

Miłosz ALEKSANDROWICZ

AKUSTYCZNA TEORIA DŹWIĘKU MUZYCZNEGO JOSEPHA SAUVEURA

Żaden z eksperymentów przeprowadzonych w wiekach osiemnastym i dziewiętnastym przez innych badaczy nie podważył odkrytych przez Sauveura fizycznych fundamentów dźwięku – fundamentów tak stabilnych, że ich zrozumienie pozwoliło mu odrzucić dotychczasowe paradygmaty obecne w myśli muzycznej i nie tyle zestawić ze sobą wcześniejsze systemy w oparciu o ich powierzchowne tylko „podobieństwa”, ile uogólnić nowe zasady tak, aby mogły one pomieścić wszystko, co do tej pory wypracowano w teorii muzyki.

Rozum został nam dany, abyśmy mogli wykroczyć
poza doznania zmysłowe i wyobraźnię¹.

Jacques-Bénigne Bossuet

Na wzmianki dotyczące myśli naukowej Josepha Sauveura (1653-1716), określonego w wieku dziewiętnastym mianem „ojca współczesnej akustyki muzycznej”², natrafić można w wielu pracach wydawanych w ciągu ostatnich trzech stuleci. Uwagę zwraca jednak fakt, że większość badaczy przywołujących nowatorskie idee autora *Principe d’acoustique et de musique*³ koncentruje się

¹ J.B. B o s s u e t, *Introduction à la philosophie, ou de la connaissance de Dieu et de soi-même*, Denys Horthemels, Paris 1722, s. 32. Jeśli nie podano inaczej, tłumaczenie fragmentów prac obcojęzycznych – M.A.

² *Dictionnaire classique des origines, inventions et découvertes dans les arts, les sciences et les lettres*, red. W. Maigne, August Boyer et Cie, Paris 1864, s. 9 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k210203c.image>).

³ Zob. J. S a u v e u r, *Principes d’acoustique et de musique, ou système général des intervalles des sons et de son application à tous les systèmes et à tous les instruments de musique*, Académie Royale des Sciences, Paris 1701 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1510877z.image>). Wyniki badań Sauveura przedstawiane były w rocznikach paryskiej Akademii Nauk jako artykuły i komunikaty: zob. [B. F o n t e n e l l e], *Sur la détermination d’un son fixe*, „Histoire de l’Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1700, s. 134-143 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3502d>); [t e n z e], *Sur un nouveau système de musique*, „Histoire de l’Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1701, s. 121-137 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3503q>); J. S a u v e u r, *Système général des intervalles des sons et son application à tous les systèmes et à tous instruments de musique*, „Histoire de l’Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1701, s. 299-366 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3503q>; tekst ten ukazał się również jako osobna publikacja *Principes d’acoustique et de musique*); [B. F o n t e n e l l e], *Sur l’application des sons harmoniques aux jeux d’orgues*, „Histoire de l’Académie Royale des Sciences [...] avec

na ich aspektach fizycznych⁴, matematycznych⁵ lub historycznych⁶, nie wnika-
jąc w kontekst czysto muzyczny, a niekiedy wręcz go marginalizując. Niektórzy
twierdzą przy tym, że myśl Sauveura miała znikomą wartość dla rozwoju ogółu
nauk fizyczno-matematycznych, ponieważ – ich zdaniem – uczony ten, od roku
1680 działający w środowiskach paryskiej Académie des sciences (od roku
1696 jako „académicien géomètre”⁷, a od 1699 jako „associé mécanicien”⁸), nie

