (paraugu sagatavošanas laikā nepareizi uzskatītas par ozola koka šķīlām). Kultūrslāņa dziļākos slāņos šķīlu lokmala bija saglabājusies pilnībā, tādējādi paraugu sagatavošanas laikā tās tika novērtētas kā relatīvai datēšanai piemērotas.

Vienā objektā iegūtu un relatīvi datētu koksnes paraugu plaša kolekcija dod izredzes pēc zināma laika, kurā izstrādātas precīzas dendrohronoloģiskās skalas, aptuveni noteikt arī kokmateriālu sagādes rajonu. Dotajā gadījumā šādu izredžu, acīmredzot, nav. Tomēr ziņas par būvēm izmantoto koku sugu sastāvu vai par kādām citām pazīmēm (piemēram, būvdetaļu izmēriem), tās saistot kopā ar objektīvu vēsturisku informāciju, dažreiz var dot netiešas norādes par iespējamo kokmateriālu sagādes vietu, piegādes attālumu, tās veidu u.tml. Šajā reizē ir pamats izteikt hipotēzi, ka lielākā daļa no kokmateriāliem piegādāti no jaunajai Rīgas pilsētai samērā tuvas teritorijas. Jāņem vērā, ka a) 13. un 14. gs. meža materiāli Rīgā pienāca praktiski tikai no Latvijas teritorijas (Pāvulāne, 1975), b) lai gan Rīga jau 13. gs. eksportēja pelnus (sākās koku papildus izciršana, īpaši Daugavas piekrastes mežos), jāšaubās vai vidēja resnuma kokmateriālus, it īpaši no mazāk pieprasītām koku sugām, jau bija nepieciešams Rīgai piegādāt no Latvijas tālākiem rajoniem, c) lapkoki ar taisnu stumbru meklēti auglīgos mežos (to varēja darīt arī Lielupes baseina teritorijā) nevis Rīgas tuvākās apkārtnes priežu silos. Līdzīgu viedokli var izteikt arī par citu Vecrīgā atklāto 13. - 14. gs. senceltņu būvei gādātiem būvkokiem, it īpaši par tiem, kuru resnums nepārsniedz 30 cm. Tātad, pieņemot, ka vismaz 13. un 14. gadsimta celtņu būvkoku areāls vēl nav pārāk plašs, pastāv cerība, ka atsevišķo objektu dendrohronoloģisko skalu vai gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu šķērsdatēšana nākotnē var būt sekmīga. Tāpēc, pēc autora domām, indeksu vidējo vērtību rindu aprēķināšana nozīmīga ir arī tiem senās Rīgas objektiem, kuros iegūto koksnes paraugu skaits nav liels.

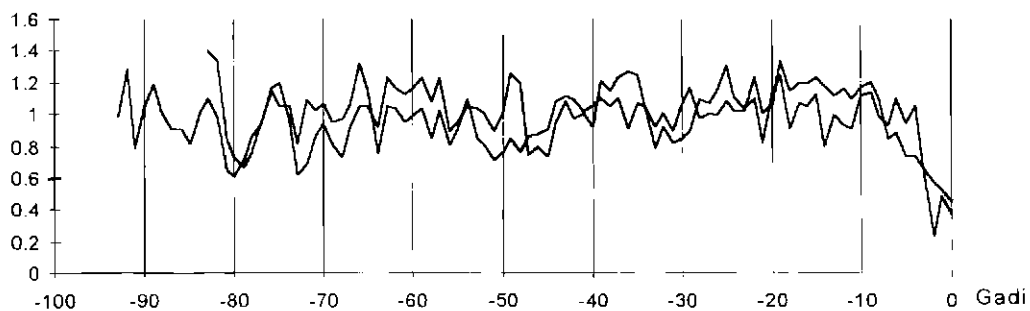
*Datēšanas rezultāti.* No senākās, statņu konstrukcijā celtās ēkas (5.13. att.: A) 8 būvdetaļām (Nr.10 - Nr.15, Nr.26, Nr.27) savstarpēji relatīvi datētas 4 būvdetaļas (Nr.10, Nr.11, Nr.13 un Nr.14). Tām visām būvkoki cirsti vienā gadā, t.i., nosacīti pieņemtajā 0. gadā. Raksturīgi, ka starp šo būvdetaļu gadskārtu indeksu rindām noteiktajā to sinhronajā savietojumā konstatēti pietiekami augsti zīmju kritērija līdzības koeficienti (piecos no sešiem gadījumiem tā vērtība sasniedza vai pārsniedza robežvērtību pie būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,001$ ), taču atbilstošās  $t$  vērtības par rindu būtisku korelāciju vairumā gadījumu neliecināja ( $t$  vērtības = 1,5; 1,7; 3,1; 3,2; 3,4 un 4,6). Indeksu rindu līdzība samērā vāji izpaudās arī indeksu rindu grafiskajos attēlos (5.14. att.):



5.14. attēls. Grēcinieku ielā 11/13 atklātās 13. gs. celtnes četru būvdetaļu gadskārtu indeksu rindu grafiskie attēli to sinhronā savietojumā

Tomēr abām gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindām, kuras iegūtas, apvienojot katra pāra indeksu rindu vērtības, līdzība to savstarpējā sinhronajā savietojumā jau ir izteikta (5.15. att.). Šāds indeksu vērtību svārstību atšķirību krass samazinājums netieši liecina par to, ka celtnes atsevišķo būvkoku ciršanas vietas bijušas savstarpēji samērā tuvu, bet augšanas apstākļi - diezgan atšķirīgi. Zināmā mērā to apstiprina arī senākās celtnes pārējo 4 būvdetaļu datēšanas rezultāts. Divām no šo būvdetaļu gadskārtu indeksu rindām (Nr.12 un Nr.15) noteikts vienāds relatīvais datējums, bet 2 atlikušajām divām (Nr.26 un Nr.27) tas ir vai nu vienāds, vai arī 27. paraugam atbilstošais būvkoks cirsts 3 gadus vēlāk. Datējuma nešaubīgai noteikšanai nepieciešamo līdzības pakāpi starp abiem indeksu rindu pāriem, pārbaudot arī abus minētos variantus, konstatēt neizdevās. Zīmīgi, ka pēdējām četrām indeksu rindām vai to vidējo vērtību rindām konstatējama zināma

līdzība ar relatīvi datēto 4 būvdetaļu (Nr.10, Nr.11, Nr.13 un Nr.14) gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu arī savietojumā, kas atbilst visu astoņu rindu vienādam relatīvajam datējumam, taču pagaidām šādu datējumu visām senākās celtnes būvdetaļām apstiprināt nevar.



5.15. attēls. Iepriekšējā attēlā attēloto gadskārtu indeksu rindu vidējo vērtību rindu grafiskie attēli to sinhronajā savietojumā.

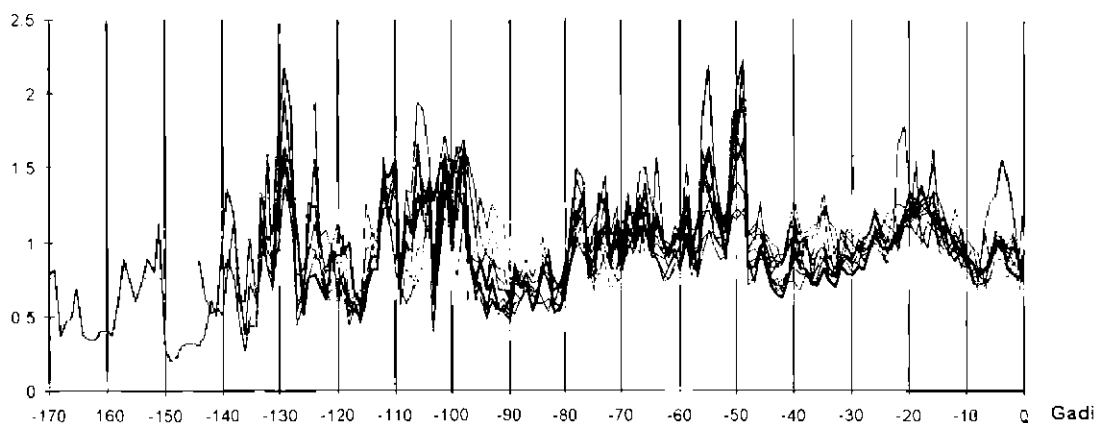
No senākās ēkas pagalma žoga (5.13. att.: B) dendrohronoloģiskajai datēšanai izvēlēti tikai 5 koksnes paraugi, kuri iegūti no priedes stabiem (Nr.28 - Nr.32). Šī žoga pārējo, no mīkstā lapkoka (liepas?) darināto stabu gadskārtu platums nav mērīts.

No sastādītajām gadskārtu indeksu 5 rindām iegūti savstarpēji sinhronizētu indeksu rindu divi pāri: Nr.28 \_ Nr.29 un Nr.30 \_ Nr.32. Abos gadījumos zīmju testa līdzības koeficienta vērtība, kas atbilst abu rindu vienādam datējumam, sasniedz 80%. Otrajā pāri indeksu rindu vērtību skaits ir attiecīgi tikai 41 un 21, bet līdzības rādītāja augstā vērtība un indeksu rindu grafisko attēlu izteiktā līdzība tomēr deva pārliecību, ka abu rindu sinhronais savietojums konstatēts nekļūdīgi (to, ka ar pārējām vienas konstrukcijas būvdetaļām dažreiz var izdoties relatīvi datēt arī būvdetaļas ar ļoti mazu gadskārtu skaitu, sarunā ar šo rindu autoru ir apstiprinājis Šveices dendrohronologs *Jean - Pierre Hurni*). Pagaidām var izteikt tikai pieņēmumu, ka pirmā uzrādītā pāra indeksu vidējo vērtību rindas relatīvais datējums ir par vienu gadu vēlāks, to salīdzinot ar otra pāra indeksu vidējo vērtību rindas datējumu. Vadoties pēc zīmju kritērija līdzības koeficienta augstākās vērtības (78%), sākotnēji varēja uzskatīt, ka no indeksu rindām Nr.28 un Nr.29 aprēķinātās indeksu vidējo vērtību rindas datējums ir par 4 gadiem agrāks nekā indeksu vidējo vērtību otras rindas datējums. Tomēr t kritērija pārbaudē konstatētā augstākā vērtība ( $t = 2,6$ ), kā arī rindu grafisko attēlu vizuālais vērtējums liecināja, ka pirmais

nosauktais datējums ir mazāk šaubīgs (līdzības koeficients 68%, kurš pārsniedz robežvērtību pie zīmju kritērija būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,05$ ). Uzrādītie līdzības rādītāji nav augsti un abu indeksu rindu pārklājuma posma garums atbilst tikai 41 gadam, tāpēc abu rindu savstarpējais relatīvais datējums uzskatāms nevis par galīgu un apstiprinātu, bet gan par provizorisku, vēl rūpīgi pārbaudāmu rezultātu.

Eksperimenta nolūkā abas indeksu vidējo vērtību rindas to savietojumā, kas atbilst uzrādītajam provizoriskajam datējumam, apvienoja augstākas pakāpes indeksu vidējo vērtību rindā, lai to, savukārt, salīdzinātu ar ēkas relatīvi datēto būvdetaļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu. Rezultātā konstatēja, ka ēkas un žoga būvdetaļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu kvalitāte tomēr vēl ir nepietiekama un salīdzināmo indeksu vērtību pāru skaits ir pārāk mazs, lai kādā no savietojumiem, kuros rindām līdzīgu pazīmju konstatēja vairāk, šīs rindas varētu droši uzskatīt par sinhronizētām.

Gluži pretēja rakstura rezultāti iegūti, salīdzinot vēlāk būvētā nodegušās ēkas pagalma žoga šķeltos oša koka stabus (5.13. att.: C [augšējā daļa]; koksnes paraugi Nr.1, Nr.2, Nr. 7 - 9, Nr.20 - 24). To gadskārtu indeksu rindu līdzība ir ļoti izteikta, liecinot, ka visiem koksnes paraugiem ir viens un tas pats datējums (5.16. att.):



5.16. attēls. Koka ēku 2. apbūves laika žoga šķelto stabu gadskārtu indeksu rindas to sinhronajā savietojumā.

Latvijas vides apstākļos augušo koku gadskārtu indeksu rindu līdzība, kas raksturojama ar  $t$  koeficientu  $t > 10$ , nav raksturīga. Tas liecina, ka žogā izmantotas vairākas viena un tā paša koka stumbra blūķu šķīlas, kuras iegūtas, blūķi gareniski pāršķēlot vairākās daļās. Uz vienu un to pašu koku attiecas koksnes paraugi Nr. 1, Nr.2, Nr.7, Nr.20, Nr. 21, Nr.23, kuru gadskārtu indeksu rindu līdzību raksturo  $t$  koeficienti

intervālā no 9,9 līdz 16,5 (vai vidēji - 12,53). Uz šo pašu koku, šķiet, attiecas arī paraugs Nr.24: tā gadskārtu indeksu rindas un gandrīz visu iepriekš minēto rindu līdzība ir nedaudz mazāka (t koeficients robežās no  $t = 7,7$  līdz  $9,7$ ), bet salīdzinot ar indeksu rindu Nr.23, t koeficienta vērtība ir 16,3 (līdzības koeficients 84%). Dažāda gadskārtu skaits pieminētajos koksnes paraugos konstatējumu neapstrīd, jo, pirmkārt, jāšaubās vai visos gadījumos garenplisumi šķērsojuši blūka serdes daļu un, otrkārt, jārēķinās ar to, ka pieaugot stumbra augstumam, gadskārtu skaits samazinās.

Augstas vērtības līdzības rādītājus uzrādīja arī pārējās uz šo žogu attiecināmās gadskārtu indeksu rindas. Jāpiebilst, ka Latvijas teritorijā augušu ošu sinhronu gadskārtu paltuma rindu līdzības rādītāji, cik zināms, nav analizēti un vērtēti. Ņemot vērā to, ka mūsdienās Latvijas teritoriju šķērso ošu dabiskās izplatības areāla ziemeļu robeža, domājams, ka Latvijas klimatiskie faktori bieži vien ir oša ikgadējo pieaugumu galvenie limitējošie faktori. Tādā gadījumā ošu pieauguma pārmaiņu dinamika varētu būt ievērojami līdzīgāka nekā tā ir pārējiem saimnieciski vairāk izmantotajiem kokiem, kuru areāla ziemeļu robeža ir tālāk uz ziemeļiem. To ir svarīgi nākotnē noskaidrot, jo, iespējams, izteikti līdzīgas ošu gadskārtu indeksu rindas ne vienmēr ir skaidrojamas ar to radniecību. Dotajā gadījumā, pēc autora domām, atklātajā žoga posmā izmantots 2 - 3, augstākais 4 ošu kokmateriāls.

Konstatēts, ka no oša koka ir arī koksnes paraugs (Nr.25), kurš iegūts no biežākās un veselākās no plankām, kuras daļēji atradās varbūtējās kādreizējās stabu celtnes teritorijā, bet pārējās - ārpus tās, pagalma žoga otrā pusē (5.13. att.: E). Dendrohronoloģiskās izpētes rezultātā noskaidrots, ka plankā iegūta no oša būvkoka, kurš nocirsts vienlaicīgi ar žoga veidošanai paredzētajiem kokiem. To, ka kāda no žoga detaļām būtu darināta no tā paša koka, no kā iegūta plankā, konstatēt nevarēja. Pārējām, plānākām plankām saglabājušos gadskārtu skaits bija neliels, pie tam ārējās gadskārtas - atskaldītas, nodegušas vai stipri trūdējušas (planku uzglabāšanās vide nebija tik mitra kā žoga stabiem), tāpēc koksnes paraugi netika sagatavoti.

Sinhronizētās ošu gadskārtu indeksu rindas izmantotas indeksu vidējo vērtību rindas aprēķināšanai (5.8. tab.). To darot, ņemts vērā, ka visas salīdzinātās gadskārtu indeksu rindas ir izteikti līdzīgas, un tāpēc ir pamats uzskatīt, ka tās dendrohronoloģisko signālu atspoguļo jau samērā tieši un precīzi. Lai indeksu vidējo vērtību rindu neproporcionāli, t.i., ievērojami pastiprināti neietekmētu viena koka gadskārtu indeksu vērtības, pirms kopīgās indeksu vidējo vērtību rindas aprēķināšanas, uz vienu un to pašu koku

attiecinātās indeksu rindas (Nr.1, Nr. 2, Nr.7, Nr.20, Nr.21, Nr.23 un Nr. 24) apvienoja kopīgā, šī koka gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindā. To, savukārt, apvienojot ar pārējām sinhronizētajām indeksu rindām (Nr.8, Nr.9, Nr.22 un Nr.25), ieguva oša koka žoga detaļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu, kuru veido 5 atsevišķu indeksu rindu dati (5.8. tab.).

5.8. tabula.

### Oša koka žoga būvdetaļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rinda.

Program ARSTAN

Chronology OSIS5 Std: Grēcinieku iela 11/13

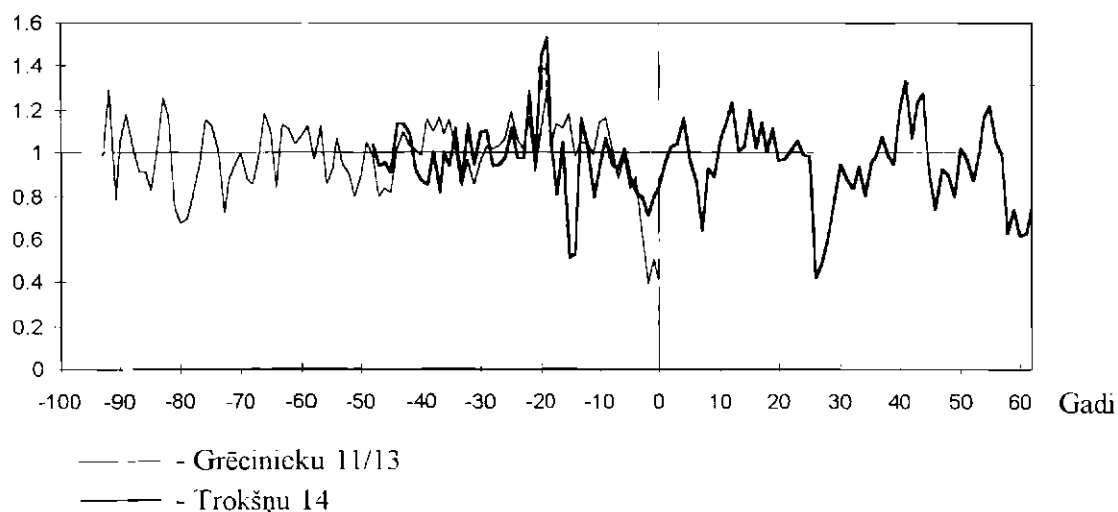
Date	Gadskārtu indeksi (x1000)										Paraugu skaits									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
-170	1594	1653	726	911	976	1343	709	663	637	737	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-160	728	667	1057	1523	1268	1019	1221	1467	1289	1830	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-150	442	344	355	473	497	492	770	676	775	702	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
-140	969	1290	1382	814	609	998	700	1238	1489	926	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-130	1759	1964	1517	887	814	1098	1576	1061	806	1005	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
-120	658	974	644	647	616	1110	1089	1039	1552	1309	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-110	1177	720	868	789	980	980	1329	783	904	1538	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-100	1394	1582	1492	1437	1087	913	919	986	872	820	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-90	616	711	715	749	666	679	862	746	674	625	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-80	747	1000	1132	1229	878	870	1061	976	859	820	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
-70	876	1170	1178	1164	1361	1019	1031	929	964	1000	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-60	972	1283	965	848	1231	1342	1145	1059	1016	1430	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-50	1518	1424	866	830	982	970	912	807	831	940	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-40	1040	964	943	889	1004	1161	912	816	898	975	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-30	869	921	983	1010	1153	1027	969	1049	1039	1171	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-20	1121	1206	1111	1130	1145	1034	1081	1023	977	985	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-10	906	854	759	811	907	954	1036	958	1014	868	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
0	997										5									

Pēc ārzemju kolēģu pieredzes, ošu gadskārtu hronoloģiskās skalas dažkārt ar labām sekmēm var sinhronizēt ar ozolu dendrohronoloģiskajām skalām. Tātad ir cerība ar piemērotas ozola gadskārtu hronoloģiskās rindas palīdzību iegūtajai ošu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindai nākotnē noteikt arī absolūto datējumu. Pēc autora rīcībā esošajām ziņām, tuvākā hronoloģiskā skala osim, kas attiecināma uz 14. gs., izstrādāta Vācijā (tās autors ir *K.-U. Heußner* no Berlīnes). Grēcinieku ielā atklāto ošu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindas dati nosūtīti uz Vāciju abu rindu salīdzināšanai. Līdz šim informācija par to sekmīgas sinhronizēšanas rezultātiem nav saņemta.

No minētā žoga, no jaunākās, nodegušās ēkas krāsns pamatiem, stabu celtnes stūra staba, kā arī blakus plankām vēl iegūti atsevišķi, kopsummā 8 priedes koka būvdetaļu koksnes paraugi, kuri nosacīti attiecināti uz vēlāko apbūvi. Izpētes laikā konstatēja, ka to gadskārtu indeksu rindu līdzība nevienā savstarpējā savietojumā nav pietiekama, lai varētu

droši apliecināt, ka konkrētajā savietojumā šīs vienotai konstrukcijai nepiederošo un nelielā skaitā atklāto būvdetaļu gadskārtu indeksu rindas sinhronizētas nekļūdīgi.

Dotā objekta būvdetaļu gadskārtu indeksu rindu šķērsdatēšanas darba nobeigumā eksperimentāli tika salīdzinātas senākās, statņu konstrukcijas celtnes un Trokšņu ielā 14 atklāto ēku indeksu vidējo vērtību rindas, kuras iegūtas, pielietojot pastāvīgo summu jeb Špaltes bāzes vērtību aprēķināšanas metodi. Rezultātā konstatēta rindu izteiktāka līdzība to savietojumā, pēc kura būtu secināms, ka Trokšņu ielā 14 atklātajai jaunākajai ēkai būvkoki cirsti 62 gadus, bet vecākajai ēkai - 52 gadus pēc Grēcinieku ielā 11/13 atklātās statņu konstrukcijas ēkas būvkoku ciršanas laika (5.17. att.).



5.17. attēls. Grēcinieku ielā 11/13 atklātās statņu konstrukcijas ēkas un Trokšņu ielā 14 atklāto ēku indeksu vidējo vērtību rindas to varbūtējā sinhronā savietojumā.

Attiecīgajā savietojumā abu objektu indeksu vidējo vērtību rindām noteikta augstākā  $t$  koeficienta vērtība ( $t = 2,9$ ), kā arī augstākā līdzības koeficienta vērtība (71%). Ņemot vērā abu rindu pārklājuma īso garumu (gadskārtu indeksu vērtību skaits  $< 50$ ), minētie līdzības rādītāji vēl neatbilst dendrohronoloģijā pieņemtajām prasībām, t.i., tie nesasniedz būtiskuma līmenim  $\alpha = 0,001$  atbilstošās robežvērtības. Tāpēc jāuzskata, ka arī šajā gadījumā iegūta tikai hipotēze par senceltnu varbūtējo relatīvo datējumu. par kura objektivitāti slēdzienu varēs izdarīt tikai pēc atbilstošu tā paša laika jaunu dendroparaugu kolekciju izpētes un papildus atbilstošu indeksu vidējo vērtību rindu iegūšanas. Vismaz nesen Lietuvā izstrādātā pirmā absolūtā dendrohronoloģiskā skala Baltijā, kas attiecas uz

2. gadu tūkstoša pēc Kr. pirmo pusi - Viļņas 1. absolūtā skala (R.Pukiene, 2000) uzrādīto abu celtnu relatīvo datējumu neapstiprina.

#### 5.1.4. Cēsu viduslaiku pils rietumu pusē esošās nogāzes nostiprinājumu stabi.

Cēsu viduslaiku pils (Cēsu raj., Cēsis) rietumu pusē ir slīpa nogāze, kuras pakājē arheoloģisko izrakumu laikā 1980. gadu otrajā pusē, atrokot aptuveni 3 m biezu kultūrslāni, atsedza gandrīz perpendikulāri pret nogāzes virsmu rindā ieraktu 60 stabu paliekas (Apala, 1988; 5.18. att.). To resnums 20 - 40 cm, virszemei tuvāk esošie gali notrūdējuši, bet dziļāk ieraktie gali - dažādā saglabāšanās pakāpē, vairāki no tiem - veseli. Izrakumu laikā konstatēja, ka virs ieraktajiem stabiem izplūst nelieli avoti. Stabu apakšējie gali saglabājušies līdz mūsdienām, pateicoties pastāvīgi mitrajiem, anaerobajiem apstākļiem. Tie kopā ar virspusē veidoto grantainas smilts uzbērumu pasargāja nogāzi no zemju izskalošanās un erozijas, kas bija svarīgi aptuveni 10 m attālumā mūrētās pils rietumu korpusa sienas stabilitātes garantēšanai. Spriežot pēc izrakuma kārtas datējuma, ko aptuveni ļauj noteikt iepriekšējā kārtā (virspusē) atrastais XVI gs. 2. puses monētu depozīts, stabi ierakti ne vēlāk kā XVI gadsimtā.



5.18. attēls. Nogāzes nostiprinājumu stabu paliekas pie Cēsu viduslaiku pils.



No stabiem, kuru apakšējā daļā konstatēja vismaz daļēji saglabājušās ārējās gadskārtas, šī darba autora vadībā dendrohronoloģiskās izpētes nolūkam tika sagatavoti 14 koksnes paraugi, no kuriem pieci paraugi vēlāk gāja bojā ugunsgrēkā. Saglabājušies 9 koksnes paraugi iegūti no stabiem, kuri veidoti no samērā liela vecuma priežu stumbriem (5.9. tab.).

5.9. tabula.

