

Реч уреднице
Editor's Note

Тема броја 24 „Квантна музика“ инспирисана је истоименим међународним пројектом кофинансираним од стране Европске Уније у оквиру програма Креативна Европа (2015–2018). По први пут је институција из Србије – Музиколошки институт САНУ – била носилац пројекта из програма Креативна Европа, а конзорцијум партнера и придружених партнера окупио је институције из Србије, Словеније, Данске, Холандије и Уједињеног Краљевства. У темељу посвећеном квантној музици објављујемо радове аутора који су непосредно учествовали у реализацији овог пројекта, али и научника који су се прикључили пројекту током његовог одвијања, као и текстове аутора који нису ни на који начин везани за овај пројекат, већ се, независно од нашег конзорцијума, баве сродним истраживањима. Укупно девет текстова, чији су аутори по примарној вокацији физичари, математичари, инжењери, композитори, музиколози и пијанисти, осветљава различите аспекте прожимања квантне физике и музике.

The main theme of No 24 “Quantum Music” was inspired by the eponymous international project co-funded by the Creative Europe programme of the European Union (2015–2018). For the first time, an institution from Serbia – the Institute of Musicology SASA – was the project leader within the Creative Europe programme, and a consortium of partners and affiliated partners comprised institutions from Serbia, Slovenia, Denmark, the Netherlands and the United Kingdom. This issue contains articles written by the authors who directly participated in this project, but also the scientists who joined the project during its realisation, as well as articles by authors who are not in any way related to this project – however, they are involved in a similar or related research within their own institutions. Nine texts, written by physicists, mathematicians, engineers, composers, musicologists and pianists, illuminate various aspects of the permeation of quantum physics and music.



ISSN 1450-9814



Co-funded by the
Creative Europe Programme
of the European Union

24

1/2018



Квантна музика Quantum Music

Квантна
музика

Quantum
Music

Часопис МУЗИКОЛОШКОГ ИНСТИТУТА САНУ
Journal of THE INSTITUTE OF MUSICOLOGY SASA

24

I/2018

МУЗИКОЛОГИЈА
USICOLOGY

Квантна
музика

Quantum
Music



Часопис МУЗИКОЛОШКОГ ИНСТИТУТА САНУ
Journal of THE INSTITUTE OF MUSICOLOGY SASA

МУЗИКОЛОГИЈА
Часопис Музиколошког института САНУ
MUSICOLOGY
Journal of the Institute of Musicology SASA

~
24 (I/2018)
~

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК / EDITOR-IN-CHIEF
Ивана Медић / Ivana Medić

РЕДАКЦИЈА / EDITORIAL BOARD
Александар Васић, Ивана Весић, Јелена Јовановић, Данка Лајић Михајловић, Биљана Милановић,
Весна Пено, Катарина Томашевић /
Aleksandar Vasić, Ivana Vesić, Jelena Jovanović, Danka Lajić Mihajlović, Biljana Milanović, Vesna Peno,
Katarina Tomašević

СЕКРЕТАР РЕДАКЦИЈЕ / EDITORIAL ASSISTANT
Наташа Марјановић / Nataša Marjanović

МЕЂУНАРОДНИ УРЕЂИВАЧКИ САВЕТ / INTERNATIONAL EDITORIAL COUNCIL
Светислав Божић (САНУ), Џим Семсон (Лондон), Алберт ван дер Схоут (Амстердам), Јармила
Габријелова (Праг), Разија Султанова (Кембриџ), Денис Колинс (Квинсленд), Сванибор Петан
(Љубљана), Здравко Блажековић (Њујорк), Дејв Вилсон (Велингтон), Данијела Ш. Берд (Кардиф) /
Svetislav Božić (SASA), Jim Samson (London), Albert van der Schoot (Amsterdam),
Jarmila Gabrijelova (Prague), Razia Sultanova (Cambridge), Denis Collins (Queensland), Svanibor Pettan
(Ljubljana), Zdravko Blažeković (New York), Dave Wilson (Wellington), Danijela Š. Beard (Cardiff)

Музикологија је рецензирани научни часопис у издању Музиколошког института САНУ. Посвећен је проучавању музике као естетског, културног, историјског и друштвеног феномена и примарно усмерен на музиколошка и етномузиколошка истраживања. Редакција такође прихвата интердисциплинарне радове у чијем је фокусу музика. Часопис излази два пута годишње. Упутства за ауторе могу се преузети овде: <http://www.doiserbia.nb.rs/journal.aspx?issn=1450-9814&pg=instructionsforauthors>

Musicology is a peer-reviewed journal published by the Institute of Musicology SASA (Belgrade), dedicated to the research of music as an aesthetical, cultural, historical and social phenomenon and primarily focused on musicological and ethnomusicological research. Editorial board also welcomes music-centred interdisciplinary research. The journal is published semiannually. Instructions for contributors can be found on the following address: <http://www.doiserbia.nb.rs/journal.aspx?issn=1450-9814&pg=instructionsforauthors>

ISSN 1450-9814
eISSN 2406-0976
UDK 78(05)

БЕОГРАД 2018.
BELGRADE 2018

Одрицање од одговорности / Disclaimer

Садржај објављених текстова одражава искључиво ставове њихових аутора. Уредник и редакција не носе одговорност за тачност изнетих података. Електронске адресе и линкови су тачни у тренутку објављивања ове свеске. Уредник и редакција не одговарају за трајност, тачност и прикладност линкованог садржаја.

Пројекат Квантна музика финансиран је уз подршку Европске комисије. Ова публикација рефлектује искључиво ставове аутора, те Комисија не сноси одговорност за употребу информација садржаних у њој. /

The content of published articles reflects only the individual authors' opinions, and not those of the editor and the editorial board. Responsibility for the information and views expressed in the articles therein lies entirely with the author(s). Electronic addresses and links are correct at the moment of the publication of this volume. The editor and the editorial board are not responsible for the persistence or accuracy of urls for external or third-party websites referred, and do not guarantee that any content on such websites is, or will remain, accurate and appropriate.

The project Quantum Music has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

ПРЕВОДИОЦИ / TRANSLATORS

Ивана Медић, Зорица Симовић / Ivana Medić, Zorica Simović

ЛЕКТОР ЗА ЕНГЛЕСКИ ЈЕЗИК / ENGLISH-LANGUAGE EDITING

Иван Муди / Ivan Moody

ЛЕКТОРИ ЗА СРПСКИ ЈЕЗИК / SERBIAN-LANGUAGE EDITING

Мирјана Нешић / Mirjana Nešić

КОРЕКТУРА / PROOFREADING

Наташа Марјановић / Nataša Marjanović

ДИЗАЈН И ТЕХНИЧКА ОБРАДА / DESIGN & PREPRESS

Студио Omnibooks, Београд / Studio Omnibooks, Belgrade

ШТАМПА / PRINTED BY

Скрипта Интернационал, Београд / Scripta Internacional, Belgrade

Часопис је индексан на <http://doiserbia.nb.rs/> и у међународној бази ProQuest. / The journal is indexed in <http://doiserbia.nb.rs/> and in the international database ProQuest.

Објављивање часописа финансијски су помогли Министарство просвете, науке и технолошког развоја, Министарство културе и информисања Републике Србије и Европска унија – програм Креативна Европа / The publication of this volume was financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development, the Ministry of Culture and Information of the Republic of Serbia and the European Union programme Creative Europe.



Co-funded by the
Creative Europe Programme
of the European Union

САДРЖАЈ / CONTENTS

РЕЧ УРЕДНИЦЕ / EDITOR'S FOREWORD

9–12

ТЕМА БРОЈА / THE MAIN THEME
КВАНТНА МУЗИКА / QUANTUM MUSIC

Vlatko Vedral

CAN WE HEAR THE SOUNDS OF QUANTUM SUPERPOSITIONS?

Влатко Веграл

ДА ЛИ ЈЕ МОГУЋЕ ЧУТИ КВАНТНУ СУПЕРПОЗИЦИЈУ?

15–19

Alexis Kirke

PROGRAMMING GATE-BASED HARDWARE QUANTUM COMPUTERS FOR MUSIC

Алексис Кирк

ПРОГРАМИРАЊЕ КВАНТНИХ РАЧУНАРА БАЗИРАНИХ НА УПОТРЕБИ ЛОГИЧКИХ
КОЛА ЗА ПОТРЕБЕ РАДА СА МУЗИКОМ

21–37

Andrew J. P. Garner

THE MUSICAL MAH-ZEHNDER INTERFEROMETER

Ендрју Гарнер

МУЗИЧКИ МАХ-ЦЕНДЕРОВ ИНТЕРФЕРОМЕТАР

39–49

Klaus Mølmer

THE QUANTUM VIBES OF ATOMS AND ICHTHYOSAURS

Клаус Молмер

КВАНТНЕ ВИБРАЦИЈЕ АТОМА И ИХТИОСАУРУСА

51–59

Kim Helweg

COMPOSING WITH QUANTUM INFORMATION: ASPECTS OF QUANTUM MUSIC IN
THEORY AND PRACTICE

Ким Хелвеј

КОМПОНОВАЊЕ НА ОСНОВУ КВАНТНИХ ИНФОРМАЦИЈА: АСПЕКТИ КВАНТНЕ
МУЗИКЕ У ТЕОРИЈИ И ПРАКСИ

61–77

Ivana Medić and Jelena Janković-Beguš

WHAT DOES QUANTUM MUSIC SOUND LIKE AND WHAT WOULD PIERRE BOULEZ
THINK OF IT? — SUPER POSITION (MANY WORLDS) BY KIM HELWEG (2017)

Ивана Медић и Јелена Јанковић-Беђуш

КАКО ЗВУЧИ КВАНТНА МУЗИКА И ШТА БИ ПЈЕР БУЛЕЗ МИСЛИО О ЊОЈ? —
СУПЕР ПОЗИЦИЈА (МНОГО СВЕТОВА) КИМА ХЕЛВЕГА (2017)

79–93

Dragan Novković, Marko Peljević and Mateja Malinović

SYNTHESIS AND ANALYSIS OF SOUNDS DEVELOPED FROM THE BOSE-EINSTEIN
CONDENSATE: THEORY AND EXPERIMENTAL RESULTS

Драган Новковић, Марко Пељевић и Матеја Малиновић

СИНТЕЗА И АНАЛИЗА ЗВУКОВА ДОБИЈЕНИХ ИЗ БОЗЕ-АЈНШТАЈНОВОГ
КОНДЕНЗАТА: ТЕОРИЈА И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

95–109

Sonja Lončar and Andrija Pavlović

HYBRID DUO

Соња Лончар и Андрија Павловић

ХИБРИДНИ ДУО

111–121

Chiara Marletto

MUSINGS ON QUANTUM MUSIC: CAN QUANTUM MUSIC BRING US CLOSER TO
OBJECTIVE BEAUTY?

Кјара Марлејџо

РАЗМИШЉАЊА О КВАНТНОЈ МУЗИЦИ: ДА ЛИ НАС КВАНТНА МУЗИКА МОЖЕ
ПРИБЛИЖИТИ ОБЈЕКТИВНОЈ ЛЕПОТИ?

123–128

VARIA

Vanja Spasić

СТАТУС ОПЕРСКОГ УМЕТНИКА У НАРОДНОМ ПОЗОРИШТУ У БЕОГРАДУ ОД
1970. ДО 1980. ГОДИНЕ

Vanja Spasić

THE STATUS OF OPERA ARTIST AT THE NATIONAL THEATRE IN BELGRADE FROM
1970 TO 1980

131–149

Selena Rakočević

СЕСТРЕ ЈАНКОВИЋ И ЛАБАНОВА КИНЕТОГРАФИЈА

Selena Rakočević

THE JANKOVIĆ SISTERS AND KINETOGRAPHY LABAN

151–172

Ђорђе Ђекић и Милош Павловић
ТРАГОМ ЗАПИСА ТЕОФИЛАКТА СИМОКАТЕ
Đorđe Đekić and Miloš Pavlović
FOLLOWING THE RECORDS OF THEOPHYLACT SIMOCATTA
173–187

НАУЧНА КРИТИКА И ПОЛЕМИКА
/ SCIENTIFIC REVIEWS AND POLEMICS

Александар Васић
ДРАГУТИН ГОСТУШКИ, РАЂАЊЕ СРПСКЕ МУЗИЧКЕ КУЛТУРЕ / DRAGUTIN GOSTUŠKI,
THE BIRTH OF SERBIAN MUSICAL CULTURE / БЕОГРАД, РАДИО ТЕЛЕВИЗИЈА СРБИЈЕ/
МУЗИКОЛОШКО ДРУШТВО СРБИЈЕ, 2017. (ISBN 978-86-6195-112-1)
191–195

Найша Марјановић
KATARINA TOMAŠEVIĆ (UR.), DAVORIN JENKO (1835-1914): PRILOZI ZA
KULTURU SEĆANJA / PRISPEVKI ZA KULTURO SPOMINA. БЕОГРАД, МУЗИКОЛОШКИ
INSTITUT SANU/NACIONALNI SAVET SLOVENAČKE NACIONALNE MANJINE U
REPUBLICI SRBIJI, 2017. (ISBN 978-86-80639-27-7)
196–200

Маријана Кокановић Марковић
VJERA KATALINIĆ (UR.), MUSIC MIGRATIONS IN THE EARLY MODERN AGE:
PEOPLE, MARKETS, PATTERNS AND STYLES / GLAZBENE MIGRACIJE U RANO
MODERNO DOBA: LJUDI, TRŽIŠTA, OBRASCI I STILOVI. MUZIKOLOŠKI ZBORNICI 18.
ZAGREB, HRVATSKO GLAZBENO DRUŠTVO, 2016. (ISBN 978-953-6090-55-6)
201–205

Маја Рагивојевић
ЈЕЛЕНА ЈОВАНОВИЋ, ПЕРА ЛАСТИЋ И КАТАРИНА ТОМАШЕВИЋ (УР.), БЕЛА
БАРТОК И СРПСКА МУЗИКА — 100 ГОДИНА ОД ПРВИХ ФОНО-ЗАПИСА
ТРАДИЦИОНАЛНЕ МУЗИКЕ СРБА У БАНАТУ. БУДИМПЕШТА, СРПСКИ ИНСТИТУТ,
2016. (ISBN 978-963-12-7802-6)
206–210

Nataša Danilović Hristić and Nebojša Stefanović
A LETTER TO THE EDITOR OF THE JOURNAL MUSICOLOGY
211–213

РЕЧ УРЕДНИЦЕ

Тема броја 24 *Квантна музика* инспирисана је истоименим међународним пројектом кофинансираним од стране Европске Уније у оквиру програма Креативна Европа, којим сам руководила током претходне три године (559695-CREA-1-2015-1-RS-CULT-COOP1, 2015-2018) . По први пут је институција из Србије – Музиколошки институт САНУ – била носилац пројекта из програма Креативна Европа, а конзорцијум партнера и придружених партнера окупио је високошколске, истраживачке и културне институције из Србије, Словеније, Данске, Холандије и Уједињеног Краљевства.

Још приликом аплицирања на конкурс и каснијег потписивања уговора са Европском комисијом, истакли смо да су циљеви овог пројекта, између осталог, организовање прве конференције о квантној музици, као и објављивање специјалног броја часописа *Музиколоџија* посвећеног овој теми. Са задовољством истичем да су оба ова циља остварена. Међународна интердисциплинарна конференција посвећена квантној музици одржана је 21–22. марта 2018. године у Српској академији наука и уметности, под покровитељством Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и привукла је велики број заинтересованих слушалаца, као и значајну пажњу електронских и штампаних медија. Поред тога, резултате истраживања у оквиру овог пројекта презентовала сам на LIII годишњој конференцији Краљевске музичке асоцијације (RMA) на Универзитету у Ливерпулу, септембра 2017. године.

У Теми броја посвећеној квантној музици објављујемо радове аутора који су непосредно учествовали у реализацији овог пројекта, али и научника који су се спонтано и самоиницијативно прикључили пројекту током три године његовог одвијања, као и радове аутора који нису ни на који начин везани за овај пројекат, већ се, независно од нашег конзорцијума, баве сродним истраживањима. Укупно девет текстова објављених у овом темату, написаних од стране аутора који су по примарној вокацији физичари, математичари, инжењери, композитори, музиколози и пијанисти, осветљава различите аспекте прожимања квантне физике и музике. Влатко Ведрал, један од наших најзначајнијих научника данашњице, професор на Универзитету у Оксфорду, у уводном тексту темата разматра теоријске могућности за “озвучавање” квантне суперпозиције. Алексис

Кирк, математичар и композитор из Плимута, бави се програмирањем квантних рачунара у циљу стварања музике, док физичар Ендру Гарнер (Сингапур/Беч) пише о музичком интерферометру. Физичар Клаус Молмер (Орхус) и композитор Ким Хелвег (Копенхаген), сваки са свог становишта, разматрају сарадњу коју су остварили у оквиру пројекта *Квантна музика*, док Јелена Јанковић-Бегуш и ја анализирамо једну од Хелвегових композиција, у паралели са Булезовим разматрањима споја музике и технологије изреченим пре четрдесет година. Београдски пијанисти Соња Лончар и Андрија Павловић (ЛП Дуо), као и инжењер Драган Новковић са својим студентима, пишу о изазовима са којима су се суочили приликом креирања новог хибридног клавијатурног инструмента који је омогућио да “чујемо” квантни свет, а у закључном тексту овог темата физичарка Кјара Марлето разматра естетске импликације квантне музике.

Као координатор пројекта *Квантна музика*, захваљујем се програму Креативна Европа на препознавању иновативности и значаја оваквог интердисциплинарног истраживања на размеђи уметности и науке, као и Министарству културе и информисања Републике Србије и Деску Креативна Европа на финансијској, логистичкој и медијској подршци. Посебну захвалност дугујем партнерима на пројекту, који су својим пожртвованим радом допринели његовој успешној реализацији.

Радови објављени у рубрици *Varia* баве се темама значајним за нашу средину. Вања Спасић пише о статусу оперског уметника и самоуправљању у Народном позоришту у Београду током осме и девете деценије XX века, док историчари Ђорђе Ђекић и Милош Павловић осветљавају делатност Теофилакта Симокате. У склопу настојања да у сваком броју часописа посветимо пажњу деловању српских академика, Селена Ракочевић пише о сестрама Љубици и Даници Јанковић и њиховом односу према примени Лабанове кинетографије.

Рубрика *Научна кријшика и ѿлемика* доноси четири осврта на нове публикације, као и Писмо уреднику – коментар на темат *Урбана звучна екологија* (објављен у бр. 22 часописа *Музикологија*) од стране сарадника Института за архитектуру и урбанизам Србије. Драго нам је што текстови објављени у часопису *Музикологија* допиру до читалаца из других дисциплина, побуђују реакције и подстичу даља истраживања.

У име редакције и своје лично, захваљујем се рецензентима из Србије и иностранства, који су дали велики број сугестија и допринели коначном уобличавању овог броја. Такође, захваљујем се лекторима Ивану Мудију и Мирјани Нешић и желим добродошлицу новом члану Међународног издавачког савета, Данијели Ш. Берд.

У Београду, 15. јуна 2018. године
др Ивана Медић, главна и одговорна уредница

EDITOR'S FOREWORD

The main theme of the issue No 24 *Quantum Music* was inspired by the eponymous international project co-funded by the Creative Europe programme of the European Union (559695-CREA-1-2015-1-RS-CULT-COOP1, 2015-2018). For the first time, an institution from Serbia – the Institute of Musicology SASA – was the project leader within the Creative Europe programme, and the consortium of partners and associate partners comprised cultural, higher education and research institutions from Serbia, Slovenia, Denmark, the Netherlands and the United Kingdom.

When submitting our application and, later, signing the contract with the European Commission, we emphasised that the objectives of this project, among other things, included the organisation of the first conference on quantum music, as well as the publication of an issue of the journal *Muzikologija/Musicology* dedicated to this topic. I am pleased that both these goals have been achieved. The international interdisciplinary conference devoted to quantum music was held on 21 and 22 March 2018 at the Serbian Academy of Sciences and Arts, under the auspices of the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia and attracted a large number of listeners, as well as considerable media attention. In addition, I presented the research results of this project at the 53rd Annual Conference of the Royal Music Association (RMA) at the University of Liverpool (UK) in September 2017.

The main theme *Quantum Music* contains articles by authors who directly participated in the realisation of the eponymous Creative Europe project, but also of scientists who spontaneously joined the research during the project development, as well as articles by authors who are not in any way related to this project, but they are involved with similar research independently of our consortium. A total of nine texts written by authors who are by primary vocation physicists, mathematicians, engineers, composers, musicologists and pianists, illuminate various aspects of the permeation of quantum physics and music. Vlatko Vedral, one of the most influential scientists today and Professor at the University of Oxford, explores the theoretical possibilities for hearing the quantum superposition in the article that opens this topic. Alexis Kirke, a mathematician and composer from Plymouth, deals with programming gate-based hardware quantum computers for music, while physicist Andrew Garner (Singapore / Vienna) writes about the musical Mach-Zehnder inter-

ferometer. Physicist Klaus Mølmer (Aarhus) and composer Kim Helweg (Copenhagen), each from their point of view, discuss their collaboration within the Quantum Music project, while Jelena Janković-Beguš and I analyze one of Helweg's compositions, in parallel with Pierre Boulez's discussion on music and technology written some forty years ago. Pianists Sonja Lončar and Andrija Pavlović (LP Duo) and engineer Dragan Novković with his students, write about the challenges they faced when creating a new hybrid keyboard instrument that enabled us to "hear" the quantum world for the first time, and in the concluding text on this topic, physicist Chiara Marletto examines the aesthetic implications of quantum music.

As a coordinator of the Quantum Music project, I am grateful to the Creative Europe programme for recognising the innovativeness and importance of such an interdisciplinary research in the field of art and science, as well as the Ministry of Culture and Information of the Republic of Serbia and Creative Europe Desk for their financial, logistical and media support. I owe special gratitude to the partners on the project, whose devotion contributed to its successful realisation.

Articles published in the section *Varia* deal with topics important for Serbian music. Vanja Spasić writes about the status of opera artist and self-management in the Belgrade National Theatre during the 1970s and the 1980s, while historians Đorđe Đekić and Miloš Pavlović illuminate the activity of the early seventh-century Byzantine historiographer Theophylact Simocatta. As part of an effort to acknowledge the work of fellows of the Serbian Academy of Sciences and Arts in each issue of the journal, Selena Rakočević writes about sisters Ljubica and Danica Janković and their attitude towards the application of Kinetography Laban (Labanotation).

The section *Scientific Reviews and Polemics* contains four reviews, as well as a Letter to the Editor – a comment on the topic of *Urban Sound Ecology* (published in No 22 of this journal) by the associates of the Institute for Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia. We are pleased that the texts published in our journal attract the attention of readers from other disciplines, provoke reactions and encourage further research.

On behalf of the Editorial Board and my own, I would like to thank our peer-reviewers who gave a large number of suggestions and contributed to the final shaping of this volume. Also, I would like to thank our English and Serbian language editors Ivan Moody and Mirjana Nešić, and it is my pleasure to welcome a new member of our International Editorial Council, Danijela S. Beard (Cardiff University).

Belgrade, 15 June 2018
Dr Ivana Medić, Editor-in-Chief

TEMA BROJA
THE MAIN THEME
КВАНТНА МУЗИКА
QUANTUM MUSIC

CAN WE HEAR THE SOUNDS OF QUANTUM SUPERPOSITIONS?*

*Vlatko Vedral*¹

University of Oxford, Department of Physics
Centre for Quantum Technologies, National University of Singapore

Received: 26 April 2018

Accepted: 7 May 2018

Original scientific paper

ABSTRACT

In this article I explore the possibility of being able to hear the sound of a quantum superposition of two sounds. What would it mean and is it feasible to explore performing an experiment that would allow us to test this notion?

KEYWORDS: quantum mechanics, superposition, sound, Schrödinger's cat

In an earlier exposition I argued that the idea that quantum mechanics applies to everything in the universe, even to us humans, can lead to some interesting conclusions (Vedral 2016; 2018a).² I will repeat part of the argument already presented in that article, simply for the sake of completeness, and then apply it to the question of hearing the sound of superpositions.

Consider David Deutsch's variant of the Schrödinger cat thought experiment (Deutsch 1986: 204–214) that builds on Eugene Wigner's ideas (Wigner 1961). Suppose that a very able experimental physicist, Alice, puts her friend Bob inside a room with a cat, a radioactive atom and cat poison that gets released if the atom decays. The point of having a human there is that we can communicate with him. As far as Alice is concerned, the atom enters into a state of being both decayed and not decayed, so that the cat is both dead and alive (this is where Schrödinger stops).

* The author acknowledges funding from the National Research Foundation (Singapore), the Ministry of Education (Singapore), the Engineering and Physical Sciences Research Council (UK), the Templeton Foundation, the Leverhulme Trust, the Oxford Martin School, and Wolfson College, University of Oxford. This research is also supported by the National Research Foundation, Prime Ministers Office, Singapore under its Competitive Research Programme (CRP Award No. NRF-CRP14-2014-02) and administered by the Centre for Quantum Technologies, National University of Singapore.

1 vlatkovedral@gmail.com

2 A much less formal exposition of the same was presented in: Vedral 2011.

Bob, however, can directly observe the cat and sees it as one or the other. This is something we know from everyday experience: we never see dead and alive cats. To confirm this, Alice slips a piece of paper under the door asking Bob whether the cat is in a definite state. He answers, “Yes, I see a definite state of the cat”.

At this point, mathematically speaking, the state of the system has changed from the initial state

$$|\Psi\rangle = |\text{no-decay}\rangle |\text{poison in the bottle}\rangle |\text{cat alive}\rangle |\text{Bob sees alive cat}\rangle |\text{blank piece of paper}\rangle \quad (1)$$

to the state (from Alice’s global perspective)

$$|\Psi_{1/2}\rangle = (|\text{decay}\rangle |\text{poison released}\rangle |\text{cat dead}\rangle |\text{Bob sees dead cat}\rangle + |\text{no-decay}\rangle |\text{poison still in the bottle}\rangle |\text{cat alive}\rangle |\text{Bob sees alive cat}\rangle) \otimes |\text{paper says: yes, I see a definite state of the cat}\rangle \quad (2)$$

I am assuming that, because Alice’s laboratory is isolated, every transformation leading up to this state is unitary. This includes the decay, the poison release, the killing of the cat and Bob’s observation - Alice has a perfect quantum coherent control of the experiment.

Note that Alice does not ask whether the cat is dead or alive because for her that would force the outcome or, as some physicists might say, “collapse the state” (this is exactly what happens in Wigner’s version, where he communicates the state to a friend, who communicates to another friend and so on). She is content observing that Bob sees the cat either alive or dead and does not ask which it is. Because Alice avoided collapsing the state (in other words, she did not get entangled to her experiment), quantum theory holds that slipping the paper under the door was a reversible act. She can undo all the steps she took since each of them is just a unitary transformation. In other words, the paper itself also does not get entangled to the rest of the laboratory.

When Alice reverses the evolution, if the cat was dead, it would now be alive, the poison would be in the bottle, the particle would not have decayed and Bob would have no memory of ever seeing a dead cat. If the cat was alive, it would also come back to the same state (everything, in other words, comes back to the starting state where the atom has not decayed, the poison is in the bottle, the cat is alive and Bob sees alive cat and has no memory of the experiment he was subjected to).

And yet one trace remains: the piece of paper saying “yes, I see a definite state of the cat.” Alice can undo Bob’s observation in a way that does not also undo the writing on the paper. The paper remains as proof that Bob had observed the cat as definitely alive or dead half way through the experiment. (Note that I remain interpretation neutral. A Many Worlds³ supporter would say that there are two copies of Bob,

3 [The Many-Worlds Interpretation (MWI) of quantum mechanics holds that there are many worlds which exist in parallel at the same space and time as our own. (Everett 1957; Deutch 1997).] (*Ed.*)

one that observes a dead cat and one that sees alive cat; a Copenhagen⁴ or Quantum Bayesian⁵ supporter could say that relative to one state of Bob the cat is dead, while, relative to the other, it is alive – either way, supporters of any interpretation ought to make the same predictions in this experiment).

However, before reversing the evolution (and after Alice receives a communication from Bob that he sees a definitive outcome), Alice can actually communicate with Bob again (the first communication being Alice's question whether Bob sees a definite state). This time she says to him (by slipping another piece of paper under the door): "From your reply I know you see a definite outcome, but I am now telling you that you are nevertheless in a superposed state of seeing both outcomes. Or, more precisely, there is a version of you (or of your consciousness or whatever) that sees the cat dead and one that sees the cat alive" (something similar was discussed in: Albert 1992). Even better, if Bob is himself a quantum physicist, Alice could just write down the equation describing the state of the laboratory on the same piece of paper. This equation would just be the same as Eq. (2).

Bob, if he trusts Alice (and why shouldn't he? – she is both a good friend and a good physicist), might be shocked. He might think "I see a definitive outcome, so how can I still be in a superposition?" This sounds like a double slit experiment in which each particle goes through only one slit at a time and yet we obtain an interference pattern at the end. This would be a clear violation of the Uncertainty Principle.⁶

The answer to this apparent conundrum is, of course, that Bob is not in a superposition. Rather, he is entangled to the cat and the poison and the decayed atom, exactly as above. And, being maximally entangled to something means not being in a superposition but in a mixed state. So Bob now knows he exists in two different "worlds" (or rather, each version knows about the other), yet each of the two versions of him feels as though they are safely operating within one world only. Note that even though this language sounds "manyworldish", what we are discussing is simply

4 [Today the Copenhagen interpretation is mostly regarded as synonymous with indeterminism, Bohr's correspondence principle, Born's statistical interpretation of the wave function, and Bohr's complementarity interpretation of certain atomic phenomena (Faye 2014).] (*Ed.*)

5 [Quantum Bayesianists maintain that rather than (either directly or indirectly) representing a physical system, a quantum state represents the epistemic state of the one who assigns it concerning that agent's possible future experiences. It does this by specifying the agent's coherent degree of belief (credence) in each of a variety of alternative experiences that may result from a specific act the agent may perform (Fuchs 2010).] (*Ed.*)

6 [One striking aspect of the difference between classical and quantum physics is that whereas classical mechanics presupposes that exact simultaneous values can be assigned to all physical quantities, quantum mechanics denies this possibility, the prime example being the position and momentum of a particle. According to quantum mechanics, the more precisely the position (momentum) of a particle is given, the less precisely can one say what its momentum (position) is. This is (a simplistic and preliminary formulation of) the quantum mechanical uncertainty principle for position and momentum (Hilgevoord and Uffink 2016).] (*Ed.*)

an experimental question. All interpretations of quantum physics will have to agree on the outcome, albeit they might be using different jargon to describe the situation.

In fact, Alice can perform measurements to confirm that Bob is in the entangled state in Eq. (2) without collapsing the state, and then send the experimental results to Bob to dispell any doubts (of course, Bob would have to trust her that she performed the relevant experiments and that the results he has received from her are indeed genuine).

Let's now apply this scenario to sound. The decaying atom, instead of triggering poison, now triggers a sound. If the atom has not decayed, it triggers another sound. In the above experiment, Bob now listens to it and splits into two. In one branch he hears one of the two sounds, while in the another one, he hears the other of the two sounds. All the above steps can then be repeated in direct analogy with the cat. But can this ever be tested?

I do not know the answer to this, but suppose that the two sounds are stored in our brain as two distinct quantum states. Admittedly, these states could be very complex, in the sense of involving many atoms and interactions between them.⁷ If so, this could maybe give us a small window of opportunity to be able to do something like Alice. We could perhaps confirm that Bob hears a definitive sound and then possibly undo this observation (providing we understand enough about how it is stored), thereby demonstrating that Bob has heard two sounds at the same time (each of the two versions of him hearing the corresponding sound in two branches of the total quantum state). This seems closest to what quantum physics would allow us to do when it comes to hearing two sounds at the same time.

LIST OF REFERENCES

- Albert, David Z. (1994) *Quantum Mechanics and Experience*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- Deutsch, David (1986) "Three experimental implications of the Everett interpretation." In: Roger Penrose and Chris J. Isham (eds.), *Quantum Concepts of Space and Time*. Oxford: The Clarendon Press, 204–214.
- Deutch, David (1997) *The Fabric of Reality*. New York: Viking Press. (Ed.)
- Everett, Hugh III (1957) "The Many Worlds Interpretation of Quantum Mechanics." PhD dissertation. Princeton University, <https://www-tc.pbs.org/wgbh/nova/manyworlds/pdf/dissertation.pdf> (Ed.)
- Faye, Jan (2014) "Copenhagen Interpretation of Quantum Mechanics." In: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2014 Edition), <https://plato.stanford.edu/archives/fall2014/entries/qm-copenhagen/> (Ed.)
- Fuchs, Christopher (2010) "QBism, the Perimeter of Quantum Bayesianism." *arXiv.org*, Cornell University Library, <https://arxiv.org/pdf/1003.5209.pdf> (Ed.)

7 I discuss related questions at greater length in: Vedral 2018b.

- Hilgevoord, Jan and Uffink, Jos (2016) "The Uncertainty Principle." In: Edward N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Winter 2016 Edition), <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/qt-uncertainty/> (Ed.)
- Vedral, Vlatko (2011) "Living in a Quantum World." *Scientific American* 304, 38–43. DOI:10.1038/scientificamerican0611-38
- Vedral, Vlatko (2016) "Observing the Observer." *arXiv.org*, Cornell University Library, <https://arxiv.org/pdf/1603.04583.pdf>
- Vedral, Vlatko (2018a) "Observing the Observer II: Can I know I am in a superposition and still be in a superposition?" *arXiv.org*, Cornell University Library, <https://arxiv.org/pdf/1803.03523.pdf>
- Vedral, Vlatko (2018b) *From Micro to Macro. Adventures of a Wandering Physicist*. Singapore: World Scientific.
- Wigner, Eugene Paul (1961), "Remarks on the mind-body question." In: Irwing John Good (ed.), *The Scientist Speculates*. London: Heinemann, 284–302.

ВЛАТКО ВЕДРАЛ

ДА ЛИ ЈЕ МОГУЋЕ ЧУТИ КВАНТНУ СУПЕРПОЗИЦИЈУ?

(САЖЕТАК)

У овом чланку истражујем да ли је могуће чути квантну суперпозицију два звука. Шта би то, заправо, значило и да ли би имало смисла спровести експеримент који би нам омогућио да тестирамо ову замисао? Након описа једног могућег експеримента који се одвија у квантној лабораторији, а чији су протагонисти двоје квантних физичара, Алис и Боб, примењујем исти сценарио на звук. Можемо замислити да су два звука усклађена у нашем мозгу као два различита квантна стања. Ова стања могу бити веома сложена, у смислу да садрже велики број атома и могућих интеракција између њих. Можда бисмо могли да потврдимо да Боб заиста чује неки звук, а затим да вратимо уназад читав поступак, демонстрирајући том приликом да је Боб чуо два различита звука у исто време (свака од две верзије Боба чује одговарајући звук у два засебна огранка тоталног квантног стања). Овако се највише приближавамо ономе што квантна физика може да нам понуди по питању истовремене чујности два звука.

Кључне речи: квантна механика, суперпозиција, звук, Шредингерова мачка

PROGRAMMING GATE-BASED HARDWARE QUANTUM COMPUTERS FOR MUSIC

*Alexis Kirke*¹

University of Plymouth, School of Humanities and Performing Arts

Received: 17 April 2018

Accepted: 7 May 2018

Original scientific paper

ABSTRACT

There have been significant attempts previously to use the equations of quantum mechanics for generating sound, and to sonify simulated quantum processes. For new forms of computation to be utilized in computer music, eventually hardware must be utilized. This has rarely happened with quantum computer music. One reason for this is that it is currently not easy to get access to such hardware. A second is that the hardware available requires some understanding of quantum computing theory. This paper moves forward the process by utilizing two hardware quantum computation systems: IBMQASM v1.1 and a D-Wave 2X. It also introduces the ideas behind the gate-based IBM system, in a way hopefully more accessible to computer-literate readers. This is a presentation of the first hybrid quantum computer algorithm, involving two hardware machines. Although neither of these algorithms explicitly utilize the promised quantum speed-ups, they are a vital first step in introducing QC to the musical field. The article also introduces some key quantum computer algorithms and discusses their possible future contribution to computer music.

KEYWORDS: quantum computer music, algorithms, D-Wave

INTRODUCTION: QUANTUM COMPUTING

Why Quantum Computing? The typical answer is speed. Quantum mechanics models the world by considering a physical state as a sum of all its possible configurations. For example, the physical state of an electron is modeled as a weighted sum of a large number of vectors (called eigenvectors), each of which represents something that could possibly happen in the physical world. This sum of vectors varies over

¹ alexis.kirke@plymouth.ac.uk

time as the electron's state changes. When the electron's state is measured at a particular time in the lab, the result will be one of the vectors. Performing an operation on a physical state in quantum mechanics thus means operating on a large number of configurations simultaneously. This natural parallelism, when combined with a property known as entanglement, provides the potential for calculations whose speed far exceed those of classical computers. Certain quantum algorithms have been shown to be orders of magnitude faster than their classical versions (Shor 2006).

Another feature of quantum mechanics is its probabilistic nature. The results of measurements on an electron in general cannot be predicted with certainty. Quantum mechanics simply provides a means to calculate the probability of the electron being in a certain state. Surprising results emerge from this. In classical physics if an electron is fired at a sufficiently strong electromagnetic barrier, it will fail to penetrate it. In quantum mechanics, there is a small probability that it will be observed on the other side of the barrier. This is known as quantum tunneling. In quantum computing this tunnelling becomes relevant when building quantum annealers. Annealers can be thought of as traversing a fitness landscape looking for the global minimum. One main weakness is that the solver can get trapped in a local valley – i.e. it thinks it's at the bottom of a valley, but in fact just over the hill is a much deeper valley. However the solver can not "see" it, because of the hill. In the quantum version of this algorithm, the quantum solver can tunnel through the mountain to the lower valley, leading to potential speed-ups in solving (Neven 2016).

The non-deterministic nature of quantum computing is another reason to examine it from an artistic point of view. Artistic algorithms have utilized pseudo-random algorithms since the first computer arts up to some of the most recent. This is because randomness helps to prevent the algorithm getting stuck in an attractor or producing repeated uninteresting output. Many computer artists prefer to use complexity algorithms rather than randomness, to avoid these pitfalls – for example cellular automata. However, at the heart of many of these systems is a pseudo-random choice still. The same parameters will create the same result. So the parameters of the complex algorithm are sometimes pseudo-randomized. It has been argued that the human brain itself is at many levels non-deterministic as well as complex. Quantum computing is not pseudo-random. It is random. Like the brain may have, and many of the complexity arts algorithms, it has randomness at its heart. A quantum algorithm for which there is an expected deterministic result needs to be run multiple times to get a final output. The final output is some averaging of all the intermediate outputs. Such a form of computation provides a new way of thinking about computer arts. Rather than trying to create complexity and randomness from determinism – as in classical computing, quantum computing requires us to build determinism and complexity from randomness. The implications of this reversal of thinking for the arts are hard to imagine at this stage, but must be investigated.

It is the concept of hard-to-imagine implications that further drives research in quantum computer arts and quantum computer music. Quantum computing is, to a degree, a solution looking for a problem. Three main potentially useful algorithms have been identified, but have only been implemented in a limited sense. Developing quantum algorithms requires a new way of thinking: rotations in complex vector

spaces, probabilistic results, entanglement and superposition. But it must be asked: what are the implications of this way of thinking for the arts? We can only begin to answer these question by starting to apply basic quantum algorithms to the arts.

The structure of this article will be to provide an overview of related work. Then gate-based quantum computing will be introduced, and the algorithm GATEMEL. Finally this system will be combined with a D-WAVE quantum annealer to create the system qGEN: the first hybrid hardware quantum computer music system.

RELATED WORK

Most previous designs for performances and music involving quantum mechanical processes have either been metaphorical, based on simulations (online or offline), or – in the case of actual real-time physics performances – not directly concerned with quantum effects.

In terms of offline simulations, the most closely related to this chapter is the web page *Listen to Quantum Computer Music* (Weimer 2010). Two pieces of music are playable online through MIDI simulations. Each is a sonification of two key quantum computation algorithms. The offline sonification of quantum mechanics equations have also been investigated by Sturm (2000; 2001) and O’Flaherty (2009), with the third being an attempt to create a musical signature for the Higgs Boson at CERN before its discovery. Another paper defines what it calls Quantum Music (Putz and Svozil 2017), though once again this is by analogy to the equations of quantum mechanics, rather than directly concerned with quantum physics. Certain equations of quantum mechanics have also been used to synthesize new sounds (Cadiz and Ramos 2014). The orchestral piece *Music of the Quantum* (Coleman 2003) was written as an outreach tool for a physics research group, and has been performed multiple times. The melody is carried between violin and accordion. The aim of this was as a metaphor for the wave particle duality of quantum mechanics, using two contrasting instruments.

The most impressive quantum simulation performance has been *Danceroom Spectroscopy* (Glowacki et al. 2012) in which quantum molecular models generate live visuals. Dancers are tracked by camera and their movements treated as the movement of active particles in the real-time molecular model. Thus the dancers act as a mathematically accurate force field on the particles, and these results are seen in large scale animations around the dancers.

There have been performances and music that use real-world quantum-related data. However most of these have been done offline, rather than using physics occurring during the performance. These include the piece *Background Count*: a pre-recorded electroacoustic composition that incorporates historical Geiger counter data into its creation (Brody 1997). Another sonification of real physics data done offline was the LHChamber Music project (Anon. 2014). It was instrumented for a harp, a guitar, two violins, a keyboard, a clarinet and a flute. Different instruments played data from different experiments. Flute and guitar were CMS, Clarinet and Violin I were ATLAS, Violin II was LHCB, Piano was ALICE, and harp was CCC.

The first real-time use of subatomic physics for a public performance was *Cloud Chamber* (Kirke 2011). In *Cloud Chamber* physical cosmic rays are made visible in real-time, and some of them are tracked by visual recognition and turned in to sound. A violin plays along with this, and in some versions of the performance, the violin triggered a continuous electric voltage that change the subatomic particle tracks, and thus the sounds (creating a form of duet). *Cloud Chamber* was followed a few years later by a CERN-created system which worked directly, without the need to use a camera. Called the *Cosmic Piano* it detects cosmic rays using metal plates and turns them into sound (Culpan 2015). The previous two discussed performances were live, and the data was not quantum as such. It was quantum-related in that the cosmic rays and cloud chambers are subatomic quantum processes. But they do not incorporate actual quantum computation in their music.

The first use of hardware quantum computers to make music was the algorithm qHARMONY (Kirke 2016) which was implemented on an adiabatic quantum computer and also utilized in a live music performance with a mezzo-soprano.²

In this paper I will present qGEN which is the first designed from the ground-up QC music algorithm using both adiabatic and gate-based quantum computers.

MUSIC AND GATE-BASED QUANTUM COMPUTERS

Gate-based quantum computers are the most well-known, but least commercially developed quantum computers. One gate-based quantum computer is available commercially, a 17 qubit machine by IBM. But even this is a commercial proof-of-concept rather than retail quantum computing. In this section some results of music generation with a hardware gate-based QC are presented. The promise of gate-based quantum computers is, although they are not yet available, they have been theoretically demonstrated to be incredibly powerful. Gate-based QCs utilize many of the elements familiar to those who know about traditional computation – for example NOT-type logic gates. However they are also more complex in that the advantages of the gate-based approach over the classical requires some mathematical understanding of complex vector spaces and linear algebra. This article will endeavor to introduce the concepts to a broader audience using the simplest possible music generation system.

I will start by introducing the quantum gates that will be used. The system GATEMEL will be implemented in IBMQASM. This language can be used by expert users to access a small hardware quantum computer.

FIVE QUBIT COMPUTER

The equivalent to the basic unit of classical computation – the bit – in quantum computing is the qubit. A qubit is a quantum bit. As was mentioned the quantum

² Alexis Kirke and Juliette Pochin, “Superposition“ <https://www.youtube.com/watch?v=S5hU4oMWag>

electron is a sum of all its possible states, and only a measurement shows which state it is in. Similarly a qubit is a weighted combination of both possible bit values: 0 and 1. The precise value of a qubit is not known until measured by something outside of the quantum system.

The IBM quantum computer used in this paper is a 5 qubit system. It is housed in a large dilution refrigerator, supported by multiple racks of electronic pulse-generating equipment. The qubits used are known as fixed-frequency superconducting transmon qubit, and are Josephson-junction based to reduce noise effects. They use fixed-frequency qubits to minimize sensitivity to external magnetic field fluctuations that could corrupt the quantum information.

The superconducting qubits are made on silicon wafers with superconducting metals such as aluminium and niobium. The processor is contained in a printed circuit board package shielded within a light-tight, magnetic-field shielding can. The dilution refrigerator cools the device down to around 15 milliKelvin. It works by circulating a mixture of two Helium isotopes. Electromagnetic impulses at microwave frequencies are sent to the qubits through coaxial cables with a particular phase, duration, and frequency. These enact the quantum gates.

To measure the qubits, each is coupled to a microwave resonator. A microwave tone is sent to the resonators, and the qubits state can be retrieved from the phase and amplitude of this reflected signal. Signals in the resonator are amplified within the dilution refrigeration layers: a quantum-limited amplifier at 15 mK, and a high-electron mobility transistor amplifier at 4K. The system is re-tuned three times a day, which takes up to an hour.

The IBM gate-based computer has topological limitations. Specifically the only controllable connectivity between qubits is via qubit 4. So qubit 4 is connected to qubits 0, 1, 2 and 3; but none of 0,1,2,3 are connected to each other. This also needs to be taken into account when designing GATEMEL. The gates which make up GATEMEL are now introduced, which also provides an introduction to gate-based QC.

Despite the simplicity of the IBMQASM 1.1 system, it has been used for practical quantum computing research, for example Google's post-quantum cryptography (Malloy et al 2016).

QUANTUM STATES AND GATES

The general form of a simple qubit, the weighted sum of states, is written in the form:

$$q = a|0\rangle + b|1\rangle$$

where a and b are the weights. $|0\rangle$ and $|1\rangle$ are known as 'kets' and represent vectors in a complex vector space. This is called a superposition of a 0 and a 1 state. The axioms of quantum mechanics say that the probability of measuring the qubit as 0 is $|a|^2$ and the probability of measuring the qubit as 1 is $|b|^2$. This is as much as we can know about this qubit. So QC is essentially non-deterministic. In fact the

non-determinism is deeper than that. It has been shown that this non-determinism is not because there are hidden factors we are not taking into account. For example, the bizarre orbits of the planets around the earth were eventually explained and simplified by the knowledge that they were orbiting around the sun not the earth. There are no properties of the qubit or its surrounding system (usually called 'hidden variables') which would enable us to 100% determine the qubit's measured value before measuring.

A quantum computing system with two qubits would actually be represented by:

$$Q = a|00\rangle + b|01\rangle + c|10\rangle + d|11\rangle$$

Quantum mechanics once again says that the probability of measuring $|00\rangle$ (both qubits 0) is $|a|^2$ and of $|01\rangle$ is $|b|^2$ and so forth. Quantum "gates" act on qubits. One of the fundamental quantum gates is the CNOT gate, where:

$$\text{CNOT}(Q) = a|00\rangle + b|01\rangle + c|11\rangle + d|10\rangle$$

Comparing the weights, it can be seen that CNOT swaps around the c and d coefficients. To understand this more clearly, look at the truth table in Table 1 below for a classical CNOT gate. A classical CNOT gate is similar to an exclusive-or gate (XOR) but unlike the XOR is reversible. This reversibility is achieved by having two outputs (which can be used to reconstruct the input) and is key to all quantum gates, the reasons for which are outside the scope of this article. A CNOT can also be viewed as the A input controlling the B output: if the A input is one it switches on a NOT gate acting on B, otherwise the B signal just passes through unchanged.

In essence all rows of the truth table are acting simultaneously in the quantum version, with the first digit in each ket is A and the second digit in each key is B. It is the CNOT gate that allows two qubits to be entangled. The concept of entanglement is beyond the scope of this article, but has been discussed in detail in relation to sonification and computation (Kirke and Miranda 2017).

In A	In B	Out A	Out B
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	0	0

Table 1. Classical CNOT truth table

A convenient way of writing qubits and gates is in vector / matrix notation. This will simplify our discussion moving forwards, as the key elements that matter in the gate processing are how the coefficients a, b, c, etc of the qubits change. $q = a|0\rangle + b|1\rangle$ is written as the vector:

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$$

and $Q = a|00\rangle + b|01\rangle + c|10\rangle + d|11\rangle$ as the vector:

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix}$$

Then the CNOT gate can be written as:

$$CNOT = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

for the following reason. By standard matrix multiplication, if CNOT multiples Q , the result gives the same weightings as the CNOT definition from earlier. The coefficients c and d are swapped around:

$$CNOT(Q) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a \\ b \\ d \\ c \end{bmatrix}$$

Another fundamental gate is the Hadamard gate. Unlike CNOT – it has no classical equivalent because it can result in qubits which have two values simultaneously. In matrix form it is:

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

It can be thought of as a gate that transforms a single qubit into a superposition of qubits because:

$$H|0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right) = \frac{|0\rangle + |1\rangle}{\sqrt{2}}$$

$$H|1\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right) = \frac{|0\rangle - |1\rangle}{\sqrt{2}}$$

This reason for the $\sqrt{2}$ is to ensure that putting a qubit through a Hadamard gate and then another Hadamard gate will output the original qubit. This is useful and important for further development. As an aside, it is interesting to note that if another quantum gate, the Rotational R gate, is added to the set of the CNOT and the Hadamard, then the three make a universal quantum gate set. In the same way that NAND gates can be used to build any classical function, these three gates can be used to build any quantum function. An R gate has an exponential term as one of its matrix entries. This R-gate is not used in GATEMEL, the algorithm introduced here. However the Hadamard and the CNOT are. However there is one final gate that needs to be added to create GATEMEL. It is called the Pauli X gate:

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

It is the quantum equivalent of a NOT gate because:

$$X(|0\rangle) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = |1\rangle$$

$$X(|1\rangle) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = |0\rangle$$

$$X(a|0\rangle + b|1\rangle) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix} = b|0\rangle + a|1\rangle$$

The commands for these gates in the IBMQASM language are x (NOT), cx (CNOT) and h (Hadamard), and qubits in IBMQASM are referenced as q[0], q[1], etc. for qubits 0 and 2 up to 4. Another key command is “measure”, which returns the result of physically measuring a qubit. All qubit inputs are set to |0> by default. Thus the IBMQASM:

measure q[0]

will return the value 0 from q[0] with high probability. In 1024 runs of this code on the hardware QC it returned 0 with 0.976 probability, and 1 with 0.024 probability.

The program:

```
x q[0]
measure q[0]
```

will return value 1 with high probability, since the input is always 0 and the *x* command is the bit-flipping Pauli X-gate. In 1024 runs of this code on the hardware QC it returned 1 with 0.962 probability, and 0 with 0.038 probability. In this case, the non-pure probabilities are a result of an imperfect quantum computer hardware implementation, due to what is known as decoherence. However, this implementation is state-of-the-art as of this writing.

Finally:

```
cx q[1], q[2]
measure q[1]
measure q[2]
```

will return the result of a CNOT of *q[1]* on *q[2]*. Since the input state is $|00\rangle$ to start, the measured output will be $|00\rangle$ with a high degree of probability. One run of 1024 examples lead to 00 with probability 0.979, 01 with probability 0.005, 10 with probability 0.007, and 11 with probability 0.009.

QUANTUM ANNEALING

As of the time of writing this article, there is only one company making quantum computers available for purchase. (Though IBM has made a commercial gate-based machine available on a timeshare basis.) These computers are based on adiabatic quantum computing (Albasha et al. 2015). An adiabatic quantum computer implements a form of computation reminiscent of connectionist computing: what is known as an Ising model (Lucas 2014). Ising models were originally used to describe the physics of a magnetic material based on the molecules within it. As well as electrical charge, each of these molecules has a property known as spin; their spin can be +1 or -1. An adiabatic quantum computer attempts to find spin values to minimize the total energy. The user sets the values of the connections between the simulated molecules so as to define the problem to be solved. Such a minimizer can be implemented using non-quantum hardware. However significant speedups are expected through the use of quantum hardware. Such hardware is now being sold by the Canadian company D-Wave.

On the face of it, it may not seem significant that quantum computers can be built to solve only this problem type. However over a period of 28 years, more than 10,000 publications came out in areas as wide as zoology and artificial intelligence on applications of the Ising model (Bian et al. 2010). Any problem that can be modeled using elements interacting pairwise with each other, and involves minimizing some measure of the interaction, has the potential for being modeled as an Ising problem.

There is an ongoing debate about how the D-Wave adiabatic computer truly functions and what speedup it can provide; but results indicated quantum effects occurring in subgroups of nodes in the computer and results by Google have claimed large speed increases for quantum hardware. As has been mentioned, this is thought by some to be due to quantum tunnelling (Katzgraber 2015). When searching for low energy states, a quantum system can tunnel into nearby states.

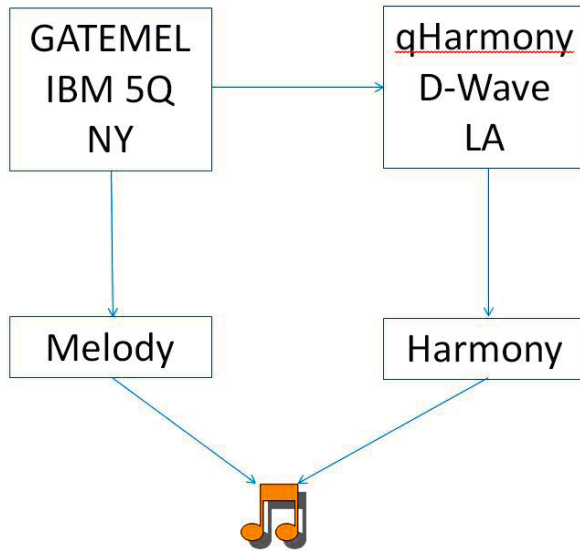


Figure 1. qGen architecture

QGEN

qGEN is a hybrid quantum algorithm using both hardware gate-based and adiabatic quantum computers. The gate-based algorithm is GATEMEL – the simplest possible gate-based quantum music algorithm. It has been used to generate simple melodies for media demonstration purposes.³ The adiabatic algorithm is qHarmony which, given a note, attempts to harmonize it (Kirke and Miranda 2017).

QGEN ON D-WAVE – QHARMONY

A basic harmony tool called qHarmony has been developed on a D-Wave 2X. It generates options for a set of white piano notes that can be constructed as a “reasonably“

3 Alexis Kirke, “Futureproofing.“ *BBC Radio 4*, <https://soundcloud.com/alexiskirke/alexis-kirke-talks-quantum-on-futureproofing-bbc-radio-4>

assonant chord, and which can harmonize a user-provided white piano note. The problem is approached by mapping the notes of the scale of C Major to qubits. The qubits connections in the D-Wave are designed so that qubits representing notes that are closer together on the keyboard, contribute to a higher energy than qubits representing notes that are further away from each other on the keyboard qHarmony is described in detail in (Kirke and Miranda 2017).

QGEN ON IBM 5Q – QHARMONY

When thinking about the simplest quantum computer music algorithm, it is useful to imagine a logic electronics engineer designing a melody generator back at the dawn of classical computers. For the simplest classical computation based melody algorithm, we can look back into computer music history where systems actually use pseudo-random number generators to “create music”, for example. A pseudo-random number generator is in effect a function of classical logical gates, memory and a timer. Anything simpler will only produce the same notes or the same pattern repeatedly. Constraints might be added, for example, by saying that tunes can’t have too long a rest, or too long a run of notes without a rest. This requires a more complex set of logic gates. But it is expressible.

When working with a small number of bits, it is simplest to encode relative up and down movement, rather than use multiple bits to encode larger numeric note values. To allow more interesting note movements, a two bit register can be used where the first bit is up or down, and the second bit is the size of the jump: 1 or 2 pitch degrees. Thus 00 would be down 1 degree, 01 down 2 degrees, 10 up 1 degree and 11 up two degrees. As already mentioned, melodies also have rests, there are not notes every metronome beat. So the system can have another bit to indicate play or don’t play a note.

The up or down and play note flags in classical computing would be based on a pseudo-random number generator. To repeat the above simplistic compositional constraint, it will be required that if the melody note played for the last two metronome beats, then there should be a rest for the next beat; whereas if the melody rested for the last two beats, it must play for the next beat. In classical computation the equations could be written as below. The first 3 are random number generators, the last three are the play note constraint:

```

Play_note_flag = PSEUDORANDOM_BIT
Pitch_direction = PSEUDORANDOM_BIT
Pitch_size = PSEUDORANDOM_BIT
Last_two_play_note_flags_equal = NOT(XOR(prev_play_note_flag,
prev_prev_play_note_flag))
Current_and_last_play_note_flags_equal = NOT(XOR(play_note_flag,
prev_play_note_flag))
Play_note_flag = CNOT(Play_note_flag, AND(Last_two_play_note_flags_equal,
Current_and_last_play_note_flags_equal))

```


So the last line flips the `play_note_flag` bit if it is the same as the last two flag values. Looking now at a quantum version, the non-deterministic element is given, without the need for pseudo-random number generation. It is truly random with no underlying hidden process. What is more complex is implementing constraints and memory. In GATEMEL the memory is implemented outside of the quantum computer. The gates can be implemented using those already introduced. To convert to a quantum system, the following needs to be observed. A NOT gate can be implemented using a Pauli X gate. An XOR and a CNOT gate are equivalent. And that randomness can be generated by creating a superposition of any input using a Hadamard and then observing it.

So the written version of GATEMEL has two input qubits labelled `prev_play_note_flag` and `prev_prev_play_note_flag`, and three output qubits labeled `pitch_change_direction`, `pitch_change_size` and `play_note_flag`. Note that the function `CNOT(a, AND(b,c))` is called a Toffoli gate. The equations are written in words as:

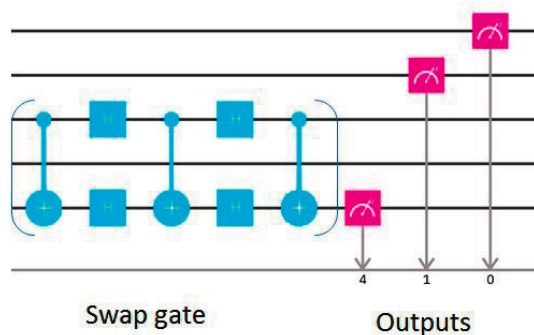
```
Pitch_change_direction = Hadamard(|0>)
Pitch_change_size = Hadamard(|0>)
Note_play_flag = Hadamard(|0>)
Note_play_flag = Toffoli(Note_play_flag, X(CNOT(prev_play_note_flag,
prev_prev_play_note_flag)), X(CNOT(play_note_flag, prev_play_note_flag)))
```

The three hadamard statements are essentially random number generators. `prev_play_flag` is the whether the previous pitch was played or not, 1 for player, 0 for not. `prev_prev_play_flag` is whether the note before that was played. Thus these equations have the effect that if the last two play note instructions were the same (both 0 or both 1) then the current note play flag is set to the opposite.

Simplifying these equations to make them more IBMQASM, and assuming the previous two `play_note` flags have been input on `q[2]` and `q[3]` we have:

```
q[0] = H(q[0])
q[1] = H(q[1])
q[4] = H(q[4])
q[4] = Toffoli(q[4], X(CNOT(q[3],q[2])), X(CNOT(q[3],q[4])))
```

Making this circuit useable in hardware IBMQASM requires a number of adjustments. In particular, the topology means that CNOTs can only be performed of the form `cx q[i], q[4]`. In other words all CNOTs must have `q[4]` as their second parameter. In fact, `CNOT(|q[i]q[j]>)` can be calculated as a function of `CNOT(|q[j]q[i]>)` using what is known as a change of basis. In essence the whole input is rotated around a complex vector space, CNOTed, and then rotated back. The Hadamard gate can be used to transform the state `|xy>` so that when it is put through a CNOT gate, and then Hadamard transformed again, it behaves as though it were `|yx>` in the CNOT gate. Hence the final hardware IBMQASM code for GATEMEL is in Table 2. It includes the Toffoli gate build, and the various change of bases:



QGEN EXAMPLE

The D-Wave 2X processor will now be used to generate a harmony for a simple note sequence generated by the `ibmqx2`. `qHarmony` is called at the start of each bar of a GATEMEL tune. Figure 3 shows an example output. An audio version can be heard on Soundcloud.⁴ The GATEMEL start note is middle C, and each beat is an eighth note. So if GATEMEL says not to play a note for 2 beats after a note has been played, then that last note played will go on for a dotted quarter. If GATEMEL says not to play a note for 1 beat after a note has been played, then that last note will go on for a quarter. Note that the half note in bar 1 of Figure 3 highlights the probabilistic nature of quantum computation. For a half-note to appear means that a new note is not being triggered for 3 beats in a row. This should be very low probability, as recall the circuit is designed to stop this happening, but it does occur this once.