les mémoires de mathématique et de physique” 1702, s. 90-92 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3505b>); J. S a u v e u r, *Application des sons harmoniques à la composition des jeux d'orgues*, „Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1702, s. 308-328 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3505b>); [B. F o n t e n e l l e], *Sur les systèmes tempérés de musique*, „Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1707, s. 117-120 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3489j>); J. S a u v e u r, *Méthode générale pour former les systèmes tempérés*, „Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1707, s. 203-222 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3489j>); [B. F o n t e n e l l e], *Sur les systèmes tempérés de musique*, „Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1711, s. 80n. (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k35149>); J. S a u v e u r, *Table générale des systèmes tempérés de musique*, „Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1711, s. 307-316 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k35149>); [B. F o n t e n e l l e], *Sur les cordes sonores et sur une nouvelle détermination du son fixe*, „Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1713, s. 68-75 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3516x>); J. S a u v e u r, *Rapport des sons des cordes d'instruments de musique*, „Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique” 1713, s. 324-350 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3516x>); zob. też dwudziestowieczne wydanie faksymilowe dzieł Sauveura: J. S a u v e u r, *Collected Writings on Musical Acoustics (Paris 1700-1713)*, red. R.A. Rasch, The Diapason Press, Utrecht 1984. Sauveur jest także autorem zachowanego w rękopisie traktatu o teorii muzyki (zob. J. S a u v e u r, *Traité de la théorie de la musique*, Bibliothèque nationale de France, MS fr. n.a. 4674); zob. też współczesne wydanie krytyczne: *Joseph Sauveur's „Treatise of the Theory of Music”: A Study, Diplomatic Transcription and Annotated Translation*, red. R. Semmens, „Studies in Music from the University of Western Ontario” 11(1986), s. 1-202.

⁴ Zob. J.T. C a n n o n, S. D o s t r o v s k y, *The Evolution of Dynamics: Vibration Theory from 1687 to 1742*, Springer, New York 1981; S.S. R a o, *Vibration of Continuous Systems*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken 2007.

⁵ Zob. V.V. R a m a n, *Sauveur: The Forgotten Founder of Acoustics*, „The Physics Teacher” 11(1973) nr 11, s. 161-163.

⁶ Zob. R.E. M a x h a m, *The Contributions of Joseph Sauveur (1653-1716) to Acoustics* [rozprawa doktorska], t. 1-2, Department of Musicology and Music History, Eastman School of Music of the University of Rochester, Rochester, New York, 1976 (<https://urresearch.rochester.edu/institutionalPublicationPublicView.action?institutionalItemId=28902>); E. M a c h, *The Principles of Physical Optics: An Historical and Philosophical Treatment*, tłum. J.S. Anderson, A.F.A. Young, Dover Publications, Inc., Mineola, New York, 2003; por. H.G. L a n g, *Silence of the Spheres: the Deaf Experience in the History of Science*, Praeger, London 1994, s. 4-10.

⁷ A. S t r o u p, *Royal Funding of the Parisian Académie Royale des Sciences during the 1690s*, „Transactions of the American Philosophical Society” 77(1987) nr 4, s. 75.

⁸ *Les membres et les correspondants de l'Académie Royale des Sciences 1666-1793*, red. P. Dorveaux, Au palais de l'Institut, Paris 1931, s. 207n.

odznaczał się tak światłym umysłem, jak inni przedstawiciele tych dyscyplin żyjący na przełomie siedemnastego i osiemnastego wieku. Osąd taki wydaje się jednak nazbyt krytyczny: niektóre badania Sauveura przywołał bowiem sam Isaac Newton w drugim wydaniu (z roku 1713) *Principia mathematica*⁹ – traktatu, który wyznaczył nowe perspektywy badań fizyczno-matematycznych na dwa kolejne stulecia¹⁰.

Dokonania Sauveura były dość jednostronnie przedstawiane również przez muzykologów i historyków muzyki. W swoich pracach najczęściej przywoływali oni fakt, że to właśnie jego odkrycia stały się inspiracją dla Jeana-Philippe’a Rameau, który w roku 1726 (w *Nouveau système de musique théorique*¹¹) doprecyzował i nieco zreinterpretował zasady swojej nowatorskiej teorii harmonii, wyłożonej cztery lata wcześniej w *Traité de l’harmonie*¹². Kolejnym obszarem, w którym niekiedy pojawiała się postać Sauveura, był nurt badań nad dawnymi systemami strojenia instrumentów klawiszowych¹³. Do pomysłów Sauveura należy zastosowanie działań logarytmicznych do obliczania rozmiarów interwałów, których użycie stało się jedną z metod umożliwiających porównanie ze sobą różnych systemów temperacji¹⁴. Zwracano też uwagę na fakt, że wypracował on kilka koncepcji systemu strojenia instrumentów: koncepcje te zakładały większą niż 12 liczbę dźwięków w oktawie¹⁵. W pracach dotyczących barokowej teorii muzyki jego osiągnięcia bardzo długo pozostawały jednak niedostrzegane, a sama jego postać była jedynie wzmiankowana przy okazji omawiania osiągnięć innych teoretyków muzyki siedemnastego i osiemnastego wieku¹⁶.

