

STATISTINĖ MUZIKOS RITMO ANALIZĖ. LIETUVIŲ KOMPOZITORIŲ KŪRINIAI STYGINIŲ KVARTETUI

STATISTICAL ANALYSIS OF MUSIC RHYTHM. LITHUANIAN COMPOSERS' PIECES FOR STRING QUARTET

Santrauka

Straipsnyje pateikiama statistinė lietuvių kompozitorių styginių kvartetų ritmikos analizė. Analizuotos ritmo ląstelių ir atskirų jos dalių pulsacija, dažniai, intensyvumas bei kaita. Gauti rezultatai papildė anksčiau atliktų statistinių tyrimų duomenis analizuojant muzikos tekstus (Ambrazevičius, Kučinskas, 2010; Besasparytė, Kučinskas, 2011). Naujai gauti duomenys palyginti su K. Kašponio tyrimų rezultatais, paskelbtais monografijoje „Lietuvių muzikos melodika ir harmonija“ (Kašponis, 1992). Tyrimai atskleidė lietuvių kompozitorių ritmikos ypatumus ritmo ląstelės lygmeniu ir leido išryškinti kai kuriuos bendruosius XX a. lietuvių kompozitorių instrumentinės muzikos bruožus, ritmikos pokyčius chronologiniu ir lyties aspektais. Šie tyrimai taip pat patvirtinto ankstesnes kitų Lietuvos muzikologų įžvalgas apie ritminės pulsacijos įvairovę ir jos specifinę kiekvieno kompozitoriaus atvejų.

Tyrimo objektas – lietuvių kompozitorių kūrinių styginių kvartetui.

Tyrimo tikslas – taikant statistinius tyrimo metodus įvertinti lietuvių kompozitorių ritmikos ypatybes ir jų pokyčius bei skirtumus istoriniu (kompozitorių kartų kaitos), geografiniu (kūriniai, sukurti Lietuvoje ir išeivijoje) ir lyties aspektais.

Tyrimo metodas – statistinė analizė.

Prasminiai žodžiai: styginių kvartetai, ritmo ląstelė, panašumo koeficientai, ranginė koreliacija, klasterinė analizė.

1. Įvadas ir tyrimo metodologija

Tęsdami statistinius lietuvių muzikos tyrimus, šiame straipsnyje pateikiame lietuvių kompozitorių styginių kvartetų ritmikos analizę. Pristatomi rezultatai, gauti pastaraisiais metais analizuojant šio žanro kūrinius ritmikos požiūriu. Analizuota takto dalių pulsacija, jų intensyvumas, dažniai ir kaita. Ritmika takto viduje įvardinama kaip ritmo ląstelė. Šių ritmo ląstelių lyginimas, gretinimas leido atskleisti lietuvių kompozitorių ritmikos skirtumus ir tam tikras tendencijas. Ritmika kaip viena esminių muzikos raiškos priemonių geriausiai atskleidžia tiriamojo

Abstract

The article presents statistical rhythm analysis of Lithuanian composers' pieces for string quartet. Rhythm cells and pulsation, frequency, intensity and change of their constituent parts have been analysed. The results obtained have added to previously conducted statistical research data in the analysis of musical texts (Ambrazevičius, Kučinskas, 2010; Besasparytė, Kučinskas, 2011). The new obtained data has been compared with K. Kašponis' research results published in the monograph "Melody and Harmony in Lithuanian Music" (Kašponis, 1992). The research has revealed Lithuanian composers' features of rhythmicity at the rhythm cell level and allowed to highlight some of the general 20th century Lithuanian composers' instrumental music features, rhythmic changes in chronological and gender aspects. The research has also confirmed other Lithuanian musicologists' insights on the diversity of rhythmic pulsations and its particularity in separate composers' cases.

Lithuanian composers' pieces for string quartet are the **research object**.

The **research aim** is to evaluate the rhythmic features, their change and differences in Lithuanian composers' pieces in historical (change in composers' generations), geographical (pieces created in Lithuania and abroad) and gender aspects by applying statistical research methods.

Statistical analysis is the **research method** applied.

Key words: string quartet, rhythm cell, superiority coefficient, range correlation, cluster analysis.

1. Introduction and research methodology

Continuing the statistical research on Lithuanian music, this article presents rhythmic analysis in Lithuanian composers' string quartet pieces. The results that are presented have been obtained in recent years analysing the works of the genre in terms of rhythmicity, i.e. pulsation of the constituent of the rhythm, their intensity, frequency and change. Rhythmicity inside of the beat is viewed as the rhythm cell. Comparison and contrast of the rhythm cells have revealed rhythmic differences and certain tendencies in Lithuanian composers' music pieces.

objekto savybes. Analizuojant lietuvių kompozitorių kvartetinės muzikos ritmiką didžiausias dėmesys buvo sutelktas į ritminių ląstelių horizontaliuosius ir vertikaluosius pokyčius. *Horizontalus ritmikos vaizdas* leidžia naudoti ritminių ląstelių duomenis, eliminuojant atskirų jos dalių intensyvumą, t. y. ritminę ląstelę traktuojama kaip vienetą, kuris yra (arba nėra) būdingas tiriamam objektui. Pavyzdžiui, horizontaliu pjūviu žvelgiant į kūrinį, kiekvienos takto dalies ritminė pulsacija išreiškiama binariniu kodu. Koduotas taktas tampa ritmo ląstele. Bendras tapačių ritmo ląstelių kiekis kūrinyje ir nurodo atitinkamos kūrinio ritmikos laipsnį. Tuo tarpu *vertikalusis vaizdas* padeda stebėti atskirų takto dalių (ritmo ląstelių) intensyvumą ir jo pokyčius (Temperley, 2004). Analizuodami ritmiką šiuo požiūriu, turime pasirinkti ritmo ląstelės formavimo mastelį. Jeigu pasirenkamas per stambus mastelis (nurodomos, pavyzdžiui, tik ketvirtinės takto dalys), gautų duomenų nepakanka statistiniam tyrimui reikalingai imčiai suformuoti, o susidariusių ritminių ląstelių skirtumai yra akivaizdžiai minimalūs ir neatskleidžia jokių specifinių ritmikos charakteristikų. Čia reikia atkreipti dėmesį, kad tarptautinėje statistinių tyrimų praktikoje dominuoja ritmo ląstelės, sudarytos vienos šešioliktinės (rečiau – vienos aštuntinės) natos lygmeniu. Pats kūrinio transformavimas į binarinį kodą pagrįstas kiekvienos ritmo ląstelės dalies binarine išraiška. Jeigu konkrečioje dalyje yra užrašyta nata, ji verčiama į skaitmenį „1“. Jeigu konkrečioje dalyje nata yra tęsiama arba jos nėra (įrašyta pauzė) – įrašomas „0“. Tokiu būdu pagal pasirinktą kodavimo mastelį užrašomas visas kūrinys.