Figure 3. Example `qGen` output

4 <https://soundcloud.com/alexiskirke/quantummelharm2>

The quality of music produced by qGen is not particularly high. There are two main reasons for this. The first is that only a 5 qubit and an 8 qubit system are used - to simplify this introduction to quantum programming (Kirke and Miranda 2017). For example - this limits the harmonies from the D-Wave to the 8 white notes. Such a constraint is rare in most mainstream composition. However, using more than 8 qubits on a D-Wave would have required much concentration on qubit connectivity issues in the D-Wave, rather than the quantum-related issues. The connectivity of the D-Wave 2X outside of 8 qubit segments is fairly complex.

The second reason – once again used for simplification purposes in an introductory paper – is that qGen takes no account of its previous harmonies and melodies when generating its next ones. For example if a composer uses an Am/C chord to harmonize a melody segment, then that choice of chord will affect the next chord. Not so in qGen.

qGen only takes advantage of one aspect of QC: its non-deterministic nature and ability to return multiple results. However the quantum part of the algorithm is so simple that it does not require the potential speed-ups available from quantum computers. The D-Wave 2X has over 1000 qubits available, and enters states of superposition and entanglement during its calculations. Even the simple 8 qubit algorithm above will have utilized these quantum states in coming to the results. In fact, despite the debates about how quantum effects occur in the D-Wave, it has been shown that entanglement does occur *at least* within the 8 qubit groups.

However a much more complex and constrained problem would be required to utilize all advantages of QC. Constraint-based and spectral composition, together with musical/sonic pattern matching algorithms are areas which may benefit from QC, due to their potential computational complexity. In essence, any complex musical problem that involves a database search, or can be fully or partially modelled as an Ising system, could benefit from quantum computation.

LIST OF REFERENCES

- Albasha, Tameem, Vinci, Walter, Mishra, Anurag, Warburton, Paul A. and Lidar, Daniel A. (2015) "Consistency tests of classical and quantum models for a quantum annealer." *Physical Review A* 91(4): 042314.
- Anon. (2014) "Scientists 'sonify' LHC data to Chamber Music." *ALICE Matters — A Large Ion Collider Experiment*, 30 October 2014, <http://alicematters.web.cern.ch/?q=content/node/776>
- Bian, Zhengbing, Chudak, Fabian, Macready, William G. and Rose, Geordie (2010) "The Ising model: teaching an old problem new tricks." *D-Wave Systems*, 30 August 2010, https://www.dwavesys.com/sites/default/files/weightedmaxsat_v2.pdf
- Brody, James (2003) "Background Count", for percussion and 2 channel electroacoustic. *Background Count. Electroacoustic Music by James Brody*. CD Innova 600116680624, <https://www.innova.mu/albums/james-brody/background-count>
- Cádiz, Rodrigo F. and Ramos, Javier (2014) "Sound Synthesis of a Gaussian Quantum Particle in an Infinite Square Well." *Computer Music Journal* 38(4): 53–67.

- Coleman, Jaz (2003) *Music of the Quantum*. New York: Columbia University, <http://musicofthequantum.rutgers.edu/musicofthequantum.php>
- Culpan, Daniel (2015) "CERN's 'Cosmic Piano' uses particle data to make music." *Wired*, 8 September 2015, <http://www.wired.co.uk/article/cern-cosmic-piano>
- Glowacki, David, Tew, Philip, Mitchell, Thomas and McIntosh-Smith, Simon (2012) "Danceroom Spectroscopy: Interactive quantum molecular dynamics accelerated on GPU architectures using OpenCL." *The fourth UK Many-Core developer conference (UKMAC 2012)*, Bristol, <http://eprints.uwe.ac.uk/18268/>
- Katzgraber, Helmut G. (2015) "Seeking Quantum Speedup Through Spin Glasses: Evidence of Tunneling?" *American Physical Society Meeting Abstracts* id. L53.005.
- Kirke, Alexis, Miranda, Eduardo, Chiamonte, Antonino, Troisi, Anna R., Matthias, John, Fry, Nicholas and McCabe, Catherine (2013) "Cloud Chamber: A Performance with Real Time Two-Way Interaction Between Subatomic Particles and Violinist." *Leonardo Journal* 46(1): 84–85.
- Kirke, Alexis (2016) *Superposition Symphony*. Port Eliot Festival, 29 July 2016, <https://porteliotfestival.com/wp-content/uploads/2016/07/Port-Eliot-Programme.pdf>
- Kirke, Alexis and Miranda, Eduardo R. (2017) "Experiments in Sound and Music Quantum Computing." In: Eduardo Reck Miranda (ed.), *Guide to Unconventional Computing for Music*. Cham: Springer, 121–157.
- Lucas, Andrew (2014) "Ising formulations of many NP problems." *arXiv.org*, Cornell University Library, preprint <https://arxiv.org/pdf/1302.5843.pdf>
- Malloy, Ian and Hollenbeck, Dennis (2016) "Inversions of New Hope." *arXiv.org*, Cornell University Library, preprint <https://arxiv.org/pdf/1608.04993.pdf>
- Neven, Hartmut (2016) "Quantum Annealing at Google: Recent Learnings and Next Steps." *American Physical Society (APS) Meeting Abstracts*, March 2016, <http://adsabs.harvard.edu/abs/2016APS..MARF45001N>.
- O' Flaherty, Eric (2009) "LHCsound: Sonification of the ATLAS data output." *Science & Technology Facilities Council — Small Awards Scheme*, <https://stfc.ukri.org/news/the-sounds-of-the-lhc/>
- Putz, Volkmar and Svozil, Karl (2017) "Quantum Music." *Soft Computing* 21(6): 1467–1471.
- Shor, Peter W. (2006) "Polynomial-Time Algorithms for Prime Factorization and Discrete Logarithms on a Quantum Computer." *SIAM Journal of Computing* 26(5): 1484–1509.
- Sturm, Bob L. (2000) "Sonification of Particle Systems via de Broglie's Hypothesis." In: Peter R. Cook (ed.), *Proceedings of the 6th International Conference on Auditory Display (ICAD2000)*, Atlanta, GA, April 2–5, 2000. Atlanta: Georgia Institute of Technology / International Community for Auditory Display, <https://smartech.gatech.edu/bitstream/handle/1853/50683/Sturm2000.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sturm, Bob L. (2001) "Composing for an Ensemble of Atoms: The Metamorphosis of Scientific Experiment into Music." *Organised Sound* 6(2): 131–145.
- Weimer, Heindrik (2010) "Listen to Quantum Computer Music." *Quantenblog*, <http://www.quantenblog.net/physics/quantum-computer-music>.

АЛЕКСИС КИРК

ПРОГРАМИРАЊЕ КВАНТНИХ РАЧУНАРА БАЗИРАНИХ НА УПОТРЕБИ ЛОГИЧКИХ
КОЛА ЗА ПОТРЕБЕ РАДА СА МУЗИКОМ

(САЖЕТАК)

Досад су забележени значајни покушаји да се једначине квантне механике користе за генерисање звука и да се озвуче симулирани квантни процеси. Али, за нове облике рачунања који би се користили у компјутерској музици, мора се употребити одговарајући хардвер. Ово се досад ретко дешавало са квантном компјутерском музиком, најпре зато што такав хардвер није широко доступан. Други разлог јесте околност да овакав хардвер захтева извесно познавање теорије квантног рачунарства. Овим чланком померамо овај процес унапред помоћу два хардверска квантна рачунарска система: IBMQASM v1.1 и D-Wave 2X. Такође уводимо неке идеје из IBM-овог система заснованог на логичким колима, на начин доступан рачунарски писменим читаоцима. Ово је презентација првог хибридног квантног компјутерског алгорита, који укључује две хардверске машине. Иако ниједан од ових алгоритама експлицитно не користи обећана квантна убрзања, они представљају виталан први корак у увођењу квантног рачунарства у поље музике.

Чланак започињемо кратким прегледом квантног рачунарства и указујемо како се оно може применити на подручју уметности. Следи истраживање претходних пројеката у којима су коришћени стварни или симулирани квантни процеси у музичким делима или извођењима. У следећем одељку се говори о најпознатијој врсти квантних рачунара, заснованих на логичким колима, и описује се хардвер једног од мањих квантних рачунара компаније IBM. Следи кратак увод у теорију квантног рачунарства; ове идеје су потом пројектоване на језик који користе IBM рачунари: IBMQASM.

Следећи одељак доноси кратак преглед друге врсте квантног рачунара који се користи: D-Wave. Детаљнији описи мог алгорита доступни су у другим чланцима на које се позивам. На крају је описан qGen: IBM генерише мелодију, а D-Wave је хармонизује. Фокус је на мелодијском алгоритму, пошто је алгоритам D-Wave описан у поглављу из књиге на коју реферирам. Развијен је “најједноставнији могући” мелодијски алгоритам, уз који је приложен и одговарајући пример.

Кључне речи: квантна компјутерска музика, алгоритми, D-Wave

THE MUSICAL MACH–ZEHNDER INTERFEROMETER*

*Andrew J. P. Garner*¹

Centre for Quantum Technologies, National University of Singapore -
Institute for Quantum Optics and Quantum Information, Vienna, Austrian
Academy of Sciences

Received: 30 April 2018

Accepted: 7 May 2018

Original scientific paper

ABSTRACT

The phenomenon of *interference* lies at the heart of quantum physics, and is responsible for many of the unusual aspects of quantum behaviour that deviate from our everyday expectations. Though classical physics allows for waves (e.g. of sound) to interfere, quantum theory allows for interference effects also to affect *single particles*. One device that demonstrates this experimentally is the *Mach–Zehnder interferometer*: here a single particle (e.g. a photon) travels down one of two possible paths, and quantum interference between the two paths affects the final position where the particle arrives. In this article, I propose a mechanism to musically demonstrate quantum single-particle interference: the musical Mach–Zehnder interferometer. This new *quantum musical instrument* makes use of two independently operated electronic keyboards, whose outputs are interfered according to the rules of the Mach–Zehnder interferometer. I discuss the musical possibilities this instrument enables, and outline a method to construct it via software simulation.

KEYWORDS: quantum physics, interference, Mach–Zehnder interferometer, new musical instrument

* This research is supported by the National Research Foundation, Prime Minister's Office, Singapore and the Ministry of Education, Singapore under the Research Centres of Excellence programme and the Centre for Quantum Technologies, NUS; as well as by the Foundational Questions Institute "Physics of the Observer" large grant FQXi-RFP-1614.

I am grateful for useful comments and illuminating discussions with Kim Helweg, Jenny Hogan, Sonja Lončar, Klaus Mølmer, Dragan Novković, Andrija Pavlović, Dule Petković, Felix Pollock, and Vlatko Vedral. I am especially thankful for the generous hospitality and friendship shown to me over the years by all involved in the Quantum Music project in Belgrade.

¹ music@ajpgarner.co.uk

SCIENTIFIC BACKGROUND

Sound travels through the air in waves of changing pressure. Suppose two monitor loudspeakers are generating pure tones of sound in a room with minimal acoustics. At some points in the room, the pressure waves arriving from each speaker line up such that both waves are at their maximum pressure. Here, the effect of the waves add together, and a louder sound is heard. There are also points in the room where the pressure of the wave from one speaker is at its maximum, and from the other speaker is at its minimum. In these places, the waves perfectly cancel out and no tone is heard at all.

This phenomenon is known as *interference*, and is one of the most important aspects of wave physics. When the two waves arrive together, they are said to be *in phase*, and this results in *constructive interference* – the waves add together to produce larger changes in pressure. On the other hand, when the two waves arrive to change the air in completely opposite directions, they are said to be *out of phase*, and this results in *destructive interference* – the overall effect is that no sound at all is heard. Whether the waves are in or out of phase depends on the relative lengths between the listener and each monitor.²

The mathematics of quantum theory (see, for example, Dirac 1930; Griffiths 1995) behave in much the same way – but with the added twist that the waves themselves are trickier to interpret. The Schrödinger equation, which lies at the core of quantum mechanics, itself is an equation for wave motion. Instead of the waves being disturbances of air pressure, or changes in electric field, they are waves of *probability*. Unlike classical mechanics, where every object (no matter how small) has a well-defined position and speed, this intuition does not extend to quantum mechanics. A quantum particle's position is only well defined when it is measured. The chance of finding a particle in a particular location is governed by these probability waves.³

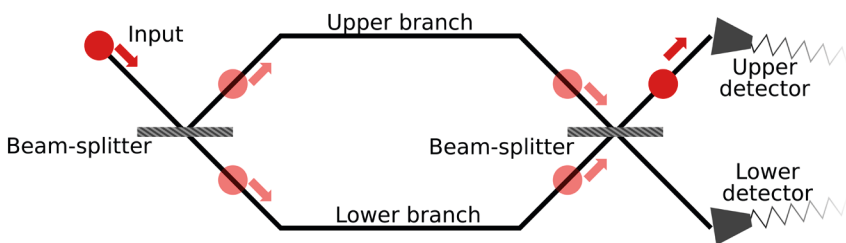


Figure 1. The Mach-Zehnder Interferometer. A particle enters from the left. The first beam-splitter places the particle into a quantum superposition, such that it travels down the upper and lower branches at the same time. At the final beam-splitter, the paths recombine and if the particle travels to the upper detector with certainty.

- 2 The same phenomenon occurs when using two microphones to simultaneously record an audio source. If the signals are in phase, constructive interference results in a “punchy” sound of the mixed signal. If they are out of phase, destructive interference thins the sound, as the two recordings cancel each other out.
- 3 The absolute square of the value of the wave-function gives the probability density.

One of the simplest physical set-ups that can demonstrate interference is the *Mach-Zehnder Interferometer* (MZI) (Zehnder 1891; Mach 1892) illustrated in Fig. 1. First consider the classical (non-quantum) version of this device, where a beam of light is input (light is itself a wave of electric and magnetic fields). At the heart of this device are *coherent beam-splitters* – semi-reflective mirrors that divide the light into separate beams that travel along the two branches of the interferometer. When the beams recombine at the second beam-splitter, depending on whether the light arrives in or out of phase, it will be steered into one detector or another. By choosing the length of the branches carefully, it is possible to guarantee that *all* the light goes into one detector, or with a different choice of length, that all the light goes into the other.

Interference behaviour may be contrasted to *incoherent mixing*. In this case, both beam-splitters randomly direct the light such that 50% goes one way, and 50% the other. Here, no matter what the relative length of the two branches, one always sees the same amount of light arriving at each detector (an equal amount) – phase has no effect on incoherent mixing.

The quantum version of the interferometer manifests when we consider a single particle travelling through it. Suppose one sends in a photon (a single particle of light). At the first beam-splitter, classical physics tells us that the particle should go randomly down one of the branches. However, quantumly, this is not what happens. Rather, the photon's behaviour here cannot be described like a particle, but must be treated instead as a wave of probability. After the first beam-splitter, these probability waves are equally divided, such that if one tried to measure the photon, it would be found on either side with equal probability. However, the particle itself is not on either side. It is now travelling down *both branches at the same time* – a phenomenon known as *quantum superposition*. This state of superposition is maintained so long as one does not measure which branch the particle is in.

When these waves of quantum probability meet again at the second beam-splitter, interference occurs. By controlling the relative length of the paths such that the probability waves arrive in phase, one can guarantee that the particle always ends up in one detector with certainty. (Likewise, engineering the path lengths so that the waves arrive out of phase ensure that the particle always arrives in the other detector with certainty). This is very counter-intuitive when considering the behaviour of classical particles: where a beam-splitter that equally divides the beam should always result in the particle being found equally likely in either detector. This difference in the behaviour between quantum and classical is the difference between coherent interference and incoherent mixing.

The Mach-Zehnder interferometer is intrinsically related to Deutsch's algorithm (Deutsch 1985; Deutsch and Jozsa 1992; Cleve et al. 1998) – one of the earliest algorithms to demonstrate the advantage of quantum computers over their classical counterparts. Here, one considers a function f that takes a binary input (0 or 1) and returns a binary output. Either both inputs 0 and 1 return the same output and the function is *fixed*, or each input results in a different output and the function is *balanced*. To determine whether the function is fixed or balanced using a classical computer, one would have to evaluate function with both inputs in turn, and then compare the

results. However, using a quantum computer, it is possible to ask both inputs *at the same time* and, using interference, recover whether the answers are the same or different in a single step.

This can be physically implemented using the Mach-Zehnder interferometer, described above. Suppose on each branch of the interferometer, there is a sealed box that either allows the particle to pass unimpeded, or extends the path (e.g. by adding a loop of fibre cable) that delays the transit of the particle down that branch. When the particle traverses through the system, if both boxes are empty, or both boxes contain a loop, then the probability waves arrive in phase, and the particle goes to the upper detector with certainty. On the other hand, if only one of the boxes contain a loop, the probability waves arrive out of phase, and the particle goes to the lower detector with certainty. As such, by sending a single particle through the device, one can tell whether the contents of the two boxes are the same (i.e. fixed) or different (i.e. balanced).

This is one of the most fundamental quantum algorithms, and a key motivation of the field of quantum information science. In the context of a project in which quantum ideas are applied to music, this is hence a natural set-up to explore musically.

THE MUSICAL INTERFEROMETER

How can the above concepts of interference be expressed musically? The wave example involving two pure tones (discussed in the previous section) technically follows this form. Practically, however, this is nearly impossible to engineer except for very boring sounds (sine waves) in carefully controlled environments. Consider if two violinists in an orchestra played the same note at the same time. No matter where one stood in the audience, the sound of one violin would never cancel out the other. This is because there is too much variation between the instruments themselves, and reflections of the sound off the floor, walls and ceiling of the room all contribute to randomizing the relative phase with which the sound waves arrive. As such, one only ever hears *incoherent mixtures* of sounds in the context of classical music.

As part of a project to demonstrate quantum phenomena musically,⁴ we want to engineer the desired behaviour of superposition and interference. Using electronic instruments, we can simulate this behaviour at a musical level, rather than a sound level: that is, pertaining to which notes are played and when, rather than the sound waves emitted. Two keyboards can be configured such that if the same note is played on both keyboards at the same time, no sound is produced (see fig. 2). Each keyboard behaves like a branch of the Mach-Zehnder interferometer, where a sound is only produced if the particle travels into the lower detector. Holding down a key on a keyboard is equivalent to inserting a loop of fibre into the associated branch (fig. 3). A note only sounds if the key is pressed on one and only one keyboard. Equivalently, this is a musical version of Deutsch's algorithm, whereby $f(o) = 0$ or 1 depending on

4 The Quantum Music project, co-financed by the EACEA within the programme *Creative Europe* (559695-CREA-1-2015-1-RS-CULT-COOP1). Cf. "Editor's Foreword" in this volume (Medić 2018: 11-12).

whether the key on the first keyboard is up or down respectively, and $f(1) = 0$ or 1 depending on the state of the key on the second keyboard. The output signal follows from the comparison of the two functions $f(0)$ and $f(1)$.

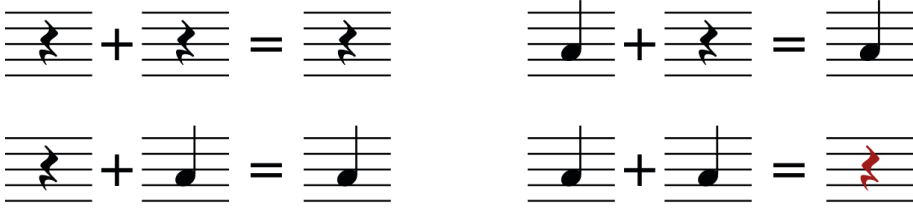


Figure 2. Musical interference. Each equation indicates the state of the key (down or up) on the two input keyboards, and the resultant output signal. A note is sounded if one and only one of the keyboards is playing it. This is equivalent to a logical exclusive-OR (XOR) operation performed at the level of notes. Interfered keyboards differ from a pair of classical pianos in that if both pianists play the same note at the same time, no sound is produced by the musical interferometer.

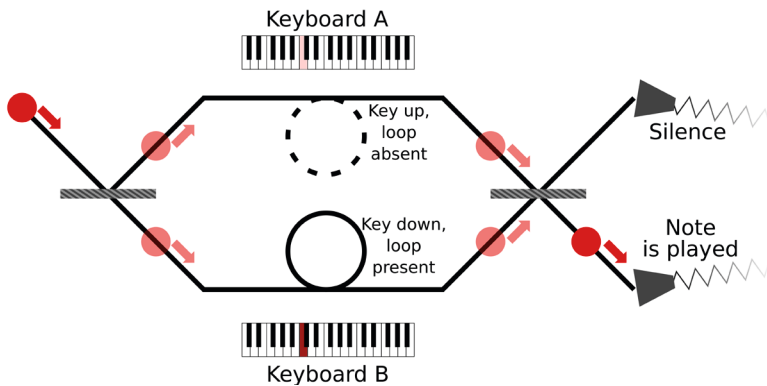


Figure 3: Musical Mach-Zehnder interferometer. At each branch of the Mach-Zehnder interferometer, a loop of fibre is either inserted or not depending on the state of a key on a keyboard located at that branch: down or up. The loop's length is chosen such that inserting one loop will put the two branches perfectly out of phase, whereas if both loops are inserted the paths are once more in phase. The detectors are configured so that if the lower detector is triggered, a note sounds, whereas no sound is emitted when the upper detector fires. Hence, the upper detector is triggered when neither or both keys are pressed, and the lower detector when only one of the keys are pressed. The resultant musical behaviour of this device is detailed in Fig. 2.

To extend this beyond a single note, one can configure each different musical key to independently interfere between the two keyboards (e.g. C₃ on one keyboard interferes with C₃ on the second, and likewise for every other pair of keys). Conceptually, this is like having a separate Mach-Zehnder interferometer for every musical key.

This opens up interesting compositional possibilities. Firstly, there will be *rhythmic interference* if the music for the two keyboards occasionally play notes at the same time. In this set-up, one rhythm could be played on one keyboard, and another on the second. When both are played at the same time, instead of hearing the two together, destructive interference results in a new tune with an entirely different

rhythmic character (see example in Fig. 4). One interesting emergent phenomenon of this type of interference is that two input rhythms that are on beat become syncopated if the note length varies between the two keyboards (see Fig. 5).

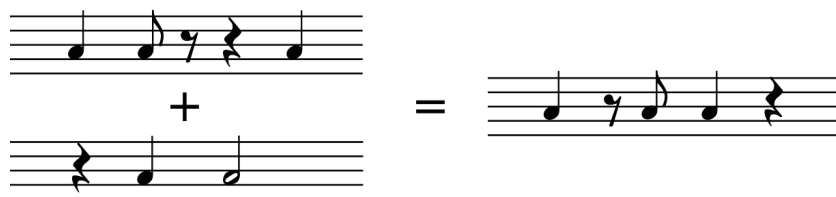


Figure 4: Rhythmic interference. A note only sounds when only one pianist is playing it. Two different rhythms, when played together, produce a new third rhythm.

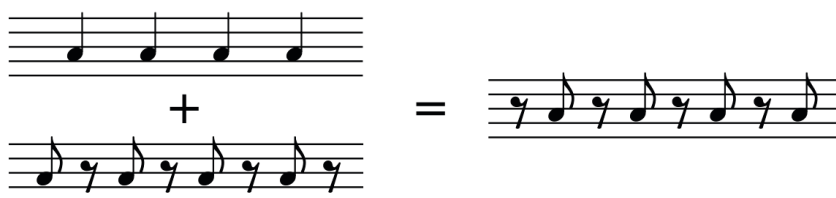


Figure 5: Emergent syncopation. Both keyboards can be played on the beat, but due to differing note-lengths, the pattern output will be syncopated.

There are also harmonic possibilities for interference, where two chords played on separate keyboards interfere to produce a new third chord. Suppose one keyboard plays C-major (C, E, G), and the other keyboard plays a C and B. The two C's destructively interfere such that the resultant chord actually sounded is E minor (E, G, B). (Further examples in Fig. 6.)



Figure 6: Harmonic interference. Common notes (highlighted in red) between two chords are eliminated, and a different chord is heard than that played by either pianist in isolation.

These two types (rhythmic and harmonic) of interference can be combined, such that a cadence may be split over two keyboards (whereby one keyboard plays the notes that resolve the chord played on the other), as drawn in Fig. 7.

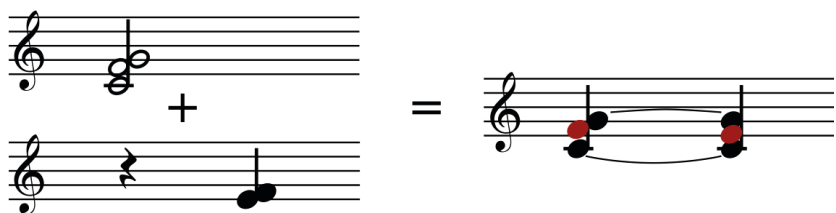


Figure 7: Distributed cadence. (Notes that change in the output are highlighted in red). The cadence begun on one keyboard can be resolved through the notes played on the second.

Finally, if the two keyboards are played together in perfect unison, then no sound whatsoever will be emitted from the interferometer.

IMPLEMENTATION

Schema

Having defined the effect of the musical Mach–Zehnder interferometer on notes, I now outline a mechanism by which it can be implemented with two piano keyboards. The most direct scheme to implement this instrument is drawn in Fig. 8.

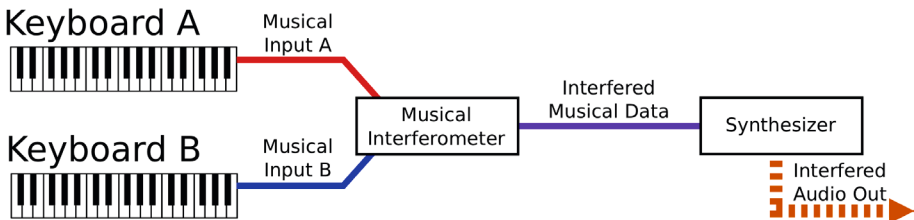


Figure 8. Instrument overview: direct scheme. The “musical interferometer” detailed in this document works by manipulating musical data (e.g. a MIDI stream). Two keyboards send signals on separate input channels to the musical interferometer. This interferometer converts these input streams to a single channel “interfered” output stream. The interfered output stream is then input to an independent synthesizer to be finally rendered into sound.

This proposal says nothing about the synthesization (notes to sound) aspect of the instrument. Rather, this instrument acts on the *musical* level, rather on the sound level, and sits in the signal chain in a similar position as an arpeggiator would: the unusual distinction here being that the interferometer takes in two inputs. The sound generation itself could be done by any synthesizer, e.g. software or hardware synthesizers, sampler, or possibly even exotic instruments from the Quantum Music project i.e. the hybrid piano (Novković et al. 2018).

The direct scheme of Fig. 8 is the simplest demonstration of interference. However, this scheme effectively collapses two instruments into one instrument with two controllers: once the notes have been processed by the interferometer, they cannot be assigned to as having originated from either keyboard. Moreover, from the very nature of the interference being simulated, there is no audible distinction between both keyboards playing the same note and no-one playing at all: as such, any calculated output could just as well have been played conventionally by a single player on a single keyboard.

As such in this direct scheme, the interfering behaviour is much more noticeable to those playing the keyboard (since the output is different from normal playing expectations) than it would be to the audience who only listen to the output. This makes this direct scheme trickier to use in the context of a piano duo concert – though it could be combined with clever visual aids (most straightforwardly making the pianists’ hands on their keyboards visible to the audience) to convey the concept

of interference. On the other hand, this scheme is ideal for an installation piece, where both keyboards are available for audience interaction. Alternatively, this could be combined with a piano soloist playing one input, and a limited audience wherein each audience member controls a separate second input – every member of the audience would then hear a different output (e.g. through headphones) resulting from their interference with the pianist.

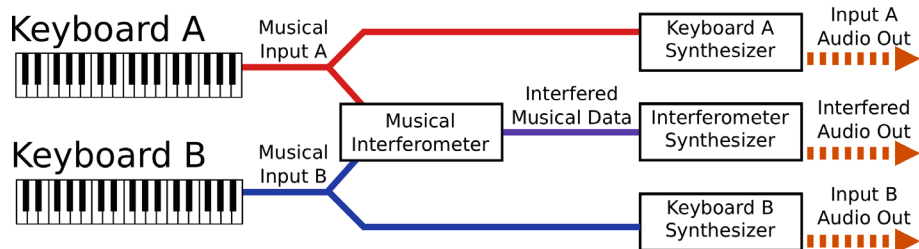


Figure 9. Instrument overview: hybrid scheme. In addition to the interfered output, in the hybrid scheme the two input channels are also directly rendered into sound, so that the audience can hear both the inputs and the interfered signal together.

An alternative *hybrid scheme* (see Fig. 9) is more suited for performance by piano duo. In this scheme, the input signals are *also* rendered into sound, alongside the interfered output. Here, the audience will hear three distinct instruments: two directly controlled by the performers, and one emergent from the interference between them. The sonic aspects of the three synthesizers can be chosen independently (for example, the two input signals could be rendered as grand piano sounds panned to left and right, while the interfered signal could be sent to a more obviously electronic synthesizer). This scheme can also be implemented semi-acoustically, through use of *hybrid pianos* – concert pianos which emit both MIDI data as well as functioning as acoustic instruments (Lončar and Pavlović 2018). Here, there is no need to explicitly render the two input signals into a sound using synthesizers, since this aspect of the music will have already been made audible by the piano's acoustic mechanism.

Implementation by MIDI manipulation

Finally, let us consider some more specific remarks on how the musical interferometer itself could be created using commonly-available musical technology, namely, Musical Instrument Digital Interface (MIDI).⁵ Here, one requires two MIDI-controller keyboards⁶ to send MIDI data on separate channels (e.g. channels 1 and 2) into a single computer that runs the *musical interferometer* program. The musical

5 MIDI Manufacturers Association Incorporated, "Summary of MIDI Messages," Table 1, <http://www.midi.org/techspecs/midimessages.php>

6 Equivalently, one could use the electronic output of the hybrid-piano mechanism (Cf. Novković et al. 2018).

interferometer program outputs a new MIDI stream, satisfying the rules outlined in the previous section. This interferometer program could be implemented as a Virtual Studio Technology (VST) plugin within a digital-audio workstation (DAW), or as a script in a DAW-specific programming language.⁷ The output of this plugin is will then also be MIDI data on a new channel (replacing the inputs channels in the direct scheme), which can either be fed directly into a software synth on the same computer, or send as MIDI out from the computer to be rendered into sound elsewhere (e.g. to a hardware synthesizer).

MIDI controllers send a digital signal whenever a key is pressed (**ON**) or released (**OFF**). This signal encodes information about which key is pressed, and the velocity with which the key was struck. There is no continuous broadcast of which keys are held down, which is why lost signals can sometimes result in “sticky notes” that do not end even when all keys on the keyboard are up.

To implement the musical interferometer, the following behaviour is required. The musical interferometer takes MIDI signals as its input, and must remember which keys are being held down on each keyboard. An MIDI signal is output from the interferometer whenever an input signal is received. When a **ON** is received from one keyboard, if the note is not held down on the other keyboard, then **ON** is output from the interferometer. If the note is down on the other keyboard, then **OFF** is output instead. If two **ON** signals for a note are received within the same time window, then no signal is transmitted. If **OFF** is received from one keyboard and if the note is held down on the other keyboard, then **ON** is output. On the other hand, if the note is not held down on the other keyboard, then **OFF** is sent. If two note release signals are sent within the same time window, then **OFF** is transmitted.⁸

Finally, some timing considerations need considering. Digital audio typically renders at 44,100 or 96,000 samples per second, and synthesizers handle inputs such as key presses or releases every 100–200 samples. This means the the length of time the system takes to respond to an input is extremely short (order of 1 mS) compared to human reaction times. In the context of this musical interferometer, this may result in unwanted notes being output for a very short period of time equal to the actual difference in time between when the two pianists press the same key – even if these notes would be considered pressed “at the same time” by usual musical standards. (A similar problem will occur for “simultaneous” releases). If the synthesizer rendering the output has a slow attack time (e.g. is a “synth pad” or simulated string instrument), this may not be a problem, since these ghost notes will not reach significant volume before they are released. On the other hand, if a more percussive sound is used, such as that of a piano, then this could cause unwanted audio problems.

7 One might also consider a dedicated hardware solution by preparing appropriate microcontrollers, or using a small programmable device such as a Raspberry Pi.

8 Technically, no signal is required if two release signals are detected simultaneously, since the state prior to release would have been that both keys are down, which should also have resulted in an **OFF** output signal. However, since most synthesizers function correctly even if multiple **OFF** signals are sent, this redundant behaviour is suggested to minimize the chance of sticky notes.

One way to smooth over this is to introduce temporal quantization – dividing the computation into discrete time steps covering a longer period of time, such that all signals received within this window are treated as if they arrived simultaneously. Such quantization can be introduced in the form of a delay buffer: when one input signal is received, a degree of time (adjustable logarithmically around 0.1–100 milliseconds) must pass before it is acted on – and if the second input signal is received within this window, then the output is adjusted accordingly. The shorter this time window, the more precisely synchronized the pianists must play in order for their music to interfere correctly. However, if the time window is too long, this will introduce noticeable latency into the signal chain, which the performers may find musically distracting (leading to a sense of disconnection between the notes they play and the sounds they hear). It is thus advised that this value is tuned to the lowest value that the players can successfully perform with.

CONCLUSION

In this article, I have presented a design for a new musical device: the musical Mach–Zehnder interferometer. Unlike a typical instrument, where two instruments playing at the same time add their sound together, here the two keyboards have the potential to cancel each other out. This opens up emergent possibilities for composition, wherein two players generate three sounds, the third as a strict function of the two that are directly input. Although straightforward in concept (no more complicated than a logical “exclusive or” gate), I envision such a device could play a role in the context of a performance themed around quantum theory, since it demonstrates one of quantum theory’s core concepts: interference.

LIST OF REFERENCES

- Cleve, Richard, Ekert, Artur K., Macchiavello, Chiara and Mosca, Michele (1998) “Quantum algorithms revisited.” *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 454(1969): 339–354.
- Deutsch, David (1985) “Quantum Theory, the Church-Turing Principle and the Universal Quantum Computer.” *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 400(1818): 97–117.
- Deutsch, David and Jozsa, Richard (1992) “Rapid Solution of Problems by Quantum Computation.” *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 439(1907): 553–558.
- Dirac, Paul A. M. (1930) *The Principles of Quantum Mechanics*. Oxford: Oxford University Press.
- Griffiths, David J. (1995) *Introduction to Quantum Mechanics*. Upper Saddle River [NJ]: Prentice Hall.
- Lončar, Sonja and Pavlović, Andrija (2018) “Hybrid Duo.” *Muzikologija/Musicology* 24 (1/2018): 111–121.
- Mach, Ludwig (1892) “Über einen Interferenzrefraktor.” *Zeitschrift für Instrumentenkunde* 12, 89–93.

Medić, Ivana (2018) "Editor's Foreword." *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 11–12.

Novković, Dragan, Peljević, Marko and Malinović, Mateja (2018) "Synthesis and Analysis of the Sounds Developed from the Bose-Einstein Condensate Theory and Experimental Results." *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018):95-109

Zehnder, Ludwig (1891) "Ein neuer Interferenzrefraktor." *Zeitschrift für Instrumentenkunde* 11, 275–285.

ЕНДРУ ГАРНЕР

МУЗИЧКИ МАХ-ЦЕНДЕРОВ ИНТЕРФЕРОМЕТАР

(САЖЕТАК)

Феномен интерференције налази се у средишту квантне физике и одговоран је за многе необичне аспекте понашања квантних честица, који одступају од наших свакодневних очекивања. Према класична физика дозвољава интерференцију таласа (нпр. звучних таласа), у квантној теорији могуће је да се ефекти интерференције одразе и на појединачне честице. Уређај који ово експериментално демонстрира јесте Мах-Цендеров интерферометар: једна честица (нпр. фотон) путује једном од две могуће путање, а квантна интерференција између ове две путање афектује финалну позицију на коју честица стиже. У овом чланку предлажем механизам којим се може музичким путем демонстрирати квантна интерференција појединачних честица: музички Мах-Цендеров интерферометар. Овај нови квантни инструмент користи две међусобно независне електронске клавијатуре, чији су аутопути у интерференцији према правилима Мах-Цендеровог интерферометра. У чланку разматрам музичке могућности које овај инструмент нуди и скицирам како га је могуће конструисати путем софтверске симулације. За разлику од конвенционалних инструмената и околности да, када два инструмента симултано свирају, њихови звуци се спајају и међусобно појачавају, овде две клавијатуре имају могућност да једна другу – укину. Ово отвара неслућене могућности за компоновање, јер два извођача могу генерисати три групе звука, где трећа настаје стриктно као функција претходне две, које представљају директне инпуте. Мада је замислио оваквог инструмента сама по себи прилично једноставна, указујем да овакав уређај може да има специфичну улогу у оквиру музичког извођења инспирисаног квантном теоријом, јер демонстрира један од њених кључних концепата: интерференцију.

Кључне речи: квантна физика, интерференција, Мах-Цендеров интерферометар, нови музички инструмент

THE QUANTUM VIBES OF ATOMS AND ICHTHYOSAURS*

*Klaus Mølmer*¹

Department of Physics and Astronomy, University of Aarhus

Received: 24 March 2018

Accepted: 7 May 2018

Original scientific paper

ABSTRACT

The quantum mechanical description of microscopic phenomena treats minuscule particles as waves and explains why atoms and molecules absorb and emit radiation at particular frequencies. This article reviews the physical theory of waves and discusses similarities between atoms and musical instruments. In particular, it describes how we may identify new musical scales and harmonies and play atomic music by translating and scaling the frequencies in the atomic world to the audible spectrum.

KEYWORDS: waves, atoms, musical instruments, atomic music, audible spectrum

Quantum Mechanics appeared in the mid-1920s as a complete theoretical framework for microscopic dynamics. At the time, scientists had experimentally established that different atoms absorb and emit light with very distinct frequency and wavelength, and the Danish physicist Niels Bohr had incorporated the recent discoveries of the electron and the atomic nucleus in a theory of matter based on Newton's classical mechanics. Bohr had thus in 1913 invoked the idea that the electron orbits the nucleus in the same manner as the planets orbit the Sun, but the motion must be restricted to preferred orbits with definite energies, E_1, E_2 etc. (Bohr 1913: 1). Light is emitted when the electron jumps between such orbits number n and m , and it has a definite energy, $E = hf = E_n - E_m$, and a corresponding optical frequency f , given by $E = hf$, where h denotes Max Planck's fundamental constant. The restriction to special orbitals and the jumps between them were postulated by Bohr and had no basis in existing physical laws, but they led to a very accurate formula for the energies and optical frequencies for the hydrogen atom. Despite great efforts by many physicists, however, no accurate theory could be derived for atoms other than hydrogen.

The French physicist Louis de Broglie then suggested that one should describe the electrons as waves rather than as particles. The idea seems radical, but it may have

* This article was written for the project *Quantum Music*, co-financed by the EACEA within the programme *Creative Europe* (559695-CREA-1-2015-1-RS-CULT-COOP1).

¹ moelmer@phys.au.dk

drawn a glimpse of intuition from the physical theory of music and musical instruments! Indeed, many physical objects oscillate at very regular and well-defined frequencies: sound in organ pipes and wind instruments, strings and membranes. These phenomena are not described by a single moving object or by the motion of the individual atoms that constitute the physical objects, but rather by the collective motion of the whole object. The motion of a vibrating string is thus represented by a continuous deformation from equilibrium along the string. If the string is bent in one location, the tension pulling towards its ends straightens the string, but it may continue its motion and soon after bend to the other side.

The reader is invited to recall how a skipping rope may be set in oscillatory motion at specific frequencies, where the midpoint of the rope oscillates naturally up and down at a slight motion made by the hand holding the rope. Moving the hand at a different frequency produces only a little motion, but at twice the frequency, one induces another, figure-8 wave pattern with the middle of the rope at rest, while the two opposite halves oscillate up and down, opposite to each other. This phenomenon is governed by Newton's mechanical laws of motion, applied to every segment along the rope and taking into account the forces they exert on each other by means of a so-called wave equation. Denoting the frequency of the simple up and down motion as f_1 , one finds a whole sequence of other regular solutions with frequencies $f_n = n \cdot f_1$, where $n=1, 2, 3, \dots$ labels the frequency and also counts the number of wiggles along the string as it oscillates. When a guitar string is plucked, the shape of the string does not match any of these simple wave patterns, but it may, indeed be composed as a superposition, i.e., a sum of the different patterns with different pre-factors. As a result, the motion of the string is decomposed as the sum of these different components, representing the overtones associated with the tone played. Adding the possibility of changing the shape and frequency of the vibration by pressing the string against frets on the fingerboard, we obtain the possibility of playing a variety of tones and harmonics, but the frequencies are always given by the natural wavy patterns of motion of the string.

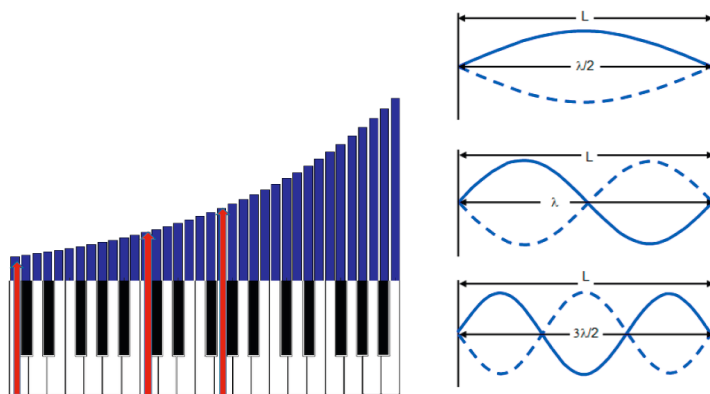


Figure 1. Three octaves on a piano contain tones with frequencies, shown as the height of the vertical bars. When the low C is played, the corresponding string in the piano is set in motion, but not only a simple up-and down motion along the length of the string. Higher harmonics, corresponding to the figure 8 in the middle panel and the three wiggles in the lower panel on the right are also played by the same string. These resonate well with the tones played by the higher C and G keys on the instrument, because they oscillate at the same frequencies.

In wind instruments, the compression of the air is described by a similar mathematical equation to the excursions of the vibrating string, and it shows a similar variation along the length of the instrument, which thus dictates similar tones and overtones. On account of the construction of the clarinet being closed in one and open in the other end, the progression of overtones differs from the string and contains frequencies, $f_n = n \cdot f_1$, where $n=1, 3, 5 \dots$ explores only the odd numbers (the octave is missing), while the saxophone, owing to its conical expansion at the end of the instrument has the same progression of tones as the vibrating string. These mathematical properties have consequences for the sound of the instruments and for the way they are played, and it is likely that the mathematical rules of natural instruments have influenced our taste for harmonies, as the interval from f_1 to $2 \cdot f_1$ is nothing but an octave while the interval to $3 \cdot f_1$ brings us to the natural fifth (within the next octave), see Figure 1.

Returning to 1924, and observing that atomic systems lead to the emission of light – not sound – at regular frequencies, it is perhaps not so strange an idea for Louis de Broglie to suggest that whatever happens inside the microscopic atomic particles, it may be described by the theory of waves. Equipped with solid experience with the mathematical equations that describe vibrating strings, sound, and radio signals, the Austrian physicist Erwin Schrödinger, managed to identify a suitable wave equation in late 1925 (Schrödinger 1926: 1049). In his equation, Schrödinger incorporated the known force between the electron and the nucleus, but he described the motion of the electron as if it were a wave delocalized in space, rather than as a particle following an orbit with time. Schrödinger's equation was a success and it has turned out to apply across all microscopic systems in physics. Whenever we solve the equation, for the constituents of atoms, molecules, nuclei and solid-state materials, we find oscillating, wavy patterns of motion, and depending on the forces at play, we find the allowed motional energies E_n and E_m of the system, which subsequently explain which energies may be emitted as light with a frequency obeying, $hf = E_n - E_m$.

Solving the Schrödinger Equation for the electron in the hydrogen atom produces wave patterns in the shape of rings and clover patterns with multiple leaves, and they show considerable similarity with water waves and also with the rapid motional pattern of the surface of, e.g., a guitar or a percussion instrument, when they are played by the musician. In particular, the long wavelengths and large structures are associated with the low frequencies while fine oscillation patterns match the higher frequencies, just as in musical instruments.

In combination with computer calculations, the trained physicist uses his or her visual intuition about waves to predict the outcome of experiments and to suggest methods to control physical and chemical processes. The same intuition and combination of insights are at the heart of the collaboration between scientists and musicians in the quantum music project: the physicist can provide frequencies originating from different physical systems and processes, while the composers, instrument builders and musicians may produce an audible and artistic rendering of the same phenomena.

Let us briefly describe two successful projects and their main outcomes: *BEC Music* for cello and symphony orchestra and *Super Position (Many Worlds)* for two pianos, both by contemporary Danish composer Kim Helweg.

A Bose-Einstein Condensate (BEC) is a form of matter where many atoms, formed at high temperatures, gradually cool down and as they condense, as water vapour condenses on a cold surface, their individual waves coalesce into a single macroscopically populated wave. The phenomenon was predicted in the 1920s but was observed for the first time only in 1995 (see a review of the properties of BEC in Anglin and Ketterle 2002: 211). The condensate has characteristic oscillation frequencies, and when interactions dominate the motion in one spatial dimension, we obtain an approximate formula for its frequencies $f_n = \sqrt{n(n-1)} \cdot f_1$, with $n=2,3 \dots$. The lowest frequency f_1 in current laboratory experiments is tens or hundreds of Hz, and is hence in the audible range, and the wave indeed describes a variation in pressure and density of a real gas, *i.e.*, a real sound. The experiments, however, have to isolate the BEC from disturbances by the hot air in the atmosphere, and the recording of the motion in the lab is therefore done with a camera rather than with a microphone (Kristensen et al., 2017). By external forces, but also by the mere observation of the system, the experimentalist can induce a slushing motion of the atoms (Wade, Sherson and Mølmer 2015), and there are prospects of using such motion to sense gravity, and acceleration effects. In the *BEC Music* project, composer Kim Helweg used inspiration from the physical process of cooling and coalescence of the many individual atoms in the condensate and the correlated motion in the system, and he explored the sounds and harmonies offered by the BEC and other condensed matter quantum systems.

The piano suite *Superposition: Many Worlds* composed by Kim Helweg for the Quantum Music project explores the optical spectra of the hydrogen atom. The atom emits and absorbs radiation associated with quantum jumps between different wave solutions of the Schrödinger Equation. The actual frequencies range up to 15 digit numbers of oscillations per second, corresponding to the near ultraviolet spectrum of light, and the emission is neither of the acoustic type nor anywhere near the audible range. The composer made a choice to compose pieces separately for each of the so-called spectral series, named after their early scientific discoverers, and corresponding to the quantum jumps ending on specific final states.

Lyman series:	$h \cdot f_n = E_n - E_1$, $n=2, 3, \dots$, ending in the lowest (ground) state of the atom
Balmer series:	$h \cdot f_n = E_n - E_2$, $n=3, 4, \dots$, ending in the first excited state of the atom
Paschen series:	$h \cdot f_n = E_n - E_3$, $n=4, 5, \dots$, ending in the second excited state of the atom

Each of these series represents a spectrum of growing frequencies, and increase by a constant factor given by a simple formal expression, that we can write in short mathematical form as $E_n = -1/n^2$. Note that as n becomes larger and larger, the values of E_n all become vanishing small, and hence the frequencies in the different series converge to the highest achievable values $-E_1 = 1$, $-E_2 = 0.25$, $-E_3 = 0.111$, ... (all multiplied with a suitable basis frequency). See the appendix for tables with the frequencies.

For the adaption of each series to music instruments, we allow multiplication of the atomic frequencies by a constant value, and we subsequently find the actual tone

on the piano with the closest value of the frequency to the desired atomic sound. This is illustrated by the matching, in Figure 2, of the vertical position of the red bars indicating atomic frequencies, and the height of the blue vertical bars representing frequencies of the tones of the keyboard. On string or wind instruments, the musician can address quarter-tones or even finer divisions of the intervals and with digital technologies one may play the atomic frequencies, shifted to the audible range without rounding off to the nearest piano key. We may also employ digital technologies to ensure a composition of overtones belonging to the desired spectra, rather than having recourse to the integer progression of overtone frequencies dictated by the strings in the real piano.

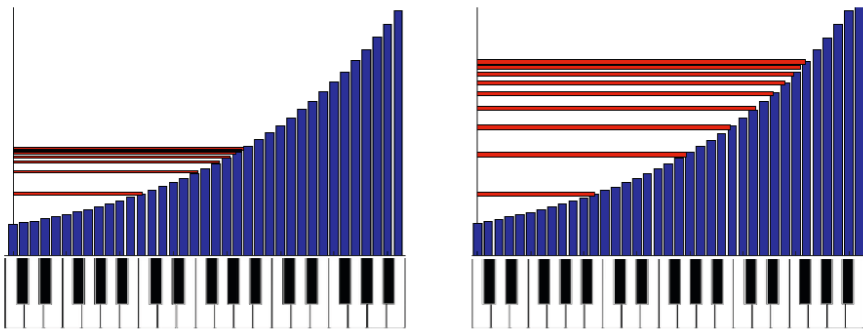


Figure 2. The frequencies of the atomic spectrum of hydrogen are sorted in series. The second, so-called Balmer series, shown on the left, has frequencies separated by a large gap and converging to the same value (shown as the height of the red bars in the figure). The sixth series, shown on the right, spans a wider range with more even frequency gaps. The actual values of the frequencies must be scaled by a very large number to go from optical to audible frequencies.

Since the dawn of quantum theory, it has been a puzzle for physicists to understand what is actually going on at the microscopic level. The wave equation by Schrödinger not only introduces a new physical law and new phenomena, but it forces us to address the very concept of physical reality in a new way. The description of physical particles as waves suggests that they are delocalized in space, but still, in experiments, we always find them at definite but random locations when we look for them. So are they already at the location, where we find them, or are they really at several places at the same time until we look for them?

When quantum theory is applied to several particles, a new strange feature appears: entanglement. According to the wave description, two particles are described by a wavefunction of two coordinates. If one particle is detected, the wavefunction of its entangled partners may change abruptly. Neither Einstein nor Schrödinger were willing to accept this kind of “spooky action” (Einstein, Podolsky and Rosen 1935: 777), and Schrödinger famously proposed that if one particle is an atom and the other is a cat, the strange wave properties of the atom should eventually also apply to the cat. Could a cat inside a box be both dead and alive if an atomic decay were controlling a poison mechanism within the box? The entanglement goes even further

such that even millions of atoms and molecules may share a single energy quantum such that it is stored in any one of them at the same time (a property that may be used for quantum memory storage; see Tordrup and Mølmer 2008). In 1952, Schrödinger was still occupied by the foundational questions of the theory and suggested that it should never be applied to single objects but always be thought of as a statistical description of many objects: “it is fair to state that we are not experimenting with single particles any more than we can raise Ichthyosauria in the Zoo” (Schrödinger 1952: 109). By this argument, we should only be concerned with the final count after carrying out the cat experiment many times: out of the many cats, some will be dead and some will be alive, but no cat is both dead and alive.

Experiments have become possible today that it was not possible for Schrödinger to predict in 1952 and today we can perform experiments with single atoms and other quantum systems; one of the fascinating challenges of current research is to control and manipulate the motion of atoms that evolve as waves. We developed a smartphone game to let public players try their luck with quantum waves, and indeed they found useful solutions for experiments (Sørensen et al. 2016: 210). A whole new quantum information theory is currently being built upon the wave, randomness and entanglement features which, by bringing the Ichthyosaur alive, may offer 100% security against eavesdropping on communication channels (Bennet, Brassard and Ekert 1992: 50), very precise detection and sensing (Giovannetti, Lloyd and Maccone 2006) and exponentially increased performance of computers (Nielsen and Chuang 2010).

Discussions among scientists and music experts about the artistic rendering and exploitation of these more profound effects: the correlations between different components, the randomness and the non-trivial consequence of observations constitute a challenging next step for the quantum music project. So far, we have only scratched the surface of what may result from bringing together science and music experts. It has been important for the project not to make music that is bound to illustrate or explain physical effects, but rather to exchange knowledge and use the physics material in its bare form as if we are being offered a new instrument with new properties.

At a seminar about the Quantum Music project in 2016, the author was asked the question: “How can we be sure that it will sound good?” In a somewhat cavalier fashion, he answered that this was entirely the responsibility of the composer and the musicians. Without them, how could we ever be sure that music would sound good?

APPENDIX

In this technical appendix, I provide some details on the numerical values of frequencies, and the choices available when we want to play on the atoms.

In the main text I discussed the mechanism of overtones of the oscillating string at 2 and 3 times the frequency of the main tone played, respectively – see Figure 1. On a tempered piano, all semitone intervals represent the same increase of frequency by the factor 1.059463, such that 12 half tones yield a factor of 2 increase in frequency: an octave. With the tempered scale, frequencies of all tones follow a simple mathematical progression, and setting the A above the middle G to the concert pitch A440, i.e., a frequency of 440 Hz, defines the frequencies sounded by all keys on the piano. With 12 semitones to an octave, 7 semitones correspond to an increase in frequency of 1.498, which is almost equal to 1.5. This makes the seventh semitone interval sound close to the natural fifth (the ratio $3/2$ between the overtone frequencies of the string). We could have imagined a division of the scale in any other number of “semitones”, say 19 or 27, but 12 is a particularly good choice: we would need 41 semitones on a tempered instrument to obtain an interval closer to the natural fifth!

The atomic spectra yield optical frequencies of light that we can multiply by a suitable number to get values in the range of tens to thousands of Hz (oscillations per second). For the hydrogen atom, Niels Bohr established the existence of different series of frequencies given by simple mathematical expressions,

Lyman series:

$$\text{Formula: } f_n = f_0 (1/1^2 - 1/n^2) = f_0 (1 - 1/n^2), n=2, 3, \dots$$

$$\text{Values of terms in brackets: } () = 0.7500 \quad 0.8889 \quad 0.9375 \quad 0.9600 \quad 0.9722 \dots$$

Balmer series:

$$\text{Formula: } f_n = f_0 (1/2^2 - 1/n^2) = f_0 (1/4 - 1/n^2), n=3, 4, \dots$$

$$\text{Values of terms in brackets: } () = 0.1389 \quad 0.1875 \quad 0.2100 \quad 0.2222 \quad 0.2296 \dots$$

Paschen series:

$$\text{Formula: } f_n = f_0 (1/3^2 - 1/n^2) = f_0 (1/9 - 1/n^2), n=4, 5, \dots$$

$$\text{Values of terms in brackets: } () = 0.0486 \quad 0.0711 \quad 0.0833 \quad 0.0907 \quad 0.0955 \dots$$

8th series:

$$\text{Formula: } f_n = f_0 (1/8^2 - 1/n^2) = f_0 (1/64 - 1/n^2), n=9, 10, \dots$$

$$\text{Values of terms in brackets: } () = 0.0033 \quad 0.0056 \quad 0.0074 \quad 0.0087 \quad 0.0097 \dots$$

The prefactor f_0 is the same in all the atomic formulas and has the value $f_0 = 3.28 \times 10^{15}$ Hz for the very high optical frequencies emitted by the hydrogen atom (10^{15} is a number written as 1 followed by 15 zeros). The terms in the parentheses are readily calculated, and the first few numbers are listed above, e.g., the first term in the Lyman series: $(1-1/2^2) = (1-0.25) = 0.75$, and the third term in the Paschen series $(1/9-1/6^2) = (1/9-1/36) = 0.0833$.

To reach the audible range, we keep the numbers tabulated above, but we assume a different value for f_0 . The Lyman and Balmer series show a clustering of values near 1.00 and 0.25, respectively, and many tones fall within the same frequency interval of the tempered scale. The composer therefore stretched the intervals by a factor

to obtain more discernible tones. As the higher series lead to much smaller values, but also to progressions over more regularly increasing frequencies, they span many different tones and a similar stretching was not deemed necessary. For details of the composer's choices and elaboration of the material, see Kim Helweg's article in the present issue (Helweg 2018).

LIST OF REFERENCES

- Anglin, James and Ketterle, Wolfgang (2002) "Bose–Einstein condensation of atomic gases." *Nature* 416, 211–218.
- Bennett, Charles H., Brassard, Gilles and Ekert, Artur K. (1992) "Quantum Cryptography." *Scientific American* 267: 50–57.
- Bohr, Niels (1913) "On the Constitution of Atoms and Molecules." *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, Series 6, Vol. 26 (151): 1–25.
- Einstein, Albert, Podolsky, Boris and Rosen, Nathan (1935) "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?" *Physical Review* 47: 777–780.
- Giovannetti, Vittorio, Lloyd, Seth and Maccone, Lorenzo (2006) "Quantum Metrology." *Physical Review Letters* 96: 010401.
- Helweg, Kim (2018) "Composing with Quantum Information: Aspects of Quantum Music in theory and practice." *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 61–77.
- Kristensen, Mick A., Gajdacz, Miroslav, Pedersen, Poul L., Klempt, Carsten, Sherson, Jacob F., Arlt, Jan J. and Hilliard, Andrew J. (2017) "Sub-atom shot noise Faraday imaging of ultracold atom clouds." *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics* 50: 034004.
- Nielsen, Michael A. and Chuang, Isaac L. (2010). *Quantum Computation and Quantum Information* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schrödinger, Erwin (1926) "An Undulatory Theory of the Mechanics of Atoms and Molecules." *Physical Review* 28 (6): 1049–1070.
- Schrödinger, Erwin (1952) "Are There Quantum Jumps? Part I." *The British Journal for the Philosophy of Science* Vol. III, 10: 109–123.
- Sørensen, Jens Jakob W. H., Pedersen, Mads Kock, Munch, Michael, Haikka, Pinja, Jensen, Jesper Halkjær, Planke, Tilo, Andreasen, Morten Ginnerup, Gajdacz, Miroslav, Mølmer, Klaus, Lieberoth, Andreas and Sherson, Jacob F. (2016) "Exploring the Quantum Speed Limit with Computer Games." *Nature* 532: 210–213.
- Tordrup, Karl and Mølmer, Klaus (2008) "Quantum computing with a single molecular ensemble and a Cooper pair box." *Physical Review A: Atomic, Molecular and Optical Physics and Quantum Information* 77: 020301.
- Wade, Andrew C. J., Sherson, Jacob F. and Mølmer, Klaus (2015) "Squeezing and Entanglement of Density Oscillations in a Bose-Einstein Condensate." *Physical Review Letters* 115: 060401.

КЛАУС МОЛМЕР

КВАНТНЕ ВИБРАЦИЈЕ АТОМА И ИХТИОСАУРУСА

(САЖЕТАК)

Квантно-механички опис микроскопских феномена третира мајушне честице као таласе и објашњава зашто атоми и молекули апсорбују и емитују радијацију на одређеним фреквенцијама. У овом чланку дајем преглед физичке теорије таласа и разматрам сличности између атома и музичких инструмената. Посебно објашњавам како можемо идентификовати нове музичке скале и хармоније и изводити “музику атома” путем превођења фреквенција из света атома у спектар звукова које људско ухо може да чује.

Данас је могуће вршити експерименте са појединачним атомима и другим квантним системима, а један од најфасцинантнијих изазова тренутних истраживања јесте контролисање и манипулација кретања атома који еволуирају у таласе. Између осталог, развили смо игрицу за паметне телефоне која омогућава најширим слојевима корисника да се поиграју са квантним таласима, чиме постају саучесници у експериментима (Sørensen et al. 2016: 210). Данас се изграђује читава нова квантна информациона теорија заснована на карактеристикама таласа, произвољности и умрежености, која може омогућити стопроцентну заштиту против прислушкивања комуникационих канала (Bennet, Brassard and Ekert 1992: 50), затим, врло прецизно детектовање и осетљивост (Giovannetti, Lloyd and Maccone 2006) и веома побољшане перформансе компјутера (Nielsen and Chuang 2010).

Разговори вођени између научника и музичара у вези са уметничком експлоатацијом корелација између различитих компоненти и не-тривијалних последица посматрања представљају следећи изазован корак за пројекат квантне музике. До сада смо само загребали површину поља могућности које нуди спој науке и музике. За овај прелиминарни пројекат било је важно да се не ствара музика која би само илустровала или објашњавала физичке ефекте, већ да се размене искуства и да се физички материјал употреби у својој најосновнијој форми – као да нам је дат нови инструмент са новим могућностима.

Кључне речи: таласи, атоми, музички инструменти, атомска музика, чујни спектар

COMPOSING WITH QUANTUM INFORMATION: ASPECTS OF QUANTUM MUSIC IN THEORY AND PRACTICE

*Kim Helweg*¹

The Danish National School of Performing Arts, Copenhagen

Received: 10 April 2018

Accepted: 7 May 2018

Original scientific paper

ABSTRACT

Quantum Music is the title of a research project that opened up an opportunity to investigate the relationship between art and science – to be precise, between music and quantum physics. The idea was to create a platform for innovative work with musical composition and musical instruments inspired by the theories of quantum mechanics. The further development was carefully put into the hands of the different members of the project with such different competences as sound design, physics, musical live performance, composition, light design and musicology. In this connection, I fulfilled the role and interest of the composer as well as representing the performing arts (dance and acting). The aim of my participation was to show how collaboration between music and science could result in a development of different functional approaches to compositional strategies in general and give a new perspective for the artistic thinking in music as well as in the performing arts in general.

