

STATISTINĖ MUZIKOS RITMO
ANALIZĖ: M. K. ČIURLIONIO
SIMFONINĖ MUZIKA

STATISTICAL ANALYSIS OF MUSICAL
RHYTHM: ČIURLIONIS'
SYMPHONIC MUSIC

Anotacija

Straipsnyje statistiniais metodais nagrinėjama Čiurlionio simfoninės muzikos ritmika. Analizuotos ritminės formulės, jų dažniai bei kaita ankstyvojo ir brandaus kūrybos laikotarpiais. Rezultatai palyginti su ankstesnių Čiurlionio ritmikos tyrimų rezultatais, gautais analizuojant Čiurlionio fortepijoninę muziką (Ambrazevičius, Kučinskas, 2010). Tyrimai leido nustatyti visai Čiurlionio kūrybai būdingas ritmines formules, išskirti tipines ankstyvojo ir brandaus laikotarpių simfoninės muzikos ritmines formules. Šiais tyrimais taip pat patvirtintos ankstesnės Lietuvos muzikologų išvalgos apie vėlyvosios kūrybos didesnę ir turtingesnę ritminę įvairovę lyginant ją su ankstyvuoju kūrybos laikotarpiu.

Atlikta vidinė ankstyvojo laikotarpio simfoninių kūrinių ritmikos analizė leido išryškinti ritmikos neatitikimus tarp kompozitoriaus Jurgio Juozapaičio rekonstruotos partitūros „Kęstutis“ ir paties Čiurlionio simfoniniuose kūriniuose naudotų ritminių formulių.

Prasminiai žodžiai: Mikalojus Konstantinas Čiurlionis, simfoninė muzika, statistinė analizė, ritmika.

Ižanga

Šiame straipsnyje toliau tęsiami Čiurlionio muzikos statistiniai ritmikos tyrimai. Šį kartą dėmesys sutelkiamas į Čiurlionio simfoninę muziką: analizuojamos Čiurlionio simfoninės muzikos ritminės formulės, jų dažniai ir kaita tiek ankstyvuoju, tiek ir brandžiojo kūrybos laikotarpiais. Rezultatai palyginti su ankstesnių Čiurlionio ritmikos tyrimų rezultatais, gautais analizuojant Čiurlionio fortepijoninę muziką. Atlikta vidinė ankstyvojo laikotarpio simfoninių kūrinių ritmikos analizė leido patikrinti rekonstruotos (J. Juozapaičio orkestruotė) uvertiūros „Kęstutis“ partitūros ir originalių Čiurlionio partitūrų ritmiką.

Tyrimo objektas – Čiurlionio simfoninės muzikos ritmika.

Tyrimo tikslas – nustatyti būdingas Čiurlionio simfoninės muzikos ritmines formules, jų panaudojimo dažnius, įvertinti simfoninės ir fortepijoninės Čiurlionio kūrybos ritminių formulių analogijas. Pa-

Abstract

The paper presents the statistical analysis of Čiurlionis' symphonic music rhythmic. Rhythmic formulas, their frequencies and change during the early and mature creation periods are dealt with. The results are compared with previous Čiurlionis' rhythmic studies results obtained from the analysis of Čiurlionis' piano music (Ambrazevičius, Kučinskas, 2010). The study identified rhythmic formulas characteristic of all Čiurlionis' symphonic oeuvre, and distinguished typical rhythmic symphonic music formulas of the early and mature creation periods. The research also confirmed the previous insights of Lithuanian musicologists about larger and wider variety of the late creative period of Čiurlionis in comparison with the early period.

A parallel inside analysis of symphonic music rhythmic allowed highlighting the rhythmic discrepancies between the score of *Kęstutis* reconstructed by Jurgis Juozapaitis and the rhythmic formulas used by Čiurlionis himself in his symphonic oeuvre.

Keywords: Mikalojus Konstantinas Čiurlionis, symphonic music, statistical analysis, rhythmic.

Introduction

This paper continues the statistical analysis of Čiurlionis' music rhythmic. This time, the focus is on Čiurlionis' symphonic music. Here, rhythmic formulas, their frequencies and change during the early and mature creation periods are presented. The results are compared to the ones obtained from the analysis of Čiurlionis' piano music. A parallel inside analysis of symphonic music allowed checking the rhythmic of reconstructed orchestration (by Jurgis Juozapaitis) of score of *Kęstutis* overture and the original rhythmic of Čiurlionis' score.

The research object is rhythmic of Čiurlionis' symphonic music.

The research aim is to identify rhythmic formulas characteristics of Čiurlionis' symphonic music, the frequencies of their use and to assess the rhythmic formulas analogies of Čiurlionis' symphonic and piano oeuvre. The additional aim of the research

pildomu tyrimo tikslu tapo natūraliai susiformavusi galimybė palyginti J. Juozapaičio rekonstruotos uvertiūros „Kęstutis“ ritmiką su Čiurlionio partitūromis.

Tyrimo metodas – statistinė analizė.

1. Apie statistinius muzikos teksto tyrimus

Muzikos teksto (natų) klausimus pasaulyje intensyviau pradėta nagrinėti XX a. pradžioje. Atradimai kalbotyroje, jos tyrimų metodai išplito ir buvo taikomi kitose humanitarinių mokslų šakose. Ilgainiui muzikologijoje taip pat pradėtas taikyti muzikos teksto struktūrinis, semiotinis, hermeneutinis ar fenomenologinis tyrimo metodai. Bet šiandien akivaizdus atvirkštinis procesas – tikslųjų mokslų tyrimų metodologijos integracija į humanitarinius mokslus, tarp jų ir į muzikologiją: tai Markovo grandinių, klasterinė, laiko eilučių, neparametrinės statistikos ir kiti analizės metodai. Be to, šiandien muzikos kūrinių analizei yra taikomi ir hierarchiniai Dirichle procesai (Ren, Dunson, Linfroth, Carin, 2010), tikimybiniai polifoninės muzikos analizės modeliai (Temperley, 2009), nagrinėjama automatinio akomponavimo problematika (programinių paketų „Sibelius“, „Finale“ plėtiniai), taikant Bajeso tikėtino tinklus, sąlyginius Gauso skirstinius ir tikėtino maksimizavimo algoritmą (Raphael, 2001). Ši pasaulinė patirtis gana išsamiai apibendrinama J. Berano knygoje „Statistics in Musicology“ (Beran, 2004).