Tyrimo metu į binarinį kodą perrašant kūrinius styginių kvartetui kiekvienas taktas buvo verčiamas į keturias ritmo ląsteles – kiekvienam instrumentui po vieną ritmo ląstelę. Tai leido pažvelgti į kiekvieno instrumento ritminės įvairovės skalę ir paties instrumento panaudojimo kūrinyje dėsningumus.

Tyrimo imties sudarymas. Per pradinį tyrimo etapą buvo atrinkta 12 lietuvių kompozitorių kūrinių styginių kvartetui:

- M. K. Čiurlionis. Styginių kvartetą (1901)
- F. Bajoras. Collection 011 styginių kvartetui (2011)
- O. Balakauskas. Styginių kvartetą Nr. 4 (2004)
- E. Balsys. Styginių kvartetą (1953)
- Z. Bružaitė. „Mozaika II“ styginių kvartetui (2005)
- V. Germanavičius. „Ekspresija“ styginių kvartetui (1996)
- V. Jakubėnas. Styginių kvartetą op. 4 (1930)
- V. Jurgutis. „Elipsės“ styginių kvartetui (2003)

Rhythmics as one of the essential means of musical expression best illustrates the properties of the research object. Analysis of Lithuanian composers' quartet music rhythms focuses on horizontal and vertical changes in rhythmic cells. *Horizontal rhythmic view* enables us to use rhythmic cell data, eliminating the intensity of their separate parts, i.e. a rhythmic cell is treated as a unit which is or is not specific to the research object. For example, a horizontal layer of a musical piece identifies rhythmic pulsation of each beat part expressed in a binary code. The coded beat becomes the rhythmic cell. Total number of identical rhythm cells in one musical piece shows the rhythmic degree of the piece. Meanwhile, the *vertical view* allows us to observe the intensity of individual beat components (rhythm cells) and changes in intensity (Temperley, 2004). While analysing music in this aspect we have to choose a rhythm cell formation scale. If the chosen scale is too big (for example, only crotchet beat parts are referred to), the obtained data is not sufficient to form a set necessary for statistical research, and the differences in rhythmic cells are clearly insufficient in order to reveal specific rhythmic characteristics. It should be noted here that rhythm cells consisting of one semiquaver (less often – of one quaver) note level dominate in the international statistical research practice. Transformation into binary code is based on the binary expression of each rhythm cell part. If a note is written in a specific part, it is indicated as a digit “1” and if a note is continued in a specific part or if it is absent (a recorded pause) – it is indicated as a digit “0”. Thus, the whole musical piece is written grounding on a chosen code scale.

In this research while changing string quartet pieces into a binary code, each beat has been indicated as four rhythmic cells, i.e. each instrument has been assigned one rhythm cell. This allowed us to look at the rhythmic variety scale of each instrument and the patterns of instrument use in a musical piece.

Collection of a set. In the initial stage of the research, 12 Lithuanian composers' pieces for string quartet were selected:

- K. Čiurlionis. String Quartet (1901)
- F. Bajoras. Collection 011 for String Quartet (2011)
- O. Balakauskas. String Quartet No. 4 (2004)
- E. Balsys. String Quartet (1953)
- Z. Bružaitė. “Mosaic II” for String Quartet (2005)
- V. Germanavičius. “Expression” for String Quartet (1996)
- V. Jakubėnas. String Quartet op. 4 (1930)
- V. Jurgutis. “Ellipse” for String Quartet (2003)
- J. Kačinskas. String Quartet No. 4 (1997)
- A. Malcys. “Four Reflections” (1995)

- J. Kačinskas. Styginių kvartetas Nr. 4 (1997)
- A. Malcys. Keturi atspindžiai (1995)
- O. Narbutaitė. „Drapeggio“ styginių kvartetui (2004)
- R. Šerkšnys. „Rytų elegija“ styginių kvartetui (2002)

Stengiasi, kad šis žanras būtų reprezentuojamas įvairiais rakursais. Dėl to buvo parinkti vyresnės ir jaunesnės kartos kompozitorių opusai, kompozitorių, kūrusių išeivijoje, ir kompozitorių, kūrusių Lietuvoje, kompozitorių vyrų ir kompozitorių moterų kūryba. Iš esmės sudaryta imtis leido analizuoti lietuvių kompozitorių kvartetus šimto metų skalėje ir prieiti prie apibendrinančių išvadų ritmikos požiūriu, taikytinų visai lietuvių instrumentinei muzikai.

Tolesniam tyrimui buvo sudarytos trys pagrindinės imtys pagal metrą – 2/4, 3/4, 4/4. Prie kiekvienos pagrindinių imčių buvo suformuotos smulkesnės imtys pagal istorinį (kompozitorių kartų kaitos), geografinį (kūrusių Lietuvoje ir išeivijoje) bei lyties aspektus. Deja, dėl skirtingo duomenų pobūdžio nepavyko suformuoti jaunosios kartos vyrų kompozitorių imties 2/4 ir 3/4 metruose, taip pat nebuvo suformuota jaunosios kartos išeivijos kompozitorių imtis (tik vyrų, tiek moterų). Vis tik tai nesutrukdė atskleisti bendrųjų ritmikos tendencijų lietuvių kompozitorių kvartetinėje muzikoje.

Metodologijos pagrindimas. Statistiniam tyrimui taikyti panašumo koeficientų ir klasterinės analizės metodai. Šių metodų pagrįstumą tiriamų duomenų tipui patvirtina daugelio mokslininkų tyrimų rezultatai. Mūsų atveju pasirinkti statistiniai tyrimo metodai padeda operatyviai ir objektyviai pritaikyti duomenis ir pateikia raiškias vizualizacijas. Analizuodami kūrinių ritmiką takto kirčius pažymėjome skaitmenimis, tuomet tiriamas kintamasis – taktas – yra vardų skalės elementas. Takto kirčiai yra nepriklausomi vienas nuo kito, todėl tikimybių rinkinį galime traktuoti kaip vektorių, arba tašką daugiamatėje Euklido erdvėje (Cha, 2007). Tokiems vektoriams gali būti taikomi tiek įprasti, tiek specifiniai, diskretiems pasiskirstymo tankiams lyginti skirti panašumo koeficientai. Vienas paprasčiausių – Minkovskio L_p šeimos koeficientas – Euklido atstumas (1.1). Lyginame du vektorius arba empirinius pasiskirstymo tankius $x = (x_1, \dots, x_n)$ ir $y = (y_1, \dots, y_n)$, kur visų j elementų svoriai vienodi.