This article is written as a part of an artistic research and the ideas, statements and conclusions presented in it are to be understood as being directly linked to creative work. But indeed, I also hope this text will provide inspiration to approach music in a new way, both for listeners, musicologists, musicians and other performing artists.

KEYWORDS: *Quantum Music*, quantum scales, probability music, quantum narratives, choreomusicology, quantum music theory, quantum music composition

* This article was written for the project Quantum Music, co-financed by the EACEA within the programme *Creative Europe* (559695-CREA-1-2015-1-RS-CULT-COOP1).

¹ Composer, Head of the master programme MAD, The Danish National School of Performing Arts (and The Royal Danish Academy of Music), Artist in residence, composer and pianist at The Royal Danish Theatre.

kih@scenekunstkolen.dk

INTRODUCTION

At a first glance, the term *Quantum Music* does not really make sense. It could almost be regarded as a conceptual postulate, since two different objective levels of reality are joined together and presented in coordination.

Quantum mechanics is a theory of the micro world in which no music is present; it explains the logic of atoms, particles and electrons as obeying different rules than the ones we know from the description of the classical Newtonian world, of which music is a natural part. It is clear that we must distinguish between the quantum mechanical and the classical understanding of the world to understand the relationship between music and physics. Both theories are “right“ with respect to the objects they are connected to (the micro and the macro world), but problems arise when they are used at the same time to explain the world. Newtonian understanding cannot explain the strange behaviour of the smallest particles and quantum mechanics is for most people incompatible with the approach to their daily life. This is perhaps best exemplified by the fascinating quantum narrative: Schrödinger’s Cat. To be alive and dead at the same time. A situation made possible by the superposition of a particle, that can influence two essential and very different outcomes. A true nightmare for a zookeeper or an undertaker. But a gift for an artist.

Here is a theory about an “organic world“ that is “crazy“ but real – and beyond everything that we would call classical or modern (Although only available to us through modern technology). This world has existed since the Big Bang. And it is everywhere. So, it must appear in the arts too. But how and where?

QUANTUM WORLD VS. CLASSICAL WORLD

Let us for a moment observe the difference between the “classical (Newtonian) world“ and the “quantum world.“ We know that classical mechanics describes nature at a macroscopic scale and Quantum mechanics describes nature at the smallest scale, but also that the relationship between the two approaches to the world are complex. It is problematic to translate the theory and history of physics into musicology. Nevertheless, in order to let the inspiration from quantum mechanics influence the compositional process in music at a full range, it is important to include these two different views on reality in a quantum music theory.

The step from classical mechanics to quantum theory, which we assume to be revolutionary in the above sense, is obviously not a matter of adding further facts to classical mechanics, but of changing the framework of classical mechanics itself. Thus, the quantum-mechanical conception of the world ought not to rest on notions of classical mechanics. But it is difficult to decide which notions are typically germane to classical mechanics and which are not (Schommers 1998: 212).

An artistic reflection on this description could be a door opener for new possibilities of approaching music theory and history. In music history we could talk about a

classical part and a non-classical part – which, again, could be divided in two aspects: pre-classical (ritual) music and modern (post classical) music.

The term “Classical music” is used about the art music connected to the history of the western society.² The most important in this context is the “classical music”, spanning the period from 1750 to 1820, which includes the classical forms at their peak (and including among others composers such as Mozart and Haydn). In this period, music is based on “controlled” pitches and the well-tempered tuning in the 2 tonic parallel keys of major and minor, mostly symmetrical durations (4, 8, 16 bars), symmetrical (even) measures (4/4 and 2/4), symmetrical structures (AA, ABA, AABA, ABACADA) and, not least, the clearly distinguished roles of melody, harmony and bass. These parameters are still in full use in pop, rock minimalism and other kinds of music and those styles could be seen as manifestations of a contemporary “classical” approach to music.

The classical period was prepared for a longer time. In the Baroque dance suites, we already see a strong symmetrical thinking that was surely influenced by a similar symmetrical understanding of the body.

After the classical period it did not take long before a “resistance” against symmetrical thinking arose. Already in the romantic period a “revolution” started: “Formel hält uns nicht gebunden, Unsere Kunst heißt Poesie”³ (Uhland 1980: 35), but the basic “laws” of the classical period were more or less kept in art music until the beginning of the 20th century.

The “revolution” became more intense in some parts of the musical modernism (both the Vienna and the Darmstadt School). Music should be built on “nie zuvor gehörte Klänge.”⁴ Tonality, harmony and classical structures as well as sound and rhythm were deconstructed and seen in a new light. John Cage’s music and Merce Cunningham’s choreography broke the classical way of composing and explored randomness and silence (Cage 1961), which can now be seen from a new perspective through the knowledge of the quantum vacuum; and in György Ligeti’s *Poème symphonique* (1962), John Cage’s *4’33”* (1952) and Steve Reich’s *Pendulum Music* (1968) we actually have some famous modern classics that include the important quantum phenomenon of probabilities (even though this was not the expressed intention of the composer).

The quantum theory gives rise to new ideas, new possibilities and new ways of understanding the musical development (history) – for example as a way of detecting sounds and forms that do not exist in the traditional (classical) approach to music. The sound of matter and anti-matter, scales built on quantum leap frequencies, music of silence, music we do not hear because of our perception of time etc. The step from “classical” understanding of music to “quantum understanding” of music could indeed change the framework of the music theory and practice itself.

2 The term “Classical music” covers two different areas: 1) Western art music (from the middle ages to today); 2) a shorter period in the music history between Baroque and Romantic periods.

3 “Formula does not keep us bound / Our art is called poetry.”

4 “The sounds never heard before.”

As a quantum listener you might like to listen to Richard Wagner's opera backwards (as anti-particles). Or the complete Rolling Stones records compressed to the duration of one second (as it would be "heard" from the outer universe). Or Giuseppe Verdi's *Requiem* as a 100-year long performance (as if the atoms could listen to the music from our world). Or try to program a "probability button" on your computer that can select unexpected excerpts from different music – not to forget a journey into a Musical Hilbert Space (where we have all the existing music in the world together with all the not yet existing music).

Crazy?

I agree, but extremely inspiring for an artist... and this is perhaps the first step towards a fundamentally new relationship between the composer and her audience. In Quantum Music the listener is the observer – the scientist.

Quantum Narratives (Quantum Chapters)

The simplest way of drawing inspiration from Quantum Music is to use some of the theoretical texts about quantum mechanics as inspiration for titles, lyrics or program notes. Headlines from the Quantum Chapters⁵ such as "Vacuum," "One particle," "Two particles," "Super position," "Entanglement" are almost like fairy tale titles in themselves. Used as musical titles, they will give the audience another aspect of approaching and understanding music, without the music necessarily being structured according to quantum theory. This has already been done many times. Some old titles seem to have been playing with our daily life logic like Keith Jarrett's "Memories of Tomorrow" from the famous *Köln Concerto*. A rather logical title when you are thinking of a particle and its anti-particle that can travel back in time. Or Ligeti's famous piano etude "Disorder" that could be renamed "Quantum order."

Sonifications and Frequencies

Looking at other aspects of Quantum Music we can also include sonifications. This means that one way or another we can extract sounds from the quantum lab. Some composers have tried to use "authentic" quantum sounds as a base for music creation, from simple sonifications as done by several musicians in CERN to simple musical translations of quantum measurements.

If we understand music as any kind of organized sounds, "quantum sounds" can be provided as musical material in different ways. One is to use the frequencies that can actually be measured in the quantum lab. If the frequencies here were converted directly into the pitch of a musical note, it would be much too high for the human ear to hear. Therefore, we have to slow down the frequency millions of times in order to experience an oscillation as detectable sound. Most of the samples from CERN result in noise-like sounds almost like a very early synthesizer. However, the frequencies can also be transformed by transposition and added to a regular musical score. I will come back to this later, but I will already now underline that the main interest in this project was to see possibilities of connecting two levels of "organic information"; the

5 See Vlatko Vedral's lecture on Quantum Music: <https://www.youtube.com/watch?v=D4oW3lphecg>

acoustic musical instruments and the quantum world. This became possible by using the frequency tables for the quantum leaps as musical scales.

Other possibilities

Another way of using quantum information in a musical composition is to work with probabilities. This can be done by putting tones in quantum states in which the possibility of hearing one note and not another has to be seen as probability. This way of composing requires far more time, resources and calculations than a composer would normally consider spending in preparation of a composition. Also, the musicians will need to practice playing with unexpected changes.

However, to try this out in a tonal system without too many notes is an interesting research project and the staggering logistic calculations of finding a way to perform the piece should not be underestimated.

Maybe some jazz styles can bring some experience to develop this very interesting Quantum Music genre.

Added to this, using quantum information from graphics and pictures and rewriting them as musical scores is an exciting possibility.

APPROACHES AND STRATEGIES

Quantum Music can be understood in many different ways. As already mentioned the term connects two different ways of understanding the world and on top of that even two different ways of interacting with the world: measuring or creating. This is a very important fact to consider before attempting to define what Quantum Music is or could be.

Quantum Music is not in any way an established part of the scientific study of physics, and Quantum Music is not yet a part of the study and research of musicology. At this point in time, Quantum Music is only a pilot project looking into the potential relevance and the possibilities that arise from this combination or collaboration between an art form and science.

The effect of this collaboration may result in many successful outcomes on many levels. However, it is important to understand that the result of such a collaboration will be understood and evaluated under the same conditions as any other artistic crossover, depending on matters of style, taste and individual experience. In other words, a subjective evaluation or what John Cage called “likes“ and “dislikes“. The true enemies of the arts.

The nature of such collaboration may be a musical or scientific outreach, meaning that either the music or the science “uses“ the other part to make itself more visible and hereby reaching a different and broader audience. The collaboration can also be used to research and combine two different ways of working and interpreting the physical reality. The latter could create a platform for new artistic work and perhaps even new scientific work.

If we look at music as one partner (or level) in a collaborative project, we can borrow some techniques from choreomusicology and the choreomusical practice.

This collaboration spans 400 years of research into the relationship between movement and music, including the exploration of an unlimited number of relations. Choreomusicology is a new science that was launched in response to an increasing understanding that the art forms dance and music were becoming more and more independent of each other (not including ballet, early modern dance and most of all folk dance/music). The introduction of this term made it possible to understand music and dance as one, once again. An understanding that many famous choreographers, such as Theresa De Keersmaecker and Pina Bausch have used in their works.

In collaboration with other art forms (or science), music can interact in accordance with different techniques. The following techniques are derived from the relationship between dance and music, but are very useful for other interactive collaborations.

1) *Illustrating*

The music illustrates a given subject. In Quantum Mechanics a simple illustration could for instance be a super position pictured by two musicians playing the same material on the same instrument. Obviously, this would not be a super position but an illustration. This technique has been used a lot in cartoons and films and may be helpful in a pedagogic process. Sonifications, transforming quantum events into sound, also belong to this category.

2) *Complementarity*

One way of getting into an interactive state between two elements, for instance, is by filling out the gaps between each element in the binary information stream. In the case of dance and music, this could be a coupling of slow music with fast movements or vice versa. However, in the case of music and physics that appear to be in a complementary relationship from the beginning, this option is simpler. The “concert lecture” is an example of a format that can easily connect music and science into one event.

3) *Impulse*

Here, either the quantum information or the musical information provides an impulse to go in whatever direction. The impulses are beginnings, meeting points and endings. This was the case in the performance of the *BEC Music* where Klaus Mølmer formed a “Sentence that triggered a musical passage” in his lecture. One example of this is a “wave,” which as we all know plays a very important role in both music and quantum physics. Or the sound of matter and anti-matter.

4) *Symbiosis*

Here the music and the quantum information should appear as one and the same. A rather challenging task. For example, this could mean that the music is built on quantum information. This counts for musical parameters such as melody, harmony

and rhythm, as well as time and space (structure and sound). At the same time, the sound of music will have a natural presence in the quantum mechanical context. Ballet is an example of a symbiotic relationship between dance and music.

5) *Chance operation*

In this case, we would look at the relationship between music and quantum mechanics by letting the two levels meet without any prepared connection, relation or interaction whatsoever, besides the time frame. Like putting any music to a superposition lecture without any preparation and observing the outcome. This was the technique of the Cunningham-Cage collaboration.

6) *Other techniques and more*

A lot of other techniques are available like “foreground and background,” “going against,” “soundscape and more.

Although the choreomusical technique is formulated in a relationship with performing arts and/or film, the tools are also relevant in other constellations such as music and architecture, music and literature, music and biology. The method simply provides a strategy to work from, depending on the expected outcome.

Quantum Music is not a science and not even a musical style (at least not yet). It would have to establish itself as a powerful wave in the public world and for this purpose we will need many experiments resulting in powerful music. However, Quantum Music will probably not be considered a musical style in the future. It is far more likely that it will be perceived as a new way of approaching music and arts. Even the classical works can be understood from a new perspective. Think of a Shostakovich Symphony in a relationship with a Hilbert space, in which all possible variations are present. A rather astonishing thought. The quantum state of a simple melody where all possible variations seem to be present at the same time. The concept of music as a bigger particle that collapses when it is measured (heard). These reflections do not change the music but they do change the way we approach it.

In the following I will present my pieces composed during the *Quantum Music* project. The emphasis will be on the two major works: The *BEC cello concerto* and the *Super Position*.

QUANTUM WORKS 2016–2018

1) *Research: Sound and visual etudes*

As a beginning of this artistic research project, it was obvious to start by working on some basic experiments with sound and quantum information. The first elements of quantum information to be figured out musically were those from the Quantum Chapter video with Vlatko Vedral, especially created for the Quantum Music project. Starting with...

a) *Vacuum*

For music this would mean silence or a blank score paper. But with a quantum approach to music we know that silence does not exist and that a blank score paper is not an empty page. There will always be something there. Amplify the silence and there will be new sounds from the “nothingness.” Enlarge a blank paper and there will be a lot of graphic information. This is an interesting new aspect to my own “The Whiteness and the Stillness” which was conceptualised as a “Tabula rasa.” But “Tabula rasa” is only a philosophic or imaginative term and does not exist as a reality in either physics or music.

b) *Particles*

At this stage of the project, I was already collaborating closely with Klaus Mølmer, Århus University. Some fascinating drawings provided a visual entrance to the quantum world that could be seen as musical graphic notation. Klaus suggested just adding some score lines to open up the possibility of creating musical phrases from the Quantum information. All of the graphics worked with time (forwards and backwards) and space. This led me to the following exercises:

Figure 1 (a, b, c, d, e) – Drawings by Klaus Mølmer and Kim Helweg. Captions by Klaus Mølmer.

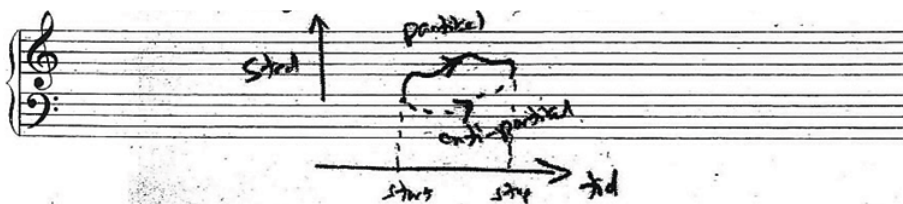


Figure 1a. The simultaneous creation of a particle and an anti-particle from nothing violates conservation of energy, but may occur for very short periods of time in quantum mechanics due to Heisenberg's uncertainty principle. The illustration thus shows how such a pair is formed and propagates in space as the solid and dashed arrows until they meet again and disappear. Even the emptiest of spaces is a constant coming and going of such pairs of all kinds of physical particles.

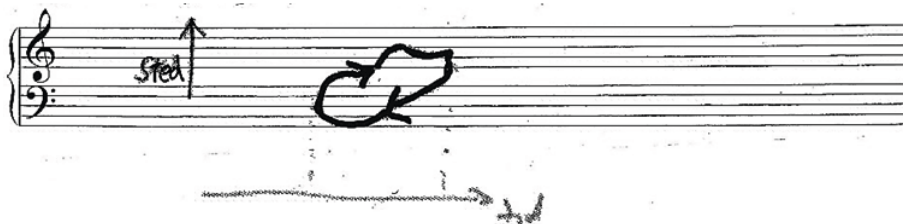


Figure 1b. The dashed anti-particle arrow beginning and ending its existence together with its particle partner in Fig. A., may also be thought of as being one and the same particle, shown with the solid arrow, moving forward and backwards in time. This is like the audience at a concert: when the spectators move left, one by one, to fill an empty seat, “the empty seat moves right” in the opposite direction.



Figure 1c. A single particle flying through space.



Figure 1d. Particles such as electrons inside an atom or a molecule, experience forces from each other. The particles and anti-particles, ever present in the empty space, contribute to these forces by a process called vacuum polarization.

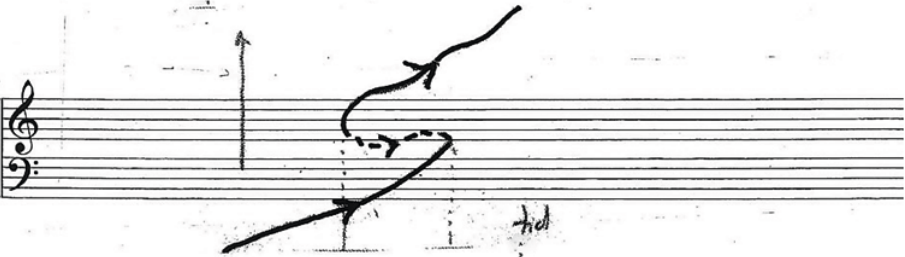


Figure 1e. A simple motion of a single particle is not so simple. It may meet an anti-particle from a pair previously emerging out of vacuum, and the two may vanish together, while the remaining partner particle continues its journey. In the picture of Fig. 1b, we would alternatively say that the incident particle in the lower figure turns around and goes back in time and then turns and moves forward in time again.

c) Time and space

Another early idea of working with Quantum information was to stretch time. Musical time. There is no music in the quantum world – meant for our ears at least. An obvious step to take, is to stretch time (slow down or transpose) as suggested earlier. Thus, the quantum frequencies become within reach. Alternatively, one could follow the opposite approach. Take any famous piece of music from our classical world and stretch it so it becomes 10, 20, 30 or 50 times longer, thus becoming new music. Not empty gaps, which one might think would be the case, but new information coming from the emptiness.

2) Compositions:***Quantum Leaves*****for cello and guitar**

1st performance, Hendrikholms Kirke, Copenhagen, Denmark.

September 2016

Colour scale frequencies

This is my first piece involving some quantum mechanical thinking. It is inspired by the photosynthesis that happens all the time in the nature around us. From a Quantum Mechanical point of view, the light, which is essential for the process, has to be in all possible places at the same time to make the process possible and happen. This is a very clear example of super position or rather a kind of multi-position. For the purposes of composition, I used a translation of the colour frequency scale into an octave. And to create a funny link to the classical work, I used the Jazz Standard Tune “Autumn Leaves“ as reference. This standard is extremely classical in both the melody and the harmonies, with the characteristic descending fifths.

For me the exciting conflict here appears in the border line between classical music and quantum frequencies. Between classical melodies and frequencies of colour as a mixture of dynamics and probabilities.

BEC Music - Cello Concerto no. 3**for cello solo and sinfonietta**

1st performance, dokki, Århus and The Opera, Copenhagen, March 2017.

John Ehde, Klaus Mølmer, Kaare Hansen, Aarhus Sinfonietta,

BEC frequency chord

The process of this work began at the same time as the *Quantum Music* project was launched but was not intended to be related to this. However, as I reached the middle of the composition, I realized that the piece did reflect many of the musical thoughts connected with my meeting with quantum information. The piece contains 15 movements of different characters, melted together as one long piece, like the particles in the Bose-Einstein Condensate. This made me use the frequencies of the condensate to construct a chord (*corda misterioso*) that I would use as an “idée fixe,” appearing in different important places throughout the piece. Additionally, the noise of black matter was used as a percussive instrumental sound in the middle of the highly clean acoustic orchestra. The entire piece has an overall structure going from fast notes to slow, like zooming into the micro world. And also zooming into a world defined by a non-classical logic. The usual conflict between the individual soloist (cello) and the collective (orchestra) here reflects the relationship between the particles in the condensate, as they all end up by behaving like one big particle. Here understood in the sense that the soloist is swallowed up by the condensate and time. The concert ends with anti-matter noise, giving the impression that not only time has passed but also the music is going to collapse since we have now measured (heard) the piece.

During the 15 smaller movements, I also worked with super position as a way to see the relationship between the cello solo and the cello in the orchestra. Sometimes they play exactly the same and it is unclear which of them has the leading voice. While

this would be a disturbing element in a classical concerto, this is not at all the case in a concerto inspired by quantum mechanics. In addition to this, cello plays a chord with 8 notes on 4 strings. The super position reaches its extreme in the last movement when all the instruments play the same tune slightly staggered, almost like a multiple world experience.

The concerts with the concerto were structured as a half hour Quantum Mechanics lecture by Klaus Mølmer followed by a half-hour performance. Some parts of the lecture reflected specific musical samples played by the orchestra during the lecture.

Quantum Fantasy

Suite for Guitar solo

1st performance, Carnegie Hall, New York, DAP Festival Pietrasanta Italy, Ophelia Beach, The Royal Theatre, Copenhagen.

Schrödingers cat and other narratives

This piece was spontaneously inspired by some of the popular quantum narratives, ending up with Schrödingers Cat. Here as a new way of understanding Scarlatti's Cat fugue.

Super Position for 2 pianos

Many Worlds. The first piece without a final structure; not being performed the same way twice; existing in an endless number of variations.

Composed for the LP Duo. Ljubljana, Aarhus, Copenhagen, Belgrade, Autumn 2017
The first 9 series of Quantum frequencies (Lyman, Balmer.....)

This is the first work based on scales measured from the frequencies of the quantum leaps of a helium atom, which was worked out by Klaus Mølmer. The work has nine movements, each using one of the first nine series as musical scales, made possible by transpositions. The title refers to the double image of one instrument (Piano Duo) and works with the double image as the basic technique of the musical setting, such as micro canons, stereo, cross lines and so on. Also, the double image of tonality and atonality. The first version performed was for two pianos in traditional tuning. To give an impression of a more fluctuating tuning, a recording of a Sheppard's harmony was used in some of the movements as pre-recorded background sound.

This version also includes the possibility of new piano techniques built on probabilities.

The idea of the title is to create a piece of music that exists in a kind of super position or rather in a multiple world position. The piece should never be the same from performance to performance. Every time it is performed, it must be slightly changed and at a sudden point radically changed. The music or the composition so to speak, is supposed to move into a parallel world every time it is performed.

Since the micro intervals had not yet been developed on the hybrid piano, the first versions provided a traditional classical well-tempered sound image of two pianos.

Even so, it already seems very possible to connect the micro tonality to the acoustic pianos and hereby reach the quantum frequencies.

Here are some descriptions of the use of the quantum scales in some of the movements:

1st prelude, *The Lyman series*

The first prelude is built on the Lyman series.

This scale, as well as the following Balmer series had a very limited range of notes. This means that after transposing the series into the audible area, a stretching of the scale is also done. This prelude is built on a chorographical technique called stacking, in which a full phrase is built up by releasing just a small part of it until it appears in full shape. The middle part of the scale (the “tonal part”) presents the scale as a melody starting with the middle note and adding the previous and the following note, every time repeated. The piece also uses the horizontal aspect as well as the vertical (harmony) of the series. The prelude concludes when all the notes are presented, with microtonal stop notes ending in vacuum.

Figure 2. *Super Position, Prelude 1 “Lyman” – bar 11 where the entire Lyman scale is presented*

2nd prelude, “Johann Balmer’s *Lustige Streiche*”

This prelude presents the “original” compressed scale in the A part and uses the stretched one as the middle section. From below, the scale is actually the theme from Richard Strauss’ *Till Eulenspiegel*, which is easily recognizable in this scherzo-like piece. The middle section (the trio) consists of the extended scale played forwards and backwards at the same time with sustain pedal throughout, presenting the sense of melody and harmony at the same time as seen in the first prelude.

3rd prelude, “*Paschen*”

A piano playing back in time creates a tone with the quality of a string instrument ending with an accent. This technique was dedicated to the 3rd prelude due to the live

performance being replaced by E Bows, evoking the feeling of a rewind piano note. The quarter notes were marked with grace notes like in blues piano style.

5th prelude, "Pfund"

This piece was inspired by rock music (to be more accurate the guitar ostinato from The Police's song "Message in a Bottle"). The two pianos are playing the same. However, one piano is playing on the beat and the other off the beat, resulting in a feeling of swinging syncopation. Played very mechanically, the piece can be heard in two different ways depending on which piano part the listener's ears choose to perceive as being played on the beat.

No. 5 "Pfund"



Figure 3. Super Position – The "Pfund" Series

6th prelude, Humphrey

This prelude is built on the 6th series which in its strong chromatic like structure gives an impressionistic sound that inspired me to create a meditative and atmospheric prelude similar to film music. Perhaps the beginning of a "quantum frequencies healing system".

8th prelude, Series 8

This prelude is inspired by free jazz. However, the material constantly repeats syncopated figures, expected and unexpected at the same time, like watching the light glimmers from the quantum leaps.

9th Prelude, Series 9

The scales consist mostly of micro tonal intervals (in between the notes on the piano). The piece plays with the possibility to replace the note with the nearest note beneath it, resulting in chromatic intervals or to replace the note with the nearest note

above, which results in a Lydian like scale. In the end, the vision of a musical Hilbert Space is presented with pre-recorded pianos. The 2 pianos become 18.

Balmer stretched Balmer – Piano Sonata no. 3 **for an imaginary quantum piano**

Dance performance, The U-boat Copenhagen, January 2018

For this piece, I used the music program Logic to manipulate piano sounds according to the quantum concepts. The idea of going backwards in time and stretching the time was the main thought as earlier presented in the drawings by Klaus Mølmer. Actually, the B part of the 2nd prelude of the Super Position piece for 2 pianos, which is more or less 40 seconds of music, is used as the only material for this 40-minute piece.

It is now possible to perform this piece live on the Yamaha DIS Klavier and hopefully soon on the Quantum piano.

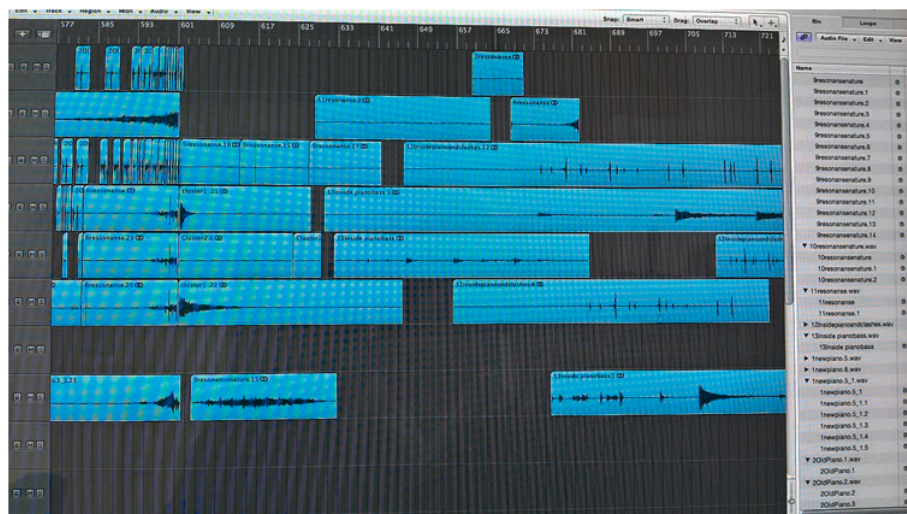


Figure 4. *Balmer stretched Balmer (an extract)*

CONCLUSION

This article and the thoughts about dealing with quantum information in a compositional way is just the beginning. Exploring the scales for different types of musical instruments needs much more time and experimentation than what is possible within the 3-year Quantum Music pilot project. What has been proven throughout this project, is that quantum information is indeed viable as a way of generating musical material. As shown in the composition *Super Position*, it is possible to create melodies, harmonies and rhythmical patterns based on quantum leap frequencies as well as using the information as a time structuring element and in *Balmer stretched Balmer* the idea of the piano as an instrument that can sound like an orchestra just manipulating its own sounds according to the movements of particles and anti-particles. Yes, the doors have been opened into other ways of approaching music composition.

ADDITIONAL ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank: Klaus Mølmer for the essential information that made this project and all my compositions possible; Claire Percy Smith for critical advices and translations in connection with this article; The Danish National School of Performing Arts for supporting this project in all aspects (research, workshops, concerts, lectures, promotion); The Royal Danish Theatre for providing space for concerts and lectures; The Danish Arts Foundation and Creative Europe for supporting my compositions and artistic research.

I entered the Quantum Music project in its planning phase; it was an extension of a long, fruitful collaboration with the Serbian piano duo Sonja Lončar and Andrija Pavlović (LP Duo). Together we made a recording of my complete works for 2 pianos and some years later the first recording of my jazz-rock symphony *Mechanical Destruction* (1977) arranged for 2 pianos and synthesizers. This collaboration also encompassed a series of memorable concerts in Europe and the United States.

LIST OF REFERENCES

- Cage, John (1961) *Silence. Lectures and Writings*. Middletown: Wesleyan University Press.
- Schommers, Wolfram (1998) *The Visible and the Invisible: Matter and Mind in Physics*. Munich: World Scientific.
- Uhland, Ludwig (1980) "Freie Kunst." *Werke. Band 1*. München: Winkler, 34–35.

Further reading

- Burrows, Jonathan (2010) *A Choreographers Handbook*. Abingdon: Routledge.
- Burwell, Jennifer (2018) *Language and the Migration of Scientific Concepts*. Cambridge (MA): The MIT Press.
- Helweg, Kim (2017) "Dalla Sinfonia al Plié. Osservazioni sulla pratica coreomusicale." *Il corpo nel suono 1*, Roma: Aracne editrice, 77–87.
- Kirchin, Basil (2017) "Basil Kirchin on Quantum Music." *BBC Radio 3 – Late Junction*, <http://www.bbc.co.uk/programmes/p04s9hv6>
- Mason, Paul H. (2011) *Music, Dance and the Total Art Work: Choreomusicology in Theory and Practice*. North Ryde: Macquarie University.
- Mølmer, Klaus (2010) *Atomernes Vilde Verden*. Århus: Århus Universitets Forlag.
- Putz, Volkmar and Svozil, Karl (2015): "Quantum Music." In *Soft Computing – A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications*. Berlin: Springer, 1–5.
- Turner, Frederick (2012) "Quantum Theory and the Arts." *American Arts Quarterly 2*, <http://www.nccsc.net/essays/quantum-theory-and-arts>

Scores

- Cage, John (1952) *4'33"* Edition Peters #EP6777.
- Helweg, Kim (2016) *BEC Music Concerto No 3* for cello and orchestra. Ankerstjerne Music.
- Helweg, Kim (2017) *Super-Position version#1* for two pianos. Ankerstjerne Music.
- Ligeti, György (1968) *Poème symphonique* for 100 metronomes. Boosey & Hawkes.
- Ligeti, György (1998) *Etudes* for piano solo. Schott Music.
- Reich, Steve (1968) *Pendulum Music* for microphones, amplifiers, speakers and performers. Boosey & Hawkes.
- Strauss, Richard (1979) *Till Eulenspiegels lustige Streiche* for symphony orchestra. Dover Publications.

Ким Хелвег

КОМПОНОВАЊЕ НА ОСНОВУ КВАНТНИХ ИНФОРМАЦИЈА:
АСПЕКТИ КВАНТНЕ МУЗИКЕ У ТЕОРИЈИ И ПРАКСИ

(САЖЕТАК)

Квантна музика (*Quantum Music*) је назив пројекта кофинансираног од стране Европске Уније у оквиру програма Креативна Европа. Овај пројекат је отворио могућност да се истражује однос између уметности и науке — прецизније, између музике и квантне физике. Идеја партнера окупљених на овом пројекту била је да се креира нови музички стил инспирисан теоријским поставкама квантне механике, као и да се развије нов хибридни клавијатурни инструмент. Развој је био пажљиво планиран и распоређен на различите учеснике пројекта, у складу са њиховом експертизом, било да су у питању дизајнери звука, физичари, музички извођачи или музиколози. Мени је, као композитору, било поверено компоновање прве квантне композиције (*Сујер њозиција [Мнојо свейова]* за два хибридна клавира, 2017), али и повезивање музике са другим извођачким уметностима (плес, глума) путем мог педагошког рада у оквиру Данске националне школе за извођачке уметности. Циљ мог учешћа у овом пројекту био је да установим на који начин спој музике и науке може резултовати развојем нових композиторских стратегија и понудити нову перспективу за промишљање музике и извођачких уметности данас.

Кључне речи: Квантна музика, квантне скале, музика вероватноће, квантни наративи, кореомузикологија, теорија квантне музике, компоновање квантне музике.

WHAT DOES QUANTUM MUSIC SOUND LIKE AND WHAT WOULD PIERRE BOULEZ THINK OF IT?

SUPER POSITION (MANY WORLDS) BY KIM HELWEG (2017)*

*Ivana Medic*¹

Institute of Musicology SASA, Belgrade

*Jelena Janković-Beguš*²

Doctoral candidate, Faculty of Music, University of Arts, Belgrade

Received: 30 March 2018

Accepted: 7 May 2018

Original scientific paper

ABSTRACT

Pierre Boulez (1925–2016) devoted a great deal of time and consideration to the relationship between the composer’s invention and performance media, in particular those related to the application of the latest technological breakthroughs and new instruments. Boulez’s famous essay “Technology and the Composer” (1977/1986) proclaims his desire to widen the range of expressive means of art music by conquering new media. Boulez’s “vintage” insights are here juxtaposed with a contemporary *Quantum Music* project (2015–2018), and with one particular piece written within this project: *Super Position (Many Worlds)* by Kim Helweg (2017), commissioned by the Institute of Musicology SASA and supported by the Danish Arts Foundation (Statens Kunstfond). At least two lines

* This article was written for the project *Quantum Music*, co-financed by the EACEA within the programme *Creative Europe* (559695-CREA-1-2015-1-RS-CULT-COOP1). We have also received support from the Ministry of Culture and Information of the Republic of Serbia.

Some parts of the research were conducted within the project *Identities of Serbian Music Within Local and Global Contexts Traditions, changes, challenges* (No 177004) financed by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia. Jelena Janković-Beguš expresses her gratitude to Prof. Vesna Mikić for her valuable insights during the early stages of the conception of this paper. The piece *Super Position (Many Worlds)* by Kim Helweg (2017) was commissioned by the Institute of Musicology SASA and supported with a grant awarded by The Danish National Arts Foundation (Statens Kunstfond), <https://www.kunst.dk/>

1 ivana.medic@music.sanu.ac.rs

2 jelenaforfree@gmail.com

of thinking relevant for the present discussion can be drawn from Boulez's text: the first dealing with the possible development of new musical instruments, and the other inviting a merger between music composition and science.

KEYWORDS: Pierre Boulez, technology, new music, new instruments, Quantum Music

ON BOULEZ, MUSIC AND TECHNOLOGY

A hundred years ago, Edgard Varèse (1883–1965) began his famous lecture “The liberation of sound” with a longing for new instruments which would allow him to write music as he imagined it: “Music, which should pulsate with life, needs new means of expression, and science alone can infuse it with youthful vigor” (Varèse and Chung 1966: 11). Since the beginning of the twentieth century, there have been countless modernist projects based upon an interest in the possibilities for merging modern technologies (of that time) and the arts. A fascination for technological innovations inspired artists to break from the confines of their own arts and their media and to conquer new modes of expression. As observed by Vesna Mikić, these possibilities were reflected, “on the one hand, in the inspiration for creation of certain works, originating from the urban way of life and its particularities, and on the other hand, in attempts at applying scientific discoveries to music” (Mikić 2004: 106). Two well-known examples of these possibilities are:

- 1) Alexander Mosolov: *Iron Foundry* – a piece inspired by the rapid development of technology and industrialization;³
- 2) Edgard Varèse: *Poème électronique* – an example of the creative application of new technologies and one of the landmarks of electronic music.⁴

Pierre Boulez (1925–2016) was one of the great avant-garde composers of the twentieth century who devoted much time and consideration to the relationship between the composer's invention and performance media, in particular those related to the application of the latest technological breakthroughs and the new instruments. One of his essays, “Technology and the Composer” (Boulez 1977/1986) is still as relevant today as it was 40 years ago, when it first appeared in print. This essay is considered a “manifesto of IRCAM”⁵ (Born 1995: 97), the institute that Boulez founded that very same year, in 1977, and directed until his retirement in 1992. In a recent analysis Marija Maglov asserts that “Boulez's text remains the point of reference because of the themes it involves regarding the different institutional aspects of music organization”

3 <https://www.youtube.com/watch?v=v1FotpMw46E>

4 <https://www.youtube.com/watch?v=iuDzSoEYixQ>

5 IRCAM – Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique, <https://www.ircam.fr>

(Maglov 2016: 63). Boulez's vision when he founded IRCAM was directed predominantly at the study of electronic and electroacoustic music, and especially the application of computers to the creation of music, which was still quite novel at that time. Just like Varèse's goal of the liberation of sound cited earlier, Boulez's text proclaims his desire to widen the range of expressive means of art music by conquering new media. Boulez's "vintage" insights will here be juxtaposed with a contemporary project that some of us have been involved with for the past three years – namely, the *Quantum Music* project, coordinated by the Institute of Musicology SASA in Belgrade, with partners from Denmark, Slovenia, Serbia, the United Kingdom and the Netherlands.⁶

At least two lines of thinking relevant for the present discussion can be drawn from Boulez's text: the first dealing with the possible development of new musical instruments, and the other inviting a merger of music composition and science. Boulez observed that, at least since the beginning of the twentieth century, Western culture had been oriented towards "historicism and conservation" (Boulez 1986: 486–487). He believed that this historicizing culture had almost completely blocked the evolution of musical instruments for both social and economic reasons:

The great channels of musical consumption which exploit, almost exclusively, the works of the past consequently use the means of transmission appropriate to the past, when they were at their most effective. (...) The makers of musical instruments, having no vocation for economic suicide, meet the narrow demands made on them (...) and so lose all chance of inventing or transforming. (Ibid.: 487)

In stark contrast to the 'stagnant' world of art music, Boulez notices that the situation is much better "in another sector of musical life that has little or no communication with the 'historical' sect" – that is, in non-art music, in which "the musical material (...) has formed itself into a surplus." (Ibid.) Thus Boulez notices the possibilities of enriching art music with technological means developed independently from this music's real or presumed aims:

Aware of these forms of progress and investigation, and faced at the same time by stagnation in the world of musical instruments, the adventurous musical spirits have thought of turning the situation to their own advantage. Through an intuition (...) they have assumed that modern technology might be used in the search for a new instrumentation. (...) Oscillators, amplifiers, and computers were not invented in order to create music; however, and particularly in the case of the computer, their functions are so easily generalized, so eminently transformable, that there has been a wish to devise different objectives from the direct one. (Ibid.: 488)

Boulez remarks that technological breakthroughs were often achieved by "the scientifically minded (...) inventors, engineers and technicians" who were "admittedly interested in music but who stand outside the conventional circuit of musical education and culture."

6 <http://quantummusic.org>

(Ibid.: 487) Nevertheless, he is interested in applying computers and audio technologies to the composition of art music, and excited by the fact that there exists new sound material with unexpected potential for creative application (Ibid.: 489). On the other hand, he admits that “musicians, on the whole, have felt repelled by the technical and the scientific, their education and culture having in no way given them the agility or even the readiness to tackle problems of this kind“ (Ibid.: 490). He believed that composers’ invention and musical material should develop in parallel and concluded that [*emphasis ours*], “**Collaboration between scientists and musicians [...] is therefore a necessity that, seen from outside, does not appear to be inevitable.**“ (Ibid.) Boulez also noticed a certain skepticism on the part of the scientific community with respect to whether musical creativity really needed technology: “They doubt whether this utopian marriage of fire and water would be likely to produce anything valid.“ (Ibid.) Aware of the fact that finding a common ground for music and technology would be very difficult to achieve, Boulez ultimately proclaimed that [*emphasis ours*], “**musical invention will have somehow to learn the language of technology, and even to appropriate it.**“ (Ibid.: 491)

To explain the desirable level of mastery of the technology that a composer would need to fathom, Boulez makes a very useful analogy with learning traditional orchestration (Ibid., 491–2) and concludes that **a virtual understanding of contemporary technology should form part of the musician’s invention.** He expressed his belief that **the reasoned extension of the material would inspire new modes of thought** (Ibid.: 492) and illustrated this idea by making an exceptional comparison to architecture:

... structural limitations have been radically changed by the use of new materials such as concrete, glass, and steel. (...) New possibilities triumphed over imitation and transformed architectural invention and concepts from top to bottom. These concepts had to rely much more than before on technology, with technical calculations intervening even in aesthetic choices, and engineers and architects were obliged to find a common language – which we are now about to set off to look for in the world of music. (Ibid.: 492–493)

Boulez concluded that the road ahead of composers would be long and winding, that there would be hesitation and attempts to return to the old, but that this is the price that composers would have to pay in their quest for originality.

QUANTUM MUSIC AND BOULEZ

“Think about an atom as a musical instrument.”
Vlatko Vedral⁷

After reading Pierre Boulez’s words written over 40 years ago, it is clear that the project Quantum Music has reinterpreted some of those modernist ideals of discovering

7 Quantum Music Project Promo, <https://www.youtube.com/watch?v=PeW69lHFyEo>

new ways of connecting science, music and technology. Specifically, the main idea behind the Quantum Music project was to create technological context that would enable music to “penetrate” the world of quantum particles. In a typically avant-garde manner, the project has its “manifesto” – admittedly, written as part of the funding application! – which nevertheless resembles the texts written by the great twentieth-century visionaries such as Ferruccio Busoni’s treatise “Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst” [Sketch of a New Aesthetic of Music], first published in 1907 (Busoni s.a.), or Varèse’s already-quoted “The Liberation of Sound” (Varese and Chung 1966):

Quantum Music is a project with the aim to explore the connection between music and quantum physics through the creation of a new art & science experiment resulting in a live performance. The project presents quantum physics and the quantum world to a wider audience and contributes to the creation of a new musical/scientific genre – Quantum Music...⁸

As described in the “manifesto”, the main objective of this project was to bring the imaginary principles of quantum physics closer to a wide audience by means of the most imaginative of all arts – music – and to investigate and demonstrate how the laws of quantum physics and the aesthetics of music could interact. This research took the team in several directions simultaneously. The first direction was the technological one, which led to a creation of a new hardware that transformed the classical piano (be it grand or upright piano) into a hybrid analogue-digital instrument (Lončar and Pavlović 2018). This was complemented by a creation of a new software interface for this new hardware, as well as soundbanks synthesized on the basis of quantum equations (Mølmer 2018; Novković et al. 2018). The next direction was artistic and involved composing new music and rearranging pre-existing music for the new hybrid instrument (Lončar and Pavlović 2018; Helweg 2018). Finally, the project involved creating an audio-visual narrative that would accompany concert performances of these newly composed or newly-rearranged quantum music pieces, in order to present and explain to the audiences some phenomena from the quantum world.

Whilst creating the hybrid piano and soundbanks for it, the scientists, engineers and musicians found themselves “on the same wavelength” – just as we imagine Boulez would have desired – although they arrived at that meeting point from different directions. Specifically, the scientists were interested in “hearing” the quantum world, while musicians aimed at expanding the sound range and expressive possibilities of traditional keyboard instruments. The members of the LP Duo, Sonja Lončar and Andrija Pavlović, saw this new hybrid piano as a fulfilment of their dream: a merger of an acoustic piano and analogue and digital synthesisers, i.e., the creation of an electronic instrument that has genuine piano mechanics and that enables the demonstration of the entire range of pianistic virtuosity – which had never been possible with other electronic synthesisers, no matter how well they were made (Lončar and Pavlović 2016: 61–69). The development of this prototype is still on-going, although even in its present form it is fully operational.

8 Quantum Music – About Us, <http://quantummusic.org/about-us/>

KIM HELWEG: *SUPER POSITION (MANY WORLDS)*

In May 2017 the first new musical piece that resulted from the Quantum Music project was composed – *Super Position (Many Worlds)* for two hybrid/quantum pianos, by Danish composer Kim Helweg, born in 1956, with whom the LP Duo have had a long and very fruitful collaboration (Helweg 2018). At the outset of the project Helweg observed that, “this project moves the boundaries quite a bit. We are still very ‘classical’ in the way we approach music, how we organize it – this is still pretty much the same as it was done in Mozart’s time.”⁹ While these words echo Boulez’s own, they must have sounded unusual coming from Helweg, because, for several decades, especially in his native Denmark, he was considered a composer of not-very-serious, postmodern music with influences from popular music genres – jazz, rock, punk, etc. For example, in the early 1980s he wrote two jazz/rock symphonies and the rock-operas *Ulysses* (1982) and *Black Mass* (1983); he also wrote an anti-musical, *The Kreutzer Sonata*, as well as works such as *Variations on Chick Corea’s ‘La Fiesta’* for two pianos, *Shlag* for punk singer and orchestra, and so on. Yet in 2015 he was ready for a new challenge and gladly accepted the invitation to become part of the (neo-) avant-garde Quantum Music project, thus revisiting some of those modernist ideas that he would have probably dismissed in his rebellious youth. Wishing to depart from “musical historicism” and to step into an unprobed field of musical invention, Helweg wrote *Super Position*, the first musical piece inspired by the hydrogen atom. Here we can think of parallels with Varèse’s experiments from a hundred years ago (for example in his works such as *Ionisation* [1929–1931], *Hyperprism* [1923], *Density 21.5* [1936] and so on), or more recently, with similar endeavours undertaken by another prominent European avant-gardist, Iannis Xenakis (1922–2001), for instance in his seminal piece *Pithoprakta* composed in 1955–1956 – to name but two composers who in their own time also used the phenomena of physics as a source of extramusical inspiration.

In his *Super Position*, Helweg depicts the quantum world by using traditional Western European compositional devices. *Super Position* and its subtitle *Many Worlds* refer to one of the characteristic phenomena of the quantum universe – the fact that particles can exist simultaneously in different states. A wave function in quantum physics is a mathematical description of the state of a system, a complex-valued probability amplitude. As explained by Vlatko Vedral, wave function collapse is said to occur when a wave function appears to reduce to a single state (by “observation”). Namely: when it is not observed, the particle does not exist; there is only the wave probability function expressing the likelihood of finding it. However, as soon as a particle is located in the quantum space, the “superposition” is lost and it “collapses” into a single, defined state.¹⁰ Quantum Superposition is another fundamental principle of quantum mechanics; much like waves in classical physics, any two (or more) quantum states can be added together (‘superposed’) and the result will be another

9 Quantum Music Project Promo, <https://www.youtube.com/watch?v=PeW69lHFyEo>

10 “The Quantum Music Project presents Quantum Mechanics with Vlatko Vedral,” Quantum Music 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=D4oW3lphecg>.

valid quantum state; and conversely, every quantum state can be represented as a sum of two or more other distinct states (Vedral 2018).

Inspiration in quantum phenomena is also revealed by the titles of movements in Helweg's composition, because they correspond to the titles of the series of spectral lines of the hydrogen atom. Namely, the emission spectrum of atomic hydrogen is divided into a number of spectral series. A hydrogen atom consists of an electron orbiting its nucleus. The electromagnetic force between the electron and the nuclear proton leads to a set of quantum states for the electron, each with its own energy.

Spectral emission occurs when an electron transitions, or jumps, from a higher energy state (n) to a lower energy state (n'). The energy of an emitted photon corresponds to the energy difference between the two states. The spectral lines are grouped into series according to n' . Lines are named sequentially starting from the longest wavelength/lowest frequency of the series, using Greek letters within each series. The first six series were named after the scientists who discovered them, while the last ones do not have names, but they follow the same Rydberg formula, devised by Johannes Rydberg in 1888.

A Bose–Einstein condensate (BEC) is a state of matter of a dilute gas of bosons cooled to temperatures very close to absolute zero. Under such conditions, a large fraction of bosons occupy the lowest quantum state, at which point microscopic quantum phenomena, particularly wavefunction interference, become apparent. In such conditions, a change in a certain feature of one atom (e.g. its velocity) immediately changes the same feature in all other atoms, even if these atoms do not interact. Thus all wave functions of single atoms “collapse” into a single wavefunction because of the low temperature and pressure (*Wave Function Overlap*) (cf. Rančić 2011).

Even an initial glance at Helweg's score allows us to establish a metaphorical analogy between the repetitive models of postminimalist provenance and the “waves of energy” in the quantum world. These “waves” are actually the images of the “superposition” of particles, because they are “neither here nor there” – they belong to all possible worlds, until the moment when they “collapse” into “here and now.” We shall now overview these nine series and their eponymous musical outcomes, highlighting some specific procedures implemented in the selected movements.

Prelude I, series 1 “Lyman”: The Lyman series is a hydrogen spectral series of transitions and resulting ultraviolet emission lines of the hydrogen atom as an electron goes from $n \geq 2$ to $n = 1$ (where n is the principal quantum number), the lowest energy level of the electron. The transitions are named sequentially by Greek letters: from $n = 2$ to $n = 1$ is called Lyman-alpha, 3 to 1 is Lyman-beta, 4 to 1 is Lyman-gamma, and so on. The series is named after Theodore Lyman (1874–1954), who discovered the spectral lines from 1906–1914 (Lyman 1906, 1914; see also Bridgman 1957). All the wavelengths in the Lyman series are in the ultraviolet band.

This prelude is based on a short chromatic motif consisting of four notes; at its first repeat it is expanded to five. Constant repetitions with minor modifications of this motif create a “trembling” musical line in the first piano, while the second one remains silent, until it is “awakened”. It is as if the movement of the first “particle” in the first piano has kick-started the second particle to react in the exact same way

– hence at its first entry the second piano faithfully copies what the first one did. The two pianos, i.e., particles, then start to interact and continue to do so until the end of the movement. The introduction of a new motif in bar 6 provides a counterpoint and apparently opens up a new realm; as the composer piles on and sustains the layers, it is as if we can witness the transitions and emission lines of the hydrogen atom (Figure 1).

The image shows a musical score for two pianos (Pno.) across three systems. The first system (bars 4-5) shows the first piano part with a complex, multi-layered texture of sixteenth and thirty-second notes, often with slurs and ties. The second piano part is more sparse, with longer note values and rests. Dynamics include *pp* (pianissimo) and *mp* (mezzo-piano). Performance markings include *mp espress.* and an asterisk (*). The second system (bar 5) continues the first piano part's texture. The third system (bar 6) introduces a new motif in the first piano part, marked *mp espress.* and with an asterisk (*). The word "Lyman" is written below the staff in the third system.

Figure 1. Kim Helweg, *Super Position (Many Worlds)*, Prelude 1 "Lyman", bars 4–6

Prelude II, series 2 – “Johann Balmers lustige Streiche”: Balmer’s series, named after Johann Jakob Balmer (1825–1898), is the only one that belongs to the visible part of the spectrum (Balmer 1885/1966). Using Anders Jonas Ångström’s measurements of the hydrogen lines, he arrived at a formula for computing the wavelength. Balmer’s formula was later found to be a special case of the Rydberg formula (formulated by Johannes [Janne] Rydberg). Not only is this the only “visible” series, but only in this movement does Helweg employ a familiar musical motif – a theme from Richard Strauss’s programmatic symphonic poem *Till Eulenspiegels lustige Streiche* [Till Eulenspiegel’s Merry Pranks]. As explained by Helweg himself, the fact that the Balmers scale replicates Till Eulenspiegel’s Leitmotif is a coincidence (Helweg 2018), but one that he was happy to utilize, thus evoking the (auto)referentiality of his earlier, pre-Quantum music.

In Richard Strauss’s work, the German folk hero Till is represented by two themes. The first, played by the horn, is a lilting melody that reaches a peak, falls downward, and ends in three long, loud notes, each progressively lower (Figure 2):

Seinem lieben Freunde Dr Arthur Seidl gewidmet.

Till Eulenspiegels lustige Streiche.

Richard Strauss, Op. 28.
allmählich lebhafter

The musical score for the first theme of 'Till Eulenspiegels lustige Streiche' is shown. It features a Horn in F part with a melodic line that rises to a peak and then falls, ending in three long, loud notes. The rest of the orchestra provides accompaniment. The tempo is marked 'Gemächlich' and the dynamics range from 'p' to 'pp'. The score is for a symphony orchestra and includes parts for Flutes, Clarinets, Bassoons, Horns, Violins, Violas, Violoncello, and Contrabass.

Figure 2. Richard Strauss, *Till Eulenspiegels lustige Streiche*, Sinfonische Dichtung Op. 28, Edition Eulenburg No. 443, bars 6–9 – Till’s first theme

Helweg subjects the first Till theme to wave-like repetitions and transformations (although the theme itself is repeated multiple times in Strauss’s piece, only in a completely different, romantic context). Instead of depicting Till, here the theme depicts the “familiar,” visible part of the spectrum and its “playfulness” (Figure 3):

Prelude II
serie 2
"Johann Balmers Lustige Streiche"

Kim Helweg
2017

The image displays a musical score for a piano piece. It is titled "Prelude II serie 2 'Johann Balmers Lustige Streiche'" by Kim Helweg, composed in 2017. The score is in 17/8 time and has a tempo marking of quarter note = 146. The piece is written for piano. The score is divided into two systems. The first system shows the piano part with a treble clef staff containing a melody of quarter notes and a bass clef staff with a rhythmic accompaniment of eighth notes. The second system continues the piece with similar notation. Dynamics include *pp* and *mf*. There are trills (*tr*) and triplets (*3*) indicated in the notation.

Figure 3. Kim Helweg, *Super Position (Many Worlds)*, Prelude 2 "Johann Balmers Lustige Streiche", bars 1–4

Prelude III, series 3 – "Paschen": Paschen series are the series of lines in the spectrum of the hydrogen atom which corresponds to transitions between the state with the principal quantum number $n = 3$ and successive higher states. They are named after the German physicist Friedrich Paschen (1865–1947) who first observed them (Paschen 1908). The Paschen lines all lie in the infrared band. This series overlaps with the next (Brackett) series, i.e. the shortest line in the Brackett series has a wavelength that falls among the Paschen series. All subsequent series overlap.

Prelude IV, series 4 – “Brackett”: This series is named after the American physicist Frederick Sumner Brackett (1896–1988), who first observed the spectral lines (Brackett 1922). The musical motif on which this movement is based is an inversion of the motif from the first movement. As Helweg’s composition progresses and the movements depict higher states, the rhythmic and intervallic patterns become increasingly complex.

Prelude V, series 5 – “Pfund”: Experimentally discovered in 1924 (Pfund 1924) by the American physicist August Herman Pfund (1879–1949), in Helweg’s piece the fifth series is depicted by a canon in two pianos rhythmically separated by just one quaver, thus producing the effect of particles copying or chasing one another. The same principle is used consistently in Prelude VII.

Prelude VI, series 6 – “Humphreys”: This series was discovered by the American physicist Curtis J. Humphreys (1898–1986) (Humphreys 1953).

Further series are unnamed, but follow the same pattern, as dictated by the Rydberg equation. Series are increasingly spread out and occur in increasing wavelengths. The lines are also increasingly faint, corresponding to increasingly rare atomic events. The seventh series of atomic hydrogen was first demonstrated experimentally at infrared wavelengths in 1972 by John Strong and Peter Hansen at the University of Massachusetts Amherst.

Prelude VII, series 7, repeats the canonic imitation as seen in the Prelude V.

At the beginning, **Prelude VIII, series 8** features two pianos in unison, depicting particles that share the exact same movement, velocity and other characteristics, as if it were the situation happening in the Bose-Einstein condensate. And even after they are separated at bar 7, they remain in a canon imitation.

Finally, **Prelude IX, series 9** presents a similar idea; however a carefully calculated rhythmic “mismatch” or “reverb” of the two pianos here produces seemingly irregular “twinkling” musical waves.

CONCLUSION

Kim Helweg’s composition *Super Position (Many Worlds)* presents just the first attempt – and by no means the only possible one – at finding a “common ground” for quantum mechanics and art music. Helweg’s composition does not introduce a completely new musical language in comparison with his earlier pieces, which could be understood in the context of a broadly-defined postmodernism and postminimalism. Instead, Helweg here finds a way to bring his already established musical language logically and unforcedly into a relationship with the new source of inspiration – the quantum world. Moreover, the transformation of the piano sound, although achieved by means of an innovative technology (the hybrid pianos and the accompanying interface and soundbanks) also does not represent a complete novelty in the field of electroacoustic music – although it does change the way of transporting acoustic information into the digital world. Hence, what is truly new and original in Helweg’s piece, aside from the use of the hybrid piano prototype, is the penetration of music into the world of experimental physics, both as a new source of inspiration

for composers, and as an outcome of the physicists' desire to "musicalize" i.e. make audible this distant subatomic world. Due to the extreme difficulty and "unplayability" of some parts of Helweg's score, but also due to the fact that the tempered tuning of the piano (which has been preserved even with the hybrid mechanism) makes it impossible to reproduce the exact pitches of the quantum scales, the version of *Super Position (Many Worlds)* that LP Duo performed during the Quantum Music Tour in September and October 2017 is by no means the only possible one, but just one of the "many worlds" that the composer has envisioned. Moreover, as of March 2018 there have already been four updates to the score; should the future development of the hybrid piano enable the performance of quarter-notes, it would necessitate further revisions of the piece.

If one now returns to Boulez's aims with respect to the development and progress of music as expressed in the text "Technology and the Composer," one might establish many meeting points with the Quantum Music project, including: a close collaboration between scientists, engineers and musicians; the development and production of new instruments; the musicians' (both composers' and performers') efforts aimed at learning and mastering the new technology; and, finally, finding a common language for music and cutting-edge technology. One may conclude that the Quantum Music project opens a new chapter in the relationship between science, technology and music, which has the potential to lead to the discovery of new sound worlds – while, simultaneously, music is given the opportunity to contribute to science by partaking in experiments in the field of quantum mechanics. In the final analysis, we are certain that Boulez would have been quite eager to compose music for hybrid pianos, "pianos of the future," because they embody the symbiosis of science, technology and music about which Boulez dreamed and which he himself aimed to accomplish.

LIST OF REFERENCES

- Balmer, Johann Jacob (1885) "Note on the Spectral Lines of Hydrogen." *Annalen der Physik und Chemie* 25 (80–5). Translated and published by Henry A. Boorse and Lloyd Motz (1966) *The World of the Atom* 1. Omissions filled in by Carmen Giunta. New York: Basic Books.
- Born, Georgina (1995) *Rationalizing Culture: IRCAM, Boulez, and the Institutionalization of the Musical Avant-Garde*. Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press.
- Boulez, Pierre (1986) "Technology and the Composer (1977)." *Orientations: Collected Writings*. Collected and edited by Jean-Jacques Nattiez, translated by Martin Cooper. Cambridge, MA: Harvard University Press, 486–495.
- Brackett, Frederick Sumner (1922) "Visible and Infra-Red Radiation of Hydrogen." *Astrophysical Journal* 56(3): 154–161.
- Bridgman, Percy Williams (1957) *Theodore Lyman 1874–1954. A Biographical Memoir*. Washington D.C.: National Academy of Sciences.
- Busoni, Ferruccio (s.a.) "Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst." https://de.wikisource.org/wiki/Entwurf_einer_neuen_Ästhetik_der_Tonkunst

- Helweg, Kim (2018) "Composing with Quantum Information: Aspects of Quantum Music in Theory and Practice." *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 61–77.
- Humphreys, Curtis J. (1953) "The Sixth Series in the Spectrum of Atomic Hydrogen." *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 50(1), 1–6.
- Lončar, Sonja and Pavlović, Andrija (2016) "Klavir budućnosti." *Elementi* 7: 61–69. / [The Piano of the Future]
- Lončar, Sonja and Pavlović, Andrija (2018) "Hybrid Duo." *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 111–121.
- Lyman, Theodore (1906) "The Spectrum of Hydrogen in the Region of Extremely Short Wavelength." *Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences*, New Series 13(3): 125–146.
- Lyman, Theodore (1914) "An Extension of the Spectrum in the Extreme Ultra-Violet," *Nature* 93: 241, <https://www.nature.com/articles/093241a0>.
- Maglov, Marija (2016) "Past Music, Future Music: Technology and Music Institutions in the 20th Century." *New Sound* 48 (II/2016): 53–63.
- Mikić, Vesna (2004) *Muzika u tehnikulturi*. Beograd: Univerzitet umetnosti.
- Mølmer, Klaus (2018) "The Quantum Vibes of Atoms and Ichthyosaurs" *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 51–59.
- Novković, Dragan, Peljević, Marko and Malinović, Mateja (2018) "Synthesis and Analysis of Sounds Developed from the Bose-Einstein Condensate: Theory and Experimental Results." *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 95–109.
- Paschen, Friedrich (1908) "Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra. I. (Normalwellenlängen bis 27000 Å.-E.)." *Annalen der Physik* 332(13): 537–570.
- Pfund, A. H. (1924) "The emission of nitrogen and hydrogen in infrared." *Journal of the Optical Society of America* 9(3): 193–196.
- Rančić, Marko (2011) "Kad atomi đuskaju svi kao jedan – Boze-Ajnštajnov kondenzat." *SvetNauke.org*, <http://www.svetnauke.org/9674-kad-atomi-duskaju-svi-kao-jedan-boze-ajnstajnov-kondenzat/> / [When Atoms Dance As One: Bose-Einstein Condensate]
- Varèse, Edgard and Wen-Chung, Chou (1966) "The Liberation of Sound." *Perspectives of New Music* 5(1), 11–19.
- Vedral, Vlatko (2018) "Can We Hear the Sounds of Quantum Superpositions?" *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 15–19.
- Promotional material and videos for the Quantum Music Project*
- "Quantum Music Project – Hybrid Piano, presented by Sonja Lončar." <https://www.youtube.com/watch?v=aQzT-dv7qUY>
- "The Quantum Music Project presents Quantum Mechanics with Vlatko Vedral." Quantum Music 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=D4oW3lphecq>
- "Quantum Music Project Promo." <https://www.youtube.com/watch?v=PeW69IHFyE0>
- "Quantum Music – About Us." <http://quantummusic.org/about-us/>
- "The Quantum Music Project presents Quantum Mechanics with Vlatko Vedral." Quantum Music 2016, <https://www.youtube.com/watch?v=D4oW3lphecq>.