Pasaulinėje praktikoje pastebima tendencija dažniau analizuoti skambančią ar įrašytą muziką. Grafiniam natų tekstui analizuoti tiek matematinių, tiek statistinių metodų nėra daug. Tradiciškai taikomi tie patys, tik adaptuoti metodai, skirti analizuoti raidinius ar žodinius, skaitmeninius ar vektorinius duomenis. Pradedant statistinę natų teksto analizę, pirmiausia susiduriama su duomenų parengimo problematika. Automatiniai keitikliai, transformuojantys grafinį natų tekstą į statistinei analizei tinkamą formatą (aprašą), palieka nemažai klaidų, dalies teksto neatpažįsta arba interpretuoja klaidingai. Dėl to tenka atsisakyti klaidingai perskaitytų duomenų, o tai kartais sudaro gana reikšmingą tiriamosios medžiagos dalį. Neretai mokslininkai kuria papildomas kompiuterines programas, skirtas konkrečioms duomenims apdoroti ir leidžiančias sumažinti klaidų bei nepanaudotų duomenų kiekį. Viena iš žymiausių tokio tipo programų yra „Humdrum“ (Huron, 1998). Lietuvoje panašūs tyrimai kol kas atliekami analizuojant ne muzikos, bet rašytinės kalbos tekstus. Pavyzdžiui, nagrinėjant bendrinės lietuvių kalbos fonologiją, naudojama specialiai šiam tikslui adaptuota „Turbo Pascal 7“ programa (Girdenis, Karosienė, 2010).

Matematinės statistikos metodai tyrinėjant Čiur-

became a naturally originated possibility to compare the rhythmic of *Kęstutis* overture reconstructed by J. Juozapaitis with Čiurlionis' score.

The research method is statistical analysis.

1. About Statistical Research of a Musical Text

Research into the issues of a musical text was globally started at the beginning on the 20th century. Discoveries in linguistics and its research methods spread and were applied in other branches of the humanities. For a long time, structural, semiotic, hermeneutic or phenomenological research methods have been also applied in musicology. At present, an opposite process has become evident: research methodologies of exact sciences have been integrated into the humanities, including musicology. It includes Markov chains, cluster, time lines, non-parametric statistics and other methods of analysis. In addition, up to date, hierarchic Dirichlet processes (Ren, Dunson, Linfroth, Carin, 2010), probability models of polyphonic music analysis (Temperley, 2009) are applied; problems of automatic accompaniment (extensions of *Sibelius*, *Finale* software) are analysed by applying Bayesian probability networks, relative Gaussian distributions and the algorithm for probability maximisation (Raphael, 2001). This global experience is thoroughly generalised by Beran in *Statistics in Musicology* (Beran, 2004).

A global tendency has been observed to analyse more played or recorded music. There are not so many either mathematical or statistical methods for the analysis of a graphical music text. Traditionally, similar but adapted methods are used to analyse literal/verbal, digital or vectorial data. At the beginning of statistical sheet music analysis, one faces the problem of information preparation. Automatic converters transforming graphic sheet music into the format appropriate for statistical analysis leave quite a lot of errors, do not recognise the text or present invalid interpretation. Therefore, it is necessary to reject faulty read data which sometimes comprises quite a significant part of research material. Researchers often make additional software for the processing of particular data that allows reducing errors and the amount of unused data. One of the most familiar is *Humdrum* (Huron, 1998). In Lithuania, similar research is done for the analysis of language, not music. E.g. for the analysis of Lithuanian colloquial phonology, adapted software *Turbo Pascal 7* was used (Girdenis, Karosienė, 2010).

Mathematical-statistical methods applied in the analysis of Čiurlionis' music, and in Lithuanian musicology in general, are still new and rarely used. This was determined by the evident one-sidedness

lionio muziką iki šiol yra vis dar retai taikomi metodai. Tai nulėmė paskutiniaisiais dešimtmečiais mažai kintantis Lietuvos muzikologų naudojamos tyrimų metodologijos vienpusiškumas. Pirmieji bandymai taikyti matematinius (aritmetinius) tyrimo metodus sietini su muzikologo Antano Venckaus (1934–1975) darbais. Jo atlikta fortepijoninės *Fugos b-moll* (Venckus, 2000; studija rengta 1974–1975 m.) ir simfoninės poemos „Jūra“ (Venckus, 1959) išraiškos priemonių analizė yra vertinga iki šių dienų. Buvo analizuojama *Fugos* ritmika ir jos santykis su skambėjimo intensyvumu ir nustatytas tipinis ritminės arkos modelis, apibūdintas kaip esminė Čiurlionio ritminės raiškos priemonė (Venckus, 2000, 76).

Rimtautas Kašponis 1992 m. paskelbė monografiją apie lietuvių muzikos melodikos ir harmonijos bruožus (Kašponis, 1992). Joje R. Kašponis tyrė statistinius keturių muzikos (notacijų) imčių panašumus ir skirtumus: lietuvių liaudies dainų, lietuvių kompozitorių muzikos, nelietuvių (įvairių Europos tautų) liaudies dainų ir nelietuvių (įvairių Europos šalių) kompozitorių muzikos. Jis atliko χ^2 kriterijaus testus, nagrinėjo įvairius melodijos ir harmonijos elementų rinkinius. Viename iš skyrių nagrinėjamos metrinės hierarchijos, gaunamos apskaičiuojant natų įvairiose metro pozicijose procentinius dydžius (Kašponis, 1992, 61–79). Kašponis priėjo prie išvados, kad „lietuvių muzikinio folkloro metrinio funkcionalumo specifinius savitumus ryškiausiai atskleidžia silpniausios metrinės dalies pulsacija“ (Kašponis, 1992, 197).