- O. Narbutaitė. „Drapeggio“ for String Quartet (2004)
- R. Šerkšnys. „Eastern Elegy“ for String Quartet (2002)

We have tried to represent this genre in a variety of perspectives. This led to a selection of opuses created by older and younger generations of composers; diaspora composers and composers who created in Lithuania; pieces created by men composers and women composers. The scope of the research has allowed us to analyse Lithuanian composers' quartets in one hundred years scale and reach the conclusions applicable to all Lithuanian instrumental music in the rhythmical approach.

Three main scopes have been formed for further investigation. They have been prepared in accordance with the following meter – 2/4, 3/4, 4/4. Each main scope has been divided into smaller scopes based on the historical (change of composers' generations), geographic (composers who created music in Lithuania and diaspora composers) and gender aspects. Unfortunately, due to different nature of the data we have not succeeded to form a younger generation male composers' scope in 2/4 and 3/4 meters; we have also failed to form the scope of younger generation diaspora composers (both men and women). But this has not prevented the disclosure of general rhythmic tendencies in Lithuanian composers' quartet music.

Methodological background. Similarity coefficients and cluster analysis will be applied in the research. The validity of these methods is verified in analysis of a current data type. In our research the selected methods give effective and objective data investigation and expressive visualisation of results. When analysing the rhythmic of compositions, the measure beats will be written in a binary code, and then the investigated variable, measure, will be a nominal variable. Every beat in a measure is independent from each other, therefore the set of probabilities can be considered as a vector or a point in multidimensional Euclidean space (Cha, 2007). The similarity coefficients that are used for simple or specific discrete probability distributions can be applied to compare these vectors. One common coefficient from Minkowski L_p family is Euclidean distance (1.1). Two vectors of empiric probability mass functions are compared: $x = (x_1, \dots, x_n)$ and $y = (y_1, \dots, y_n)$ where all j weights are equal.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_j - y_j)^2}, \quad (1.1)$$

Chi-kvadrato kriterijus yra vienas koeficientų, naudojamų objektams palyginti pagal jų pasiskirstymo tankius. Visgi šiam koeficientui apskaičiuoti yra naudojami ne tikrieji, o tikėtini dažniai, be to, šis koeficientas yra sunormuotas vidurkio atžvilgiu (Greenacre, 2008).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J \frac{(n_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}, \quad (1.2)$$

čia $E_{ij} = \frac{n_{i \cdot} n_{\cdot j}}{n}$ – tikėtinų reikšmių įverčiai, o n_{ij} – stebimi dažniai.

Entropijos šeimos Kullback-Leibler koeficientas taikomas diskretiems tikimybiniam tankiams palyginti:

$$d_{KL}(x, y) = \sum_{j=1}^n x_j \log_2 \frac{x_j}{y_j}, \quad (1.3)$$

čia $\sum_{j=1}^n x_j = 1$ ir $\sum_{j=1}^n y_j = 1$. Reikšmės $x_j, y_j > 0$, nes kitu atveju $d_{KL} = 0$.

Šis atstumas yra neneigiamas, nesimetrinis x ir y atžvilgiu, ir gali artėti į begalybę (Shlens, 2007). Simetrinė šio atstumo forma yra vadinama Jeffreys – Kullback – Leibler atstumu, arba Jdivergencija (Kumar, 2006):

$$d_J(x, y) = d_{KL}(x, y) + d_{KL}(y, x) = \sum_{j=1}^n (x_j - y_j) \log_2 \frac{x_j}{y_j}, \quad (1.4)$$

Kadangi anksčiau minėti trys koeficientai yra atstumo matai, juos galime naudoti klasterizavimui. Klasterinė analizė yra vienas dažniausiai naudojamų metodų panašumui įvertinti (Romesburg, 2004). Klasterinėje analizėje nedidelei stebėjimų imčiai tirti dažnai naudojami hierarchiniai metodai. Taikant jungimo būdą, stebėjimai priskiriami ir jungiami į klasterius, remiantis pasirinktu metodu (pvz. *ward, average, centroid*), apibrėžiančiu atstumą tarp klasterių arba stebėjimų porų. Pagrindinis šio grupavimo rezultatas – dendrograma arba grupavimo medis, suteikiantys vartotojui galimybę pačiam pasirinkti kirtimo liniją, ir nuspręsti, kiek grupių, arba kiek elementų vienoje grupėje turėtų būti. Galimi ir kiti klasterių skaičiaus nustatymo būdai, remiantis pateiktųjų statistikų reikšmėmis (Yeo, 2003).

Chi-squared coefficient is one of the measures used to represent the similarity between discrete distributions. However, it is calculated on relative frequencies, not on the original ones, and it is standardised by the mean (Greenacre, 2008).

Here $E_{ij} = \frac{n_{i \cdot} n_{\cdot j}}{n}$ – estimate of the expected value, n_{ij} – the frequencies observed.

The Kullback-Leibler coefficient of entropy family is used when comparing discrete probability mass functions:

Here $\sum_{j=1}^n x_j = 1$ and $\sum_{j=1}^n y_j = 1$. The values are $x_j, y_j > 0$, otherwise $d_{KL} = 0$.

This distance is nonnegative, unsymmetrical at x and y , and can converge to infinity (Shlens, 2007). A symmetric form of Kullback-Leibler divergence is called Jeffreys–Kullback–Leibler divergence or J-divergence (Kumar, 2006):

Since the earlier mentioned coefficients are distance measures, we can use it in cluster analysis. Cluster analysis is the most basic method for estimating similarities (Romesburg, 2004). When small set of observations is analysed, hierarchical methods of clustering are employed. If joining methods are used, observations are combined to form clusters by a selected method (e.g. average, centroid, Ward etc.) which defines the distance between clusters or pairs of observations. As a result of classification, a grouping tree is produced, the so-called dendrogram. It let the researcher decide how many classes he wants the classification to have by determining the cut line in the tree. Moreover, there are other ways of identifying number of clusters based on statistics calculated in cluster analysis steps (Yeo, 2003).

2. Tyrimas ir rezultatai

Sudaryta lietuvių kompozitorių styginių kvartetų ritmų dažnių seka leido išryškinti dominuojančias ritmo ląsteles kiekvieno metro imtyje. Išskirta po 12 ritmo ląstelių, kurios rodo vidinį pasiskirstymą – 2/4 metre dominuoja trys ritmo ląstelės, 3/4 metre – penkios, o 4/4 metre – dvi ritmo ląstelės (1 pav.). Visų imčių dominuojančios ritmo ląstelės rodo, kad pirmoji takto dalis visuomet yra stipriausia, t.y. joje didžiausias natų pasikartojimas. Taip pat sąlygiškai stipriosios takto dalys bei sinkopiniai ritmai išsiskiria iš bendros ritminės skalės.