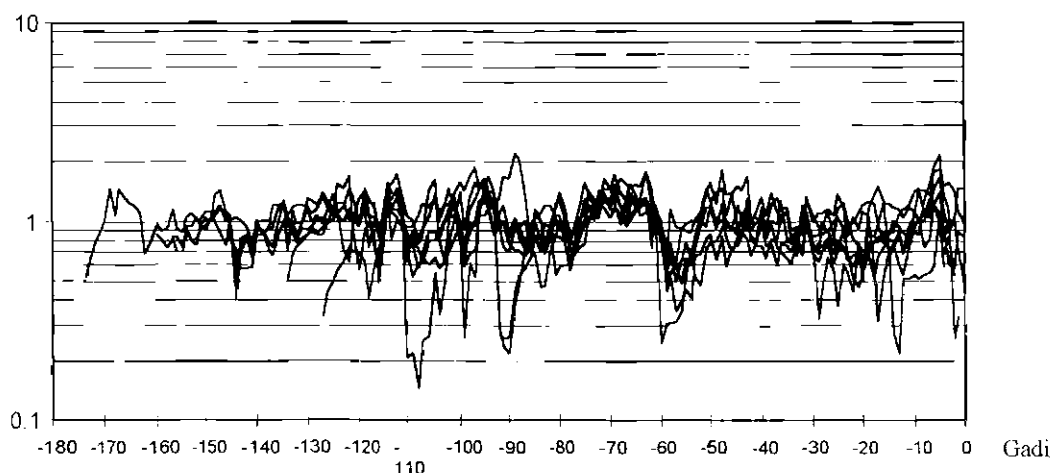
**Gadskārtu skaits Cēsu pils teritorijā atklāto XVI gs. stabu  
koksnes paraugos.**

Parauga Nr.	CP-1	CP-2	CP-3	CP-4	CP-5	CP-6	CP-7	CP-8	CP-9
Gadskārtu skaits	163	158	145	158	195	161	102	134	171

Konstatēts, ka stabiem izmantotās priedes augušas viduvējos augšanas apstākļos. Par to liecina visumā šaurās gadskārtas: koka gadskārtu vidējais platums tikai nedaudz pārsniedz 1 mm, bet vecākajiem kokiem (Nr. CP-05 un un CP-09), sakarā ar to nelielo radiālo pieaugumu novecošanās fāzē, gadskārtu vidējais platums ir tikai attiecīgi 0,74 un 0,91 mm. Gadskārtu nelielā platuma dēļ pat necīgas lokāla rakstura platuma pārmaiņas gadskārtas gredzena dažādās vietās biežāk kā parasti nevienādi ietekmēja koka visa gadskārtējā radiālā pieauguma pārmaiņas virzienu. Līdz ar to viena koksnes parauga dažādos radiālos virzienos mērīto gadskārtu platuma rindu posmi, kuri attiecās uz sīkākām gadskārtām, sinhronajā savietojumā dažkārt bija visai atšķirīgi. Aprēķinot indeksu vērtības, šauru gadskārtu platuma vērtību savstarpējo noviržu amplitūda palielinājās. Šādā veidā pastiprinātas lokāla rakstura faktoru izraisītas gadskārtu posmu platuma pārmaiņas pazemināja dažādos radiālos virzienos mērīto gadskārtu platuma laikrindu grafisko attēlu vizuālo līdzību. Turklāt, Cēsu pils rietumu nogāzes stiprināšanai ierakto stabu gadskārtu platuma rindās vairākkārt konstatēti gadskārtu izkrišanas gadījumi. Tos konstatēja paraugu Nr. CP-1, CP-5 un CP-7 gadskārtu platuma rindu posmos, kuros dažām gadskārtām platums bija tikai 0,06 - 0,08 mm. Paraugam Nr. CP-7 gadskārtu izkrišana uzskatāmi novērojama kā sīko gadskārtu savienošānās. Dažas ļoti sīkas gadskārtas konstatētas arī paraugam Nr. CP-9. Hronoloģiski sīko gadskārtu posmi sinhronizētajām laikrindām atšķirās, tāpēc šauru gadskārtu vietu par attiecīgajiem kokiem hronoloģiski

kopēju, datēšanā izmantojamu pazīmi uzskatīt, pagaidām, nevar. Parauga Nr. CP-5 gadskārtu platuma rindai tās vērtību skaitu izdevās sekmīgi koriģēt (vienā radiālā virzienā - par 2 gadskārtām, bet par  $\sim 90^\circ$  atšķirīgā virzienā - par vienu gadskārtu), bet paraugu Nr. CP-1 un CP-7 gadskārtu platuma rindu vērtību skaita korekcijas mēģinājums vēlamo rezultātu nedeva.

No Cēsu pils rietumu nogāzes nostiprinājumu 9 stabu gadskārtu indeksu rindām relatīvi šķērsdatētas 7 rindas. Indeksu rindu sinhronajā savietojumā to līdzības rādītāju vērtības viduvējas ( $t_{\text{vid.}} = 3,56$ , līdzības koeficients 0,61 - 0,76), taču samērā garo rindu šķērsdatēšanu atviegloja vērtību pārmaiņu cikliskums, kas iezīmējās samērā garo indeksu rindu grafiskajos attēlos (5.19. att.).



5.19. attēls. Cēsu pils rietumu nogāzes nostiprinājumu stabu gadskārtu indeksu grafisko attēlu kopskats (logaritmiskajā mērogā).

No 7 indeksu rindām objekta indeksu vidējo vērtību rindā iekļautas 5 indeksu rindu vērtības. Divas no šīm rindām (Nr. CP-2 un CP-4), kā izrādījās, attiecas uz vienu un to pašu koku, tāpēc to vērtības pa gadiem apvienoja vienā indeksu vērtību rindā CP-2-4. Neskaitot šo rindu, indeksu vidējo vērtību rindā vēl iekļautas rindu Nr. CP-5, CP-6 un CP-8 gadskārtu indeksu vērtības (5.10. tab.).

Nogāzes nostiprinājumu stabu relatīvie datējumi ir loģiski: tie norāda, ka stabu rindai paredzētie koki cirsti vienā, nosacīti pieņemtajā 0. gadā (5.11. tab.). Nav pamata domāt, ka stabiem, kuru koksnes paraugi ir Nr. CP-3, CP-8 un CP-9, koki cirsti ātrāk. Viena līdz dažu gadu starpība datējumā izskaidrojama ar ārējo gadskārtu trūkumu paraugos (ugunsgrēkā pāroglotās ārējo gadskārtu daļas vietām jau ir nobirušas).

5.10. tabula.

**Cēsu viduslaiku pils rietumu puses nogāzes nostiprinājumu stabu gadskārtu  
indeksu vidējo vērtību rinda**

Program ARSTAN

Chronology WEND4 Std: Cēsis, R nogāzes atbalststabi

Date	Gadskārtu indeksi (x1000)										Paraugu skaits									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
-160	1550	1500	1392	1235	1083	988	1209	1094	1042	1055	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2
-150	1047	1096	1222	1269	1035	984	475	674	727	585	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
-140	840	773	750	724	943	1058	714	822	894	971	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
-130	1053	1126	1090	996	1018	1076	1109	1095	1080	1016	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4
-120	812	1115	1061	999	832	838	1405	1181	1287	1042	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-110	949	858	727	806	957	1089	935	1099	1130	1122	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-100	975	720	1084	1247	1304	1350	1270	1118	613	627	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-90	529	708	692	669	767	979	914	872	946	1076	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-80	1000	909	721	822	899	1204	1271	1206	1213	1393	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-70	1378	1510	1368	1263	1355	1300	1371	1430	1143	1185	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-60	950	589	712	619	677	834	737	906	1094	1248	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-50	1355	1090	1289	1055	957	1138	1094	1342	966	926	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-40	1020	779	894	808	978	987	834	833	870	1172	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-30	800	806	769	835	695	740	701	637	627	697	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-20	596	800	802	877	880	804	880	937	791	900	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
-10	1067	1106	1132	1343	1574	1714	1288	1344	1101	1000	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0	955										3									

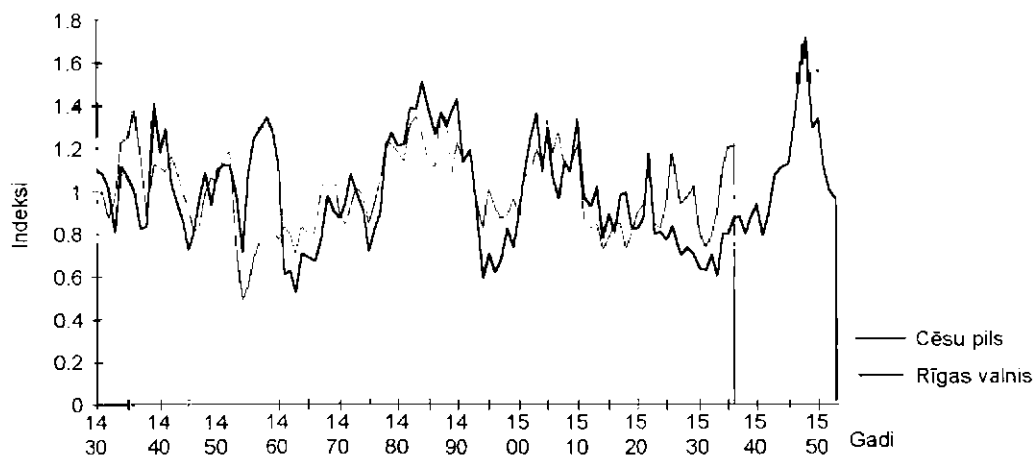
5.11. tabula.

**Cēsu viduslaiku pils rietumu puses nogāzes nostiprinājumu stabu  
relatīvie datējumi (nosacītos gados)**

Parauga Nr.	CP-2-4	CP-3	CP-5	CP-6	CP-8	CP-9
Relatīvais datējums	0.	-2.	0.	0.	-1.	-4.

Iegūtā priedes gadskārtu indeksu vidējo vērtību rinda, saīsināta līdz 125 indeksu vērtībām (lai tā visā garumā attiektos uz vismaz 4 koku gadskārtu indeksu rindām), noteiktā savstarpējā savietojumā ir būtiski līdzīga ar autora izstrādāto Rīgas pilsētas nocietinājuma vaļņa pamatnes baļķu absolūto dendrochronoloģisko skalu (apakšnodaļa 5.2.6). Abu laikrindu līdzību raksturo šādi rādītāji:  $t = 6,2$  un zīmju testa līdzības koeficients = 67%. Pēc šo rindu attiecīgā savietojuma var secināt, ka Cēsu pils rietumu pusē esošās nogāzes stiprināšanai koki cirsti 17 gadus pēc Rīgas nocietinājuma vaļņa pamatnes izveidei cirstajiem kokiem, t.i., 1553. gadā (5.20. att.). Tomēr ne arheoloģisks, ne rakstītos avotos rakstīts pierādījums šim datējumam līdz šim nav atrasts. Arī veicot pārbaudāmās indeksu vidējo vērtību rindas salīdzināšanu ar tik tuvu teritoriju kā Lietuva un Gotlande absolūtajām skalām, minētajam datējumam atbilstošā savietojumā laikrindu

būtiska līdzība diemžēl netika konstatēta. Līdz ar to aplūkojamā laikrinda līdz laikam, kad tās provizorisko datējumu varēs droši apstiprināt ar citu vietējo absolūto dendrohronoloģisko skalu vai vēsturiska pierādījuma palīdzību, par absolūti datētu vēl netiek uzskatīta.



5.20. attēls. Cēsu pils rietumu nogāzes nostiprinājumu baļķu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindas un Rīgas nocietinājuma vaļņa absolūtās dendrohronoloģiskās skalas grafiskais kopattēls to varbūtējā sinhronā savietojumā.

Jāpiebilst, ka stabam, kura koksnes paraugs ir PC-08, gals bija apstrādāts kā kokmateriālu pludināmā plosa malējam baļķim. Visticamāk, ka kokmateriāli, kas bija paredzēti nostiprinājumu stabiem, līdz Cēsīm piegādāti pa Gauju. Tas papildus apstiprina, ka kopā ar Āraišu un Ušuru dendrohronoloģiskajām skalām, arī jauniegūtā Cēsu pils indeksu vidējo vērtību rinda attiecas uz Vidzemes kultūrvēsturisko apgabalu.

## 5.2. ABSOLŪTI DATĒTIE KULTŪRVĒSTURISKIE PIEMINEKĻI

### 5.2.1. Vecrīgā, Trokšņu ielā 14 atklātās senceltnes

1994. - 1995. gadā autors veica Rīgā, Trokšņu ielā, netālu no Pulvertorņa 1985. gada arheoloģiskajos izrakumos atklātu divu 13. - 14. gs. koka celtņu palieku būvdetaļu dendrohronoloģisko datēšanu (Zunde, 1996a; 5.21. att.).



a



b

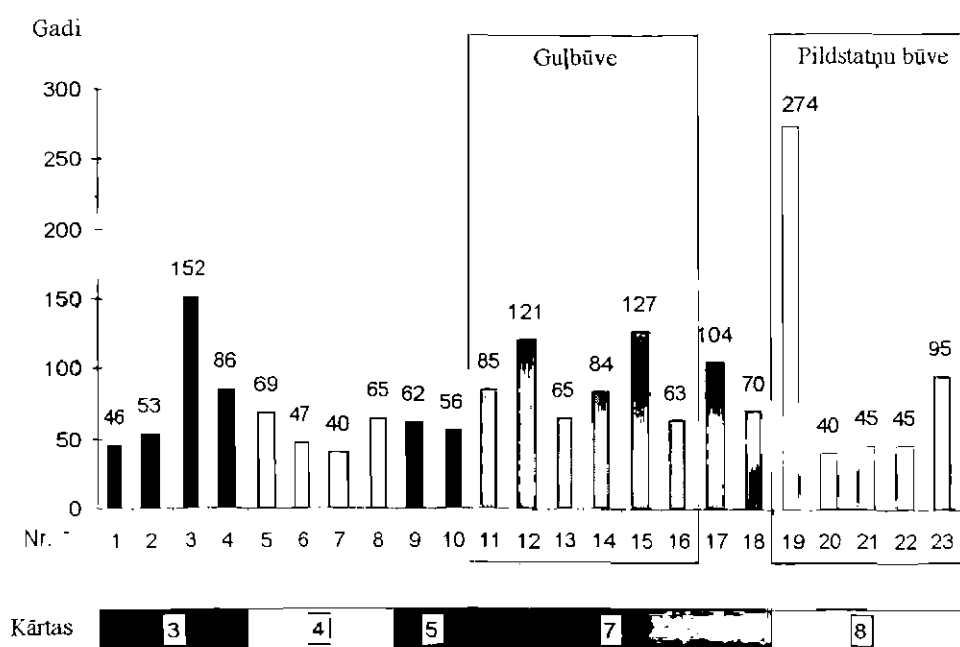
a - guļbūves ēkas palieku kopskats;  
b - būvdetaļu salaidums ēkas stūrī.

5.21. attēls. Guļbūves ēkas paliekas izrakumu laukumā Rīgā, Trokšņu ielā 14  
(Caune, 1986)

Datēšanai autoram tika nodotas 23 koka būvdetaļas, kuras atklātas 9 x 6 m liela izrakumu laukuma 5 dažādās kārtās. Koksnes paraugi Nr. 1 līdz Nr. 10 sagatavoti no atsevišķi atklātām būvdetaļām un stabiem, no kuriem četri attiecas uz kultūrslāņa 3. kārtu, četri - uz 4. kārtu un divi - uz piekto kārtu. Pārējie 13 koksnes paraugi iegūti no minēto divu celtņu būvdetaļām: paraugi Nr. 11. - Nr. 16 attiecas uz 7. kārtā attīrītās guļbūves ēkas sienu būvdetaļām, Nr. 17 un Nr. 18 - uz šīs ēkas krāsns pamata koku un ēkas paliktni, bet paraugi Nr. 19 - Nr. 23 - uz vēl senāku, pildstatņu konstrukcijā būvētu celtni, kuru atklāja 8. kārtā. (5.22. att.).

Paraugu gadskārtu platuma mērījumu datu apstrādi un analīzi veica pa grupām, to izvērtētajam iespējamam hronoloģiskajam vecumam, vienlaikus kvalitātei un nozīmībai atbilstošā secībā: 1. grupa - paraugi Nr. 11 - nr. 18, 2. grupa - paraugi Nr. 19 - Nr. 23 un

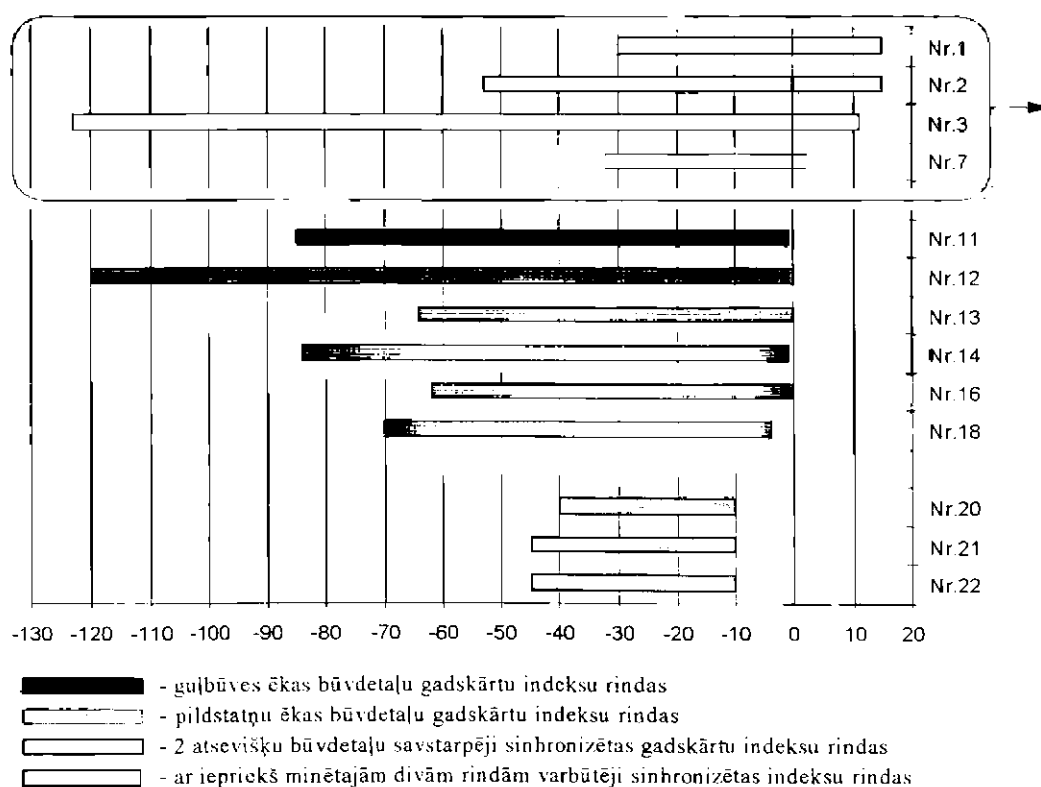
3. grupa - paraugi Nr. 1 - Nr. 10. Lielākai daļai paraugu konstatēja platas centrālās gadskārtas (līdz aptuveni 9 mm), kurām raksturīga liela platuma svārstību amplitūda. Svarīgi atgādināt, ka indeksu vidējo vērtību rindās, kuras aprēķinātas no neliela skaita un nevienāda garuma atsevišķām indeksu rindām, platajām gadskārtām atbilstošā posma sākumā var veidoties netipiska un neobjektīva indeksu vērtību maiņas vieta. Tāpēc, lai pēc gadskārtu platuma vērtību standartizācijas to sākotnējās straujās pārmaiņas zināmā mērā nesaglabātos arī starp atbilstošajām indeksu rindu vērtībām, vairāku gadskārtu platuma rindu vairākas pirmās lielākās vērtības izpētes procesā neiekļāva.



5.22. attēls. Gadskārtu skaits būvdetaļās un būvdetaļu iedalījums pēc to atrašanās dziļuma (kārtas) kultūrslānī.

Izrakumos atklātā guļbūve veidota no priedes apaļkokiem, līdz ar to lielākajai daļai no zāgētajiem 1. grupas koksnes paraugiem, atšķirībā pārējo grupu koksnes paraugiem, bija saglabājušās visas vai gandrīz visas ārējās gadskārtas. No šīs grupas 8 paraugu gadskārtu platuma datu rindām savstarpēji sinhronizētas 6 rindas: Nr. 11 - Nr. 14, Nr. 16 un Nr. 18. Konstatēts, ka būvdetaļas, kuras reprezentē koksnes paraugi Nr. 11 un Nr. 14, gatavotas no viena koka stumbra (zīmju kritērija līdzības koeficients 88%,  $t = 12,3$ ), tāpēc turpmākajā darba gaitā izmantoja no abām rindām aprēķinātu vienu, apvienoto indeksu vidējo vērtību rindu (Nr. 11&14). Konstatēts, ka abu paraugu relatīvais datējums ir par

1 gadu senāks par pārējo 1. grupas paraugu datējumu (izņemot paraugu Nr. 18, kura datējums uzrādīts tālāk). Tā kā šāds datējums noteikts abiem radniecīgajiem koksnes paraugiem, ir pamats uzskatīt, ka šoreiz runa nav par paraugu ārējās gadskārtas iztrūkumu (pēc paraugu vizuālā novērtējuma to var apstiprināt). Koks, no kura stumbra darinātas divas būvdetaļas, acīmredzot, nocirsts 1 gadu ātrāk par pārējiem salīdzināmiem kokiem. Pieņemot, ka guļbūves ēkai būvkoki pamatā cirsti nosacītajā 0. gadā (jauna laika skala, atbilstoša tikai uz konkrēto objektu), abām iepriekš minētajām būvdetaļām relatīvais datējums ir -1. gads ( 5.23. att.).



5.23. attēls. Rīgā, Trokšņu ielā 14 atklāto vēsturisko koka būvdetaļu relatīvā datējuma histogramma

Ēkas paliktnis, no kura iegūts koksnes paraugs Nr. 18, ir sānos atskaldīts, un tam konstatēt lokmalu neizdevās. Jaunākās, vienā no šķautņa sānu stūriem saglabājušās gadskārtas relatīvais datējums -4. gads drīzāk norāda, ka paliktnis veidots no būvkoka, kurš cirsts vienlaikus ar pārējiem ēkas būvei cirstajiem būvkokiem, bet ārējo gadskārtu trūkuma dēļ, datējums ir agrāks.

Arheoloģiskajos izrakumos konstatēts, ka minētā ēka pēc kāda laika divas reizes pārbūvēta. Pirmās pārbūves laikā vientelpas ēkai piebūvēta otra telpa. Šīs telpas būvdetaļu koksnes paraugu trūkuma dēļ 1. varianta ēkas pastāvēšanas ilgums diemžēl palicis nenoskaidrots.

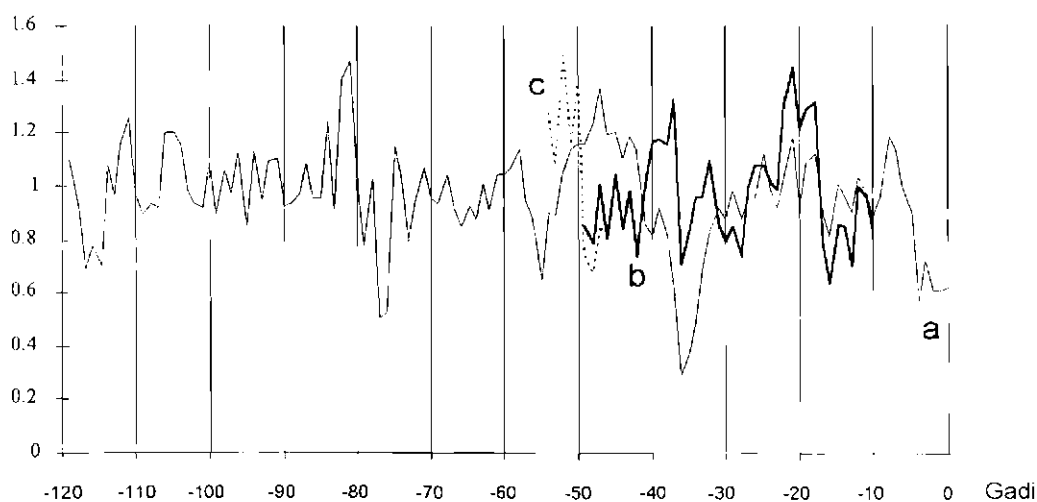
No koksnes paraugu 2. grupas īpaši jāatzīmē paraugs Nr. 19, kuram konstatētas 274 gadskārtas (attiecināmajam kokam to bijis vēl vairāk). Diemžēl gandrīz 50 nozīmīgākās (ārējās) gadskārtas paraugam konstatējamas tikai vienā radiālā virzienā. Tās ir šauras (vidēji ap 0,25 mm platas), ar stipri mainīgu platumu (pa aploci), tāpēc šī parauga gadskārtu indeksu rindas sinhronizācija ar pārējām 2. grupas paraugu indeksu rindām nebija sekmīga. No pildstatņu ēkas 5 būvdetaļām relatīvais datējums noteikts trim būvdetaļām: Nr. 20 - Nr. 22. Šīs būvdetaļas gatavotas no priežu stumbriem, kuras augušas ļoti līdzīgos augšanas apstākļos: neraugoties uz attiecīgo indeksu rindu nelielo garumu, indeksu rindu grafisko attēlu vizuālā līdzība to sinhronajā savietojumā ir izteikta. Noteikts, ka visām trim būvdetaļām būvkoki cirsti vienā gadā (5.23. att.). Visu trīs minēto indeksu rindu vērtības izmantotas pildstatņu ēkas indeksu vidējo vērtību rindas aprēķināšanai.

Zīmju testa rezultāts uzrāda, ka pildstatņu celtnē būvkoki cirsti 10 gadus pirms guļbūves ēkas celtniecībā izmantotajiem būvkokiem: ja laikrindu vērtību standartizācijas procesā bāzes līniju aprēķina pēc pastāvīgo summu jeb Špaltes metodes (50. lpp.), kā arī, ja sinhronizācijas procesā neizmanto pildstatņu ēkas būvdetaļu senāko, ļoti platu 5 gadskārtu platuma vērtības, nosauktajam datējumam atbilstošajā savietojumā abu ēku indeksu vidējo vērtību rindu līdzības koeficients sasniedz 85%. Aprēķinā izmantojot visas uzņēmētās gadskārtu platuma vērtības, šo laikrindu līdzības koeficients samazinās līdz 77% (5.24. att.).

Sakarā ar to, ka pildstatņu konstrukcijā būvētās ēkas indeksu vidējo vērtību rinda ir īsa (nesaīsinātā veidā tā atbilst 45 gadiem), abām laikrindām kopīgā t vērtība nav augsta (atkarībā no indeksu aprēķināšanā pielietotās metodes  $t = 3,6 \dots 4,0$ ). Bāzes līniju veidojot negatīvas eksponentlīknes formā, kā to pamatvariantā dara datorprogramma ARSTAN no ITRDBLIB programmu paketes, abu celtnu indeksu vidējo vērtību rindu līdzība datējumam atbilstošajā savietojumā samērā krasī samazinās (līdzības koeficients = 69%,  $t = 1,6$ ). Tas nozīmē, ka pildstatņu konstrukcijā būvētās ēkas relatīvo datējumu (attiecinā pret guļbūves ēkas datējumu tas ir -10. gads), neraugoties uz tā loģiskumu (kultūrslānī dziļāk atklātās ēkas datējums ir senāks), diemžēl pagaidām nevar droši



apstiprināt. To jāuzskata par varbūtēju datējumu. Atbildes konkretizēšanai, abas indeksu vidējo vērtību rindas nepieciešams sinhronizēt ar kādu citu hronoloģiskā laika un kokmateriālu ieguves vietas ziņā atbilstošu indeksu vidējo vērtību rindu, kura pagaidām vēl nav izstrādāta.



a - guļbūves ēkas indeksu vidējo vērtību rindas grafiskais attēls;  
b - pildstatņu ēkas indeksu vidējo vērtību rindas grafiskais attēls ar centrālo, plato gadskārtu ietekmēto posmu (c).

#### 5.24. attēls. Rīgā, Trokšņu iela 14 atklāto koka senceltņu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu grafisko attēlu kopskats to varbūtējā sinhronā savietojumā (bāzes līnija aprēķināta pēc pastāvīgo summu metodes)

No 3. grupas paraugiem droši savstarpēji relatīvi datēti divi 3. kārtā atrastu koka būvdetaļu koksnes paraugi: Nr. 1 un Nr. 2. Salīdzinot abu rindu indeksu vidējo vērtību rindu ar pārējām 3. grupas paraugu gadskārtu indeksu rindām, iegūtie rezultāti ļauj izteikt hipotēzi par vēl divu indeksu rindu (Nr. 3 un Nr. 7) relatīvo datējumu (5.23. att.). Spriežot pēc būvdetaļu saturošo kultūrslāņa kārtu secības, būvdetaļu Nr. 3 un Nr. 7 varbūtējais relatīvais datējums šķiet loģisks, bet attiecīgo indeksu rindu līdzība nav tik izteikta, lai to varētu apstiprināt. Ne koksnes paraugu Nr. 1 un Nr. 2. gadskārtu indeksu rindu vidējo vērtību rindu, ne atsevišķo būvdetaļu koksnes paraugu Nr. 3 un Nr. 7 gadskārtu indeksu rindas sinhronizēt ar abu celtņu indeksu vidējo vērtību rindām neizdevās. Šīs grupas koksnes paraugu relatīvajiem datējumiem jābūt hronoloģiski

jaunākiem, bet lai tos konkrēti noteiktu, nepieciešama atbilstoša materiāla papildus dendrochronoloģiskā analīze.