2010 m. paskelbti Ryčio Ambrazevičiaus ir Dariaus Kučinsko Čiurlionio fortepijoninės muzikos ritmikų tyrimai (Ambrazevičius, Kučinskas, 2010). Atliekant šiuos tyrimus taip pat buvo taikytas statistinis ritminių formulių tyrimo metodas, nagrinėtos metrinės hierarchijos, jos lygintos su lietuvių (dzūkų) ir lenkų liaudies muzikos ritmika, siekta nustatyti jų ryšį su ankstyvąja ir vėlyvąja Čiurlionio kūryba. Prieta prie išvados, kad „Čiurlionio vėlyvojoje kūryboje naudotos ritminės formulės akivaizdžiai skiriasi nuo ritminių formulių, būdingų tiek lietuvių, tiek lenkų liaudies muzikai.“ Be to, „Čiurlionio kūrinuose, lyginant tiek su lietuvių, tiek ir su lenkų liaudies muzika, akivaizdus ritmo smulkinimas, stiprėjantis vėlyvojoje kūryboje“ (Ambrazevičius, Kučinskas, 2010, 22).

2. Tyrimo metodologija

Tęsiant anksčiau pradėtus Čiurlionio muzikos ritmikų tyrimus (Ambrazevičius, Kučinskas, 2010) taikytas analogiškas metrinų hierarchijų analizės metodas (Huron, 2006). Pradžioje visas grafinis natų tekstas buvo perrašytas į dvejetainę sistemą, t. y. šif-

of methodology and the preparation model used by Lithuanian musicologists. The first attempts to apply mathematical (arithmetic) research methods are linked to Antanas Venckus' (1934–1975) work. His analysis on the means of expression of Čiurlionis' piano *Fugue b-moll* (Venckus, 2000; the study made in 1974–1975) and symphonic poem *The Sea* (Venckus, 1959) have been relevant till the present. E.g. the *Fugue* rhythmic and its relation to the intensity of sound were analysed, a typical rhythmic arc model was identified and described as an essential means of Čiurlionis' rhythmic expression (Venckus, 2000, 76).

In 1992, Rimtautas Kašponis published a monograph on the features of Lithuanian music methods and harmony (Kašponis, 1992). In the book, Kašponis studied statistical similarities and differences of four musical samples (notations): Lithuanian folk songs, music by Lithuanian composers, non-Lithuanian (different European nations) folk songs and music by non-Lithuanian (different European countries) composers. He carried out the criterion χ^2 tests, analysed different collections of melody and harmony. In one of the chapters, metric hierarchies are also analysed; they are obtained by calculating percentage values of notes in different meter positions (Kašponis, 1992, 61–79). Kašponis concluded that “specific peculiarities of Lithuanian musical folklore meter functionality are most vividly revealed by the pulsation of the weakest meter part.” (Kašponis, 1992, 197)

The Čiurlionis' piano music rhythmic research carried out by Rytis Ambrazevičius and Darius Kučinskas was published in 2010 (Ambrazevičius, Kučinskas, 2010). The statistical rhythmic formulas research method was also used, meter hierarchies were analysed and they were compared to Lithuanian (*Dzūkai*) and Polish folk music rhythmic, it was aimed to identify their links to the early and late creative works by Čiurlionis. The conclusion was that “rhythmic formulas used in the late period of Čiurlionis' creative work are apparently different from the rhythmic formulas characteristic to both Lithuanian and Polish folk music.” In addition, “in Čiurlionis oeuvre in comparison to Lithuanian and Polish folk music, the breakup of rhythm is evident, and gets stronger in the late creative work.” (Ambrazevičius, Kučinskas, 2010, 22)

2. Methodology of the Research

Following the earlier research on Čiurlionis' music rhythmic, analogical metric hierarchies' analysis method was applied (Huron, 2006). At the beginning all the graphical sheet music, notation has been transcribed into the binary system, i.e. encoded in a binary code, where numeric value “1” means a note or

ruotas binariniu kodu, kuriame skaičius „1“ reiškia natą ar jos pradžią, o skaičius „0“ – pauzę arba natos tęsinį. Tai buvo atlikta tokia seka:

- a) natų tekstas perkeltas į kompiuterį. Jau publikuoti kūriniai buvo skenuoti ir išsaugoti „*.pdf“ formatu, o naujai perrinkti kūriniai išsaugoti „*.mus“ formatu (naudojant programą „Finale“);
- b) suvienodintas duomenų formatas. Tuo tikslu programa „Finale“ surinkti kūriniai („*.mus“ formatas) ir programa „PDF to Music“ skenuoti natų puslapiai eksportuoti į „*.xml“ formatą;
- c) duomenys iš „*.xml“ formato perkoduoti / šifruoti į binarinį kodą naudojant programinį kodą, sukurtą SAS (*angl.* Statistical Analysis System) aplinkoje.

Gautas duomenų rinkinys apėmė visą Čiurlionio simfoninės muzikos ritmiką. Tačiau dalies ritminių formulių, kuriose buvo ypatingos ritminių verčių dalybos atvejų (duolės, triolės...), nebuvo galima panaudoti tolesniam tyrimui, nes tokie atvejai neverčiami į binarinį kodą. Siekiant suvienodinti duomenis, kad juos būtų galima palyginti su ankstesniais fortepijoninės muzikos tyrimais, a) atsisakyta ritminių formulių, kuriose yra smulkesnių natų nei šešioliktinės; b) sudėtinis 4/4 metras pakeistas į du 2/4 metro taktus. Ritminės formulės skaičiuotos visose instrumentų partijose, neišskiriant pagrindinės melodijos ir neatsisakant kituose instrumentuose užrašyto kitokio ritminio piešinio. Tokiu būdu buvo sudaryta bendroji aibė ritminių formulių. Pagal metrinę pulsaciją ritmai pasiskirstė taip: 28134 taktai 2/4 metru ir 3144 taktai 3/4 metru. Iš šios aibės buvo sudarytos keturios imtys:

- a) Čiurlionio vėlyvojo laikotarpio simfoniniai kūriniai (2/4 metras, 13644 taktai, kūriniai: „De profundis“, „Miške“, „Kęstutis“);
- b) Čiurlionio vėlyvojo laikotarpio simfoninis kūrinys (2/4 metras, 14490 taktų, „Jūra“);
- c) Čiurlionio ankstyvojo laikotarpio simfoniniai kūriniai (3/4 metras, 1414 taktų, kūriniai: „Miške“, „Kęstutis“);
- d) Čiurlionio vėlyvojo laikotarpio simfoninis kūrinys (3/4 metras, 1730 taktų, „Jūra“).