⁹ Por. I. N e w t o n, *Matematyczne zasady filozofii przyrody*, księga II, propozycja 50, problem 12, tłum. J. Wawrzycki, Copernicus Center Press–Konsorcjum Akademickie, Kraków–Rzeszów 2011, s. 523.

¹⁰ Por. H.G. L a n g, B. M e a t h - L a n g, *Deaf Persons in the Arts and Sciences: A Biographical Dictionary*, Greenwood Publishing, Westport 1995, s. 310; R.S. C a l i n g e r, *Leonhard Euler: Mathematical Genius in the Enlightenment*, Princeton University Press, Princeton 2015, s. 155.

¹¹ Zob. J.Ph. R a m e a u, *Nouveau système de musique théorique*, Jean-Baptiste-Christophe Ballard, Paris 1726 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8623246q>).

¹² Zob. t e n ż e, *Traité de l’harmonie*, Jean-Baptiste-Christophe Ballard, Paris 1722 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b550084575/f1.image>).

¹³ Por. R. R a s c h, *Tuning and Temperament*, w: *The Cambridge History of Western Music Theory*, s. 212.

¹⁴ Walory zamysłu Sauveura w odniesieniu do temperacji instrumentów klawiszowych podkreślał już Jean-Jacques Rousseau (por. J.J. R o u s s e a u, *Dictionnaire de musique*, Duchesne, Paris 1768, s. 500n., <https://archive.org/details/dictionnaire demu00rous/page/n4>).

¹⁵ Por. J.M. B a r b o u r, *Tuning and Temperament: A Historical Survey*, Michigan State College Press, Michigan 1951, s. 125.

¹⁶ Wydaje się, że jedną z przyczyn niechęci badaczy do zgłębiania osiągnięć Sauveura na polu teorii muzyki było utrwalone przez autorów osiemnastowiecznych słowników przekonanie, iż „nie miał on ani słuchu muzycznego, ani głosu” (*A New and General Biographical Dictionary*, Printed

W dzisiejszym postrzeganiu myśli Sauveura można już zauważyć zmiany. Chociaż nadal częściej określany on jest mianem naukowca niż teoretyka muzyki¹⁷, to jednak pojawiły się już prace, w których omówiono czysto muzyczne aspekty jego teorii¹⁸. Również autorzy rozpatrujący ją na polu nauk fizycznych przywołują niekiedy pewne aspekty jego myśli muzycznej¹⁹. Niestety, jak dotąd, dokonania Sauveura nie zostały należycie opracowane w kontekście przemian dokonujących się w myśli teoretyczno-muzycznej przełomu siedemnastego i osiemnastego wieku. Nie podjęto też głębszej refleksji nad określeniem miejsca jego teorii w dziejach i rozwoju owej myśli. Odpowiedzi domaga się ponadto niezwykle ważne pytanie: Czy jego odkrycia w obszarze fizyki dźwięku – które starał się przełożyć na obszar teorii muzyki i wdrożyć w praktykę muzyczną – zostały przez niego tak ukierunkowane, że wpłynęły na rozwój osiemnastowiecznej sztuki muzycznej? Bo chociaż Sauveur – jako matematyk²⁰ – nie miał wykształcenia muzycznego, to obszar ten wzbudzał w nim szczególne zainteresowanie: aż trzynastcie z czterdziestu trzech wykładów, które przedstawił w paryskiej Akademii Nauk w latach 1680-1716, dotyczyło zagadnień muzycznych i akustycznych²¹.

NAUKOWA REWIZJA TEORII MUZYKI

Kluczowym kontekstem, od którego należy rozpocząć hermeneutyczną analizę teorii dźwięku muzycznego wypracowanej przez Josepha Sauveura, jest spojrzenie na nią z perspektywy epoki, w której się ona zrodziła. Nie sposób jednak omówić tego ze wszech miar nowatorskiego zamysłu, nie zestawiając go z finalnym owocem refleksji autora, którym była całkowicie nowa koncepcja systemu muzycznego. Aby zaś ukazać skalę przełomowości jego

for T. Osborne, J. Whiston and B. White, W. Strahan, T. Payne, W. Owen, W. Johnston, S. Crowder, B. Law, T. Field, T. Durham, J. Robson, R. Goadby, and E. Baker, t. 10, London 1761, s. 276n.)

¹⁷ Por. T. Christensen, *Introduction*, w: *The Cambridge History of Western Music Theory*, red. T. Christensen, Cambridge University Press, Cambridge 2002, s. 8.