Ивана Медит и Јелена Јанковић-Бегуш

КАКО ЗВУЧИ КВАНТНА МУЗИКА И ШТА БИ ПЈЕР БУЛЕЗ
МИСЛИО О ТОМЕ?
СУПЕР ПОЗИЦИЈА (МНОГО СВЕТОВА) КИМА ХЕЛВЕГА (2017)

(САЖЕТАК)

Француски авангардни композитор Пјер Булез (1925–2016) посветио је пуно пажње спрези између композиторске инвенције и извођачког медија, посебно у вези са применом најновијих (у то време) технолошких достигнућа и нових (превасходно електроакустичких) инструмената. У чувеном есеју из 1977. године „Технологија и композитор“ Булез је прокламовао своју жељу за проширењем опсега изражајних средстава уметничке музике путем освајања нових медија. У овом раду Булезова запажања сагледавамо у паралели са резултатима савременог пројекта *Квантна музика (Quantum Music)*, реализованог у оквиру програма *Креативна Европа (2015–2018)*. Након разматрања Булезових теоријских поставки, превасходно оних које се односе на развој нових инструмената и на спој музике и науке, као и њихових савремених реперкусија, анализирамо композицију *Супер позиција (Много светова)* за два хибридна (квантна) клавира данског композитора Кима Хелвега, насталу 2017. године у оквиру пројекта *Квантна музика*. Ова композиција представља тек први покушај – свакако не и једини могући – повезивања квантне механике и савремене уметничке музике.

У поређењу са ранијим Хелвеговим остварењима, композиција *Супер позиција (Много светова)* не одступа превише од његовог уобичајеног израза, који се креће у координатама постмодернизма и постминимализма. Међутим, Хелвег проналази начин да свој препознатљив музички рукопис неусиљено и логично доведе у везу са новим извором инспирације – квантним светом. Поред тога, трансформација клавирског звука, према остварена употребом иновативне технологије (хибридних клавира и пратећег компјутерског интерфејса и банке звукова, специјално развијених за овај пројекат) такође не представља апсолутну новину у домену електроакустичке музике – мада де факто мења начин преноса акустичких информација у дигитални свет. Оно што је заиста ново и оригинално у Хелвеговом остварењу, поред чињенице да је у питању прва композиција за хибридне клавире, јесте продор уметничке музике у свет експерименталне физике, као резултат сусрета композитора у потрази за новим изворима инспирације и физичара који су желели да свет мајушних квантних честица приближе људском уху.

Као заједничке црте Булезовог есеја “Технологија и композитор” и пројекта *Квантна музика* издвојиле смо: тесну сарадњу између научника, инжењера и музичара; развој и производњу нових инструмената; напор музичара (како композитора, тако и извођача) да овладају најсавременијим технологијама; најзад, проналажење заједничког језика за музику и нове технолошке продоре. Пројекат *Квантна музика* отвара ново поглавље у односу између науке, технологије и музике, које има потенцијала да доведе до открића нових звучних светова – док је, у исто време, музици дата прилика да допринесе науци путем учествовања у експериментима на пољу квантне механике. Сигурне смо да би Булез одушевљено прихватио да компонује музику за квантне инструменте, јер ови “клавири будућности” отелотворују симбиозу науке, технологије и музике о којој је овај великан авангарде сањао и коју је и сам желео да оствари.

Кључне речи: Пјер Булез, технологија, нова музика, нови инструменти, *Квантна музика*

SYNTHESIS AND ANALYSIS OF SOUNDS DEVELOPED FROM THE BOSE-EINSTEIN CONDENSATE: THEORY AND EXPERIMENTAL RESULTS*

Dragan Novković,¹ Marko Peljević and Mateja Malinović

School of Electrical Engineering and Computer Science of Applied Studies, Belgrade
Department of Audio and Video Technologies

Received: 20 April 2018

Accepted: 7 May 2018

Original scientific paper

ABSTRACT

Two seemingly incompatible worlds of quantum physics and acoustics have their meeting point in experiments with the Bose-Einstein Condensate. From the very beginning, the *Quantum Music* project was based on the idea of converting the acoustic phenomena of quantum physics that appear in experiments into the sound domain accessible to the human ear. The first part of this paper describes the experimental conditions in which these acoustic phenomena occur. The second part of the paper describes the process of sound synthesis which was used to generate final sounds. Sound synthesis was based on the use of two types of basic data: theoretical formulas and the results of experiments with the Bose-Einstein condensate. The process of sound synthesis based on theoretical equations was conducted following the principles of additive synthesis, realized using the JavaScript and Max MSP software. The synthesis of sounds based on the results of experiments was done using the MatLab software. The third part of the article deals with the acoustic analysis of the generated sounds, indicating some of the acoustic phenomena that have emerged. Also, we discuss the possible ways of using such sounds in the process of composing and performing contemporary music.

KEYWORDS: Bose-Einstein Condensate, Quantum Music, synthesis of sound, acoustics

* This article was written for the project *Quantum Music*, co-financed by the EACEA within the programme *Creative Europe* (559695-CREA-1-2015-1-RS-CULT-COOP1).

1 dragannovkovic72@gmail.com

At first glance, music, as an aesthetized form of sound, and quantum physics, as part of physics dealing with the elemental structure of the material reality, with which we have no sensory or experiential contact, have nothing in common. A sound cannot exist without the matter through which it would spread, while quantum particles exist at a level that is completely independent of what we perceive as the material structure of the world that surrounds us. Music is a phenomenon perceived by the sense of hearing, while this sense in no way has any contact with the quantum world. Acoustic as the branch of physics that deals with the theory and practice of the origination, distribution and reception of sound waves, on the one hand, and quantum physics on the other seemingly narrate completely different stories.

A good illustration of the complete disconnection of these two worlds can be the fact that several hundred quantum particles pass through the human body at every second of its existence, but we are entirely unaware of this. The dimensions of the atoms that constitute the structure of our material reality are approximately 10^{-10} m are disproportionately larger than the dimensions of the quantum particles, which are approximately 10^{-35} m. This difference of 25 orders of magnitude is so huge that quantum particles in their propagation through material reality do not “see” anything else but an endless vastness of emptiness, the absence of any material structure, which modern science describes using the term *quantum vacuum*. How, then, can we attempt to establish a meaningful, realistic and scientifically grounded connection between sound and quantum physics, which is the basic premise of the Quantum Music project?

If we accept a scientifically proven fact that the fundamental structure of the whole existence is based on the vibration of energy and the matter derived from it, these two worlds suddenly obtain conceptual outlines that can be connected. Because sound is really nothing more than the spread of mechanical vibrations — waves, through the elastic environment, while each quantum particle in itself is a phenomenon that can be described in terms of vibration and wave. By taking the next step and recognizing the undeniable existence of the fundamental principle of nature that is manifested through repetition of the same patterns in its various forms of manifestation, a large philosophical field opens up to establish analogies between acoustic and quantum systems. Physical concepts such as waves, frequencies, harmonics, oscillators, standing waves, wave equations – these are all concepts used both in acoustics and in quantum physics. These connections between acoustics and quantum physics extend very deeply, reflecting even in the fact that too much complexity of both phenomena has led both acoustics and quantum physics to attempt to quantify the phenomena that they deal with in a definite and useful way, thus turning into statistical theory, abandoning the complete and always precisely defined quantification of the phenomena that they deal with.

A definitive theoretical-philosophical basis for the establishment of deeper analogies between acoustics and quantum physics was established by French physicist Louis de Broglie in the mid-1920s by providing insight into the possibility of treating an electron moving in its orbit around the atomic nucleus as a standing wave (De Broglie 1929). After Russian physicist Igor Tamm introduced the notion of phonon into the theory of quantum mechanics (Tamm 1932), a quantum of mechanical vibra-

tion, which can indeed be treated as a quantum – the smallest energetic unit of sound (analogous to a photon representing a quantum of light), the possibility of establishing theoretical-philosophical analogies and the connection between acoustics and quantum physics became numerous and quite interesting. There have been further attempts to establish such analogies, and the Austrian scientists Volkmar Putz and Karl Svozil have probably pushed the farthest (Putz and Svozil 2015). However, all these connections continued to be without a basis in the reality embodied in the experiment. Although the theoretical foundations of such an experiment were set up in the mid-1920s, its realization had to wait until the end of the twentieth century.

BOSE-EINSTEIN CONDENSATE

In 1925 Albert Einstein and Satyendra Nath Bose predicted that the matter cooled to an extremely low temperature would begin to exhibit completely non-specific characteristics, so unique that they declared this state of matter a new one, and gave it a special name — a condensate. This state of matter is now called the Bose-Einstein Condensate, after these two scientists (hereinafter referred to as BEC). It was experimentally achieved in 1996 by physicists Eric A. Cornell, Wolfgang Ketterle and Carl E. Wieman who received the Nobel Prize in Physics in 2001 for it (Andrews et al. 1997). In addition to the three states of matter that we are familiar with – solid, liquid and gaseous – and after plasma as the fourth state of matter that is established at extremely high temperatures, condensate is the fifth and final (so far) state of matter known to man, formed at unimaginably low temperatures.



Figure 1: Satyendra Nath Bose and Albert Einstein, creators of the theoretical assumption about the possibility of the existence of the fifth aggregate state of matter – condensate

After the first successful experiment, this state of matter is now achieved in laboratories around the world, with the level of sophistication of the equipment by which this experiment is performed such that it enables extremely precise analyzes of such a newly formed condition in which the substance is located.

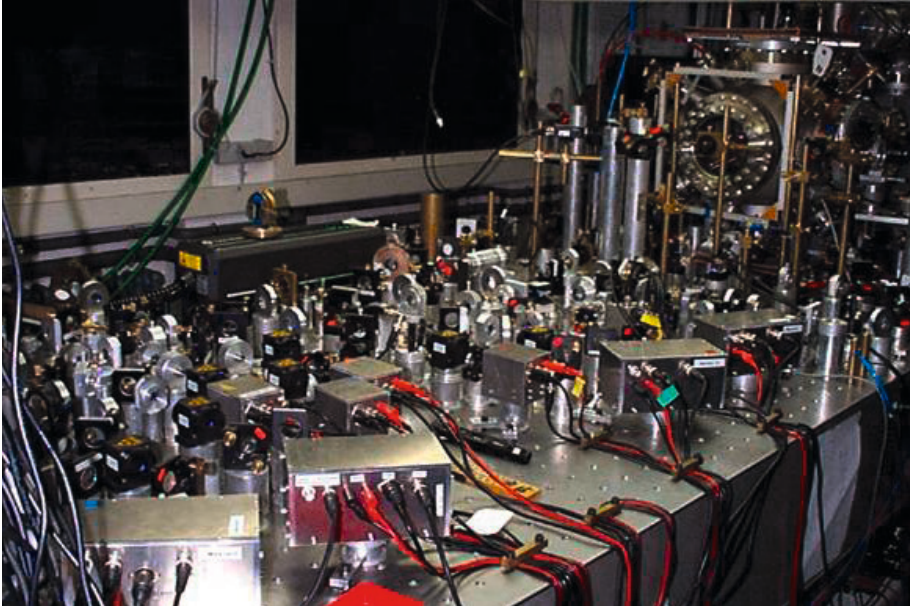


Figure 2: The experimental equipment needed to create and analyze BEC

Each gas at the temperatures close to us implies a very chaotic and disordered movement of atoms (the so-called Brownian motion). In such a system, each atom acts as a system for itself, with a defined energy state and a vibration mode, on the basis of which it interacts with other atoms in the environment. In the process of cooling the atoms, the level of disorder of the system begins to decrease, atoms vibrate at lower frequencies, until at one point, defined by the so-called critical temperature, a phase transition happens, after which all the atoms in the system begin to occupy the lowest possible energy state (Pitaevskii and Stringari 2003). Since modern science assigns to each particle simultaneously both corpuscular and wavelike properties, it is easy to conclude that, by decreasing the temperature, the oscillation velocity (frequency) of the atoms decreases, i.e. the wavelength of the atom as a wave increases. The phase transition is carried out at temperatures measured in nanoKelvins (nK) – a billionth part of one degree near the absolute zero. The temperature of zero Kelvin or absolute zero is the temperature at which all movement of matter ceases and which, according to today's science, cannot be reached. The intergalactic space, as the coldest area outside the laboratory known to man, is at temperatures of 3-4 K, which means that the temperature that the substance enters in these experiments is the lowest known temperature, or, as it is often said, the condensate is located at the lowest temperature in the Universe known to men.

At temperatures close to absolute zero wavelengths of atoms become large enough to form overlapping waves of individual atoms that act as individual systems on higher temperatures. In other words, all atoms descend to an identical, lowest possible energy state, overlap their waves and become one quantum system. It is this state of matter, in which groups consisting of millions of atoms, which is a specific quantity

of matter, begin to act as a single quantum system, opens the possibility of establishing direct bonds between acoustic and quantum mechanics systems (Lee, Huang and Yang 1957).

2 D velocity distributions

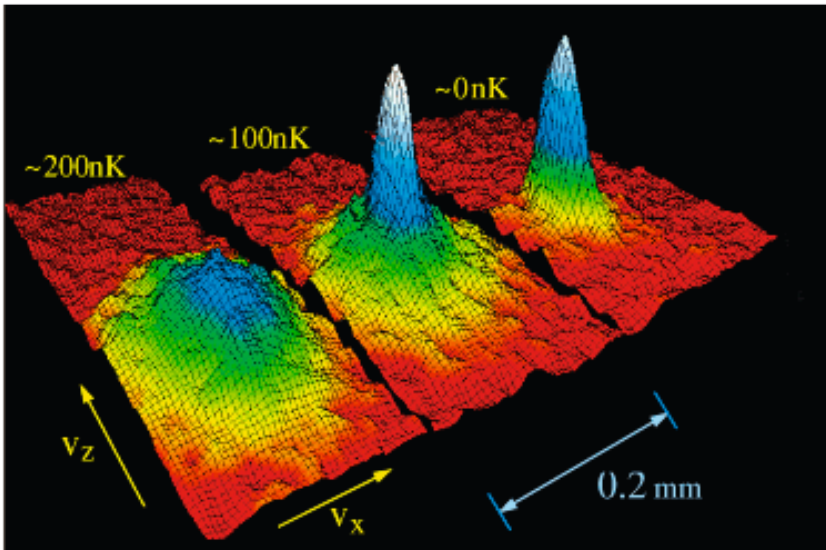


Figure 3: Graphical representation of atomic velocity distribution (red – higher speed, blue – lower speed) dependent on temperature (lowering of temperature from left to right) — a display of the process of transition in reaching BEC

Once the state of the condensate is reached in the experiment, it can be analyzed in different ways. One of the classic ways is its laser beam excitation. This energy impact to BEC leads to a change in density in parts of the condensate. This change in density is transmitted as a mechanical wave through a quantum system which in the case of condensate is a material environment with its elastic properties. Given the already mentioned definition of sound as a mechanical wave in an elastic environment, we can completely assuredly assume that in a condensate, which is described by its quantum properties and subject to the laws of quantum mechanics, sound waves occur. The quantum physics field that deals with a highly specialized study of this phenomenon is called Quantum Acoustics, while the described experiments with BEC represent the touch point of the two worlds that had seemed so incompatible at first glance. It is from this point of departure that the idea of Quantum Music, as a project that tries to answer the questions of mutual relations of sound and music on the one hand, and the quantum world on the other, began to develop.

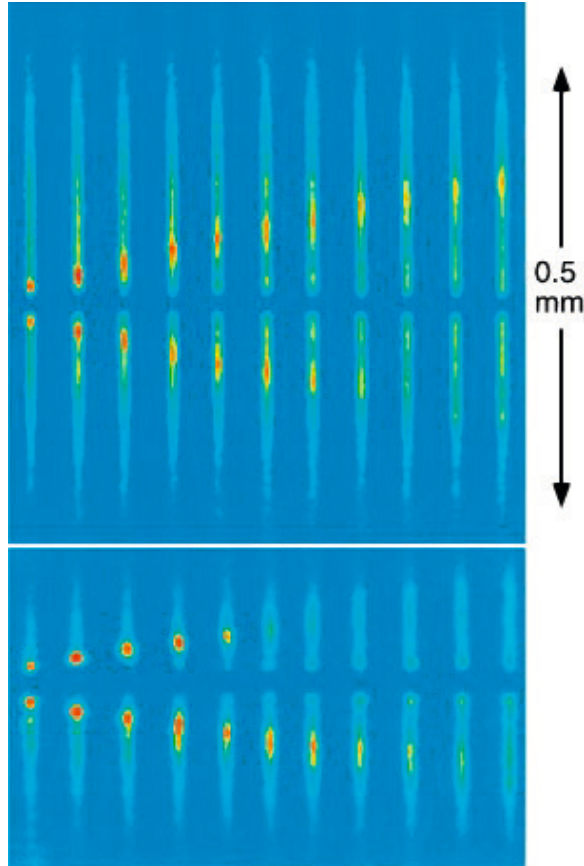


Figure 4: Photographic distribution of the acoustic pressure in time (x axis) in BEC. The pulsation of the condensate, which is completely analogous to the pulsation of the classical sound source, can be clearly observed (Putz and Svozil 2015)

THEORY AND EXPERIMENT BEHIND QUANTUM SOUNDS SYNTHESIS

In quantum physics there is an experiment in which the quantum system (BEC) manifests some acoustic phenomena. The basic question that the Quantum Music project has set out is: how does the sound wave formed in this way actually sound? In order to answer the question, it was necessary to collect all the available theoretical and experimental data, on the basis of which it was possible to begin the process of synthesis of sound in the hearing range of the human hearing sense.

For the purpose of this project, two basic ways of generating sounds have been used, which have their foundation in the BEC theory and experiment. In the laboratory of the University of Aarhus (Denmark), this type of experiment has been successfully carried out for years. As one of the leading quantum physicists of today and an associate on the Quantum Music project, Dr. Klaus Mølmer is affiliated with this university, we had the opportunity to directly access labs and the results of exper-

periments of Quantum Acoustics. These results, which are presented in the form of graphic and table displays of the change in the acoustic pressure in the condensate in time, are directly translated into sounds using the MATLAB software. In this process, we came across the first completely unexpected result of this research. Namely, what we expected was that the phenomena of the sound waves generated in this experiment far outweigh the boundaries of the audible range of the human hearing sense. It turned out that it was not so. The movement of atoms and the speed of their oscillations at such extremely low temperatures led to the generation of extremely “slow” waves, which are in the frequency range of several tens to several thousand Hz, which is precisely the range of human hearing. This surprising situation gave us the right to conduct direct translations, comparisons and interpretations of quantitative and qualitative properties of quantum-acoustic and acoustic waves in the research process, without the need for additional scaling.

Time [s]	Oscillation amplitude [μm]
0.000402	0.260083953279704
0.000804	-0.377531081606413
0.001206	-0.493760351117199
0.001608	-0.047198762130531
0.00201	0.496089615143493
0.002412	0.801934592795067
0.002814	1.08721664595616
0.003216	0.898500343585876
0.003618	1.00907843748546
0.00402	0.448001220075295
0.004422	-0.0193749707718567
0.004824	-0.136392070383462
...	...

Table 1: A small part of the tabular display of experimental results in Quantum acoustics used for the synthesis of real sounds

The second group of generated sounds was derived from the application of mathematical formulas that model the energy-vibration condition of the condensate. These formulas have a form from which it is easy to generate the theoretically boundless number of harmonic series, by simply changing the variable parameter n (Fig. 5, 1st formula), and the parameters m and n (Fig. 5, 2nd formula), which take arbitrary values from a set of real numbers. By changing the parameters m and n , a spectral sequence is formed, where the number of possible combinations is infinite. The first formula refers to vibrations of the condensate in one dimension, and the second formula to vibrations of the condensate in two dimensions.

$$f(n) = \sqrt{(n * (n+1))} * f_0$$

$$f(n,m) = \sqrt{(2n^2 + 2nm + 3n + m)} * f_0$$

Figure 5: Mathematical formulas describing the vibration of condensate in one and two dimensions, which were used to generate series of harmonics

The Copenhagen interpretation of quantum physics, which is predominantly used today, allows for the existence of virtually any quantum state, with the definition of the likelihood of such a state occurring. This principle, applied to the analyzed situation, practically means that all the combinations of mutual relations of the levels of individual harmonics in the spectrum are possible, with a lower or higher probability, all depending on the initial conditions in the realization of the experiment. Since mutual relations of harmonics define the timbre of the sound, it turns out that the used formulas contain virtually infinite number of different types and colours of sounds. This theoretical situation allowed us to treat the newly-formed sounds with a high degree of freedom, adapting them to the aesthetic demands of the performance, arrangement and composition, while preserving a strong foothold in the theory of quantum physics. Synthesis of spectral arrays was performed in the Max MSP combined with Java Script software, according to the principle of classical additive synthesis, which is based on the superposition of individual harmonics in a harmonic array that defines the final tone.

SYNTHESIS OF SOUNDS

Additive synthesis is, historically speaking, the first type of synthesis of sound. It is based on the principle of generating sound by adding harmonics and forming the final spectral envelope. The principle of additive synthesis is very simple: each wave can be presented as a series of free tones, pure sine waves, distributed at different positions in the spectrum, which add a specific tone to the collection. In additive synthesizers, therefore, there must be a number of basic signal oscillators, whose outputs are connected to the corresponding amplifiers by which the spectral signal envelope is formed. The output of each amplifier is connected to a mixer that collects all spectral components generated in this way, producing the final signal at its output (Novković 2013).

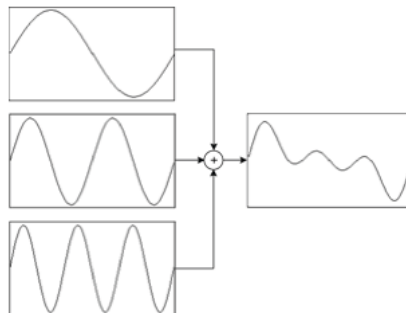


Figure 6: An example of the basic principle of the additive synthesis process – 3 simple tones combined into the more complex, three-harmonic tone

Behind this simple principle of synthesis is the mathematical analysis developed at the beginning of the nineteenth century by French mathematician Jean Baptist Joseph Fourier (1768–1830), which is the basis of analysis and signal synthesis in a much wider domain. Probably the single most important conclusion of Fourier's analysis is that any analyzed signal can be decomposed into a series of simple, sinusoidal signals, which make the individual, simple harmonics of the analyzed complex signal. On the basis of this, it is easy to arrive to the aforementioned principle that underlies the additive method of sound signal synthesis: by adding a number of simple tones, it is possible to reconstruct or synthesize any complex sound.

Modern multi-core processors are powerful enough to be able to count on a large number of harmonics in real time, so virtual instruments that use additive synthesis are much more common than their hardware counterparts.

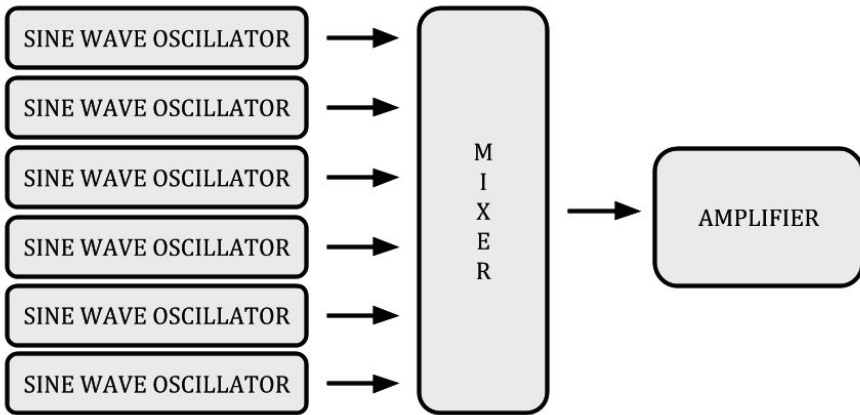


Figure 7: Principal block scheme of the additive synthesizer

Given the specific requirements of the synthesis of quantum sounds, the software part of the Quantum Synthesizer was created in the Max MSP program. This software is a key link in the research process carried out during the work on this project, where the options for its creative use are such that there are practically no limits.

The MAX interface used for the realization of the Quantum Synthesizer is shown in Figure 8.



Figure 8: Work environment of the Max MSP software used for the synthesis of quantum sounds; this is a display of a patch that generates 10 harmonics

The first thing that this synthesizer had to enable was to calculate the value of the positions of individual harmonics in the spectrum. The focus was on creating a link between Max and JavaScript, which is how a network of objects that perform these computational operations was built. An object that is designed in JavaScript sends values to all oscillators, which generate the spectral components specified by the previously introduced variable. Each oscillator, a set value that changes, depends on the variable, and it is connected to a gain control that determines its intensity, which is then added to the outputs from all other oscillators via the Master object.

The idea was to create an automated system where, by introducing three basic variables, a harmonic series would be generated on the basis of the results of the mathematical formulas shown in Figure 5. For the example of the second formula of Figure 5, the three basic variables are:

The value of the parameter n (or m)

The initial frequency value f_0

The total number of harmonics generated in the process of synthesis.

The value of the parameter n is fixed, after which the formula generates all the values of the frequencies of the spectral components by changing the non-fixed parameter m . The same procedure is performed in the case of fixing the parameter m , whereby then the values of the parameter n are sequentially generated. In these procedures, natural numbers are used for parameter values m and n . This process generates a series of real numbers, which define the mutual relations between the position of individual harmonics in the final spectrum.

The parameter f_0 can have an arbitrary value, and the absolute values of the positions of the individual harmonics in the spectrum are dependent on it. Changing this parameter changes the position of the fundamental harmonic in the final sequence, and therefore the pitch of the generated sound. By selecting low values of this parameter, spectra with rich content within the lowest frequencies range are formed, while this frequency range is suppressed by selecting higher values.

The third parameter, the total number of harmonics, is also arbitrary and can be chosen. Given the existence of a square root in the formula used, the positions of the generated harmonics in the spectrum are very close (very often the difference between the previous harmonic and the next one in the spectrum is not greater than 20–30 Hz). That is why the total number of sound harmonics generated in the audio range is very large, often several hundred. By selecting a smaller number of harmonics, the synthesized sounds have a poorer harmonic content in the high frequency range, while by selecting a large number of harmonics this part of the spectrum is filled up.

Since an amplifier that determines the level of each individual harmonic at the output of the oscillator can be set to an arbitrary value, in the process of synthesis the issue of treating the levels of gain controls was raised. A decision was made to make the synthesis so that all harmonics in the spectrum have the same level, and that the end-user of the sounds synthesized in this way is given the option to use the filter to suppress or emphasize certain parts of the spectrum, thus enabling the subjective, aesthetic moment. As already mentioned, from the standpoint of quantum physics,

such manipulation of the levels of individual components in the spectrum is justified by the fact that all level combinations have a certain probability of occurrence, depending on the initial conditions of the experiment that is performed. In this way, the interaction between the computational mathematical values of the used formulas on which the process of the synthesis itself is based, and the aesthetic upgrade that the end-user can enter without violating the initial scientific principles of quantum physics, leaves an enormous space in the process of further theoretical work, processing, composing and playing using the sounds obtained in this way.

ACOUSTIC ANALYSIS OF SYNTHESIZED SOUNDS

Depending on the selection of the initial parameters, the synthesized sounds have different tonal characteristics, whereby two basic groups of received tones could be defined: harmonic and disharmonic. Both groups have their aesthetic value, and depending on the type of purpose and composition they can be used in the composing process. Given the theoretical and experimental basis of all the sounds produced, it is precisely at this place that an interesting possibility of further analysis of the concepts of harmony and disharmony is opened, with the search for possibilities of their more fundamental objective rooting in the framework of quantum physics. This topic goes beyond the scope of this paper, but it is an example of one of the directions in which further research in this project will move.

In the process of the synthesis of sounds in the manner described above, a very interesting phenomenon occurs, which requires additional analysis and interpretation. Namely, when one defines the values of the initial parameters, which determine the harmonic positions in the spectrum, they do not change either by frequency or by level in the process of synthesizing one sound. Therefore, the process of synthesis is such that there are no changes in the spectrum with the flow of time, from which one derives a logical conclusion that all the generated sounds are constant in time, i.e. that there is no change in the timbre or the level of sound that is being synthesized. However, in the process of applied synthesis, very frequently the final result was a sound that changes in time, being amplitudely modulated (AM) by itself, through the process of wave interference between simple waves generated during the process of additive synthesis. This is the so-called *acoustic beating* phenomenon, which can be perceived in the form of a fluctuation of the tone around the basic frequency in the situation when the basic tone and the tone of the very close frequency are heard at the same time (Oster 1973). The beat frequency is equal to the difference between frequencies of the beating signals. Beat signal can sometimes be heard as a separate tone: the Tartini tone. Both are useful and important in practice for measuring frequencies and for tuning musical instruments.

If we consider two initial waves with the same amplitude (Figure 9), and frequencies f_1 (red wave) and f_2 (purple wave), they are not very different. Red and purple waves interfere in such a way that the resulting wave is one represented by the blue curve. Suppose that the waves start out in phase, so that they add up at the very beginning, resulting in maximum positive value of blue, resulting wave (*i*). Red wave has a

slightly higher frequency, so it gradually changes its own phase relation to purple one, being one half cycle out of phase at one moment. At this extreme point, two initial waves cancel each other out almost completely, and the amplitude of the blue curve is near zero (ii). After an equal interval of time, following the newly formed cycle – beat cycle, they get back in step again. Being so, a completely new pulsation (marked with green line) is formed, that oscillates at so called beating frequency.

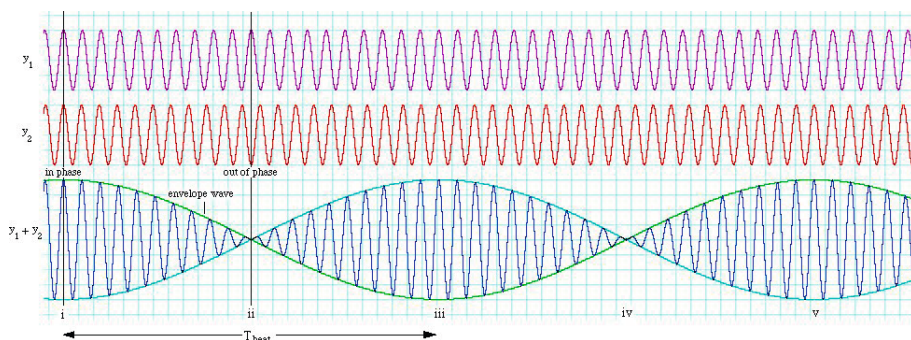


Figure 9: Visual interpretation of beating phenomena²

Provided that the difference in frequency is small enough, the resultant wave will sound loud when the two components are in phase and soft or absent when they are out of phase. The frequency of the blue wave is about halfway between that of the red and the purple waves, so we should hear a wave of intermediate frequency, getting regularly louder and softer. This is the acoustic example of the phenomenon of interfering beats.

If the beating frequency becomes higher than 20-30Hz, we can no longer hear beats in a way described above, but as separate tones of low frequencies. This is a specific kind of auditory illusion called Tartini tone. Tartini tone sounds like a low pitched simple note with a frequency equal to the difference between the frequencies of the two interfering waves. (Stewart 1917; Oster 1973; Schwarz and Taylor 2003).

The beating phenomenon, which usually appears very subtly in certain situations (for example, when tuning string instruments by a simultaneous plucking of two strings with a similar, but not exactly the same pitch), becomes very pronounced in the case of synthesized quantum sounds. The rich spectral content, in which some components are very close in frequency, leads to an intense occurrence of beating. This situation is diametrically opposed to the situation that comes with the synthesis of classical music tones, which are distinguished by the harmonic series in which the harmonics are positioned at frequencies that are whole-number multiplications of the frequencies of the fundamental harmonics. In such a system of synthesis, the beating is practically impossible. In the process of synthesis based on the use of mathematical formulas that model vibrations of the BEC, the beating practically becomes a prevalent acoustic phenomenon, which in many cases defines the final sound. Therefore, specific rhythmic/melodic structures emerge that can not be predicted before the

2 <http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/beats.htm>

sound is generated, but which can be modified by adequate treatment of harmonic content in accordance with the requirements of the composition, its rhythmic or melodic structure. It turned out that quantum sounds *are* very musical. After completing the soundbank of quantum sounds, it will be offered to the widest public, with expectations to attract primarily musicians and composers.; we believe that further research and development of theoretically and practically endless possibilities of using quantum sounds for musical purposes can only be achieved through the process of playing and composing.

The described procedure for the synthesis of quantum sounds, as well as its results, provide an excellent basis for further acoustic-quantum-physics-musical analyses. One should also bear in mind that the complete process was based on the use of experimental results and theoretical formulas, without any real-time interaction of acoustic and quantum systems. One of the main goals for the further development of Quantum Music project will be to connect a hybrid piano with experimental equipment in real time (Lončar 2018; Lončar and Pavlović 2018).³ This would mean that a direct connection with the laboratory equipment is established by means of mechanisms incorporated into the acoustic pianos, and that the audio signals generated in the piano directly modulate the laser beam by which the excitation of the BEC is performed. During this process, the condensate would enter the state of a constant “response” to the musical stimulation, which could be transferred back to the sound system in real time, and combined with the basic sound of the piano. In that case, we could speak about a direct music connection between the quantum world and our own, whereas the complete laboratory equipment could be treated as a unique musical instrument, with the condensate as a medium in which sound vibrations are generated – just like a string, an air column or a membrane in classical musical instruments. All technological preconditions for the realization of such a definite contact between music and the quantum world already exist, including the possibility that the laboratory equipment itself could be found on the stage, next to acoustic instruments. This type of complete, immediate and fully synchronized interaction of our world and the world of quantum physics through the medium of music is the ultimate goal of this project, toward which we strive, hoping that it will be achieved soon.

LIST OF REFERENCES

- Andrews, Michael R., Kurn, Dan M., Miesner, Hans-Joachim, Durfee, Dallin S., Townsend, Christopher G., Inouye, Shin and Ketterle, Wolfgang (1997) “Propagation of Sound in a Bose-Einstein Condensate.” *Physical Review Letters* 79(4): 553–556.
- Anon. (s.a.) “Interference beats and Tartini tones.” *Physclips*. Sydney: School of Physics, UNSW, <http://www.animations.physics.unsw.edu.au/jw/beats.htm>

3 The hybrid piano is a classic piano equipped with an interface that connects the instrument with electronic computer equipment; Cf. Lončar and Pavlović 2018.

- De Broglie, Louis (1929) "The Wave Nature of the Electron." *Nobel Lecture*, 12 December 1929, <https://www.bb.ustc.edu.cn/jpkc/xiaoji/lzlz/skja/8.pdf>
- Lee, Tsung-Dao, Huang, Kerson and Yang, Chen-Ning (1957) "Eigenvalues and Eigenfunctions of a Bose System of Hard Spheres and its Low-Temperature Properties." *Physical Review* 106: 1135–1145.
- Lončar, Sonja (2018) "Hibridni duo – Novi prostori savremenog izvođaštva u ansamblu klavirski duo." [Hybrid Duo – New realms of contemporary performance for the piano duo.] Unpublished dissertation. Belgrade: Faculty of Music, University of Arts.
- Lončar, Sonja and Pavlović, Andrija (2018) "Hybrid Duo." *Muzikologija/Musicology* 24 (1/2018): 111–121.
- Novković, Dragan (2013) *MIDI i sinteza zvuka*. [MIDI and the synthesis of sound.] Belgrade: Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija [School of Electrical Engineering and Computer Science of Applied Studies].
- Oster, Gerald (1973). "Auditory Beats in the Brain." *Scientific American* 229(4): 94–102.
- Pitaevskii, Lev and Stringari, Sandro (2003) *Bose-Einstein Condensation*. Oxford: Clarendon Press.
- Putz, Volkmar and Svozil, Karl (2015) "Quantum Music." *Soft Computing* 21 (6): 1467–1471.
- Schwarz, Dietrich W. F. and Taylor, Philip (2005) "Human auditory steady state responses to binaural and monaural beats." *Clinical Neurophysiology* 116(3): 658–668.
- Stewart, George W. (1917) "The Theory of Binaural Beats." *Physical Review* 9 (6): 502–508.
- Tamm, Igor E. (1932) "Über eine mögliche Art der Elektronenbindung an Kristalloberflächen." *Zeitschrift für Physik* 76 (11–12): 849–850.

Драган Новковић, Марко Пељевић и Матеја Малиновић

СИНТЕЗА И АНАЛИЗА ЗВУКОВА РАЗВИЈЕНИХ ИЗ БОЗЕ-АЈНШТАЈНОВОГ
 КОНДЕНЗАТА: ТЕОРИЈА И ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

(САЖЕТАК)

Мало је позната чињеница да постоји област квантне физике која се означава термином *квантна акустика*. Два, наизглед неспојива света – свет звука који је неодвојиви део наше физичке реалности, и свет квантних честица – спајају се у серији експеримената које је могуће спровести над материјом која се хлади на незамисливо ниске температуре, реда величине милијардитог дела једног келвина. Ова температура, која се званично сматра најнижом у целом универзуму, доводи атоме у специјално стање битисања, које носи назив Бозе-Ајнштајнов кондензат. Након освајања технологије потребне за обављање оваквих експеримената, дошло је до наглог развоја методологије за праћење најразличитијих својстава које материја у овако чудесном стању почиње да испољава, укључујући и могућност побуђивања механичких, тј. акустичких таласа.

Основно исходиште пројекта *Квантна музика* управо је овај експеримент, чији резултати и математички модели који га описују омогућавају синтезу звука. Ова синтеза обављена је директном применом експерименталних резултата у софтверу MatLab, као и употребом математичких формула које описују вибрације кондензата у наменски дизајнираном адитивном синтисајзеру реализованом у MaxMSP софтверском окружењу. Као резултат ове синтезе, формиране су банке звукова који су засновани на вибрацијама квантног система. Овако генерисани звуци испољавају веома интересантна акустичка својства, оличена пре свега у интензивној појави акустичког феномена избијања. Оваква ситуација доводи до појаве интересантних звучних ефеката који звуке, чији се спектрални садржај не мења у времену, преводе у временски променљиве звучне догађаје са изузетно занимљивим ритмичко-мелодијским структурама, које могу бити накнадно контролисане и употребљаване у процесу компоновања и извођења музике.

Први део овог рада описује експерименталне услове у којима се ови акустички феномени испољавају. Други део рада описује процес синтезе звука коришћен за генерисање аудио фајлова. Синтеза звука базирана је на употреби два основна типа података: теоријских формула и резултата експеримента са Бозе-Ајнштајновим кондензатом. Трећи део рада бави се акустичком анализом генерисаних звукова, уз указивање на неке акустичке феномене до чијег испољавања је дошло у процесу синтезе звука. Такође, дате су и основне смернице у вези са начинима употребе овако генерисаних звукова у процесу компоновања и извођења музике.

Кључне речи: Бозе-Ајнштајнов кондензат, квантна музика, синтеза звука, акустика

HYBRID DUO*

*Sonja Lončar and Andrija Pavlović*¹

Faculty of Music, University of Arts, Belgrade

Received: 19 April 2018

Accepted: 7 May 2018

Original scientific paper

ABSTRACT

As members of the LP Duo, for the past 14 years we have experimented with various possibilities of playing on two pianos. Our artistic curiosity and the desire to gain new knowledge and freedom led to our involvement with the *Quantum Music* project and the creation of a new instrument – the hybrid piano. In this paper we elaborate on our experience with using the new hybrid pianos within the *Quantum Music* project, but also discuss our ensemble as an artistic embodiment of duality, entanglement and other quantum phenomena. Hybrid piano is a combination of a traditional piano and digital synthesizer with analogue controls that allows different processing of acoustic and digital signals in real time and enables the pianists to continue to use concert pianos whilst equipping them with new colours and new, hitherto unexplored expressive possibilities.

KEYWORDS: Quantum Music, piano duo, hybrid piano, LP Duo, duality

INTRODUCTION – THE PATH TOWARDS THE HYBRID PIANO

As members of the LP Duo (Lončar / Pavlović), for the past 14 years we have experimented with various possibilities of playing on two pianos. In addition to the classical repertoire that we learned during the undergraduate and specialist studies at the Faculty of Music, University of Arts in Belgrade, and afterwards at Hochschule für Musik und Theater Rostock (Germany) where we completed Master and Konzert-

* This article was written for the project *Quantum Music*, co-financed by the EACEA within the programme *Creative Europe* (559695-CREA-1-2015-1-RS-CULT-COOP1). We are grateful to Dr Ivana Medić, Head of the *Quantum Music* project, and Prof. Dr Dragan Novković, for their supervision and valuable input in preparing this article.

Some parts of this article were incorporated into our (unpublished) doctoral dissertations: cf. Lončar 2018; Pavlović 2018.

1 pianoduolp@gmail.com

examen (KEX) studies for piano duo, since the very beginning of our career we have been interested in contemporary art – performing works of contemporary composers, collaborating with artists from the domains of visual and applied arts (video art, film, photography, performance, dance, theatre), playing in ensembles and bands covering different genres (rock, popular, experimental music), as well as playing different types of synthesizers. Our artistic curiosity and the desire to gain new knowledge and freedom, and the gradual steps that we took over the years, led to the realization of the Quantum Music project and the creation of a new instrument – the hybrid piano, that will be discussed in this paper.

The Quantum Music Project was initiated by Dragan Novković, an engineer and acoustics specialists from Belgrade, and Vlatko Vedral, Professor of Quantum Physics at the University of Oxford.² The goal of the project was to present and illustrate basic characteristics of quantum physics, to examine the sound phenomena occurring in the quantum world by scientific-artistic methods, and to prepare a multimedia concert that would feature “new” music (quantum music), including works for the new instruments specially built for this project, the hybrid pianos (that will be described below).

Some of our previous project that gradually led to Quantum Music and the creation of the hybrid piano were: “LP Duo – Do You Love John Cage?“,³ “Karlheinz Stockhausen – *Mantra* for two pianos with ring modulators“,⁴ the concert performed on analogue synthesizers at the opening of the International Review of Composers,⁵ the concert for two pianos and analogue synthesizers performed at Studio 6 of Radio Belgrade,⁶ and the album *Mechanical Destruction*, recorded on analogue synthesizers.⁷ All these projects led to the idea to invent a hybrid piano, which we finally realised in collaboration with engineers Prof. Dr Dragan Novković and Darko Lazović. This new instrument actually “prepares” the classic piano and transforms it into an analogue-digital instrument through the use of MIDI technology. We discovered the first fundamental link for creating the hybrid piano when we studied John Cage’s work *Three Dances and A Book of Music* for two pianos. John Cage (1912–1992) was one of the first composers who experimented with the expansion of the piano sound, “getting inside” the interior of the instrument and placing various objects on and between

2 *Quantum Music Official Trailer*: <https://www.youtube.com/watch?v=yx6ozqjBWC>

3 Multimedia performance on the occasion of John Cage’s centenary in 2012, performed in Belgrade, Zagreb and Ljubljana.

4 Performed at the Belgrade festival of electronic music *Dispatch* and the Music Biennial in Zagreb, in 2010 and 2011 respectively.

5 Performed in Belgrade in 2013, at the Great Hall of Dom Omladine (Youth Centre).

6 The recording of this concert was broadcast several times on RTS 3, Serbian Broadcasting Corporation and it is available on Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=kekTyXQACrc>

7 LP (vinyl) *Mechanical Destruction*, Dansk Komponist Forening (in collaboration with New Art Center, Belgrade) and Phonofile Balkan, 2016, <https://www.discogs.com/LP-Duo-Mechanical-Destruction/release/9219152>; https://www.youtube.com/watch?v=mKxvO_aCwk8

piano strings (e.g. various types of screws, rubber bands, etc.). In this way, the piano becomes a kind of a new percussion ensemble, aurally resembling Indonesian *gamelan* orchestras. The performance on the prepared pianos requires from the pianists a completely new reflection on the interpretation of the pieces, because the pianists create the new sounds themselves by “preparing” the strings; in other words, the pianists actively participate in the change of sound of the standard piano. In turn, this translates to the additional innovations in the manner of playing, *touché*, dynamic range, articulation, as well as the overall alignment with the other piano.⁸ The piano thus becomes a new instrument, not just for performers but also for listeners, who can see two pianos on the stage, but hear completely different sounds coming from them.

The next in a series of experiences that paved the way for the creation of a new instrument was our preparation for the performance of Karlheinz Stockhausen’s *Mantra* (1970) for two pianos with ring modulators.⁹ This is the first piece for two pianos which actually “prepares” the piano by using electronic devices – ring modulators instead of screws and rubberbands. The musicians control ring modulators while playing amplified pianos, thus obtaining new sound layers by multiplying frequencies of certain tones.

Even before we founded LP Duo, as members of several popular and experimental groups¹⁰ the two of us often played analogue synthesizers.¹¹ After many years of using these specific instruments, we came up with the idea to commission and/or play the works by contemporary composers for a particular ensemble of analogue synthesizers.¹² This special experience has shown certain qualities and originality in the interpretation of new works by using the synthesis of sound and certain functions of analogue synthesizers such as filters, arpeggiators etc. Also, the introduction of selected works by contemporary composers in the context of live performance on analogue synthesizers – non-standard instruments for this kind of music, that were previously used primarily in popular music – provided the listeners with a specific new experience.¹³ The characteristics and possibilities of creating sound on analogue

8 See our performance of John Cage’s *Three Dances* (1st movement) here: <https://www.youtube.com/watch?v=RyNVJq6w-Ww> (Belgrade, Dom Omladine, 22 June 2012).

9 Ringmodulation is a signal processing function in electronics, the implementation of amplitude modulation or frequency mixing, performed by multiplying two signals, where one is a typical sine wave or another simple waveform.

10 These include Belgrade bands and groups Jarboli, Neočekivana sila, E-Play, Duboka Ilegala, Chinch, Prti Bee Gee.

11 Analogue synthesizer uses analogue loops and analogue signals to generate sound electronically. Analogue synthesizers are actually a collection of waveforms, noise generators, filters, ring modulators, oscillators, mixers and control devices packaged in a modular or integrated form.

12 The concert by LP Duo at the International Review of Composers in 2013, Belgrade, Dom Omladine.

13 For this concert we arranged works from our standard repertoire, but also premiered several new works, specifically written to be performed on analogue synthesizers.

synthesizers have shown excellent sound results in certain commissioned or arranged compositions (e.g. *Mechanical Destruction*), but the design of keyboards with fragile plastic keys was not suitable for performing musical material of this kind. Namely, analogue synthesizers were created for another type of music, and the technological development of these instruments was accompanied by the emergence of new music genres primarily in the domain of electronic popular music (although there were composers who arranged classical music pieces for analogue synthesizers, e.g. Isao Tomita). Especially problematic in performance are very fast, virtuoso parts, *legato* playing and leaps, due to the characteristics of keyboards and sound control. Also, the sound itself, though extremely rich and characteristic, becomes tiring after some time. Hence, it was very important for us to try to combine the acoustic sound of the piano with analogue and digital sounds. In the ensuing projects we “paired” two pianos with analogue synthesizers (two pianos and four analogue synthesizers, two for each pianist) and rearranges the existing repertoire for this “ensemble.” This practice has attracted excellent response from the audiences, confirmed by a number of successful concerts (Studio 6 Radio Belgrade, Opera Copenhagen, Music Biennale Zagreb). In this case, the combination of pianos and analogue synthesizers provides the wealth of sound colours; however, the pianists face the challenge of moving from the piano to the synthesizers and vice versa, because these instruments are played completely differently, which is primarily reflected in the dynamic differences of the keyboard (analogue synthesizers do not have any keyboard dynamics, therefore the control of sound parameters is quite difficult). The idea to invent a hybrid piano for the Quantum Music project was a natural extension of the experiences described above. This new instrument has enabled us to continue to use concert pianos and acoustic sounds, and simultaneously any other analogue or digital sound that can be “triggered” from the computer by pressing a piano digit.

HYBRID PIANO

Hybrid piano was designed and built for the Quantum Music project. The engineer Darko Lazović constructed this mechanism, assisted by Dragan Novković. The instrument is designed so that it can be easily inserted into any grand or upright piano. Hybrid piano is an acoustic combination of electronic and analogue technology – a combination of a traditional piano and digital synthesizer with analogue controls that allow different processing of acoustic and digital signals in real time. Similar mechanisms have already been developed, but what is innovative here is that the mechanism is designed to be completely portable and every pianist can easily place it in any piano in the shortest possible time (about 30 minutes) with a simple user manual.

The hybrid piano is made of 90 micro-controllers, one for each piano key, one for the main controller and one for turning the silencer mechanism on and off. Magnetic sensors with digital output are used to detect pressing and releasing the keys. The system consists of an electronic mechanical structure that is placed under or above the keyboard and the silencer that is placed on the frame of the mechanism of piano hammers. This structure converts movements of keyboards into MIDI commands

received by electronic instruments or computers. In order to make the pressure on the piano key converted into a MIDI command, it is necessary to have an electronic sensor below or above the key, which will detect the movement of the key. Pressing the keys moves the lever with constant magnets and when the magnet passes above the surface of the magnetic sensor at the digital output, an electric impulse is obtained by signaling the magnet passage through the sensor. The magnetic sensor technology allows greater dynamic accuracy, and unlike optical sensors, there are only a few cables and it has two-layer printing that makes the hybrid piano relatively cheap to produce. Also, it is possible to repair and change the mechanism of each key separately and there is no problem with the dust.

On a printed electronic plate, on which the digital magnetic sensor is located, there is also a small computer or micro-controller in the integrated circuits that monitors states on the digital outputs of magnetic sensors. By analyzing the change in the state of digital outputs of magnetic sensors, the micro-controller determines the intensity of the key, as well as the moment when it is released. When a micro-controller notices the movement of the key, it forms a MIDI command that is sent to electronic digital tone generators. Below or above each key there is one tile with a micro-controller; all 88 micro-controllers (the piano has 88 keys) “communicate” with each other. Namely, if they were all sending MIDI commands describing the movements of the keys at the exact same time, it would destroy the information. Hence micro-controllers “negotiate” between themselves when transmitting their MIDI commands, because this type of command is transmitted only on one line, and the same command can not send more micro-controllers’ information on the same line at the same time. In this way, each micro-controller can send a MIDI command over one line at a single-time interval.

MIDI commands sent from these 88 micro-controllers of the keyboards arrive to the main board with one larger micro-controller that performs received commands and then forwards them to digital electronic sound generators. With this architecture of the device, the micro-controller on the main board can, based on the information about the note, divide the keyboard into several parts, and we can play different “instruments” on separate channels. The listeners can hear both acoustic and digital sounds, and the final mix depends on the requirements of the performance; it can be controlled by the pianists themselves or the sound designer, depending of the setting of the whole system.

SOUNDS OF THE QUANTUM WORLD

The movement of atoms at “normal” temperatures can be considered completely chaotic, and each atom can be treated as a single system that interacts with atoms from its immediate environment. Contemporary physics treats particles, including atoms, as dual systems, possessing characteristics both of particles and waves at the same time, depending on the particular situation. When cooling the atoms, all movement slows down, and atoms begin to behave as waves more and more. By slowing motion, atoms oscillate with lower frequencies, resulting in an increase in their wave-

length. At one point during the cooling process all atoms pass through the so-called. transition phase, after which they share a common minimum energy state. After that moment, atoms can no longer be regarded as individual elements, but as one quantum system, which can be analyzed as a whole. It is this state of matter in which the unification of atoms into one structure comes to be called the Bose-Einstein condensate.¹⁴

Quantum physics experiments allow this kind of condensate to be excited by lasers, resulting in an expansion of mechanical waves in the structure of the condensate, which by definition is the basis of every sound formation. So, if our ears were sufficiently small, they could hear the sound of the quantum world; however, in reality, this is not possible. What *is* possible is that the results of such experiments, expressed in the form of a chart, a table and a formula, can be used to synthesize the sounds. This is exactly what we did with the Quantum Music project: results of the experiments and theoretical predictions related to the Bose-Einstein condensate were sent to audio engineers who generated individual sounds by using the additive synthesis methoded (Novković et al. 2018), and compiled them into a bank of quantum sounds. Only then, we received this newly-created sound material that we could further manipulate both in our interpretation of existing works and when creating new ones, using computer programs and digital software such as Virtual Studio Instruments (VST).

When preparing the multimedia performance that would showcase the new hybrid instruments and the new compositions, we began by writting the synopsis derived from Vlatko Vedral's lecture on Quantum Music.¹⁵ Afterwards, we wrote or arranged the pieces for two hybrid pianos that would enable us to reflect upon the various quantum phenomena and present them to the audiences in an accessible and artistically convincing way, whilst utilising the innovative expressive possibilities of the new instruments to the maximum.

QUANTUM MUSIC CONCERT – CHAPTERS

1. *Quantum Vacuum*

Two identical instruments, two pianos, represent two quantum particles and their relationship. Duality is one of the basic premises of quantum philosophy and the role of the piano duo in such a constellation helps with certain explanations of quantum postulates. For this chapter, we chose the composition *Rondo* by Chiel Meijering (b. 1954). It is a very fast piece and contains a lot of virtuosic elements. We did not want to disturb the atmosphere of this composition, so the quantum sounds that we chose were just an extension of the basic sound of the piano. Aside from newly synthesized quantum sounds, we also used the Spectrasonic Omnisphere MIDI software in all pieces that we performed. The quantum sound samples are used to underlie the harmonic contents of this composition.

14 For a thorough explanation of the behaviour of particles in the condensate and the particle-wave dychotomy see other articles in the present issue: Mølmer 2018; Garner 2018; Novković et al. 2018.

15 <https://www.youtube.com/watch?v=D4oW3lphcg>

2. Collapse

We wrote the piece *Ostinato for Leonid Šejka*¹⁶ for hybrid pianos and for this segment of the Quantum Music concert. The effect that the listeners can hear is an “arpeggiator” programmed in the Spectrasonic Omnisphere software. Also, when the piano key is pressed slow enough it is possible to completely avoid the piano sound. The sound of a synthesizer controlled both by a MIDI signal and a piano key has its own dynamic range, hence the problem of such “silent” playing was finding the right ratio of the pressed key in relation to the piano sound and the sound controlled by the hybrid mechanism. The middle section is an improvisation following the video on the front and back projections. The observer (shown as the human eye) in the back projection tries to “capture” or localize the particles projected on the front. Pianists follow this process through simple rhythmic improvisation in the first piano and simulation of quantum sounds in second piano. The acoustic piano sound is not present. The localization moments of the particles were fetched by the samples obtained from the quantum laboratory. Leonid Šejka’s surrealist paintings were an inspiration for composing this piece because they require a special focus to spot a detail.

3. Double Slit Experiment

The piece *Maquina III* by Antonio Correa (b. 1982) was originally written for two pianos. The prerecorded sound, played on analogue synthesizers, was programmed so that the sound changed its sources during the performance. What was constant was the acoustic piano sound that came from two speakers placed on the stage. The prerecorded sound was divided into several channels and played from different speakers; each channel had a programmed path. This “circulation” of sounds is meant to demonstrate the movement of photons.

4. Duality

The piece *Sustainable Development* by Ivan Božičević (b. 1961) was originally written for two pianos; we arranged it for hybrid pianos. It consists of several similar patterns based on the pentatonic scale that appear in one, and then in the other piano in different registers, which occasionally creates the impression of a “stereo” sound image. In both pianos, we used the samples obtained by generating the sound of simulations of the experiments that took place in the quantum laboratory. The fundamentals of these sounds are almost the same in both pianos, but what is “unpredictable” is how each one of these sounds develops in relation to the timing of the pressed key. Since these parameters were adjusted according to the “probability” principle, most of the controls of these sounds were left to improvisation.

5. Bose-Einstein Condensate

What we learned from quantum physicists is that they will never say that our world is separate from quantum world; but in order to be able to understand the quantum dimension, these worlds are often “separated” in theory. In this “chapter” w3 tried

16 Leonid Šejka (1932–1970) was a famous Serbian surrealist painter and architect of Russian descent, one of the founding members of the group Mediala.

way to illustrate the laboratory conditions in which these sounds were measured in a humorous; hence we “set” two tasks for the Bose-Einstein condensate while playing on hybrid pianos, and the BEC “responded” to us. The sounds that we received from the quantum lab were used in two ways: in the first task, the basic sound was arranged with changing the frequency and the pitch of the sound itself, whilst preserving all of its basic parameters. We “translated” the sound to get the well-tempered impression. In the second task, we did not modify the basic quantum sound that we got from the lab in any way. With the various modes of reproduction of these “answers” we wanted to show the possibilities for manipulation of quantum sounds. This is also possible to do “live” on the stage, in real time, but it is very expensive; however, we hope that in the second stage of the project, with a working title *Beyond Quantum Music*, we will have the opportunity to do this.

6. *Bioquantum*

This chapter explains (in visual and musical terms) that the two worlds that communicated in the previous chapter are not separated. Although they function very differently, they still constitute one whole. The projection shows the connection of quantum phenomena with photosynthesis, birds and nature. In the first section, the sound was programmed in such a way that, when the key is quickly and skillfully released, it is possible to hear only the piano. A longer hold of the key allows the extension of the basic tone. In the next section of this composition, the second piano uses the software sound of a synthesizer that resembles the legendary analogue-digital synthesizer Roland JUNO-60, with its distinctive “retro” sound.

7. *Entanglement*

In this chapter, pianists represent two particles in an entangled state. The first piano uses a pre-programmed MIDI sound; we tried to reimagine the sound of the legendary Minimoog synthesizer. Minimoog is monophonic, which means that when pressing more than one key, it can not register both, but only plays the one that is pressed last, or the one that is higher than the previous one. This was our little homage to analogue synthesizers and an attempt to produce the effect of a monophonic analogue synthesizer by using the hybrid piano.

The entanglement is a mysterious phenomenon in the quantum world. Particles that are located in two distant places in the universe have related characteristics. When one changes its state, the other at the same time reacts with an adequate change of complementary quantum properties (Cf. Mølmer 2018). In the chamber ensemble, musicians communicate through audible experiences, however one of the basic ways of communication is by maintaining visual contact. Namely, one of the musicians must always “give a sign” to begin the performance, or certain parts of the composition where extraordinary precision is necessary. In the middle part of the Entanglement Chapter, one member of the piano duo (Andrija Pavlović) comes to the other member (Sonja Lončar) and ties her eyes with a black ribbon, then returns to his piano and ties his own eyes as well, thus cancelling visual contact. The idea for this “dramatic” move came from the very concept of quantum physics; just like two entangled particles who can continue to communicate even when separated by millions of

light years, we wanted to abolish visual communication and rely only on what we hear. This concept seems very simple, but what happened every time when we performed this composition in this way (and while we were practicing it) was a completely new experience for us; the act of listening became the main focus and our communication on the abstract level was much more intense.

The last section of this composition is also extremely virtuosic and fast. Within this section, there is a small “break” in which one of the pianists is expected to give a sign to the other to continue playing. When performing this piece blindfolded, it was not possible and our communication was completely left to the “entangled” state in which we found ourselves. The break is long enough for us to lose the continuity of the basic “groove” for a moment, so we had to rely on our intuitive communication that we built over the last fifteen years i.e. since we started playing together. Just like two particles in an entangled state, we remained connected through a pure aural experience and we both reacted to the changes in the state of our entangled pair.