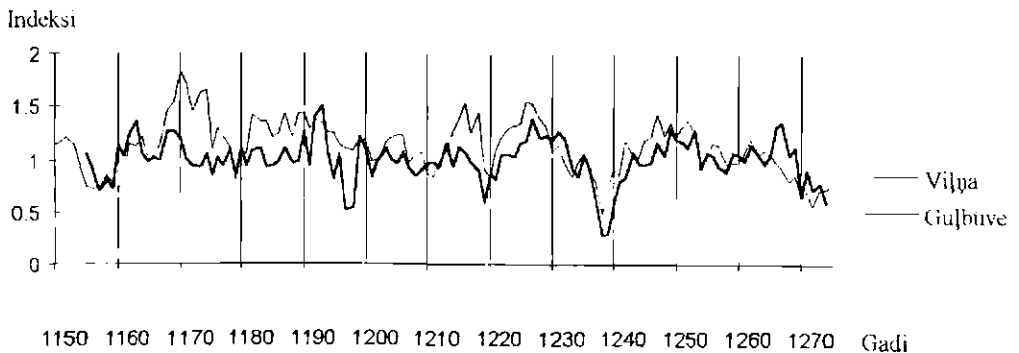
Senājām koka ēkām, ko atklāja izrakumos Trokšņu ielā 14, ilgāku laiku bija zināms tikai iepriekš minētais to varbūtējais relatīvais datējums (Zunde, 1996a). Aprakstītā darba posma būtiskākais rezultāts bija guļbūves būvdetaļu gadskārtu platuma indeksu vidējo vērtību rinda (5.13. tab).

5.13. tabula

### Trokšņu ielā 14 atklātās guļbūves tipa ēkas būvdetaļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rinda

S Chronology T14 Std: Rīga, Trokšņu 14

Date	Gadskārtu indeksi (x 1000)										Paraugu skaits									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
-119		1055	899	695	807	721	1130	1016	1233	1350			1	1	1	1	1	1	1	1
-110	1048	969	1010	986	1272	1263	1196	999	937	907	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-100	1050	842	1014	934	1082	828	1110	931	1085	1097	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-90	924	939	972	1100	959	965	1269	927	1420	1505	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-80	1038	800	1046	519	531	1217	1090	833	986	1109	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
-70	990	962	1065	921	848	904	953	966	914	1148	2	2	2	2	2	3	4	4	5	5
-60	938	1116	1071	979	889	579	869	814	1047	1043	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-50	1017	1158	1170	1391	1211	1226	1201	1258	1206	919	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-40	840	1038	911	655	275	304	574	778	818	1066	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-30	959	952	973	1162	1042	1305	1197	1184	1123	1291	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-20	908	1063	1054	939	883	1065	1039	996	1142	1043	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-10	962	1055	1321	1357	1037	1120	649	899	715	765	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
0	577										3									



5.25. attēls. Trokšņu ielā 14 atklātās guļbūves indeksu vidējo vērtību rindas un Viļņas l. absolūtās dendrochronoloģiskās skalas posma kopīgais grafiskais attēls (abu laikrindu grafisko attēlu sinhronajā savietojumā)

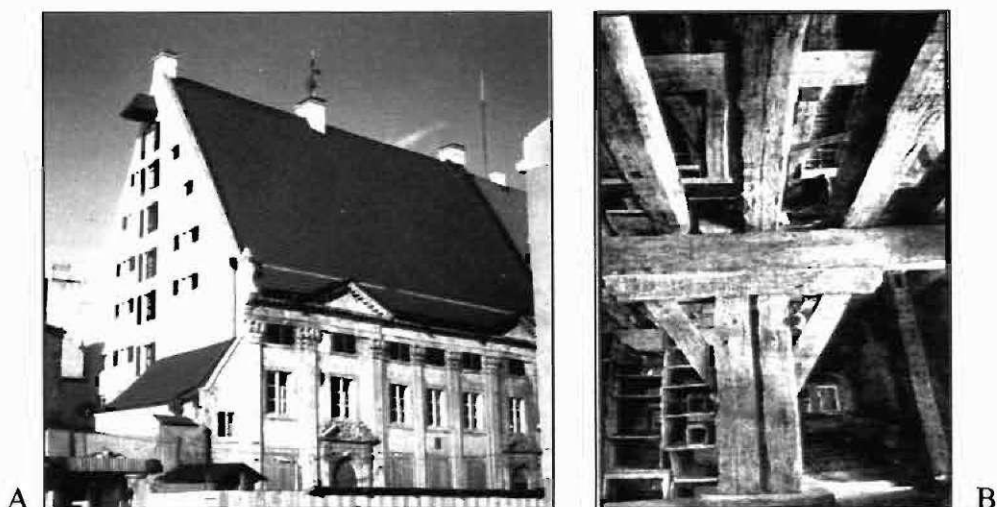
2001. gada pavasarī abu celtņu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindas tika salīdzinātas ar Viļņas 1. dendrohronoloģisko skalu (Pukiene, 2000). Konstatēta tās būtiska līdzība ( $t = 8,1$ ) ar jaunākās (guļbūves) ēkas gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu to savietojumā, kas liecina, ka ēkas būvdetaļām paredzētie būvkoki cirsti 1274. gadā (5.25. att.).

Pārbaudē noskaidrots, ka minētās ēkas indeksu vidējo vērtību rinda šim absolūtajam datējumam atbilstošā savietojumā būtisku līdzību uzrāda arī ar A. Lēnelaida (*Läanelaid*) izstrādāto Jaani baznīcas (Igaunija) dendrohronoloģisko skalu ( $t = 6,0$ ) un T. Bartolina (*Bartholin*) - Gotlandes dendrohronoloģisko skalu ( $t = 3,8$ ). Ēkas būvdetaļu absolūtais datējums pilnībā apstiprina arheologa A. Caunes hipotēzi, ka ēka būvēta 13. gs. vai 14. gs. sākumā. Turklāt, datējums atbilst laikam vēl pirms 1293. gada, kad izdoti būvnoteikumi, kas pēc Rīgā notikuša liela un postoša ugunsgrēka turpmāk aizliedza pilsētas aizsargmūru iekšpusē būvēt koka ēkas (Caune, 1996).

### 5.2.2. Dannenšterna nama koka sijas

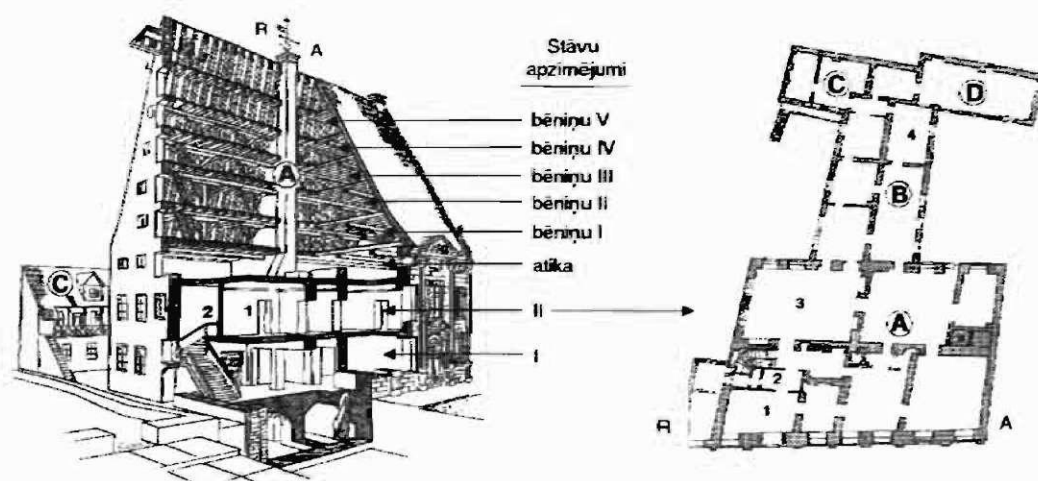
Pamatojoties uz sadarbības līgumu ar Valsts Kultūras pieminekļu aizsardzības inspekciju un vienojoties ar Rīgas vēstures un kuģniecības muzeju, šī darba autors veicis Rīgas ievērojamā baroka arhitektūras pieminekļa - Dannenšterna nama (Mārstaļu ielā 21) - starpstāvu pārsegumu koka siju dendrohronoloģisko datēšanu (Zunde, 1998b; 5.26. att.). Ēkas restaurācijas laikā laikā bija uzsākta trūdējušo koka siju nomaiņa un promvešana. Lai neietu zudumā vērtīgs dendrohronoloģiskais materiāls, autors veica atlikušo seno siju koksnes tūlītēju novērtēšanu un organizēja tās paraugu sagatavošanu.

Dannenšterna nama koka sijas kā dendrohronoloģiskais materiāls guva augstu vērtējumu, jo 1) resno un, jādomā, vienlaikus iebūvēto siju koksnes analīze deva cerību iegūt gadskārtu platuma laikrindas ilgākam laikposmam (orientējoši XVI - XVIII gs.), kas būtu izmantojama kā bāze attiecīgā laikposma dendrohronoloģiskās skalas izstrādei, un 2) iebūvēto koka būvelementu koksne bija uzskatāma par potenciālu papildus informācijas avotu Dannenšterna būvēšanas vai pārbūves laika datējumu pārbaudei, kā arī ēkas būvvestures precizēšanai.



5.26. attēls. Dannenšterna nams: A - ēkas kopskats 2000. gadā;  
B - griestu pārseguma senās koka sijas (Āboliņa, 1997).

Dendrohronoloģiskajai izpētei bija kopumā sagatavoti 46 koka siju koksnes paraugi. Diemžēl 13 no koksnes paraugiem ārējo gadskārtu trūkuma dēļ tika novērtēti kā datēšanai nederīgi (siju virsma bija notrūdējusi). To jāuzskata par vērā ņemamu papildinformācijas zaudējumu, jo visus 13 koksnes paraugus nama restauratori bija sagatavojuši no vienas būvkonstrukcijas - no ēkas galvenā korpusa (5.27. att.: A) ziemeļrietumu stūrī esošās 2. stāva telpas vienlaidus iebūvētām pārseguma sijām (5.27. att.: telpa Nr. 3). Pārējie 33 koksnes paraugi iegūti no sijām ēkas divos korposos un 3 dažādos stāvos (5.14. tab.).



5.27. attēls. Dannenšterna nama korpusu, stāvu un 2. stāva telpu izvietojums  
(Васильев, 1971).

## 5.14. tabula.

**Dannenšterna namā sagatavoto un datēto būvdetaļu koksnes paraugu iegūšanas vietas.**

Koksnes parauga Nr.	Būvdetaļa	Iebūves vieta
1 - 9	sijas	ēkas galvenā korpusa austrumu puse; atika stāva pārsegums
10	sija	ēkas galvenā korpusa rietumu puse; atika stāva pārsegums
11 - 13	sijas	ēkas galvenā korpusa rietumu puse; bēniņu 1. stāva pārsegums
14 - 16	sijas	ēkas galvenā korpusa atika vai bēniņu 1. stāva pārsegums
17 - 21	sijas (pusapaļās)	ēkas galvenā korpusa dienvidrietumu stūrī esošās 2. stāva telpas grīdas klājums (5.27.att.; telpa Nr.1)
22 - 23	sijas (pusapaļās)	ēkas galvenā korpusa rietumu gala 2. stāva grīdu segums (5.27.att.; telpa Nr.1 vai Nr.2)
24 - 33	sijas	ēkas B korpusa ziemeļu gala 2. stāva telpas pārsegums (5.27.att.; telpa Nr.4)

Visām 33 dendrohronoloģiski pētītajām sijām izmantoti parastās priedes būvkoki. Gadskārtu platuma mērīšanas procesā konstatēts, ka ārējā - precīzai datēšanai svarīgākā gadskārta saglabājusies tikai 20 koksnes paraugiem. Astoņiem koksnes paraugiem ārējās gadskārtas bija saglabājušās tikai pavisam nelielā lokā, tāpēc tām platumu varēja fiksēt tikai vienā no parauga gadskārtu radiālajiem uzmērojumiem. Pārējie 13 koksnes paraugi, kuriem ārējās gadskārtas trūka, bija iegūti no sijām, kas siju klājumā neatradās cita citai līdzās, bet bija atsevišķi starp vai blakus kādām no iepriekš minētajām precīzi datējamām 20 sijām. Tādējādi, turpmākajā analīzē to gadskārtu mērījumu nepilnās laikrindas izmantoja kā skaitliskās informācijas papildus avotu.

Koka siju virsmas saglabāšanās pakāpe, no kā atkarīga to ārējo gadskārtu eksistence un fizikālo īpašību raksturojums, kopumā ņemot, atšķirās atkarībā no siju izvietojuma ēkā. Piemēram, no ēkas B korpusa 10 sijām iegūtajiem koksnes paraugiem (Nr. 24 - 33), ārējā gadskārta visā tās garumā trūka tikai diviem paraugiem, savukārt no 7 koksnes paraugiem (Nr. 17 - 23), kas ņemti galvenokārt no ēkas galvenā korpusa 1. telpas grīdas pusapaļām sijām, ārējā gadskārta bija saglabājusies tikai 3 paraugiem. Šīs telpas trīs siju koksnes paraugiem, kā to secināja vēlāk, trūka pat vairāki desmiti ārējo gadskārtu (5.30. att.).

Visā visumā koksnes paraugi no Dannenšterna nama galvenā korpusa atikas stāva pārseguma sijām bija saglabājušies labākā kvalitātē nekā no bēniņu 1. stāva pārseguma sijām. Salīdzinoši sliktākas kvalitātes paraugi sagatavoti no 1. telpas (2. stāvs) grīdas klājuma sijām, bet kvalitatīvi vissliktākās koka ripas, kuras, kā atzīmēts iepriekš, pētījumā neizmantoja, saņemtas no nama 3. telpas.

Gadskārtu iztrūkumu daļēji kompensēja sijām izmantoto būvkoku lielais vecums, t.i., ievērojamais gadskārtu skaits paraugā. Vairums izmantoto koku bijuši vecumā no aptuveni 170 līdz 200 gadiem, bet būvkoki, no kuriem iegūti koksnes paraugi Nr. 14, 15, 16 un 25, ciršanas laikā bija sasnieguši jau 250 - 270 gadu vecumu.

Dannenšterna nama siju gadskārtu platuma analīzes rezultāti liecina, ka sijām izmantotie būvkoki auguši līdzīgos augšanas apstākļos un bieži vien kopīgu limitējošo faktoru ietekmē. Par to liecināja vismaz Latvijas dendrohronoloģijas praksē pirmais un vienīgais gadījums, kurā izdevās savstarpēji šķērsdatēt visas gadskārtu indeksu rindas, kuras turklāt attiecās uz būvdetaļām, kas iebūvētas ēkas dažādos stāvos un korpusos. Indeksu rindu sinhronizēšanas procesā tika arī pilnībā izmantota priekšrocība, kāda ir, salīdzinot garas indeksu rindas: to grafiskajos attēlos bija labāk izšķirams gadskārtu platuma svārstību cikliskums un efektīvāk izmantojami vairāki izdalīti signatūras gadi. Retalīvā gadskaitļu skalā, kurā to vērtības dotas salīdzinājumā pret nosacīti piešķirto 0. (nullto) gadu, kā raksturīgākie gadskārtu platuma pozitīva pieauguma signatūras gadi atzīmējami -36., -52., -72. un -125. gads, bet kā negatīva pieauguma - -33., -63., 134., 152. gads (5.28. att).


Gadskārtu indeksu rindu šķērsdatēšanas rezultāti uzrādīti 5.15. tabulā un 5.29. attēlā. To relatīvo datējumu lielās atšķirības galvenokārt izskaidrojamas ar būvdetaļu ar ārējo gadskārtu trūkumu koksnes paraugos. Tomēr to būvdetaļu relatīvie datējumi, kurām visas ārējās gadskārtas saglabājušās, liecināja: Dannenšterna nama galvenā (A) korpusa pētītajām sijām lielākā daļa būvkoku cirsti vienā gadā, bet B korpusa sijām (Nr. 24 - 33) koki cirsti divus gadus vēlāk. Ir pamats domāt, ka arī tie koki, kuru koksnes paraugiem trūka ārējo gadskārtu, cirsti vienā laikā ar kokiem, kuri izmantoti attiecīgā celtnes korpusa pārējām sijām.

Kā redzams no 5.15. tabulas un 5.29. attēla, ēkas A korpusa 3 būvdetaļu datējums no korpusa pārējo būvdetaļu datējuma atšķiras par 47 gadiem. No pētījuma rezultātiem

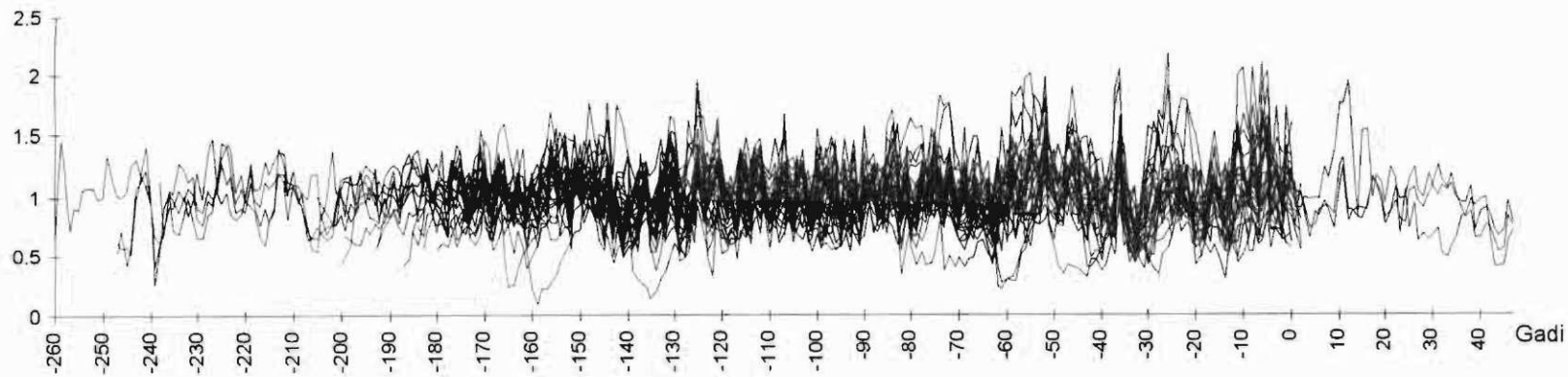
**Dannenšterna nama siju saglabājušos ārējo gadskārtu relatīvie datējumi**

Parauga apzīmējums	Relatīvais datējums (gados)
DSN-01	-1.
DSN-02	0.
DSN-03	0.
DSN-04	0.
DSN-05	-2.
DSN-06	0.
DSN-07	-3.
DSN-08	0.
DSN-09	+47.
DSN-10	+47.
DSN-11	0.
DSN-12	-2.
DSN-13	+47.
DSN-14	0.
DSN-15	0.
DSN-16	-66.
DSN-17	0.

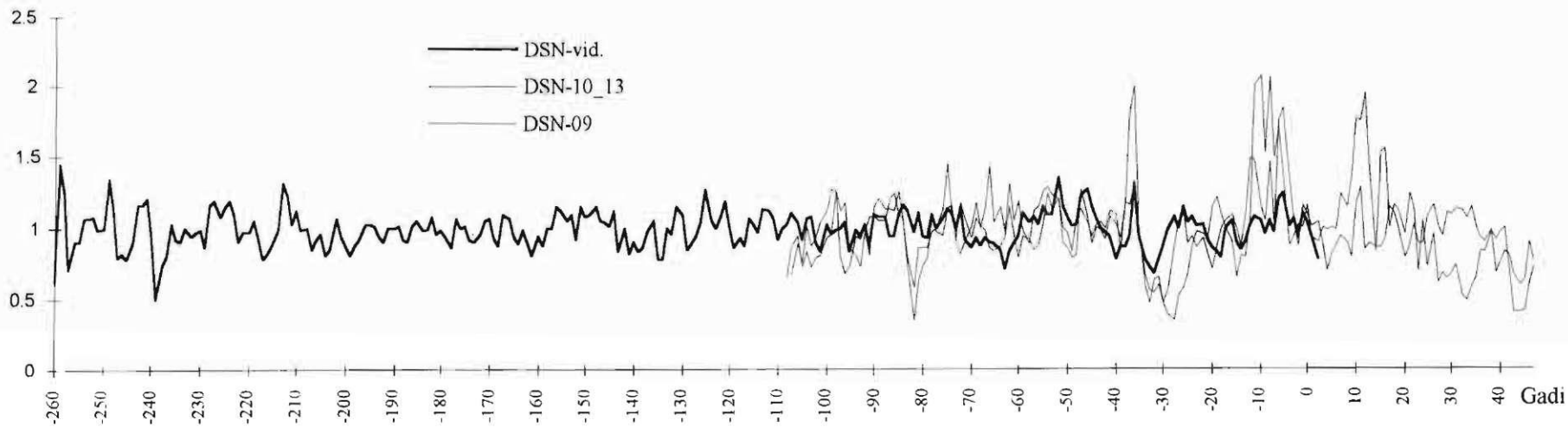
Parauga apzīmējums	Relatīvais datējums (gados)
DSN-18	0.
DSN-19	-65.
DSN-20	0.
DSN-21	-44.
DSN-22	-75.
DSN-23	-51.
DSN-24	+2.
DSN-25	-21.
DSN-26	+2.
DSN-27	+2.
DSN-28	+2.
DSN-29	+2.
DSN-30	+2.
DSN-31	+2.
DSN-32	+2.
DSN-33	0.

 - B korpusa sijas un to datējums

izriet, ka šīs sijas ēka galvenā korpusa atīkas un bēniņu 1. stāva pārsegumā iebūvētas vēlāk lokāla rakstura remonta laikā. Proti, ēkas rietumu pusē abos stāvos apmainītas vismaz pa vienai sijai (Nr.10 un Nr.13), kuras, kā šķiet, gatavotas no viena un tā paša koka stumbra ( $t = 13,1$  un līdzības koeficients = 81%). Savukārt, ja abas būvdetaļas veidotas no viena koka, tad runa drīzāk varētu būt par senāk apmainītiem siju posmiem nevis veselām sijām (autors šīs sijas vairs nepaguva redzēt). Tāds pats relatīvais datējums noteikts arī korpusa austrumu pusē nomainītajai sijai (Nr.9), kurai izmantotā koka augšanas gaita raksturojama kā viena no individuālākām starp pētītajām sijām izmantotajiem būvkociem (5.29. att.).

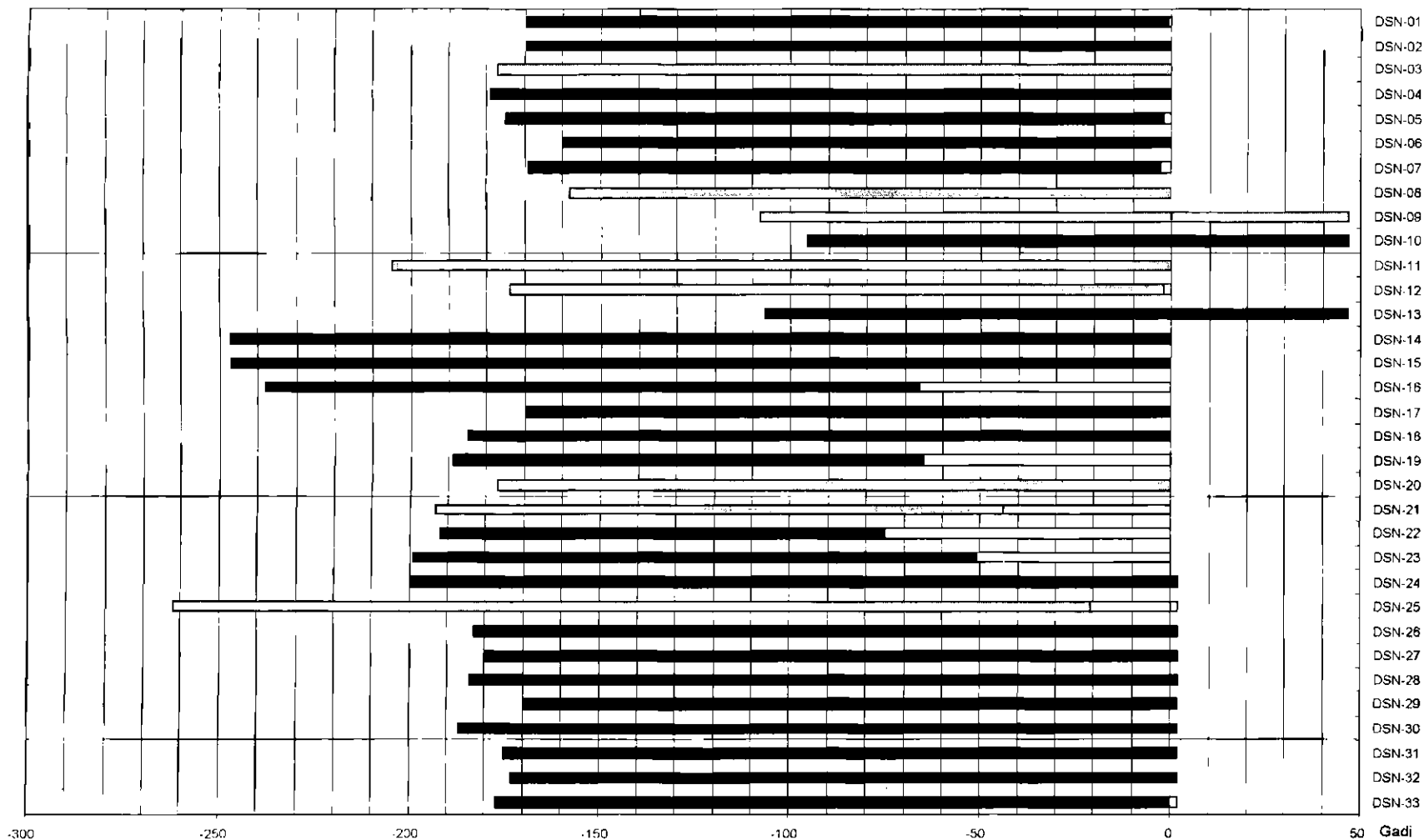


5.28. attēls. Dannenšterna nama siju šķērsdatēto gadskārtu indeksu rindu grafisko attēlu kopskats to sinhronajā savietojumā



5.29. attēls. Indeksu rindu Nr.10\_13 un Nr.09 grafisko attēlu salīdzinājums ar pārējo rindu veidoto objekta hronoloģisko skalu to sinhronajā savietojumā





- hronoloģiskajā skalā iekļautās gadskārtu indeksu rindas;
- hronoloģiskajā skalā neiekļautās gadskārtu indeksu rindas;
- teorētiski rekonstruētie trūkstošajām gadskārtām atbilstošie indeksu rindu posmi

5.30. attēls. Dannenšterna nama siju gadskārtu indeksu rindu relatīvo datējumu histogramma

Neskaitot paraugus Nr.10 un Nr.13, ļoti līdzīgs koksnes gadskārtu raksts konstatēts arī šādiem paraugu pāriem: Nr.1 un Nr.7 ( $t = 16,0$ ; līdzības koeficients = 78%), Nr.3 un Nr.8 (14,0; 77%); Nr.14 un Nr.15 (19,4; 76%), kā arī Nr.28 un Nr.29 (13,5; 80%). Spriežot pēc gadskārtu indeksu līdzīgo rindu grafiskajiem attēliem, arī uzrādītajiem paraugu pāriem atbilstošās būvdetaļas veidotas no viena koka stumbra (par tādu divu stumbru augšanas gaitas līdzības rādītājiem, kuriem bijusi kopīga celma daļa, autoram datu salīdzināšanai nav). Līdzības rādītāju zemākās vērtības, neskaitot indeksu rindu Nr.9, biežāk attiecās vēl uz rindām Nr. 3, 8, 12, 19, 22 un 25. Daži koki uz lokāliem vides faktoriem pastiprināti reaģējuši tikai atsevišķos dzīves posmos (piemēram, Nr.3 un Nr.20).

No iegūtajiem rezultātiem var konstatēt, ka ēkas pagalma (B) korpusa sijām izmantotie koki auguši samērā viendabīgos apstākļos ( $t_{vid.} = 6,96$ ), bet A korpusa siju koki auguši salīdzinoši daudzveidīgākos apstākļos ( $t_{vid.} = 4,31$ ). Galvenā korpusa un pagalma korpusa sijām izmantoto priežu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu līdzība izsakāma ar vidējo lielumu  $t_{vid.} = 3,32$ . Šī vērtība nav augsta, bet tā tomēr pārsniedz Stjūdentu sadalījuma kritisko robežu pie 99% varbūtības. Tā apstiprina, ka daļā no teritorijas, kurā auguši Dannenšterna nama A korpusa sijām izvēlētie koki, augšanas apstākļi, tos salīdzinot ar tiem, kuros auguši B korpusam paredzētie koki, bijuši citādi, proti, nelabvēlīgāki. To apliecina gadskārtu vidējais platums: ēkas galvenā korpusa pētītajām sijām tas ir 1,14 mm, bet B korpusa sijām - 1,31 mm.