Siekiant užsibrėžto tikslo nustatyti visai Čiurlionio simfoninei kūrybai ir atskiriems jos laikotarpiams būdingus ritmus, buvo sudaryta ritminių formulių dažnių lentelė, arba horizontalaus pjūvio vaizdas. Šie dažniai, arba horizontalūs vektoriai, jau buvo tinkami objektams (ritminėms formulėms) palyginti. Apškaituotas Euklido atstumas tarp šių vektorių padėjo įvertinti panašumo laipsnį tarp objektų, kur mažesnė

its start and numeric value “0” – pause or continuing note. That was accomplished in these steps:

- a) sheet music notation was transferred to computer. The compositions which were already published where saved in the “*.pdf” format and the new ones were rewritten and saved in the “*.mus” format (using software *Finale*);
- b) the data format was unified. For this purpose, using *Finale* software, the compositions were exported to the “*.xml” format, scanned notations (*.pdf) were exported to the “*.xml” format using software *PDF to Music*;
- c) data from the “*.xml” format was encoded into the binary code using a program code which was created in SAS (Statistical Analysis System) environment.

The obtained data array included all the symphonic music rhythmic of Čiurlionis. However, part of rhythmical formulas, which had specific rhythmical value cases in division (duplets, triplets etc.), couldn't be used for further research because it couldn't be turned into the binary code. Also, when trying to unify the data for further comparison with earlier research on music for piano: a) rhythmical formulas, that have smaller notes than 16th note, were rejected; b) complex meters were divided into the simple ones (4/4 meter was divided into two 2/4 meter rhythms and 6/8 meter is parallel to 3/4 meter). Rhythmical formulas were counted in all instrumental parts, not excepting the leading melody and not refusing rhythmical designs in other instruments. Hereby, the set of rhythmical formulas was reached. Depending on metric pulsation, the rhythms are distributed as follows: 28134 measures in 2/4 meter and 3144 measures in 3/4 meter. There were four samples constructed from this set:

- a) symphonic compositions by Čiurlionis from the early period (2/4 meter, 13644 measures, compositions: *De profundis*, *In the Forest*, *Kęstutis*);
- b) symphonic composition by Čiurlionis from the later period (2/4 meter, 14490 measures, composition *The Sea*);
- c) symphonic compositions by Čiurlionis from the early period (3/4 meter, 1414 measures, compositions: *In the Forest*, *Kęstutis*);
- d) symphonic composition by Čiurlionis from the later period (3/4 meter, 1730 measures, composition *The Sea*).

When reaching the goal to identify the dominant rhythms for all symphonic works by Čiurlionis and for separate periods, the table of rhythmical formulas frequencies was compiled, also called the horizontal view. These frequencies, or horizontal vectors, were already suitable for comparison of objects (compositions). Euclidean distance, calculated between vectors, let evaluate the level of similarity between ob-

koeficiento reikšmė reiškia didesnę panašumą (Cha, 2007). Šis atstumas, kaip panašumo matas, taip pat panaudotas klasterinėje analizėje grupuojant objektus pagal ritmines formules. Gauti klasterinės analizės rezultatai pateikti dendrograma, arba grupavimo medžiu. Šios dendrogramos rezultatų interpretacija leidžia suformuoti pirmines tyrimo išvadas. Kartais ši interpretacija yra sąlyginė, nes remiasi interpretuotojo patirtimi ir įžvalgomis, tačiau yra ir įprastų, kanonizuotų duomenų interpretavimo būdų. Vienas iš tokių būdų, taikytas ir šiame tyrime, remiasi vertikaliaja kirtimo linija, kuri pasirenkama atskirti ir palikti iki jos esančias ir susietas grupes (Yeo, 2003).

3. Tyrimas ir rezultatai

Sudaryta Čiurlionio simfoninės muzikos ritmų dažnių seka leido išryškinti dominuojančius ritmus (žr. 1 lentelę). Taip pat buvo apskaičiuota kiekvieno simfoninio kūrinio procentinė dalis dominuojančiai ritmo formulei. 4/4 metre išskirta 17 dominuojančių ritminių formulių, kurios sudaro 66,49 proc. visų simfoninės kūrybos ritminių formulių. Lyginant kūrinis tarpusavyje išryškėja (žr. 2 pav.) trys ritmai, labiausiai būdingi „Jūrai“ – 8, 13 ir 16, bei ritmai, dažniausiai pasitaikantys uvertiūroje „Kęstutis“ – 12, 14 ir 17. 3/4 metre išskirti 8 dominuojantys ritmai, sudarantys 68,29 proc. visų šios pulsacijos ritmų. Trečiame paveiksle rodyklėmis pažymėti ritmai, kuriais „Kęstutis“ skiriasi nuo kitų dviejų simfoninių kūrinių („De profundis“ neturi epizodų 3/4 metru). Kadangi grafinis palyginimas ir jo rezultatų aiškinimas palieka nemažą dalį subjektyvumo, gautų duomenų dažnių vektoriams įvertinti pasitelktas Euklido atstumo apskaičiavimas. Horizontalaus pjūvio atveju (3/4 metras) „Miške“ ir „Kęstučio“ ritmika yra artima „Jūros“ ritmikai, tačiau kai yra 4/4 metras (žr. 2 lentelę), kai palyginime dalyvauja ir „De profundis“, atstumas tarp „De profundis“ ir „Miške“ (84,227) yra ženkliai mažesnis nei atstumas tarp „Miške“ ir „Kęstutis“ (151,064). Tai rodo, kad uvertiūra „Kęstutis“ ritminiu požiūriu užima tarpinę (pereinamąją) poziciją tarp ankstyvojo ir brandaus Čiurlionio kūrybos laikotarpių. Vertikaliame pjūvyje (lyginant pagal Euklido atstumą) „Jūra“ labiausiai yra nutolusi nuo kitų simfoninių kūrinių ir tai akivaizdžiai patvirtina jos stilistinę priklausomybę kitam (brandžiajam) kūrybos laikotarpiui. Pirmieji simfoninės kūrybos opusai „Miške“, „De profundis“ ir „Kęstutis“ pagal vertikalųjį pjūvį tarpusavyje yra artimi metriniu pulsacija tiek 4/4, tiek ir 3/4 metruose (žr. 3 ir 4 lenteles).