8. Teleportation

The last chapter begins with the basic theme of the composition *G-Song* by Terry Riley (b. 1935). We arranged the basic theme for two pianos and repeated it three times. In the first repetition it is very similar to the original composition, in the second repetition it gradually accelerates and the arrangement becomes more complex, while in the third repetition its basic meter changes. The last repetition is interrupted by a prerecorded sound. With the first tones of this sound, the light suddenly goes off and the pianists disappear, “teleported” from the scene, and appear on the screen. We composed this piece in the style of a modern popular genre called *retro-futurism*. Teleportation is the quantum phenomenon most common in popular culture and used in many films and TV series such as *Star Trek*. Although quantum teleportation does not have much in common with such popular interpretation, any other attempt to explain it to an audience with no previous knowledge in this field would be completely impossible.

The basic idea for this chapter was to point to the unstoppable changes that are taking place in relation to the ubiquitous presence of new technologies in our everyday lives and the rapid exchange of information. Someday soon quantum computers will completely change our perception of the world.

At the end of this multimedia concert, during the applause, we only bow as figures projected on the screen, whilst not being physically present. With this, we wanted to point out the general loneliness that plagues our planet; the exchange of information among people has intensified and accelerated by means of digital technologies, but the physical contact in these communications has been lost.

CONCLUSION

New technologies can be very inspiring and assist the further development of each ensemble. Hereby we do not just refer to new instruments – in this case, keyboard instruments (synthesizers, computers, hybrid pianos) that can provide endless possi-

bilities for the creative process of the piano duo – but also to the possibilities of digital connections, conquests of new sound territories, presentations of one’s work outside of a predetermined genre, in order to subtly educate the audiences and offer different views on art, life and the world as a whole. It is equally important for musicians to make an effort and try to find an adequate place for their ideas and artistic ideals in the cultural markets by using all the tools available to spread and share their ideas and knowledge with the audiences. Exiting the conventional spaces of performing classical and contemporary music and entering the domain of popular music and culture is indeed one of the good ways of achieving this. The artists’s ability to verbally explain and “defend” their art is equally important. If the artists, in this case the piano duo, manage to build successful careers, dedicate themselves to their brand and communicate it successfully to the audience (Cf. Medić 2014), they acquire the ability – but also a great responsibility – to attempt to educate and change the world for the better.

LIST OF REFERENCES

- Garner, Andrew J. P. (2018) “The Musical Mach–Zehnder Interferometer.” *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 39–49.
- Lončar, Sonja (2018) „Hibridni duo – Novi prostori savremenog izvodaštva u ansamblu klavirski duo.“ [Hybrid Duo – New realms of contemporary performance for the piano duo.] Unpublished dissertation. Belgrade: Faculty of Music, University of Arts.
- Medić, Ivana (2014) „LP Duo – Uspešan srpski muzički brend kao otelotvorenje marketinških arhetipova ‘Kreatora’ i ‘Istraživača’“ [LP Duo – A successful Serbian musical brand as an embodiment of the marketing archetypes of ‘The Creator’ and ‘The Explorer.’] In: Miomira Đurdanović and Dragan Žunić (eds.), *Balkan Art Forum 2013: Art and Culture Today*. Niš: Faculty of Arts, 273–284.
- Novković, Dragan, Peljević, Marko and Malinović, Mateja (2018) “Synthesis and Analysis of Sounds Developed from the Bose-Einstein Condensate: Theory and Experimental Results.” *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 95–109.
- Mølmer, Klaus (2018) “The Quantum Vibes of Atoms and Ichthyosaurs.” *Muzikologija/Musicology* 24 (I/2018): 51–59.
- Pavlović, Andrija (2018) „Savremeni izazovi rada i saradnje muzičara u klavirskom duu na primeru muzičko-scenskog projekta *Kvantna muzika*.“ [Contemporary challenges of work and collaboration between musicians in a piano duo, using the example of the music-scenic project *Quantum Music*.] Unpublished dissertation. Belgrade: Faculty of Music, University of Arts.

Соња Лончар и Андрија Павловић

ХИБРИДНИ ДУО

(САЖЕТАК)

Београдски клавирски дуо Соња Лончар и Андрија Павловић (ЛП Дуо) већ четрнаест година експериментише са различитим могућностима свирања на два клавира. Поред класичног репертоара који је овај дуо прошао за време и након основних и специјалистичких студија на ФМУ у Београду а потом и на Високој школи за музику и позориште у Роштоку (Немачка), његови чланови су од самог почетка испољавали интересовање за савремену уметност, извођење дела композитора-савременика, бављење визуелним и примењеним уметностима (видео, филм, фотографија, музички перформанс, кореографије, позоришне представе), те свирање у ансамблима и музичким саставима различитих жанрова (рок, популарна, експериментална музика), као и свирање на различитим синтисајзерима. Њихов истраживачки дух и потреба за освајањем нових знања и слобода, као и сва наведена искуства, постепено су водила ка осмишљавању и реализацији пројекта *Квантна музика* и стварању новог инструмента – хибридног клавира. У овом раду чланови ЛП Дуа преносе своја искуства рада на пројекту *Квантна музика* и на развоју хибридног клавира, док у исто време свој ансамбл посматрају као отелотворење квантних феномена попут дуалности. Хибридни клавир је комбинација традиционалног клавира и дигиталног синтисајзера са аналогним контролама које омогућавају различито процесовање акустичких и дигиталних сигнала у реалном времену и омогућавају пијанистима да наставе да користе концертне клавире, али обogaћене новим бојама и досад незамисливим изражајним могућностима.

Кључне речи: квантна музика, клавирски дуо, хибридни клавир, ЛП Дуо, дуалност

MUSINGS ON QUANTUM MUSIC: CAN QUANTUM MUSIC BRING US CLOSER TO OBJECTIVE BEAUTY?

*Chiara Marletto*¹

University of Oxford, Physics Department & Wolfson College
Fondazione ISI, Torino

Received: 4 April 2018

Accepted: 7 May 2018

Original scientific paper

ABSTRACT

Quantum music is an idea to compose music based on a fundamental physical theory, quantum theory. One of the underlying theses of the project is that by merging a deep theory of physics with music one can provide a more interesting musical landscape.

An interesting problem opened by quantum music is whether this idea will, or will not, allow one to move closer to objective beauty, if such a thing exists. I will explore what the implications of quantum music are for this issue. Can the marriage of science and art permit the achievement of a richer set of aesthetic outputs?

KEYWORDS: Quantum Music, John Keats, Richard Feynman, beauty, truth, art, science

At some point in the history of ideas, the Sciences drifted apart from the Arts. This irreversible fracture started immediately after the Enlightenment, in the seventeenth century, and then it was brought to its peak with Romanticism. One of the central points of Romanticism is to regard the sciences as dull and dry, while the arts, including music, and literature, are elevated to the status of unique tools to grasp the realm of emotions — the only reality worth expressing in the arts, according to Romanticism.

The Quantum Music project is a powerful proposal to remedy that fracture, providing a bridge between the science and the arts, in order to create a form of ‘multi-disciplinary’ communication. Its basic tenet is something like this: let us take one of our most fundamental theories of physics, quantum theory; and let us take one of the main means of artistic expression, music; and let us try to merge them into a work of art.

¹ chiara.marletto@gmail.com

This seems like a brilliant idea. But, the important thing is, it has deep philosophical foundations. To see why, I shall start from one of the most celebrated poems of the Romantic era, by John Keats – a sort of Romantic manifesto, which contains these baffling words:

Beauty is truth, truth beauty,—that is all
Ye know on earth, and all ye need to know.
(John Keats, *Ode on a Grecian Urn*)

It is ironic that this is the central motto of the Romantic manifesto, because, if one reads it carefully, this statement asserts a deep connection between the sciences and the arts – that very connection that Romanticism tries to deny. Because on the one hand, the arts and literature are grouping towards some ideal – something we can call *objective beauty*, that is out there to be grasped; on the other hand, science is tentatively searching for another ideal, truth; and since the poem equates the two, we must conclude that keeping arts and science as separate is fallacious. Science and the Arts are both striving to get at something that is beyond what we see directly, by imagining scientific explanations, in the case of science, and by conjecturing beautiful arrangements of visual material, or sounds, etc., in the case of arts.

Now, there is something important to be noted here. Nothing we currently known in science, including the laws of quantum theory that the quantum music project assumes, can be proven to be true. What know is that those laws have not yet been falsified by experiment; that they have not yet been proven to be mistaken. Likewise, in arts nothing can be proven to be ‘beautiful’. What we can perhaps argue for, is that a given work of art could be improved, tentatively, in a certain way. This approach, which is rooted in the philosophy of Karl Popper’s, gives a meaning to tentative progress in both arts and science, and also explains that neither science, nor art, consists of copying, or describing, nature. They both go beyond the appearance of things, in order to explain and reveal regularities that are hidden beneath the surface of what we perceive.

At any rate, Keats’s intuition is right. Science and the arts have some profound similarities. They are enterprises tentatively to get closer to some ideal – we could call it beauty, in the case of arts, and truth, in the case of science. It is, I think, that intimate relationship between arts and science that drives the quantum music project.

Now, there is something interesting going on here – something that the quantum music project brings to our attention. This task that the quantum music people set to themselves is hard. This is because quantum theory is the expression of modern science, which has gone far, faraway from the capabilities of our senses. But music, and the arts in general, are confined within the boundaries of our senses – they are confined by what we can perceive, or what we can hear, or what we can feel. Science already went quite far away from our sensorial intuition with the theory of gravitation that Newton proposed: it is rather counterintuitive to imagine, for instance, that the Earth is spinning around the sun; and spinning around its own axis. But with quantum theory there are several more things that depart from what we are naturally

CHIARA MARLETTO
MUSINGS ON QUANTUM MUSIC:
CAN QUANTUM MUSIC BRING US CLOSER TO OBJECTIVE BEAUTY?

designed to perceive, by natural selection. There are things that are literally impossible to perceive through our senses: such as quantum superpositions, quantum entanglement, and so on. As explained in other contributions in this volume (Vedral 2018; Garner 2018), we do not see quantum features around us; we do not hear them *directly*. The world around us appears to be classical; and the way we interact with it, even when we listen to a piece of music, is through measurements, which make quantum features decohere. What we can have is ‘indirect evidence’ of quantum effects, in the laboratory.

The task of the quantum music project is therefore extremely challenging, and at the same time deeply enthralling. Science, by its very nature, goes beyond the immediate sensorial experience; but the arts as traditionally conceived are tied to our sensorial experience. So if we want to take the challenge of quantum music seriously and incorporate faithfully quantum effect into arts, we might have to adopt a radically new take on the arts. Attempting to express quantum effects in music opens up an entirely new set of problems for artists. We might have to end up inventing a new type of artistic expression – using music, in combination with other media. But how?

Currently, there are two main ways of capturing scientific ideas in the arts. One is by *analogy*: we take an interesting phenomenon that science has discovered and we try to render it by analogy with things we know about. For example, Picasso tried to capture the relativity of space and time that Einstein discovered through representing different perspective on the same painting, as in this example. Another example is the superlative fantasy trilogy by Philip Pullman. It is built around the idea of the quantum multiverse, which is one of the main features of quantum theory. Still, these are just analogies: they break down at some point. This is something we have to be careful with. There is often a risk of misunderstanding – which is why analogies have to be presented together with some explanation telling us that they are not quite the real thing. For instance, in the real quantum multiverse, no universe can communicate with another, because of the symmetries of quantum physics (Cf. Vedral 2018). But in the multiverses described in literature, the universes are permeable to one another.

There is however another way in which the arts can capture these phenomena that science describes. This is via certain tricks that harness the way we perceive the world around us; the way our eyes, and ears, happen to be working. This is perhaps more interesting for the quantum music project, because it gets closer to the phenomenon of interest, capturing it in a more direct way.

A classic example of this is the representation of a three-dimensional space on a two-dimensional page: the painters in the renaissance introduced linear perspective, in order to represent the three-dimensional arrangement of objects on a two-dimensional surface. The representation is faithful, and can almost perfectly deceive our eye. Likewise, we have other types of optical illusions. They make us feel like something is there, which is not quite there – as in this curious image where the same street is portrayed, but it looks like the two streets are different. Why? Because we use the first as a reference for the second, and viceversa. So, the two pictures look different, but they are actually the same pixel by pixel (Figure 1).



Figure 1. An optical illusion

Now for each of these two cases, it is important to think of what the analogue for quantum music is.

- How do we come up with better analogies for quantum effects? (Easier)
- How can we be realistic – can we create an analogue of optical illusions to recreate, to some extents, quantum features which are inherently inaccessible to our senses? (Harder!)

Perhaps for the second point we need a complex combination of music as traditionally conceived; a rich set of elaborations and renderings (virtual reality tools); as well as words and stories, to explain the connection with quantum theory. This is a fantastic challenge. As a relic of Romanticism, there still is a certain hesitation in merging art and science; some say it is just fashion; some say it is equivalent to reducing art to a servant of the sciences; and some others say that science, when translated into a work of art, is often misunderstood, or betrayed; some even think that science takes away from the beauty of the arts. But, as we see with quantum music, this is not quite right. Merging the two can provide a richer artistic landscape: it leads to a set of deep new problems, which when addressed may even provide a new artistic form – unifying different existing forms, such as music, into a new organic complex that allows one to express these ideas that contemporary physics has discovered. This is perhaps what the quantum physicist Richard Feynman (1918–1988) had in mind when writing these reflections:

CHIARA MARLETTO

MUSINGS ON QUANTUM MUSIC:

CAN QUANTUM MUSIC BRING US CLOSER TO OBJECTIVE BEAUTY?

I have a friend who's an artist and has sometimes taken a view which I don't agree with very well. He'll hold up a flower and say "look how beautiful it is," and I'll agree. Then he says "I as an artist can see how beautiful this is but you as a scientist take this all apart and it becomes a dull thing," and I think that he's kind of nutty. First of all, the beauty that he sees is available to other people and to me too, I believe. Although I may not be quite as refined aesthetically as he is ... I can appreciate the beauty of a flower. At the same time, I see much more about the flower than he sees. I could imagine the cells in there, the complicated actions inside, which also have a beauty. I mean it's not just beauty at this dimension, at one centimetre; there's also beauty at smaller dimensions, the inner structure, also the processes. The fact that the colours in the flower evolved in order to attract insects to pollinate it is interesting; it means that insects can see the colour. It adds a question: does this aesthetic sense also exist in the lower forms? Why is it aesthetic? All these kinds of interesting questions only add to the excitement, the mystery and the awe of a flower. They only add. I don't understand how they subtract. (Richard Feynman, "Ode to a Flower," BBC, 1981)

So, Feynman would say, go forth and explore the quantum music world. It can only add to our delight in understanding physical reality, and appreciating beauty. May it be the start of a new Enlightenment, this time leading to a re-marriage of arts and science, through music and the foundations of quantum theory.

LIST OF REFERENCES

- Garner, Andrew J. P. (2018) "The Musical Mach-Zehnder Interferometer." *Muzikologija/Musicology* 24 (1/2018): 39–49.
- Vedral, Vlatko (2018) "Can We Hear the Sounds of Quantum Superpositions?" *Muzikologija/Musicology* 24 (1/2018): 15–19.

КЈАРА МАРЛЕТО

РАЗМИШЉАЊА О КВАНТНОЈ МУЗИЦИ:

ДА ЛИ НАС КВАНТНА МУЗИКА МОЖЕ ПРИБЛИЖИТИ ОБЈЕКТИВНОЈ ЛЕПОТИ?

(САЖЕТАК)

Овај рад представља својеврстан епилог, или коду, темата посвећеног квантној музици. У једном моменту у историји људских идеја, науке су се одвојиле од уметности. Ова неисцељива фрактура десила се одмах након просветитељства, у седамнаестом веку, да би достигла свој врхунац у раздобљу романтизма. Једно од централних уверења романтизма јесте да су науке досадне и сувопарне, док су лепе уметности, укључујући музику и књижевност, уздигнуте до статуса јединствених алата помоћу којих можемо да продремо у свет емоција — које,

према романтичарима, представљају једину реалност коју вреди изразити помоћу уметничких дела.

Пројекат *Квантна музика* (*Quantum Music*) даје фасцинантан предлог за превазилажење ове руптуре, креирајући мост између науке и уметности, који омогућава мулти-дисциплинарну комуникацију. Његов основни принцип могао би се описати овако: узмимо једну од основних теорија физике, квантну теорију, и једно од главних средстава уметничког изражавања, музику; затим, покушајмо да их фузионишемо у ново уметничко дело. Дакле, квантна музика је идеја да се компонује музика базирана на квантној теорији, а један од основних постулата овог пројекта јесте да се прожимањем физике са музиком може створити интересантнији музички пејзаж.

Један занимљив проблем који је отворен пројектом квантне музике јесте питање да ли ће нам ова замисао омогућити да се приближимо објективној лепоти, ако тако нешто уопште постоји. У овом тексту истражујем које су импликације квантне музике по овом питању. Да ли спој науке и уметности може омогућити настанак естетски вредних резултата?

Кључне речи: Квантна музика, Џон Китс, Ричард Фејнман, лепота, истина, уметност, наука

VARIA

СТАТУС ОПЕРСКОГ УМЕТНИКА У НАРОДНОМ ПОЗОРИШТУ У БЕОГРАДУ ОД 1970. ДО 1980. ГОДИНЕ*

Вања Сјасић¹

Музиколошки институт САНУ, Београд

Примљено: 1. фебруара 2018.

Прихваћено: 7. маја 2018.

Оригинални научни рад

АПСТРАКТ

Тема овог рада односи се на истраживање статуса оперског уметника у Народном позоришту у Београду седамдесетих година XX века. Статус оперског уметника у раду биће сагледаван на два међусобно зависна нивоа: први ниво обухвата уметников положај као запосленог лица у институцији, и други – његов друштвени положај у последњој фази самоуправљања, које је било идеолошко-организациони оквир југословенске културне политике у поменутом периоду. Идеја рада јесте да се кроз приступе различитих наука – социологије уметности, културне политике, музикологије – истраже они аспекти који одређују статус уметника. Истраживачко питање од којег полазимо јесте на који начин је детерминисан статус оперског уметника у позоришту. Одговор на ово питање захтева сагледавање уметничког рада унутар позоришта, што ће бити поткрепљено архивском грађом, као и његово позиционирање у друштву, сагледавајући дискурсе о уметнику из осме деценије прошлог века. Полазна литература у овом раду јесте *Бела књија*, која је, по одлуци Уметничког већа Народног позоришта (Опера и Балет), издата 1970. године и чија је сврха била да дефинише потребу реформе у Опери и Балету. Циљ рада јесте да се укаже на различите интерпретације о статусу уметника у поменутом периоду самоуправљања у култури.

Кључне речи: културна политка, самоуправљање, Народно позориште у Београду, статус, оперски уметник.

* Овај текст је резултат рада на пројекту Музиколошког института САНУ *Идентификација српске музике од локалних до глобалних оквира: традиције, времена, изазови* (Бр. 177004) финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

1 vanja88@msn.com

Дефинисање статуса уметника у институцији и његов друштвени положај представља тежак задатак за истраживаче, јер захтева континуирано посматрање вредносног система одређеног друштва или још шири оквир – разумевање положаја културе у односу на друштвену, идеолошку и политичку структуру.

Тема овог рада односи се на истраживање статуса оперског уметника у Народном позоришту у Београду седамдесетих година XX века.² Статус оперског уметника у раду биће сагледан на два међусобно зависна нивоа: први ниво обухвата уметников положај као запосленог лица у институцији,³ и други – његов друштвени положај у последњој фази самоуправљања које је било идеолошко-организациони оквир југословенске културне политике⁴ у поменутом периоду.

После Другог светског рата, у спољној политици, Југославија се до 1948. године ослањала на СССР, чији је модел изградње социјализма преликан на југословенско друштво. Сви сегменти друштвеног развоја социјалистичке Југославије били су под строгим надзором комунистичке партије.⁵ После сукоба са Информбиром (1948),⁶ Југославију је тешко погодио прекид економских и политичких односа са другим социјалистичким земљама. Излаз из економске и политичке блокаде, Југославија је нашла у сарадњи са западним земљама, посебно са Сједињеним Америчким Државама (САД). Сукоб са „инфорбирашима“ принудио је југословенско друштво да, почетком 50-их, развије нов систем друштвено-економског и друштвено-политичког уређења. Друштвено-економска промена оличена је у увођењу самоуправљања у привреду, по принципу „фабрике радницима“, 1950. године. Уместо строгог државног управљања привредом, започета је њена либерализација. Државна својина бива претворена у друштвену којом су управљали раднички савети и управни одбори, заправо, сви радници укључени у сам процес рада.⁷

2 Рад је, пре свега, заснован на архивској грађи из Архива Народного позоришта, Архива Србије, Архива Југославије и Историјског архива Београда. Током истраживања прегледана је и грађа везана за ову тему која се налази у Музеју позоришне уметности, али нису пронађени релевантни подаци за период који се у овом раду истражује.

3 Под положајем уметника као запосленог лица у институцији подразумева се сагледавање материјалног статуса на основу плате и хонорара, као и симболичког статуса на основу награда.

4 Под термином културне политике подразумевам „усклађен систем мера (стратегија, инструмената и циљева), помоћу којих држава подржава и усмерава културну продукцију, односно културни живот“. (Dragičević-Šešić i Branimir Stojković 1994: 31)

5 У ту сврху основан је 1946. године Комитет за агитацију и пропаганду (АГИТПРОП), као апарат који „у рукама Партије и њених пропагандних установа контролише посредно или непосредно, целокупан политички, културни, просветни и научни живот“ (Ђукић, 2012: 209).

6 У основи сукоба Југославија–СССР, јесте Стаљинова намера да утиче на унутрашњу и спољну политику Југославије, док је Југославија желела да остане независна. Југословенски комунисти су одлуку да не припадају ни СССР-у ни САД-у „озваничили“ приступањем Покрету несврстаних.

7 Према речима Предрата Марковића, спровођена је политика „ДДА“ – децентрализација, дебијрократизација, демократизација (Marković 2012: 23).

Значајна карактеристика југословенског „пута у социјализам“ било је и увођење посебног друштвено-политичког система. Извршене су промене у политичкој структури, како на нивоу република и федерације, тако и на нивоу њиховог међусобног односа. Једна од карактеристика тих промена јесте тежња ка што већој демократизацији у процесу политичких одлучивања, односно покушај да се што више испоји утицај радних људи и њихових организација на политички живот земље. Сходно томе, започет је процес демократизације Савеза комуниста (СКЈ) као водеће политичке организације у земљи. Стремило се томе да се његова улога прилагоди условима друштва, што је потврђено Уставним законом из 1953. године. Међутим, иако је партијско руководство званично препустило власт „радном народу“, у пракси је и даље држава била под строгим контролом СКЈ. На Конгресу радничких савета 1957. године тражено је да се дају већа права радницима, јер „немају довољно моћи да донесу одлуке“ због државне регулативе које ограничава независност предузећа.⁸ У предузећима се моћ концентрисала у управном одбору у којем су доминирали чланови партије и стручњаци, док је радништво кроз радничке савете расправљало више о процесима производње, али не и о пословању фирме.⁹

Почетком шездесетих започета је реформа у циљу смањења пореза предузећима и тада се скоро у потпуности друштво окренуло тржишној економији. Међутим, манифестовале су се и негативне карактеристике реформе: створила се неједнакост унутар предузећа из исте индустрије, богати су се још више богатали, а утицај радника ослабио је у корист стручњака. Почетком седамдесетих учињени су напори да се врати планирање и то „одоздо“, кроз стварање друштвених уговора између радничких савета производног и друштвеног сектора (СИЗ-ови). Међутим, 80-те године обележене су великом инфлацијом, самоуправни уговори између предузећа се нису испуњавали тако да су предузећа била принуђена да их раскидају. Општа економска криза узроковала је друштвену кризу, стварајући раскол између богатих и сиромашних земаља СФРЈ, а затим и ратну ситуацију, што је за последицу имало укидање самоуправљања, али и државе.

Дакле, историјски гледано, самоуправљање је прошло неколико развојних фаза¹⁰ у периоду од 1950. до 1990. године. Прво се идеја о радничком управљању

8 Michael Lebowitz, Pouke jugoslovenskog samoupravljanja, dostupno na: <http://www.princip.info/2014/05/03/pouke-jugoslovenskog-samoupravljanja>

9 Више о овоме видети у: Vladimir Unkovski-Korica, Jugoslovensko samoupravljanje: upravljanje radništva ili upravljanje radništvom? Доступно у PDF формату: <http://www.starosajmiste.info/blog/wp-content/uploads/Unkovski-Korica-Jugoslovensko-samoupravljanje.pdf>

10 Развојне фазе самоуправљања сагледаване су у односу на производне односе, па се тако, на пример, узима периодизација Менцингера (Jože Mencinger): раздобље административног или планског социјализма до 1953. године; административно тржишни социјализам до 1962; тржишни социјализам до 1973, и раздобље договореног социјализма до 1990. године. Више о томе видети у: Michael Lebowitz, Pouke jugoslovenskog samoupravljanja, dostupno na: <http://www.princip.info/2014/05/03/pouke-jugoslovenskog-samoupravljanja/> (Приступљено 25. 11. 2015.)

реализовала у привреди и у друштвено-политичком уређењу, а онда и у култури. Систем је пролазио кроз разне реформе, пропраћене нормативним актима, тако да је данас тешко одговорити на питање како је у потпуности функционисало самоуправљање.¹¹ У литератури најчешћи приступи у критичком сагледавању овог система крећу се у оквирима економског дискурса – однос према производњи, и анализи друштвеног система – разматрање класних односа заснованих на неједнакости и доминацији.¹²

Самоуправљање је превасходно детерминисано као облик производних односа у којима радни човек добија могућност непосредног управљања и одлучујућег утицаја на средства, услове и плодове свога рада. Овакав облик производних односа примењен је у привредним предузећима, а касније је преузет као модел за институције у култури. Организациони елементи унутар система институција били су кадровска управа, која је контролисана од стране партије, и раднички савет у чији састав су улазили сви радници који су доносили одлуке о томе да ли је радник добар или не, о додели станова и расподели прихода. Дакле, непосредна демократија била је само у нижим слојевима, у радничкој самоуправи.

Основни циљ и смисао система социјалистичког самоуправљања јесте омогућити демократско управљање радника условима и средствима за производњу, као и стварање бескласног друштва (Kardelj 1977). У средиште друштвеног система поставља се човек и тежња да се за сваког радника обезбеде једнаке могућности за бољи живот.

Однос између државе и културне политике мењао се у зависности од државног уређења, економских прилика и друштвено-политичких промена. Сходно томе, мењао се и идејни концепт културне политике. У социјалистичкој, једнопартиској СФРЈ, држава је у потпуности одлучивала и о културном развоју (социјалистички реализам). Отварање ка Западу, либерализација и увођење самоуправе у привреди и култури, резултирало је „привидним“ слабљењем утицаја државе на културу. СИЗ-ови, као парадржавна тела, имали су за циљ да културу и уметност учине доступном, међутим, показало се да је и та „доступност“ била у зависности од тадашње власти. Распадом СФРЈ и доласком Милошевића на власт, културна политика у Србији је поново етатизована. Насупрот претходном систему самоуправљања у области културе, држава изнова задобија водећу улогу у развоју културе – укидањем самоуправног система оснива се Фонд за финансирање

11 Салих Фочо изјавио је да је у периоду самоуправљања било 68 реформи и да је разумљиво зашто се не може прецизно дефинисати. Салих Фочо, Uvodno izlaganje na okruglom stolu u organizaciji Centra za kulturnu dekontaminaciju Beograd, pod naslovom: *Radnici i socijalistička država*“, održanog 30. 3. 2013. godine u Beogradu. Доступно на: <https://www.youtube.com/watch?v=IjstKYN88rA>

12 Више о овоме видети у: Aleksandar Stojanović, Da li je Jugoslavija bila klasno društvo? Posted 2nd March 2015 by Centar za društvenu analizu: <http://društvenaanaliza.blogspot.com/2015/03/da-li-je-jugoslavija-bila-klasno.html> (Приступљено 25. 11. 2015.); Darko Suvin, *Samo jednom se ljubi: Radiografija SFR Jugoslavije*, Rosa Luxemburg Stiftung, Kancelarija za Jugoistočnu Evropu, Beograd, 2014; Mladen Lazić, *Čekajući kapitalizam – Nastanak novih klasnih odnosa u Srbiji*, Službeni Glasnik, Beograd, 2011. Michael Lebowitz, *Pouke jugoslovenskog samoupravljanja*, нав.дело.

културе који спроводи културну политику Србије (Ђукић 2012: 229). Основни задатак тадашње културне политике био је да пропагира пожељне националне вредности нове југословенске заједнице.

Начин на који је држава усмеравала културну политику може се сагледати на основу рада Оперe Народнoг позоришта у Београду. После Другог светског рата, београдска Опера је имала свој *златни период* (1954–1969), захваљујући тадашњој ситуацији у Европи и Југославији, али и организацији унутар институције.¹³ У том периоду Опера је „одговорила“ на званичну политику државе (отварање ка земљама Запада), али је и представљала „идеалну слику“ тадашње Југославије, чак и кад је држава била у политичкој и економској кризи шездесетих година.

За потребе овог рада, период од 1970. до 1980. године у раду Оперe Народнoг позоришта, издвојен је из два разлога: први – представљао је нов почетак у раду институције, и други – то је време када је самоуправљање постало организациони оквир у Позоришту.

Прве промене у раду Оперe могу се уочити по питању ангажовања ансамбла у иностранству (мали број наступа у периоду од седамдесетих година до краја 20. века). Један од разлога за такву ситуацију јесте чињеница да финансијски (а и извођачки) Опера Народнoг позоришта није могла да одговори на стандарде које су поставили ансамбли из „источних“ оперских кућа. На основу тога, наша Опера је своју активност усредредила на домаћу сцену. Међутим, унутар институције постојали су проблеми о чему сведочи *Бела књиџа*.¹⁴ Ова књиџа објављена је са циљем да се шира јавност упозна са мотивима Уметничког већа које се определило за свестрану реформу у Опери. Један од разлога био је „недовољни професионализам“,¹⁵ што је утицало на уметничке резултате и друштвене односе у колективу. Други разлог јесте материјално-финансијска ситуација. Народно позориште било је финансирано из буџета, а од 1969. примењене су стимулативне форме финансирања. Тако на пример, за три продате „оперске“ карте дотирао се један динар, а за сваку продату „Драмску“ карту дотирао се по динар (Драгутиновић, Јовановић и Милетић 1970: 72). Трећи разлог јесте репертоарско-извођачка оријентација Оперe. Од шездесетих до седамдесетих година извођене су највише опере са италијанског репертоара,

13 Више о овом периоду видети у: Јовановић 1996 и Спасић 2013.

14 Бранко Драгутиновић, Рашко В. Јовановић и Гојко Милетић, *Бела књиџа о Ојери*, Београд, Народно позориште, 1970. Књиџа се састоји из два дела. Први део односи се на питање реформе Оперe и Балета кроз три кључна сегмента – материјално-финансијска ситуација, програмско-извођачка оријентација и кадровска ситуација – са освртом на проблеме награђивања и на потребу унапређивања стручног рада, као и аналитичко сагледавање публике. Други део књиџе обухвата прилоге о активности Оперe и Балета од 1944. до 1970. године: репертоарска и извођачка искуства, међурепубличка сарадња, гостовања страних уметника и ансамбала код нас, као и гостовања Оперe и Балета у иностранству са краћим одломцима критика из иностране штампе.

15 Пре свега, аутори књиџе сматрају да је професионализам недостајао на нивоу организације рада, али и „у смислу односа према послу сваког појединца“. Сукоби интереса и различите позиције унутар колектива утицали су на квалитет представа (Драгутиновић, Јовановић и Милетић 1970: 20–21).

које су имале стандардни квалитет, али у извођачкој пракси нису донеле ништа ново (Спасић 2014). Почетком седамдесетих, кренуло се оптимистички ка реформи (упознавање јавности са тадашњим стањем у Опери и Балету и могућим решењима проблема), али јачањем „самоуправљања“ у другој половини осме деценије, резултирало је кризом унутар Опере у наредном периоду.¹⁶

За разумевање статуса уметника унутар рада Опере Народног позоришта (у наставку рада Опера), неопходно је објаснити каква је организација Народног позоришта (у наставку Позориште), односно на који начин је дефинисано питање управљања и руковођења у поменутој институцији седамдесетих година прошлог века.

Током осме деценије XX века, Позориште је дефинисало своје уређење на основу Статута из 1969. и Статута из 1975. године, који је заменио претходни у складу са Уставом из 1974. године.

Према Статуту из 1969. године, Народно позориште у Београду је „самостална културно-уметничка радна организација, заснована на принципима друштвеног управљања и самоуправљања“.¹⁷ Позориште је било подељено на Дрму, Опери, Балет и Организационо-технички сектор. Резултат увођења самоуправљања у организацији оперске куће било је формирање Радничког савета/Савета позоришта и Уметничког већа,¹⁸ који заједно са Управником руководе, на посредан начин, пословима унутар позоришта. Непосредан начин управљања регулисан је деловањем зборовра радних људи, избором референдума и правом иницијативе. Руководећа места поверена су директорима Дрме, Опере и Организационо-техничког сектора, заменику управника и шефу Балета.¹⁹

16 Самоуправљање је омогућило да се људи изван уметничких кругова укључују у Савет Позоришта што је утицало на начин формирања репертоарске политике институције. Више о томе видети у: Винавер 1995.

17 Архив Народног позоришта у Београду (АНПБГ): Статут Народног позоришта, 1969. Према Нацрту резолуције VI конгреса СКС (21–23. новембра 1968.) у оквиру „Задатака савеза комуниста у развоју културе“ пише да је „самоуправљање основа и облик интегрисања културе, науке и образовања са укупним друштвеним радом. Самоуправни положај подразумева не само право културног, научног и просветног радника да одлучује о условима и резултатима свога рада, него и право непосредних произвођача да учествују у усмеравању дела вишка рада који се користи за културу, науку и образовање“. Видети и у: Иванји, 1969: 231.

18 Константин Винавер сматрао је да је важан фактор за крај златног периода, али и даљи рад Опере, био потпуни развој самоуправног одлучивања, јер је начин доношења одлука доводио до тога да о репертоарској слици одлучују и чланови Савета и Већа који нису музички образовани (Винавер 1995: 257).

19 За место директора Опере и Балета неопходно је да кандидат има високу стручну спрему и да је истакнути уметник, а за место шефа Балета кандидат треба да испуњава следеће захтеве: а) средња балетска школа и радно искуство на пословима кореографа/педагога најмање 10 година или б) истакнути балетски играч са радним искуством у Балету од најмање 15 година. АНПБГ: Статут Народног позоришта, 1969.

Према Статуту из 1975. додат је податак о оснивачу Позоришта – Градска скупштина града Београда, и измењена је унутрашња организација институције. Организационе целине су сада: Основна организација удруженог рада Дrame (ООУР Дrame), ООУР Опере и Балета, Основна организација сценске технике и Радна заједница опште службе. Свака организација има свог Директора и Савет који даље упућује предлог Већу односно Савету позоришта.

Са правног гледишта, Радна организација Народног позоришта је од јануара 1978. уписана у Окружном привредном суду као радна организација са три основне организације: Опера и Балет, Дrama, Сценско-техничка служба. Међутим, у пракси је пословала још увек као јединствена радна организација, јер није било могуће утврдити начин стицања и расподеле дохотка, а самим тим и деобни биланс, како би се отворио жиро рачун за сваку основну организацију удруженог рада.²⁰

У вези са унутрашњом организацијом позоришта, уочљиво је да се запослени деле на уметнике (Дrama, Опера и Балет) и не-уметнике (сценска техника и општа служба). У наставку рада бавићу се питањем статуса уметника у Оперу, а затим и на његов друштвени положај у току осме деценије 20. века.

УМЕТНИК У ОПЕРИ

Златни период Оперу (1954–1969) омогућио је да се поједини уметници истакну у иностранству и тиме остваре висок уметнички углед у матичној кући и у југословенском друштву уопште (Јовановић 1996, Спасић 2013). Опера је шездесетих година прошлог века обезбедила место у самом врху европске извођачке уметности захваљујући тимском раду диригента,²¹ редитеља,²² сценографа,²³ костимографа²⁴ и солиста²⁵ који су руковођени тадашњим директором и диригентом Оскаром Даноном.

Међутим, према ауторима *Беле књије*, шездесете су биле “најпротивречнији период” у развоју Оперу, јер су се тих година манифестовале негативне карактеристике.²⁶ Оперски уметници Народног позоришта имали су прилике

20 АНПБГ: Обавештење свим радним људима радне организације Народног позоришта, бр. 274, 9. 03. 1979.

21 Крешимир Барановић, Богдан Бабић, Душан Миладиновић и Милан Бајшански.

22 Јосип Колунџија, др Бранко Гавела, Младен Сабљић и Анка Радошевић.

23 Сташа Беложански, Миомир Дени, Душан Ристић.

24 Милица Бабић, Мира Глишић и др.

25 Радмила Бакочевић, Милка Стојановић, Меланија Бугариновић, Бисерка Цвејић, Милица Миладиновић, Никола Цвејић, Миросав Чангаловић, Јован Глигоријевић, Бранислав Пивнички, Александар Ђоковић и др.

26 У раду Позоришта једна од тема Савета, на њиховој седници 3. марта 1972, била је учешће оперског ансамбла у иностранству. Чланови Савета оценили су негативно и као “недопустиву

да се упознају са могућностима и вредновањем оперског певача у иностранству, те се због тога акумулирало {незадовољство сопственим нивом личних доходака и системом награђивања“.²⁷

Систем вредновања, кроз плате и награде, била је тема на седницама Савета позоришта и Уметничког већа седамдесетих година. Према извештају Самоуправне радничке контроле Народног позоришта закључено је да „основ награђивања према раду мора бити одраз понашања према раду, квалитета рада и радног учинка“.²⁸ Они који би били задужени да оцене ситуацију, спроведу и ускладе критеријуме расподеле дохотка јесу друштвено-политичке организације и самоуправни органи Позоришта. Њихов задатак је, према мишљењу Самоуправне радничке контроле, да размотри Правилник о стицању и расподели дохотка са посебном пажњом на елементе награђивања према резултату и квалитету рада, уклањању лимита дела за остварени учинак, као и усклађивање критеријума за оцену минулог рада.²⁹

Према мишљењу аутора *Беле књије*, разлози за неподношљиву ситуацију и стање у којем се налазила Опера била су кадровска питања и лични доходак уметника. (Драгутиновић, Јовановић и Милетић 1970: 81–82). Проблем оркестра, чији се број чланова рапидно смањивао, и место корепетитора биле су честе теме седница управних органа Позоришта првих година осме деценије. У извештајима са седница постојала је намера да се укаже на материјални положај уметника тако што би се упоредила примања истих грана у граду (нпр. лични доходак члана оркестра у Опери – Филхармонији – на Радију) или колика су примања унутар Позоришта (поређење између врхунског уметника, члана ансамбла, диригента, итд.), али овакав извештај се не налази у Архиви Народног позоришта.

Одређена слика о примањима у Позоришту може се створити на основу записника са седница Савета позоришта из 1973. године када су донете одлуке о висини личног дохотка уметницима на следећим функцијама: директору Опере одређен је лични доходак у износу од 4.000 дин. месечно, шефу Балета 3.300 дин, члану оркестра (тромбон), који је успешно положио аудицију и примљен је на

праксу, устаљену у Народном позоришту последњих година, којом се настали финансијски проблеми решавају гостовањима у иностранству“. Такође, ту праксу пратили су и „претерани материјални захтеви који су већ довели, а касније ће све више доводити, до пада интересовања у свету за Београдску оперу“. АНПБГ: Уметничком већу Народног позоришта, бр. 1230, 15. 03. 1972. (допис заменика директора, нечитак потпис)

27 „Ниво личних доходака у Опери и Балету последица је, по нашем мишљењу, буџетског начина финансирања. У привреди је процес диференцијације узео великог маха, нарочито током последњих година, у време провођења привредне и друштвене реформе. Процес реформе нашао је и у Народном позоришту веома солидне и осмишљене путеве. Међутим диференцијација је изостала... Основни узрок налази се у томе што су реформске идеје много спорије валоризовале и ревалоризовале уметнички рад (Драгутиновић, Јовановић и Милетић 1970: 81)“.

28 АНПБГ: Записник са 43. седнице Савета Народног позоришта одржане дана 25. маја 1976. у 10 часова у малој драмској сали позоришта.

29 Исто.

пробни рад од годину дана, 1.500 дин. месечно, диригенту Душану Миладиновићу одређен је износ од 3.650 дин. Просечни лични доходак у 1973. години износио је 2.000 дин.³⁰ Поред тога, Савет је одлучивао и о висини хонорара, тако на пример, хонорар у износу од 5.000 дин. одобрен је Д. Соколовићу за сценографију премијере опере *Змак Плавобрадој*, Беле Барток, а режисеру Д. Свободи износ од 6.500 дин.³¹

Из овога се може закључити да је лични доходак за раднике на руководећим местима био изнад просечне висине, али и то да су хонорари „односили лавовски део средстава“.³²

Један од начина да се реши питање о расподели примања била је израда новог *Правилника о сисџемајизацији и ојиса радних месџа*, планирана за прву половину 1976. године. Међутим, овај *Правилник* није пронађен у Архиви, тако да су закључци о раду уметника у Позоришту изведени посредно, на основу пронађених извештаја са седница у којима су чланови оперски уметници.

Оно по чему се огледа самоуправљање у институцији јесте то да су њени радници одлучивали о расподели средстава за личне дохотке,³³ инвестиције, стамбене кредите и станове итд.³⁴ Али о важнијим одлукама одлучивали су кадрови са вишом стручном спремом и они су били на вишим руководећим положајима. Оперски уметници имали су ‘глас’ у планирању и функционисању Позоришта. Солисти, диригенти, редитељи и драматурзи улазили су у састав Савета или Већа, а поједини су именовани на место директора Оперe.³⁵ На

30 АНПБГ: Записник са седнице Савета радне заједнице Народног позоришта у Београду, одржане дана 10. септембра 1973. године; Записник са седнице Савета удруженог рада Оперe и Балета, одржане 4. 10. 1973. године; Закључци са седнице Савета удруженог рада Оперe и Балета одржане 19. фебруара 1973.

31 Исто.

32 На питање хонорарног рада указали су чланови Самоуправне радничке контроле Народног позоришта. АНПБГ: Извештај о раду Самоуправне радничке контроле Народног позоришта у 1974–75. години, бр. 4270, 16. 12. 1975.

33 Још 1962. године, секретар Коста Црвенковски нагласио је потребу да вредновање рада појединца треба да спада „у делокруг оцене целог колектива који треба самостално да одлучује како о величини фонда личног дохотка тако и о његовој расподели на појединце. При вршењу те расподеле колективи ће се руководити целокупним резултатима рада и успехом установе, а у оквиру тога оцењиваће резултате рада појединаца и величину њиховог доприноса општем успеху куће“. Архив Југославије (АЈ): Савезни Секретаријат за образовање и културу (318), Сценске и музичке установе, бр. ј. описа 264, бр. фасцикле 187, 1953 – 1966, Саветовање о расподели у сценско-уметничким установама 0907-62, 19. об. 1962.

34 За стамбене кредите и доделу станова у периоду седамдесетих нисам пронашла податке за уметнички сектор позоришта, један од разлога био је и то што ми није било дозвољено детаљније да читам документацију о томе.

35 Они који су у својој области рада имали највишу стручну спрему, висок уметнички углед и дуже радно искуство испуњавали су услов за највиша места у институцији.

тај начин, имали су могућност да предлажу или доносе одлуке о програмској политици, подели улога или примању нових чланова.³⁶ Оно што је овде неопходно нагласити јесте да су за поједина места за запошљавање постојали јавни конкурси/аудиције (пријем чланова у хор, оркестар или балетски ансамбл), док су прваке (главни носиоци улога) Опере и Балета именовали чланови Управе Позоришта.³⁷

Када је реч о програмској политици, постојало је неуједначено мишљење унутар Савета ООУР Опере о чему сведочи, на пример, ситуација са седнице Савета Позоришта на којој се разматрао предлог оперског репертоара за 1976. годину (предложене су опере: *Италијанка у Алжиру*, *Дон Кихот*, *Јенуфа*, *Дон Пасквале*, *Лоенгрин* и *Кавалерија Рустикана*).³⁸ Председник Савета Опере Бора Поповић, обавестио је присутне да “овакав избор оперских дела уноси мало светлију ноту у досадашњем углавном вердијевском репертоару” и да су комичне опере „корисне и потребне за гостовање, јер ће преко њих публика из унутрашњости лакше и са већим разумевањем прихватити оперу као такву”.³⁹

На седници Саветовања комуниста позоришних уметника, одржане 15. октобра 1973, дискутовало се о Предлогу критеријума за избор руководећег кадра у београдским позориштима. Том приликом утврђени су и следећи критеријуми за сва радна места која су нормативним актима означена као руководећа и реизборна (директор позоришта, уметнички директор, шеф технике и сл.):

„1. да је кандидат марксистички опредељен, јасно опредељен за активност које је иницирана Писмом односно да се у акцији потврдио и определио

2. спремност да активно доприноси развоју самоуправних односа (морално-политичка подобност)

3. да има високу стручну спрему и да је човек од струке“.

Историјски архив Београда (ИАБ): Градска конференција СК Београда – Стално Саветовање комуниста позоришних уметника, бр. документа 05-2360/1, Фонд Градски комитет организације СК Београда (827); Саветовање позоришних радника чланова СК, инв. бр. 2, 1973.

36 Дотадашњи начин подела премијерних уметничких задатака било је решавано кроз праксу „давање сагласности” од стране Уметничког већа. На својој седници, чланови Већа су закључили да та пракса није давала добре резултате и због тога су донели одлуку да о подели премијерних уметничких задатака одлучују редитељи односно директори одговарајућих сектора. Ово се односило и на поделу уметничких задатака у представама из текућег репертоара. АНПБГ: Записник прве седнице Уметничког већа Народног позоришта одржане 4. 10. 1971. године

37 На седници солиста Опере на Мирослав Чангаловић изнео је предлог да о статусу првака одлучује (именовањем) Уметничко веће на основу квалитета, репертоара и минулог рада, али није добио одговор од чланова Савета. Тако да питање ко је одлучивао ко ће бити првак у том периоду остало је непознато. АНПБГ: Записник са састанка Солистичке групе Организације удруженог рада Опере.

38 Детаљније: Ђ. Росини Италијанка у Алжиру, Ж. Масне Дон Кихот, Л. Јаначек Јенуфа, Г. Доницети Дон Пасквале, у оквиру БЕМУС-а Р. Вагнер Лоенгрин и у оквиру Фестивала Позоришне комуне П. Маскањи Кавалерија Рустикана. АНПБГ: Записник са XXXIII седнице Савета Народног позоришта одржане дана 10. 12. 1975. године у проширеном саставу. Седница је одржана у Кругу 101 у 13h.

39 Исто.

Међутим, члан Савета Живан Сарамандић сматра да је „овакав репертоар дискутабилан, да ударне снаге које би носиле ове опере нису расположене за такве програме (Вагнер) и да се сматра да се намећу представе за које не постоји велико интересовање код публике“.⁴⁰ Његова примедба покренула је даљу дискусију у којој је наглашено да „интерес сваког солисте мора бити у складу са политиком Опере“.⁴¹ Питање радне дисциплине и радне одговорности био је и тада озбиљан проблем у Опери.⁴²

Поред плате, систем награђивања је важан фактор за потврђивање статуса уметника не само у институцији, већ и шире, у друштву. Награду Народног позоришта додељује жири уметницима чија су остварења била најбоља у одређеној сезони. Тако на пример, добитници поменуте награде били су Душан Миладиновић, Радмила Смиљанић, Милка Стојановић и Мирослав Чангаловић који су се истакли у сезони 1973/74.⁴³ Такође, Уметничко веће је, на једној од својих седница, установило да треба поклонити већу пажњу јубилејима као догађајима који представљају одавање признања заслужним уметницима, али и доприносе популаризацији Позоришта, као и сценске уметности уопште.⁴⁴ Поједини уметници имали су могућност да, као стипендисти, одлазе на усавршавање у иностранство и имали су подршку Позоришта. Тако је, на пример, солисти Миливоју Петровићу, према одлуци Савета удруженог рада Опере и Балета „дата сагласност да може да користи стипендију РИВ-а за школску годину 1973/74 за усавршавање у Италији. За време коришћења ове стипендије примаће стартни део личног дохотка“.⁴⁵

Дакле, постојали су подстицајни механизми који су вредновали уметнички рад у циљу постизања квалитетнијих оперских представа. Међутим, Позориште је седамдесетих година подизало кредите⁴⁶ како би покрило дугове и све тежа

40 АНПБГ: Записник са XXXIII седнице Савета Народног позоришта одржане дана 10. 12. 1975. године у проширеном саставу. Седница је одржана у Кругу 101 у 13h.

41 Исто.

42 Радна дисциплина солиста, као и поделе улога у оперским представама била је стална тема од 80-их година, о чему сведоче жалбе и молбе појединаца из Архиве Позоришта.

43 Душан Миладиновић за дириговање опере „Замак Плавобрадог“, Радмила Смиљанић за насловну улогу у опери „Мадам Батерфлај“, Милка Стојановић за улогу Виолете у „Травијати“ и Мирослав Чангаловић за насловну улогу у опери Замак Плавобрадог. АНПБГ: Извештај са седнице Савета позоришта (наставак XII седнице) одржане дана 21. 11. 1974. године у 9 часова у Малој драмској сали.

44 АНПБГ: Записник прве седнице Уметничког већа Народног позоришта одржане 4. 10. 1971. године.

45 АНПБГ: Записник са седнице Савета удруженог рада Опере и Балета, одржане 4. 10. 1973. године.

46 „Народно позориште је 1972. подигло кредит од 970.000 динара, у 1973. подигло је краткорочни кредит од 500.000 динара, а у 1974. треба да покрије губитак из 1973. године новим кредитом у износу од 1.973.500 динара. Укупни губитак који Народно позориште покрива кредитима износи

финансијска ситуација у наредној деценији, отежала је животну егзистенцију својим радницима. Све веће незадовољство међу запосленима проузроковало је честе штрајкове деведесетих, а Управа Позоришта била је принуђена на компромисе. Уметници су се нашли у незавидној ситуацији.⁴⁷

ОПЕРСКИ УМЕТНИК У ДРУШТВУ

Друштвени положај оперских уметника у великој је зависности од њиховог занимања (професије), јер посредством свог занимања они заузимају одређени положај у друштвеној структури. За њихово афирмисање врло је важан јавни чин. Дакле, да би уметник био препознат као такав његова делатност и рад морају бити познати квалификованом кругу људи који ће дати признање или статус, а посебно публика која ће његов статус "одржавати". Водећи посредник између уметника и публике јесу установе културе као део институционалног система једног друштва.

У складу са општим друштвеним развојем у СФРЈ, позоришта су имала задатак да остваре „највише домете уметничког квалитета, заснивајући своју репертоарску политику и сценско стваралаштво на идејности и хуманизму нашег социјалистичког друштва“.⁴⁸ То је значило да се позоришна уметност приближи што већем броју људи.

Самоуправљање у култури засновано је на идеји удруженог рада између произвођача и потрошача у култури. План о удруживању средстава значило је да свако запослено лице почне да издава 0,32% свог личног дохотка за финансирање задатака и послова од „заједничког интереса“ који се остварују у Републичкој заједници културе (Ђукић 2012: 223). Самоуправне интересне заједнице биле су место договора између реализатора културних потреба (даваоци услуга – установе културе и културно-просветне заједнице) и других делова удруженог рада (корисници услуга – грађани као представници публике културних и уметничких програма). Основне карактеристике СИЗ-а јесу да се култура схвати као делатност од посебног друштвеног интереса и да радни људи имају контролу и одлучују о средствима за културни развој (Надžагић 1979: 173).

У вези с тим, самоуправљање у институцији значило је да су њени радници, организовани у својим основним организацијама удруженог рада (ООУР), „стварни чиниоци културног развоја и одлучиоци о потрошњи средстава“

3.453.500. динара“. АНПБГ: Градски секретаријат за образовање и културу 06-03-64-39, 1. оз. 1974., Информација о спровођењу закључака просветно-културног већа о проблемима материјалног положаја и уметничког рада у београдским позориштима.

47 Тешка финансијска ситуација у култури проузроковала је незадовољство међу културним радницима у свим сферама културног деловања.

48 АНПБГ: Градски секретаријат за образовање и културу 06-03-64-39, 1. оз. 1974., Информација о спровођењу закључака просветно-културног већа о проблемима материјалног положаја и уметничког рада у београдским позориштима.

(Надžagić 1979: 167) која се издвајају за лични доходак, инвестиције, стамбене кредите, станове итд. Међутим, из записника са седнице Савета позоришта 1976. године констатовано је да, и поред потписивања Самоуправног споразума на нивоу града чији члан 32 говори о пуноправној размени рада између културе и привреде, Позориште заостаје у односу на награђивање у привреди.⁴⁹

У оквиру дискурса о друштвеном положају уметника седамдесетих година 20. века, честе су теме о материјалној угрожености запослених у делатности културе у односу на раднике у привреди. Тако на пример, у истраживању запослених у култури, Миљивоје Иванишевић износи податке о личним доходима запослених у области културе, који показују не само заостајање за привредом, већ указују и на стално повећање разлика у раздобљу од 1978–1983. године.⁵⁰

Један од могућих разлога за такве резултате јесте чињеница да су притисци тадашњих тржишних механизма у економији преношени и на културу, што је утицало на смањивање личних доходака.⁵¹ Љубомир Маџар истиче да су поједини теоретичари сматрали да култура може да “апсорбује” економске притиске и ниске личне дохотке у много већој мери од привреде:

То је због познате привржености културних радника свом позиву, због чињенице да они у њему – за разлику од већине других радних људи – виде много више средство за потпуни развитак и стваралачку афирмацију своје личности, а много мање као средство за животну егзистенцију. Стога су они склони да прихвате мање дохотке него што би добили на другом месту, просто зато што им њихов рад пружа неке немонетарне ефекте, до којих им је веома стало. Сви ти немонетарни ефекти обухваћени су заједничким називом ‘психички доходак’ (Маџар 1968: 14).

До које мере су радници у култури толерисали заостајање личних доходака сведочи ситуација у Позоришту осамдесетих година и 90-их када незадовољство кулминира у штрајк радника (Спасић 2014).

Проблем вредновања рада позоришта, уметника и радника који раде у позоришту је немогуће решити без бољег односа друштва према позоришту. Да ли уметнички рад добија увек “заслужно” вредновање или је у зависности од интереса оних који вреднују? Крајем седамдесетих, Драган Драгојловић бавио се овим питањем и нагласио да не постоји континуитет вредности и

49 АНПБГ: Записник са 43. седнице Савета Народног позоришта одржане дана 25. маја 1976. у 10 часова у малој драмској сали позоришта.

50 Аутор се ослања на податке Савезног завода за статистику о личним доходима на основу стручне спреме. Плата запослених у привреди с високом стручном спремом износила је 27.413 динара што је 27% више од запослених у делатности културе, односно 35% више од запослених у уметничким делатностима (Иванишевић 1985: 160).

51 Видети и у: Nepoznati autor, Razgovor o kulturnoj politici 1981; Ivanišević 1982; Petrović 1985.

цијева због одсуства трајних критеријума и мерила вредности, као и због брзе променљивости оних који су овлашћени да намирују и исказују потребе и интересе.⁵² Поред тога, Драгојловић истиче да је проблем „и у уметничком стваралаштву где је вредносни суд основни суд и где од њега треба да зависи место сваког појединца. У удружењима и другим асоцијацијама све је мање доказаних стваралаца и вредности, а све више је битан број учесника и њихов интерес. Неоспорно је да морамо сачувати вредности. Ако то не учинимо, ако не нађемо начина за корекције у овом смеру, ако се појединачни интерес не ‘освести’, и не окрене према вредности, онда ће нам интереси у расподели постати преовлађујући продукциони однос, а не положај човека у производњи“ (Dragojlović 1983: 109).

Ако се друштвени положај уметника одређује на основу друштвене моћи и угледа, онда висина прихода доприноси утврђивању једног од основних елемената друштвеног положаја. Унутар институције постоје одређена расподела материјалног богатства на основу њиховог учешћа у раду институције. Међутим, како одредити ко више учествује и ко је бољи? Оперски уметници, који су се изборили за висок уметнички углед Опере у иностранству и југословенске извођачке уметности уопште педесетих и шездесетих година, имали су прилику да буду гости тадашњег председника Јосипа Броза Тита.⁵³ То је за уметнике била потврда успешности њиховог рада.

О томе колико су вредновани поједини оперски уметници седамдесетих година, сведочи признање Мирославу Чангаловићу, коме је додељена највиша државна награда (Награда АВНОЈ-а, 1973), за „допринос не само у уметничком свету, већ и за друштвену активност, почев од Културно-просветног већа, Савезне скупштине, до стручних организација музичара и самоуправних органа београдског Народног позоришта“.⁵⁴

52 „Ако бисмо ближе ушли у то шта представља једна одлука коју доносе овлашћени органи, могли бисмо рећи да је та одлука израз интереса, али и знања оних који су је донели. Ако је свака одлука компромисно решење између различитих интереса и различитих знања, онда, ако је знање у питању, одлука тендира ка неком просечном нивоу знања те групе. Свакако у томе и лежи проблем укупног упросечавања свих вредности, уравниловке у награди и укупне дестимулације која је често видљива“ (Dragojlović 1983: 109).

53 Међу њима били су Оскар Данон, Радмила Бакочевић, Марио дел Монако, Мирослав Чангаловић и др. (Mutavdžić 1962).

54 Непознати аутор, Награда АВНОЈ-а Чангаловићу, *Pro musica*, бр. 70, 1973, 4. Овакав опис рада једног уметника делимично одговара појму државног уметника, који Бранка Докнић везује за период педесетих и шездесетих година прошлог века. Статус државног уметника односио се на мали, привилеговани број уметника чији рад се одвија у оквирима очекиваног и узор је другима. Највећи значај овај статус добио је у комунизму, јер је држава „у рукама“ имала новац и уметничку критику. Ауторка тврди да је много више било уметника са званичним државним признањем (у оквирима државног монопола), а много мање оних који су успели да остану „духовна елита“ (Doknić, 2013: 210–212).

ЗАКЉУЧАК

За разлику од слободних уметника и музичких педагога, уметници запослени у Опери имају могућност да се њихово радно место поклапа са стваралачким уметничким радом. Међутим, за оперског уметника институција као што је позориште може бити ограничавајућа за напредак у његовој каријери, јер уметник нема избор, већ мора да прихвати улоге које му се доделе.

У случају Опере Народног позоришта, оперски солисти пружали су отпор свакој новој иницијативи позоришта. Велики успех који је оперски ансамбл остварио у иностранству педесетих и шездесетих, имао је за последицу развој психологије незадовољних певача својим, пре свега, материјалним положајем унутар позоришта. Такво незадовољство одразило се и на репертоарску политику, па је сваки покушај поставке савремених дела наилазио на отпор од стране извођача који су „навикли да изводе на сцени устањени репертоар на основу већ утврђених решења, која су се већ одавно претворила у канонизован шаблон“ (Драгутиновић, Јовановић и Милетић, 1970: 47).⁵⁵

Седамдесетих година, уметници су, у складу са самоуправљањем, имали могућност да одлучују о репертоарској политици, личним дохоцима, о запошљавању или подели улога. Међутим, то право је било хијерархијски раслојено на оне који су заузимали руководећа места (солисти, диригенти, редитељи, драматурзи) и на оне који нису испуњавали критеријуме за ту позицију (чланови хора, оркестра). Заједничко одлучивање сводило се на одлуку овлашћених, што не значи да је било и у интересу свих запослених. Дакле, за статус оперског уметника у Позоришту постојао је одређени критеријум на основу којег су се уважавали прваци, при чему је хијерархизација одговарала или појачавала статус звезда, али је зато изостало вертикално померање статуса у смислу да сви имају право да се њихов глас и рад уважи унутар куће, а онда и друштва. У овом периоду настојало се да се постигне одређена дисциплина рада („интерес сваког солисте мора бити у интересу Опере“), праћена правилницима и надгледањем Већа и Савета позоришта. На другачији статус уметника у друштву сугерисао је Мирослав Беловић 1976. године у контексту приче о позориштима на седници Савеза комуниста Србије: „Мислим да комунисти треба да зауставе неговање и фаворизовање изузетности код уметника. Та изузетност стварне проблеме рада пребацује на један сумњив психолошки план који је бремент експресима“.⁵⁶

Самоуправљање у институцији је утицало на статус уметника на тај начин што је дало уметницима право и одговорност да одлучују о пословању позоришта, али и о личним примањима, не само за себе већ и за расподелу средстава за цео

55 Више о овој теми видети у: Spasić 2016.

56 АС: Служба Централног комитета СКС, белешке са Саветовања на тему: Задаци Савеза комуниста Србије у развоју самоуправних друштвено-економских односа у области културе, 06-133/76-01, 23. 12. 1976, Фонд Републичког секретаријата за културу, фасцикла број 5, шифра 06 од броја 101- ; 07- 110 од броја 1 до - , 1976.