No Dannenšterna nama pētīto siju gadskārtu indeksu vērtībām aprēķinātas 2 indeksu vidējo vērtību rindas (atsevišķi ēkas A un B korpusam), kā arī tās apvienotas divās nedaudz atšķirīgās objekta dendrohronoloģiskajās skalās.

Izteikti līdzīgās gadskārtu indeksu rindas no to pāriem, kuri, domājams, attiecas uz vienu un to pašu koku, izņēmuma kārtā abās dendrohronoloģiskajās skalās pārstāvētas nevis apvienotā veidā, bet gan kā atsevišķas rindas. Tā kā hronoloģiskajās skalās apvienojamo indeksu rindu skaits ir pietiekami liels un to vērtību svārstības pa gadiem visbiežāk ir līdzīgas, tad atsevišķas rindas vērtību ietekme uz hronoloģiskās skalas vērtībām, gadījumā, ja šī rinda ir dublējoša, ir ļoti niecīga. Ievērojami būtiskāka ir to indeksu rindu ietekme, kuru vērtības raksturo koku augšanas stipri individuālu gaitu. Tāpēc tika radītas divas hronoloģiskās skalas. Pirmajā no tām nav iekļautas indeksu rindu

vērtības, kuru korelācija ar pārējo rindu veidoto hronoloģisko skalu novērtēta kā nebūtiska, bet par kuru sinhronitāti ar pārējām indeksu rindām liecināja to līdzīgā trenda līnija vai pietiekami augstā līdzības koeficienta vērtība kombinācijā ar noteiktiem raksturīgiem signatūras gadiem. Šajā hronoloģiskajā skalā apvienotas 30 indeksu rindu vērtības un nav iekļauti rindu Nr.3, Nr.9 un Nr.25 skaitliskie dati. Savukārt, otrajā hronoloģiskajā rindā iekļautas tikai to indeksu rindu vērtības, kuras būtiski korelē ar pārējo indeksu rindu veidotās dendrohronoloģiskās skalas attiecīgajiem posmiem pilnīgi visos tās 50-gades posmos. Atkarībā no pielietotās metodes bāzes vērtību aprēķināšanai, šo prasībām neatbilstošo indeksu rindu skaits mainījās no 8 - 10: Nr 3, 8, 9, 11, 12, (19), 20, 21, (22) un 25. Tālāk uzrādītajā hronoloģiskajā skalā nav izmantotas vērtības no 8 indeksu rindām (5.16. tab.). Atšķirībā no publicētās hronoloģiskās skalas (Zunde, 1998b), tajā vēl iekļautas lokālā remonta laikā nomainīto siju gadskārtu indeksu rindu Nr.10 un Nr.13 vērtības. Uzrādītās hronoloģiskās skalas posmā, kurā apvienoto indeksu rindu vērtību skaits nav mazāks par 8, salīdzinājumā ar 1. hronoloģiskās skalas attiecīgo posmu, dendrohronoloģiskā signāla atspoguļojums ir precīzāks (tīrāks). Savukārt, 1. hronoloģiskajā skalā apvienots lielāks indeksu rindu skaits, līdz ar to tam atbilstošais posms ir garāks, taču mazāk kvalitatīvs, salīdzinot ar 2. hronoloģisko skalu.

Zinot Dannenšterna nama būvēšanas laiku (pēc dažādiem avotiem: 1694. - 1698.g.), siju relatīvās hronoloģiskās skalas pamatposmu varēja attiecināt uz XVI - XVII gs. vai uz vēlāku laiku, ja pētītās nav vairs oriģinālās, celtnes būvēšanas laikā liktās sijas. Pēdējiem gadsimtiem atbilstošas priedes absolūtās dendrohronoloģiskās skalas izstrādātas arī Latvijai tuvākās valstīs, to skaitā Igaunijā un Lietuvā, tāpēc bija pamats mēģināt Dannenšterna nama sijām noteikt precīzu absolūto datējumu.

Dannenšterna nama relatīvā hronoloģiskā rinda tika salīdzināta ar XVI - XVIII gs. Klaipēdas (Lietuva) un Tartu (Igaunija) priedes dendrohronoloģiskajām skalām, tomēr drošai sinhronizēšanai nepieciešamās pakāpes līdzība starp hronoloģiskajām skalām netika konstatēta. Vienīgie pozitīvie darba rezultāti tika iegūti Dannenšterna nama relatīvo hronoloģisko rindu salīdzinot ar autora izstrādāto relatīvo gadskārtu indeksu hronoloģisko rindu, kas attiecas uz Daugavas krastmalas koka nostiprinājumiem, kurus atklāja 1997. gada pavasarī (5.2.3. nod.). Ņemot vērā Dannenšterna nama un Baltijas valstīs izstrādāto dendrohronoloģisko skalu atšķirību, arī ievērojot Dannenšterna nama starpstāvu pārseguma siju lielos izmērus un vēl citas netiešas norādes, kā arī jau daļēji

zinot informāciju par Dannenšterna saimniecisko darbību, radās hipotēze, ka Dannenšterna nama būvei izlietoti būvkoki varētu būt auguši ārpus Latvijas teritorijas, t.i, ka tie ir atpludināti uz Rīgu pa Daugavu no samērā tālas teritorijas.

5.16. tabula.

### Dannenšterna nama 25 siju gadskārtu dendrohronoloģiskā skala.

Program ARSTAN  
Chronology DSN25 Std: Dannenšterna nama

Date	Gadskārtu indeksi (x 1000)										Paraugu skaits									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
-247				945	1048	855	892	1592	1639	1821					2	2	2	2	2	2
-240	1272	411	745	723	1089	840	901	939	1074	972	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
-230	797	741	950	968	1119	1399	1351	1205	915	1032	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-220	926	1205	1001	884	1058	999	1013	1253	1222	1026	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-210	1016	899	836	612	594	591	637	587	645	805	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
-200	931	873	972	807	923	989	911	990	797	936	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6
-190	940	1006	896	974	1076	1206	1086	1116	1221	1114	6	7	7	7	7	8	9	10	10	10
-180	1077	1007	908	1135	1120	1188	1048	1031	1108	1144	11	12	12	14	14	16	16	17	17	17
-170	1179	1030	990	1210	1149	1037	964	1044	923	855	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22
-160	998	924	1049	1038	1211	1187	1082	1107	944	1172	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23
-150	1084	1093	1107	1010	989	953	1047	803	936	753	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
-140	824	769	802	922	1024	754	744	955	891	1096	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
-130	1059	804	824	878	978	1198	984	952	1052	1141	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
-120	988	845	912	830	1031	1005	993	1162	1165	1064	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
-110	929	1010	1055	1133	1080	950	1118	1096	948	857	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24
-100	1068	989	1024	1023	1028	837	981	972	1034	868	24	24	24	24	25	25	25	25	25	25
-90	1125	1139	1152	1013	999	1116	1141	1123	969	1114	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
-80	949	958	1134	1031	1067	1174	1123	991	1165	947	25	25	25	25	25	25	24	24	24	24
-70	883	998	927	1010	928	920	894	774	926	1001	24	24	24	24	24	23	22	22	22	22
-60	1002	1207	1097	1114	1034	1174	1119	1177	1414	1186	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
-50	1109	979	1002	1195	1178	1113	990	884	918	914	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
-40	797	843	826	917	1319	939	751	630	643	744	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
-30	839	890	976	993	1077	986	958	927	954	839	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
-20	825	817	811	979	1038	916	787	860	1058	1145	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
-10	1110	1033	1188	1061	1396	1474	1128	1141	935	1133	21	21	21	21	21	21	21	21	20	19
0	1097	1005	892	884	683	813	861	925	893	780	18	9	9	2	2	2	2	2	2	2
10	1150	1260	837	861	844	835	888	1126	1075	970	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	761	852	1011	881	890	1093	1184	1040	992	1166	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30	1170	1238	1221	1184	1297	1161	1077	1046	1162	834	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
40	926	1023	1015	871	771	846	1207	1045												

Hipotēzi varēja pārbaudīt divējādi: dokumentāri un dendrohronoloģiski. Ar rakstīto vēsturisko avotu palīdzību autors cerēja noskaidrot Dannenšterna nama būvniecībai vai remontam dažādos laikos piegādāto koka būvmateriālu sagādes ģeogrāfisko vietu un

gadu, bet ar dendrohronoloģiskās metodes palīdzību bija cerība pārbaudīt, konkrēti kurā no dokumentāri uzrādītajām ģeogrāfiskajām vietām cirsti tieši pētītajām sijām paredzētie būvkoki un vai to ciršanas laiks ir atbilstošs ar koka būvmateriālu piegādes laiku, kas uzrādīts rakstītajos avotos. Dendrohronoloģiskās metodes sekmīgai pielietošanai bija nepieciešams zināt konkrētāku informāciju par būvkoku augšanas ģeogrāfisko vietu un hronoloģisko laikposmu, kuram būtu jāatbilst salīdzināšanai nepieciešamajai absolūtajai hronoloģiskajai skalai. Tāpēc pirms Dannenšterna nama koka siju dendrohronoloģiskās datēšanas darba turpināšanas, autors ilgāku laiku veica rakstīto avotu izpēti (tādējādi atkārtoti apstiprināts dendrohronoloģijas un vēstures zinātnes starpdisciplinārais raksturs). Pamatojoties uz iegūtā informācija, tika variēta dendrohronoloģiskās datēšanas gaita un vienlaikus tā tika izmantota kā datēšanas rezultātu apstiprinājums, tāpēc iegūtā informācija īsumā izklāstīta arī šajā darbā.

Lai gan Dannenšterna nama bēniņu stāvu dažos balsta konstrukcijas šķautņos konstatēts gada skaitļa iegriezums, kas šo konstrukciju it kā datē ar 1841. gadu, par to, ka kādreiz būtu mainītas arī pārseguma sijas virs ēkas 2., atikas un bēniņu 1. stāva, pierādījumu nav. Ēkā vairākkārt veikti lielāka vai mazāka apjoma remonta darbi, bet par to, ka šo darbu laikā kādreiz būtu veikta arī apakšējo stāvu pārseguma siju pilnīga nomaīņa, arī zināmajos rakstītajos avotos norādes neatradās (Pētersone, 1994). Atziņu par to, ka Dannenšterna nama apakšējo stāvu sijas saglabājušās no ēkas celšanas laika, izteicis arī arhitekts A. Zandbergs (Zandbergs, 1971). Tātad, visticamāk, ka šo stāvu sijām koki cirsti īsu laiku pirms ēkas celtniecības, t.i., 1690. gadu pirmajā pusē.

Kas liecina, ka sijām izmantotie kokmateriāli Rīgā piegādāti no samērā liela attāluma? Pirmkārt, kā minēts iepriekš, par to netieši liecina koka siju lielle izmēri. Var aprēķināt, ka 15 m gara un vidēji 40 cm resnas sijas izgatavošanai svaigi cirsta priedes stumbra masa pārsniedz 1,6 tonnas (Vaņins, 1950). Tik lielu un smagu baļķu transportēšanai tolaik vēl izmantoja galvenokārt ūdensceļus. To, ka Dannenšterna nama celtniecībā izmantotie kokmateriāli ir pludināti, daļēji pierāda arī 1995. gada arheoloģiskajos izrakumos atklātais priedes baļķa gals ar tipisko plosta koka iecirtumu, kurš atrasts vertikāli ierakts zem agrāk pastāvējušās Dannenšterna nama saimniecības ēkas pamatiem (spriežot pēc provizorisks datējuma, cirsts 10 gadus pēc galvenā korpusa siju būvkoku ciršanas). Kokmateriālus uz Rīgu visvairāk pludināja pa Daugavu. Tas, ka Dannenšterna nams būvēts netālu no tās kādreizējā krasta (tas bija tuvāk pilsētas

centram), ir papildus liecība tam, ka par nama būvei nepieciešamo kokmateriālu piegādes ceļu izmantota Daugava.

Kokmateriālu pludināšanas attālumu noteica vajadzīgā izmēra koku audžu sastopamība pludināšanai piemēroto upju tuvumā. XVII gs. beigās Latvijas teritorijā Daugavas un tās pieteku tuvumā vairums labāko mežu bija izcirsti. Tāpēc liela izmēra apaļkokus uz Rīgu pludināja no Daugavas augšteces baseina teritorijām un aizvien vairāk no apgabaliem, kas vairs neietilpa Daugavas baseinā. Šie apgabali galvenokārt atradās Dņepras upes un tās pieteku tuvumā, t.i., tagadējās Baltkrievijas teritorijas austrumu daļā (Pāvilāne, 1975).

Dendrohronoloģiskajiem pētījumiem XVII gs. otrajā pusē un vēlāk pa Daugavu uz Rīgu pludināto apaļkoku koksni ir iemesls uzskatīt par nepateicīgu materiālu: kopējā platība, ko aizņēma meža materiālu piegādes rajoni, ieskaitot Latvijas teritoriju, tolaik jau bija tik liela, ka attālums starp tās tālākiem punktiem aptuveni divkārt pārsniedza aptuveno attālumu, kurā Latvijas apstākļos vēl varētu būt izšķirams kopīgs dendrohronoloģiskais signāls. Vērtējot pēc dendrohronologu pieredzes un darbu rezultātiem, teorētiski bija pieņemams, ka dendrohronoloģisko rindu droša sinhronizācija Baltijas teritorijā iespējama tad, ja attālums starp salīdzināmo koku augšanas vietām nepārsniedz aptuveni 400 km (83., 87. lpp.), taču kokmateriālu transportēšanu līdz Rīgai dažkārt veica pat no aptuveni 1000 km attāluma (Pāvilāne, 1975; Zutis, 1953).

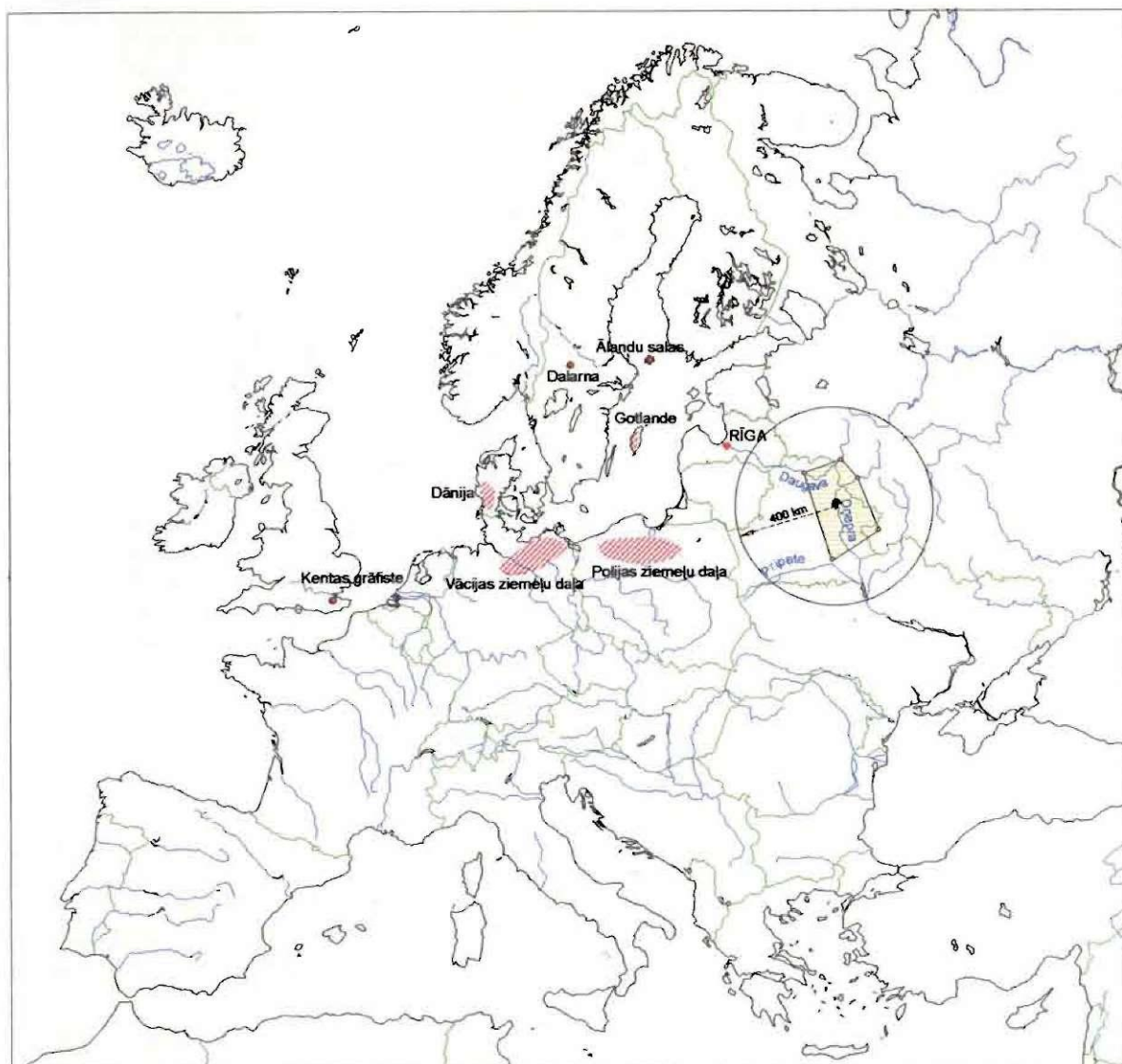
Atbildi uz jautājumu par Dannenšterna nama koka būvelementiem izmantoto koku kādreizējo augšanas vietu nedaudz konkretizē vēsturiskās ziņas par ēkas pirmo īpašnieku Ernstu Metsū fon Dannenšternu un viņa darbību. Šī holandiešu izcelsmes Rīgas lieltirgotāja un kuģu būvētavas īpašnieka viena no ienesīgākajām mežu materiālu precēm bija mastu koki. Tos Dannenšterns saņēma pa Daugavu tālākai eksportēšanai uz Holandi, Franciju un Angliju (Jensch, 1930). Šis fakts vedināja uz domām, ka arī Dannenšterna namā sijām un jumta spārēm varētu būt izmantoti atlasīti vai izbrāķēti mastu koki. Pēc izmēriem viena daļa no tiem atbilst galvenajiem mastiem, kuru resnumam bija jābūt sākot no 17 palmiem jeb plaukstām (aptuveni 1,6 m), bet otra daļa - t.s. spārēm, kurām bija jābūt 7 - 16 palmus resnām (ap 0,65 - 1,5 m) (Pāvilāne, 1975; Zemzaris, 1981). Raksturīgi, ka mastu kokiem izvēlējās slaidas priedes (egles izmantoja reti). Par labu iepriekš izteiktajam minējumam liecināja arī rakstītie avoti, kas apstiprina, ka Rīgā vēl



XVII gs. vidū mastu kokus dažreiz lietoja gan ēku būvei, gan arī Daugavas krastu nostiprinājumiem (Pāvulāne, 1975).

Tātad tā pati teritorija, no kuras Ernstam Metsū fon Dannenšternam piegādāja meža materiālus eksportēšanai uz Rietumeiropu, uzskatāma par reālāko Dannenšterna nama celtniecībā izmantoto koku augšanas vietu. Līdz šim atrast tiešas norādes par Dannenšternam piegādāto meža materiālu ieguves rajonu nav izdevies. Zināms, ka meža materiālus viņš regulāri saņēmis no Čartorijsku - ievērojamas XV - XVIII gs. kņazu dzimtas - mežiem bijušās Lietuvas-Polijas valsts jeb Žečpospolitas teritorijā (Pāvulāne, 1975; Андреевский, Арсенов, Петрушевский, 1903). Pēc Rīgas tirdzniecības tiesas protokoliem konstatēts, ka laikā no 1669. g. līdz 1699. g. kokmateriālus uz Rīgu sūtīja kņazi Karols (Кароль) un Kazimežs (Казимеж) Čartorijski. Daļa no viņu mežiem minēti toreizējās Maskavas valsts (vēlāk Krievijas) un Lietuvas-Polijas valsts pierobežas teritorijā, atsevišķi meži - Porečjes rajonā (šķiet, domāta apdzīvota vieta Ptičas upes - Pripetes pietekas - krastā, nevis tāda paša nosaukuma apdzīvota vieta rietumos no Maskavas), kā arī Veļižas apkārtnē (pie Daugavas, tās augštecē) (Дорошенко, 1968).

Sniegtā informācija papildus liecina, ka, visticamāk, Dannenšterna nama koka būvdetaļām kokmateriāli pludināti no tagadējās Baltkrievijas teritorijas Dņepras baseina daļas, bet mazāk ticams, ka no Daugavas augšteces baseina teritorijas vai no Dņepras vidusteces baseina ziemeļu puses apgabaliem. Jāšaubās, vai, piemēram, spīru izmēru mastu kokus bija nepieciešams gādāt no tagadējās Ukrainas teritorijas: tālais un grūtais ceļš (pret Dņepras straumi) ne vien sadārdzināja piegādes izdevumus, bet arī nelabvēlīgi ietekmēja kokmateriālu kvalitāti. Tas nozīmē, ka Dannenšterna nama relatīvās hronoloģiskās rindas absolūtai datēšanai, visticamāk, der absolūtās hronoloģiskās skalas, kuras attiecas uz teritoriju, ko ierobežo iedomātas savienotas taisnes starp Krievijas un Baltkrievijas pilsētām Veļižu, Smoļensku, Suražu, Kaļinkovičiem un Polocku (5.31. att.)

Zināmas divas uz šo teritoriju un kaut daļēji uz laiku no XVI gs. sākuma līdz XVII gs. beigām attiecināmas absolūtās dendrohronoloģiskās skalas: Vitebskai (laikposmam no 1071. - 1673. g.) un Smoļenskai (no 1070. - 1605. g.). Mazāk piemērota, bet tomēr pārbaudāma, ir Piskas dendrohronoloģiskā skala (1150. g. - 1567. g.) (Черных, 1996). Diemžēl šo hronoloģisko skalu dati Latvijā līdz šim nav bijuši pieejami. Šī iemesla dēļ, Dannenšterna nama relatīvās hronoloģiskās rindas salīdzināšana ar minētajām absolūtajām skalām uz nenoteiktu laiku atlikta.



-  - rajoni un konkrētās vietas Eiropā, kuru dendrochronoloģiskās skalas izmantotas Dannenšterna nama relatīvo skalas absolūtajai datēšanai;
-  - Dannenšterna nama sijām izmantoto kokmateriālu visvairāk iespējamais sagādes rajons;
- 400 km - kvalitatīva dendrochronoloģiskā signāla zonas teorētiski noteiktais maksimālais radiuss (atbilstoši Baltijas ģeoklimatiskajiem apstākļiem).

5.31. attēls. Rietumeiropas ģeogrāfiskās vietas un rajoni, ar kuru dendrochronoloģiskajām skalām sinhronizēta Dannenšterna nama relatīvā hronoloģiskā skala



Konkrēta atbilde par Dannenšterna nama siju hronoloģisko vecumu iegūta tikai 1999. gada nogalē. Tā kā pagaidām neizdevās iegūt dendrohronoloģisko informāciju, kas attiektos uz Dannenšterna namā izlietoto būvkoku radniecīgajiem kokiem to augšanas vietā, tad tika veikts izpētes otrs ceļš: meklēta dendrohronoloģiskā informācija, kas varētu būt iegūta no šiem kokiem to iespējamās izmantošanas vietās, proti, to importētājvalstīs. Pateicoties Rietumeiropas un Austrumeiropas valstu dendrohronologu sadarbības aizvien labākām iespējām, Dannenšterna nama relatīvā dendrohronoloģiskā skala, kurā apvienotas 23 indeksu rindu vērtības, tika salīdzināta ar vairāku Rietumeiropas valstu un to konkrētu teritoriju absolūtajām hronoloģiskajām skalām. Tā tika nodota datēšanai vairākās dendrohronoloģiskajās laboratorijās: Hamburgas universitātē (Vācija), Vācijas arheoloģijas institūtā (Vācija), Šēfildas universitātes Arheoloģijas izpētes skolā (Anglija) un Dānijas Nacionālajā muzejā (Dānija). Hronoloģisko skalu salīdzināšanas rezultāti bija pārsteidzoši: Dannenšterna nama siju vienādu absolūto datējumu (1694. gads) izdevās noteikt visās trīs vispirms nosauktajās laboratorijās (no Dānijas Nacionālā muzeja dendrohronoloģiskās laboratorijas atbilde nav saņemta). Korelāciju starp Dannenšterna nama relatīvo hronoloģisko skalu un vairāku Rietumeiropas valstu dendrohronoloģiskajām skalām raksturo  $t$  koeficienti, kuri uzrādīti 5.17. tabulā. Tajā īpaši atzīmējams koeficients  $t = 14,16$ , ar kādu novērtēta korelācija starp Dannenšterna nama un Dansonas nama (Anglija) hronoloģiskajām skalām (Groves, 2002). Šāda  $t$  vērtība, kā arī lielais attālums starp Baltkrieviju vai Latviju un Anglijas dienvidaustrumu daļu (ap 1700 - 1800 km; tik lielā attālumā kokiem kopīgs dendrohronoloģiskais signāls parasti nav vairs konstatējams) norāda uz to, ka abu ēku celtniecībai izmantotie būvkoki piegādāti no viena kopīga rajona. Lai gan Dansonas namam būvkoki, pēc kuru gadskārtām sastādīta konkrētā hronoloģiskā skala, cirsti 1758. gadā, t.i., 37 gadus pēc E. M. fon Dannenšterna nāves, kokmateriālu sagāde eksportam uz Rietumeiropu no tagadējās Baltkrievijas teritorijas vai Krievijas rietumu daļas turpinājās (5.31. att.).

Būtiskā līdzība ar pārējām 5.17. tabulā uzrādītajām absolūtajām hronoloģiskajām skalām liecina par pietiekami spēcīgu dendrohronoloģisko signālu pat līdz aptuveni 1200 km attālumā (piemēram, starp tagadējo Baltkrieviju un Dāniju). Šis ir atzīstams piemērs par kopīga Eiropas mēroga dendrohronoloģiskā signāla iespējamību (83. lpp.). Vienlaikus tas ilustrē arī Rietumeiropas valstīs izstrādāto dendrohronoloģisko skalu

augsto kvalitāti. Tāpat laikā šobrīd vēl nav precīzi izskaidrojami Dannenšterna nama un Lietuvā, kā arī Igaunijā izstrādāto skalu lielo atšķirību cēloņi. Viens no tiem varētu būt tas, ka abas kaimiņvalstu hronoloģiskās skalas dendrohronoloģisko signālu atspoguļo neprecīzāk, jo tajās apvienoto gadskārtu indeksu rindu skaits ir mazāks. Šo cēloņu noteikšanai nepieciešama atbilstoša dendrohronoloģiskā materiāla papildus izpēte.

5.17. tabula.