¹⁸ Por. t e n z e, *Rameau and Musical Thought in the Enlightenment*, Cambridge University Press, Cambridge 1993, s. 137n.; zob. P. G o u k, *Music and the Sciences*, w: *The Cambridge History of Seventeenth-Century Music*, red. T. Carter, J. Butt, Cambridge University Press, Cambridge 2005, s. 135-157.

¹⁹ Zob. A. F i x, *A Science Superior to Music: Joseph Sauveur and the Estrangement between Music and Acoustics*, „Physics in Perspective” 17(2015) nr 3, s. 173-197.

²⁰ Na stronie tytułowej *Principes d'acoustique et de musique* znajduje się zapis głoszący, że Sauveur jest „nauczycielem matematyki Króla Hiszpanii, hrabiego de Bourgogne, hrabiego de Berry, wykładowcą i nauczycielem matematyki Króla oraz profesorem Królewskiej Akademii Nauk”.

²¹ Por. R. R a s c h, *Introduction*, w: Sauveur, *Collected Writings on Musical Acoustics (Paris 1700-1713)*, s. 10n., 16n.

pomysłu, który na progu osiemnastego wieku przewartościował dotychczasowe kanony myśli muzycznej w zakresie postrzegania samej istoty dźwięku, należy rozpocząć od skonfrontowania ze sobą dwóch sprzecznych i wzajemnie wykluczających się idei, z których ów zamysł wyrósł. Pierwszą było pragnienie odwołania się do naturalnych wzorców obecnych w przyrodzie, drugą zaś – świadome od nich odejście. Bo chociaż Sauveur swą akustyczną teorię dźwięku wyprowadził ze zjawisk fizycznych zaobserwowanych na wprawionej w drgania i wydającej dźwięk strunie, to jednak tworząc na tym fundamencie system muzyczny, zdecydował się owe naturalne wzorce odrzucić.

W kontekście takiej polaryzacji myśli Sauveura uwagę zwraca przede wszystkim to, że jego najważniejszy artykuł, *Système général des intervalles des sons* [„Ogólny system interwałów dźwiękowych”], wydany w roku 1701 również jako samodzielny druk noszący tytuł *Principes d’acoustique et de musique, ou système général des intervalles des sons et de son application à tous les systèmes et à tous les instruments de musique* [„Podstawy akustyki i muzyki, czyli ogólny system interwałów dźwiękowych i jego zastosowanie we wszystkich systemach i instrumentach muzycznych”] został zatytułowany nadzwyczaj śmiało. Nie tylko zapowiadał podjęcie zagadnień dotąd w traktatach teoretyczno-muzycznych nieporuszanych (samo użycie mało znanego wówczas słowa „akustyka”, które wprowadził sam Sauveur, musiało być dla wielu osób niezrozumiałe²²), ale również zawierał deklarację, że stworzony na nowym fundamencie „ogólny system interwałów” będzie uwzględniał wszystkie inne dotychczas wypracowane. A systemów takich, omawianych we francuskojęzycznych traktatach wydanych przed rokiem 1700, wymienić można co najmniej kilka²³. Ze słów autora wynika, że zrealizował on owo śmiało zamierzenie dzięki bezpośredniemu odniesieniu do prawidłowości fizycznych odkrytych przez obserwację drgającej struny i wnikliwą refleksję nad

²² Obszar badawczy, którym zajmuje się obecnie akustyka, wyodrębnił z dziedziny fizyki już w roku 1657 Gaspar Schott (1608-1666), jeden z uczniów Johannesesa Keplera. W roku 1671 Jacques Rohault pisał, że w siedemnastowiecznej terminologii medycznej wyraz „acoustiques” (rzeczownik w liczbie mnogiej) oznaczał bodźce przechodzące z narządu słuchu do nerwów percypujących owe bodźce: „impression passe jusques aux nerfs que les medecins appellent acoustiques” (J. R o h a u l t, *Traité de physique*, Veuve de Charles Savreux, Paris 1671, s. 247). Sam wyraz „akustyka” (ang. acoustics) pojawił się po raz pierwszy w roku 1683, a więc niemal dwadzieścia lat wcześniej niż w dziele Sauveura, w tytule pracy angielskiego fizyka Narcissusa Marsha (por. N. M a r s h, *An Introductory Essay to the Doctrine of Sounds, Containing Some Proposals for the Improvement of Acousticks*, „Philosophical Transactions” 14(1753), s. 472). Por. też: P. G o u k, *Music, Science, and Natural Magic in Seventeenth-Century England*, Yale University Press, New Haven–London 1999, s. 107-109; t a ż, *Music and the Sciences*, s. 154.