Dominuojantys simfoninės muzikos ritmai palyginti su fortepijoninės muzikos ritmika ir jų dažniais.

jects, where a smaller value of the coefficient means a higher similarity (Cha, 2007). This distance is used as a similarity measure in cluster analysis for grouping objects by rhythmical formulas. Cluster analysis results are produced with a dendrogram, the tree of groups (Fig. 4, 5). The interpretation of this dendrogram lets us form the prime results of the research. Sometimes this interpretation is conditional because it is caused by experience and insight of an interpreter, but still there are usual, standardised data interpretation methods. One of the methods, also applied in this research, is based on a vertical cross line which is chosen to separate and leave the joint groups that are located till it (Yeo, 2003).

3. Research and Results

The set of frequencies of Čiurlionis' symphonic music rhythms allowed bringing up the dominant rhythms (Table 1). Also, the percentage which shows what part each symphonic composition makes for each dominant rhythmical formula was calculated. There were 17 dominant rhythmical formulas in 4/4 meter, which makes 66.49% of all formulas of symphonic compositions. When comparing compositions among each other, three rhythms stand out which are the most common for *The Sea* – 8, 13 and 16, also, the rhythms which are the most common for *Kęstutis* – 12, 14 and 17. In 3/4 meter there were 8 dominant rhythms, which makes 68.29% of all rhythms. In the Figure 3, the arrows show in which parts *Kęstutis* rhythms differ from two other symphonic compositions (*De profundis* has no episodes in 3/4 meter).

The interpretation of graphical comparison and its results are subjective; for this reason, Euclidean distance calculations are applied. In the horizontal view (3/4 meter), *In the Forest* and *The Sea* rhythmic are similar to the rhythmic of *Kęstutis* (Table 4). In 4/4 meter (Table 2), when *De profundis* appears in comparison, the distance between *De profundis* and *In the Forest* (45,4516) is bigger than the distance between *In the Forest* and *Kęstutis* (33,2745) or the distance between *Kęstutis* and *The Sea* (30,1415). It shows that overture *Kęstutis* takes the mediate (transitional) position in the symphonic oeuvre between the early and later work periods of Čiurlionis. *The Sea* is the most distant from other symphonic compositions in the vertical view in 3/4 meter (compared by Euclidean distance) and this obviously proves its stylistic dependency on other (later) works. The first opus of symphonic works *In the Forest*, *De profundis* and *Kęstutis* are close in the vertical view by their metric pulsation in 4/4 and 3/4 meters (Tables 3 and 4).

Dominant rhythms in symphonic music were compared with rhythms of piano music and its fre-

Buvo taikytas vertikalusis ir horizontalusis duomenų pjūviai. Pagal vertikalųjį pjūvį vertinamas kiekvienos takto dalies dažnis, pagal horizontalųjį pjūvį vertinamas visos ritmo formulės pasikartojimo dažnis. Atlikus šiuos pjūvius gaunamos histogramos, arba pasiskirstymo grafikai, kurie ir išryškina lyginamųjų elementų skirtumus. Šio lyginimo dėka paaiškėjo, kad, lyginant Čiurlionio simfoninės poemos „Jūra“ ir vėlyvosios fortepijoninės kūrybos ritmiką vertikalioju pjūviu (3/4 metras), ritminė pulsacija yra artima ar sutampa 1, 4, 5, 11 ir 12 takto dalyse, o kitoje takto dalyse dažniai ženkliai skiriasi (žr. 1 pav.). Taigi galima teigti, kad Čiurlionio ritmiką 3/4 metre charakterizuoja būtent šių takto dalių dažniai.

Kadangi horizontaliojo pjūvio palyginimas ne visada adekvatus, lyginant su kitomis kūrinių grupėmis naudojamas vertikalusis pjūvis. Šiuo atveju lyginama ne tik dominuojančių ritmų, bet ir visų kūriniuose esančių ritminių formulių atžvilgiu. Simfoninių kūrinių, fortepijoninės muzikos ir liaudies muzikos (dėl liaudies muzikos imčių sudarymo žr. Ambrazevičius, Kučinskas, 2010, 21) ritmams palyginti apskaičiuotas Euklido atstumas, kuriuo remiantis atlikta klasterinė analizė. 4 paveiksle pateiktas klasterinės analizės rezultatas – grupavimo medis. Matyti dvi aiškios grupės: vieną jų sudaro visi simfoniniai Čiurlionio kūriniai, kitą – Čiurlionio fortepijoninė kūryba ir liaudies muzika. Klasterinė analizė suartina „Miške“ ir „Jūra“ ritmiką, kiek tolesnė jiems šiuo požiūriu yra kantata „De profundis“, o uvertiūra „Kęstutis“ prijungiama prie šio klasterio vėliausiai. Tačiau 3/4 metre „Kęstutis“ grupuojamas su ankstyvąja fortepijonine Čiurlionio muzika ir nuo simfoninės kūrybos yra nutolęs labiausiai (žr. 5 pav.).