**Dannenšterna nama relatīvās skalas un vairāku Rietumeiropas valstu absolūto skalu līdzības (korelācijas) novērtējums.**

Relatīvā hronoloģija	Absolūtā hronoloģija	Absolūtās hronoloģijas autors	t vērtība
Dannenšterna nama hronoloģija	Ziemeļvācija	<i>D. Eckstein</i>	3,92
	Štrālzunde (Vācija)	<i>H.H. Leuschner</i>	4,59
	Vismāra (Vācija)	<i>S. Wrobel</i>	5,19
	Meklenburga (Vācija) (3)	<i>K.-U. Heußner</i>	4,6; 4,4 un 3,7
	Dānija	<i>T. Bartholin</i>	5,05
	Gotlande	<i>T. Bartholin</i>	5,12
	Darlarna (Zviedrija)	<i>T. Bartholin</i>	3,98
	Ēlande	<i>T. Bartholin</i>	4,09
	Ziemeļpolija	<i>T. Wazny</i>	4,55
	Dansona ēka (Kentas grāfiste, Anglija)	<i>C. Groves</i>	14,16

Līdz ar Dannenšterna nama hronoloģiskās skalas absolūtā datējuma noteikšanu (1694. g.; neievērojot remonta laikā mainīto siju datējumu), ir apstiprinājusies iepriekš izteiktā hipotēze, ka Dannenšterna namā saglabājušās oriģinālās koka sijas. Izriet, ka nama galvenajam (A) korpusam, kura būvniecība uzsākta 1694. gada pavasarī, bet nobeigta, domājams, 1696. gadā, lietoti 1692. gadā cirsti būvkoki, bet pagalma (B) korpusam - 1694. gadā cirsti būvkoki. Četru gadu starpība starp būvkoku ciršanas un ēkas

būvniecības pabeigšanas laiku daļēji izskaidrojama ar to, ka kokmateriālu transportēšanas lielā attāluma dēļ tie Rīgā nonāca ne ātrāk kā pēc diviem gadiem (Pāvilāne, 1975). Tātad noteiktais siju absolūtais datējums atzīstams kā pilnīgi reāls. No tā izriet, ka Dannenšterna nama galvenā korpusa sijas, no kurām iegūti koksnes paraugi Nr.9, Nr.10 un Nr.13, darinātas no 1739. gada otrajā pusē vai 1740. gada pavasarī cirstiem kokiem (5.33. att.). Zīmīgi, ka 1741. gadā nams pārdots brāļiem Bērensiem fon Rautenšildiem, “kas sākuši nama pārbūvi” (Āboliņa, 1997).

Iespējams, ka Dannenšterna nama koka būvdetaļu dendrohronoloģiskajos pētījumos gūtie rezultāti izskaidro rakstiskajos avotos dažreiz vērojamo šķietamo nesaskaņu jautājumā par celtnes absolūto datējumu. Rakstiskajos avotos pārsvarā uzrādīts, ka nams uzbūvēts 1696. gadā (Kerkovius, 1903; Hocmanis, 1988; Jērāns, 1984; u.c.) Šis gadskaitlis redzams arī mūsdienās kā ieraksts vienā no Dannenšterna nama frontoniem. Tomēr, acīmredzot, pamatojoties uz vēsturisko avotu ziņām, vairākos rakstos minēts, ka Dannenšterna nams uzbūvēts 1694. - 1698. gadā (Zeids, 1978, Васильев, 1971) vai pat konkrēti 1698. gadā (Skolis, 1965). Dendrohronoloģiskās izpētes rezultāti rāda, ka būtībā pareizi varētu būt abi gadskaitļi. Pieņemot, ja starpība starp galvenā (A) un pagalma (B) korpusa uzbūvēšanas laikiem atbilst starpībai starp abu korpusu sijām izmantoto koku ciršanas laikiem (2 gadi), tad jāsecina, ka ēkas galvenais korpusis varētu būt pabeigts 1696. gadā, bet pagalmu korpusu būve turpinājusies līdz 1698. gadam.

Nobeidzot Dannenšterna nama siju datēšanas un tās rezultātu aprakstu, jāatzīmē, ka kaut arī darba gaitā izstrādātā absolūtā dendrohronoloģiskā skala nav tieši izmantojama Latvijas dendrohronoloģisko skalu papildināšanā, tā jau dod ieguldījumu gan meža materiālu starptautiskās tirdzniecības, gan arī Rīgas vēstures izpētē.

### **5.2.3. Daugavas krasta nostiprinājumu posms (18. gs.)**

Šī darba iepriekšējā apakšnodaļā jau atzīmēts, ka Dannenšterna nama hronoloģiskā skala sinhronizēta ar 1997. gadā atklātā Daugavas krasta nostiprinājumu posma būvdetaļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu.

Krastmalas nostiprinājumu masīvās koka konstrukcijas posma paliekas atklātas Rīgā pie Eksporta un Katrīnas ielu krustojuma, 3 - 4 m dziļumā veicot apakšzemes komunikācijas uzlabošanas darbus. Konstrukciju veidoja līdz 40 cm resnu, atstāvis ieraktu pāļu divas rindas, gar kurām upes pusē līmeniski likti ap 25 cm resni balķi, un tos atbalstīja

tiem perpendikulāri, krasta virzienā stiprināti balsta koki - enkuri. To koksnes ripveida paraugus paguva atzāgēt tad, kad baļķi jau bija izcelti no būvbedres promvešanai (5.32. att.).



5.32. attēls. Daugavas krasta nostiprinājumu posma baļķi (pirms koksnes paraugu atzāgēšanas)

No konstrukcijas būvdetaļām iegūti 12 koksnes paraugi: 7 - no pāļiem un 5 - no līmeniskajiem baļķiem. Pāļiem izmantotas ap 130 - 200 gadus, bet horizontāli liktajiem baļķiem - ap 55 līdz 100 gadus vecas priedes. Koksnes paraugus ar saglabājušos ārējo gadskārtu izdevās iegūt no visiem pieciem horizontāli nostiprinātajiem baļķiem un tikai no diviem pāļiem. Neraugoties uz to, šķērsdatēt izdevās visas septiņas pāļu koksnes gadskārtu indeksu rindas (5.18. tab.), toties no horizontāli likto baļķu koksnes gadskārtu platuma rindām savstarpēju līdzību uzrādīja tikai divas (Nr.9 un Nr.10).

5.18. tabula.

**Daugavas krasta nostiprinājumu posma  
pāļu relatīvie datējumi.**

Parauga Nr.	Relatīvais datējums (salīdzinājumā ar nosacīto 0. gadu)	Šķietamais trūkstošo ārējo gadskārtu skaits
2	-14	14
3	0	Ārējā gadskārta saglabājusies
4	0	"
5	-12	12
6	-4	4
7	-6	6
8	-5	5

No krasta nostiprinājumu pāļu sinhronizētajām gadskārtu indeksu rindām indeksu vidējo vērtību rindā apvienotas sešu indeksu rindu vērtības: Nr.2 - Nr.3, Nr.5 - Nr.8 (5.19. tab.). Pamatojoties uz zīmju testa rezultātu (īdzības koeficients 77%), kurš noteikts, šo indeksu vidējo vērtību rindu salīdzinot ar abu savstarpēji relatīvi datēto horizontālo baļķu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu, var spriest, ka vienam no baļķiem koks cirsts 4, bet otram - 5 gadus vēlāk par pājiem cirstajiem kokiem. Savukārt, abu indeksu vidējo vērtību rindu korelāciju uzrādītajam datējumam atbilstošajā savietojumā t koeficients neraksturoja kā būtisku. Tāpēc uzrādītais abu horizontālo baļķu relatīvais datējums pieņemts kā varbūtējs, vēl neapstiprināts datējums.

5.19. tabula.

### Daugavas krasta nostiprinājumu pāļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rinda

Program ARSTAN

Chronology KD Std: Daugavas krasta stiprinājumi pie Katrīnas ielas

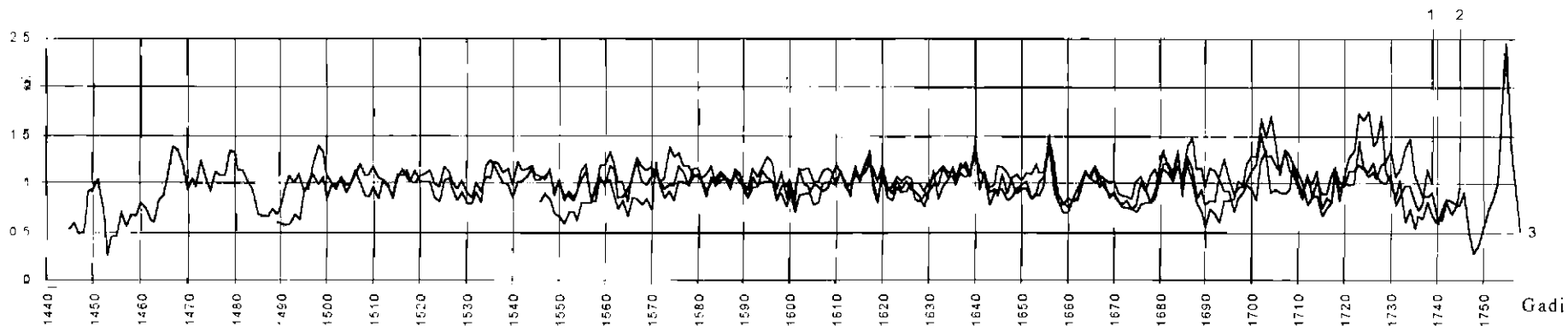
Date	Gadskārtu indeksi (x 1000)										Paraugu skaits									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
-199		1172	1285	1199	1012	962	874	1020	1033	878			1	1	1	1	1	1	1	1
-190	1123	1094	1072	1269	1326	1288	1293	1062	866	984	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
-180	779	957	927	864	888	772	1283	1051	1075	1425	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3
-170	1328	1359	1205	1197	1110	1075	1050	1086	1168	970	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
-160	995	1025	990	1038	955	938	829	909	924	1089	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-150	1009	976	827	862	734	920	684	850	855	861	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-140	940	931	877	910	997	1147	1077	956	833	1140	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
-130	966	1133	1208	999	776	1031	880	925	1032	977	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-120	1021	1000	811	778	836	879	1087	803	931	980	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-110	1111	1010	1081	1157	1054	1355	871	1052	850	865	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-100	821	1017	815	983	1011	953	1022	1001	1108	1026	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-90	1032	1352	1137	828	750	708	766	782	928	1074	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-80	981	1093	895	972	805	857	780	761	785	723	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-70	696	783	796	811	937	1216	1394	1206	1119	1421	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-60	924	1366	1253	933	1012	870	919	908	1165	1391	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-50	1174	980	1040	1050	1085	1224	1293	1605	1349	1356	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-40	1254	1182	1403	1185	1128	971	846	1097	857	867	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-30	658	727	792	1027	894	970	931	929	1339	1097	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
-20	979	1020	952	1079	1100	1207	935	1012	1201	1281	6	6	6	6	6	6	6	5	5	4
-10	961	874	768	761	785	574	552	710	598	680	4	4	4	4	4	3	2	1	1	1
0	840										1									

Spriežot pēc stipri jauktajā kultūrlānī atrastajām keramikas lauskām un ap 1721. - 1724. gadu datējamas Krievijas impērijas monētas, bija konstatējams, ka krasta

nostiprinājumu konstrukcija, līdz ar to - tās gadskārtu indeksu vidējo vērtību rinda varētu attiekties uz XVIII gs. pirmo pusi vai vidu. Tā kā baļķi izmantoti Daugavas - nozīmīga ūdensceļa - krastmalas stiprināšanai, varēja samērā droši uzskatīt, ka arī tie līdz Rīgai atpludināti pa Daugavu. No tā izrietēja, ka pāļiem izmantoto priežu augšanas vieta atrodas kaut kur tuvāk Dannenšterna nama sijām izmantoto priežu augšanas vietai, vismaz tajā pašā virzienā no Rīgas. Tāpēc šķita loģiski veikt abu - Daugavas krasta nostiprinājumu pāļu un Dannenšterna nama indeksu vidējo vērtību rindu salīdzināšanu.

Konstatēts, ka abas laikrindas uzrāda būtisku līdzību savietojumā, pēc kura nosakāms, ka krasta nostiprinājuma pāļiem koki cirsti 6 gadus pēc Dannenšterna nama siju nomaiņai cirstajiem būvkokiem, t.i., 1745. gadā. Abu indeksu rindu būtiskā līdzība ( $t = 6,3$ ), kas apstiprināma arī pēc to vizuālās novērtēšanas (5.33. att.), ļauj izteikt viedokli, ka arī Daugavas krasta nostiprinājumu pāļiem un Dannenšterna nama sijām būvkoki izmeklēti savstarpēji netālās teritorijās, domājams, mūsdienu Baltkrievijas robežās. Jāatzīmē, ka krasta nostiprinājumu pāļu gadskārtu vidējo vērtību rindā apvienotas tikai 6 indeksu rindu vērtības, tāpēc indeksi tajā vēl pastiprināti atspoguļo lokālo faktoru izraisītās gadskārtu platuma svārstības. Īpaši jāatzīmē, ka pāļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rinda ar Dansona ēkas hronoloģisko skalu uzrāda vēl izteiktāku līdzību nekā ar Dannenšterna nama hronoloģisko skalu ( $t = 7,2$ ), apstiprinot, ka Dansona namam būvkoki cirsti 13 gadus pēc pāļu koku ciršanas (5.33. att.) un ka visu trīs laikrindu šķērsdatēšanas rezultāti ir objektīvi. Šobrīd vēl nevar pateikt, vai augstāka  $t$  koeficienta vērtība, kas noteikta, salīdzinot stiprinājumu pāļu gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu ar Dansona nama hronoloģisko skalu, izskaidrojama ar koku augšanas vietu tuvāku savstarpējo attālumu. Iespējams arī tas, ka savstarpēji tālāk esošo mežaudžu koki auguši vienādākos augšanas apstākļos, līdzīga rakstura klimatiskā joslā, bijuši ar līdzīgāku jutību vai arī Dansona nama hronoloģiskajā rinda nesatur sākotnējā gala posmu, kurā apvienoto indeksu rindu vērtību skaits ir mazs.

Daugavas krasta nostiprinājumu pāļu absolūtais datējums (1745. gads) norāda uz to, ka tie varētu būt uzrādītajā laikā atjaunoti krasta nostiprinājumi gar Viestura jeb Ķeizardārza galā bijušo dambi. Vēstures avoti liecina, ka laikposmā no 1711. - 1721. gadam pēc Krievijas cara, vēlākā ķeizara Pētera I pavēles uzbūvētā Pētera I vasaras pils un ap to ierīkotais Ķeizardārzs atradās pašā Daugavas krastā. Lai dārzu un tam ziemeļu pusē esošo dārzniecību pasargātu no ledus un pavasara palu ūdeņiem, gar Daugavas krastu izveidoja dambi (Kerkovius, 1903; Broce, 1996). Vēlāk, no 1764. līdz



- 1 - Dannenšterna namā remonta laikā nomainīto siju absolūtais datējums - 1739. gads;
- 2 - Daugavas krasta nostiprinājumu pāļu absolūtais datējums - 1745. gads;
- 3 - Dansonas nama būvdetaļu absolūtais datējums - 1758. gads

5.33. attēls. Savstarpēji šķērstatēto Dannenšterna nama, Daugavas krasta nostiprinājumu pāļu un Dansonas nama (Anglija, Kentas grāfiste) hronoloģisko skalu grafiskie attēli to sinhronajā savietojumā (ar absolūtajiem datējumiem)

1769. gadam no Ķeizardārza līdz Mīlgrāvim izbūvēja t.s. Katrīnas dambi, par kuru saglabājušās liecības, ka to regulāri bojājuši palu ūdeņi un ledus, tāpēc to ik gadus vajadzēja atjaunot (Broce, 1996). Jādomā, ka ik pa laikam vajadzēja atjaunot arī sākotnējo, gar Ķeizardārzu izbūvēto dambi, kā arī krasta stiprinājumus. Arī ap 1745. gadu varēja būt viena no šīm reizēm. Ņemot vērā šo īso informāciju, reāls šķiet arī provizorisks datējums, kurš noteikts diviem līmeniski liktājiem baļķiem: iespējams, ka dambja atjaunošanas darbi norisinājušies arī pēc 5 gadiem, t.i., ap 1750. gadu.

#### 5.2.4. Bauskas Svētā Gara baznīcas sijas

Bauskas Svētā Gara baznīcā 1990. gadu 2. pusē norisinājās gan draudzes, gan kora un altārtelpas griestu remonts. Tā laikā tika nomainīti arī vairāku siju trūdējušie posmi. Lai noteiktu laiku, kurā esošās sijas iebūvētas, kā arī, lai salīdzinātu siju iebūvēšanas laiku abu telpu griestos, tika veikta siju koksnes dendrohronoloģiskā izpēte un datēšana.

Koksnes paraugi sagatavoti divos veidos. No veco siju izņemtajiem posmiem atzāģēti ripveida koksnes paraugi, bet no nebojātām sijām sagatavoti serdeņa veida koksnes paraugi. Tie iegūti ar T. Bartholina konstrukcijas koksnes paraugu sagatavošanas urbi. Lai gan visas sijas veidotas kā šķautņi, lielākajai daļai siju to lokmalas visā sijas garumā vai vismaz koka tievgalim atbilstošā sijas galā bija saglabājušās neskartas (5.34. att.). Koksnes serdeņa veida paraugi katrai sijai urbti, ja vien tas bija iespējams, no augšpusē esošajām abām lokmalām. To siju atrašanās vieta, no kurām strādnieki atzāģējuši ripveida koksnes paraugus, precīzi nav fiksēta. Tā atzīmēta tikai tajās reizēs, kad no sijām koksnes paraugus serdeņa veidā sagatavoja autors pats (5.20. tab.).

Virs altārtelpas vēdekļveida izkārtojumā iebūvētajām griestu sijām izmantotas samērā neliela resnuma (ap 20 - 25 cm diametrā) priedes, kuru vecums visbiežāk bijis no 100 līdz 150 gadiem. Galvenokārt tāda paša vecuma priedes izlietotas arī sijām, kuras iebūvētas cita citai paralēli virs kora daļas un virs draudzes telpas, taču to resnums bijis ievērojami lielāks: ap 30 - 35 cm diametrā. Dažas virs altāra iebūvētās sijas veidotas, vairāk apcērtot šķautņa divus sāņus, tomēr var konstatēt, ka šajā baznīcas griestu daļā vairāk izlietoti nelabvēlīgākos augšanas apstākļos auguši koki.





### 5.34. attēls. Bauskas Svētā Gara baznīca:

A - baznīcas dienvidu puses fasāde skatā no dienvidaustrumiem (Bruģis, 1993);  
 B - draudzes telpas griestu senās sijās.

Salīdzinot iegūtās gadskārtu indeksu rindas, konstatēts, ka koksnes paraugi faktiski pārstāv mazāku siju skaitu nekā tas uzrādīts 5.20. tabulā. Vairākos gadījumos divas vai pat trīs indeksu rindas attiecinātas uz vienu un to pašu siju. Visticamāk, ka koksnes paraugi iegūti no nomaiņai paredzētu siju atsevišķiem posmiem vai arī ripveida paraugu atzāģēšana veikta no sijām, neievērojot, ka no tām iepriekš jau izurbti serdeņveida paraugi. Izteikti līdzīgās indeksu rindas (Nr. 4 un 20; Nr. 6, 9 un 15; Nr. 25 un 46; Nr. 26 un 32; Nr. 28 un 31; Nr. 36 un 39; Nr. 37, 40 un 41, Nr. 42 un 43, kā arī Nr. 45 un 47) apvienotas indeksu vidējo vērtību rindās. Iegūtās indeksu vidējo vērtību 9 rindas tālāk sekojošajā šķērsdatēšanas procesā tika izmantotas minēto 20 paraugu gadskārtu indeksu rindu vietā. Rezultātā katrā no iegūtajām indeksu vidējo vērtību rindām apvienoti uz vienu siju attiecināmi 4 - 8 radiālos virzienos mērītu gadskārtu platuma mērījumu dati.

No koksnes paraugu pārstāvētajām 39 sijām relatīvi datētas 35 sijas (nedatētās gadskārtu indeksu rindas ir Nr.1, Nr.12, Nr.38 un Nr.50). Objekta relatīvajā hronoloģijā nav iekļautas vērtības no vēl divām indeksu rindām: Nr.33 un Nr.44. Datēšanas rezultāti liecina, ka virs draudzes telpas un virs kora un altārtelpas sijās nav iebūvētas vienlaicīgi, un tas papildus apstiprina iepriekš izteikto secinājumu, ka būvkoki katrai no abām telpām cirsti atšķirīgās mežaudzēs. Tomēr izteiktā līdzība starp abu telpu indeksu vidējo vērtību rindām ( $t = 9,1$ ) netieši liecina, ka audzes viena no otras atradušās samērā tuvu un ka augšanas apstākļi tajās nav bijuši krasi atšķirīgi. Tāpēc abu telpu siju gadskārtu indeksu rindu dati apvienotas kopīgā hronoloģiskā skalā (5.21. tab.).

**Koksnes paraugu iegūšanas vietas Bauskas Sv. Gara baznīcā**

Paraugu Nr.	Paraugu veids	Atbilstošo siju un to atrašanās vietas apraksts
1 - 12	ripas	Draudzes telpas griesti
13	serdeņi	Draudzes telpas griesti, 9. sija no ieejas puses
14	“	“ 11. “
15	“	“ 14. “
16	“	“ 16. “
17	“	“ 19. “
18	“	“ 23. “
19	“	“ 24. “
20	“	“ 27. “
21	“	“ 18. “
22	“	Draudzes un kora telpas griestu salaidums
23	“	Draudzes un kora telpas griestu salaidums
24	“	Kora un altārtelpa, griesti virs kora telpas daļas, 1. sija no salaiduma puses
25	“	“ 3. “
26	“	“ 4. “
27	“	“ 5. “
28	“	“ 6. “
29	“	“ 7. “
30 - 32	ripas	Kora un altārtelpa, griesti virs kora telpas daļas
33 - 44	ripas	Kora un altārtelpa, griesti virs altārtelpas daļas
45 - 50	ripas	Kora un altārtelpa, griesti virs kora telpas daļas (informācija nedroša)

Dažām datētajām sijām izlietoto būvkoku precīzu ciršanas laiku noteikt nevarēja, jo šķautņu malu stūros lokmala, līdz ar to - ārējās gadskārtas nebija saglabājušās. Tomēr pēc pārējo siju relatīvā datējuma varēja secināt: sijām, kuras liktas virs kora un altārtelpas, būvkoki cirsti 9 gadus pēc draudzes telpas griestu sijām cirstajiem kokiem (5.35. att.).

Atšķirībā no Dannenšterna nama, kura sijām cirsto būvkoku augšanas vieta, uzsākot to koksnes dendrohronoloģiskās izpēti, bija neskaidra, par Bauskas Svētā Gara baznīcas telpu sijām būvkoku ciršanas vietu jau sākotnēji bija radies zināms priekšstats. Bauska atīstījusies pie divu vidēji garu upju - Mūsas un Mēmeles - satekas. Pat tad, ja līdz Bauskai pētīto siju kokmateriāli būtu pludināti pa kādu no tām, jāšaubās, vai koku sagādes

vieta bijusi lielā attālumā no Bauskas. Tāpēc bija cerība, ka Bauskas Sv. Gara baznīcas relatīvās hronoloģiskās skalas sinhronizācija ar kādu no Baltijā izstrādātajām absolūtajām hronoloģiskajām skalām varētu būt sekmīga.

5.21. tabula.

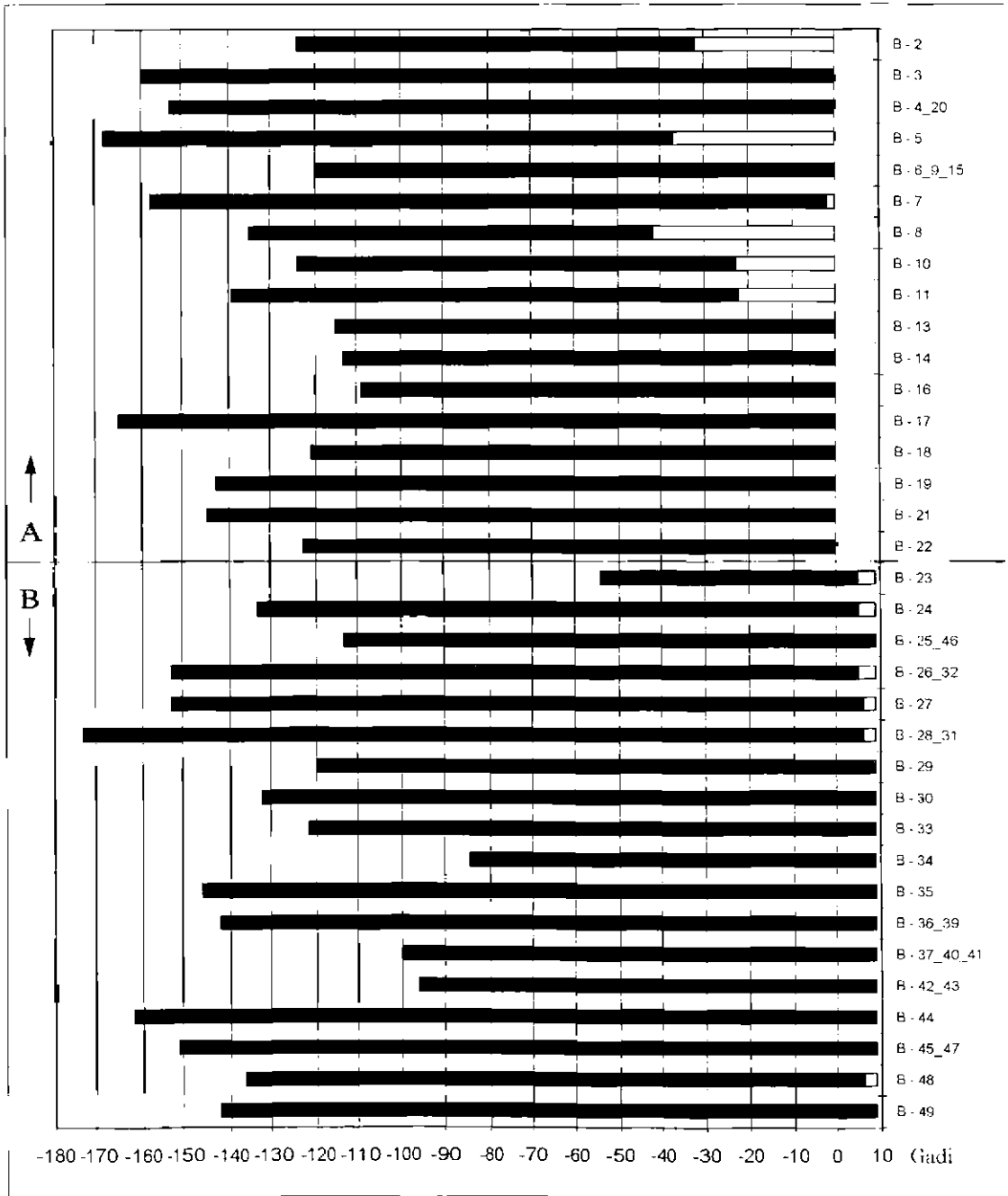
### Bauskas Svētā Gara baznīcas siju gadskārtu relatīvā hronoloģiskā skala

Program ARSTAN

Chronology BSK33 Std: Bauskas Sv. Gara baznīca

Date	Gadskārtu indeksi (x 1000)										Paraugu skaits									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
-173								898	783	623								1	1	1
-170	738	971	1203	1126	1387	1160	1012	1103	876	1051	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
-160	970	947	785	1052	1047	1146	899	1001	870	899	4	4	5	5	5	5	6	9	9	10
-150	845	990	986	975	1067	1125	1301	1094	1118	907	10	10	10	10	11	12	12	13	15	15
-140	1001	993	1102	1150	1028	1008	1249	1128	1014	1164	15	17	17	17	17	18	19	20	21	21
-130	1023	1133	1074	1078	1061	938	836	893	928	1101	21	21	21	21	21	21	23	24	24	24
-120	990	1099	1105	1097	1091	1026	957	1044	955	1075	26	26	26	26	26	27	27	29	29	29
-110	1038	1051	839	910	952	936	922	856	788	850	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30
-100	870	693	936	957	1117	1396	1079	910	741	859	31	31	31	31	32	32	32	32	32	32
-90	917	968	1108	1067	965	1074	961	921	840	825	32	32	32	32	32	33	33	33	33	33
-80	784	875	823	728	816	969	858	897	871	985	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
-70	1051	1088	1158	1447	1229	1526	1446	1081	742	603	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
-60	758	758	746	846	950	966	967	901	1112	1176	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
-50	1250	1438	1169	1249	1168	996	1035	1034	904	920	33	33	33	33	33	33	33	33	33	32
-40	859	831	1025	1070	887	945	913	1028	1028	1047	32	32	32	32	31	31	31	31	31	30
-30	1107	1110	1164	1012	857	836	926	1110	1120	1107	30	30	30	30	30	30	30	30	29	28
-20	997	1138	1070	964	784	900	996	907	1033	968	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
-10	1093	1208	1087	1051	1121	1072	706	583	606	971	28	28	28	28	28	28	28	28	28	27
0	908	1093	1344	1318	1100	993	1009	1073	1118	845	27	17	17	17	17	17	14	11	11	10

Lai gan attālums starp Bausku un Klaipēdu (Lietuva) nav lielāks par aptuveni 200 km, abām vietām izstrādātās hronoloģijas šķērsdatēt neizdevās. Domājams, ka tas ir sakarā ar to, ka Bauskas apkārtnē ir mazāk izteikts piejūras klimats, kā arī te ir ievērojami auglīgākas augsnes. Toties gūti pozitīvi rezultāti, Bauskas Sv. Gara baznīcas hronoloģisko skalu salīdzinot ar vairākām pēdējā laikā izstrādātām Igaunijas absolūtajām indeksu vidējo vērtību rindām un hronoloģiskajām skalām. Laikrindu šķērsdatēšana veikta Tartu (Igaunija) sadarbībā ar igauņu dendrohronologu A. Lēnelaidu (*A. Läänelaid*), darbā pielietojot populāro dendrohronoloģisko datu apstrādes programmu CATRAS. Starp Bauskas Sv. Gara baznīcas un vairāku Igaunijas kultūrvēsturisko pieminekļu hronoloģiskajām skalām konstatēta būtiska līdzība to savstarpējā savietojumā, pēc kura



- rekonstruētie, trūkstošajām gadskārtām atbilstošie indeksu rindu posmi;  
**A** - draudzes telpas sijām atbilstošās gadskārtu indeksu rindas;  
**B** - kora un altārtelpas sijām atbilstošās gadskārtu indeksu rindas

5.35. attēls. Bauskas Svētā Gara baznīcas gadskārtu indeksu rindu relatīvo datējumu histogramma

visos skalu salīdzināšanas gadījumos Bauskas hronoloģiskā skala attiecināma uz laikposmu no 1578. - 1760. gadam. Šo pašu rezultātu autors ieguvis, izstrādāto hronoloģisko skalu sekmīgi sinhronizējot ne vien ar Gotlandes hronoloģisko skalu, bet arī ar jau atzīmētajām Dannenšterna nama, Daugavas krastmalas stiprinājumu un Dansona ēkas (Anglija, Kentas grāfiste) hronoloģiskajām skalām (5.22. tab.).