Pagal dominuojančias ritmo ląsteles palyginamas vidinis autorių ir kūrinių pasiskirstymas. Pagal pirmąją imtį (2/4) galima išskirti tris poras – Balsys-Balakauskas, Jakubėnas-Kačinskas, Bružaitė-Šerkšnytė. Šis suskirstymas nurodo į kompozitorių amžių, gyvenamąją vietą, lytį. Atkreiptinas dėmesys, kad visų porų jaunesnis autorius yra linkęs dažniau pabrėžti stipriąsias takto dalis (Balakauskas, Kačinskas, Šerkšnytė), o vyresnieji atstovai – ir sąlygiškai stipriąją takto dalį (2 pav.).

Antroje imtyje (3/4) tokio akivaizdaus susiskirstymo įžvelgti negalime. Čia, priešingai, stipriąją takto dalį akcentuoja visi autoriai, išskyrus Bružaitę, o sinkopiniai ritmai arba ritmo ląstelės su sąlygiškai stipriąja takto dalimi nėra charakteringi, išskyrus Kačinską (3 pav.).

Trečiojoje imtyje (4/4) atkreiptinas dėmesys į tai, kad jaunesniosios kartos kompozitoriai (vyrai) dažniau pabrėžia stipriąją takto dalį nei vyresniosios arba jaunesniosios kartų kompozitorės. Tuo tarpu sinkopiniai ritmai dažniau eksploatuojami kompozitorių moterų nei vyrų (4 pav.).

Lyginant pulsacijas ritmo ląstelių viduje, skaičiuojant ląstelės dalių intensyvumą atkreiptinas dėmesys į jaunosios kartos kompozitorių moterų savitą braižą, kuris pagrįstas tolygesne stipriųjų ir silpnųjų padalų kaita visose imtyse. Ypač tai ryškiai atsiskleidžia 4/4 imtyje. Lyginant jaunesniosios kartos kompozitorių moterų kūrybą, matome beveik identišką pulsacijos sutapimą su vyresniąja kompozitorių vyrų (buvusių mokytojų) ritmika, ir akivaizdų skirtumą nuo savo amžininkų – kompozitorių vyrų (5 pav.).

Sulyginus visas imtis tarpusavyje, išryškėja jaunesniosios lietuvių kompozitorių kartos polinkis mažiau akcentuoti stipriąją takto dalį ir daugiau eksploatuoti ritminę įvairovę su intensyvesnėmis silpnosiomis padalomis. Tai netiesiogiai atskleidžia giluminį jaunosios kartos ryšį su lietuvių liaudies muzika, kuriai būdingas ritmo ląstelės silpniausios

2. Research and results

The set of rhythmical frequencies (recurrence of rhythmical notes in each section of measure) in string quartets of Lithuanian composers let to expose the dominant rhythmic chromosomes in every sample of each musical beat. 12 dominant rhythmic chromosomes are selected, which show inner distribution: in 2/4 beat there are three rhythmic chromosomes, in 3/4 beat – five, in 4/4 beat – two rhythmic chromosomes (Fig. 1). The dominant rhythmic chromosomes in all samples show that the first section of musical measure is always the strongest part, i.e. this part of measure has the largest recurrence of notes. Likewise, conditionally strongest parts of measure and syncopated rhythms stand out from the overall rhythmical scale.

Inner-composer and inner-composition rhythmical distribution were compared by dominant rhythmic chromosomes. In first sample (2/4) we can exclude three pairs of composers, Balsys-Balakauskas, Jakubėnas-Kačinskas, Bružaitė-Šerkšnytė. This grouping points to the age of composers, place of residence, gender. It should be noted that in every pair of composers the younger one is more likely to emphasise the strongest section of measure (Balakauskas, Kačinskas, Šerkšnytė), and the older emphasises the conditionally strongest section of measure as well (Fig. 2).

We do not see such evident groups in the second sample (3/4). In this case on the contrary, the strongest section of measure is emphasised by all authors, except Bružaitė; the syncopated rhythms or rhythmic chromosomes with a conditionally strongest part of measure are characteristic, except in Kačinskas' compositions (Fig. 3).

In the third sample (4/4), one should notice that men composers of the young generation emphasise the first (strongest) part of measure more often than men composers of the older generation or women composers of the younger generation. Moreover, syncopated rhythms are more often exploited in compositions of women rather than men (Fig. 4).

When investigating pulsation inside a rhythmic chromosome by calculating intensity of rhythmic beat in each section of measure, one should notice that women composers of the younger generation have distinctive style which is based on a more gradual change of strong and weak parts in all samples, which is most likely in the sample of 4/4 beat. When comparing to women composers of the younger generation, we see almost identical pulsation with the older generation men composers (former teachers), and apparent difference from men composers of the same age (Fig. 5).

After different samples are compared together, we find out that Lithuanian composers of the younger generation have a tendency to emphasise the strongest section of measure less and to exploit rhythmic variety

padalos intensyvumas (Kašponis, 1992: 64). Kita vertus, atskirose tyrimo imtyse ypač ryškiai atskleidė kai kurių kompozitorių įtaka jaunesniajai kartai. Pavyzdžiui, sugretinus ritmo ląstelių pulsacijas pirmojoje imtyje (2/4 metras), išryškėjo Balakausko ir Bružaitės ritmikos panašumas (6 pav.).

Tiek vertikalus, tiek horizontalus ritminių ląstelių tyrimas vis dar palieka nemažą dalį subjektyvumo, todėl gautų duomenų dažnių vektoriams palyginti pasitelktas Euklido atstumo apskaičiavimas. Turimi duomenys lyginti įvertinant Chi-kvadrato, Jeffreys divergencijos ir Euklido atstumo koeficientus. Chi-kvadrato reikšmės akivaizdžiai atskleidė dvi susiformavusias šių dienų kompozitorių grupes ritmikos požiūriu. Nuosaikesnė grupė sietina su dažnesniu tipinių ritmų (dominuoja stipriosios taktų dalys) eksploatavimu. Jai priklausytų vyresnės kartos kompozitoriai ir kompozitorės moterys. Radikalesnė grupė pasižymi drąsesniu ir įvairesniu ritmikos naudojimu. Jai priskirtini jaunesnės kartos kompozitoriai vyrai – Germanavičius, Malcys ir Jurgutis (7 pav.).