Išvados

Dominuojančių simfoninės muzikos ritmų išskyrimas parodė, kad dalis šių ritmų M. K. Čiurlionio fortepijoninėje muzikoje yra vyraujantys. Palyginus įvairių kūrybos laikotarpių ritmiką išryškėjo skirtingos dominuojančios ankstyvosios ir vėlyvosios simfoninės kūrybos ritminės formulės. Lyginant kūrinius tarpusavyje pagal dominuojančius ritmus pastebėta, kad didesnę jų dalį užima „Jūros“ ir „Kęstučio“ ritminė įvairovė. „Kęstučio“ atveju taip pat atsisiskleidė, kad kai kurie ritmai nėra būdingi kitiems Čiurlionio simfoniniams kūriniams. Tai ritminės formulės 0000001010000000, 1000000000000010 ir 1000000010000010, kurių dažnis uvertiūroje yra atitinkamai 86,84 proc., 85,65 proc. ir 60,78 proc. lyginant su visa simfonine kūryba. Žinant, kad šio kūrinio partitūra yra parengta kito kompozitoriaus

quencies. Vertical and horizontal data views were applied. According to the vertical view, frequencies of every part of the measure are evaluated, while the horizontal data view analyses frequency of appearance of the entire rhythm formula. Histograms, or distribution charts, are obtained using these techniques which highlight the differences of the compared elements. The vertical comparison (3/4 meter) demonstrates the similarity of Čiurlionis' symphonic poem *The Sea* and later works in terms of rhythms – rhythmical pulsation is equal or approximate in 1, 4, 5, 11 and 12 parts of the measure and significantly differs in other parts of the measure (Figure 1). Thus, it can be deduced that the rhythmic of Čiurlionis works in 3/4 meter is characterised by frequencies of these parts of the measure.

As comparison by the horizontal view is not adequate in some cases, the vertical view is used for comparison with other groups of the musical works. In this case, the comparison is made with dominant rhythms and also with all rhythmical formulas. For the comparison of symphonic compositions, piano works and folk music (see Ambrazevičius, Kučinskas, 2010, 21 regarding folk music sample structure), Euclidean distance is calculated and cluster analysis is performed. The result of cluster analysis – the grouping tree is shown in Figure 4. Two explicit groups are evident. The first one stands for symphonic compositions and the other is represented by piano works and folk music. Here, it is evident that cluster analysis groups together rhythms of *In the Forest* and *The Sea*, slightly distant in this approach is the cantata *De profundis*, while the overture *Kęstutis* is attached to this cluster last. Nonetheless, *Kęstutis* is grouped with piano music by Čiurlionis and folk music in 3/4 meter and is the most distant from *In the Forest* (see Figure 5).

Conclusions

The dominant rhythms show that part of these rhythms is also prevailing in music for piano. When comparing rhythms by creation periods, different dominant rhythmical formulas stand for early and later works by Čiurlionis. When comparing compositions among each other by dominant rhythms, the bigger variety of rhythms comes from *The Sea* and *Kęstutis*. In *Kęstutis* case, the rhythms that are not typical for other Čiurlionis' symphonic compositions have been detected. These rhythmical formulas in 4/4 meter are No. 12, 14 and 17 (Table 1) which has frequencies in the overture respectively 86.84%, 85.65% and 60.78% compared with all symphonic works. This composition has been prepared by another composer (J. Juozapaitis); therefore, these rhythmical formulas show joint authorship, the level

(J. Juozapaičio), šios ritminės formulės parodo partitūros bendraautorių ir autentiškumo laipsnį.

Vertinant pagal vertikalųjį duomenų pjūvį buvo patvirtintas kūrinių grupavimas kūrybos laikotarpiais: Euklido atstumo atžvilgiu „Kęstutis“, „De profundis“ ir „Miške“ siejami kaip artimesni kūriniai, o „Jūra“ – labiausiai nuo jų nutolusi. Lyginant simfoninės, fortepijoninės ir liaudies muzikos grupes (2/4 metras), Čiurlionio simfoninė kūryba klasterinės analizės medyje siejama į vieną grupę; kitą grupę sudaro Čiurlionio fortepijoninė ir liaudies muzika. Tai rodo, kad ritmikos požiūriu simfoninė Čiurlionio muzika ženkliai skiriasi nuo kitų žanrų kūrinių ir buvo plėtojama didesnės ritminės įvairovės principu.

Atskirai išanalizavus simfoninės poemos „Jūra“ ritmiką vertikaliu pjūviu išryškėjo didesnis 3/4 metro epizodų ritmikos artumas lenkų liaudies ritmikai, o 2/4 metro „Jūros“ ritmika yra artimesnė vėlyvajai fortepijoninei kūrybai.

of authenticity and its identity with other Čiurlionis' scores.

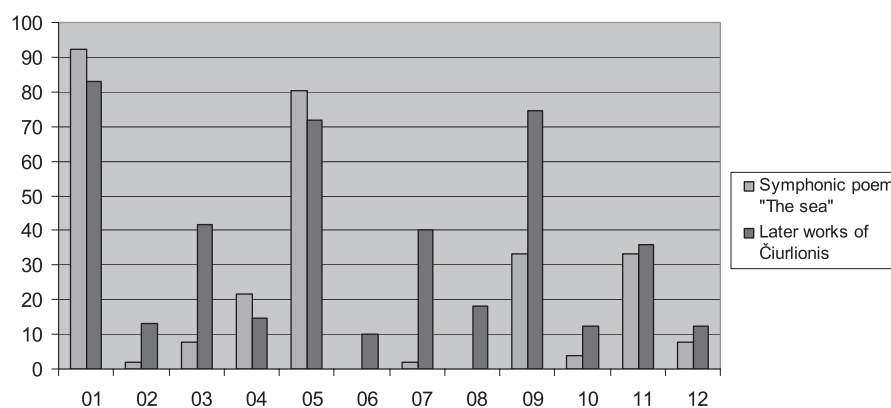
Considering the vertical data, view clustering of compositions by creation periods was approved: according to Euclidean distance in 3/4 meter, *Kęstutis* and *In the Forest* are joined into one group as closer compositions, while *The Sea* is more distant from them (Fig. 5). In 4/4 meter, *Kęstutis* is the most distant from the three other symphonic compositions (Fig. 4).

When comparing symphonic, piano and folk music groups (2/4 meter), Čiurlionis' symphonic music is joined into one group in the clustering tree, the other group consists of Čiurlionis' music for piano and folk music. It shows that Čiurlionis' symphonic music is significantly different from compositions of other genres and that it has been developed with a bigger rhythmical variety.