колектив. Међутим, не може се поуздано тврдити да је о томе одлучивао сваки уметник тј. радник у култури, ако се зна (на основу извештаја) да су водећу улогу у раду Позоришта имали они уметници који су имали руководећу функцију или који су својим угледом и радом имали посебан положај у институцији и друштву.

Систем вредновања рада уметника, плате и награде, били су важан фактор за потврђивање статуса уметника у институцији. У осмој деценији, лични доходак је била стална тема како у институцији тако и у друштву. Уметник који је стекао висок уметнички углед и који је постигао велика уметничка достигнућа, био је запажен и од стране друштва (нпр. оперски прваци, диригенти, редитељи). Али, шта се дешава са уметницима који нису ушли у „високе кругове“ друштва? Да ли њихов опстанак у професији онда зависи само од њиховог присуства на сцени и од висине плате? На који начин се мења положај уметника у Опери када је тешка материјална ситуација у институцији и у земљи уопште? У таквим ситуацијама када се штеди на личним дохоцима, да ли је код оперских уметника остварљив рад у позоришту на основу „психолошког дохотка“? Ово су само нека од питања која отвара овај рад и која захтевају даље истраживање на тему статуса уметника у институцији и његовог положаја у друштву.

ЛИСТА РЕФЕРЕНЦИ

- Винавер, Константин (1995) „Репертоарска политика Опере Народног позоришта од оснивања до данас“. У: Мосусова Н. (ур.) *Српска музичка сцена*. Зборник радова. Београд: Музиколошки институт САНУ / Vinaver, K. (1995) “Repertoarska politika Opere Narodnog pozorišta od osnivanja do danas“. U: Mosusova, N. (ur.) *Srpska muzička scena*. Zbornik radova. Beograd: Muzikološki institut SANU.
- Doknić, Branka (2013) *Kulturna politika Jugoslavije: 1946–63*, Beograd: Službeni glasnik.
- Dragičević-Šešić, Milena i Stojković, Branimir (1994) *Kultura. Menadžment, animacija, marketing*. Beograd: Clio.
- Dragojlović, Dragan (1983) „Interesi i vrednosti“. *Kultura* 62/63: 106–110.
- Драгутиновић, Бранко, Јовановић, Рашко В., и Милетић, Гојко (1970) *Бела књиџа о Опери*. Београд: Народно позориште / Dragutinović, Branko, Jovanović, Raško V. i Miletić, Gojko (1970) *Bela knjiga o Operi*. Beograd: Narodno pozorište.
- Ђукић, Весна (2012) *Држава и култура: студије савремене културне политике*. Београд: ФДУ / Đukić, Vesna (2012) *Država i kultura: studije savremene kulturne politike*. Beograd: FDU.
- Ivanišević, Milivoje (1982) „Економски положај културе у Београду“. *Kultura* 59: 186–208.
- Ivanišević, Milivoje (1985) „Sedam mršavih godina...“. *Kultura* 70: 152–161.
- Ivanji, Pldi (1969) “Pozorišna komuna kao novi vid samoupravne integracije društva“. *Kultura* 2/3: 228–234.
- Jovanović, Vladimir (1996) *Beogradska opera u Evropi. Gostovanja od 1954. do 1969. godine*. Novi Sad: Prometej.
- Kardelj, Edvard (1977) *Samoupravljanje u Jugoslaviji 1950–1976: Sistem socijalističkog samoupravljanja, uvodna studija*. Beograd: Privredni pregled.

- Marković, Predrag J. (2012) *Trajnost i promena: Društvena istorija socijalističke i postsocijalističke svakodnevnice u Jugoslaviji i Srbiji*. Drugo izdanje. Beograd: Službeni glasnik.
- Madžar, Ljubomir (1968) „Materijalni uslovi kulturnog razvitka“. *Kultura* 2/3: 8–32.
- Mutavdžić, Zorica (1962) *Tito o umjetnosti – umjetnici o Titu*. Rad.
- Непознати аутор (1973) „Награда АВНОЈ-а Чангаловићу“. *Pro musica* 70: 4 / Непознати аутор (1973) „Nagrada AVNOJ-a Čangaloviću“. *Pro musica* 70: 4.
- Непознати аутор (1981) “Razgovor o kulturnoj politici. Učestvuju: Radoslav Đokić, Branko Prnjat, Dmitrij Rupel, Tomislav Dretar, Čedomir Mirković, Ksenija Gavri“. *Kultura* 53/54: 91–132.
- Petrović, Miodrag (1985) „O identičnosti rada i kulture“. *Kultura* 68/69: 208–214.
- Спасић, Вања (2013) „Почетак и крај златног периода Опере Народног позоришта“. *Мокрањац* 15: 106–112 / Spasić, V. (2013) “Početak i kraj zlatnog perioda Opere Narodnog pozorišta”. *Mokranjac* 15: 106–112.
- Спасић, Вања (2014) „После златног периода: Опера Народног позоришта (1971–2011)“. У: Жунјић Д. и Ђурђановић М. (ур.), *Умјетносћ и култура данас*, Зборник радова са научног скупа Балкан Арт Форум. Ниш: Универзитет, Факултет уметности, 371–378. / Spasić, V. (2014) „Posle zlatnog perioda: Opera Narodnog pozorišta (1971–2011)“. У: Žunić, D, Đurđanović, M. (ur.) *Umetnost i kultura danas*, Zbornik radova sa naučnog skupa Balkan Art Forum. Niš: Univerzitet, Fakultet umetnosti, 371–378.
- Spasić, Vanja (2016) "Ideology of the opera diva in the case of the Opera of the National Theatre in Belgrade." *AM Journal of Art and Media Studies* 10: 41-50.
- Hadžagić, Muzafer (1979) “Samoupravne interesne zajednice u kulturi“. *Kultura* 45/46: 166–177.

Извори из Архива Народног позоришта у Београду

- Статут Народног позоришта, 1969. / Statut Narodnog pozorišta, 1969.
- Статут Народног позоришта, 1975. / Statut Narodnog pozorišta, 1975.
- Записник прве седнице Уметничког већа Народног позоришта одржане 4. 10. 1971. / Zapisnik prve sednice Umetničkog veća Narodnog pozorišta održane 4. 10. 1971.
- Уметничком већу Народног позоришта, бр. 1230, 15. 03. 1972. (допис заменика директора, нечитак потпис) / Umetničkom veću Narodnog pozorišta, br. 1230, 15. 03. 1972. (dopis zamenika direktora, nečitak potpis)
- Закључци са седнице Савета удруженог рада Опере и Балета одржане 19. фебруара 1973. године. / Zaključci sa sednice Saveta udruženog rada Opere i Baleta održane 19. februara 1973. godine.
- Записник са седнице Савета радне заједнице Народног позоришта у Београду, одржане дана 10. септембра 1973. године. / Zapisnik sa sednice Saveta radne zajednice Narodnog pozorišta u Beogradu, održane dana 10. septembra 1973. godine.
- Записник са седнице Савета удруженог рада Опере и Балета, одржане 4. 10. 1973. године. / Zapisnik sa sednice Saveta udruženog rada Opere i Baleta, održane 4. 10. 1973. godine.
- Градски секретаријат за образовање и културу 06-03-64-39, 1. 03. 1974, Информација о спровођењу закључака просветно-културног већа о проблемима материјалног положаја и уметничког рада у београдским позориштима. / Gradski sekretarijat za obrazovanje i kulturu 06-03-64-39, 1. 03.

1974, Informacija o sprovođenju zaključaka prosvetno-kulturnog veća o problemima materijalnog položaja i umetničkog rada u beogradskim pozorištima.

Извештај са седнице Савета позоришта (наставак XII седнице) одржане дана 21. 11. 1974. године у 9 часова у Малој драмској сали. / *Izveštaj sa sednice Saveta pozorišta (nastavak XII sednice) održane dana 21. 11. 1974. godine u 9 časova u Maloj dramskoj sali.*

Записник са састанка Солистичке групе Организације удруженог рада Оперe (оквирно 1974. година). / *Zapisnik sa sastanka Solističke grupe Organizacije udruženog rada Opere (okvirno 1974. godina).*

Записник са XXXIII седнице Савета Народног позоришта одржане дана 10. 12. 1975. године у проширеном саставу. Седница је одржана у *Крућу 101* у 13h. / *Zapisnik sa XXXIII sednice Saveta Narodnog pozorišta održane dana 10. 12. 1975. godine u proširenom sastavu. Sednica je održana u Krugu 101 u 13h.*

Записник са 43. седнице Савета Народног позоришта одржане дана 25. маја 1976. у 10 часова у малој драмској сали позоришта. / *Zapisnik sa 43. Sednice Saveta Narodnog pozorišta održane dana 25. maja 1976. godine u 10h u maloj dramskoj sali pozorišta.*

Извори из Архива Србије:

Служба Централног комитета СКС, белешке са Саветовања на тему: Задаци Савеза комуниста Србије у развоју самоуправних друштвено-економских односа у области културе, 06-133/76-01, 23. 12. 1976, Фонд Републичког секретаријата за културу, фасцикла број 5, шифра 06 од броја 101- ; 07- 110 од броја 1 до - , 1976). / *Služba Centralnog komiteta SKS, beleške sa Savetovanja na temu: Zadaci Saveza komunista Srbije u razvoju samoupravnih društveno-ekonomskih odnosa u oblasti kulture, 06-133/76-01, 23. 12. 1976, Fond Republičkog sekretarijata za kulturu, fascikla broj 5, šifra 06 od broja 101- ; 07- 110 od broja 1 do - , 1976).*

Извори из Архива Југославије:

Савезни Секретаријат за образовање и културу (318), Сценске и музичке установе, бр. ј. описа 264, бр. фасцикле 187, 1953–1966.) / *Savezni Sekretarijat za obrazovanje i kulturu (318), Scenske i muzičke ustanove, br. j. opisa 264, br. fascikle 187, 1953–1966.*

Извори из Историјској архива Београда:

ГКСКС Београд – Преглед мишљења из дискусије о документима о култури, науци и образовању (према белешкама Б. Живковића, припремљеним за усмено излагање на седници Комисије 28. фебруара 1969. која је одложена за 4. март), Фонд Савез Комуниста Србије, Организација Савеза комуниста Београда, Градски комитет Београда (1919–); Материјали конференција и других органа и тела, инв. бр. 247, 1945–1973.) / *GKSKS Beograd – Pregled mišljenja iz diskusije o dokumentima o kulturi, nauci i obrazovanju (prema beleškama B. Živkovića, pripremljenim za usmeno izlaganje na sednici Komisije 28. februara 1969, koja je odložena za 4. mart), Fond Savez Komunista Srbije, Organizacija Saveza komunista Beograda, Gradski komitet Beograda (1919–); Materijali konferencija i drugih organa i tela, inv. br. 247, 1945–1973.*

Градска конференција СК Београда – Стално Саветовање комуниста позоришних уметника, бр. документа 05-2360/1, Фонд Градски комитет организације СК Београда (827); Саветовање позоришних радника чланова СК, инв. бр. 2, 1973.) / Gradska konferencija SK Beograda – Stalno Savetovanje komunista pozorišnih umetnika, br. dokumenta 05-2360/1, Fond Gradski komitet organizacije SK Beograda (827); Savetovanje pozorišnih radnika članova SK, inv. br. 2, 1973.

VANJA SPASIĆ

THE STATUS OF OPERA ARTIST AT THE NATIONAL THEATRE
IN BELGRADE FROM 1970 TO 1980

(SUMMARY)

This article deals with the status of the opera artist in the National Theatre in Belgrade in the 1970s. The status of an opera artist is analysed from two, relatively independent standpoints. The first level includes the artist's position as an employed person in the institution, and the other - his social position at the final stage of the self-management socialism, which was the ideological and organisational framework of the Yugoslav cultural policy in the aforementioned period. The main idea of this article is to utilize the approaches of various sciences - sociology of art, cultural policy, musicology - in order to investigate those aspects that determine the status of artists. The initial research question was concerned with discovering how the status of opera artists in the Theatre was determined. The answer to this question required an insight into artistic work within the Theatre, which was reconstructed on the basis of the available archival material, as well as the artists' positioning in society, which was achieved by looking at the discourses about an artist from the eighth decade of the 20th century.

The fundamental literature for this article was *The White Book (Bela knjiga)*, which was issued in 1970 according to the decision of the Art Council of the National Theatre (Opera and Ballet); its purpose was to define the need for reform at the Opera and Ballet. The goal of this article is to point to different interpretations of the status of the artist in the observed period of self-management in the field of culture.

KEYWORDS: cultural politics, self-management, National Theatre in Belgrade, status, opera artist.

СЕСТРЕ ЈАНКОВИЋ И ЛАБАНОВА КИНЕТОГРАФИЈА*

Селена Ракочевић¹

Универзитет уметности у Београду, Факултет музичке уметности
Катедра за етномузикологију

Примљено: 5. јануара 2018.

Прихваћено: 7. маја 2018.

Оригинални научни рад

АПСТРАКТ

Циљ овог рада је да се, на основу архивске грађе из Легата сестара Јанковић који је похрањен у Народној библиотеци Србије, критички сагледа однос Љубице и Данице Јанковић према данас светски признатом плесном писму, Лабановој кинетографији. Анализирана архивска грађа обухватаће препис првог издања Лабановог писма под називом *Шрифтийанц* (*Schriftanz*) на немачком језику, као и неколико до сада необјављених рукописа Љубице Јанковић. Однос сестара Јанковић према записивању традиционалних плесова, као и према кинетографији Рудолфа Лабана, биће сагледан у контексту ширих процеса развоја етнокореологије, записивања традиционалних плесова, као и историје кинетографије у Европи у првој половини и средином XX века.

Кључне речи: плес, записивање, Љубица и Даница Јанковић, Лабанова кинетографија.

Сестре Љубица (1894–1974) и Даница (1898–1960) Јанковић су прве истраживачице у Србији које су у потпуности биле посвећене бележењу, сакупљању и проучавању, употребимо фолклористички фундиран израз који су и оне користиле – народних игара, односно етничких традиционалних плесова сеоске провенијенције. Као што је познато, њихов рад је први пут обелодањен јавности 1934. године, објављивањем прве књиге из едиције *Народне игре* (Јанковић и Јанковић 1934). Научно–истраживачке активности сестара Јанковић

* Овај рад је реализован у оквиру пројекта *Музичка и играчка традиција мултиетничке и мултикултуралне Србије* (бр. 177024) Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

1 selena@rakocevic.rs

су од тада биле у потпуности и континуирано посвећене народним играма, што је било веома добро познато и признато у светској јавности.² Научна делатност сестара Јанковић се од самог почетка може означити као део ширег развоја области истраживања традиционалних плесова широм Европе и САД (више у Giurchescu and Torp 1991: 1–21; Kaeppler 2001: 361–367), а ова истраживачка област ће као независна научна дисциплина – етнокорееологија – бити дефинисана тридесетак година доцније, крајем педесетих и почетком шездесетих година (Јанковић Љ. 1964: 87–92; Dunin 2014: 203).³ Упркос непостојању имена које би обухватно означило активности бројних истраживача у периоду између два светска рата и непосредно након Другог светског рата,⁴ активности сестара Јанковић су биле веома интензивне, а заједнички темељ њихове научне области представљали су бројни покушаји теоретско–аналитичких промишљања плеса базираних на разматрању његових записаних (подвукла С.Р.) форми. У том циљу многи истраживачи су покушали да осмисле самосвојне начине записивања плеса и плесних покрета,⁵ а учињени су и значајни напори да се промовише и прихвати целовит систем плесне нотације познат под називима Лабанова кинетографија или лабанотација.

Једна од најутицајнијих фигура у свету плесних извођача и истраживача у току XX века је несумњиво Рудолф Лабан (Rudolf Laban, 1879–1958). Иако широких интересовања која су обухватала плес, сликарство, архитектуру, сценографију и уопште позоришну уметност засновану на телесном изразу (више у Магазиновић 1951: 190–199; Јовановић 1999: 168–169), Лабан је целог живота био заокупљен изналажењем оригиналне плесне нотације која би на што адекватнији начин забележила ток плесног покрета (тзв. *dance flow*) и превазишла недостатке до тада коришћеног писма под називом *корееографија* Раула Ле Фејеа (Raoul Roger Feuillet).⁶ Основне идеје новог система записивања плесног покрета под

2 Познато је да су сестре Јанковић имале веома развијену кореспонденцију са свим признатим истраживачима Европе, САД и Канаде (више у Ракочевић 2014: 226), а њихови текстови и књиге су афирмативно приказивани у стручним часописима у Енглеској почев од 1937. и САД, након 1953. године (више у Dunin 2014: 204).

3 Термин *етнокорееологија* је први пут забележен у писму Данице Јанковић упућеном енглеском истраживачу и фолклористи Мод Карпелес (Maud Carpeles) (Dunin 2014: 203). Неколико година касније, Љубица је дефинисала дисциплину у инаугуративном тексту поводом чланства у Српску академију наука и уметности (Јанковић и Јанковић 1964: 92).

4 Овом приликом наведимо само неколико радова који сведоче о развијености истраживања у многим европским земљама. На пример у Хрватској (Zebec 1996: 89–110; 2009: 136–150), Словенији (Kunej 2005: 243–247), Босни и Херцеговини (Vasić i Panić–Kašanski 2008: 18–23), Македонији (Opetčeska–Tatarčeska 2008: 30–40), Мађарској (Felföldi 2007: 159), Румунији (Giurchescu 1999: 41–54), Норвешкој (Bakka 1991: 54–55), Ирској (Foley 2012: 222), као и у Сједињеним америчким државама (Kurath 1960: 233–254; Kaeppler 2001: 361–367).

5 Неки од њих су представљени на конгресу Савеза удружења фолклориста Југославије 1955. године (Rad Kongresa folklorista Jugoslavije 1958).

6 Плесно писмо Раула ле Феје је под називом *корееографија* је објављено 1700. године, а било је у

називом *Шрифтийанц* (нем. *schrifftanz*, срп. записивање плеса) први пут су усмено представљене јавности на Другом плесном конгресу 1928. године у Есену.

Након Лабанове усмене презентације нови систем је публикован у две књижице: прва, *Шрифтийанц I* (1928) садржала је објашњења ортографских основа система, док су другу, *Шрифтийанц II* (1930) чинили примери, односно записи кратких плесних вежби (више у Fügedi 2016: 10). У исто време штампан је истоимени часопис (*Schrifftanz*) који је излазио у периоду од 1928. до 1931. године (исто).

Овај систем је веома добро прихваћен и активно промовисан међу Лабановим следбеницима, чиме је допринело и њихово институционално организовање. Алберт Кнуст (Albrecht Knust) је основао Центар за записивање плеса (Tanzschreibstube) у Хамбургу још 1927. године, а Ен Хатчинсон (Ann Hutchinson) започела активности Бироа за плесну нотацију (Dance notation bureau) у Њујорку 1940. године.⁷ У настојању да се оствари континуирана комуникација између европских и америчких записивача и превазиђу ортографско–стилске разлике између Лабанове кинетографије и лабанотације – као два незнатно различита дијалекта јединствене плесне нотације које су настале у току Другог светског рата и након њега – у Аделстону у Енглеској је 1959. године основано удружење Међународни савет за Лабанову кинетографију (International Council of kinetography Laban, ИСКЛ) које је активно и данас.

Будући да се, након представљања основа система *Шрифтийанц*, Рудолф Лабан усредредио најпре на кореографски рад, а након Другог светског рата, када је већ емигрирао у Енглеску, на теоретско промишљање природе покрета уобличено у аналитичком систему под називом „Анализа напора“ (Effort analysis), његово основно плесно писмо, представљено 1928. године, и даље је развијано захваљујући напорима следбеника. У значајно допуњеној верзији, а под називом *Лабанова кинетографија* Алберт Кнуст је најпре објавио основе система 1937, а у још проширенијем издању 1956. године под називом *Речник Лабанове кинетографије* (*A dictionary of kinetography Laban*) (Млакар 1997: xviii; Fügedi 2016: 10).⁸ Ен Хатчинсон је, са друге стране, такође објавила основе система под називом *Лабанотација* (*Labanotation*) у Њујорку 1954. године.⁹

Захваљујући прегалаштву бројних Лабанових следбеника који су препознали њену применљивост, кинетографија је нашла своју примену у етнокореологији у многим европским земљама. Сматра се да је на простору бивше Југославије, а након званичног представљања писма на Конгресу фолклориста Југославије 1955. године на Бјелашници (*Rad Kongresa folklorista Jugoslavije* 1958), Лабанова кинетографија званично прихваћена. Користили су је словеначки (Мирко

интензивној употреби у западноевропским земљама све до последњих деценија XIX века (више у Foster 2011: 23–24). Мада је у многим аспектима базирано на оригиналним идејама, Лабаново плесно писмо се у неким ослања и на Ле Фејеове поставке (више у Млакар 1997: xviii).

7 Биро за плесну нотацију постоји и данас.

8 Последње издање ове књиге је објављено 1997. године (Knust 1997).

9 До сада је у периоду од 1954. до 2005. године објављено четири издања ове књиге.

Рамоуш), хрватски (Иван Иванчан), босанскохерцеговачки (Јелена Допуђа) и македонски (Михаило Димоски и Ганчо Пајтонџијев) истраживачи. Мада је била добро позната и српским истраживачима, у Србији је Лабанову кинетографију почела да користи тек Оливера Васић и то 1980. године (Васић 1980). Разлози за касније прихватање кинетографије у Србији се несумњиво крију у чињеници да су сестре Јанковић – као неприкосновени ауторитети у сфери етнокоролошких проучавања и непосредни ментори својим млађим савременицама, истраживачима Оливери Младеновић и Милици Илијин, које нису користиле кинетографију – биле велики противници овог писма.

Циљ овог текста је да се на основу архивске грађе из Легата сестара Јанковић, који је похрањен у Народној библиотеци Србије, критички сагледа однос Љубице и Данице Јанковић према овом, данас светски признатом плесном писму. Анализирана архивска грађа обухватаће препис текста *Шрифџијанц I* на немачком језику, као и неколико до сада необјављених рукописа Љубице Јанковић.

ПОЧЕЦИ ИНТЕРЕСОВАЊА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ НАРОДНИХ ИГАРА И СУСРЕТ СА ЛАБАНОВОМ КИНЕТОГРАФИЈОМ

Након завршених студија југословенске књижевности на Филозофском факултету у Београду, сестре Јанковић су се запослиле као професори раних 1920–их година,¹⁰ али су уједно започеле и каријере преводиоца (Даница) и теоретичара књижевности (Љубица) (више у Ракочевић 2014: 224). Међутим, још од раног детињства привлачиле су их народне игре. У до сада необјављеном тексту под називом *Историја етнокоролоије* (прилог 1), Љубица њихов професионални етнокоролошки рад дели у четири „етапе“ (Јанковић Љ. 196?¹¹).¹² Мада почеци теренског рада сестара Јанковић датирају још из 1925. (више у Ракочевић 2014: 227), према овој Љубичиној подели, професионални “заокрет” обе сестре у

10 Љубица је радила у Четвртој мушкој 1920. и 1921. године, а од 1922. године у Другој женској гимназији у Београду (Јанковић Љ. 1963: 1), док се након усавршавања енглеског језика у Оксфорду у току 1924. године, Даница запослила као професор у Тетову 1924. године (Младеновић 1960: 260).

11 Према садржини текст је настао вероватно након 1964. године.

12 Према Љубици, прва етапа професионалног развоја сестара Јанковић је трајала до 1934. године. Њу карактерише спонтано упијање знања о народним играма током детињства и ране младости. Друга етапа је трајала од 1934. до окупације 1940. године, а карактерише је заокрет у професионалним оријентацијама обе сестре ка истраживању народних игара, интензиван теренски рад и објављивање прве три књиге Народних игара. Трећа етапа је трајала за време Другог светског рата. У њој су прекинута теренска истраживања и обустављена кореспонденција са страним истраживачима. Четврта етапа започиње након ослобођења а трајала је све до Даничине смрти 1960. године. Одликовао ју је интензиван “кабинетски” научни рад и објављивање великог броја књига и текстова на српском и енглеском језику. Пету етапу је обликовала само Љубица, која је активно, као члан Српске академије наука и уметности од фебруара месеца 1964. године, наставила интензиван етнокоролошки научни рад. Ова етапа је трајала до Љубичине смрти 1974. године.

правцу њиховог потпуног усредсређења на проучавање народних игара наступио је у „другој етапи“ која је започета 1934. године. Који су непосредни разлози који су иницирали ову радикалну промену у њиховим професионалним и приватним животима, још увек није познато.

Према Љубичином сведочењу, међутим, у немогућности да заинтересују „раднике који ће се посветити скупљању народних игара“, почетком 30–их година одлучиле су да „саме нешто предузму“ (Јанковић Љ. 196?: 3). У том циљу Љубица је у току 1933. године покушала да научи Лабанову кинетографију. У њиховој рукописној заоставштини у Народној библиотеци Србије, пронађен је препис Лабановог издања *Шрифтийианц I* на немачком језику који је, закључујући према према његовим ортографским одликама, начинила Љубица (Јанковић Љ. 1933) (прилог 2).

Иако о томе у својим текстовима нису експлицитно писале,¹³ сестре Јанковић су биле врло добро упознате са радом Рудолфа Лабана. Лабан је, наиме, са својом играчком групом гостовао у београдском позоришту „Маџеж“ 29, 30. и 31. маја 1924. године (*Полиџика* 1924), а цело лето исте године је провео у Загребу (Магазиновић 1951: 195, напомена). Након овог значајног догађаја, Лабанова сарадница Дусја Береска (Dussia Bereska) је у Дубровнику и Београду држала курсеве Лабановог писма у периоду од 1932. до 1935. године (*Полиџика* 1935).

Није познато да ли су сестре Јанковић присуствовале наступима Лабанове групе, нити да ли су похађале курсеве Дусје Береске, иако су за њих свакако знале. Будући да је приликом гостовања у Београду, Лабан посетио Школу за ритмику и пластику Маге Магазиновић у којој је одржао два часа и остварио пријатељске односе са њеном власницом (Магазиновић 1951: 195, напомена), извесно је, међутим, да је *Шрифтийианц I* Љубица преписала из примерка Маге Магазиновић. У овај рукопис је, наиме, уметнуто и две странице краћих кинетограма на којима је назначено „Вежбе преписане од г–ђе Магазиновић“. Уз ове краће кинетограме, који не припадају оригиналном тексту *Шрифтийианц I* Рудолфа Лабана (уп. Лабан 1928),¹⁴ записана су објашњења низова корака, а потом и појединих балетских поза и мотива на српском језику. Ово указује на очигледни покушај примене Лабановог писма, можда од стране Маге Магазиновић или неког њеног ученика, што је Љубица преписала у намери да разуме систем.

У току 1933. године Љубица је била, дакле, посвећена савладавању Лабановог писма, али је од њега убрзо одустала. Будући да је након Другог светског рата Лабанова кинетографија све више прихватана на простору бивше Југославије и свету, Љубица је у многим објављеним и необјављеним текстовима у више наврата образлагала зашто је одустала од примене ове нотације.

13 Могуће је, међутим, да је Љубица у својим дневничким белешкама које је водила током читавог живота забележила појединости у вези са учењем Лабановог писма. Ови дневници до сада нису обрађивани.

14 Овом приликом се срдечно захваљујем колеги етнокореологу Јаношу Фугедију (János Fügedi) из Музиколошког института Мађарске академије наука, који ми је доставио скенирани примерак оригиналног издања *Шрифтанц–а* Рудолфа Лабана.

ОТВОРЕНО И ИЗРИЧИТО НЕГИРАЊЕ ЛАБАНОВЕ КИНЕТОГРАФИЈЕ

У тексту „Нека етнокоролошка питања“ који је написан 1966. године за књигу *Народне игре IX* (Јанковић Љ. 2016), Љубица је истицала:

Као што је познато, у почетку свога рада, сестре Јанковић су желеле да српске и друге народне игре у нашој земљи записују Лабановом кинетографијом. Љубица Јанковић се дала на учење и савладавање Лабановог компликованог писма и покушала да њиме забележи прво врањанске игре. Показало се одмах да лабанотација и њена терминологија, створена за балетску технику и фиксну сценску игру, не одговарају ни природи српских народних игара, ни нашој народној терминологији, ни неким специфичним појавама наше и балканске орске традиције која још живи. Нарочито кола као што је *Врањанка*, у којима се јавља феномен квантитативне хетероритмичности не могу се записати Лабановим крутим симболима. Зато је оставила лабанотацију и покушала да пронађе Систем који би одговарао и карактеру наших народних игара, и необичнијим појавама нашег орског предања, систем тачан, еластичан, једноставан, лак и приступачан. Систем који би служио не само записивању и описивању игара, него који би народну игру увео и у науку и потпуно омогућио прави научни рад на комплексу народне игре у живом стваралачком процесу орске традиције (Јанковић Љ. 2016.: 19–20)

У овом тексту објављени су још неки разлози неприхватања кинетографије:

Лабанотација није донела очекиване резултате ни у практичном, ни у научном раду. Донела је користи само америчким трговачким бироима који се баве записивањем и превођењем балета на Лабанову кинетографију. Јер познато је да се од кореографа нико лично не служи лабанотацијом. То се ради у поменутих бироима који уживају и материјалну помоћ Рокфелерове фондације. Научни радници на народним играма који осећају проблеме и имају искуства са живом традицијом, одричу се све више Лабановог система у разним земљама, и игре записују речима.

Можда се мртво предање може описивати лабанотацијом. Али наше предање које још живи и непрестано се мења, превазилази круте симболе. Међутим, има кореографа који то не виде или неће да виде и којима искуство не помаже, па поред Лабанове кинетографије употребљавају још који систем што не иде у прилог ни једном од употребљених система, већ само компликује и отежава ствар (Јанковић Љ. 2016: 22–23).

Научни рад сестара Јанковић и њихов систем записивања плеса је, као што је већ напоменуто, изазвао пажњу плесних истраживача широм света. Овоме су и саме сестре допринеле јер су, према сачуваној преписци из њиховог Легата,

своје књиге и научне радове самоиницијативно слале познатим библиотекама и стручњацима иницирајући сарадњу. Захваљујући томе биле су чланови најзначајнијих светских удружења етномузиколога, етнокореолога и фолклориста свога времена. Пре Другог светског рата биле су чланице Међународног архива за плес у Паризу, а након њега Међународног савета за народну музику (International folk music council, IFMC). Будући да су биле активне чланице овог потоњег удружења од његовог оснивања 1947. године (ово удружење се од 1980. године назива Међународни савет за традиционалну музику, International council for traditional music, ICTM),¹⁵ у његовом Годишњаку (Yearbook) је постхумно објављен Љубичин текст у којем се генеративно представља и промовише систем етнокореолошке анализе сестара Јанковић (Јанковић Љ. 1975: 31–46). У овом тексту је Љубица аргументацију против Лабанове кинетографије значајно ублажила и свела на немогућност записивања плесова неједнаке дужине трајања кинетичке и музичке фразе коју је у овом тексту означила као “балкански феномен” (Исто: 31).¹⁶

Ставови Љубице Јанковић против Лабановог плесног писма су, дакле, били изричити, директни и, у текстовима на српском језику, веома изразити у својој негацији. У рукописној заоставштини су, међутим, пронађени до сада необјављени текстови у којима је ипак покушавала да поступно, на основу методолошки утемељене научно–етнокореолошке аргументације обухватно изложи разлоге против Лабановог писма. То су текстови *Поводом једног приказа: „Исцртавање игара у Југославији по систему сестара Јанковић“* (Јанковић Љ. 19??а¹⁷) и *Записивање, описивање и проучавање народних игара по систему сестара Јанковић* (Јанковић Љ. 19??б¹⁸).

У овим рукописима није назначено када су настали. С обзиром на уређеност тока њихових садржаја, обим,¹⁹ те поступност и разрађеност аргументације против кинетографије, може се претпоставити да је текст *Поводом једног приказа: „Исцртавање игара у Југославији по систему сестара Јанковић“* (прилог 3) написан први и то непосредно након 1964. године. Овај текст је настао поводом приказа целокупног етнокореолошког деловања сестара Јанковић који је написао

15 О овоме сведочи кореспонденција са првом секретарицом удружења Мод Карпелес (Maud Carpeles) која је сачувана у Народној библиотеци Србије, као и активност сестара Јанковић у процесима организовања четврте конференције овог удружења у Опатији 1951. године и учешће на њој (присутствовала је само Љубица, будући да је Даница због дијабетеса морала да остане у Београду).

16 Непоклапање дужина кинетичке и музичке компоненте које се јавља у појединим традиционалним плесовима пореклом са простора југоисточне Србије је представљало дугогодишњу научну интригацију Љубице Јанковић. Називала ју је “појединачном аритмичности у ритмичности целине извођења орске игре и мелодије” а њеној типологизацији је посветила засебну научну публикацију (Јанковић Љ. 1968).

17 Рукопис је вероватно настао у другој половини шездесетих година или почетком седамдесетих.

18 И овај рукопис је вероватно настао у другој половини 1960–их година или почетком 1970–их.

19 На рукопису Записивање, описивање и проучавање народних игара по систему сестара Јанковић је Љубичином руком накнадно у левом заглављу дописано „Шира редакција“.

немачки истраживач Курта Петерса (Kurt Peters), а који је објављен у часопису *Das Tanzarchiv* у октобру 1964. године (Peters 1964:134–136). У њему је аутор афирмативно приказао систем записивања сестара Јанковић и истицао његову прилагођеност специфичностима народне игре са простора Југославије, упркос чињеници да је био присталица Лабанове кинетографије. Ово је дало повод Љубици да се упусти у образлагање неприхватања кинетографије, и у много већој мери у другом делу текста насловљеном као „Наш систем“, да промовише предности сопствене нотације.

Изложени разлози против кинетографије су преузети из овог текста и обухватније дискутовани у рукопису под називом *Зайисивање, ојисивање и ироучавање народних игара по сисџему сесџара Јанковић* (Јанковић Љ. 19??6) (прилог 4). Мада су наведени у нумерички маркираном низу разрађених аргумената, будући да су веома опсежно образлагани, биће наведени у скраћеном облику:

1. Лабанова кинетографија са утврђеним знацима (симболима) са једном врстом нотног система и партитуре за покрете, створена је за балетску технику и терминологију: народна игра њоме записана, била би суштински преиначена у смислу балета (...)
 2. Систем партитуре би захтевао много већи формат од описа игара речима. (...)
 3. Кинетографија знацима захтева страховито много труда и времена да би се научила, још више да би се њоме колико-толико постигла брзина писања. (...)
 4. Кинетографија је веома компликована. Зову је “несхватљивом Лабановом геометријом“. Позната је само малом броју стручњака, иако је створена још у трећој деценији овога века. Зато није постала међународно приступачна.
 5. Лабанова кинетографија је непрактична, па и због тога у међународном погледу није ништа приступачнија од описа. Описи речима, чијем се превођењу са језика на језик може посветити само један човек под условом да зна оба језика и да може превести тачно, ипак су међународно приступачнији него кинетографија знацима, која, да би постала заједничко писмо свих народа, захтева време и труд многих и многих хиљада (можда и милиона) јадника, а да при свем том, као што смо већ видели, не одговара ни техници народних игара ни свима циљевима којима служе опис помоћу речи. (...)
 6. Систем партитуре са симболима је крут систем и не одговара народним играма које још живе пре свега зато што народ непрестано ствара нове кораке и покрете који превазилазе раније утврђене знаке. (...)
- а) Однос између игре и мелодије није увек исти у току извођења једне исте игре (...)

б) Како би се уопште у систему партитуре поступило са преосталим тактом било мелодије, било игре у случајевима неједнаке дужине привидно аритмичног и асиметричног односа?

ц) Како би се поступило са синкопичним корацима?

д) Како би се у систему партитуре могла извести анализа игре која при сваком понављању има друге кораке или фигуре или мимичке радње? (...)“ (Јанковић Љ. 19??б).

ђ) Како би се у систему партитуре поступило кад се мелодија проширује услед додавања слогова при сваком понављању песме, док кораци остају непромењени а типски склоп игре непроширен?

е) За штампање би симболи представљали несравњиво веће тешкоће него описи речима.

ж) Симболи би повлачили и несравњиво веће материјалне издатке приликом објављивања записаних игара.

з) Пошто симбола никада не би било довољно за игре које живе и које непрестано настају морало би се прибегавати и описивању речима. Из тог разлога, и из многих других, колико је нама познато, народне игре се у другим земљама нигде и не записују помоћу симбола, већ претежно помоћу речи. Чак и немачки експерти за народне игре не служе се лабанотацијом, већ описују своје народне игре речима (Јанковић Љ. 19??б).

У овом тексту Љубица је проширила своју аргументацију против лабанотације на све системе који користе симболе и изнова се искључиво залагала за систем описа народних игара речима. Поново је потанко образложила предности сопственог система истичући његове предности.

У својим ставовима против Лабанове кинетографије Љубица је била непоколебљива све до краја живота у толикој мери да је чак и у свом тестаменту насловљеном као „Моја последња воља“, чија је завршна верзија написана маја 1971. године (Јанковић Љ. 1971), одређене редове посветила овим питањима. У члану XIV Љубичиног тестаментa написано је:

Нека се не дозволи превођење наших писаних игара са нашег система на Лабанов систем или који други, јер нам је аналитичко–синтетички систем, који се састоји претежно од речи, еластичан, једноставан и тачан пошто се ослања на математичке науке (образац, анализа, синтеза), док је Лабанов систем, који се састоји само од симбола, крут, не одговара природи и карактеру наших народних игара и предања који живи у стваралачком процесу које се мења, уз то је веома компликован па нема практичне вредности, а није

ни за научни, историјски, етнолошки и етнокореолошки рад. При томе, и Лабанова терминологија, створена за балетску технику, представља опасност за народни стил и технику који би са временом преиначили у балет и постали опште место и конвенционални говор игре не само на естради, него и у народу (Јанковић Љ. 1971).

У овим редовима се, уз разлоге који су претходно изложени, први пут појављује и мисао о могућности преиначења „стила и технике“ извођења народне игре приликом њеног јавног приказивања “на естради“, што би, повратно, бојала се Љубица, могло да утиче и на њено извођење „у народу“. Очигледно је да је у тренутку када је писала ове редове, Љубица била свесна великих промена у пласману музике и плеса у јавном простору који су наступили наглим развојем медија у деценијама након Другог светског рата, те је сматрала да би употреба Лабанове кинетографије још више могла допринети у то време интензивном преиначавању традиционалних форми народне игре за коју је чврсто веровала да би требало да буде сачувана у “изворном“ облику, онако како ју је са сестром забележала на терену којих тридесетак година раније.

*

Разлози против кинетографије су били, дакле, веома комплексни и разноврсни, узроковани научно–објективним, али и личним разлозима, а у различитим временским периодима истицани су променљивим интензитетом. Уз децидну негацију самог писма и генералан отпор према променама контекстуалног испољавања народних игара, међу њима је свакако и борба за промоцију сопственог научног доприноса, односно бојазан да би кинетографија могла да угрози вербално–графички начин записивања који је био основа етнокореолошког научног промишљања сестара Јанковић. Будући да је њихов систем био у основи заснован на вербалном дефинисању корака и покрета на српском језику, несумњиво је да је његов апликативни потенцијал био сведен на сферу искључиво националне примене.

Истовремено, Љубица је засигурно била свесна интензивне експанзије етнокореологије у деценијама након Другог светског рата и њеног развоја на наднационалом нивоу, који је темељен управо на успостављању универзалног аналитичког система базираном на примени Лабанове кинетографије. Најпре, као што је већ напоменуто, Лабанова кинетографија је афирмативно представљена на конгресу савеза удружења фолклориста Југославије и генерално прихваћена од стране већине учесника овог скупа одржаног 1955. године (*Rad Kongresa folklorista Jugoslavije* 1958). Даље, у поменутом приказу Курта Петерса истиче се да је Лабанова кинетографија званично прихваћена у светским оквирима и препоручена као универзално плесно писмо на конгресу плесних записивача у Дрездену 1957, као и на светској конференцији ИСТМа у Лијежу 1958. године (Peters 1964: 134). Поред ових генералних информација о распрострањености употребе кинетографије, Љубица је била упозната и са радом Студијске групе за

етнокореологију ICTMa (Study group on ethnochoreology²⁰), будући да је тесно сарађивала са Милицом Илијин која је била члан ове групе. Група научника већином из источне Европе је, наиме, у оквиру поменуте групе веома интензивно и континуирано сарађивала, почев од 1962. године. У оквиру редовних годишњих састанака ове групе етнокореолози су радили на успостављању универзалног система структуралне анализе традиционалних плесова, који је био базиран управо на примени Лабанове кинетографије (више у Giguchescu 2007: 4–5). Као члан групе, Милица Илијин је учествовала у њеном раду, о чему је званично известила и српску научну јавност (Илијин 1973: 208), а претходно вероватно приватно дискутовала са Љубицом Јанковић. Почев од педесетих година, дакле, теоретско–аналитички потенцијали етнокореологије базирани на примени Лабанове кинетографије су убрзано развијани широм Европе и света, са чим је Љубица Јанковић сасвим сигурно била добро упозната. Ове чињенице нису, нажалост, утицале на то да промени своје мишљење према кинетографији, већ су, напротив, заостриле њене негативне ставове према овом плесном писму.

Свесна свих изнетих чињеница, Љубица Јанковић се у току последње деценије свога живота у објављеним и необјављеним текстовима упорно борила против Лабанове кинетографије, а истовремено и за афирмацију етнокореолошког система који је развијала са сестром. Са друге стране и упркос негативним ставовима, сасвим је извесно да је Лабанова кинетографија у великој мери утицала на основне поставке система записивања сестара Јанковић. Да би ова тврдња била аргументовама, потребно је укратко образложити основне поставке њиховог система и упоредити га са Лабановом кинетографијом у форми у којој су је и оне училе, дакле према њеној поставци у публикацији *Шрифтийанци*.

СИСТЕМ ЗАПИСИВАЊА НАРОДНИХ ИГАРА СЕСТАРА ЈАНКОВИЋ И ЛАБАНОВА КИНЕТОГРАФИЈА

Систем записивања сестара Јанковић се, као што је познато, састоји из два сегмента, „Обрасца“ и „Анализе“ (више у Ракочевић 2014: 234–235) (прилог 5). За образац који, према његовој дефиницији исказаној у првој књизи *Народне игре*, садржи „основне покрете игре и главне правце кретања у најкрупнијим потезима“ (Јанковић и Јанковић 1934: 10), према потоњој Љубичиној опсервацији и чврстом убеђењу, омогућава да се “лако уочавају сличности и разлике између појединих игара истог или сроднога типа“ (Јанковић Љ. 1974: 6).²¹ Са друге стране, према вербалном објашњењу система „анализа садржи до ситница рашчлањене покрете игре и до танчина објашњене правце кретања, уколико је то могуће учинити“ (Јанковић и Јанковић 1934: 10). Другим речима, у „Анализи“ се сведени вербални

20 У то време ова група се називала Подгрупом за плесну терминологију (Subgroup on dance terminology).

21 Више о предностима “Обрасца”, према Љубичиним ставовима, видети и у Јанковић Љ. 1974: 219–222.

описи корака народне игре најпре сегментују и групишу према таковима, а потом према ритмичким јединицама које се одређују према метроритмичкој пулсацији њихове музичке „пратње“. Вербални описи у анализи су допуњени графичким симболима: стрелицама које специфицирају правац покрета и кружићем са тачком у средини који означава покрет у месту. Љубица је веровала да се „из анализе види како се преноси тежина; да ли је корак синкопичан или не; има ли нека пауза; колика је дужина и трајање корака; да ли је ритам трохејски (арза, теза) или који други“ (Јанковић Љ. 19:??б).

Упркос снажној негацији Лабанове кинетографије, упоредна анализа система записивања сестара Јанковић и појединих симбола из кинетографије, указује на то да су сестре Јанковић несумњиво много тога преузеле. Најпре у погледу дефинисања основних градивних јединица вербалних описа и кинетографских записа традиционалних плесова чију срж кинетичког процесуирања представља кретање по простору, односно игра ногама. Према првој поставци Лабанове кинетографије они се називају „корацима“, односно „преносима“²² (нем. *schritte*, односно *übertragungen*) (Laban 1928: 8). Касније је термин за „корак/пренос“ преиначен у термин „подршка“ (енгл. *support*) и дефинисан као „померање тежине тела и, стога, прогресија тела као целине“ (Knust 1997: Part I, 33). У термилошким одређењима система сестара Јанковић ови покрети се, такође, називају „корацима“ и дефинисани су на веома сличан начин као „свако помицање у простору“ (Јанковић и Јанковић 1934: 8). Несумњиво је да су и други системи записивања традиционалних плесова који се изводе ногама (нпр. системи записивања Тончке Маролт, Слободана Зечевића или Винка Жганеца), били засновани на истој градивној јединици, односно на преносу тежине тела у простору па и, следствено томе, на сличној терминологији (уп. нпр. *Rad Kongresa folklorista Jugoslavije* 1958). Њихово дефинисање, међутим, најчешће недостаје. У систему сестара Јанковић, може се претпоставити, преузето је из кинетографије.

Даље, егзактно дефинисање појединачних „преноса тежине тела у простору“, односно корака је, такође, може се претпоставити, идејно преузето из кинетографије. Ове знаке је Лабан дефинисао као: напред, назад, лево, десно, косо–лево–напред, косо–десно–напред итд.²³ Према термилошким решењима сестара Јанковић користе се идентични називи корака: напред, назад, лево, десно, напред–улево, назад–удесно итд. (уп. Јанковић и Јанковић 1964: 8) (прилог 6).²⁴

Поред тога, несумњива је и сличност графичких симбола тзв. знакова правца

22 Мисли се на „пренос“ тежине тела у простору.

23 У оригиналу ове дефиниције гласе: *nach vorn*, *nach rückwärts*, *nach links*, *nach rechts*, *schräg-links-vor*, *schräg-rechts-vor* итд. (Лабан 1928: 7–8).

24 Уз графичке ознаке за правце кретања и њихово термилошко одређивање, очигледно је да су и симболи за мушке и женске извођаче које су сестре Јанковић користиле у тзв. дијаграмима, којима су визуелно представљале плесне формације, веома слични симболима из кинетографије. Будући да они изостају у њеном првобитном издању у публикацији Шрифтанц I (уп. Laban 1928), не можемо са сигурношћу тврдити да су их преузеле. Уколико јесу, извесно је, међутим, да су сестре Јанковић биле упознате и са каснијим преубличавањима овог плесног писма.

кретања (direction signs) са графичким симболима које су користиле сестре Јанковић. Будући да Лабанова сегментација хоризонталне димензије простора на осам једнаких целина – у којима основу представља кретање напред–назад и латерална репетиција дијагоналних и бочних покрета, која је прецизно графички приказана од стране Алберта Кнуста (Knust 1997: 7) (прилог 7) – није заступљена у другим системима записивања тога времена (уп. *Rad Kongresa folklorista Jugoslavije* 1958), готово је сигурно, дакле, да су сестре Јанковић своје графичке симболе идејно преузеле из Лабанове кинетографије (уп. Прилог 6 и 7).

На крају упоредне анализе појединих терминолошко–графичких решења записивања плесних покрета сестара Јанковић и Рудолфа Лабана, потребно је прокоментарисати и однос ових аутора према записивању метроритмичке компоненте плесних покрета и њеној временској дистрибуцији, чију је (не) прецизност у кинетографији Љубица истицала као један од најзначајнијих недостатака овог плесног писма и аргумената против њега.

У својим почетним формама које су представљене од стране Рудолфа Лабана 1928. године (прилог 8), кинетографија је била заснована на принципу тзв. *unit timing*–а који подразумева записивање симплификованог метроритмичког протока покрета, при чему се он углавном своди на основне ритмичке јединице (Knust 1997: Part I, 295–296). Овај однос према метроритмичкој компоненти покрета је најпре подржан од стране Алберта Кнуста и Ен Хатчинсон, али га је Кнуст значајно надоградио увођењем тзв. *specific timing*–а, односно *exact timing*–а у записивању 1956. године (Fügedi and Misi 2009: 34). Према овом накнадно осмишљеном методу записивања се – кроз егзактно означавање трајања покрета у графичком симболу (дакле у самом кинетограму), али и кроз опционалну додатну нотну линију у којој се бележи метроритам преноса тежине – постиже много већа прецизност у тачном означавању метроритмичког дистрибуирања плесних покрета (више у Knust 1997: Part I, 297; Hutchinson 2005: 183–184; Saint-Smith 2012: 24–25).²⁵ Пракса примене лабанотације и њен развој показали су, дакле, да се метроритмичко процесуирање плесних покрета може неупоредиво прецизније исказати кинетографијом него ли вербалним системом записивања (нпр. уп. прилог 9). Поред тога, могућност придруживања нотног система уз кинетограм отворила је пут упоредном сагледавању дужине кинетичке и музичке фразе. Љубица Јанковић није знала за све ове тековине континуираног развоја кинетографије у погледу прецизног записивања ритмичке дистрибуције плесних покрета, те сигурно и није могла бити свесна потенцијала њене примене у етнокоролошкој анализи.

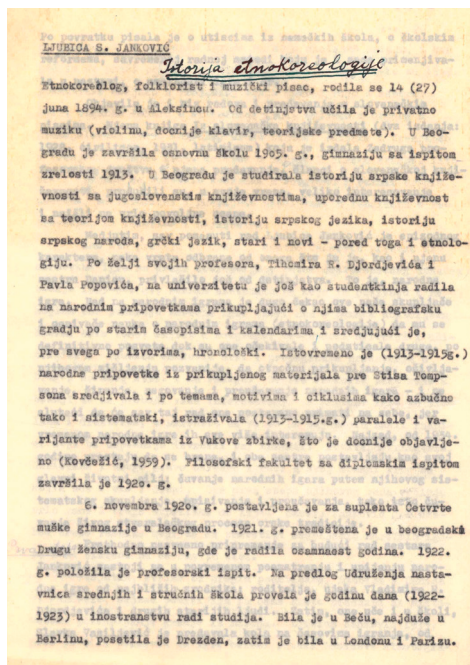
ЗАКЉУЧНА РАЗМИШЉАЊА

Будући да су сестре Јанковић одустале од Лабановог писма веома рано, када је оно још увек било недовољно разрађено у свим сегментима, ни за време Даничиног

25 На простору бивше Југославије, а захваљујући поставкама словеначког лабанотатора Бруна Равникара, примењује се комбинација ова два приступа у метроритмичком записивању плесних покрета.

живота а ни касније, нису могле да знају за његове несумњиве предности. Са друге стране, Љубица се страствено борила за промоцију плесне нотације коју је осмислила заједно са сестром. Сматрала је да она задовољава потребе народних игара, не само са простора Србије већ и шире Балкана и централне Европе. „Овај аналитично–систетички систем, у коме се игре записују и описују претежно помоћу речи, као што захтева живи стваралачки процес орске традиције, на бази математичких наука, у дугогодишњем научном раду показао се не само као тачан, него и довољно еластичан за примену на најразноврсније орске типове, облике игара, стилове и технике народних играча“, истицала је Љубица, и додала, „пored тога је врло лак, једноставан и приступачан за учење, тако и за проучавање игара“ (Јанковић Љ. 2016: 21). Мада се данас не можемо сложити са свим уверењима Љубице Јанковић, истина је да управо због своје приступачности и једноставности, записи народних игара сестара Јанковић и данас налазе своју велику примену нарочито међу извођачима и уметничким руководиоцима у фолклорним и културно-уметничким друштвима у Србији. У својој прегалачкој научно–истраживачкој заоставштини сестре Јанковић су оставиле преко 900 записаних народних игара, а многе од њих се и данас реинтерпретирају управо из њихових записа. Ова чињеница указује на грандиозан подухват који су учиниле у својој сакупљачкој делатности, у утемељивању и развијању етнокореологије у Србији и, најзад, чувању од заборава сеоских традиционалних плесова из некадашњих времена.

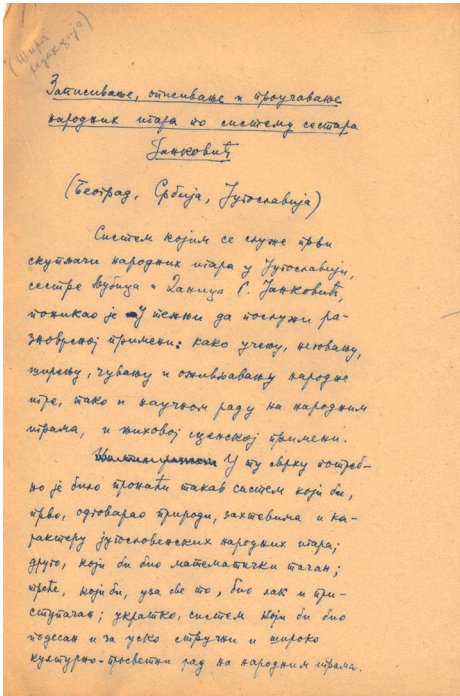
Прилози



Прилог 1.

Насловна страна рукописа
Историја етнокореологије Љубице
Јанковић.

Легат Љубице и Данице Јанковић,
Народна библиотека Србије.



Прилог 4.

Насловна страна рукописа
Зайисивање, ойисивање и проучавање
народних игара по систему сестара
Јанковић који је начинила Лубица
Јанковић.

Легат Лубице и Данице Јанковић,
Народна библиотека Србије.

7. Ајде, сунце заје

Такт $\frac{3}{4}$ Косовска Митровица,
Вучитрн

Образац

2 корака удесно, и то први са привлачењем леве ноге
иза десне, други са избацивањем леве ноге напред-удесно у
ваздух (мушки начин), или са привлачењем леве ноге уз
десну (женски начин).

1 корак левом ногом улево са избацивањем десне ноге
напред-улево у ваздух (мушки начин), или са привлачењем
десне ноге уз леву (женски начин).

Напомена. — Игра се са поклещивањем при сваком ко-
раку. Играчи се држе за рамена, и то само мушкарци између
себе и жене између себе, а кад су измешани, држе се за руке.

Такт
мелодије: **Анализа**

I	→	Ајде,	1 — Десна нога један корак удесно; чим прими ослонац, она мало поклещне.		
			↘	сун-	2 — Лева нога привуче се иза десне, али је ослонац још на десној ноzi.
			○	це	3 — Тежина тела се пренесе на леву ногу која одмах мало поклещне; десна нога припрема се за корак удесно.
II	→	за-	1 — Десна нога један корак удесно; чим прими ослонац, она мало поклещне. Истовремено мушкарци избаци леву ногу напред-удесно у ваздух, а жене је привуку уз десну.		
			a-	2 — Ноге задржавају исти положај.	
			a-	3 — Ноге задржавају исти положај.	
III	↖	је-	1 — Лева нога један корак улево; чим прими ослонац, она мало поклещне. Истовремено мушкарци избаци десну ногу напред-улево у ваздух, а жене је привуку уз леву.		
			e-	2 — Ноге задржавају исти положај.	
			e	3 — Ноге задржавају исти положај.	

Прилог 5.

Запис плеса 'Ајде, сунце заје'
(Јанковић и Јанковић 1937: 57).

IV ЗНАЦИ, ТЕРМИНОЛОГИЈА. — 1) Правци кретања у простору:

а) у месту, било тупкање, цупкање или мировање.
 б) десно
 в) лево
 г) напред
 д) назад
 е) напред-удесно
 ж) напред-улево
 з) назад-удесно
 и) на левој ноzi ослонац, десна се забације напред-улево
 ј) десна нога удесно, лева се избацује напред-удесно
 к) на десној ноzi ослонац, лева се избацује напред-удесно
 л) лева нога се привуче у ваздуху десној ноzi, па пошто начини благ лук, пренесе се, у ваздуху, у положај испред десне ноге.
 љ) десна нога се привуче у ваздуху левој ноzi, па пошто начини благ лук, пренесе се, у ваздуху, у положај испред леве ноге.
 м) на левој ноzi ослонац, десна се кружно креће око ње, у ваздуху.

Напомена. — Ако се ови знаци налазе у *загради*, значи да се изводи мали корак (корачић) у томе правцу (, , , , итд.

Постоје још многе могућности комбиновања ових основних знакова. Овде су дати најчешћи случајеви.



DICTIONARY OF KINETOGRAPHY LABAN 7

Direction Signs
Die Richtungszeichen
Les signes de direction

B

F = forward	V = vor	Av = en avant
B = backward	Z = zurück	Arr = en arriere
R = to the right	R = rechts	Dr = à droite
L = to the left	L = links	G = à gauche
H = high	H = hoch	H = en haut
D = deep	T = tief	B = en bas
Pl = in place	Pl = am Platz	Pl = en place

103

LH	VH	RPH
LH	VH	RPH
GA+H	ASH	Dr+H
LH	H	RH
LH	H	RH
GH	H	DrH
LBH	ZH	RBH
LZH	ZH	RZH
GA+H	Ar+H	DrAr+H

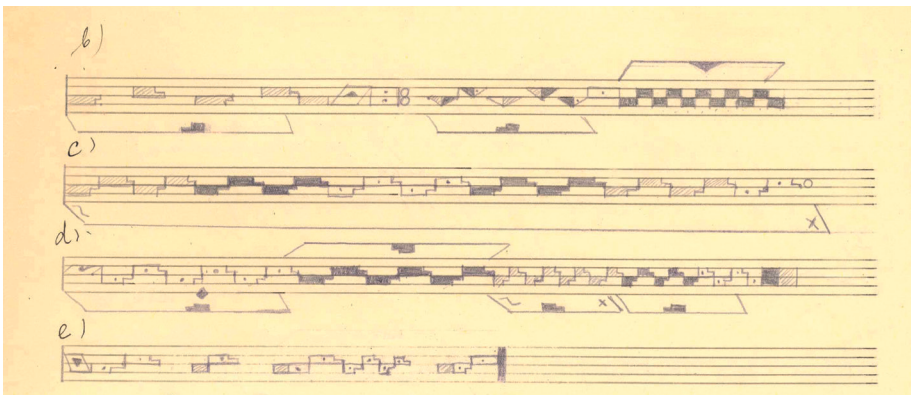
103a

Прилог 6.

Знаци и терминологија (Јанковић и Јанковић 1934: 8).

Прилог 7.

Direction signs (Knust 1997: 7).



Прилог 8.

Кретање у простору са заобилажењем (Schriftanz 1928: 18).

Notni primer 3

$\text{♩} = 130$

Vozice

Vozice

mf

cresc. dim.

Pretiz

Прилог 9.

Кинетографија великој кола (Rakočević 2011: 343).

ЛИСТА РЕФЕРЕНЦИ

- Bakka, Egil (1991) "The Centre of the Norwegian Council for Folk Music and Folk Dance". *Dance Research Journal* 32/2: 54–57.
- Васић, Оливера (1980) *Народне њесме и игре у околини Бујановца*. Београд: Етнографски институт Српске академије наука и уметности / Vasić, O. (1980) *Narodne pesme i igre u okolini Bujanovca*. Београд: Етнографски институт Српске академије наука и уметности.
- Vasić, Olivera i Panić-Kašanski, Dragica. (2008) "From the past towards the future: Six decades of Bosnian–Herzegovinian Ethnomusicology". *Vienna and the Balkans*, eds. Lozanka Peycheva and Angela Rodel, Sofia: Institute of Art studies, Bulgarian Academy of Science, 18–23.
- Giurchescu, Anca (1999) "Past and Present in Field Research: A Critical History of Personal Experience". *Dance in the Field: Theory, Methods and Issues to Dance Ethnography*, ed. Theresa Jill Buckland. London: Macmillan Press: 41–54.