Euklido atstumo koeficientas taip pat patvirtino ankščiau gautus duomenis analizuojant ritmo ląstelių vidinės pulsacijos intensyvumą, konkrečiai – didesnę Balakausko ir Bružaitės ritmikos analogiją.

Įdomų pasiskirstymą atskleidė Jeffrey-divergencijos koeficiento nustatymas. Jis parodo didesnę kompozitorių Kačinsko ir Balsio atstumą nuo kitų kompozitorių. Tuo tarpu kompozitorės moterys yra artimesnės Jakubėno-Balakausko tradicijai (9 pav.).

Išvados

Atlikus lietuvių kompozitorių kvartetinės muzikos analizę buvo gauti nauji ir reikšmingi rezultatai. Objektiviai gauti duomenys atskleidė lietuvių instrumentinės muzikos (šiuo atveju – kūrinių styginių kvartetui) ritmikos skirtumus tiek horizontaliuoju (ritmo ląstelės), tiek vertikalioju (vidinių ritmo ląstelės dalių) pjūviais bei tam tikras tendencijas chronologiniu požiūriu. Buvo atskleisti ritmo smulkinimo ir akcentuotų dalių mažesnio eksploatavimo pokyčiai, lyginant vyresniąją ir jaunesniąją kompozitorių kartas. Taip pat išsiskyrė kompozitorių moterų ritmika, lyginant ją su tos pačios kartos kompozitoriais vyrais. Kompozitorių moterų ritmika daugiau sutampa su vyresnės kartos kompozitorių ritmika. Tai, matyt, galima paaiškinti ir tuo, kad tradicijų tąsa ir puoselėjimas joms yra svarbesnis nei tos pačios kartos kompozitoriams vyrams (dauguma kompozitorių moterų tęsia savo pedagogų – vyresnės kartos vyrų – ritmikos tradicijas). Be to,

with intensive weak sections of measure more. This directly reveals the deep relation between the younger generation and Lithuanian folk music, which is characterised by intensity of weak sections of measure (Kašponis, 1992:64). On the other hand, in researched samples separately, an extremely significant influence of other composers on the younger generation was revealed. For example, when pulsations in the first sample (2/3 beat) are compared, similarity between Balakauskas' and Bružaitė's rhythmic appears (Fig. 6).

Both vertical and horizontal research of rhythmic chromosomes, when interpreted directly, remains quite subjective, therefore Euclidean distance is employed to evaluate the proximity between vectors formed of frequencies. Current data is compared by chi-square, Jeffreys divergence and Euclidean distance coefficients. Chi-square values brought out two nowadays groups of composers formed by a rhythmical approach. The more restrained group is associated with more frequent exploitation of typical rhythms (the strongest sections of measure is dominant). It consists of men composers of the older generation and women composers of the younger generation. The radical group is characterised by adventurous and various rhythms. It consists of men composers of the younger generation, Germanavičius, Malcys and Jurgutis (Fig. 7).

Euclidean distance coefficient confirms the earlier results of pulsation intensity inside rhythmic chromosomes as well, specifically, a greater analogy between rhythms of Balakauskas and Bružaitė.

Jeffreys divergence gives interesting results. It shows the group of two composers (Kačinskas and Balsys) distant from other composers. On the other hand, women composers are more similar to the tradition of Jakubėnas and Balakauskas (Fig. 9).

Conclusions

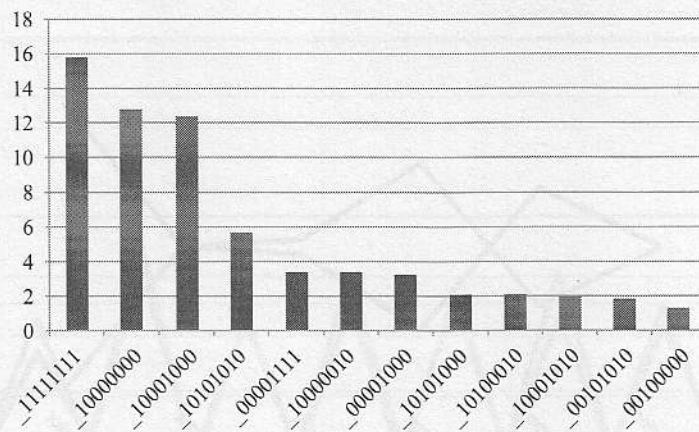
After quartet music of Lithuanian composers was analysed, the new meaningful results were obtained. Objectively selected data exposed rhythmic differences of Lithuanian instrumental music (in this case, string quartet compositions) in both horizontal (between rhythmic chromosomes) and vertical (inside rhythmic chromosomes, analysing by section) views, and certain tendencies in terms of chronology. Granulation of rhythm and less exploitation of emphasised sections were brought out, when comparing the older and younger generations. Moreover, women composers stood out of rhythmic samples when compared to the same age men composers. Women composers' rhythmic more coincides with rhythmic of men composers of the older generation. It can be explained by the theory that the continuance of traditions and cherishing is more important to them than to the men composers of their age (a lot of women composers continue rhythmic traditions of their teachers which are from the older generation). In addition,

jaunesnioji kompozitorių karta yra mažiau prisirišusi prie stipriųjų ritmo ląstelės dalių (ypač – pirmosios), lyginant su vyresniąja kompozitorių karta, ir dažniau bei intensyviau panaudoja silpnąsias jos dalis. Tai patvirtina didesnę ryšį su lietuvių liaudies muzikai būdingu intensyvesniu silpnųjų (ypač paskutinės – silpniausios) ritmo ląstelių dalių panaudojimu, kurį nustatė prof. Kašponis (Kašponis, 1992).

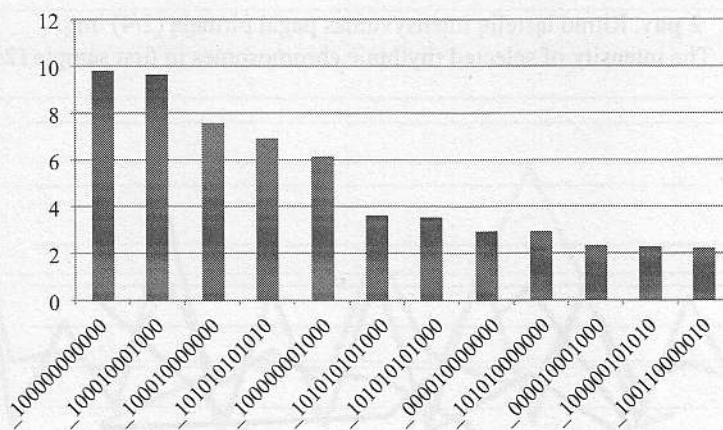
younger generation composers are less tied up to stronger sections of rhythmic chromosomes (especially the first section) when compared to older generation composers. More frequently they use weak sections of measure. It confirms important relationship with Lithuanian folk music which is characterised by intensive use of weak parts of measure (especially the use of last weakest part) discovered by Kašponis (Kašponis, 1992).