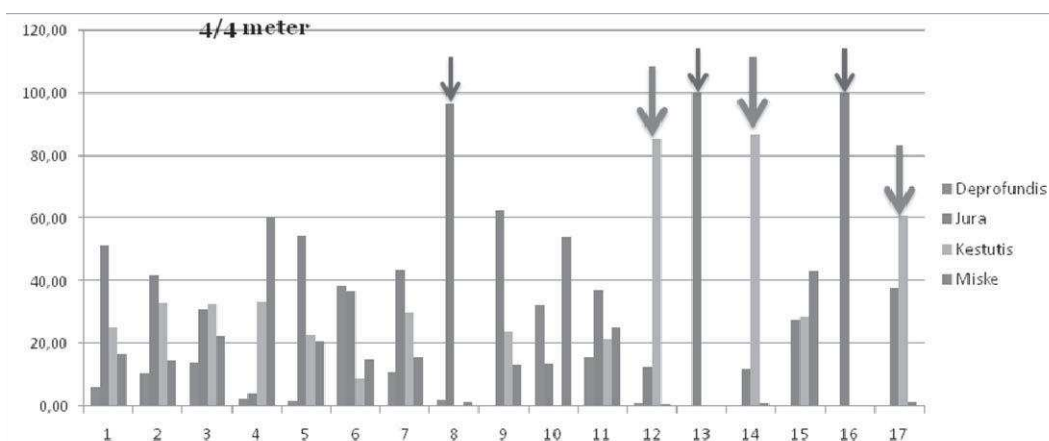
When analysing the symphonic poem *The Sea* separately in the horizontal view, it revealed a bigger proximity between rhythms of 3/4 meter episodes and Polish folk music rhythms, meanwhile in 2/4 meter rhythmic of *The Sea* was closer to later works for piano (Table 5).

Literatūra / References

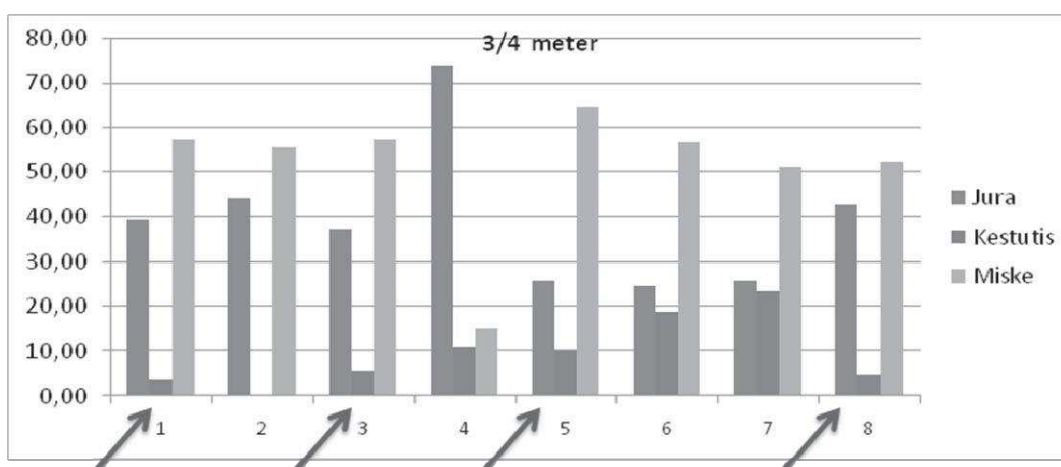
1. Ambrazevičius R., Kučinskas D., 2010, Ar iš tiesų „nacionalinis kompozitorius“ yra nacionalinis? *Kūrybos erdvės*, 13. P. 18–24.
2. Beran J., 2004, *Statistics in Musicology*. London: Chapman and Hall/CRC.
3. Cha Sung-Hyuk, 2007, Comprehensive Survey on Distance/Similarity Measures between Probability Density Functions. *International journal of mathematical models and methods in applied sciences*, vol. 1, No. 4. P. 300–307.
4. Girdenis A., Karosienė V., 2010. *Bendrinės lietuvių kalbos statistinė struktūra: fonologijos dalykai*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla.
5. Huron D., 1998. *Music research using Humdrum. A user's guide*. Ohio State University. Prieiga internete: <<http://ccarh.org/publications/manuals/humdrumuserguide/humdrum-users-guide-1998.pdf>>.
6. Huron D., 2006, *Sweet anticipation. Music and the psychology of expectation*. Cambridge: MIT Press.
7. Yeo D., 2003, *Applied Clustering Techniques Course Notes*. SAS Institute Inc.
8. Raphael C., 2001, Automated Rhythm Transcription, *Proceedings of the 2nd Ann. Int. Symposium on Music Information Retrieval*. P. 99–107.
9. 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*, 105. P. 458–472.
10. Temperley D., 2009, A Unified Probabilistic Model of Polyphonic Music Analysis. *Journal of New Music Research*, 38. P. 3–18.
11. Venckus A., 1959, *M. K. Čiurlionio „Jūra“*. Mašinarštis. Vilnius: Lietuvos muzikos akademijos biblioteka, Sign. 69993.
12. Venckus A., 2000, *M. K. Čiurlionio Fuga op. 34. M. K. Čiurlionis ir lietuvių muzikinės kultūros raida*. Mokslinės konferencijos pranešimai. Vilnius: Lietuvos muzikos akademija. P. 175–253.
13. Кашпонис Р., 1992, *Мелодика и гармония литовской музыки*. Vilnius: Mokslo.