- Giurchescu, Anca (2007) "A historical perspective of the analysis of dance structures in the International Folk Music Council (IFMC)/International Council for Traditional Music (ICTM)". *Dance structures*, ed. Adrienne L. Kaeppler and Elsie Ivancich Dunin. Budapest: Akadémiai Kiadó, 3–18.
- Giurchescu, Anca and Torp, Lisbet. (1991) "Theory and methods in dance research: a European approach to the holistic study of dance". *Yearbook for traditional music* 23. New York: Columbia University and International Council for Traditional Music, 1–10.
- Dunin, Elsie (2014) "Emergence of Ethnochoreology Internationally: The Janković Sisters, Maud Karpeles, and Gertrude Kurath". *Musicology* 17: 197–217.
- Zebec, T. (1996) "Dance research in Croatia". *Narodna umjetnost* 33/1. Zagreb: Institut za etnologiju i folkloristiku, 89–110.
- Zebec, Tvrtko (2009) „Razvoj i primjena etnokoreologije u Hrvatskoj“. U: Jasmina Talam (ured.). *Zbornik radova, VI Međunarodni simpozij "Muzika u društvu"*. Sarajevo: Muzikološko društvo FBiH i Muzička akademija u Sarajevu, 136–150.
- Илијин, Милца (1973) „Развој етнокорееологије“. *Српска музика кроз векове*. Београд: Галерија Српске академије наука и уметности, 203–213 / Пилиј, М. (1973) "Razvoj etnokoreologije". *Srpska muzika kroz vekove*. Beograd: Galerija Srpske akademije nauka i umetnosti, 203–213.
- Јанковић, Љубица. (1933) *Schriiftanz*, необјављени рукопис. Београд: Народна библиотека Србије, Легат Љубице и Данице Јанковић / Janković, Lj. (1933) *Schriiftanz*, neobjavljeni rukopis. Beograd: Narodna biblioteka Srbije, Legat Ljubice i Danice Janković.
- Јанковић, Љубица. (1963) „Биографија“. *Годишњак Српске академије наука и уметности 70 за 1963. годину*. Београд: Српска академија наука и уметности, 437–444 / Janković, Lj. (1963) "Biografija". *Godišnjak Srpske akademije nauka i umetnosti 70 za 1963. godinu*. Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti, 437–444.
- Јанковић, Љубица. (1964) „Етномузикологија и етнокорееологија“. *Споменица у част новоизабраних чланова Српске академије наука и уметности 26*. Београд: Српска академија наука и уметности, 87–92 / Janković, Lj. (1964) „Etnomuzikologija i etnokoreologija“. *Spomenica i čast novoizabranih članova Srpske akademije nauka i umetnosti 26*. Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti, 87–92.
- Јанковић, Љубица. (1968) *Проблем и теорија појединачне ритмичности у ритмичности целине извођена орске игре и мелодије*. *Српски етнографски зборник*, књига LXXXII, расправе и грађа, књига 6. Београд: Одељење друштвених наука Српске академија наука и уметности / Janković, Lj. (1968) *Problem i teorija pojedinačne aritmičnosti i ritmičnosti celine izvođenja orske igre i melodije*. *Srpski etnografski zbornik*, knjiga LXXXII, rasprave i građa. Knj. 6. Beograd: Odeljenje društvenih nauka Srpske akademije nauka i umetnosti.
- Јанковић, Љубица. (196?) *Историја етнокорееологије*, необјављени рукопис. Београд: Народна библиотека Србије, Легат Љубице и Данице Јанковић. / Janković, Lj. (196?) *Istorija etnokoreologije*, neobjavljeni rukopis. Beograd: Narodna biblioteka Srbije, Legat Ljubice i Danice Janković.
- Јанковић, Љубица. (19??.) *Поводом једног приказа: Исцртавање игара у Југославији по систему сестара Јанковић*. Београд: Народна библиотека Србије, Легат Љубице и Данице Јанковић / Janković, Lj. (19??.) *Povodom jednog prikaza: Istraživanje igara u Jugoslaviji po sistemu sestara Janković*. Beograd: Narodna biblioteka Srbije, Legat Ljubice i Danice Janković.
- Јанковић, Љубица. (19??.) *Закључивање, описивање и проучавање народних игара по систему сестара Јанковић*. Београд: Народна библиотека Србије, Легат Љубице и Данице Јанковић / Janković, Lj. (19??.) *Zapisivanje, opisivanje i proučavanje narodnih igara po sistemu sestara Janković*. Beograd: Narodna biblioteka Srbije, Legat Ljubice i Danice Janković.

- Јанковић, Љубица. (1971) *Моја последња воља*. Тестамент Љубице Јанковић. Београд: Народна библиотека Србије, Легат Љубице и Данице Јанковић / Janković, Lj. (1971) *Moja poslednja volja*. Testament Ljubice Janković. Beograd: Narodna biblioteka Srbije, Legat Ljubice i Danice Janković.
- Јанковић, Љубица. (1974) „Комплексне методе етнокореологије“. *Симпозијум о мейодологији етнологијских наука*. Београд: Одељење друштвених наука Српске академије наука и уметности, 215–227 / Janković, Lj. (1974) „Kompleksne metode etnokoreologije“. *Simpozijum o metodologiji etnoloških nauka*. Beograd: Odeljenje društvenih nauka Srpske akademije nauka i umetnosti, 215–227.
- Јанковић, Љубица. (2016) „Нека етнокореолошка питања“. У: *Народне игре IX*. Београд: Народна библиотека Србије, 19–29 / Janković, Lj. (2016) „Neka etnokoreološka pitanja“. U: *Narodne igre IX*. Beograd: Narodna biblioteka Srbije, 19–29.
- Јанковић, Љубица и Јанковић, Даница (1934) *Народне игре I*, Београд: ауторско издање / Janković Ljubica i Janković, Danica (1934) *Narodne igre I*. Beograd: autorsko izdanje.
- Јанковић, Љубица и Јанковић, Даница (1937) *Народне игре II*. Београд: ауторско издање / Janković Ljubica i Danica Janković (1937) *Narodne igre II*. Beograd: autorsko izdanje.
- Јанковић, Љубица и Јанковић, Даница (1964) *Народне игре VIII*. Београд: ауторско издање / Janković Ljubica i Danica Janković (1964) *Narodne igre VIII*. Beograd: autorsko izdanje.
- Јовановић, Милица (1999) *Балет. Од игре до сценске уметности*. Београд: Clio / Jovanović, Milica (1999) *Balet. Od igre do scenske umetnosti*. Beograd: Clio.
- Каеплер, Адријен (2001) „Ethnochoreology“. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, second edition. Vol. 8. Oxford: Oxford University Press, 361–367.
- Кнут, Албрехт (1997) *A dictionary of kinetography Laban (Labanotation)*. Poznanju: Institut choreologii w Poznaniu.
- Кунеј, Ребека (2005) „Етнокореолог Мирко Рамовш, седмдесетлетник“. *Traditiones* 34/1: 243–247.
- Курат, Гертруде Прокош (1960) „Panorama of Dance Ethnology“. *Current Anthropology* 1/3: 233–254.
- Лабан, Рудолф фон (1928) *Schrifttanz. Methodik, orthographie, erläuterungen*. Leipzig: Univerzal edition.
- Магазиновић, Мара (1951) *Историја игре*. Београд: Просвета / Magazinović, Maga (1951) *Istorija igre*. Beograd: Prosveta.
- Младеновић, Оливера (1960) „Даница С. Јанковић (1898–1960)“. *Гласник Етнографског музеја* 22–23. Београд: Етнографски музеј, 260–263 / Mladenović, Olivera (1960) „Danica S. Janković (1898–1960)“. *Glasnik Etnografskog muzeja* 22–23. Beograd: Etnografski muzej, 260–263.
- Млакар, Пино (1997) „Thoughts of a choreographer on the importance of kinetography Laban“. *A dictionary of kinetography Laban (Labanotation)*. Poznanju: Institut choreologii w Poznaniu, xvii–xxi.
- Опетческа-Татарчевска, Ивона (2008) „Macedonian ethnochoreology – a problem of continuity“. *Vienna and the Balkans*, Lozanka Psycheva; Angela Rodel (eds.). Sofia: Institute of Art studies, Bulgarian Academy of Science, 30–40.
- Петерс, К. (1964) „Tanzforschung in Jugoslawien nach dem System des Schwestern Janković“. *Das Tanzarchiv*. Oktober 1964, 12 Jahrgang, Heft 5: 134–136.
- Политика*, 2. јун 1924. године. <http://www.digitalna.nb.rs/wb/NBS/novine/politika/1924/06/02#page/2/mode/1up>, приступљено 3.1.2018.
- Политика*, 25. децембар 1935. године. <http://www.digitalna.nb.rs/wb/NBS/novine/politika/1935/12/25#page/11/mode/1up>, приступљено 3.1.2018.

- Rad Kongresa folklorista Jugoslavije.* (Bjelašnica 1955. i Pula 1952) Zagreb: Kongres folklorista Jugoslavije.
- Rakočević, Selena (2011) *Igre plesnih struktura. Tradicionalna igra i muzika za igru Srba u Banatu u svetlu uzajamnih uticaja.* Beograd: Fakultet muzičke umetnosti.
- Rakočević, Selena (2014) "Contribution of Ljubica and Danica Janković to establishment of ethnochoreology in Serbia as an academic scholarly discipline." *Музикологија* 17: 219–244.
- Saint-Smith, Shelly. (2012) "Technical report." *Proceedings from the Twenty-seventh biennial ICKL conference.* Budapest: Institute for musicology, Hungarian academy of sciences.
- Felföldi, László (2005) "Structural Approach in Hungarian Folk Dance Research." In: *Dance Structures*, eds. Adrienne L. Kaeppler and Elsie Ivancich Dunin. Budapest: Akadémiai Kiadó, 155–184.
- Foley, Catherine E. (2012) "Contemporizing Irish Step Dance Within a University Context." In: *Dance, Gender and Meaning: Contemporizing Traditional Dance; Proceedings of the 26th Symposium of the ICTM Study Group on Ethnochoreology 2010* (Třešť, Czech Republic), eds. Elsie Ivancich Dunin, Daniela Stavělová, Dorota Gremlicová. Prague: Academy of Performing Arts; Institute of Ethnology of the Academy of Sciences of the Czech Republic and ICTM Study Group on Ethnochoreology, 220–228.
- Foster, Susan Leigh (2011) *Choreographing empathy: Kinesthesia in performance.* London and New York: Routledge.
- Fügedi, János (2016) *Basic of Laban Kinetography for traditional dances.* Budapest: Institute for musicology of Hungarian academy of sciences, Research centre for humanities.
- Fügedi, János and Misi, Gabor. (2009) "Ways of notating floor touching gestures with the foot." *Proceedings of the twenty-sixth biennial conference of the International council of kinetography Laban held at Escuela Nacional de danza clásica y contemporánea.* Mexico City D.F., Mexico, July 29 – August 5, 2007, 33–48.
- Hutchinson, Ann (2005) *Labanotation. A system of analyzing and recording movement.* New York and London: Routledge.

SELENA RAKOČEVIĆ

THE JANKOVIĆ SISTERS AND KINETOGRAPHY LABAN

(SUMMARY)

Based on the archival material from the Legacy of Sisters Janković, which is stored in the National Library of Serbia, this article critically examines Ljubica and Danica Janković's relation to today's world-renowned dance notation, kinetography Laban. The analyzed archival material includes the transcript of the first edition of Laban's notation called *Schrifttanz* in German, as well as several unpublished manuscripts by Ljubica Janković.

Even though the Janković sisters were familiar with kinetography Laban, they (especially Ljubica) were its great opponents. Instead of learning and using kinetography Laban, they developed their own dance notation system in early

1930s and used it until Ljubica's death in 1974. In this article, the relationship of the Janković sisters' dance notation to Rudolf Laban's kinetography is considered in the context of the wider processes of development of ethnochoreology, traditional dance notations, as well as the history of kinetography Laban in Europe in the first half and mid-20th century.

KEY WORDS: dance, notation, Ljubica and Danica Janković, kinetography Laban.

ТРАГОМ ЗАПИСА ТЕОФИЛАКТА СИМОКАТЕ

Ђорђе Ђекић¹

Универзитет у Нишу, Филозофски факултет, Департман за историју

Милош Павловић

самостални истраживач, Лесковац

Примљено: 11. октобра 2017.

Прихваћено: 7. маја 2018.

Прегледни научни рад

АПСТРАКТ

Најстарији запис који сведочи о музици Јужних Словена је онај који је у својој *Историји* оставио византијски хроничар Теофилакт Симоката. Наиме, 592. године цар Маврикије заробљава тројицу Словена, код места Енатона, који код себе нису имали никакво оружје, већ су са собом носили само музичке инструменте, за које се оправдано претпоставља да су биле “лире”. Користећи друге записе савременика, сазнања до којих се дошло етимолошким анализама, као и археолошким артефактима, могуће је констатовати да су Словени у наведеном периоду имали одређене музичке инструменте, релативно развијену инструменталну и вокалну музику.

Кључне речи: Словени, Византинци, Теофилакт Симоката, лира, аварска песма, бојне трубе, прапорци, свирале

Непостојање или мали број адекватних историјских сведочанстава представља проблем у покушајима расветљавања појединих тема најранијег периода културне историје и традицијске културе словенских племена. Посебно ако се има у виду потреба савремених истраживача да културу у целини или неке њене делове сагледају у оквиру друштвених односа одређеног историјског момента, кроз везу културних елемената и етничких група које живе на одређеном простору и свест о њиховом пореклу, као и могуће стране утицаје (Гарашанин, Ковачевић 1950: 45). Околности у којима антички хроничари и географи нису посвећивали посебну пажњу народима ван сопственог културног круга, нису посећивали словенске земље, нити су познавали њихов језик – узроци су због којих се извори за проучавање музичке праксе Словена крајем VI века најчешће налазе у

спорадичним записима савременика, етимологији или у археолошким артефактима, ређе у ликовним представама и записима из каснијег периода средњег века који су коришћени за реконструкцију старијег стања (Ђуровић 2016: 7), тешко склапајући мозаик ране словенске историје.

У складу са тим, и подаци који се односе на културу и живот Словена на левој обали Дунава током VI века су врло оскудни. Једини који доноси податке о музици, односно музичким инструментима, тога времена је византијски писац Теофилакт Симоката (Θεοφύλακτος Σιμοκάττης). Аутор, родом из Египта, дошао је у Цариград на позив новоизабраног цара Ираклија I да са Стефаном Александријским обнови цариградски универзитет. Носио је титуле перфекта и секретара на царевом двору, а бавио се и алхемијом. Како је имао приступ архивама, располагао је најпоузданијим подацима који су се могли у то време пронаћи у царству. Због тога, може се имати више поверења у чињенице које износи у својим делима. Аутор је дијалогског списка *Природословна ишћања* (Περὶ διαφόρων φυσικῶν ἀπορήματων καὶ ἐπιλύσεων αὐτῶν), збирке песама у прози “Етичке, буколске и љубавне песме” (Ἐπιστολαϊθικά, ἀγροϊκὰ, ἑταϊρικά). Најзначајније за историчаре је његово дело *Исџорија*, написано у осам књига тридесетих година VII века (Whitby 1986).

У њему, наставља рад хроничара претходних времена, пре свих Менандра Протектора, описујући владавину цара Маврикија, односно период од 582. до 602. године. При томе, његово дело имало је за циљ да прослави поменутог владара, према коме нема критички однос и коме супротставља његовог наследника Фоку, за кога има само ружне речи (Frendo 1988: 143–156).

За расветљавање раног периода словенске и српске музике користи се Симокатин опис заробљавања тројице Словена од стране цара Маврикија 592. године у ондашњој Тракији, код места Енатона, западно од Хераклеје,² који код себе нису имали никакво оружје, већ су са собом носили само музичке инструменте:

Сутрадан цареве штитоноше ухватише три човека родом Словена, који на себи нису имали ништа од гвозденог оружја нити ратних справа. Пртљаг су им биле китаре, (*χίθαραί*) и ништа друго сем тога нису са собом носили. Онда их цар почне испитивати из кога су народа и где су им боравишта и који је узрок њиховом бављењу око ромејских места. А они рекоше да су по народности Словени и да су живели на обали западног океана. Китаре носе зато што нису извезбани имати на себи оружје. Њихова земља, наиме, не зна за (гвоздено) оружје и стога им пружа живот миран и без буна, а они свирају на лирама, (*λίρας*), пошто не знају да дувају у бојне трубе. Јер они којима рат беше непознат, с правом су могли рећи да им је милије бављење музиком (ВИИНЈ 1955: 111; Whitby 1986).

2 Док је Хераклеја, епископско средиште добро познато место и данас археолошки локалитет на северној обали Мраморног мора, недалеко од Цариграда, дотле се Енатон помиње само у овом спису.

Први који се у јужнословенској историографији осврнуо на податке изнете у шестој књизи поменуте *Историје* је Ватрослав Јагић, тумачећи ношене инструменте као гусле и указујући на постојање код Словена и оних у којима се звук добијао дувањем (Јагић 1876: 55–56). При том, Јагић је указао на постојање устаљене праксе колективног неговања музике код словенских племена, користећи као потврду свог става употребу од старине глагола *йейши* и именице *йеснь* на широком словенском простору за певање. Компаративном анализом старе словенске терминологије, дошао је до закључка да су најстарије песме певане у славу богова, при чему су у њиховом извођењу примат првобитно имале старешине племена, а потом шамани „жреци“ (Јагић 1876: 36–37).

Податак о хватању тројице Словена доноси потом и читав низ аутора, уз различито навођење тј. препознавање забележених инструмената. Већина старијих аутора није правила разлику међу коришћеним инструментима већ их је називала тамбурама (Станојевић 1932/33: 282), што је свакако погрешно, с обзиром на то да се тамбура као инструмент код Срба вероватно јавља током IX–X века (Ђуровић 2016: 41).

Поменути запис наводи и *Историја српског народа* (118) али се инструменти не спомињу. Не спомиње их ни *Лексикон српског средњег века* (Цветковић 1999: 420–423). Тибор Живковић у својој свеобухватној књизи о Словенима и Византинцима овај догађај ни не спомиње (2002).

Но, наведени фрагмент, кратак и успутно забележен, свакако представља јасно сведочанство о неговању музике, као и томе да су вероватно заробљеници заједно путовали и заједнички наступали свирајући инструменталну музику код Словена, као и о чињеници да су ови словенски музичари изводили световну музику на својим инструментима. Он такође пружа могућности за ближе и боље упознавање стања инструменталне музичке праксе тадашњих балканских Словена, као и међусобних односа словенског живља и Византинаца на културном плану. Словени су са собом носили инструменте назване „лире“ или „китаре“, које је учени Византинац, називајући их именима из своје средине, одредио као инструменте познате музичкој пракси на подручју Византије. Да ли је и музика коју су словенски свирачи на овим „лирама“ изводили била слична музици која се могла чути на неком од делова царства – то је тешко рећи. Уколико се има у виду чињеница да је у тадашњем Цариграду, као метрополи и главном граду Источног римског царства, уз Ромеје, живело мноштво припадника других народа, целог Медитерана и из других области Европе и Азије, који су сви овде доносили своју културу и музику тешко, да би се у тадашњем конгломерату народа и култура и могло одредити шта би то била *византијска свештовна музика*.

Словени који су путовали, носећи са собом само инструменте, вероватно су били ако не професионални музичари, оно забавитељи своје околине,³ што опет баца и светло на друштвену структуру тадашњих словенских племена, а може се претпоставити и да су претече доцнијих трубадура, жонглера, који су ишли од

3 У најстарије време више музичара је изводило једну те исту мелодију. На вишем стадијуму родовског друштва, из колектива се издвајају одређени појединци, који сами праве музику и изводе је. (Dojčinović 2012: 19.)

места до места, посећујући већа насеља или дворове великаша (који опет, нису морали обавезно бити словенског рода) и на тим гостовањима су зарађивали за живот, опевајући подвиге чувених јунака, или просто изводећи музику за забаву и игру слушалаца (Ђурић-Клајн 1971: 10). Путујуће забављаче, који су истовремено били и свирачи, певачи, глумци, у IX веку црква је сматрала оружјем ђавола, док су били радо виђени на народним светковинама и племићким дворовима (Cvetko 1984: 41–42; Бојанин 2005: 333–334).

Поједини аутори (Kos 1902: 128), међутим, сматрају да су заробљеници били аварске уходе, прерушене у свираче (ВИИНЈ 1955: 111), што сведочи о томе колико дубоко су територију Византије испитивали Авари пре упада, односно да су управо музичари били најмање сумњиви, а тиме и најбољи шпијуни на туђој територији у VI веку.

Симоката користи приликом именованја инструмената словенских свирача, на једном месту термин „китара“, (*χίθάραι*), док одмах потом исте инструменте назива „лирама“, (*λίρας*) што заправо није необично, пошто се ради о сродним жичаним инструментима на којима се тон добија трзањем жица, по изгледу сличнима једноставној харфи, које су имале од две до седам или више жица. Заправо, лира је шири термин који обухвата већи број врло сличних инструмената, при чему је сама античка лира била углавном једноставнији фолклорни инструмент, док је китара превасходно инструмент професионалних музичара.⁴ Отуда је, намеће се, оправдано закључити да је Симоката оба термина користио као синониме, помињући исте инструменте. При томе, античка лира постојала је могуће пре, у време, а сигурно и након насељавања Словена на Балкан. Нестала је међу Србима између VII и X века, потиснута од бројних жичаних инструмената које стижу са Истока у Европу тога доба (Ђуровић 2016: 64, 68, 100).

Словени на питање одакле су, одговарају да су живели на обали „западног океана“, што аналогијама између типова античке и германске лире (јавља се тек од VI века) указује на Померанске Словене, који су живели северно од Лужичких Срба (ВИИНЈ 1955: 110–111; Удаљцов 1969), на обали Балтичког мора (Kos 1902: 128). То посредно показује да је и део музичке традиције Словена који су живели на обалама Балтика било свирање на лирама (Ђуровић 2016: 64–66).⁵

Опис бојних труба, иако поменута тројица наводе да не знају да их користе,⁶ налазимо у опису бојева Византинаца против Словена и Авара у VII веку (Пејовић 1968: 217–218); јужнословенска племена знала су за трубе (*бусине*) и ове су инструменте употребљавала и касније (Пејовић и сарадници 1998: 32). Авари и Словени су, наима, свирали у бојне трубе и прикупљали војску да би освојили Сингидунум и сачувани запис Симокате, ученог софисте, писан реторски кићеним, тешким извештаченим стилем, говори да су итекако познавали оружје: „И кад самодржац

4 Харфе, лире и тамбуре су изум Месопотамије (Ђуровић 2016:13).

5 За време цара Маврикија, део Словена, који су до тада живели на подручју Германије, креће се ка Балкану. (према: Удаљцов 1969: 110).

6 Роксанда Пејовић сматра да су Словени познавали бојне трубе, али да је мало вероватно да су свирали у лире и китаре (2005:18).

за то није хтео да чује, прозре хаган мировни уговор и заклетве пусти ветровима да их носе, па пограбивши бојну трубу стаде китити војску и изненада приступи освајању града Сингидунума..." (ВИИНЈ 1955: 106; Рејовић 1968: 217).

Приликом опсаде Цариграда, Словени су, остало је забележено код архиђакона Георгија Писиде, архивара цркве Свете Софије у Цариграду, још једног од писаца Ираклијевог доба, у својој војсци користили бојне трубе као сигналне инструменте: „У хагановој војсци било је; како се чини, до осамдесет хиљада људи. Та војска је имала бојне трубе, стреле..." (ВИИНЈ 1955: 156). И други архивар исте цркве под именом Теодор Синкел истовремено бележи: "И дуж читавог бедема и по свему мору разлегало се јасно кричање и бојна вриска. Јер бојне трубе су свирале са свих страна на јуриш, и сав се град окружи виком и бојним хуком" (ВИИНЈ 1955: 165).

Да су се Срби бојним трубама користили и касније забележено је, поред осталог, и у *Лейойису Поја Дукљанина* у коме је записано да је дукљански кнез Стефан Војислав у борби са Грцима код Бара затрубио у трубу, а његова дружина у рог, па су виком и грајом уплашили непријатеља (Шишић 1928: 349–350).

Иначе, реч труба је прасловенска, а трубе од дрвета део су фолклора свих Словена (Ђуровић 2016: 144).⁷

Независно од поменутог записа, у истој књизи, Симоката помиње аварску песму коју је певао Гепид, византијски шпијун, међу Словенима, дајући њом знак Византинцима за напад. Када је на Гепиде, који су живели међу Словенима, утицај аварске музике био толико јак, свакако се може претпоставити да је аварска музика имала значајан утицај и на њихов живот и културу (Stanojević 1932/3: 282), при чему се оставља могућност да наведени појам не одређује ову песму као аварску у етничком смислу, њу су прихватили и други народи (Словени) који су живели у каганату. При том, како наводи Симоката, аварске песме, које су се певале у победничким церемонијама – јуначке (химне), бојне и народне песме, извођене су наизменичним певањем хора и појединца, док је публика плескањем давала такт. Ковачевић, уз указивање на ове начине певања, скреће пажњу и на то да су га пратили и музички инструменти (Ковачевић 1977: 185). Којој је песми припадала песма коју је певао Гепид није могуће претпоставити. Да су те песме у пракси певане и без пратње музичких инструмената управо показује наведени пример.

Ради потпунијег и детаљнијег познавања проблема словенске музике неопходно је истраживати и темељно проучавати и друге изворе, који могу пружити нове драгоцене податке о овом питању. У свом запису, тако на пример, епископ Сидоније Аполинар (430–483) наводи да остроготски краљ Теодорик гудачком инструменту фидесу (*fiduli*), „са чијим се звуком и начином музицирања упознао

7 Од свих мотива на нашим средњовековним фрескама и рукописима најчешће се приказују аерофони инструменти, којима припадају и све врсте труба, свирала. Налазе се обично на сценама Ругање Христу (разни), Рођење Христово (свирале), Страшни суд (дувачки рог). Свирање у рог приказује се често и у рукописима, нарочито у иницијалима (нпр. Мирослављево јеванђеље), на каменој пластици. Дување у дуге рогове, лучног облика, јаког звука указује на споменуте бојне трубе (Цветковић 1999: 420–422).

за време десетогодишњег заробљеништва у Византији“, даје предност над свим осталим музичким инструментима (Пашћан-Којанов 1956: 78).

Да би поменути подаци дали право тумачење треба се подсетити да су сви типови музичких инструмената зачети још у палеолиту и да је човек музику као начин изражавања користио још од најстаријег доба. Сам људски глас условно се може сматрати првим инструментом, након кога ће људи своју активност (покрет, мимика, плес) пратити ударањем рукама, потом ударањем рукама о одређени предмет и напослетку ударањем предмета о други предмет, развијајући удараљке као музички инструмент. Како је технолошки напредак омогућио овладавање природом, тако су се и музички инструменти усавршавали. Након удараљки, јављају се дувачки инструменти, који су у прво време служили за промену људског гласа, како би се добио звук који је растеривао зле духове, а потом и жичани (Ђуровић 2016: 12, 107; Дојчиновић 2012: 8, 19).

Јужнословенска племена, када су се населила на подручје Балканског полуострва, примила су музичке традиције вероватно оних народа код којих су оне биле развијене. Поред осталих, и од Дарданаца који су живели на подручју данашње Македоније и јужне Србије и свирали у аулосе (упарена обоа) и жичане инструменте (Тројановић 1909: 1–2, 20–30; 2–4, 78–88; Пејовић и сарадници 1998: 32). Основано се претпоставља да су и једноструне гусле биле део илирске културе, који су словенска племена, која су населила њихове територије, асимилујући ово старобалканско становништво, прихватила (Лајић-Михајловић 2006: 130).

И поред могућих утицаја, Словени су задржали карактеристике сопствене музике. Остало је забележено да Словене византијски писци називају „песнољубцима“ (Пашћан-Којанов 1956: 90). Исти став према њиховим песмама исказали су неколико векова касније и Јакуб и Исихија из Антиохије, указујући на то да су пријатне и звучне (Пејовић и сарадници 1998: 34). Према наводу Ерменрика из Ауге, Словени су у IX веку и у Немачкој били познати као свирачи и играчи (*Sclavisaltantis*) уз разне инструменте (Јагић 1876: 56; Пејовић и сарадници 1998: 33). На двору цара Константина Порфирогенита у Цариграду су, према његовом делу *De caeremoniis aulae*, учествовали свирајући дувачке инструменте, како неки аутори сматрају, у паганским светковинама заветовања, стојећи на степеницама (Јагић 1876: 56; Ђурић-Клајн 1962: 531; Пејовић и сарадници 1998: 33).

Словени су у време свог насељавања на Балкан, као што је већ наведено, имали и развијали световну, инструменталну и вокалну музику, али и ону која је по својим обележјима била религиозна. С обзиром на родовско уређење њихове државе, световна музика је живела међу народом и изводила се на језику који је за све Словене био јединствен.⁸

Религија Словена и пратећи ритуали праћени су, пре свега, најглавнијим покретачем – ритмом, а затим игром и песмом. Певало се и играло при приношењу жртава, сахрањивању или спаљивању мртваца, за кишу, жетву ... (Ribnikar 1933: 94). На старину плеса код Словена казује и употреба речи *ѝлинсјан*, која је у готски језик ушла још у IV веку као израз за плесање (Ђурић-Клајн 1971: 9).

8 Павле Ивић наводи да је крајем IX и у списима на прелазу X и XI века започело разграничавање словенских језика (1994: 132).

Под општим словенским термином *іоуслъ* (гусла), односно *іоусли* (гусле), у средњем веку подразумевају се различити жичани инструменти, слични лаути, фидули или китари. Постојала су два основа типа гусала, на једнима се свирало прстима трзањем (попут китаре), на другима превлачењем гудала преко струна (инструменти попут оних познатих као фидула) (Бојанин 2005: 272–273). Као део старе религијске праксе јавља се, по неким ауторима, други тип, јер је гудање имало предност над трзачким свирањем вероватно због шкрипавог звука који је, с једне стране, имао магијску улогу застрашивања и одагнавања злих духова, а са друге успостављање везе са прецима (Ђуровић 2016: 32–33; Чајкановић 1995: 34, 131). Израз „гусле јаворове“ јавља се, иначе, на ширем словенском простору, у песмама код свих словенских народа, што указује на широко распрострањену израду жичаних инструмената од јавора као дрвета везаног за култ мртвих и култ предака (Ђуровић 2016: 31–32; Чајкановић 1973: 8). Сам израз “гудети” је, при томе, означавао звук који долази од струне, без обзира на начин његовог добијања, трзањем или гудењем (Ђуровић 2016: 74–75) што је за последицу имало да поједини аутори појам лире из Симокадиног текста препознају као нама познате гусле. На основу Симокадиног записа, Лајић-Михајловић закључује да су Словени већ у време досељавања на југ имали кордофоне инструменте, али да се не може са сигурношћу тврдити да ли су били гудачки или трзачки. Ако се прихвати чињеница да су творци гудачких инструмената номади Средње Азије, могуће је да су нека јужнословенска племена већ у прадомовини упознала неке њихове „прототипове“ и пренела на простор Балкана двоструне гусле (Лајић-Михајловић 2006: 128–129).⁹ У ширењу гудачких инструмената са Истока на простор Балканског полуострва, потребно је пак констатовати и посредничку улогу Византије (Лајић-Михајловић 2006: 124). Због појаве крстића и резбарија на полеђини таквих “гусала” претпоставља се да су аварског порекла. Потискивање приказа Дабога или Световида на њиховом врху настаје са прихватањем хришћанства (Ђуровић 2016: 83, 88).

Дуго трајање појединих културних елемената указује како на процесе укрштања и преплитања културних утицаја, тако и преношење из једне традиције у другу, уз чување особености својствене појединим народима.¹⁰ Елементи словенске паганске обредне праксе не нестају у периоду покрштавања. Неки од њих (покладне игре, коледа)¹¹ настали су под утицајем римских и хеленских обичаја, док су неке вероватно Словени донели из своје прадомовине (додолске, лазаричке, крстоношке песме и

9 У прилог овом ставу говору и чињеница да су на подручју распрострањености двоструних гусала бројни аварски топоними, што може да укаже на њихову улогу у историјском развоју овог инструмента (Ђуровић 1989: 60).

10 Етнолошка грађа позната из периода 19. и 20. века, поређена са подацима средњовековних извора указује на континуитет одређених културних појава, односно неких њихових елемената (Бојанин 2005: 16).

11 Коледе или коленде, празник који се од почетка средњег века доводи у везу са празновањем Нове године, добио је име од речи *calendae*, која на на латинском језику означава први дан у месецу. Од средњег века празновао се широм Европе (Бојанин 2005: 190).

игре, краљице...). Празновање Русалне (тројичке) недеље (недеља пре Духова) током маја или јуна месеца и русалија, древног обичаја Јужних Словена који прате различити облици понашања (перушавање, ритуална игра, песме), у више временски одвојених понављања током године, добило је кроз време, често опречна тумачења, с обзиром на то да оно што је до нас стигло не носи обележје првобитног празника (Поповић 2006: 476–477). Проистекло је по неким ауторима из касноримске традиције (Miklosich 1864: 16; Жиречек 1978: 290–291), док га други виде као пагански празник везан за рађање природе и празновање пролећа, али и празник мртвих, који су у циљу християнизације, црквене власти забрањивале већ од VII века (Ђурић-Клајн 1971: 10, Бојанин: 203–218).¹² Сачувана пракса тзв. *немој кола* која се до данас сачувала у појединим нашим крајевима прасловенског је порекла као и плес који су Словени изводили уз пјескање руку *рукойлескание* (Ђурић-Клајн 1962: 533).

Поред свог магичног дејства којем је корен у веровању својственом свим примитивним народима, па и Словенима, песма и игра су биле пратилац свакодневног рада, породичних догађаја и свечаности. Каког су музичког карактера биле њихове песме и игре данас није могуће одгонетнути (Ђурић-Клајн 1962: 531).

Рана словенска археологија је недовољно позната, данас су готово непознати археолошки остаци музичких инструмената који су вероватно нестали услед непостојаности материјала од којих су били направљени, односно њиховог пропадања у земљи која их је чувала. Поред тога, оставља се могућност да археологија као наука још увек није почела да препознаје неке предмете (као нпр. прапорце) као музичке инструменте. Податке о музици Словена у VI веку пружају и малобројни археолошки налази, саставни део постојећих музејских археолошких збирки, који представљају основ интердисциплинарних истраживања једне релативно нове дисциплине музичке археологије која спаја сазнања етномузикологије и археологије (Ђуровић 2016: 7–8).

О музичкој прошлости Словена говоре углавном гробни налази, а сами пронађени предмети могу бити и свети и профани. На нашем простору најчешћи су налази прапораца, својеврсних звечки из словенских некропола. Сматра се да су их још Скити донели у Европу, а након њих су их користили Сармати. Да су прапорци били звечке и да су их користила превасходно деца управо указује њихова бројност у дечијим гробовима. (Јовановић 1995: 83, 99). Да су они карактеристични за Словене на ширем подручју сведоче и испитивања звечки Сташикове-Штукковске која је установила њихово постојање на територији данашње Словачке али и шире и то у аварско-словенским гробовима од VII до IX века (1984: 226–229). За прапорце и звонца се сматра да имају култни карактер и да треба да растерају зле духове (Бац 1984: 214). Како су прапорци морали припадати прасловенској култури, припадају и словенској музичкој пракси у VI веку. На локалитету Гарван – Старец код Силистрије, чије некрополе припадају периоду од VI до VIII века, налазе се спаљени лешевци у урнама, што је карактеристика Словена пре примања хришћанства (Ћремошник 1970: 100–101; Жеравица 1985–1986: 161–164; Јанковић 1990: 25, 90, 104–105). Нађени су бронзани прапорци у дечијим гробовима.

12 Да аутори на различит начин виде ову појаву, указује и само тумачење у Лексикону српског средњег века, у коме су се под појмом русалије у средњем веку подразумевала митска бића истог имена, празник мртвих и играчи тј. истеривачи злих демона (Павковић 1999: 170–171).

Прапорци који висе као привесци на оглицама (Нидерле 1956: 204, слика 28, 36) (**Прилог 1**) имају купаст (украшен мотивом крљушти, локалитет Фекетић, Dimitrijević i dr. 1962: 41) или крушкаст облик са једном алком (Оџаци, Mrkobrad 1980: Тб. СХХХХ/2). Могу бити шупљи и изливени, из једног дела или два међусобно састављена (локалитет Бачка Паланка, VIII век, Dimitrijević i dr. 1962: 36, слика 2). У прапорац се стављао каменчић да би звецкао. Овакви прапорци били су у употреби и код Илира, на шта указују налази илирских гробова у Босни (Гарашанин, Ковачевић 1950: 162–163). Звонца у облику привеска, украшена перфорацијом или без украса (бронза), део су инвентара женских гробова аварског локалитета Чик код Бачког Новог Села (Бугарски 2009: 36, 62, 103–104), а нађени су и на локалитетима Фекетић (Mrkobrad 1980: Тб.СХХХVI/8) и Врбас (Mrkobrad 1980: Тб.СХХХVI/3).



Прилог 1) Привесна карика с прапорцима из мошле у Чаркасову код Орше (Нидерле)

Прапорце су користили и аварски шамани. Као шамански реквизити се налазе у гробовима и удараљке од костију са прапорцима. Удараљке су биле шупље, споља лепо резбарене. На дну, где су биле уже, имале су рупицу за коју је причвршћиван прапорац или прапорци. Прапорци су били округлог облика и на врху су имали додатак у облику малог правоугаоника, са рупицом у средини. Може се претпоставити да су кроз ове две рупице биле спајане удараљке са прапорцима (Ковачевић 1977: 197–198, слика 138, **Прилог 2**).



Прилог 2) Шамански реквизити и удараљке од костију са прапорцима

Издајање словенског материјала је тешко јер је на подручју Дунава у периоду од VI до VIII века постојала “тесна и стална симбиоза ... и Авара са Словенима” што доводи до снажне размене добара, при чему су део културног инвентара, оба народа могли бити и предмети византијског порекла. За поједине гробне налазе тешко је рећи да ли припадају аварској или словенској култури (Нидерле 1956: 46–47).

Археолошки налаз из некрополе Alattyán на простору данашње Мађарске – словенска двојна свирала “дипле” израђена од кости (VI–VII век) (Kovrig 1963: Тб. 26, (Прилог 3) 27) са пет рупица), слична је онима код трогласних гајди, за које се претпоставља да су Срби утицали на њихов настанак (Лајић-Михајловић 2003: 25).¹³ Сличне свирале пронађене су на локалитетима у Хрватској (једнострука свирала VII век, ДЕМО 2008: 131, kat. 6.1) и код Укосе, византијске утврде код Сталаћа (Прилог 4). С обзиром на констатовани словенски слој, ова дипла, којој недостаје пар (VI–VII век), израђена од кости, сматра се словенском свиралом. На истом локалитету нађена је керамичка фрула из истог периода, којој недостаје доњи део са рупицама, вероватно првобитно израђен од органског материјала који се није очувао (Рашковић 2011: 7–8; Ђуровић 2016: 134).



Прилог 3) Словенске двојне свирале са некропола Alattyán и Jánoshida у Мађарској (Kovrig Ilona: Das awarenzeitliche Gräberfeld von Alattyán. Budapest, 1963, LXXVI.tábla nyomán)



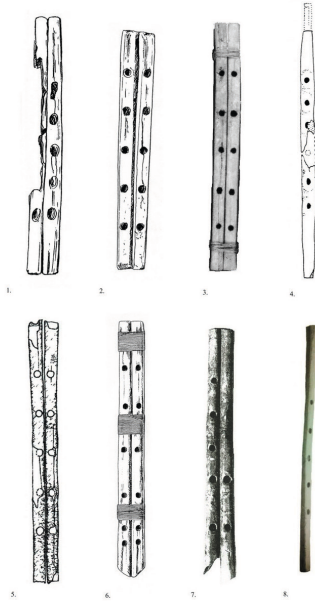
Прилог 4) Свирала, VI-VII век, из Укосе (фрагменти)

13 Ове свирале су препознате као словенске на основу броја рупица 5, колико имају и касније српске и хрватске двојне свирале, док оне мађарске и словачке имају шесту рупицу позади (Лајић-Михајловић 2003: 25).

Из VII века потиче и двојна свирала са локалитета Бело Брдо (Хрватска), израђена од две кости крила, са пет рупица, којој недостају писак и лигатура (Dimitrijević i др. 1962: 108, Тб.ХIII/1; Mrkobrad 1980: 8), слична свирали из већ поменутог Alattyán, али и свиралама са других локалитета на територији данашње Мађарске: Jánoshida, Balatonfizfé - Szalmássy telep, Bonyhad, Felgyö tanya, Nyíregyháza-Oros (Palošija 1960: фиг. 1–5; <http://wmmm.hu/2013-januar/>; Csajághy) (Прилог 3, 5, 6, 7).



Прилој 5) Свирала Nyíregyháza-Oros VII век



Прилој 6) Двојне словенске и аварске свирале од кости
(аварски период) Мађарска, Хрватска, некропола Alattyán
(1,2), Balatonfizfé - Szalmássy telep (3), Bijelo Brdo (4), Bonyhádról
- Hidas téglagyár (5), Felgyö tanya (6), Jánoshida (7), Nyíregyháza-
Oros (8) //wmmm.hu/2013-januar/



Прилој 7) Налаз двојне свирале некропола
Bonyhádról, Мађарска //wmmm.hu/2013-januar/

Као и Словени, Авари су правили свирале од костију. Авари су имали врхунске мајсторе који су их обрађивали резањем и токарењем. Резањем су украшавали музичке инструменте, а токарењем правили унутрашњост фруле, двојнице и рупе на њима (Ковачевић 1977: 183–186, **Прилог 6**, *Bonyhádról*).

Познати примерци су направљани од већих костију барских птица (ждралова), који су слични пастирским завршецима на двојницама. Због тога у науци влада дилема да ли су у питању двојнице или су коштани део гајди. На сликама на којима су објављени изгледи сачуваних примерака ових двојница из *Alattuán* и *Jánoshida* види се следеће стање. У једном случају оне су очуване у целини и са сваке стране имају по пет рупа, отвора. У другом случају са једне стране имају пет, а са друге три отвора, с тим што су два паралелна а трећи није (**Прилог 3**). На трећем примерку, сачувана је у целини само једна половина и на којој се такође види пет отвора, а са друге стране само један. Тако где су могли да буду остали отвори део није сачуван (Ковачевић 1977: 183–186). Сачуване су и са шест отвора, међусобно такође паралелних, али за разлику од претходних, који су били или су њихови творци покушали да буду на равномерним размацима, овде то није био случај (http://www.szentesinfo.hu/szentesielet/2004/27_0709/19.htm, 28. април).

Да су гајде (фрула на коју је додат кожни мех), постојале код Словена пре V–VI века указује заједнички назив „ауде“ за различите инструменте са мешином на широком словенском простору (Ђуровић 2016: 138). Прасловенски је и назив бубањ, сматра се да је цилиндрични бубањ познат на простору Србије још од раног средњег века (Ђуровић 2016: 165–166).

Да закључимо, инструменти словенских народа показују велику сличност, неки од њих (зујаче, клепапа, трубе, свирале са писком, прапорци) припадају заједничком наслеђу целог човечанства. Неке су донели из прапостојбине. Неке од њих су се усавршавали од антике до средњег века, а други су настали у прожимању са другим народима. Поједине музичке инструменте, прихватили су од Грка, Римљана, друге од азијских народа.

Запис Теофилакта Симокате био је повод за интердисциплинарно тумачење елемената који су садржани у њему: временске и етничке одреднице, могућих типова музичких инструмената и начина извођења музике, праћења трагова препознатих инструмената од стране различитих истраживача, довођење у корелацију сазнања историје, етномузикологије, археологије.

ЛИСТА РЕФЕРЕНЦИ

- Badž, E. A. Volis (1988) *Amajlije i talismani*. Beograd: B. Stanić, D. Jović, Z. Milivojević, D. Stanić.
- Бугарски, Иван (2009) *Некрополе из доба антике и раног средњег века на локалитету Чик*: [Cemeteries from antiquity and early middle ages at Čik.] Београд, Бечеј: Археолошки институт, Градски музеј / Bugarski, Ivan (2009) *Nekropole iz doba antike i ranog srednjeg veka na lokalitetu Čik*. Beograd, Bečej: Arheološki institut, Gradski muzej.

ЂОРЂЕ ЂЕКИЋ / МИЛОШ ПАВЛОВИЋ
ТРАГОМ ЗАПИСА ТЕОФИЛАКТА СИМОНАКЕ

- Бојанин, Станоје (2005) *Забаве и светковине у средњовековној Србији: од краја XII до краја XV века*. Београд: Историјски институт, Службени гласник / Bojanin, Stanoje (2005) *Zabave i svetkovine u srednjovekovnoj Srbiji: od kraja XII do kraja XV veka*. Beograd: Istorijski institut, Službeni glasnik.
- Византијски извори за историју народа Југославије (1955) Том I. Обрадили Фрањо Баришић, Мила Рајковић, Бариша Крекић, Лидија Томић, ур. Георгије Острогорски. Београд: Научна књига / *Vizantijski izvori za istoriju naroda Jugoslavije* (1955) Tom I. Obradili Franjo Barišić, Mila Rajković, Bariša Krekić, Lidija Tomić, ur. Georgije Ostrogorski. Beograd: Naučna knjiga.
- Гарашанин, Милутин, Ковачевић, Јован (1950) *Преглед материјалне културе код Јужних Словена*. Београд: Просвета – издавачко предузеће Србије / Garašanin, Milutin, Kovačević, Jovan (1950) *Pregled materijalne kulture kod Južnih Slovena*. Beograd: Prosveta – izdavačko preduzeće Srbije.
- Dimitrijević, Danica, Kovačević, Jovan, Vinski, Zdenko (1962) *Seoba naroda: arheološki nalazi jugoslovenskog Podunavlja*. Zemun: Narodni muzej.
- Demo, Željko (2008) "Alati i pribor, glazbeni instrumenti, oružje i bojna oprema". U: *Imaginarni svijet zagonetnih predmeta od bjelokosti, kosti, i rožina*. Zagreb: Muzej Mimara, 123–146.
- Dojčinović, Uroš (2012) *Gitara na Balkanu: od prvih tragova do 1941*. Beograd: Prosveta.
- Ђурић-Клајн, Стана (1962) "Развој музичких инструмената у Србији". U: *Историјски развој музичке културе у Југославији*. Zagreb: Школска књига, 531–700.
- Ђурић-Клајн, Стана (1971) *Историјски развој музичке културе у Србији*. Београд: Pro musica / Đurić-Klajn, Stana (1971) *Istorijski razvoj muzičke culture u Srbiji*. Beograd: Pro musica.
- Ђуровић, Игор (2016) *Порекло музичких инструмената код Срба: на основу археолошких, историјских, етнографских и друшких података*. Крагујевац: Народни музеј / Đurović, Igor (2016) *Poreklo muzičkih instrumenata kod Srba: na osnovu arheoloških, istorijskih, etnografskih i drugih podataka*. Kragujevac: Narodni muzej.
- Ђеравица, Зденко (1985–1986) "Ranoslovenska nekropola Bagruša u Petoševcima kod Laktaša". *Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu*, n. s., 40–41. Sarajevo, 129–209.
- Живковић, Тибор (2002) *Јужни Словени под византијском влашћу (600–1025)*, прво издање. Београд: Историјски институт, Службени гласник / Živković, Tibor (2002) *Južni Sloveni pod vizantijskom vlašću (600–1025)*, prvo izdanje. Beograd: Istorijski institut, Službeni glasnik.
- Ивић, Павле (1994) „Језик и његов развој до друге половине XII века“. U: *Историја српског народа*. Књ. I, друго издање. Београд: Српска књижевна задруга / Ivić, Pavle (1994) "Jezik i njegov razvoj do druge polovine XII veka". U: *Istorija srpskog naroda*. Knj. I, drugo izdanje. Beograd: Srpska književna zadruga.
- Историја средњега века I* (1969) редакција Удалцов А. Д., Космински Ј. А, Вајнштајн О. Л., прев. М. Марковић и И. Божић. Београд: Научна књига / *Istorija srednjeg veka I* (1969), red. Udalcov, A. D., Kosminski, J. A., Vajnshtajn, O. L., prev. M. Marković i I. Božić. Beograd: Naučna knjiga.
- Јагић, Ватрослав (1876) *Града за словинску народну поезију*. Rad JAZU 37: 33–137.
- Јанковић, Милица и Ђорђе (1990) *Словени у југословенском Подунављу*. Београд: Музеј града Београда / Janković, Milica i Đorđe (1990) *Sloveni u jugoslovenskom Podunavlju*. Beograd: Muzej grada Beograda.
- Јиричек, Константин (1978) *Историја Срба II*. Београд: Словољубве / Jiriček, Konstantin (1978) *Istorija Srba II*. Beograd: Slovoljubve.
- Ковачевић, Јован (1977) *Аварски каџанат*. Београд: Српска књижевна задруга / Kovačević, Jovan (1977) *Avarski kaganat*. Beograd: Srpska književna zadruga.

- Kos, Franz (1902) *Gradivo za zgodovino Slovenec v srenjem veku*, knj. 1, L 501–800. Ljubljana: Leonova družba.
- Kovrig, Ilona (1963) *Das awarenzeitliche Gräberfeld von Alattyán*. Budapest: Akademiai Kiadó.
- Лајић-Михајловић, Данка (2003) "Историјат трогласних гajди у светлу миграција". *Музикологија* 3: 13–25 / Lajić-Mihajlović, Danka (2003) "Istorijat troglasnih gajdi u svetlu migracija". *Muzikologija* 3: 13–25.
- Лајић-Михајловић, Данка (2006) „Порекло гусала у светлу историјата гудачких инструмената“. У: *Историја и мистерија музике*. У част Роксанде Пејовић. Београд: Факултет музичке уметности, 123–134 / Lajić-Mihajlović, Danka (2006) „Poreklo gusala u svetlu istorijata gudačkih instrumenata“. У: *Istorija i misterija muzike*. У част Roksande Pejović. Београд: Fakultet muzičke umetnosti, 123–134.
- Miklosich, Franz (1864) *Die Rusalien: ein Beitrag zur slavischen Mythologie*. Wien: Hof- und Staatsdruckerei.
- Mrkobrad, Dušan (1980) *Arheološki nalazi seobe naroda u Jugoslaviji*. Београд: Savez arehološких друштва Југославије, Музеј града Београда.
- Нидерле, Лубор (1954) *Словенске сјајине*. Нови Сад: Матица српска / Niderle, Lubor (1954) *Slovenske starine*. Novi Sad: Matica srpska.
- Павковић, Ф. Никола (1999) *Дружичало. Лексикон српској средњој веку*. Прир. Сима Ђирковић и Раде Михаљчић. Београд: Knowledge / Pavković, F. Nikola (1999) *Družičalo. Leksikon srpskog srednjeg veka*. Прир. Sima Ćirković i Rade Mihajčić. Београд: Knowledge.
- Palošija, Đurđica (1960) "Ranosrednjevečne panonske dvojne svirale". *Етнoлошки ирепелег* II: 63–83.
- Пашћан Којанов, Светолик (1956) *Историјски развој гудачких инструмената*. Посебна издања, књ. CCLXI. Београд: САНУ / Pašćan Kojanov, Svetolik (1956) *Istorijski razvoj gudačkih instrumenata*. Posebna izdanja, knj. CCLXI. Београд: SANU.
- Pejović, Roksanda (1968) "Još neki podaci o muzici starih Slovena". *Zvuk* 84: 217–220.
- Pejović, Roksanda (1983) *Istorija muzike jugoslovenskih naroda I*. Београд: Zavod za udžbenike i nastavna sredstva.
- Пејовић, Роксанда и сарадници (1998) *Српска музика од насељавања словенских племена на Балканско полуострво до краја XVIII века*. Београд: Универзитет уметности / Pejović, Roksanda i saradnici (1998) *Srpska muzika od naseljavanja slovenskih plemena na Balkansko poluostrvo do kraja XVIII veka*. Београд: Univerzitet umetnosti.
- Pejović, Roksanda (2005) *Muzički instrumenti srednjovekovne Srbije*. Београд: Clio.
- Поповић, В. Александар (2006) "Један византијски запис о празнику русалија код Словена (СНОМАТЕНУС, ЕР. 120)". *Зборник радова Византoлошкој институту LXIII*: 275–281 / Popović, V. Aleksandar (2006) "Један vizantijski zapis o prazniku rusalija kod Slovena (СНОМАТЕНУС, ЕР. 120)". *Zbornik radova Vizantološkog instituta LXIII*: 275–281.
- Рашковић, Душан (2011) *Византија на Мојсињу, Утврђење Укоса у Град Сјалаћу*, Крушевац: Народни музеј / Rašković, Dušan (2011) *Vizantija na Mojsinju, Utvrđenje Ukosa u Grad Stalaću*. Крушевац: Narodni muzej.
- Ribnikar, Stana (1933) „Tragovi svetovne muzike u srpskoj prošlosti“. *Zvuk* 3/III: 94–100.
- Stanojević, Stanoje (1932/33) "Značaj istorije naše muzike". *Zvuk* 8/9: 281–286.
- Stasičkova-Štukovska, Danica (1984) *Neuer Aspekt zu mitteleuropäischen Schellen des 7. – 9. Jahrhunderts, Interaktionen der mitteleuropäischen Slawen ud anderen Ethnika im 6–10 Jahrhundert, Simposium, Nove Vozokany 3–7 oktober 1983, Nitra, 226–229.*

ЂОРЂЕ ЂЕКИЋ / МИЛОШ ПАВЛОВИЋ
ТРАГОМ ЗАПИСА ТЕОФИЛАКТА СИМОКАТЕ

- Тројановић, Сима (1909) *Музички инструменти Српскога Етнографскога музеја: са 5 табла и слика*. Београд: Светлост / Trojanović, Sima (1909) *Muzički instrumenti Srpskoga Etnografskoga muzeja: sa 5 tabli i slika*. Beograd: Svetlost.
- Поровић, Владимир (1989) *Историја Срба I*. Београд: БИГЗ / Ćorović, Vladimir (1989) *Istorija Srba I*. Beograd: BIGZ.
- Frendo, Joseph David C. (1988) "History and Panegyric in the Age of Heraclius: The Literary Background to the Composition of the 'Histories' of Theophylact Simocatta". *Dumbarton Oaks Papers* 42: 143–156.
- Cvetko, Dragotin (1984) *Južni Sloveni u istoriji evropske muzike*. Beograd: NOLIT.
- Цветковић, Марија (1999) „Музички инструменти“. У: *Лексикон српског средњег века*. Прир. Сима Ћирковић и Раде Михаљчић, Београд: Knowledge, 420–423 / Cvetković, Marija (1999) "Muzički instrumenti". U: *Leksikon srpskog srednjeg veka*. Прир. Sima Ćirković i Rade Mihaljčić. Beograd: Knowledge, 420–423.
- Чажкановић, Веселин (1973) *Мит и религија у Срба*. Прир. Војислав Ђурић. Београд: Српска књижевна задруга / Čajkanović, Veselin (1973) *Mit i religija u Srba*. Прир. Vojislav Đurić. Beograd: Srpska književna zadruga.
- Ћремошник, Ирма (1970) "Die Chronologien der aeltesten slavischen Funde in Bosnien und der Herzegovina". *Archaeologia Jugoslavica* 11: 99–103.
- Шишић, Фердо (1928) *Летопис њопа Дукљанина*. Београд: Краљевска академија наука / Šišić, Ferdo (1928) *Letopis pora Dukljanina*. Beograd: Kraljevska akademija nauka.
- Whitby, Michael and Marz Whitby (trans.) (1986) *The History of Theophylact Simocatta: An English Translation with Introduction*. Oxford University Press.
- Csajághy György. Mészözlal az 1200 éves avar síp <http://josamuzeum.hu/regeszet/rolunk/lektur/megszolal-az-1200-eves-avar-sip/>

ЂОРЂЕ ЂЕКИЋ AND МИЛОШ ПАВЛОВИЋ

FOLLOWING THE RECORDS OF THEOPHYLACT SIMOCATTA

(SUMMARY)

The earliest record that testifies to the South Slavic music is the one left by the Byzantine chronicler Theophylact Simocatta in his *History*. It is said that in 592, the emperor Maurice captured three Slavic men near Enaton, who did not have any weapons on them, but had only musical instruments, most probably lyres. Some written sources also mention the horns. Implementing the knowledge obtained through etymological analyses and the extant ethnological practice, as well as archaeological artefacts, it may be said that the Slavs of the said period used jingle bells, flutes and bagpipes. The music, both instrumental and vocal, was common to religious as well as entertainment purposes.

KEY WORD: Slavs, Byzantines, Theophylact Simocatta, lyre, Avar song, battle trumpet, jingle bells, pipes

НАУЧНА КРИТИКА И ПОЛЕМИКА
SCIENTIFIC REVIEWS AND POLEMICS

Драгутин Гостушки

РАЂАЊЕ СРПСКЕ МУЗИЧКЕ КУЛТУРЕ

Поводом тридесет година од премијерног емитовања истоимене серије РТС-а.

Уредник серије: Снежана Николајевић. Редитељ: Петар М. Теслић.

Главни уредник књиге: др Снежана Николајевић.

Стручни редактор: др Катарина Томашевић.

Превод на енглески: Александра Calcutt. Лектор енглеског превода: David Calcutt.

Издавачи: Радио телевизија Србије (Едиција “ТВ полица“, Библиотека “Књига есеја“, четврта књига) – Музиколошко друштво Србије, Београд 2017.

ISBN 978-86-6159-112-1

Године 1987. Школски програм Телевизије Београд, један од најбољих у својој врсти у међународним оквирима онога времена, приказао је циклус емисија под насловом *Рађање српске музичке културе*. Иницијатор тога серијала била је др Снежана Николајевић, музиколог, пијанисткиња-камерни музичар, музичка критичарка, дугогодишња уредница за класичну музику у Телевизији Београд / Радио телевизији Србије, касније професорка на Катедри за музику у медијима на Филолошко-уметничком факултету у Крагујевцу. Израду музиколошког дела сценарија и вођење емисија уредница је поверила др Драгутину Гостушком (1923–1998), еминентном музикологу, композитору и музичком критичару, научном саветнику и директору Музиколошког института Српске академије наука и уметности (1974–1978). Дугогодишњи музички критичар листа *Борба* и недељника *НИН*, Драгутин Гостушки је остварио изврсну сарадњу и с радијским и телевизијским кућама. Волео је рад у медијима и био је тражен као аутор и саговорник кога су красиле ерудиција, јасноћа и чврстина судова, као и ведра лакоћа изражавања.

Замисао уреднице била је да се у овом циклусу прикаже историјски пут српске музике у XIX веку, од првих композиција написаних у оквирима западноевропске технике, па до остварења оних аутора који су дубоко закорачили у наредно, XX столеће, али су и сами потекли из романтизма. Како су научна интересовања Д. Гостушког била примарно везана за општу музиколошку проблематику – за упоредну естетику и теоријске проблеме историје музике и ликовних уметности – велику помоћ добио је од своје младе колегинице, музиколога Катарине Томашевић, тада асистенткиње Музиколошког института САНУ. Стручњак за историју српске музике, она је пружила драгоцену помоћ у погледу истраживања и припреме целокупног изворног материјала који ће Гостушком послужити као репертоар података и упориште за његова тумачења и презентацију. Као стручна музичка сарадница у овај телевизијски пројекат била је укључена и музиколог Милица Гајић, у оно време запослена у Радио Београду, касније и данас библиотекарка на Факултету музичке уметности.

Ово није била прва домаћа телевизијска серија на теме из сфере историје музике. Музичка редакција београдске Телевизије претходно је снимила

запажену серију *Кроз историју српске музике*, као и циклус *Оно доба*, у којем су своја сећања изнели неки од најистакнутијих српских композитора. Серија *Рађање српске музичке културе* дошла је као кулминација у том низу телевизијских пројеката, и до данас је задржала статус телевизијског остварења антологијске вредности.

Циклус *Рађање српске музичке културе* репривно је емитован пре неколико година на РТС-у. Текстови Драгутина Гостушког из овог циклуса објављени су први пут између 1994. и 1996. године, у београдском часопису *Музички шалас*, на иницијативу његове уреднице, музиколога и музичке критичарке Христине Медић. Сада се текстови Гостушког појављују у најпотпунијем виду: додати су делови текста изговорени у емисијама, а који претходно нису штампани; обележени су допунски делови изворног текста који су, због економичности, били изостављени у емисијама; у књизи су, *in margine*, дате упутнице за звучне примере емитоване у серијалу, а које читалац може да послуша на DVD-ју објављеном заједно с књигом; текстови су сада опскрбљени критичким апаратом; књига доноси предговор стручне редакторке др Катарине Томашевић, као и поговор др Снежане Николајевић. На DVD-ју, више него равноправном сегменту овог издања, налазе се све емисије из овог серијала. Књига је у целини преведена на енглески језик, и тај превод представља интегрални део издања које је пред нама.

Књига *Рађање српске музичке културе* компонована је од осам поглавља названих *разговорима*, који одговарају телевизијским емисијама. У првом од тих поглавља – *Пројасић традиције и зраци наде* – Гостушки даје уводне напомене о српској музици у средњем веку, а потом говори о дефинитивном прихватању европског модела у српској култури XIX века, задржавши се на личностима кнеза Милоша Обреновића и Вука Караџића. Главнина садржаја овог, првог поглавља посвећена је Јосифу Шлезингеру, родоначелнику новије српске музике.

У другом поглављу прати се линија музичког развоја међу Србима у Хабзбуршкој монархији/Аустроугарској. Осветљен је животни и музички пут Николе Ђурковића, да би уследио осврт на Милана Миловука, Алојза Калауза и, најподробније, на Корнелија Станковића. Развитак музичке културе у Војводини – делатност Аксентија Максимовића, Мите Топаловића, Исидора Бајића – представљени су у трећем разговору, *С оне стране реке. Сјисак брајске руке*, четврта целина књиге, бави се доприносом чешких музичара у Србији XIX столећа, да би се на крају дуже застало код личности Даворина Јенка, оснивача српске сценске и оркестарске музике.