5.22. tabula.

**Bauskas Sv. Gara baznīcas relatīvās skalas un vairāku absolūto skalu līdzības (korelācijas) novērtējums.**

Relatīvā hronoloģija	Absolūtā hronoloģija	Absolūtās hronoloģijas autors	t vērtība
Bauskas Svētā Gara baznīcas hronoloģija	Sv. Elizabetes baznīca (Pērnavā, Igaunija)	<i>A. Läänelaid</i>	5,73
	Albu (Igaunija)	<i>A. Läänelaid</i>	5,19
	Karuse (Igaunija)	<i>A. Läänelaid</i>	4,97
	Jakobi 37 (Tartu, Igaunija)	<i>A. Läänelaid</i>	4,14
	Palamuse (Igaunija)	<i>A. Läänelaid</i>	4,27
	Nõo-Palamuse-Pilistvere-Jakobi 37 (Igaunija)	<i>A. Läänelaid</i>	6,48
	Gotlande	<i>T. Bartholin</i>	3,82
	Dansona nams (Kentas grāfiste, Anglija)	<i>C. Groves</i>	7,4
	Dannenšterna nams	<i>M. Zunde</i>	5,4
Daugavas krastmalas nostiprinājumi	<i>M. Zunde</i>	4,8	

Autora izstrādātās absolūtās hronoloģiskās skalas (Dannenšterna namam un Daugavas piekrastes stiprinājumiem), kā arī Dansona nama hronoloģiskā skala salīdzināta ar indeksu vidējo vērtību rindām, kuras aprēķinātas atsevišķi Bauskas baznīcas draudzes telpas sijām un vēlāk iebūvētajām kora un altārtelpas griestu sijām. Konstatēts, ka ar

minētajām hronoloģijām ciešāku korelāciju uzrāda labākos apstākļos augušo, t.i., draudzes telpas griestu sijām izlietoto koku gadskārtu indeksu vidējo vērtību rinda: t koeficientu vērtības ir attiecīgi 5,3; 5,4 un 7,8. Savukārt, kora un altārtelpas griestu siju indeksu vidējo vērtību rindas un minēto objektu hronoloģiju līdzība novērtēta ar t koeficientiem, kuru vērtības ir attiecīgi 3,8; 3,9 un 5,7. Šis piemērs apstiprina vairāku dendrohronologu jau agrāk izteiktos secinājumus, ka labākos augšanas apstākļos augušo koku gadskārtu indeksu rindas sinhronizēt ir vieglāk (piem., Битвинская, 1974).

Tātad Bauskas Sv. Gara baznīcas siju dendrohronoloģiskās datēšanas rezultātā noskaidrots, ka kora un altārtelpas griestu sijām būvkoki cirsti laikā no 1760. gada rudens līdz 1761. gada agram pavasarim, bet draudzes telpas griestu sijām - 9 gadus ātrāk, t.i., 1751. gada nogalē vai 1752. gada sākumā. Iepazīstot baznīcas būvvēsturi, jāsecina, ka ap 1751. / 1752. g. miju cirstie būvkoki praktiski izlietoti 1756. gadā. Kā vēsti informācija torņa smailes lodē, minētajā gadā baznīcai veikts apjomīgs remonts, kura laikā nomainīts jumts un ieklāti jauni griesti (Bākule, 1986; Bruģis, 1993). Par kora un altārtelpas remonta laiku precīzu ziņu nav. Tomēr saglabājušies daži dokumenti, kas liecina, ka a) 1758. gadā nolemts baznīcas remontu turpināt, b) 1764. gadā saņemts atgādinājums, ka kora un draudzes telpai nepieciešams remonts, c) 1766. gadā jau veikts torņa kapitālais remonts un d) 1759. gadā Taurkalnes mežā (aptuveni 50 km uz ziemeļaustrumiem no Bauskas) cirsti remontam koki (Bākule, 1986.). Var pieņemt, ka 1766. gadā torņa remonts uzsākts jau pēc kora un altārtelpas griestu, kā arī jumta remonta pabeigšanas, par kura nepieciešamību jau bija izdarīts atgādinājums. Tādā gadījumā šis telpas remonts veikts 1765. gadā, tieši 9 gadus pēc draudzes telpas remonta. Grūti spriest, vai Taurkalnes mežā 1759. gadā cirstie būvkoki, par kuriem saglabājušās rakstiskās ziņas, izlietoti tieši kora un altārtelpas griestu un jumta remontam. Taurkalnes apkārtnē mūsdienās meži daudzviet ir mitri, un tas apstiprina, ka tur daudziem augošiem kokiem ikgadējais pieaugums tiešām varētu būt samazināts. Taču siju dendrohronoloģiskie datējumi liecina, ka koki cirsti 1760. nevis 1759. gadā.

### 5.2.5. Ventspils pils torņa sijas.

2000. gada sākumā Ventspils pils restaurācijas laikā, noņemot torņa 2. stāva telpas griestu segumu, tika atklātas 5 senas sijas. Šī darba autoru lūdza ar dendrohronoloģiskās metodes palīdzību mēģināt noskaidrot siju iebūvēšanas laiku, ņemot vērā, ka pils savas pastāvēšanas laikā atjaunota vairākkārt (5.36. att.).

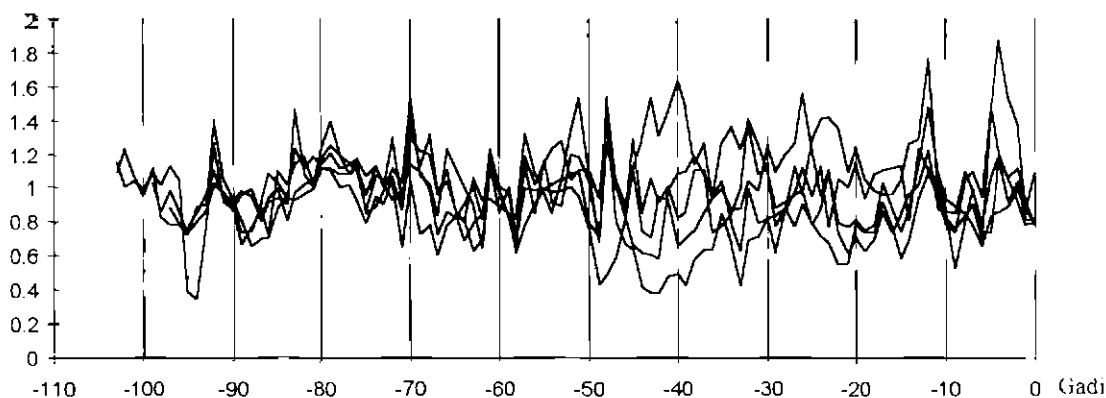


A - pils tornis pirms restaurācijas darbu sākšanas (Erdmanis, 1989).  
B - torņa 2. stāva telpas sijas (telpas dienvidaustrumu stūris).

5.36. attēls. Ventspils pils.

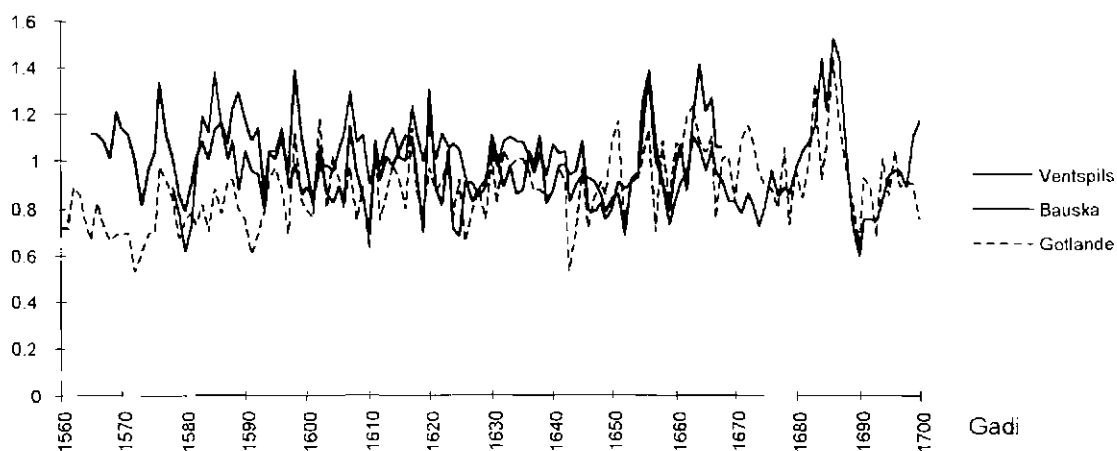
Sijas starp pils torņa 2. un 3. stāvu veidotas kā šķautņi. Veselā lokmala starp sānu malām saglabājusies tikai stumbra sašaurinājuma vietās vai tā tievgalim atbilstošajā sijas galā. Tā kā siju koksne saglabājusies ļoti labi, to nomaina nebija paredzēta, līdz ar to no sijām varēja iegūt tikai urbtos serdeņveida koksnes paraugus. Kopumā no četrām sijām, urbjot ar Bartholina konstrukcijas urbi, ieguva vismaz pa diviem koksnes paraugiem, bet no vienas sijas, kura iebūvēta ļoti tuvu pie torņa ziemeļu sienas, varēja sagatavot tikai vienu paraugu.

No katrai sijai atbilstošo koksnes serdeņu gadskārtu platuma vairākām rindām aprēķināta tās gadskārtu indeksu vidējo vērtību rinda. To salīdzināšanas rezultāti liecina, ka visām 5 sijām būvkoki cirsti vienā gadā. Vairākos gadījumos indeksu vidējo vērtību rindu līdzība to atbilstošajā savietojumā novērtēta kā nebūtiska ( $t = 2,8$  līdz  $5,0$  vai vidēji  $t_{vid} = 3,7$ ), un tā liecina par zināmām atšķirībām attiecīgo koku augšanas apstākļos, bet tās, šķiet, nav bijušas izteiktas. Raksturīgi, ka atšķirības koku augšanas gaitā vairāk izpaudušās aptuveni 30 gadu ilgā laikposmā, ap 50. līdz 20. gadus pirms to nociršanas (5.37. att.).



5.37. attēls. Ventspils pils torņa 2. stāva griestu siju gadskārtu indeksu vidējo vērtību rindu grafiskie attēli to sinhronajā savietojumā.

No visu piecu rindu indeksu vidējām vērtībām aprēķināta visām 5 sijām kopīga indeksu vidējo vērtību rinda. To salīdzinot ar iepriekš iegūtajām absolūtajām hronoloģiskajām skalām, konstatēta tās būtiska līdzība vienā no savietojumu stāvokļiem ar Bauskas Svētā Gara baznīcas hronoloģiju. No tā noteikts, ka Ventspils pils indeksu vidējo vērtību rinda attiecas uz 92 gadus senāku laikposmu. Šajā savietojumā abu laikrindu līdzība novērtēta ar  $t = 5,0$  un zīmju kritērija līdzības koeficienta vērtība (72%) ievērojami pārsniedz zīmju kritērija robežvērtību pie būtiskuma līmeņa  $\alpha = 0,001$  (5.38. att.).



5.38. attēls. Ventspils indeksu vidējās rindas grafiskā attēla salīdzinājums ar Bauskas Svētā Gara baznīcas un Gotlandes hronoloģisko skalu grafiskajiem attēliem.



Ar pārējām iegūtajām absolūtajām hronoloģiskajām skalām sinhronajā savietojumā Ventspils pils indeksu vidējo vērtību rinda tik izteiktu līdzību neuzrādīja. To varētu uzskatīt kā pierādījumu tam, ka Dannenšterna nama, Daugavas krastmalas stiprinājumu, kā arī Dansona nama (Anglija) būvniecībā Latvijas teritorijas kokmateriāls nav izmantots (hipotēze galīgi apstiprināma tikai pēc papildus apstiprinošu darba rezultātu iegūšanas). No citu valstu hronoloģiskajām skalām ar Ventspils indeksu vidējo vērtību rinda vēl salīdzināta ar Gotlandes hronoloģisko skalu (autors T. Bartholins). Rezultātā apstiprinājies paraugu absolūtais datējums: siju izgatavošanai priedes cirstas 1668. gadā. Šim datējumam atbilstošā laikrindu savietojumā to līdzības rādītāji ir:  $t = 3,8$ , līdzības koeficients = 67% (pārsniedzot kritisko robežvērtību pie būtiskuma līmeņa  $\alpha - 0,001$ ) (5.38. att.).

Pieņemot, ka tikai piecām sijām noteiktais datējums - 1668. g. - noteikts nekļūdīgi, jāsecina, ka atklātās sijas attiecas uz pils atjaunošanas un pārbūvēšanas laiku pēc tās lielajiem postījumiem Polijas - Zviedrijas kara gados (1655 - 1660) (Erdmanis, 1989). Noteiktais datējums šaubas vairs neizraisa, tomēr tā galīgai apstiprināšanai vēlama iegūtās indeksu vidējo vērtību rindas papildināšana ar papildus datiem un tai sekojoša laikrindu līdzības atkārtota novērtēšana. Jācer, ka nākotnē varēs iegūt koksnes paraugus arī no citām Ventspils pils koka konstrukcijām.

#### **5.2.6. Rīgas pilsētas nocietinājumu vaļņa pamatnes baļķu klājums (pie Jēkaba kazarmām).**

2001. gada pavasarī, padziļinot un paplašinot jaunbūvējamās vairākstāvu autostāvvietas būvbedri, gar visu tās rietumu - austrumu malu atsedzās blīvs koku klājums: ik pēc 1, 5 - 2 m savstarpēji paralēli likti un galos ar pāļiem stiprināti priedes baļķi, starp kuriem cieši cits citam līdzās novietoti 2 - 3 reizes mazāka diametra lapkoku (melnalkšņu) atzaroti stumbri. Priedes baļķi ar iecirtumiem galos fiksēti starp zemē ieraktiem pāļiem, kuri arī darināti no priedes koka (5.39. att.).

Lai noskaidrotu baļķu ieklāšanas laiku, tika organizēta un veikta tūlītēja to koksnes dendrohronoloģiskā izpēte. Koknes paraugi ņemti no priedes baļķiem, kuri likti vaļņa pamatnes

klājuma atklātās daļas austrumu pusē. Šajā daļā, kur zeme mitrāka, baļķu koksne saglabājusies ievērojami labāk. Kopumā sagatavoti 29 ripas veida koksnes paraugi: 28 no līmeniski liktajiem baļķiem, bet 1 - no pāļa, kas bija mazāk bojāts izraušanas laikā.



5.39. attēls. Rīgas pilsētas aizsardzības vaļņa pamatnes baļķu klājums.

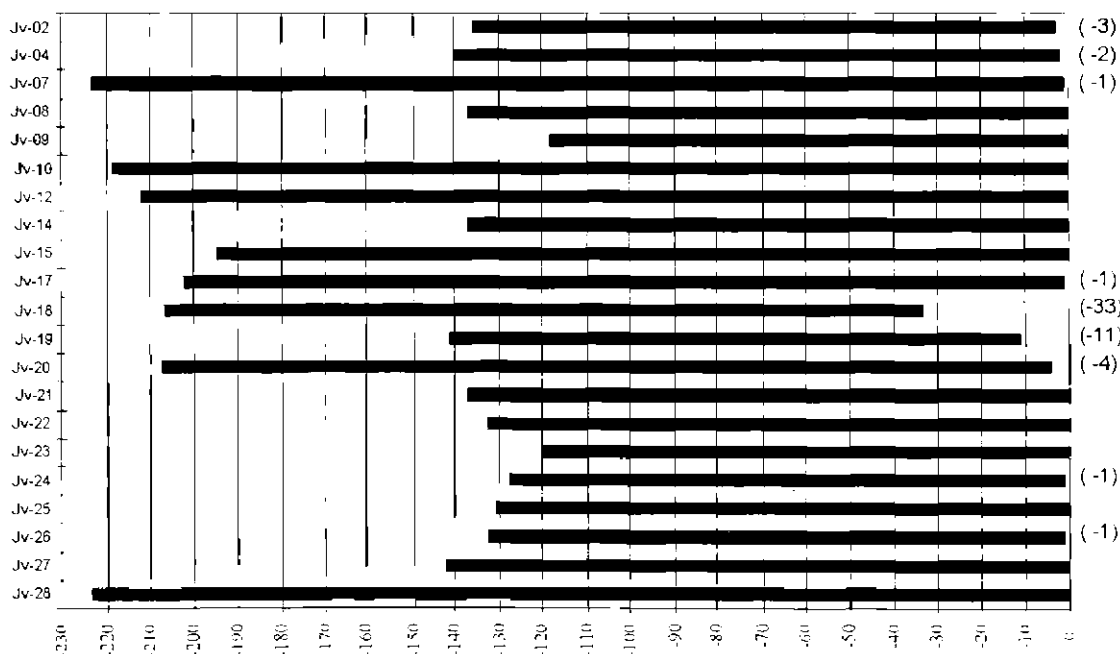
Visiem baļķiem, no kuriem ņemti koksnes paraugi, gadskārtu skaits robežās no 125 līdz 230. Pālis veidots no sliktākos augšanas apstākļos augušas vismaz 185 gadus vecas priedes.

Četri no sagatavotajiem koksnes paraugiem sagatavoti no baļķiem, kuriem, kā izrādījās, centrālā daļa iztrūdējusi, līdz ar to tie dendrohronoloģiskajās datēšanai mazāk piemēroti. Divi lielāka izmēra baļķi, kuru caurmērs sasniedza gandrīz 0,5 m, attiecas uz kokiem, kuri auguši stipri atšķirīgos (labvēlīgākos) augšanas apstākļos, iespējams, ievērojamā attālumā no pārējiem attiecīgajiem kokiem. Abu koku ikgadējā radiālā pieauguma pārmaiņu dinamika atšķirīga no pārējo koku pieauguma dinamikas; tos pagaidām datēt neizdevās.

Pārējo baļķu koksnes gadskārtu indeksu rindas uzrāda būtiski līdzīgu attiecīgo koku augšanas gaitu, ļaujot konstatēt, ka vaļņa pamatnes baļķiem koki cirsti samērā nelielā teritorijā ( $t_{\text{vid}} = 4,7$ ; indeksu rindu līdzība 42% no to pāru kopējā skaita novērtēta ar  $t > 5,0$ ). Baļķu klājuma atrakšanas arheoloģiskās uzraudzības laikā konstatēti 3 baļķi ar gala apdari, kas raksturīga plosta kokiem. Tas liecina, ka arī vaļņa pamatnei kokmateriāls piegādāts pa ūdens

ceļu, vistīcamāk - pa Daugavu. Domājams, ka tas nogādāts Rīgā no kāda Daugavas vidusteces vai augšteces rajona.

Kopumā no horizontāli liktajiem priežu baļķiem relatīvi nodatēts 21 baļķis. To pēdējās gadskārtas relatīvais datējums uzrādīts 5.40. attēlā.



5.40. attēls. Rīgas pilsētas nocietinājumu vaļņa pamatnes 21 baļķa relatīvo datējumu histogramma.

Vairumam no koksnes paraugiem pēdējās gadskārtas relatīvais datējums atbilst vienam un tam pašam gadam. Paraugiem, kuriem pēdējās gadskārtas relatīvais datējums ir senāks, ārējās gadskārtas norautas, daļēji mehānizēti atīrot baļķus, vai ir notrūdējušas. Tā kā šie baļķi atradās starp baļķiem, kuru relatīvais datējums ir nosacītais 0. gads, ir pamats uzskatīt, ka visiem baļķiem, vismaz tiem, kas atklāti autostāvvietas būvbedres austrumu pusē, koki cirsti vienā gadā.

Objekta relatīvā dendrohronoloģiskā skala sastādīta no 21 baļķa gadskārtu platuma indeksu rindas (5.23. tab.). Ņemot vērā vēsturisko informāciju, ka vaļņu būve pētītajā zonā veikta 16. - 17. gadsimtā, un to, ka absolūtās dendrohronoloģiskās skalas, kas attiektos uz laikposmu pirms 16. - 17. gs. un Latvijas teritorijā augušām priedēm, pagaidām vēl nebija

5.23. tabula

### Rīgas pilsētas nocietinājumu vaļņa pamatnes baļķu dendrochronoloģiskā skala

s Chronology JK21 Std: Rīga, Jv

Indeksu vērtības (x 1000)											Paraugu skaits											
Date	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Date	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	-0	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1		
-223								776	998	760										2	2	2
-220	1037	978	949	1023	1118	1427	1388	1652	1305	1286	2	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
-210	1304	1354	1245	1049	972	710	718	687	649	842	4	4	4	5	6	6	6	6	6	7	7	7
-200	925	944	946	943	1010	1057	1087	1170	1139	1077	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
-190	1081	1186	846	593	518	620	773	694	775	856	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
-180	740	670	740	799	797	762	1015	826	907	865	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
-170	955	909	909	842	832	855	757	835	1108	1186	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
-160	1312	1010	1227	978	1415	1366	1292	1246	1409	1392	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
-150	1218	1283	1021	1191	1118	1234	1206	1196	1062	1120	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10	
-140	1054	1111	1039	1120	1075	1028	1096	1019	973	671	11	11	11	14	15	15	15	15	17	17	18	
-130	680	733	799	870	1089	1198	1265	1377	1159	1241	18	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19	
-120	1065	1123	952	883	1075	1030	892	785	875	800	20	20	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
-110	843	884	937	902	946	1003	874	960	1225	1254	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
-100	1384	1171	904	1125	1113	1086	1161	1097	993	928	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
-90	809	836	988	1064	1046	1156	1175	718	493	561	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
-80	686	795	798	822	768	841	803	708	838	800	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
-70	809	989	1086	1091	885	851	932	1017	975	846	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
-60	954	1047	1225	1222	1175	1137	1306	1347	1262	1121	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
-50	1121	1367	1335	1075	1229	1145	1169	974	834	1006	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
-40	927	874	881	959	887	1061	1092	1187	1105	1339	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	20	
-30	1165	1273	1122	1097	1217	845	831	849	725	779	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
-20	850	847	729	796	896	937	1089	852	828	951	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
-10	1180	940	966	1022	797	738	787	903	1097	1198	19	19	19	19	19	19	19	19	18	17	16	
0	1214																					

5.24. tabula

### Rīgas pilsētas nocietinājumu vaļņu pamatnes baļķu dendrochronoloģiskās skalas un absolūto skalu līdzības (korelācijas) novērtējums.

Relatīvā hronoloģija	Absolūtā hronoloģija	Absolūtās hronoloģijas autors	t vērtība
Rīgas pilsētas nocietinājumu vaļņa hronoloģija	Gotlande (Zviedrija)	T. Bartholin	3,1
	Novgorodas 12 priedes (Krievija)	T. Bartholin	3,55
	Dalarna (Zviedrija)	T. Bartholin	3,63
	Ēlande (Zviedrija)	T. Bartholin	3,68
	Dannenšterna nams (Baltkrievija)	M. Zunde	5,2
	Viļņas priede 1 (Lietuva)	R. Pukiene	6,2

izstrādātas, jaunā skala salīdzināta galvenokārt ar ārvalstu teritoriju absolūtajām dendrohronoloģiskajām skalām. Iespējams tādēļ, ka koki vaļņa pamatnes baļķiem, domājams, auguši samērā nelielā teritorijā, skalas līdzība arī tuvāko valstu dendrohronoloģiskajām skalām nevienā savietojumā nav izteikta. Tomēr vairākas absolūtās skalas ar jauno skalu uzrāda pietiekami būtisku līdzību savietojumā, kas liecina, koki baļķiem cirsti 1536. gadā. Minēto absolūto datējumu apstiprina šīs un vairāku Latvijai ģeogrāfiski tuvu valstu absolūto dendrohronoloģisko skalu salīdzināšanas rezultāti (5.24. tab.). Rīgas pilsētas nocietinājumu baļķu absolūto datējumu apstiprina gan tiem līdzās atrasto arheoloģisko atradumu aptuveni noteiktais absolūtais datējums pēc to tipoloģiskām pazīmēm, gan vēlāk iegūtā informācija, ka Rīgas nocietinājuma vaļņus sāka celt 1537. gadā, bet tad to celšanas darbi uz laiku apstājās. Tolaik uzbūvēts tikai t.s. vecais valnis starp Jēkaba un Smilšu torņiem, kur Rīga bija visvairāk apdraudēta, jo tur nav bijuši dabiskie šķēršļi (Straubergs, 1951). Atraktais vaļņa posms atrodas tieši rajonā starp Smilšu ielu un Jēkaba laukumu.

## NOBEIGUMS

Darbā aprakstītie līdzšinējie Latvijā iegūtie dendrohronoloģiskās datēšanas rezultāti nenoliedzami liecina, ka dendrohronoloģisko skalu izstrāde un seno koka konstrukciju precīza datēšana ir reāli īstenojama arī mūsu valstī. Šī uzdevuma izpildi sekmē arī panākumi, kādi dendrohronoloģiskajos pētījumos gūti kaimiņvalstīs, kā arī ļoti būtiska nozīme ir sadarbībai, kas pēdējos gados izvērsas ar to valstu dendrohronologiem, kurās šajā zinātnes jomā gūti ievērojami rezultāti.

Autora darba rezultātā radītas pirmās absolūtās dendrohronoloģiskās skalas Latvijā, kuras izstrādātas, veicot vēsturiskās koksnes gadskārtu platuma analīzi. Tās attiecas uz laikposmu no 13. līdz 18. gadsimtam. Jāatzīst, ka no iegūstamā dendrohronoloģisko skalu tīkla izdevies iegūt tikai pirmās savstarpēji šķērsdatētās skalas, bet tas tomēr norāda, ka šāds skalu tīkls ir izveidojams un ka tas jau sāk pildīt savu pamatzdevumu: par sen aizgājušiem gadiem sāk sniegt jaunu, līdz mūsdienām citādā veidā nesagabalājušos informāciju.