Literatūra / References

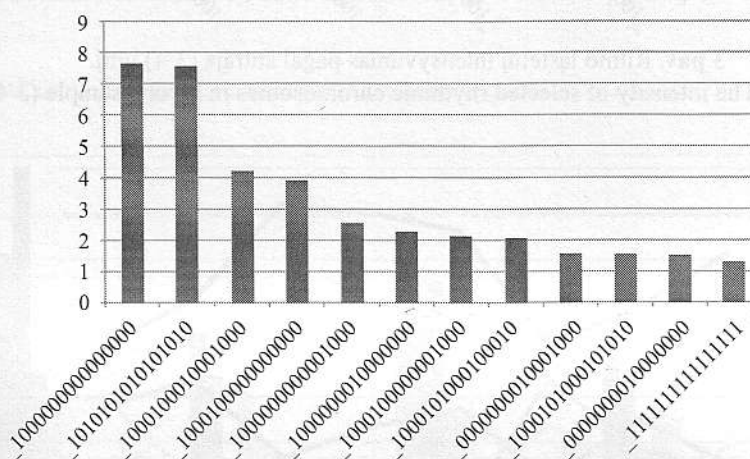
1. Ambrazevičius R., Kučinskas D., 2010, Ar iš tiesų „nacionalinis kompozitorius“ yra nacionalinis? *Kūrybos erdvės* Nr. 13, P. 18-24.
2. Benson D. J., 2006, *Music. A Mathematical Offering*. Cambridge: Cambridge University Press.
3. Beran J., 2004, *Statistics in Musicology*. London: Chapman and Hall/CRC.
4. Besasparytė E., Kučinskas D., 2011, Statistinė muzikos ritmo analizė: Čiurlionio simfoninė muzika. *Kūrybos erdvės* Nr. 15, P. 8-17.
5. Cha Sung-Hyuk, 2007, Comprehensive Survey on Distance/Similarity Measures between Probability Density Functions. *International journal of mathematical models and methods in applied sciences*, vol. 1, No. 4, P.300-307.
6. Greenacre M., 2008, *Measures of distance between samples*: Euclidean. URL. Prieiga internete:
7. <http://www.econ.upf.edu/~michael/stanford/maeb4.pdf>.
8. Yeo D., 2003, *Applied Clustering Techniques Course Notes*. SAS Institute Inc.
9. Klouche T., Thomas Noll, 2009, *Mathematics and Computation in Music*. Springer.
10. Kumar P., 2006, Generalized Relative J-Divergence Measure. *International Journal of Contemporary Mathematical Science*, Vol. 1, No. 13, P. 597-609.
11. Romesburg C., 2004, *Cluster analysis for researchers*. North Carolina: Lulu Press.
12. Ren, L., Dunson, D. B., Lindroth, S. and Carin, L., 2010, Dynamic nonparametric Bayesian models for analysis of music. *Journal of the American Statistical Association*, No. 105. 458-472.
13. Shlens J., Kennel M., Abarbanel H., Chichilnisky E. J., 2007, Estimating information rates in neural spike trains with confidence intervals. *Neural Computation*, 19, P. 1683-1719.
14. Temperley D., 2004, *The cognition of basic musical structures*, MIT Press.
15. Каšпонис Р., 1992, *Мелодика и гармония литовской музыки*. Vilnius: Mokslas.



2/4 metras

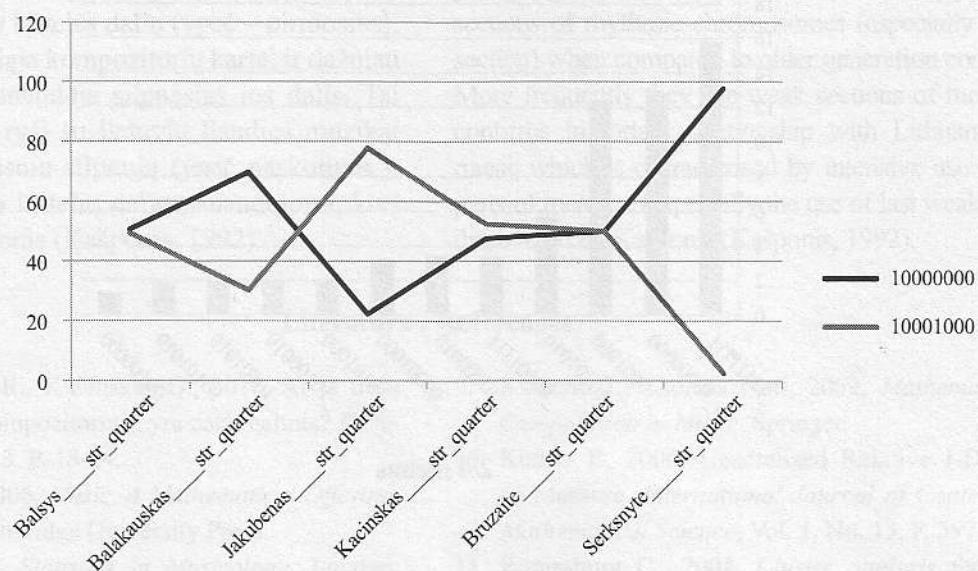


3/4 metras



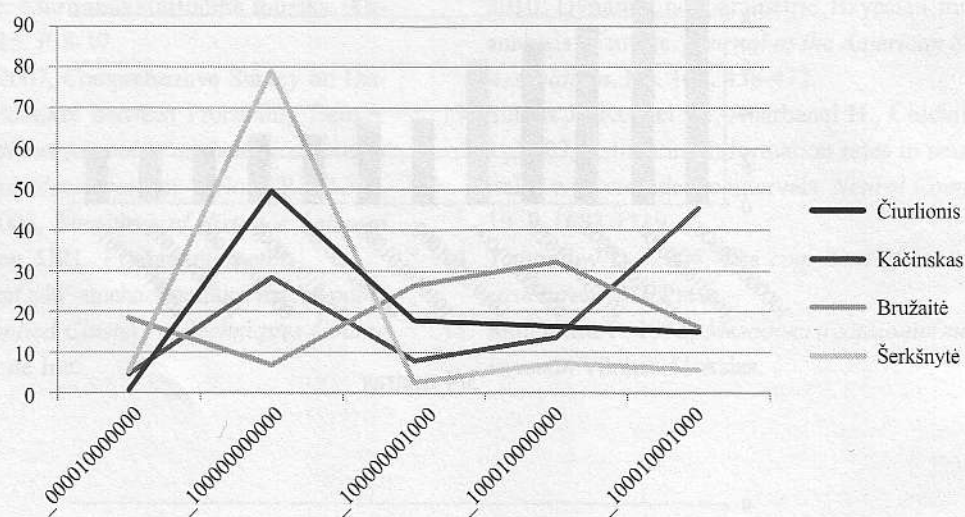
4/4 metras

1 pav. Dominuojantys ritmai skirtingose statistinių tyrimų imtyse.
 Fig. 1. Dominant rhythms in different samples investigated statistically.