Пето и шесто штиво – *Човек кога смо чекали* и *Човек кога нећемо заборавити* – осветљавају живот и рад Стевана Мокрањца. Следећи сегмент књиге бави се Јосифом Маринковићем, припадницима тзв. Београдске школе (Станислав Бинички, Божидар Јоксимовић, Петар Крстић, Владимир Р. Ђорђевић), а онда и Петром Стојановићем, композитором с каријером у Бечу, који се вратио у Београд и био професор виолине на Музичкој академији. Најзад, закључно, осмо поглавље, *Пушници Оријент-експреса*, сагледава уметничку, музиколошку и музикографску делатност и остварења Косте Манојловића, Петра Коњовића, Милоја Милојевића и Стевана Христића.

Садржај ове књиге одражава замисао телевизијске уреднице Снежане Николајевић, а онда и самог Драгутина Гостушког, да се гледаоцима пружи најстручнија историја српске музике XIX века, приступачна у потпуности чак и онима који нису музичари. Зато је излагање Драгутина Гостушког готово сасвим ослобођено стручних музичких и музиколошких термина. Није се, дакле, определило за иоле фреквентију употребу стручних израза и за њихово објашњавање и “превођење” у емисијама. Само на једном месту Гостушки кратко каже шта значи израз “a cappella”.

Излагање Д. Гостушког зачињено је духовитим коментарима, личним сећањима и анегдотама. Све то додатно олакшава и освежава праћење ове сторије о рађању и успону српске музике. Гостушки је волео да цитира славни Бифонов (Georges Louis Leclerc de Buffon) говор о стилу.¹ *Човек је стил*; тачност те изреке може се осетити и у вези са самим Гостушким. Супериорно знање и одбацавање сваке помисли о мистификацији струке и знања удружени су с бриљантним стилем и дискретним али сталним размишљањем о одсутном саговорнику. Већ смо назначили да наслов сваког од ових поглавља гласи *Разговор*. То је до краја оправдано садржајем ових емисија. То су заиста преполовљени дијалози, толико се осећа Гостушково помишљање на гледаоца/читаоца, на његове потребе и његов хоризонт. Личност дубоких и разноврсних знања, овај музиколог и критичар поседовао је редак дар, али и потребу да и о најсложенијим појавама и проблемима уметности и естетике говори кристално јасно, непретенциозно и комуникативно. Бирајући такав приступ, он је показивао колико поштује своје гледаоце, слушаоце и читаоце и подстицао је утисак равноправности код њих. Човек дијалога, а не монолога, то је био Драгутин Гостушки.

Замашан посао колационирања сачуваног телевизијског и писаног материјала обавила је стручна редакторка др Катарина Томашевић. Она се уназад много година бави опусом овог аутора, а од ње потиче и његова библиографија.² Њена улога у овом пројекту обухватила је и израду неопходног критичког апарата. У мрежи од шездесет шест напомена дата су објашњења, допуне и корекције појединих тврдњи Д. Гостушког. Истичемо информативност, едукативност, али и одмереност приређивачког поступка. Поштујући типичну “фактуру” Гостушкових написа – он није волео да се у напоменама одвија читав паралелни живот књига и текстова – др Томашевић се ограничила на најбитније податке и напомене, саопштавајући их у ненаметљивој динамици.

Стручној редакторки дугујемо и предговор, под карактеристичним насловом *Човек коме се веровало*. Поред увида у телевизијски ангажман Д. Гостушког и рад на серији *Рађање српске музичке културе*, овај предговор доноси и досад најподробнију верзију његове биографије. Ако се апстрахују општи приручници – енциклопедије, лексикони, биографски лексикон *Ко је ко у Србији* – у којима се, по природи ствари, саопштавају само елементарне реалije, развијенија

1 Та беседа је недавно преведена на српски: Bifon, *Rasprava o stilu – Umeće pisanja*; Ero de Sešel, *U poseti Bifonu*, prevela s francuskog Olgica Stefanović, “Gradac”, Čačak 2017.

2 Уп. *Музикологија*, Београд 2010, бр. 10, 215–222.

биографија овог научника и уметника први пут је објављена тек 2010. године, у свесци часописа *Музикологија* посвећеној шездесетогодишњици Музиколошког института.³

Поговор Снежане Николајевић, *Историја српске музике у телевизијском издању*, доноси податке о обради материје историје музике у програмима Телевизије Београд, као и анализу серије *Рађање српске музичке културе*, слику ангажмана свих протагониста у њеном настајању, од редитеља, преко “приповедача”, сарадника на сценарију, до сценографа.

Изузетну вредност ове телевизијске серије представља чињеница да су за њене потребе по први пут снимљене и емитоване бројне композиције српске музике. Преимућства такве врсте у нашој средини сасвим су ретка, и можемо бити презадовољни што DVD доноси те снимке. Поједине од тих композиција до данас нису поново снимане. Репертоар звучних записа обухвата дела од Кир Стефана Србина, Јосифа Шлезингера, Николе Ђурковића, Алојза Калауза, Корнелија Станковића, Аксентија Максимовића, Јована Пачуа, Исидора Бајића, Роберта Толингера, Гвида Хавласа, Драгутина Чижека, до Даворина Јенка, Стевана Мокрањца, Јосифа Маринковића, Станислава Биничког, Петра Крстића, Петра Стојановића, Косте Манојловића, Петра Коњовића, Милоја Милојевића и Стевана Христића. Телевизија Београд била је ангажовала велики број музичара за извођење и снимање дела наведених аутора у овој серији: десеторо вокалних и петоро инструменталних солиста, три хорска ансамбла, три оркестра, један ансамбл за стару музику, камерне и друге саставе. Међу извођачима налазимо: пијанисткињу Невену Поповић, сопрана Олгу Ђокић и мецосопрана Александру Ивановић; пијанисте Душана Трбојевића и Александра Вујића; појца Павла Аксентијевића и ансамбл “Ренесанс”; Ансамбл “Коло”; Хор “Београдски мадригалисти”; Хор “Јосиф Маринковић” из Зрењанина; Хор Радио телевизије Београд; Репрезентативни оркестар Гарде; Симфонијски оркестар Радио телевизије Београд и Симфонијски оркестар Факултета музичке уметности; диригенте: Душана Миладиновића, Слободана Бурсаћа, Младена Јагушта, Ванча Чавдарског, Станка Шепића. Само два снимка потичу из архива РТС-а, све остало је наручено и снимљено за потребе серије *Рађање српске музичке културе*.

Узоран енглески превод Александре Калкут, у чијем је настанку као лектор учествовао Дејвид Калкут, обезбедиће овој књизи задовољног иностраног читаоца. Посебно треба истаћи да емисије на DVD-ју прати енглески титл, што ће гледаоцима изван Србије омогућити да интегрално упознају сваку од емисија.

Књига *Рађање српске музичке културе* дело је иза којег стоји како њен аутор, тако и пасионирани сусрет стручњака у области музикологије и телевизијског медија. Окупљени на заједничком послу који није схваћен као задатак, већ очито као извор инспирације, приређивачи и издавачи ове књиге одали су поштовање Драгутину Гостушком, изузетној личности српске културе друге половине XX века, а читаоцима и гледаоцима пружили несвакидашње задовољство. Ово је пре свега књига за читање и уживање, али и књига из које ће моћи да се учи. Језгровита, усмерена на најзначајније личности, податке и музичка остварења,

3 Исто, 211–213, на енглеском: 213–215 (ауторка биографије К. Томашевић).

она ће послужити и као приручник свима који се занимају за историју српске музике, од наставника и ученика средњих школа, до студената музичких академија и истраживача с подручја хуманистичких наука.

Истичемо, још једном, значај DVD-ја који није тек “праатећа” компонента овог издања. Засебна, у другом медијуму приказана “стварност” књиге, DVD омогућава да се у аудиовизуелном смислу доживи сама књига, а гледаоцима да се сусретну и с нивоом телевизијске обраде музиколошке материје који се данас, упркос неупоредиво развијенијој технологији, чини готово недостижним. Ниво аспирације и креативност нису нужно у управној сразмери с техничком супериорношћу.

У новије и најновије време српски музиколози и етномузиколози све више објављују своје научне студије на енглеском језику, и у земљи и у иностранству. Свакако, тиме је појачана “видљивост” наше науке на међународној цени. Међутим, занемарљив је број књига о историји српске музике на енглеском, као и на другим, најраспрострањенијим језицима. У светлости те чињенице књига и DVD *Рађање српске музичке културе* Драгутина Гостушког још више добијају на значају. У њима су сабрани најважнији подаци о српској музици XIX и раног XX века, изложени су тако да ће их и неприпремљен инострани читалац/гледалац с лакоћом пратити и усвојити. Тиме ово издање иде у сусрет још једном важном циљу, а то је да се изван Србије чује обимнија, зналачка и упечатљива реч о развојном путу српске музичке културе о којој се у светској музикологији веома мало зна.

Александар Васић

КАТАРИНА ТОМАШЕВИЋ (УР.)

ДАВОРИН ЈЕНКО (1835–1914) ПРИЛОЗИ ЗА КУЛТУРУ СЕЋАЊА/

ПРИСПЕВКИ ЗА КУЛТУРО СПОМИНА

Музиколошки институт САНУ,
Национални савет словеначке националне мањине у РС, Београд 2016.
ISBN 978-86-80639-27-7

Зборник радова који је пред нама представља нови допринос очувању сећања на Даворина Јенка (1835–1914), композитора и диригента, великог посленика словеначке и српске музичке и културне историје. Ово (су)издање Музиколошког института САНУ и Националног савета словеначке националне мањине у РС пригодно је заокружење низа манифестација којима су, током 2014. и 2015. године, обележене 180-годишњица рођења и 100-годишњица смрти знаменитог уметника. Једна од свечаности био је и научни скуп *Даворин Јенко – Прилози за културу сећања*, у организацији Музиколошког института САНУ и Националног савета словеначке националне мањине у РС, а реферати изложени на скупу проширени су у научне студије, објављене у Зборнику. Интердисциплинарни карактер Зборника, као и чињеница да је основни садржај свих ауторских текстова приказан на три језика (српски, словеначки, енглески) представљају по себи изузетан значај. Отворена је могућност да најновија тумачења Јенковог дела буду доступна српској и словеначкој, али и широј јавности.

Зборник садржи *Реч уредника*, осам студија, два пригодна текста у одељку *Одјаци у штићамји – Поводом стоојгодишњице смрти Даворина Јенка*, као и посебан *Прилој. Архивска сведочанства – из збирке Музиколошкој инстиииуиша САНУ*. У оквиру уводног текста, уредница др Катарина Томашевић изнела је детаљан преглед многобројних свечаности одржаних поводом годишњица од рођења и смрти Даворина Јенка. Приказавши у главним цртама садржај поменутог интердисциплинарног научног скупа, уредница је уједно најавила и основну концепцију Зборника, који, сходно пољима истраживања појединачних аутора, одликује широки спектар тема из области историје музике, граничне области између историје музике и историје театра, компаративних музичко-књижевних истраживања, студија културе, етнологије и теорије музике.

С обзиром на разноврсност одабраних тема, као и методолошких приступа писању, уочљива је диференцијација између студија у којима је Јенков допринос српској и словеначкој музичкој култури сагледан у оквирима ширег друштвено-историјског и културно-политичког контекста, те радова прегледног типа или студија с фокусом на појединим аспектима одабраних дела из композиторовог опуса. У том смислу, студија Соње Маринковић *Раг Даворина Јенка у свејму развоја музике у Србији и Европи*, попут својеврсног ширег увода, пружа преглед

развојних процеса у српској музици друге половине 19. века, с посебним акцентом на питањима периодизације и стилских одређења. Као поуздан ослонац, сажето је приказан књижевноисторијски преглед динамичног низања и преплитања стилских тенденција у српској књижевности у периоду „дугог XIX века“, почев од сентиментализма и предромантизма, до бидермајера, националног романтизма и бидермајерског реализма. Са ослоном на аргументацију Милорада Павића о карактеристикама предромантизма у књижевности, ауторка је указала на потребу увођења исте одреднице у оквирима музиколошких сагледавања историјских токова српске музике 19. века. У циљу осветљавања предромантичарске Јенкове позиције, коју одликује национална оријентација и интересовање за музички фолклор, приказани су основни подаци из композиторове биографије, посебно ангажовање у Београдском певачком друштву и сарадња с Корнелијем Станковићем. Са друге стране, истакнута је Јенкова стилска еволуција ка романтизму, у инструменталним и музичко-сценским делима.

Студија Јернеја Вајса *Најреј!* – *прва словеначка национална химна Даворина Јенка (Forward! – the first Slovenian national anthem by Davorin Jenko)* доноси драгоцен приказ историјата песме компоноване према стиховима Симона Јенка, која је убрзо по настанку постала симбол словеначке нације, а по завршетку Првог светског рата и део химне Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца. Настанак ове родољубиве песме, „буднице“, приказан је у контексту говора о Јенковом диригентском ангажману у тек формираном Словеначком певачком друштву у Бечу, и о активностима шездесетих година XIX века, с акцентом на неговању пансловенске идеје. Уз напомену да је одмах по настанку стекла изузетну популарност, коментарисан је одјек песме у различитим срединама, посебно и чињеница да је ово била прва словеначка песма преведена на енглески језик. Осим поређења с *Марсељезом*, упечатљиво је компаративно сагледавање садржаја песме *Најреј* и *Зравице* Франца Прешерна – првог поличитког, милитантног позива у борбу и другог пацифистичког поздрава слободи и мирној коегзистенцији нација. Наглашавајући контроверзе у вези с текстом Симона Јенка, Вајс износи драгоцене податке о историјату рецепције песме *Најреј*, све до деведесетих година XX века. Коначно, чини се веома корисним ауторов позив на тумачење основног садржаја песме искључиво у духу времена у којем је песма настала, односно на игнорисање оптерећујућих идеја о национализму које, нарочито у нашем времену, имплицирају сасвим другачија значења.

Интердисциплинарни спектар тема у Зборнику добио је драгоцену проширење у студији *Мајирање културне историје и њамћења: београдске године Даворина Јенка и Веле Нигринове*, из пера етнологa Младене Прелић. Цртице из биографије композитора и његове животне сапутнице овде су инкорпорирани у приказ динамичног развоја урбане београдске средине и процвата националне културе у Србији друге половине XIX века. Уз осврт на упечатљиве импресије страних путописаца, Београд у који долазе Јенко и Вела Нигринова представљен је као град у транзицији, специфични конгломерат старог и новог, с посебним акцентом на феномену интензивних демографских промена. Уметничке и друштвене активности Јенка и Нигринове коментарисане су у складу са запажањем о концентрацији нације у настајању и грађанске класе

у развоју на театар као на „епицентар културних процеса“. Ванредно велика улога Народног позоришта у културном животу Београда, у сфери закаснелог романтизма шездесетих и седамдесетих година, приказана је, при том, у светлу успореног развоја у односу на западне узоре. У оцени Јенковог стила, наглашен је уметников допринос креирању патриотског духа нације, пре свега кроз музички удео у тада популарним, посрбљеним комадима с певањем. При томе, препознато је Јенково досезање аутореферентне традиције и остваривање уметничке индивидуалности у овим оквирима. Са друге стране, подаци из приватне и професионалне биографије словеначке глумице која је у Београду наследила славу Милке Гргурове одабрани су с пуном пажњом, а у циљу јасног позиционирања улоге Нигринове у српској културној историји и историји позоришта у XIX веку. Уз истицање комплексности идентитета, и у овој студији је наглашено да су Јенко и Нигринова у Србији били обележени као „наши странци“, с нагласком на њиховим вишеструко плодноним ангажовањима у областима уметности са снажном националном конотацијом. У засебном одељку текста, ауторка је сабрала податке о признањима која су овим уметницима, за живота или постхумно, додељена.

Оригиналан допринос у оквирима тумачења рецепције Јенковог дела дала је Маријана Кокановић Марковић у студији *Даворин Јенко на сцени Српској народној џозоришћу у Новом Саду (1861–1914): рецепција комада с њевањем 'Сеоска лола'*. Овај посрбљени комад мађарског аутора Еде Тода овде је представљен као важно сведочанство о мађарско-српским позоришним везама. Детаљни опис одјека вршачке премијере, као и осталих извођења у новосадском позоришту, резултат је темељног увида ауторке у примарне и секундарне изворе, попут нотних издања и периодичне штампе. О пријему Јенковог дела писано је и с обзиром на оцену критике из пера угледних српских писаца, композиторових савременика, Лазе Костића и Милана Савића. Осим што је осветлила питања пријема комада *Сеоска лола*, ауторка овог текста је дала и шири поглед на репертоарску политику Српског народног позоришта, у контексту друштвено-политичких прилика у другој половини 19. и почетком XX века, с посебним освртом на политичке тежње управе позоришта и подстицаје за стварање репертоара у служби националних интереса. Као драгоцен прилог, сачињени су табеларни прикази са хронолошким пописом домаћих и иностраних комада с музиком на репертоару Српског народног позоришта у Новом Саду и Народног позоришта у Београду, који ће умногоме олакшати путеве будућих истраживања.

Насупрот радова с нагласком на широј културолошкој контекстуализацији Јенковог дела, у студији *Аналистички ослонци у ироучавању ојуса Даворина Јенка* фокус је на аспектима аналитичког приступа у тумачењима уметникове стваралачке поетике, односно композиторског језика. Као аналитички узорак, ауторка ове студије, Аница Сабо, одабрала је концертну увертуру *Милан*. С ослонцем на теоријским становиштима угледног српског композитора, теоретичара и музичког писца Берислава Поповића, тумачење целине музичког тока одабраног Јенковог дела спроведено је с обзиром на оквире и карактеристике хармонског језика, тематског садржаја и форме. Уз детаљан графички приказ минуциозно спроведене анализе мотивског, хармонског

и формалног садржаја, представљено је становиште ауторке о симетричној концепцији једноставачног циклуса, с принципима обликовања сонатне форме.

Књижевне теме у композицијама Даворина Јенка биле су предмет студије Маје Ђукановић. Након осврта на основне биографске податке, посебно оне о комплексним културним контекстима који су утицали на формирање Јенковог опуса, уопштено су коментарисана композиторова дела на стихове српских и словеначких књижевника. Истакнут је пример прве збирке Јенкових композиција на стихове Прешерна, Вилхара, Левстика, Цегнара и Томана, са неизбежним споменом познате буднице *Најреј*, на стихове Симона Јенка. С друге стране, апострофирана је Јенкова сарадња са Ђуром Јакшићем и Јанком Веселиновићем, као и инспирација делима Бранка Радичевића, Косте Трифковића, те компоновање чувене песме *Боже љравде*, будуће српске химне, на стихове Јована Ђорђевића. Наглашено је да је, као активни композитор позоришне музике, Јенко писао и на текстове Шекспира, Бомаршеа, Гетеа, Игоа, Верна и Шилера. У завршним пасусима студије дошло је и до својеврсног напуштања основне теме рада, коментарисањем стваралаштва и других композитора словеначког порекла у Србији, у периоду друге половине 20., па и почетком 21. века.

Посебан спомен на Јенково дело представљају две студије из пера уреднице Зборника: *Даворин Јенко и Стеван Св. Мокрањец. Биографски фрагменти. Прилој култури сећања и Како је о Даворину Јенку писао Драјојин Цвейко. Прилој ироучавању словеначко-српских музиколошких веза у доба ФНРЈ*. Наизглед помало неуобичајена, структура првог текста – у фрагментима – упечатљиво истиче кључне додирне тачке на путевима делатности двојице великана музичке уметности и амбасадора српске музичке културе. Хронолошким одабиром и паралелном поставком „слика“ из Мокрањчеве и Јенкове биографије, Катарина Томашевић је приказала доприносе уметника у процесима узрастања српске музике до професионалних оквира. Коментарисани су први контакти двојице музичара и сарадња у Београдском певачком друштву, те њихова ангажовања око културно-уметничких дешавања под кровом Народног позоришта у Београду. У контекстима говора о Јенковој тежњи ка неговању панславистичке идеје на једној, и „пројекту конструисања националног идентитета српске музике на етничкој основи“ на другој страни, с особитом пажњом је размотрена деликатна Јенкова позиција у историји словеначке, српске и југословенске музике. У посебном одељку ове студије забележени су и подаци о многобројним пригодним манифестацијама и издањима објављеним поводом обележавања 100-годишњице Мокрањчеве и Јенкове смрти 2014. године („Нишке хорске свечаности“, „Мокрањчеви дани“, концерти, циклуси јавних предавања, научне трибине, свечане академије, изложбе, телевизијски серијал, дискографска издања, монографије, бројеви водећих домаћих научних часописа из области музикологије и етномузикологије).

Засебном студијом Катарина Томашевић је саопштила драгоцене податке о процесима рада на првој монографији о угледном композитору, коју је, на подстрек Петра Коњовића, половином XX века сачинио зачетник словеначке музикологије. У овој причи о настанку познате монографије, која до данас представља темељ свих музиколошких тумачења Јенковог дела, вешто су

компримована кључна питања о различитим аспектима и изазовима Цветковог рада. Уз ослонац на одабране детаље из преписке двојице блиских пријатеља и сарадника, коментарисан је нарочито Цветков сараднички однос с Коњовићем, као директором, те са Стојаном Лазаревићем и Станом Ђурић-Клајн, сарадницима Музиколошког института САН, као и с историчарем Миховилом Томандлом. Цветкови напори, усмерени ка компаративном сагледавању друштвено-историјских, политичких, културних и уметничких токова словеначке и српске музике на прелазу векова, вредновани су овде као први конкретни резултат словеначко-српских веза у периоду ФНР Југославије, али и као зачетак до данас одржане плодне и успешне сарадње музиколога из Словеније и Србије. Као својеврсно заокружење средишњег дела Зборника, ова студија би се могла читати и као позив на преиспитивање савремених доприноса разумевању Јенковог стваралаштва – у односу на почетне напоре на путу настанка узорне монографије, али и у ширем смислу, у рефлексији о значају професионалних, сарадничких односа зарад достизања заједничких циљева.

У сегменту Зборника *Одјеци у шийамји* представљени су и текстови који су, поводом стогодишњице Јенкове смрти, током 2014. године били објављени у водећим издањима *Полијике*. У тексту Катарине Томашевић *Даворин Јенко (1835–1914): 'Наш знаменији сѝранац'*. Сећање на композитора српске химне 'Боже ѝправе', ѝводом *сѝододишњице смрти*, као и у прилогу Иване Весић *Даворин Јенко (1835–1914): фрајменији из живоија ѝознајој композитора*, прегледно су сагледани кључни Јенкови доприноси српској и словеначкој култури романтичарског доба, с акцентима на његовој активности као творца двеју химни, као капелника Народног позоришта и сапутника у Србији прослављене глумице словеначког порекла, Веле Нигринове.

Као позив на будућа проучавања, али пре свега и извођења музике Даворина Јенка, у прилогу *Архивска сведочансѝва* објављен је композиторов тестамент, као и сегменти из збирке партитура и докумената сачуваних у архиву Музиколошког института САНУ (збирка клавијских композиција *Slovenske narodni pesmi, Зујѝе сѝруне, Уверѝира Косово, Уверѝира Милан*, песма из комада *Сеоска лолла*, песме из комада *Ђидо*, у клавијским изводима). Атрактивности Зборника доприноси и техничка опремљеност – стручно осмишљени дизајн и богате илустрације.

Верујемо да ће, овде сабрани, резултати новијих истраживања о животу и делу Даворина Јенка бити препознати као вредно и корисно штиво, не само у српским и словеначким музиколошким круговима, него и међу широм читалачком публиком. С обзиром на тумачења историчара, према којима се култура сећања заснива на различитим облицима односа према прошлости, док се управо из перспективе нашег односа према прошлости једино и може говорити о минулим епохама, овај Зборник несумњиво представља драгоцен прилог, као збир сведочанстава о многоструким вредностима Јенковог дела.

Најаша Марјановић

VJERA KATALINIĆ (ED.)

MUSIC MIGRATIONS IN THE EARLY MODERN AGE: PEOPLE,
MARKETS, PATTERNS AND STYLES / GLAZBENE MIGRACIJE U RANO
MODERNO DOBA: LJUDI, TRŽIŠTA, OBRASCI I STILOVI

Muzikološki zbornici br. 18, Hrvatsko muzikološko društvo, Zagreb, 2016.

ISBN 978-953-6090-55-6

Зборник радова под називом *Music Migrations in the Early Modern Age: People, Markets, Patterns and Styles / Glazbene migracije u rano moderno doba: ljudi, tržišta, obrasci i stilovi* уредила је музиколошкиња Вјера Каталинић, а објављен је у издању Хрватског музиколошког друштва у Загребу 2016. године. Зборник садржи седамнаест студија, а проистекао је из истоименог међународног музиколошког скупа, одржаног у Загребу (ХАЗУ, 13–14. октобра 2014.), другог од укупно три скупа која су организована у оквиру рада на пројекту *Music Migration in the Early Modern Age: The Meeting of the European East, West and South*. Пројекат је финансиран од стране европског научног оквира “Humanities in the European Research Area – HERA” (од 1. септембра 2013. до 31. августа 2016), а окупио је научнике из Хрватске, Немачке, Пољске и Словеније. Први резултати истраживања представљени су на скупу у Мајнцу *Music Migration: From Source Research to Cultural Studies* (Johannes Gutenberg-Universität, Mainz, 24–25. априла 2014), након чега је објављен и зборник радова под насловом *Musicians’ Mobilities and Music Migrations in Early Modern Europe. Biographical Patterns and Cultural Exchanges*.¹ Последњи симпозијум *Music Migration in the Early Modern Age: Centres and Peripheries – People, Works, Styles, Paths of Dissemination and Influence* одржан је у Варшави (University of Warsaw – Institute of Art, Polish Academy of Sciences, 6–7. маја 2016), а истоимени зборник радова објављен је исте године.²

Импулси који су подстакли миграције музичара (композитора, извођача, наставника музике, градитеља инструмената), током 17. и 18. века, често су били економске природе. Музичко тржиште најчешће је пружало могућности запослења у цркви, граду, племићким дворovima или позориштима, али су

1 Musicians’ Mobilities and Music Migrations in Early Modern Europe. Biographical Patterns and Cultural Exchanges, Gesa zur Nieden, Berthold Over (eds.), Mainz Historical Cultural Sciences (Book 33), Transcript-Verlag, Mainz 2017.

2 Music Migration in the Early Modern Age: Centres and Peripheries – People, Works, Styles, Paths of Dissemination and Influence, Jolanta Guzy-Pasiak, Aneta Markuszewska (eds.), Liber Pro Arte, Warsaw 2016.

поменута поља неретко била испреплетена. Тако су на пример црквени или дворски музичари проналазили додатни извор прихода као приватни наставници или као извођачи у позоришном оркестру. У студијама сабраним у зборнику, отворен је низ узбудљивих питања која гравитирају око феномена музичких миграција, као на пример: како су се музичари представљали у новој средини и како су изгледали њихови уговори са послодавцима и да ли је било разлике у односу на домаће музичаре? Да ли су били позивани или су сами налазили путеве за ново намештење/службу? Уколико је разлог емиграције било школовање, где су се образовали и да ли су се по завршетку школовања враћали у родну земљу? У којој мери су усвајали и даље ширили нове форме, стилове и технике компоновања и томе слично.

У *Прегјовору* уредница Вјера Каталинић указује на концепцију зборника, истичући три тематске целине (I *People*; II *Markets*; III *Patterns and Styles*; IV *Toward New Type of Migrations*) које се односе на различите типове „глазбене мобилности: студијских путовања, гостовања, дугорочних миграција, или пак цјеложивотног лутања као начина егзистенције“. Након *Прегјовора*, следи историографски и антрополошки артикулисана студија Д. Фабриса (Dinko Fabris, Naples) *Travellers and Migrants: Musician around Europe in the Early Modern Age*, која има функцију уводног „широко постављеног прегледа“. Фабрис посебно анализира феномен дијаспоре напуљских музичара (композитори, певачи и инструменталисти) широм Европе, од краја 17. до почетка 19. века, који су у потрази за запослењем напустили Напуљ, што је довело до стварања „импресивне дијаспоре“, као и „мита о напуљској школи“.

У првом тематском блоку обједињено је пет радова у којима су приказани појединачни примери музичких миграната и одређених градова као миграционих жаришта – места сусрета и размена. Студија Л. Чоралић и М. Катужић (Lovorka Čoralić, Maja Katušić, Zagreb) *Migrations and Permeations between Two Shores of the Adriatic: The Examples of Zadar, Kotor and Venice in the 17th and 18th Centuries* посвећена је истраживању миграција између две јадранске обале на примеру Задра и Котора, као „средишта млетачке управе јужно од Дубровника“, као и Венеције у 17. и 18. веку. Интензивне обостране миграције биле су условљене политичким и друштвеним догађајима, а пре свега млетачко-османским ратним сукобима. У раду *Cristoforo Ivanovich – A Seventeenth-Century Dalmatian Migrant in Serenissima, Revisited*, Станислав Туксар (Stanislav Tuksar, Zagreb) осветљава непознате појединости из живота и стваралаштва Кристофора Ивановића (Kristofor Ivanović, 1628–1689), либретисте, позоришног и политичког хроничара. Питање његовог мигрантског статуса разматра се првенствено у текстовима његових либрета, а доноси се и подаци о Ивановићу као првом хроничару првих педесет година венецијанске опере, као и о његовој епистолярној делатности (теорија музичке драме; критичке напомене о ондашњој венецијанској оперској пракси). У студији *Early Modern Musicians across Europe: A Close Look at Munich in the 18th Century* на примеру двора Вителсбах (Wittelsbach) у Минхену, Брита Кеглер (Britta Kägler, Munich) анализира ондашње „европско тржиште музичких делатности“ у настојању да установи бројчани однос страних музичара (инструменталиста и певача), који су углавном били Италијани, и

немачких музичара. Иако двореове у разматраном периоду тумачи као „места живописних преокрета и непрекидне размене“, ауторка истиче да су локални музичари успевали да оснују и „породичне династије музичара“, као на пример породице Кренер и Пец (Krönner, Petz) у 18. веку. Испитује се и колико су страни музичари успевали да неког од чланова своје породице запосле на двору или је таква могућност ипак била резервисана само за музичаре локланог порекла. У раду *The Town of Hvar as the Meeting Point of Musicians in the 17th and 18th Centuries* М. Милошевић (Маја Милошевић, Zagreb / Split) пружа увид у музички живот града Хвара у разматраном периоду, у којем су континуитет, пре свега, црквеног музицирања одржавали катедрални музичари попут Томаза Чекинија (Tomaso Cecchini, 1580–1644) из Вероне и Јулија Бајамонтија (Julije [Giulio] Bajamonti) из Сплита, које узима за парадигматичне примере „музичких миграната“. Указано је и на праксу јавног и приватног музицирања, а посебно је истакнут значај оснивања Хварског позоришта 1612. године. Последњи прилог у овом тематском блоку Михаеле Кручаи (Michaela Krucsay, Innsbruck) *On the Road with Anna Bon di Venezia and Her Family of "Operisten" – New Findings in Biographical Research on a Travelling Female Musician's Career* посвећен је оперској трупи породице Бон, која је путовала и до најудаљенијих делова Европе, да би од 1762. године добила намештење на двору кнеза Николауса Естерхазија (Nikolaus Esterházy). Посебну пажњу ауторка посвећује Ани Бон.

Други тематски одељак *Markets* обједињује радове у којима су у фокусу истраживања „мјеста важна за тржиште (глазбеничког) рада“. Б. П. Јарминска (Barbara Przybyszewska-Jarmińska, Warsaw) у студији *El Dorado or Exile? The Gains and Losses of Italian Musicians Active at the Courts of Polish Kings in the 17th Century* разматра деловање италијанских музичара на дворовима пољских краљева у 17. веку, који су долазили у Пољску из различитих мотива. И док су неки очекивали боље могућности за успех и зараду, други су долазили по наредби њихових италијанских мецена, а посебно поглавара Римокатоличке цркве. Бертолд Овер (Berthold Over, Mainz) у студији *Employee Turnover in Hofkapellen of the Wittelsbach Dynasty: Types of and Reasons for (Impeded) Migrations (1715–1725)* пише о дворским капелама династије Вителсбах у првим деценијама 18. века. Будући да су нудиле доживотно запослење, дворске капеле биле су атрактивна места запослења и привлачне и за музичаре који су долазили из других средина. Аутор посебно указује на разлоге који су отежавали миграције, будући да су страни музичари имали слабије шансе за сталну службу. У фокусу разматрања В. Каталинић (Vjera Katalinić, Zagreb), у студији *A Migrant Virtuoso on the Market: The Case of Ivan Jarnović / Giovanni Giornovich (1744–1804)*, је узбудљива каријера виолинисте и композитора Ивана Јарновића. Пратећи његову „велику турнеју“, од Париза, преко Франкфурта, Варшаве, Лондона, Берлина, Петрограда и других градова, ауторка представља неке аспекте „луталачког живота“ у другој половини 18. века. Јарновићева одредишта, као путујућег виртуоза, углавном су биле аристократске резиденције и богати градови. Указано је и на који је начин Јарновић привлачио публику на концерте, како музичким, тако и другим средствима, те како је успевао да се одржи на тадашњем музичком тржишту, односно којим се рекламним средствима користио сам, а којима новине у којима су оглашавни његови наступи.

Следећи прилог А. Ж. Витковске (Alina Żórawska-Witkowska, Warsaw) посвећен је музичком животу Варшаве у XVIII веку *Eighteenth-Century Warsaw as a Musical Centre between Western and Eastern Europe: 1734–1794* у светлу руско-пољских веза. Ауторка истиче Варшаву, као и Петроград, као “атрактивна тржишта рада” за уметнике који су у том периоду крстарили Европом. На путу ка финансијски привлачној Русији, бројни, превасходно италијански уметници, одмориште су нашли у Варшави, што се одразило на културни живот града. Ауторка указује на имена 50 композитора (нпр. Giovanni Alberto Ristori, Giovanni Paisiello, Domenico Cimarosa, Vincente Martin y Soler), инструменталиста (Ivan Jarnović, Gaetano Pugnani, Giovanni Battista Viotti, Anton Stadler), певача (Catarina Bonafini, Luiza Todi) плесача и глумаца, који су у периоду између 1731. и 1794, након деловања у Варшави, наставили пут ка Петрограду, а на повратку се опет обрели у Варшави. Катарина Трчек Марушић (Katarina Trček Marušič, Ljubljana) истражује традицију градње оргуља на подручју данашње Словеније, која датира од прве половине XVII века, с посебним фокусом на оргуљашку радионицу Маркуса Гебла (Marcus Göbl) из Љубљане (*The Tradition of Göbl's Organ Workshop*). Геза цур Ниден (Gesa zur Nieden, Mainz) даје увид у музички живот Гликштата у 17. и 18. веку, града који је 1617. основао Кристијан IV, краљ Данске и Норвешке (*Fortuna: The Musical Life of Glückstadt in the 17th and 18th Century*). С обзиром на то да је данска круна грађанима нудила верску слободу и пореске олакшице, у граду су се настанили португалски сефардски Јевреји, шпански трговци, холандски морепловци, а нешто касније и реформисани хришћани из Хесена, Француске и Енглеске. Градски већници су подстицали трансрегионално музичко стваралаштво, а у неким композицијама штампаним у Гликштату очитују се и француски, италијански и доњенемачки утицаји.

У трећем тематском кругу *Patterns and Styles* анализирани су различити трансфери, утицаји и имплементације музичког материјала и композиторских стилова, како световним, тако и црквеним каналима, који су се у новој средини стопили с локалним музичким животом. Хана Бреко Кустура (Hana Breko Kustura, Zagreb) у раду *Sources of “Cantus fractus” from Dalmatia: Examples of the Transfer, Adoption and Changes of Italian Core Repertory in the 18th Century* истиче да су извори за музику “cantus fractusa” у Далмацији спорадично истраживани почев од 1984. године. У својој студији она представља најрепрезентативније примере тих напева из далматинских рукописних кодекса, истичући да су резултати компаративних истраживања овог репертоара указали на сличност „далматинских репертоара с њиховим талијанским панданима“, али истовремено указујући и на њихове посебности. Анета Маркушевска (Aneta Markuszewska, Warsaw) разматра лик средњовековне царице Аделаиде у операма компонованим у периоду од 1672. до 1744. године (*Queen of Italy, Mother of the Kings or Adelaide on Opera Stages: A Case Study of Adelaide (Roma 1723) Dedicated to Maria Clementina Sobieska Stuart*). У фокусу ауторкине пажње је опера Н. Порпора (Nicola Porpora) *Agelauge* (1723), посвећена пољској принцези Марији Клементини Собјеској, супрузи Јакова III Стурта, који је био претендент на престо Енглеске, Шкотске и Ирске, односно на који начин је лик Аделаиде био у служби политике породице Стурт. Метода Коколе (Metoda Kokole, Ljubljana) прати узбудљиви

Grand tour по Европи младог штајерског аристократе из Граца грофа Игнаца фон Атемса (Ignaz von Attems) у студији *Giuseppe Arena's Achille in Scirio (1738): From Rome to a Styrian Private Household and Finally to a Public Theatre in Graz*. Овај музичар-аматер је 1738. боравио у Риму, где је присуствовао извођењу Ђ. Аренине (Giuseppe Arena) опере *Ахил на Скиросу*, а тада је набавио и 9 арија из опере. „Пут“ Арениних арија са грофом фон Атемсом, ауторка истиче као пример могућег начина миграције музике у Европи, захваљујући личној иницијативи. Л. Конфиц (Lucija Konfic, Zagreb) у раду *Model and Ideas in the Theoretical Thinking of Giuseppe Michele Stratico* сагледава рад композитора и музичког теоретичара из Задра Ђ. М. Стратика (Giuseppe Michele Stratico [Josip Mihovil], 1728–1783), чија су теоретска промишљања музике била базирана на учењу његовог учитеља Ђ. Тартинија (Giuseppe Tartini), али је, развијајући свој музички систем, користио и радове других теоретичара, попут Ф. А. Валотија (Francesco Antonio Vallotti). Ауторка настоји да позиционира Стратика у музичко-теоријској комуникацији његовог времена.

Последње поглавље зборника, под насловом *IV Toward New Type of Migrations*, садржи само један текст Т. Редера (Torsten Roeder, Würzburg), који се односи на присутност феномена миграција у рачунарској технологији (*Wandering Data: The Challenge of Data Migration in Digital Humanities with Examples from MUSICI and MusMig*). Наиме, аутор указује на то да миграција података из једног система у други није само технички изазовна и захтевна, већ и да су подаци у том процесу подложни променама услед нових контекстуализација. На примеру миграције података из пројекта MUSICI (2009–2013)³ у пројекат MusMig⁴ аутор указује на различите нивое који могу бити захваћени приликом миграцијског процеса.

Узорно приређени зборник радова, садржи и податке о ауторима текстова (303–306), као и индексе имена (307–324) и места (325–329). Седамнаест студија, обједињених заједничким именитељима „људи, тржишта, обрасци и стилови“, води нас у узбудљиви свет музичких миграција XVII и XVIII века. Откривањем непознатих или мање познатих података из музичке прошлости, те контекстуализовањем и проблематизовањем различитих аспеката феномена музичких миграција у овом зборнику, отворена је могућност вишесмерног, полифоно вођеног (истраживање разлога, начина и последица/резултата музичких миграција) сагледавања музичког земљописа Европе у рано модерно доба.

Маријана Кокановић Марковић

3 Musiciisti europei a Venezia, Roma e Napoli (1650–1750): musica, identità delle nazioni e scambi culturali. <http://musicisti.eu>

4 Music Migrations in the Early Modern Age: the Meeting of the European East, West and South. <http://musmig.eu>

Јелена Јовановић, Пера Ластич и Катарина Томашевић (Ур.)

БЕЛА БАРТОК И СРПСКА МУЗИКА: 100 ГОДИНА ОД ПРВИХ ФОНО-ЗАПИСА ТРАДИЦИОНАЛНЕ МУЗИКЕ СРБА У БАНАТУ

Зборник радова са скупа „Сто година од Бартокових фоно-записа српске народне музике“ одржаног у Будимпешти, децембра 2012. године
Српски институт, Будимпешта. 2016.

ISBN 978-963-12-7802-6

Живот и дело Беле Бартока интензивно окупирају пажњу стручњака у области етномузикологије, етнокореологије и музикологије. Његова мелографска и научно-теоријска делатност у домену музичког фолклора је немерљива, а креативна стилизација фолкора у његовом композиторском стваралаштву не престаје да буде предмет пажње истраживача уметничке музике. Стогодишњица настанка Бартокових фонографских записа из Баната (1912) обележена је невеликим научним скупом *Сто година од Бартокових фоно-записа српске народне музике*, одржаним децембра 2012. у организацији Српског института, удружења “Вујичић” из Сентандреје и Музиколошког института МАН у Будимпешти, уз подршку Музиколошког института САНУ из Београда. Као резултат скупа настао је зборник радова о којем је овде реч.

Зборник је штампан на српском и мађарском језику, у два засебна издања радова са резимеима на енглеском језику, затим мноштвом информативних фотографија, као и програмом симпозијума из 2012. године и садржајима који су га пратили са циљем обележавања јубилеја (концертима и двојезичном покретном изложбом у организацији Српског института). На самом крају се налази азбучни списак аутора.

Специфичност овог зборника лежи у чињеници да су аутори текстова по један етнокореолог и етномузиколог, двоје музиколога, али и инструменталисти – искусни, реномирани свирачи на традиционалним инструментима. Тако је поглед на дело Беле Бартока у контексту српске и регионалне етномузикологије, етнокореологије и уметничког музичког стваралаштва дат из две перспективе: аутсајдерске, научне, али и оне често занемариване инсајдерске, која, такође, пружа много релевантних података. Важна чињеница, на коју нас упућује и Реч уредника на почетку зборника, јесте да је већина аутора већ током дужег временског периода који је претходио настанку зборника остварила дугогодишњу интензивну сарадњу на различитим плановима, те се студије у овом издању својом тематиком међусобно прожимају.

Радови су у зборнику поређани тако да прате одређену хронологију. Први у низу јесте *Значај Бартокових записа српске народне музике из аспекти истраживања народних шћара* угледног мађарског етнокореолога Ласла Фелфелдија (Felföldi László), који је део својих проучавања посветио играчкој традицији Срба у Поморишју. Битан разлог да се прича о Бартоку отвори овом

студијом, била је чињеница да се Фелфелди најдуже и најисцрпније бави овом темом. Како наводи сам аутор, његов циљ је био да се из аспекта истраживања народних игара и музике за игру оцени значај Бартокових записа српске народне музике коју је сакупио 1912. године у Торонталској и Тамишкој жупанији. Фелфелди наводи као драгоцену и другу спорадична истраживања српске музике у Мађарској с почетка XX века, дајући и критички осврт на њих (као непотпуна, нетачна и површна). Посебан одељак свом раду Фелфелди посвећује и питању различитих мотивација Бартока за проучавање српске и бугарске традиције у Банату. Увиђамо да су шира сазнања о Бартоковом сакупљачком раду 1912. стечена посредством делатности Тихомира Вујичића и самог Ласла Фелфелдија, што је допринело бољем сагледавању општег карактера игара Срба у југоисточном делу Панонске низије и омогућило поглед на дијахронијску перспективу развоја њиховог играчког репертоара.

Студија која следи, *Бела Барток и гајде*, мађарског етнографа и свирача на гајдама Золтана Г. Сабоа (Szabó G. Zoltán) такође је посвећена инструменталној музици коју је забележио Бела Барток, са фокусирањем на његов допринос кад су у питању гајде и свирање на њима. Аутор је пажњу усмерио на резултате Бартоковог укључивања у подухват Националног музеја 1910. године, први институционализовани план за систематично сакупљање предмета и звука у Мађарској (у склопу овог пројекта, на воштаним цилиндрима забележено је 296 гајдашких мелодија). У овом раду, као извор од посебног значаја јесте Бартокова преписка, у коју се убрајају и његова писма упућена са самих теренских истраживања. У овим својеврсним кратким извештајима са терена, уочава се Бартокова заинтересованост за технику импровизације у гајдашкој свирци; посебно су занимљиви подаци о такмичењу гајдаша у Ипољшагу (данашња јужна Словачка), који одају мноштво појединости од значаја за сагледавање разних аспеката гајдашке свирке у то време. Бартокова знатижеља довела га је до открића гајди са двоцевном гајденицом из јужног дела Трансилваније, што Сабо сматра великим доприносом. Овом студијом и сам аутор одаје признање Бартоку за покретање истраживачког рада на тему гајди, који обухвата детаљне транскрипције, одличне аудио-записе, као и могућност сагледавања историјског континуитета у истраживању гајди, којег су следили потоњи истраживачи.

Трећа и четврта студија посвећене су двојници директних настављача Беле Бартока у прикупљању народних мелодија српског живља у Банату. Прва од њих (трећа по реду у зборнику) дело је историчара и посленика на пољу културе Срба у Румунији, Стевана Бугарског из Темишвара, и носи назив *Сава Илин ирајом Беле Бартока*. Дата је најпре кратка биографија Саве Илина, свестраног музичара који се бавио и мелографским радом, иако није по образовању био ни етномузиколог ни фолклориста. Аутор поставља фокус на необјављени дипломски рад Саве Илина, из којег се може видети његов став према теренском истраживању Беле Бартока. Указујући на податак да је Илин и сâм обишао села у којима је истраживања обавио Барток, затекавши нешто другачије стање од оног које је Барток описао, Бугарски износи негативан критички осврт Илина на Бартокове резултате. Ипак, у оквиру последњег одељка студије, аутор разматра чињенице које су биле од одлучујућег значаја за околности истраживања Бартока

и Илина и у том контексту сумира одређене резултате њихових истраживања и заклачке до којих су дошли, али и одаје признање Сави Илину „бар као једном овдашњем Србину који је о записима Беле Бартока зглавно размишљао“. (56)

Другу од поменуте две студије (четврту по реду у зборнику) *Заоставштина Тихомира Вујичића* написао је мађарски музиколог Пал Рихтер (Richter Pál). Аутор се бави доприносом Тихомира Вујичића проучавању традиције Јужних Словена у Мађарској. Вујичићев рад Рихтер види као директан наставак Бартокових поставки и метода у етномузиколошким истраживањима, утолико пре што је Вујичић својим главним позивом сматрао компаративна етномузиколошка истраживања. Као резултат једног од највећих подухвата ове врсте истиче Вујичићеву књигу *Музичке традиције Јужних Словена у Мађарској* (објављену постхумно, 1978). Аутор затим скреће посебну пажњу на значај Вујичићеве заоставштине, која обухвата стручну музиколошку и етномузиколошку литературу, мноштво различитих музичких рукописа (међу којима су збирке раритетних примера народних мелодија) и педесетак магнетофонских трака и аудио касета. Као два вида очувања Вујичићеве заоставштине и постизања њене веће утицајности, Рихтер види публикување и практично извођење песама и игара, што сматра потпомогнутим студијским наставним плановима на академији Франц Лист, где је, поред мађарског фолклора, обухваћена и традиционална народна музика других народа који живе у Мађарској.

Студија Јелене Јовановић *Бела Барток и етномузикологија у Србији* бави се доприносом Беле Бартока српској етномузикологији и његовим утицајем на српске научнике у овој области. Ауторка образлаже не само значај његових звучних и нотних примера, захваљујући којима се може пратити дијахронијска перспектива и сагледати континуитет израза појединих музичко-фолклорних жанрова српског живља у Банату, већ и допринос теоријском научном делу. У тексту је дат поглед на реакције стручне јавности у некадашњој Југославији на Бартоков рад у области етномузикологије, кад је реч о јужнословенским традицијама; повод за ове дискусије било је Бартоково дело *Морфологија српско-хрватских народних вокалних мелодија* (1951). Почетне реакције су се односиле на неслагања Станислава Винавера и Јосипа Славенског са Бартоковим ставовима, али су каснија проучавања, почевши од Миодрага Васиљевића, донела велики број комплементарних резултата. Образложене су и тврдње у којима се подударују Васиљевићева и Бартокова промишљања, уз битну напомену да су њих двојица радили независно један од другог. Такође, указано је на то да су два Бартокова налаза, мелодије уских тонских низова и појава паузе која прекида певани слог, нашла разраду у многим потоњим радовима српских етномузиколога друге половине XX и почетка XXI века. Ауторка педагошки рад Драгослава Девића види као заслужан за упознавање многих генерација београдских студената етномузикологије са Бартоковом методом мелопоетске анализе и методом транскрибовања, што је имало несумњивог утицаја на развој ових тема у домаћим круговима. У раду је указано на то да је у Србији, осим овим питањима, пажња посвећена и Бартоковом доприносу проучавању вишегласног певања у Банату, као и етнокореологији. Резултате рада Беле Бартока сматра веома значајним за читаво поље актуелних истраживања, чиме се недвосмислено “потврђује сва

величина и значај Бартоковог доприноса српској, регионалној, па и светској етномузикологији“. (90)

Студија *О њовезаностима традиција Јужних Словена у Мађарској са њокрећом оживљавања народне ишрачке традиције* доноси нам поглед из другачије перспективе. Аутор овог текста, Габор Ередич (Eredics Gábor), није етномузиколог, нити се систематски бави научно-истраживачким радом, већ говори о доприносу Беле Бартока из угла практичара. Наиме, као један од чланова чувеног састава „Вујичић“ и извођач традиционалне народне музике Јужних Словена у Мађарској, Ередич поседује богато, вишедеценијско искуство, посебно кад је реч о сарадњи практичара и етномузиколога. Аутор види чврсту везу између мелографског рада Беле Бартока и покрета оживљавања мађарске и јужнословенске музичке традиције, па самим тим и са њеном ревитализацијом, између осталог, у форми тзв. *илесачница* (мађ. *táncház*). У овом контексту, Ередич издваја 12 фонографских ваљака са Бартоковим аудио снимцима из 1912, чијим је објављивањем од стране Удружења „Вујичић“ омогућено научно истраживање, али и потпомогнуто подизање свести о српском (и јужнословенском) музичком наслеђу и међу Србима у Мађарској, и у широј јавности. Тако је добра читљивост Бартокових транскрипција, тј. могућност њихове практичне примене, у комбинацији са одличним снимцима – према речима Ередича – омогућила младим музичарима ХХI века, који живе у урбаним срединама, да са лакоћом савладају умеће свирања на традиционалним инструментима – што и види као крајњи циљ публикавања Бартокових издања.

Зборник заокружује музиколошка студија Катарине Томашевић *На сѝазама модернизма Беле Баршока. Следбеници: Јосип Славенски и Марко Тајчевић*. Посебна пажња усмерена је на утицај који је Барток, као композитор инспирисан музичким фолклором, имао на своје савременике, Јосипа Славенског и Марка Тајчевића, двојицу изразитих представника модернизма у југословенској и српској музици међуратног доба. Из текста сазнајемо да је управо напуштање романтичарског приступа фолклору и окретање новим, Бартоковим методама које воде модернизму, допринело и да уметничка музика с овог поднебља у том периоду доживи велики тријумф у међународним оквирима. Ауторка истиче да је на првом месту реч о симфонијској композицији *Балканофонија* Јосипа Славенског, као и о клавирском циклусу *Седм балканских ишара* Марка Тајчевића. Кроз два одељка, тачније кроз „две приче“ о Славенском и Тајчевићу, како их је ауторка насловила, сазнајемо о фрагментима њихових младалачких биографија и упознајемо кључне моменте који су их определили за нова композициона решења. „Прича прва – Јосип Славенски“, доноси детаље о његовој сарадњи са Бартоком и Кодаљем током студентских дана, које ауторка сматра пресудним за будуће одређење стваралачког идентитета овог композитора. Међутим, иако је директан утицај Бартока на Славенског очигледан, истакнуто је да је сѝм Славенски тај утицај одлучно негирао. У нешто сажетијој „Причи другој“, посвећеној Марку Тајчевићу, ауторка указује на то да Тајчевић није имао привилегију да као Славенски директно буде укључен у Бартоков етномузиколошки рад, већ се са његовим стваралаштвом упознао непосредно, током концерта на којем се први пут сусрео с клавирским остварењима мађарског композитора. Долазимо

и до податка да је Тајчевићева фасцинација Бартоковом клавирском музиком дефинитивно утицала на то да Тајчевић у својим потоњим композиторским остварењима, по узору на Бартокове уметничке методе у третману и стилизацији фолклора, дође и до сопствених, оригиналних решења, иновативних за тадашњи тренутак српске музике. За разлику од Славенског, Тајчевић отворено признаје да му је Барток био централни узор. Иако је Бартоков утицај на двојицу композитора недвосмислен, ауторка истиче да Тајчевића и Славенског не треба посматрати само као Бартокове следбенике, већ и као његове равноправне сапутнике на модернистичким музичким стазама инспирисаним мелодијама и ритмовима Балкана.

Зборник *Бела Барток и српска музика: 100 година од њених фоно-записа традиционалне музике Срба у Банату* представља јединствен случај где су резултати рада на сагледавању разноликих директних и индиректних контаката Беле Бартока са српском музичком традицијом, посебно у сфери теоријских етномузиколошких и музиколошких промишљања, сублимирани на једном месту. Ова питања су разматрана из различитих углова и од стране стручњака из неколико суседних држава: Мађарске, Србије и Румуније – чије је национално музичко благо, поред музичке традиције самих Мађара, било предмет Бартокових етномузиколошких проучавања. Несумњиво је да је зборник од великог значаја за регионалну етномузикологију, етнокореологију и музикологију, јер пружа синхронијску и дијахронијску перспективу проучавања музичког фолклора Срба на простору читавог Баната, што је иницирано Бартоковим раним фонографским снимцима, као и поглед на историју и савременост примене многих теоријских, композиторских и сакупљачко-мелографских дела Беле Бартока.

Маја Рагивојевић

A LETTER TO THE EDITOR OF THE JOURNAL

MUZIKOLOGIJA/MUSICOLOGY

We were pleasantly surprised to find out that Volume 22 of your esteemed journal *Muzikologija/Musicology* was dedicated to the relationship between music and the urban environment: *Urban Sonic Ecology*. Hence, we kindly request that you consider our views and comments concerning the scientific polemics (made primarily from the urban planners' perspective) from the point of view of our profession and knowledge as well-intended and publish them in your journal.

Thus far, the method and approach in the researches, has not been customized, because the term "urban areas" has primarily been attributed to visual effects and experiences, which is logical, according to the spatial, three-dimensional projection of the city. In architecture and urban planning, sound is usually considered under the umbrella of pollutants and noise. Hence the conditions for urban planning are oriented toward technical norms that offer protection from unwanted and harmful noises and, where necessary, setting up acoustic barriers. To achieve this purpose, various legislative documents govern the subject¹ and treat it as part of an integrated system of environmental protection, through sound zoning, the preparation of strategic noise maps for urban areas, and the prescription of prohibitions and restrictions. We usually pay attention to traffic noise (for example, technical measures for urban areas alongside busy highways, or in the surroundings of an airport), or pollution in residential areas as a result of compatible commercial land use. This is typically associated with the entertainment sector (open-air concerts, music in clubs and bars, etc.), the rules and constraints of which are regulated at the local government level.

Our attention was drawn by papers written by Ana Hofman and Srđan Atanasovski, "Sonic Memory Interventions against Politics of Urban Silencing" (89–101); Marija Dumnić, "How Music Affects the Soundscape: Musical Preferences in Skadarlija" (75–88); Ivana Medić, "Years of Sound Living: Mikser Festival in Savamala (2012–2016)" (39–57); and Britta Sweets, "Soundscape Research Put Into Practice:

1 Закон о заштити од буке у животној средини (Службени гласник РС бр. 36/2009, 88/2010) / Act of Protection of Noise in Environment (The Official Gazette of the Republic of Serbia), Правилник о садржини и методама израде стратешких карата буке и начину њиховог приказивања јавности (Службени гласник РС бр. 80/2010) / Regulation on the contents and methods of making the strategic noise maps and how to present them in the public (The Official Gazette of the Republic of Serbia).

The Exploration of Soundwalks in the City of Bern“ (15–37) – all dealing with the impact and experience of contemporary sound in urban landscapes.

In the phenomenon of urban culture, public spaces are the primary places for expression and happening, important to create a framework for a vision of social life in the city, the impression of people who live in this space, and their mutual interaction. We have many reasons to observe the public spaces as political spaces, because they are created and exist thanks to the political decision making processes, and serve for the exchange and transfer of thoughts, a demonstration of power, propagating different concepts of social systems and development. The term of the public implies openness, accessibility, participation, inclusion, tolerance, and democracy. Artistic interventions in an urban environment call on articulation, contemplation and dialogue, and the contemporary tendencies use except the visual sphere more of sound, movement, light, water. It seems that contemporary art becomes more creative, casual and provocative, it is designed with the aim to provoke (guaranteed) a response from observers, inviting them to touch, play, dance, sing and laugh, posturing and taking photos.

The sound gives a new dimension to the city landscape that must not be ignored, considering all senses of average visitors and their need to make an addition to their impression, besides the visual impact of shape and tactile experience of materials. Whether it was created spontaneously as a product of some city functions (ringtone of trams, the clock ticking from the tower, a musical fountain etc.) or is a part of the occasional and temporary human activities (street performance, carnival and festival atmosphere, various celebrations, protests etc.), the sound is incorporated into the urban space. If it is time-consuming, or there is a specific time interval, it becomes spontaneously an integral part of the environment, a unique landmark or (not visual) attribute, something that fulfills, often unconsciously, some urban areas. It would give the answers how new urban neighborhoods develop and traditional exist with the music as an important part of the lifestyle (e.g. in Skadarlija or Savamala in Belgrade). The contemporary design of urban public spaces is based on interdisciplinary collaboration, yet it has seldom (in fact, as far as we know – never in our milieu) implemented the inclusion of sound aspect in the planning process. The logical assumption is that this artistic approach, with the expert assistance of planners and urban designers, would result with completed urban spaces, with much more style and symbolism (an evident non-compliance has been made in two of the Belgrade’s musical fountains in the Park Tašmajdan and at Slavija Square, where apart from questions of visual identity, the question of the symbiosis of musical choices with the environment is asked). In this regard, the papers published in your journal deserves the attention of the broader scientific and professional public (primarily the domain of architecture and urban planning and design) as an inspirational segment for future research and application in practice.

On the other hand, papers of the authors Zorana Đorđević, Kristina Penezić and Stefan Dimitrijević, “Acoustic Vessels as an Expression of Medieval Music Tradition in Serbian Sacred Architecture“ (105–132) and Mojca Kovačič, “Official Regulations and Perceptual Aspects of Bell Ringing“ (59–73) analyze the traditional sounds of sacred architecture. The function of ring bells, as a means of alert or notification, is

combined with the everyday life of (Christian) cities. The sound serves to call for prayer, to give a information about the time of the day or significant event, triggers associations and memories and gives us an orientation in space on the extremely individual way. Even in the context of the fallacy of ideology, it could not be described as noise, because in the term of duration and existence, it is far longer present. The question here is how much the sacral character remained associative dominant for the average modern inhabitants of the city, because the sound merged with the city uproar and other tones in the environment. The proof of this is the reaction of children of preschool age, for example in Belgrade, in to them familiar places where they spend a time on daily basis. By the sound of the bells of the surrounding of St. Marko's church and the Temple of Saint Sava, they recognize the nearby parks and what time of the day is, so their mental map of movement aside from visualizations, also contains all the characteristic noises that equally attract their attention. It can be dragged a parallel with the sounds and voices in cities where the dominant religion is some other, but the role of the sound is identical. Then, in a completely different climate, suddenly we notice a lack of congenial ringtones (which wakes up us, declares a noon, etc.) and we note another rhythm, depth and duration.

Whether it is the music/sound the part of tradition incorporated into the urban fabric or an alternative product originated from the urban milieu, we accept it usually as an accessory element, without analyzing how it affects the inhabitants, does it change their moods and behavior, dictates the rhythm of being, completes their sensitive, aware and unaware concept of the environment. The importance of difference in the size of the urban settlement is noted, because there are not the same sound effects in small, medium, large cities, and metropolises. Out of the town, the change of environment, trip to the rural area, or nature, makes us notice how much we lack the sound effects of everyday urban life. The analysis that would spatially map all the significant sounds and musical impressions in the urban environment, their sources, extent and intensity, echoes/periodicity/frequency, would give the answer what is the role and the impact of sound in the urban fabric.

Nataša Danilović Hristić,

PhD in Architecture and Urban Planning, Research Fellow,
Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia,
natasadh@iaus.ac.rs

Nebojša Stefanović,

PhD in Spatial Planning, Research Fellow,
Institute of Architecture and Urban & Spatial Planning of Serbia,
nebojsa@aius.ac.rs

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

78

МУЗИКОЛОГИЈА : часопис Музиколошког
института САНУ = Musicology : journal of the Insti-
tute of Musicology SASA / главни и одговорни
уредник = editor-in-chief Ивана Медић. - 2001, бр. 1-
. - Београд : Музиколошки институт САНУ, 2001-
(Београд : Skripta Internacional). - 25 cm

Полугодишње. - Текст на срп. и више светских
језика. - Друго издање на другом медијуму:
Музикологија (Online) = ISSN 2406-0976
ISSN 1450-9814 = Музикологија
COBISS.SR-ID 173918727