²³ Szerzej ten na temat por. M. A l e k s a n d r o w i c z, *Teoretyczne podstawy francuskiej polifonii liturgicznej XVII wieku*, Wydawnictwo Archidiecezji Lubelskiej Gaudium, Lublin 2017, s. 303n.

możliwościami odniesienia ich do praktyki muzycznej. Zanim jednak przeanalizujemy przeprowadzone przez Sauveura eksperymenty i ocenimy wnioski z nich wyprowadzone, zaznaczmy, że nie był on jedynym autorem, który na przełomie siedemnastego i osiemnastego wieku próbował uporządkować i zestawić ze sobą powstałe w różnych czasach koncepcje. Podobny zamysł podjął również Sébastien de Brossard, który w roku 1703 opisał system określony przez siebie mianem „systemu współczesnego” (franc. *systeme moderne*)²⁴. Uwagę zwraca jednak fakt, że chociaż będąca ilustracją jego wywodu rycina faktycznie wydaje się „graficznie” zbierać najważniejsze systemy muzyczne omawiane w siedemnastowiecznych traktatach (a więc starożytny system *teleion*, teoretyczny system Boecjusza i mutacyjny system solmizacyjny Guidona wraz z jego późniejszymi modyfikacjami), to jednak zestawienie to, mimo logicznego zamysłu, uznać należy za pracę o charakterze jedynie koncepcyjnym i kompilacyjnym²⁵. Czysto „humanistyczne” rozumowanie Brossarda, różniące się diametralnie od naukowego spojrzenia Sauveura, było w dalszym ciągu bardzo mocno osadzone w paradygmatach czysto intelektualnych – tych, które w klasyfikacji Hugona Riemanna staną się jednym z wyznaczników nurtu określonego przez niego mianem „akustyki matematycznej”²⁶. Tymczasem koncepcja przedstawiona w *Principes d’acoustique et de musique* opierała się na paradygmacie zupełnie nowym, dotąd nieobecnym w myśli teoretyczno-muzycznej – paradygmacie, który, wzorując się na nomenklaturze Riemanna, należałoby zaliczyć do nurtu „akustyki fizycznej”. Spojrzenie Sauveura nie wyrastało już więc z wielowiekowych metodologicznych „dogmatów”, ale w swym początkowym kształcie zostało wyprowadzone ze spojrzenia na dźwięk muzyczny jako zjawisko czysto fizyczne. Dla Brossarda fundamentem były nadal abstrakcyjnie rozumiane liczby i tworzące się z nich proporcje, którymi operował zresztą dość powierzchownie. Sauveur natomiast, chociaż posługiwał się liczbami, czynił to w taki sposób, że nie stanowiły one przedmiotu jego teorii, ale wyłącznie matematyczny język opisujący prawidłowości, których istota leżała poza nimi samymi. W tym aspekcie jego zamysł wpi-

²⁴ S. de Brossard, hasło „Systeme”, w: tenże, *Dictionnaire de musique*, Christophe Ballard, Paris 1703, [b.n.s.] (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8623304q>).

²⁵ *Dictionnaire de musique* Brossarda został wprawdzie napisany według odnowionych w siedemnastym wieku standardów encyklopedycznych (zawiera on uporządkowany układ haseł), ale jego treść pozostaje osadzona w przeszłości. Por. C. V a s o l i, *Encyklopedyzm w XVII wieku*, tłum. A. Aduszkiewicz, Wydawnictwo IFiS PAN, Warszawa 1996, s. 70.