Līdz ar to ir jāprecizē Dr.habil., prof. P. Zālīša izteiktais viedoklis, ka “pēc koka gadskārtām nav iespējams atšifrēt klimatu un ... izziņāt vēsturiskus procesus” (Zemberga, 2000). Var piekrist, ka minētā satura objektīvu informāciju nevar iegūt no viena koka gadskārtām, taču šī koka gadskārtu laikrinda var būt sinhronizējama ar atbilstošu absolūto dendrohronoloģisko skalu. Uzzinot attiecīgā koka nociršanas laiku, ļoti iespējams, var atklāties likumsakarība starp, piemēram, datētās būvdetaļas izgatavošanas, līdz ar to - celtnes būvēšanas vai remonta laiku un kāda konkrēta vēsturiska notikuma laiku. Ja konstatēts un pierādīts, kad un kā attiecīgajā laikposmā klimatisko faktoru pārmaiņas ietekmējušas koku gadskārtu platuma pārmaiņas Latvijai samērā tuvās teritorijās, kurās šie faktori izpaudušies izteiktāk un biežāk, tad var izteikt hipotēzi, ka Latvijas teritorijā tanī pašā laikā un līdzīgos augšanas apstākļos augušu koku līdzīga rakstura gadskārtu platuma pārmaiņu cēlonis arī var būt līdzīga rakstura klimatisko faktoru pārmaiņas. Tās jācenšas konstatēt un apstiprināt arī ar citu vides indikatoru palīdzību. Tādējādi, līdzšinējo pētījumu apjoms, kuros skaidrota sakarība starp attiecīgā rajona dendrohronoloģisko skalu vērtībām un konkrētu klimatisko faktoru pārmaiņām, ir pārāk mazs, lai izteiktie spriedumi par pagātnes klimata rekonstruēšanas nerealitāti Latvijā, neveicot turpmākus pētījumus, būtu apstiprināmi par objektīviem.

Minētais visvairāk attiecas uz ozolu, kura ikgadējā pieauguma dinamika Latvijā pētīta ļoti maz. Latvijas teritorija atrodas tuvu parastā ozola areāla robežai, un tas nozīmē, ka salīdzinot ar priedi un egli, ozola gadskārtu platuma pārmaiņām vajadzētu atbilst klimatisko faktoru svārstībām tiešāk.

Latvijā pagaidām trūkst arī egles absolūto dendrochronoloģisko skalu, taču strādājot ar Āraišu ezerpils celtnu būvdetaļu koksnes materiālu, autors ir pārliecinājies, ka valsts teritorijā augušu egļu gadskārtu platuma laikrindas ir šķērsdatējamas un to dati ir sekmīgi izmantojami hronoloģisko skalu sastādīšanai (it īpaši, ja analizējamās gadskārtu platuma rindas attiecas uz nelielā teritorijā un līdzīgos augšanas apstākļos augušiem kokiem, kā arī, ja iespējams iegūt pietiekoši apjomīgu iegūto laikrindu izlasi). Lai gan priedes koksnes paraugi ir grūtāk datējami nekā ozola koksnes paraugi, priede, tās senās koksnes biežākās sastopamības dēļ, Latvijā vērtējama kā dendrochronoloģiski nozīmīgākā koku suga.

Latvijas vides apstākļos neviens no tās faktoriem neizpaužas kā izteikts, dominējošs priedes un egles radiālo augšanu limitējošs faktors. Bez tam, Latvijas teritorijai raksturīgie vides apstākļi, tos salīdzinot ar līdzīga lieluma un reljefa kontinentālākas teritorijas vides apstākļiem, ir mazāk homogēni. Tādēļ atšķirības koku augšanas dinamikā konstatējamās ne vien valsts teritorijas dažādo ģeomorfoloģisko rajonu, bet pat vienas audzes ietvaros. Ar to lielā mērā izskaidrojams, ka Latvijā agrāk veiktajā priedes un egles būvdetaļu dendrochronoloģiskajā datēšanā pozitīvo rezultātu apjoms ir bijis salīdzinoši mazs un ka dendrochronoloģijai kā zinātnes nozarei mūsu valstī popularitātes nebija. To pētījumu apjoms, kuri nav tieši saistāmi ar dendrochronoloģiju, bet kuros gūtie rezultāti Latvijas dendrochronoloģijai ir vai varētu būt nozīmīgi nākotnē, ir bijis lielāks. Šajā darbā par minētajiem pētījumiem sniegts apkopojošs pārskats.

Veicot gadskārtu dendrochronoloģisko izpēti kokiem, kas auguši Latvijas vides apstākļos, kā arī strādājot apstākļos, kad finansu trūkuma dēļ līdz šim nav bijis iespējams iegādāties modernas dendrochronoloģisko datu apstrādes datorprogrammas, kas ļauj veikt datu un iegūto rezultātu analīzi daudzpusīgāk un ātrāk, vēlami darba rezultāti iegūti, radot 2 oriģinālas gadskārtu platuma mērieiņas un mērījumu datu apstrādes datorprogrammu SAKORE, kā arī pielāgojot darba metodiku. Atbilstoši tai, a) koksnes paraugu gadskārtu platuma rindas vēlams analizēt tādā secībā, lai jau darba sākuma posmā būtu iespējams veikt noteikto relatīvo datējumu loģiskuma kontroli, b) gadskārtu platumu koksnes parauga ripai vēlams mērīt vismaz

3 radiālos virzienos un c) jāveic ne vien kādas konkrētas būvkonstrukcijas būvdetaļu visu šķērsdatējamo gadskārtu indeksu rindu kompleksa savstarpēja salīdzināšana, bet datēšanas procesā jāizmanto arī augstākas pakāpes indeksu vidējo vērtību rindas, kas iegūtas no iepriekš šķērsdatētu indeksu rindu grupām un par kuru pareizību nav šaubu. Šķērsdatēšanas rezultātu pārbaudei izstrādāta un pielietota vienkārša matemātiski-grafiska metode. Darbā ar praktiska mēģinājuma rezultātu palīdzību parādīts, kā mainās un kā uzlabojama dendrohronoloģiskā signāla atspoguļojuma kvalitāte priežu gadskārtu indeksu un to dažādas pakāpes vidējo vērtību rindās atkarībā gan no mežaudžu augšanas apstākļiem un savstarpējā attāluma, gan no iegūto datu apstrādes procesā pielietotās konkrētās matemātiskās metodes. Galvenie secinājumi, kas gūti šajā mēģinājumā, uzrādīti 89. - 93. lpp.

Darbā apkopota informācija par datējamās senās koksnes līdzšinējo un prognozējamo sastopamību Latvijā. Lai gan iepriekšējos, it īpaši XX gadsimtā ļoti liels apjoms senās koksnes iznīcināts vai zudis un šis process turpinās joprojām, tomēr Latvijas teritorijas zeme vēl joprojām glabā senās koksnes materiālu, kas satur dendrohronoloģisko informāciju ne vien par pagājušiem vairākiem simtiem, bet, domājams, pat līdz dažiem tūkstošiem gadu.

Senās koksnes apjomi mūsdienās strauji samazinās, tas ir neatjaunojams zinātniskās informācijas avots, tāpēc pēc autora domām tās dendrohronoloģiskā izpēte mūsdienās ir īpaši aktuāla. Ir svarīgi Latvijā parādīt un pierādīt dendrohronoloģijas iespējas un nozīmību, lai zinātnieki un speciālisti, kuriem tās informācija var būt noderīga, pirmkārt, zinātu dendrohronoloģijas reālās iespējas gan Latvijā, gan pasaulē un ar tām arī rēķinātos, otrkārt, zinātu, kas un kā ir veicams viņiem pašiem, lai sadarbība ar dendrohronoloģijas speciālistiem būtu rezultatīvāka, un, treškārt, lai viņi būtu ieinteresēti šo zinātnes nozari atbalstīt un veicināt tās tālāko attīstību.

Promocijas darbā aprakstītie Latvijas 10 kultūrvēsturisko objektu koka būvdetaļu relatīvās un absolūtās dendrohronoloģiskās datēšanas pozitīvie rezultāti ir pierādījums tam, ka dendrohronoloģijai Latvijā ir reālas perspektīvas. Šo pārliecību it īpaši stiprina pieredze, kas visvairāk gūta, relatīvi datējot Āraišu ezerpils celtnu būvdetaļas. Arī Latvijā dendrohronoloģijā ir iegūstami atzīstami panākumi, ja vien darbus šajā zinātnes nozarē turpmāk varēs veikt organizētāk un apjomīgāk nekā līdz šim.

\* \* \*



## LITERATŪRA

1. Adamovičs, L. (red.) 1938: Zinātne tēvzemei divdesmit gados: 1918 - 1938. Rīga, 218.
2. Allaby, M. (ed.) 1996: The Concise Oxford dictionary of ecology, Oxford, 112.
3. Aniol, R.W. 1983: Tree-ring analysis using CATRAS. *Dendrochronologia* I, 45-53.
4. Aniol, R.W. 1987: A new device for computer assisted measurement of tree-ring widths. *Dendrochronologia* 5, 135-141.
5. Apala, Z. 1988: Arheoloģiskie pētījumi Cēsu mūra pilī un vecpilsētā. Zinātniskās atskaites sesijas materiāli par arheologu un etnogrāfu 1986. un 1987. gada pētījumu rezultātiem. Rīga, 9.-16.
6. Apala, Z. 1988: Pārskats par 1987. gada arheoloģiskajiem izrakumiem Cēsu mūra pilī. (Mašīnrakstā. Glabājas LU Latvijas vēstures institūta Arheoloģijas nodaļas krātuvē).
7. Apals, J. 1964: Pārskats par pārbaudes izrakumiem Ušura ezera klāstu mītnē. (Mašīnrakstā. Glabājas LU Latvijas vēstures institūta Arheoloģijas nodaļas krātuvē).
8. Apals, J. 1965a: Klāstu mītnes Latvijas PSR teritorijā. *Latvijas PSR ZA Vēstis*, Nr.5 (214), 45.-58.
9. Apals, J. 1965b: Ko slēpj Latvijas ezeri? *Dabas un vēstures kalendārs* 1966. Rīga, 166.-168.
10. Apals, J. 1969: Kā rodas gadsimtu kalendārs. *Cīņa*, Nr.121 [8632], 1969.g. 27. maijs.
11. Apals, J. 1974: Ezeru pilis. *Latvijas PSR arheoloģija*. Rīga, 146.
12. Apals, J. 1981: Āraišu ezerpils. *Dabas un vēstures kalendārs* 1982. gadam. Rīga, 292.-296.
13. Apals, J. 1987: Par Āraišu ezerpils pirmās apbūves plānojumu. *Latvijas PSR ZA Vēstis*, Nr.5 (478), 81-97.
14. Apals, J. 1996a: Senie mājokļi Latvijā: no vissenākajiem laikiem līdz 13. gs. Rīga, 87 lpp.
15. Apals, J. 1996b: Āraišu arheoloģiskā brīvdabas muzeja organizēšana un Latvijas ezeru apsekošana. Zinātniskās atskaites sesijas materiāli par arheologu 1994. un 1995. gada pētījumu rezultātiem. Rīga, 10.-13.
16. Apals, J., Zelmenis M. 1998: Āraišu ezerpils: Teikas un vēsture. Rīga, 32 lpp.
17. Āboliņa, D. 1997: Sava laika debesskrāpis. *Sestdiena*, 5. aprīlis.
18. Bākule, I. 1986: Bauskas Svētā Gara baznīca. Republikas nozīmes pilsētībūvniecības piemineklis - Bauskas vecpilsēta (pirmsprojekta izpēte). I<sup>B</sup> sēj.: Arhīvu izpēte. Rīga (mašīnrakstā, Bauskas novadpētniecības muzejs; zin. arhīvs Nr 936).

19. Balodis, V., Brūmelis, G., Kalviškis, K., Nikodemus O., Tjarve D., Znotiņa V. 1996: Does the Skrunda Location station diminish the radial growth of the pine trees? *The Science of the Total Environment*, - N. 180, 57-64.
20. Balodis, V., Liepa, I., Pospelova, G., Ramans, K. 1992: The effect of electromagnetic radiation on the tree growth. *Forestry Dept. Scientifically Practical Conference*. Jelgava, 26-28.
21. Balodis, V., Pospelova, G., Liepa, I. 1995: Dendroekoloģisku pētījumu rezultātu parametriska vērtēšana. *Mežzinātne. Meža nozares augstākās izglītības 75 gadu jubilejai veltī tās ZP konferences materiāli*. Jelgava, 9.-16.
22. Balodis, V., Pospelova, G., Ramans, K., Tjarve, D. 1997: Dendrochronological analysis for the assessment of the environmental quality. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences*. Vol. 51, N 516, 219-221.
23. Balodis, V.Ģ. 1997: Bioindikācijas metodes Latvijas sauszemes vides kvalitātes novērtēšanai [Kopsavilkums par publicēto darbu kopu bioloģijas habilitētā doktora zinātniskā grāda iegūšanai]. *Rīga*, 7.-15.
24. Bartholin, T. 1993: Dendrochronology in building investigations in Sweden. *Dendrochronology and the Investigations of Buildings*. Riksanstikvarens rapporter, no. 22 (Proceedings of an International Seminar at the Academy of Science and Letters), Oslo, 14-17.
25. Bitvinskas, T. 1998: Development and trends of dendrochronology in Lithuania. *Dendrochronology and environmental trends*. Kaunas, 77-83.
26. Bonde, N. 1990: Dendrochronologische Alterbestimmung des Schiffes von Nydam. *Offa: Berichte und Mitteilungen zur Urgeschichte, Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie*, Band 47. Neumünster, 157-168.
27. Bonde, N. 1992: Dendrochronology and timber trade in northern Europe from the 15th to 17th century. *Lundqua Report 34: Tree rings and environment*. Lund, 53-55.
28. Bonde, N., Tyers, I., Wazny, T. 1997: Where Does The Timber Come From? Dendrochronological evidence of the Timber Trade in Northern Europe: *Archaeological Sciences 1995*. Oxford, 201-204.
29. Briffa, K.R., Barholin, T.S., Eckstein, D., Jones, P.D., Karlén, W., Schweingruber, F.H., Zettenberg, P. 1990: A 1,400 tree-ring record of summer temperatures in Fennoscandia. *Nature*, vol. 346 (no. 6283), 1-6.
30. Broce, J.K. 1996: Zīmējumi un apraksti: Rīgas priekšpilsētas un tuvākā apkārtnē. *Rīga*, 2. sēj., 151.-152., 158.
31. Bruģis, D. *Bauskas Sv. Gara baznīca: 1594 - 1994*. Bauska, 4.-5.
32. Caune, A. 1974: Arheoloģiskās liecības par koku pludināšanu pa Daugavu. *Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas vēstis*, Nr.6 (323), 52.-62.
33. Caune, A. 1976: 1975. gada arheoloģiskie pētījumi Vecrīgā. *Zinātniskās sesijas materiāli par arheologu un etnogrāfu 1975. gada pētījumu rezultātiem*. Rīga, 29.-33.
34. Caune, A. 1985: *Rīga zem Rīgas*. Rīga, 20., 51.-52.

35. Caune, A. 1986: Pārskats par 1985. gada arheoloģiskajiem izrakumiem Rīgā, Trokšņu ielā. (Mašīnrakstā. Glabājas LU Latvijas vēstures institūta Arheoloģijas nodaļas krātuvē).
36. Caune, A. 1992: ..Pati Rīga ūdenī. Rīga, 52., 54., 58.-86.
37. Caune, A. 1996: Jaunas atziņas par guļbūvju sienu izveidojumu Rīgā 13.-14. gs. Arheoloģija un etnogrāfija, 18. laid. Rīga, 62.- 71.
38. Caune, A. 2000: Liecības par viduslaiku dzīvojamo apbūvi Rīgā, Grēcinieku ielā 11/13. Arheologu pētījumi Latvijā 1998. un 1999. gadā. Rīga, 222.-235.
39. Celmiņš, A. 1996: Pārskats par arheoloģiskās uzraudzības darbiem Rīgā, Dannenšterna namā 1995. gadā. 1. daļa, Rīga, 13.
40. Cimermanis, S. 1969: Latviešu tautas dzīves pieminekļi: Celtnes un to iekārta. Rīga, 152 lpp.
41. Cimermanis, S. 1988: Zemnieku un zvejnieku celtnes Dienvidkurzemē 19. gs. un 20. gs. sākumā. Latvijas PSR vēstures un kultūras pieminekļi: Aizsardzība un izmantošana. Rīga, 62-132.
42. Cimermanis, S., Sīlis, E. 1998: Tautas un profesionālās celtniecības, arheoloģiskie un dabas objekti "Līvōd rānda" teritorijā, kas saglabājami un ņemami valsts aizsardzībā. Lībiešu gadagrāmata = Līvlist äigastrōntōz. Mazirbe, 68.-82.
43. Cook, E.R. (red.), Kairiukstis, L.A. (red.), 1990: Methods of dendrochronology (Applications in the Environmental Sciences). Dordrecht, 110-112.
44. Druvietis, R. 1961: Kūdra. Latvijas PSR ģeoloģija (atb. red. K. Sprinģis). Rīga, 474.-482.
45. Dupouey, J.-L., Denis, J.-B., Becker, M. 1992: A new method of standartization for examining long term trends in tree-ring chronologies. Lundqua Report 34: Tree rings and environment. Lund, 85-88.
46. Eberhards, G. 1981: Kāpēc ozoliem pie Pededzes iepaticies? Dabas un vēstures kalendārs 1982. gadam. Rīga, 149.-150.
47. Eberhards, G. 1991: Mums tikai viena Gauja. Rīga, 42.-43., 72.-74.
48. Eckstein, D. 1992: Dendroökologie - Bäume als ökologische Informationsquellen. Tagungsberichte der Arbeitsgruppe Biometrie in der Ökologie (AG Tagung beim 37. Biometrischen Kolloquium in Hamburg 19.03.1991 / 4. Herbstkolloquium in Dortmund 10.10.-11.10.1991), Heft 3, 32-37.
49. Eckstein, D., Baillie, M.G.L., Egger, H. 1984: Handbooks for archeologists. No 2: Dendrochronological dating. Strasbourg, 12, 19.
50. Eckstein, D., Brongers, J.A., Bauch, J. 1975: Tree-ring research in the Netherlands. Tree-Ring Bulletin, Vol.35, 1-13.
51. Eckstein, D., Wrobel, S. 1983: Dendrochronologie in Europa. Dendrochronologia, I, Verona. 9-20.
52. EKMD 1995: Koka mantojums Latvijā (Eiropas kultūras mantojuma dienas, 1995. gada 12. - 17. septembris).

53. EKMD 1997: Latvijas muižas un pilis (Eiropas kultūras mantojuma dienas, 1997. gada 13. - 14. septembris).
54. Erdmanis, G. 1989: Kurzemes viduslaiku pilis. Rīga, 15., 64., 85.-86.
55. Fritts, H.C. 1966: Growth-Ring of Trees: Their Correlation with Climate. Science. vol.154, N 3752.
56. Fritts, H.C. 1976: Tree Rings and Climate. London, New York, San Francisko, 4-10, 15-16;
57. Galenieks, P. (red.) 1953: Latvijas PSR flora, I daļa. Rīga, 79.
58. Galenieks, P. 1930: Aprakta ozolmeža atliekas pie Daugavpils. Latvijas Universitātes Botāniskā Dārza Raksti (Acta Horti Botanici Universitatis Latviensis). Rīga, Nr. 1/3, 69.-74.
59. Galenieks, P. 1936: Latvijas floras vēsture. Latvijas zeme, daba un tauta. II daļa, Rīga, 3.-31.
60. Gassner, G., Christiansen-Weniger, F. 1942: Dendrochronologische Untersuchungen über die Jahresringentwicklung der Kiefer in Anatolien. Nova acta Leopoldina, Band 12, Nr.80, Halle (Saale), 4-8.
61. Goldmann, K. 1986: Zur Umweltgestaltung während der Spätbronzezeit Mitteleuropas. Veröffentlichungen des Museums für Ur- und Frühgeschichte Potsdam. Bd. 20, 137-141.
62. Grewingk, C. 1881: Zur Pfahlbautenfrage Liv-, Est- und Kurlands. Sb. GEG, Dorpat, 1881, 49-50.
63. Grīnberga, M. 1999: Ceļojums uz Staburagu? Diena, Nr.94 (2404), 1999. g. 23. aprīlis.
64. Grissino-Mayer, H.D., Holmes, R.L., Fritts, H.C. 1996: The International Tree-Ring Data Bank: programm library version 2.0 user's manual. Tucson, Arizona, 103 pp.
65. Groves C. 2002: Dendrochronological Analysis of Conifer Timbers from Danson House and Danson Stables, Bexley, Kent. Centre for Archaeology Report 69/2002. London, 47 pp.
66. Hillam, J. 1991: Tree-Ring Analysis of Native and Baltic Timbers from Blaydes Staithe Hull / Humberside. Ancient Monuments Laboratory Report 108/91, 1-13
67. Holcmanis, A. 1988: Vecrīga - pilsētībūvniecisks ansamblis. Rīga, 231.
68. Hollstein, E. 1980: Mitteleuropäische Eichenchronologie. Mainz am Rhein, 24.
69. Huber, B. 1978: Dendrochronology [Extracts from 1970 paper]. Dendrochronology in Europe (edited by J. Fletcher). Oxford, Greenwich, 15-26.
70. Iseli, I., Schweingruber F.H. 1989: Sichtbarmachen von Jahrringen für dendrochronologische Untersuchungen. Dendrochronologia, No.7, 145-157.
71. Jansons, G. 1969: Vecrīgas koka celtnes. Arhitektūra un pilsētībūvniecība Latvijas PSR, I. Rīga, 239.-258.

72. Jansons, G. 1971: Par Latvijas PSR seno pilsētu koka apbūves vēstures un klasifikācijas jautājumiem. Arhitektūra un pilsēt būvniecība Latvijas PSR, II. Rīga, 123.-158.
73. Jansons, G. 1982: Kurzemes pilsētu senās koka ēkas: 17. gs.-19. gs. vidus. Rīga, 183 lpp.
74. Jātņieks J. 1987: Parastās priedes ekoloģiskais profils Krustkalnu Valsts rezervātā. Mežsaimniecība un mežrūpniecība, Nr.2, 51.-52.
75. Jātņieks, J. 1991: Fona monitorings Krustkalnu rezervātā. Teiču rezervāts. Rīga, 1. laid., 2.-29.
76. Jensch, G. 1930: Der Handel Rigas im 17. Jahrhundert. Ein Beitrag zur livländischen Wirtschaftsgeschichte in schwedischer Zeit. - Mitteilungen aus der livländischen Geschichte, Bd. 24, H. 2., Rīga, 104.
77. Jērāns, P. (atb. red.), 1988: Rīga (enciklopēdija). Rīga, 32.
78. Jērāns, P. 1984: Latvijas padomju enciklopēdija, 5<sub>2</sub> sēj., Rīga, 1984, 55, 674.
79. Kaennel, M., Schweingruber, F. H. (comp.) 1995: Multi lingual Glossary of Dendrochronology: Terms and Definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese, and Russian. Berne, Stuttgart, Vienna, 467 pp.
80. Kalicki, T., Krapiec, M. 1991: Subboreal "black oaks" identified from the Vistula alluvia at Grabie near Cracow (South Poland). Geologia, Kraków, 155-171.
81. Kalniņš, A. 1930: Latvijas priedes (*Pinus sylvestris*) tehniskās īpašības. Latvijas Mežzinātniskie raksti, Nr.1, 135.
82. Kavacs, G. (atb. red.) 1994: Latvijas daba (enciklopēdija), I sējums, Rīga, 84.
83. Kavacs, G. (atb. red.) 1995: Latvijas daba, II sēj. Rīga, 250.
84. Kerkovius, P. (Verleger) 1903: Riga und sene Bauten. Riga, 306, 349.
85. Kiršteins, K. 1926: Pie jautājuma par auglīgiem un neauglīgiem gadiem mežkopībā. Mežsaimniecības rakstu krājums, Nr.4, 44.-53.
86. Kitaičuks, M. 1970: Dendrogrāmata. Rīgas balss, Nr.63 [3823], 1970. g. 17. marts.
87. Klein, P. 1993: An overview about dendrochronological analyses of panel paintings. Le Dessin sous-jacent dans la peinture, Colloque IX, Sept. 1991, Louvain-la-Neuve, 165-178.
88. Klein, P. 1999: Dendrochronologische Untersuchungen an Musikinstrumenten. 28. Tagung Zusammenfassung der Vorträge vom 22. bis 26. März 1999. Universität Leipzig, Vortrag Nr.37.
89. Klein, P., Eckstein D. 1988: Die Dendrochronologie und ihre Anwendung. Spektrum der Wissenschaft, Januar 1988, 56-68.
90. Kočāne, S. 1998: Rāmavas muižas atsavināšana - pirmais gadījums pēdējo gadu laikā. Diena, Nr. 76 (2082), 1998. g. 31. marts.
91. Konnert, V. 1989: Simulation von Jahringfolgen durch Klimaparameter. Dendrochronologia, no. 7, 69-81.

92. Krapiec, M. 1992: Skale dendrochronologiczne późnego holocenu południowej i centralnej Polski. *Geologia*, tom 18, zeszyt 3, Kraków, 37-119.
93. Krapiec, M. 1998: Oak dendrochronology of the Neoholocene in Poland. *Folia Quaternaria* 69, Kraków, 5-133.
94. Krastiņš, J. 1950: 1905. gada revolūcija Latvijā. Rīga, 220.
95. Krastiņš, O. 1978: Varbūtību teorija un matemātiskā statistika. Rīga, 185.
96. Kupffer, K. 1931: Die Naturschonstätte Moritzholm: Arbeiten des Naturforscher Vereins zu Riga. *Neue Folge, Heft XIX*, 87.
97. Läänelaid, A. 1997: Dendrochronological dating of the Uppsala House in Tartu, Estonia. *Dendrochronologia* XV, 191-198.
98. Laiviņš, M. 1998: Latvijas boreālo priežu mežu sinantropizācija un eitrofikācija. *Latvijas veģetācija*, Nr.1, 137.
99. Laiviņš, M., Henriņa, E., Špalte, E., Lukss, I. 1992-93: Slokas celulozes un papīra fabrikas ietekme uz Jūrmalas pilsētas mežiem. *Mežzinātne*, Nr.1(34) / 2(35). Salaspils, 11.-30.
100. Laiviņš, M., Sīpols, M., Riekstiņa, D. 1993: Reģionālais meža monitorings Latvijā. *Vides monitorings Latvijā* 4. Rīga, 6.-11.
101. Lange, V., Mauriņš, A., Zvirgzds A. 1978: Dendroloģija. Rīga, 23.
102. Leuschner, H.H. 1992 : Subfossil trees. *Tree Rings and Environment*. *Ludqua Report*, vol. 34, 193-197.
103. Levina, M., Tipāne, A., Silkāne, L., Pētersons, R., Zilgalvis, J. 1999: Eiropa - kopīgs mantojums. Baznīcas Latvijā (Eiropas kultūras mantojuma dienas, 1999. gada 11. - 12. septembris).
104. Liepa, I. 1972: Vides faktoru ietekmes īpatsvara noteikšana ar multiplās regresijas metodi. *Jaunākais mežsaimniecībā*, XIV, 47.-50.
105. Liepa, I. 1974: *Biometrija*. Rīga, 84.
106. Liepa, I. 1982: Koku gadskārtu viļņainais raksts. *Dabas un vēstures kalendārs 1983. gadam.*, Rīga, 102.-105.
107. Liepa, I., Mauriņš, A., Vimba, E. 1991: *Ekoloģija un dabas aizsardzība*. Rīga, 17.
108. Liese, W. 1978: Bruno Huber: the Pioneer of European Dendrochronology. in Fletcher, J. (ed.) *Dendrochronology in Europe: Principles, interpretations and applications to Archaeology and History*, Oxford, 1-10.
109. Lindholm, M. 1996: Reconstructions of past climate from ring-width cronologies of Scots pine (*Pinus Sylvestris* L.) at the northern forest limit in Fennoscandia. *Joensuu*, 21, 29-30.
110. Lohmus, E. 1992: Eesti männikute dendrokronoloogiline uldskaala. *Metsanduslikud uurimused*, XXIV: Metsakasvatuse mitmesuguseid aspekte. Tartu, 103-120.
111. Lūsēns, M. 1998: Arheoloģiskā uzraudzība un izrakumi Ventspilī. *Zinātniskās atskaites sesijas materiāli par arheologu 1996. un 1997. gada pētījumu rezultātiem*. Rīga, 47.-52.