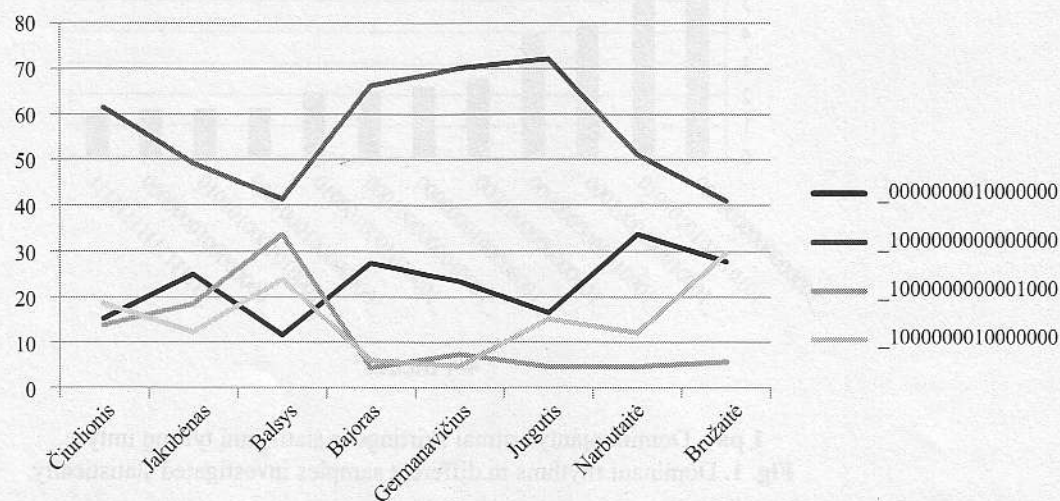
2 pav. Ritmo ląstelių intensyvumas pagal pirmąją (2/4) imtį.

Fig. 2. The intensity of selected rhythmic chromosomes in first sample (2/4).



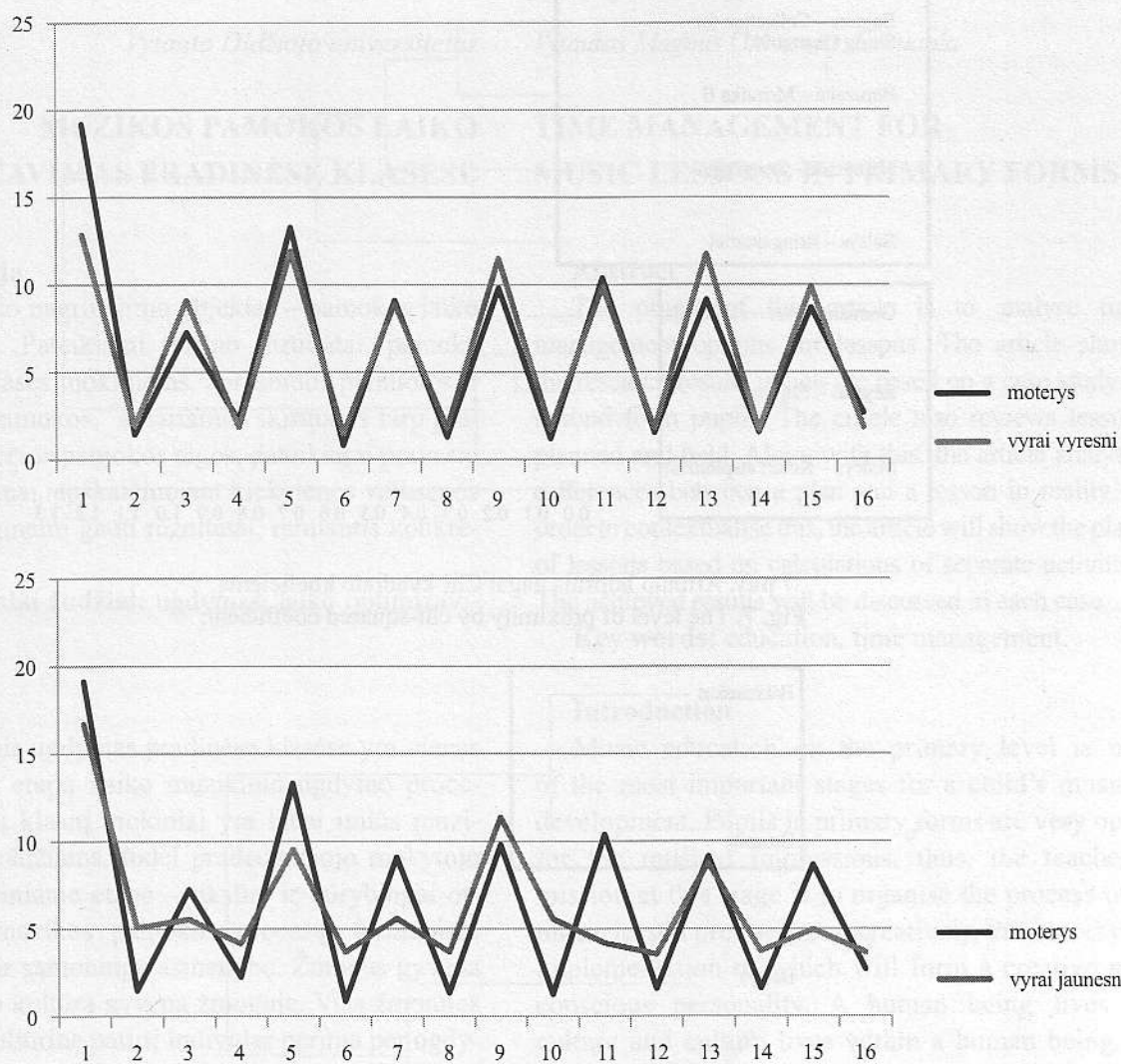
3 pav. Ritmo ląstelių intensyvumas pagal antrąją (3/4) imtį.

Fig. 3. The intensity of selected rhythmic chromosomes in second sample (3/4).