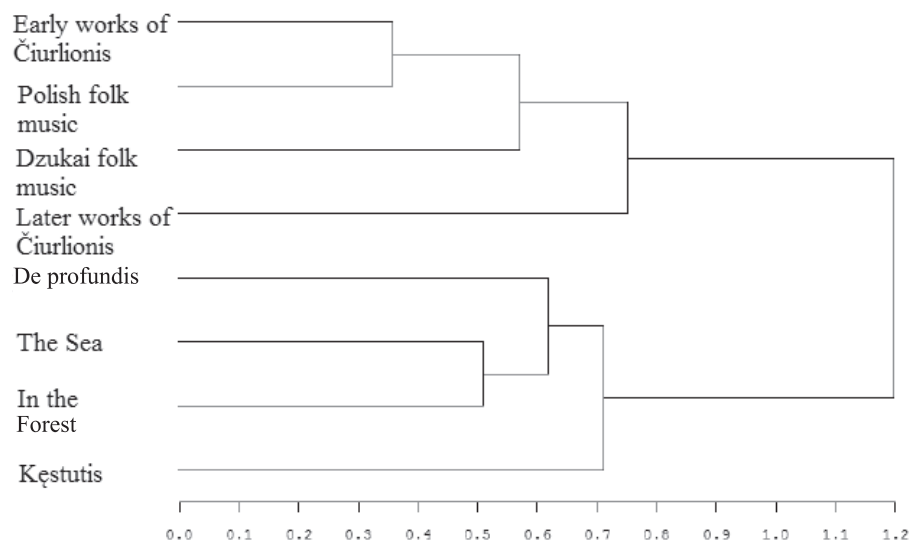
1 pav. Simfoninės poemos „Jūra“ ir vėlyvosios fortepijoninės kūrybos palyginimas.
3/4 metro vertikaliojo pjūvio histograma
Figure 1. Comparison of symphonic poem “The sea” and later works of Čiurlionis.
Histogram in vertical view of 3/4 meter



2 pav. Simfoninės kūrybos palyginimas horizontaliojo pjūvio atžvilgiu 4/4 metru pagal procentinę dalį, kurią sudaro kiekvienas kūrinys lyginant dominuojančių ritminių formulių atžvilgiu
Figure 2. Comparison of symphonic compositions in horizontal view of 4/4 meter by percentage, that each composition makes in dominant rhythmical formulas

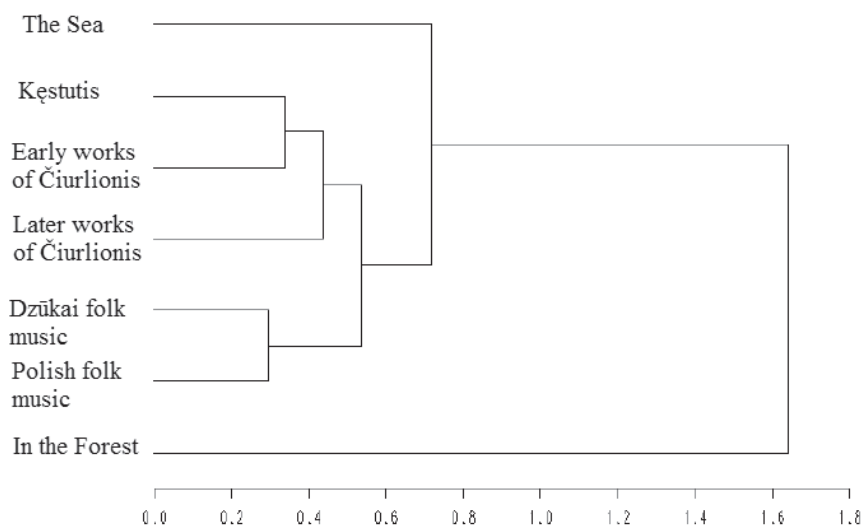


3 pav. Simfoninės kūrybos palyginimas horizontaliojo pjūvio atžvilgiu (3/4 metras) pagal procentinę dalį, kurią sudaro kiekvienas kūrinys lyginant dominuojančių ritminių formulių atžvilgiu
Figure 3. Comparison of symphonic compositions in horizontal view of 3/4 meter by percentage, that each composition makes in dominant rhythmical formulas



4 pav. Čiurlionio fortepijoninės ir simfoninės kūrybos palyginimas su liaudies muzika. Klasterinė analizė pagal Euklido atstumą (2/4 metras)

Figure 4. Comparison between Čiurlionis symphonic and piano music and folk music. Cluster analysis by Euclidean distance in 2/4 meter



5 pav. Čiurlionio fortepijoninės ir simfoninės kūrybos palyginimas su liaudies muzika. Klasterinė analizė pagal Euklido atstumą (3/4 metras)

Figure 5. Comparison between Čiurlionis symphonic and piano music and folk music. Cluster analysis by Euclidean distance in 3/4 meter

1 lentelė. Čiurlionio simfoninės kūrybos dominuojantys ritmai

Table 2. Dominant rhythms of Čiurlionis' symphonic music

Eil. Nr.	4/4 metro ritminės formulės	3/4 metro ritminės formulės
1	1000000000000000	100000000000
2	1000000010000000	100010000000
3	1000100010001000	100010001000
4	1010101010101010	101000100010
5	1000100010000000	100000001000
6	1000000010001000	000010000000
7	1000000000001000	100000100000
8	1000100000001000	000000100000
9	0000000010000000	100010000010
10	1000100110001000	101010101010
11	1000001010000000	001000100010
12	1000000000000010	111011101110
13	1000001110001000	101110100111
14	0000001010000000	000000000010
15	0000100010001000	100000000010
16	1111111111111111	
17	1000000010000010	

2 lentelė. Euklido atstumas tarp horizontaliojo pjūvio Čiurlionio simfoninių kūrinių vektorių (4/4 metras)

Table 2. Euclidean distance between symphonic compositions of Čiurlionis vectors in horizontal view of 4/4 meter

Composition	De profundis	The Sea	Kęstutis	In the Forest
De profundis	0			
The Sea	208,066	0		
Kęstutis	157,326	215,166	0	
In the Forest	84,227	206,5	151,064	0

3 lentelė. Euklido atstumas tarp vertikaliojo pjūvio Čiurlionio simfoninių kūrinių vektorių (2/4 metras)

Table 3. Euclidean distance between symphonic compositions of Čiurlionis vectors in vertical view of 2/4 meter

Composition	De profundis	The Sea	Kęstutis	In the Forest
De profundis	0			
The Sea	1313,3	0		
Kęstutis	557,92	889,803	0	
In the Forest	413,31	942,143	311,188	0

4 lentelė. Euklido atstumas tarp vertikaliojo pjūvio Čiurlionio simfoninių kūrinių vektorių (3/4 metras)

Table 4. Euclidean distance between symphonic compositions of Čiurlionis vectors in vertical view of 3/4 meter

Composition	The Sea	Kęstutis	In the Forest
The Sea	0		
Kęstutis	184,620	0	
In the Forest	237,708	149,827	0