112. Markus, R. 1936: Nosusināšanas ietekme priedes un egles pieaugumā purvaugsnās Latvijā. Rīga, 145.-148.
113. Matuzānis, J. 1964: Jauns gadskārtu platuma mērītājs. Jaunākais mežsaimniecībā, Nr.6/7, Rīga, 101.-104.
114. Mauriņš, A. Kurp ej, daba? Rīga, 91.
115. Mills, C., Crone, A. 1998: Tree-ring evidence for the historic timber trade and woodland exploitation in Scotland. *Dendrochronology and environmental trends*. Kaunas, 46.-55.
116. Muižniece, R. (sast.) 1984: Latvijas PSR Vēstures muzeja kokskulptūras: katalogs. Rīga, 62 lpp.
117. Muižniece, R. (sast.) 1992: Latvijas kokgriezumu māksla: ceļvedis pa Latvijas Vēstures muzeja kokskulptūru zāli (14. gs.-20. gs. sāk.). Rīga, 79 lpp.
118. Niedre, U. (sast.) 1990: Dravniecības un biškopības piederumi. Rīga, 80 lpp.
119. Ostwald, E. 1878: Über den Einfluss der Entwässerung versumpfter Orte auf dem Baumwuchs. *Baltische Wochenschrift*, N 13, 16-22.
120. Ozoliņa, G. 2000: Atklāj tūkstošgadīgu mežu. *Diena*, 2000. g. 3. novembris.
121. Pāvulāne, V. 1969: Mežu materiālu piegādes rajoni Rīgas eksporttirdzniecībai XVII - XVIII gs. *Latvijas PSR Zinātņu akadēmijas vēstis*, Nr. 10 (267), 72.-80.
122. Pāvulāne, V. 1975: Rīgas tirdzniecība ar mežu materiāliem XVII - XVIII gs. Rīga, 25., 63.-66., 90., 151.
123. Pētersone, P. 1994: Ziņas no arhīvu dokumentiem par arhitektūras pieminekli Rīgā, Mārstaļu ielā 21. - Rīga (Mašīnrakstā, glabājas Rīgas vēstures un kuģniecības muzejā).
124. Pukiene, R. 2000: Wood analysis of constructions of medieval Vilnius city. *Proceedings of the International Conference "City Environment 2000"*. Kaunas, 94-98.
125. Pukienė, R. 1997: Pinewood growth dynamics in Užpelkiū tyrelis oligotrophic bog during the subatlantic period (Summary of doctoral dissertation). Vilnius, 27 pp.
126. Pūriņš, V. (atb. red.) 1975: Latvijas PSR ģeogrāfija. Rīga, 45.-54., 133.-220.
127. Rains, V. 1996: Zemūdens arheoloģijas pētījumi Latvijā. Zinātniskās atskaites sesijas materiāli par arheologu 1994. un 1995. gada pētījumu rezultātiem. Rīga, 91.-93.
128. Ring, E. 1994: Dendrochronologie - ein Kalender in Holz. *Aufrisse: Mitteilungen des Arbeitskreises Lüneburger Altstadt e.V.* Nr.10, Juni 1994, 33-39.
129. Rinn, F. 1996: *TSAP (Time Series Analysis and Presentation), Version 3.0: Reference Manual*. Heidelberg, 169-182.
130. Rozens, A. 1930: Koksnes gadskārtu saskatamības uzlabošana. *Mežsaimniecības rakstu krājums*. Rīga, 45.-54.
131. Ruša, M., Līdaka, D., Grāvere, R., Gerhards, G., Vasks, A. jun. 1996: Pārskats par Saldus Sv. Jāņa baznīcas kapeņu apsekošanu 1995. gadā, 2. daļa, 1. sēj. Rīga

(pārskats glabājas Valsts Kultūras pieminekļu aizsardzības inspekcijas Dokumentācijas centrā un LU Latvijas vēstures institūta Arheoloģijas nodaļas krātuvē).

132. Rusmanis, S., Vīks, I. 1993: Kurzeme. Rīga, 239 lpp.
133. Sacenieks, R., Kāposts, V. 1976: Minerālmēslu iedarbība un tās ilgums priežu audzēs. Jaunākais mežsaimniecībā, Nr.19. Rīga, 66.-69.
134. Sacenieks, R., Matuzānis, J. (sast.) 1964: Vidējie gadskārtu platuma indeksi Latvijas PSR rietumu un austrumu daļā. Mežsaimniecības tabulas Rīga, 204 (67. tabula).
135. Saliņš, S. 1974: Latvijas dižkoki un retie koki. Rīga, 56.
136. Samsons, V. (galv. red.), 1968: LPSR mazā enciklopēdija, II sēj. Rīga, 352.
137. Sarma, P. 1948: Meža taksācija. Rīga, 215.
138. Schmidt, B. 1987: Ein dendrochronologischer Befund zum Bau der Stadtmauer der Colonia Ulpia Traiana. Bonner Jahrbücher des Rheinischen Landesmuseums in Bonn und des Rheinischen Amtes für Bodendenkmalpflege im Landschaftsverband Rheinland und des Vereins von Altertumsfreunden im Rheinlande. Sonderdruck aus Bonner Jahrbücher 187, 495-503.
139. Schmidt, B., Köhren-Jansen, H., Freckmann, K. 1990: Kleine Hausgeschichte der Mosellandschaft. Köln, 17-18, 20.
140. Schweingruber, F. H. 1990: Mikroskopische Holz Anatomie - Microscopic Wood Anatomy - Anatomie microscopique du bois. Birmensdorf, 226 pp.
141. Schweingruber, F.H. 1980: Dichteschwankungen in Jahrringen von Nadelhölzern in Beziehung zu klimatisch-ökologischen Faktoren, oder das Problem der falschen Jahrringe. Berichte, no.213, Mai 1980, 10, 14.
142. Schweingruber, F.H. 1983: Der Jahrring: Standart, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie. Bern, Stuttgart, 43, 93, 96-97, 131, 217-223.
143. Schweingruber, F.H. 1985: Dendro-ecological zones in the coniferous forests of Europe. Dendrochronologia, no.3, 67-75.
144. Schweingruber, F.H. 1992: Event years and pointer years. Lundqua Report 34: Tree rings and environment. Lund, 288-292.
145. Schweingruber, F.H. 1993: Jahrringe und Umwelt - Dendroökologie, Birmensdorf, (Djckulf), 1, 426-434.
146. Schweingruber, F.H., Eckstein D., Serre-Bachet, F., Bräker, O.U. 1990: Identification, presentation and interpretation of event years and pointer years in dendrochronology. Dendrochronologia 8, 9-38.
147. Skolis, J. (sast.) 1965: Rīga: Apcerējumi par pilsētas vēsturi. Rīga, 76.
148. Spārītis, O. 1988: Liepājas rajona arhitektūras pieminekļi. Latvijas PSR vēstures un kultūras pieminekļi: Aizsardzība un izmantošana. Rīga, 45.-60.
149. Spārītis, O. 1997: Arhitektūra Latvijā renesanses laikmetā, 1.d.: Arhitektūra Latvijā renesanses laikmetā. tipoloģiskais un stilistiskais aspekts, 1-129, 2.d.: Sakrālā arhitektūra. Rīga. 130.-253.



150. Spurk, M., Leuschner H.H., Kromer, B., Hofmann, J., Friedrich, M., Remmele, S., Frenzel, B. 1997: Extension of the South German Oak chronology back to 8400 BC and Linking with the Preboreal Pine Chronology. Eurodendro '97. Lecture Abstracts. Savonlinna, Finland.
151. Stepinš, P. 1968: Seno kuršu jūrniki un viņu kuģi. Dabas un vēstures kalendārs 1969. Rīga, 181.-185.
152. Straubergs, J. 1951: Senā Rīga. Rīga, 97.
153. Svarāne, D. 1998: Arheoloģiskā uzraudzība Vecrīgā, Mārstaļu ielā 3. Zinātniskās sesijas materiāli par arheologu 1996. gada 1997. gada pētījumu rezultātiem. Rīga, 69.-72.
154. Simpson, G. 1993: Imported Baltic Timber as a Building Material: documentary and dendrochronological evidence. Historic Buildings and Dating by Dendrochronology (manuskripts).
155. Simpson, W.G. 1996: Master-builder: fresh research on cathedrals and other medieval buildings by the Historic Buildings Research Unit. From River Trent to Raqqa. Nottingham, 87-92.
156. Špalte, E. 1970: Pagātne, koku gadskārtas un nākotne. Zvaigzne, Nr. 3, 20.-21.
157. Špalte, E. 1971: Koku gadskārtās var lasīt pagātņi un nākotni. Zinātne un tehnika, Nr.4, 22.-25.
158. Špalte, E. 1972a: Jauna ierīce koku gadskārtu platuma mērīšanai. Jaunākais mežsaimniecībā, XIV, Rīga, 51.-53.
159. Špalte, E. 1972b: Koki - informācijas avots. Dabas un vēstures kalendārs 1973. Rīga, 56.-59.
160. Špalte, E. 1975a: Meteoroloģisko faktoru ietekme uz parastās priedes gadskārtu platumu. Mežsaimniecība un mežrūpniecība, Nr. 1, 32.-35.
161. Špalte, E. 1975b: Meteoroloģisko faktoru ietekme uz parastās priedes radiālo pieaugumu. Jaunākais mežsaimniecībā, Nr. 18., 46.-53.
162. Špalte, E. 1981: Kāds diriģents nosaka šīs gadskārtas? Dabas un vēstures kalendārs 1982. gadam. Rīga, 101.-104.
163. Špalte, E. 1982a: Stacionāra gadskārtu platuma mērīšanas iekārta ПИГ-Л. Jaunākais Mežsaimniecībā, 24. laid., 54.-57.
164. Špalte, E. 1982b: Pārnēsājama koka gadskārtu platuma mērīšanas ierīce ПИГ-П. Jaunākais Mežsaimniecībā, 24. laid., 58.-60.
165. Špalte, E. 1985: Pastāvīgo summu metode un tās izmantošana mežkopības un dendrohronoloģiskajos pētījumos. Jaunākais mežsaimniecībā, Nr.27, 34.-40.
166. Špalte, E. 1993: Fertilization of pine stands in Latvia. Latvijas Zinātņu akadēmijas vēstis, B daļa (Proceedings of the Latvian academy of sciences, part B) Nr.7, 56-58.
167. Šterns, I. 1998: Viduslaiku Rīga ārpus Rīgas. Senā Rīga. Rīga, 342.-377.
168. Teivens, A. 1985: Latvijas dzirnavas. Stockholm, 298 lpp.
169. Teivens, A. 1995: Latvijas krogi un ceļi. Rīga, 221 lpp.

170. Vaņins, S. 1950: Koksnes zinātne. Rīga, 18.-19, 112.
171. VAKPS 1998: Valsts aizsargājamo kultūras pieminekļu saraksts. Latvijas Vēstnesis, Nr. 369/372 (1430/1433), Nr.375/380 (1436/1441), 1.-152.
172. Vilks, I. 1961: Zauskas priede. Dabas un vēstures kalendārs 1962. gadam. Rīga, 126.-128.
173. Vitas, A., Bitvinskas T. 1998: Dendroclimatological similarities of *Picea abies* (L.) Karsten and *Pinus sylvestris* (L.). *Baltic Forestry* 1, 24-28.
174. Wagenführ, R. 1989: Anatomie des Holzes: unter besonderer Berücksichtigung der Holztechnik. Leipzig, 71.
175. Wazny, T. 1990: Aufbau und Anwendung der Dendrochronologie für Eichenholz in Polen (Dissertation), Hamburg, 3-7,178.
176. Wazny, T. 1992: Historical timber trade and its implications on dendrochronological dating. *Lundqua Report* 34: Tree rings and environment. Lund, 331-333.
177. Wazny, T., Eckstein, D. 1987: Der Holz Handel von Danzig/Gdansk - Geschichte, Umfang und Reichweite. *Holz als Roh- und Werkstoff* 45, 509-513.
178. Zālītis, P., Bambe, B. 1991: Priežu augšanas gaitas dendrohronoloģiskā analīze Teiču rezervāta meža un purva saskares zonā. *Teiču rezervāts*. Rīga, 1. laid., 48.-63.
179. Zālītis, P., Šitca, D. 1986: Kokaugu ražība ekstrēmi sausās vasarās. *Jaunākais mežsaimniecībā*, 28. laid., 24.-29.
180. Zalsters, A. 1985: Cēsu kuģis. *Padomju Druva*, Nr.105 (6286), 1985.g. 31. augusts.
181. Zalsters, A. 1988. Senās laivas un kuģi mūsu upēs. *Dabas un vēstures kalendārs* 1989. gadam. Rīga, 200.-203.
182. Zalsters, A.E. 1995: Senās Kurzemes kuģniecība. *Kurzeme un kurzemnieki*. Rīga, 18.-26.
183. Zandbergs, A. 1971: Renesanses, baroka un klasicisma pieminekļi. *Māksla*, Nr.2, 17.
184. Zeids, T. (atb. red.) 1978: *Feodālā Rīga*. Rīga, 452.
185. Zemberga, K. 2000: Ko vēsta koka gadskārtas? *Lauku avīze*, 2000.g. 29. jūlijs.
186. Zemzaris, J. 1981: Mērs un svars Latvijā 13. - 19. gs. *Rīga*, 53., 54., 241.
187. Zunde, M. 1989: Jautājumā par dendrohronoloģisko pētījumu attīstību Latvijā. *Latvijas PSR vēstures problēmas (7. republikāniskās jauno zinātnieku konferences tēzes)*. Rīga, 14.-17.
188. Zunde, M. 1996a: Trokšņu ielā 14 atklāto Rīgas senceltņu dendrohronoloģiskās datēšanas rezultāti un to pamatojums. *Arheoloģija un etnogrāfija*, 18. laid. Rīga, 233.-238.
189. Zunde, M. 1996b: Senās koksnes dendrohronoloģiskie pētījumi un to attīstības veicināšana Latvijā. *Zinātniskās atskaites sesijas materiāli par arheologu 1994. un 1995. gada pētījumu rezultātiem*. Rīga, 132.-134.

190. Zunde, M. 1998-1999: Timber export from medieval Riga and its impact on dendrochronological dating in Europe. *Dendrochronologia*. Volume 16-17, 119-130.
191. Zunde, M. 1998a: Wood export from medieval Riga and possibilities for dendrochronological dating. *Dendrochronology and environmental trends (Proceedings of the International Conference)*, Kaunas, 67-74.
192. Zunde, M. 1998b: Dannenšterna nama un 18. gadsimta Daugavas krastmalas nostiprinājumu dendrohronoloģiskā un vēsturiskā datēšana. *Senā Rīga*. Rīga, 315.-332.
193. Zunde, M. 1999: Mežainuma un koku sugu sastāva pārmaiņu dinamika un to galvenie ietekmējošie faktori Latvijas teritorijā. *Latvijas mežu vēsture līdz 1940. gadam* (red. H. Strods). Rīga, 109.-203.
194. Zunde, M. 2000: Par Āraišu ezerpils dendrohronoloģisko datēšanu. *Arheologs Dr.hist., Dr.hist.h.c. Jānis Apals (biobibliogrāfija)*. Rīga, 144.-157.
195. Zunde, M. 2002: Rīgā, Trokšņu ielā 14, atsegtās 13. gs. guļbūves dendrohronoloģiskās datēšanas jaunākie rezultāti. *Civitas et castrum ad Mare Balticum: Baltijas arheoloģijas un vēstures problēmas dzelzs laikmetā un viduslaikos*. Rīga, 337.-342.
196. Zutis, J. 1953: Latvija klaušu saimniecības sairšanas periodā un kauguru nemieri 1802. gadā. *Rīga*, 18.-19.
197. Zviedris, A. 1962: Koku gadskārtas un ... arheoloģija. *Zinātne un tehnika*, Nr.11, 40.
198. Zviedris, A. 1963: Ko rāda stumbru gadskārtu platuma svārstības? *Jaunākais mežsaimniecībā*, Nr.5, 3.-8.
199. Zviedris, A., Kalniņš, A. 1966: Egļu un priežu gadskārtu platuma svārstības laikā no 1931. līdz 1965. gadam Latvijas PSR dažos meža tipos. *Jaunākais mežsaimniecībā (Mežzinātne)* VIII, 43.-45.
200. Андреевский, И.У., Арсенов, К.К., Петрушевский, Е.Е. (главн. составители) 1903: Энциклопедический словарь. С.-Петербург, 1903., том XXXVIII, полутомъ 75, 403
201. Балодис, В.А. 1981: Гистометрическая индикация сезонного роста древесины. *Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis*, Nr.12 (413), 98-103.
202. Балодис, В.А. 1982a: Особенности оценки синхронности кривых в дендрозкологических исследованиях. Моделирование и прогнозирование в биоэкологии. Рига, 136-147.
203. Балодис, В.А. 1982b: Временная организация радиальной структуры древесины. Моделирование и прогнозирование в биоэкологии. Рига, 96-104.
204. Балодис, В.А. 1986: Выявление темпоральной структуры камбиального роста у древесных растений. Темпоральные аспекты моделирования и прогнозирование в экологии. Рига, 172-183.

205. Балодис, В.А. 1987: Выявление сезонной динамики камбиального роста у древесных растений. Охрана и биология дикорастущих растений в Латвии. Труды ЛСХА, № 242, 47-54.
206. Балодис, В.А., Кузнецова, Т.А. 1980: Метод выявления выпадающих годовичных колец древесины. Моделирование и прогнозирование в экологии. Рига, 156-163.
207. Балодис, В.А., Поспелова, Г.Е., Раман, К.К. 1982: Моделирование влияния осадков на текущий прирост дуба черешчатого в Подмоскovie. Моделирование и прогнозирование в биоэкологии. Рига, 196-204.
208. Балодис, В.А., Раман, К.К. 1978: К оценке структуры деградации рекреационных лесонасаждений по текущему приросту древесины. Моделирование и прогнозирование в экологии. Рига, 42-47.
209. Битвинскас, Т.Т. 1972: О некоторых вопросах синхронизации (верификации) в дендроклиматохронологических исследованиях и принципах классификации и отбора дендрохронологического материала. Дендроклиматология и радиоуглерод. Материалы II Всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии. Каунас, 148-158.
210. Битвинскас, Т.Т. 1974: Дендроклиматические исследования. Ленинград, с. 7, 10-25, 42, 52-53, 66, 71, 87.
211. Битвинскас, Т.Т. 1984: Разработка основ дендроклиматологических исследований в Литовской ССР. Временные и пространственные изменения климата и годовичные кольца деревьев. Каунас, 4-48.
212. Битвинскас, Т.Т., Кайрайтис И.И. 1978: Дендрохронологические шкалы сосны (*Pinus silvestris* L.) дендрохронологического профиля Мурманск - Карпаты. Дендроклиматические шкалы Советского Союза I. Каунас, 52-78.
213. Болботунов, А.А., Пошелюк, А.Н., Васькович М.А. 1990: Дендрохронологические шкалы сосны на севере БССР. Проблемы дендрохронологии и дендроклиматологии: Тезисы докладов V Всесоюзного совещания по вопросам дендрохронологии 29-31 мая 1990 г. Свердловск, 22-23.
214. Борисенков, Е.П., Пасецкий, В.М. 1983: Экстремальные природные явления в русских летописях XI - XVII вв. Ленинград, 23.
215. Буш, К.К. 1968: Взаимосвязь между продуктивностью древостоев и интенсивностью осушения. Вопросы гидролесомелиорации. Рига, 5-50.
216. Буш, К.К. 1959: Влияние осушительной мелиорации на прирост леса. Проблемы повышения продуктивности лесов. Москва - Ленинград, 81-94.
217. Ванкина, Л.В. 1970: Торфяниковая стоянка Сарнате. Рига, 131-157.
218. Васильев, Ю.М. 1971: Рига: памятники зодчества. Рига, с. 182, 190.
219. Вихров, В.Е., Колчин, Б.А. 1962: Основы и метод дендрохронологии. Советская археология, № 1. 95-112.
220. Воробьев, Г.И. (гл. ред.) 1985: Лесная энциклопедия, том I, Москва, с. 248, 293.

221. Высоцкая, Л.Г., Шашкин, А.В. 1990: Компоненты variability размеров клеток в годичных кольцах хвойных. Проблемы дендрохронологии и дендроклиматологии: Тезисы докладов V Всесоюзного совещания по вопросам дендрохронологии 29-31 мая 1990 г. Свердловск, 35-37.
222. Галенице, М.П. Геоботаническая карта Латвийской ССР. Рига, II том, 29-45.
223. Гортинский, Г.Б., Евдокимов В.Н., Феклистов П.А., Барзут В.М. 1986: Многолетняя динамика прироста хвойных на Европейском Севере. Дендрохронология и дендроклиматология. Новосибирск, 131-134.
224. Дорошенко, В.В. 1968, Протоколы Рыжского торгового суда как источник связей Риги с русскими, белорусскими и литовскими землями в XVII в. Экономические связи Прибалтики с Россией. Рига, 130.
225. Залитис, П.П. 1967а: Динамика сезонного прироста деревьев в осушенных сосняках и ельниках осиново-тростниковых. Елгава, 25 с.
226. Залитис, П.П. 1967б: Взаимосвязь между интенсивностью осушения почвы и динамикой сезонного прироста сосны в осиново-тростниковом типе. Лес и среда. Рига, 101-118.
227. Залитис П.П. 1968: Динамика среднеточного прироста сосны и ели в осушенном осиново-тростниковом типе лесорастительных условий. Вопросы гидрлесомелиорации. Рига, 127-167.
228. Звиедре, А.А., Ванагс, А.Э. 1975: Влияние урожая семян на ширину годичных слоев у ели обыкновенной. Ель и ельники Латвии. Рига, 165-169.
229. Звиедрис, А., Матузанис Я. 1962: Закономерности колебаний ширины годичных слоев древесных пород Латвийской ССР. Известия АН Латвийской ССР, № 8, 117-128.
230. Звиедрис, А.И., Матузанис, Я.К. 1968: Применение данных о колебании ширины годичных слоев деревьев в лесном хозяйстве Латвийской ССР. Материалы всесоюзного совещания-научной конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии. Вильнюс, 16-18.
231. Звиедрис, А., Сацениекс, Р. 1958: О влиянии климатических факторов на прирост стволов по диаметру. Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis, Nr.5, 37-44.
232. Звиедрис, А., Сацениекс, Р. 1960: О влиянии климатических факторов на ширину годичных слоев ели. Latvijas PSR Zinātņu Akadēmijas Vēstis, Nr.3 (152), 177-184.
233. Имбри, Д., Имбри, К.П., 1988: Тайны ледниковых эпох. Москва, 209.
234. Карпавичус, И.А. 1978: Дендрохронологические шкалы сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) центральной Литвы. Дендроклиматологические шкалы Советского Союза. Пр. пл. № 1, № 2. Каунас, 29.
235. Кельчевская, Л.С. (отв. ред.) 1971: Агроклиматические ресурсы Латвийской ССР. Ленинград, 19-24.

236. Колчин, Б. А. 1965: Дендрохронология восточной Европы. Археология и естественные науки. Москва, 62.
237. Колчин, Б. А., Битвинкас, Т. Т. 1972: Современные проблемы дендрохронологии. Проблемы абсолютного датирования в дендрохронологии. Москва, 80-92.
238. Колчин, Б. А., Черных, Н. Б. 1977: Дендрохронология Восточной Европы. Москва, с. 6-14, 28, 77-78.
239. Колчин Б. А., Черных Н. Б. 1981: Дендрохронологическая шкала второй половины I тысячелетия нашей эры (по археологическим материалам Приладожского и Приильменского регионов). Дендрохронологические шкалы Советского Союза II, Каунас, 50-64.
240. Лакин, Г. Ф. 1990: Биометрия. Москва, 95-96.
241. Лиела, И. Я. 1975: Методика составления хронологической схемы активных периодов влияния факторов воздействия. Ель и ельники Латвии. Рига, 152-158.
242. Лиела, И. Я. 1980: Динамика древесных запасов: Прогнозирование и экология. Рига, 170 с.
243. Лозе, И. А. Поздний неолит и ранняя бронза Лубанской равнины. Рига, 1979, 204 с.
244. Мешковский З. Д. 1982: Адаптивное значение групп деревьев со сходным типом реакции. Моделирование и прогнозирование в биоэкологии. Рига, 130-135.
245. Неболсин, Г. 1835: Статические записки о внешней торговле России, ч. II. Спб, 215.
246. Орановский, А. (сост.) 1862: Материалы географии и статистики Росии, собранные офицерами генерального штаба. Курландская губерния. Санктпетербургъ, 266.
247. Скудра, П. Я. 1982: Влияние климатических факторов на формирование прироста по запасу увойных древостоев. Труды Латвийской сельскохозяйственной академии, вып. 194 (Лесное хозяйство). Елгава, 58 - 65.
248. Скудра, П. Я. 1983: Таксация производительности хвойных древостоев в зоне цемента-производственного загрязнения. Брянск, 21 с.
249. Стравинскене В. П. 1989: Дендрохронологический банк Советского Союза. Каунас, 103 с.
250. Фильрозе, Е. М., Гладушко Г. М. 1986: Способ проявления границ и структуры годичных слоев. Дендрохронология и дендроклиматология. Новосибирск, 68-71.
251. Цауне, А. В. 1984: Жилища Риги XII - XIV вв. Рига, 18. 31-33.
252. Черных, Н. Б. 1972: Дендрохронология средневековых памятников Восточной Европы. Проблемы абсолютного датирования в археологии. Москва, 93-112.

253. Черных, Н.Б. 1996: Дендрохронология и археология. Москва, 7-31, 36, 41-43, 46, 54, 160-162, 198, 199.
254. Шиятов, С.Г. 1986: Дендрохронология верхней границы леса на Урале. Москва, 18-24, 44, 136 с.
255. Шиятов, С.Г., Комин Г.Е. 1986: Итоги дендрохронологических исследований в восточных районах страны за 1968 - 1982 гг. и перспективы их развития. Дендрохронология и дендроклиматология. Новосибирск, 3-19.
256. Шпалте, Э.П. 1971: Выравнивание рядов ширины годичных колец в дендрохронологических исследованиях. Известия АН Латвийской ССР, № 11 (292), 29-35.
257. Шпалте, Э.П. 1972: Выравнивание рядов ширины годичных слоев способом постоянных сумм отрезков выравнивания. Дендроклиматология и радиоуглерод. Материалы II Всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии. Каунас, 184-187.
258. Шпалте, Э.П. 1974: Синхронизация рядов ширины годичных слоев. Известия АН Латвийской ССР, №3 (320), 30-33.
259. Шпалте, Э.П. 1975: Дендрохронологические и дендроклиматологические исследования в Латвийской ССР. Биологические основы дендрохронологии. Вильнюс, Ленинград, 65-67.
260. Шпалте, Э.П. 1978а: Дендрошкалы сосновых древостоев Латвийской ССР. Дендроклиматологические шкалы Советского Союза. Каунас, 45-51.
261. Шпалте, Э.П. 1978b: Влияние метеорологических факторов на радиальный прирост сосны в Латвийской ССР. Лесоведение. №3, 11-18.
262. Шпалте, Э.П. 1979: Дендрохронологическая шкала сосны для Латвийской ССР. Тарту, 16 с.
263. Шпалте, Э.П. 1984: Дендрохронологическая шкала сосны для Латвийской ССР. Информационный листок о научно-техническом достижении № 84-84, серия 68.47.15, 1-4.