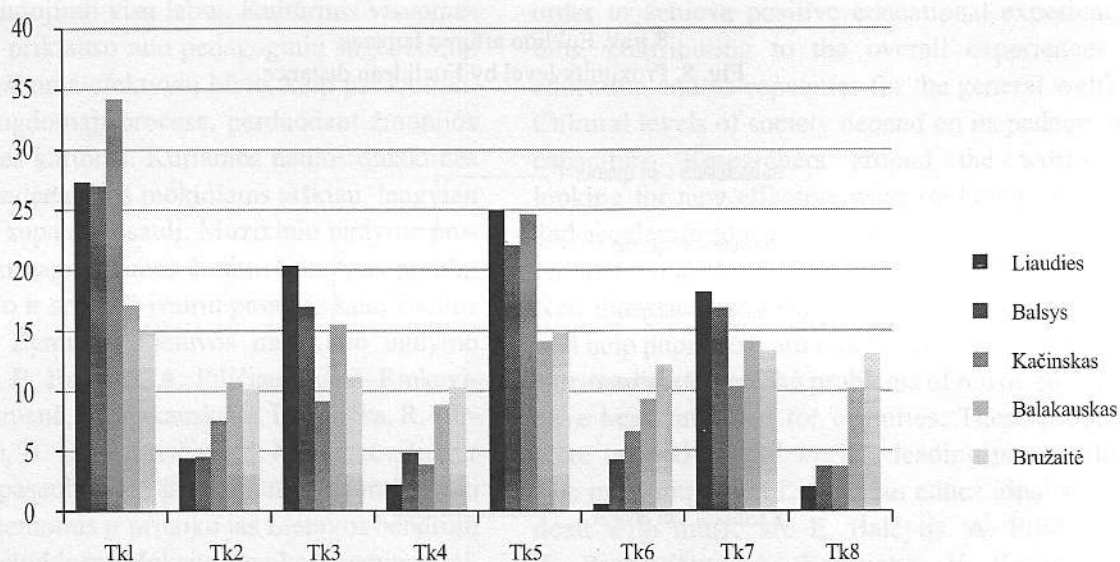
4 pav. Ritmo ląstelių intensyvumas pagal trečiąją (4/4) imtį.

Fig. 4. The intensity of selected rhythmic chromosomes in third sample (4/4).



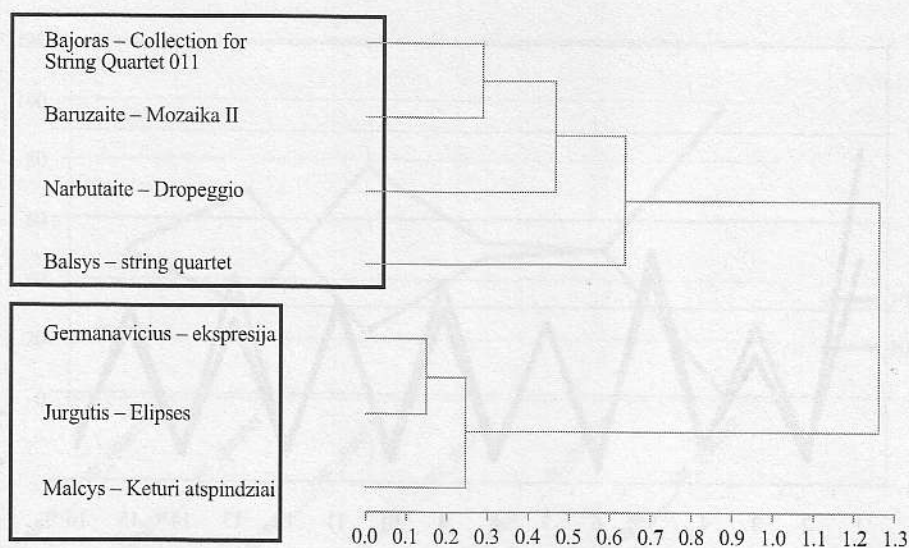
5 pav. Vidinė ritmo ląstelių pulsacija pagal lytį 4/4 metre.

Fig. 5. Pulsation inside rhythmic chromosome of 4/4 beat separately for each gender.

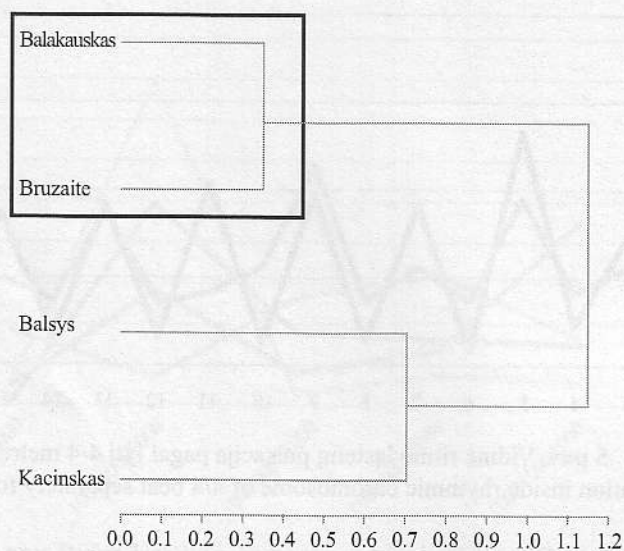


6 pav. Vidinė ritmo ląstelių pulsacija pagal pirmąją (2/4) imtį.

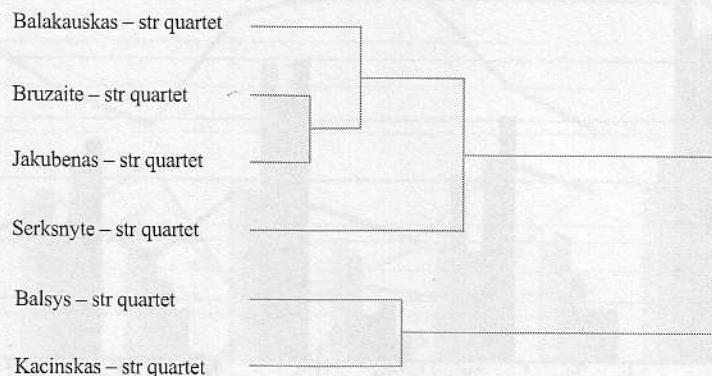
Fig. 6. Pulsation inside rhythmic chromosome of first sample (2/4).



7 pav. Artumo laipsnis pagal Chi-kvadrato koeficientą.
Fig. 7. The level of proximity by chi-squared coefficient.



8 pav. Euklido artumo laipsnis.
Fig. 8. Proximity level by Euclidean distance.



9 pav. Artumas pagal Jeffrey divergencijos laipsnį.
Fig. 9. Proximity level by Jeffreys divergence.