²⁶ Linia rozwojowa tej koncepcji, rozpoczynająca się w pracach Waltera Odingtona (XIV w.) i Ramosa de Pareji (zm. 1522), osiągnęła swoje apogeum w myśli Franchinusa Gaffuriusa (zm. 1522), Giacoma Fogliana, (zm. 1542), Francisco de Salinas (zm. 1590) i Gioseffa Zarlina (zm. 1590). W wieku osiemnastym stała się ona również punktem wyjścia dla teorii harmonii Rameau (zob. R a m e a u, *Traité de l’harmonie*). Por. H. R i e m a n n, *Geschichte der Musiktheorie im IX.-XIX. Jahrhundert*, Max Hesse Verlag, Leipzig 1898, s. 318n.

suje się zatem w nurt nowatorskiej myśli naukowej zapoczątkowanej przez uczonych z szesnastego i siedemnastego wieku (takich jak Vincenzo Galilei, Giovanni Battista Benedetti, Marin Mersenne, Isaac Beeckman czy Christiaan Huygens), którzy w badaniu zjawisk fizycznych sięgali do matematyki tylko w celu opisanego, udowodnienia lub obalenia określonych tez²⁷. Punktem wyjścia dla Sauveura nie była już określona procedura intelektualna czy eksperyment myślowy²⁸, jakie stosowało wielu wcześniejszych autorów, ale eksperyment rzeczywisty „uzewnętrzniający” owe procedury.

Skoncentrowanie się na zjawisku fizycznym w początkowym stadium prac badawczych nie było jedynym powodem niewątpliwego sukcesu, osiągniętego przez Sauveura na polu teorii muzyki. Nie mniej istotnym elementem jego myśli było odejście od paradygmatu utrwalonego autorytetem Gioseffa Zarlina, czyli od dążenia do uzyskania systemu o możliwie największej liczbie interwałów mających rozmiary naturalne²⁹. Teoretycy muzyki szesnastego i siedemnastego wieku wiedzieli oczywiście, że założenia tego nie da się w pełni zrealizować (nawet w systemie składającym się z „tylko” siedmiu dźwięków diatonicznych) ze względu na tworzącą się „samoistnie” konieczność dokonania korekty rozmiaru niektórych dźwięków w skonstruowanym już ich zestawie. Korekta ta, naruszając istniejące dotąd między innymi dźwiękami naturalne rozmiary interwałów, niszczyła wyjściowe proporcje całego systemu (zob. przykład 1). Stworzenie systemu diatonicznego, w którym absolutnie wszystkie dźwięki we wszystkich możliwych kombinacjach miałyby naturalny rozmiar, jest więc zadaniem niemożliwym do zrealizowania z przyczyn, których nauka do dnia dzisiejszego nie potrafi wyjaśnić. Pomimo nierozwiązywalności tego problemu opisane przez Zarlina proporcje liczbowe, wyrażające w języku matematyki tak zwaną skalę naturalną, stały się w szesnastym i siedemnastym wieku fundamentem teorii muzyki. Model ten został również przyjęty we francuskich

²⁷ Por. C. P a l i s c a, *Music and Ideas in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*, University of Illinois Press, Urbana–Chicago 2006, s. 159n.

²⁸ Por. J. S u c h, hasło „Eksperyment”, w: *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, red. Z. Cackowski i in., Zakład Narodowy imienia Ossolińskich–Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław–Warszawa–Kraków–Gdańsk–Łódź 1987, s. 123.

²⁹ Fundamenty najlepszego z możliwych układu proporcji liczbowych wyrażających kolejne dźwięki systemu diatonicznego wypracował Ptolemeusz, a system ten zreinterpretował i opisał w roku 1558 Zarlino (por. G. Z a r l i n o, *Istitutioni harmoniche*, [b.n.w.] Venetia 1558, s. 122, <https://archive.org/details/leinstitutionihar00zarl/page/n6>). Tak skonstruowany system, chociaż nie zawierał wszystkich interwałów naturalnych, to jednak dostarczał znacznie więcej naturalnie brzmiących współbrzmień niż interwały właściwe dla systemu konstruowanego według paradygmatu pitagorejskiego (składając interwały według proporcji tworzonych z liczb tak zwanego tetraktysu uzyskuje się fałszywie brzmiące tercje i seksty). Zarlino ów optymalny układ proporcji zapisał jako: *ut* (24), *re* (27), *mi* (30), *fa* (32), *sol* (36), *la* (40), *si* (45), *ut* (48). Por. H.E. W h i t e, D.H. W h i t e, *Physics and Music: The Science of Musical Sound*, Dover Publications, Mineola, New York, 2014, s. 173.

środkach naukowych, czego przykładem może być treść teoretyczno-muzycznych rękopisów Étienne'a Loulié'go³⁰. Niewątpliwą zaletą Zarlinowskich proporcji było to, że w utworzonym tak systemie diatonicznym zdecydowana większość interwałów miała rozmiary naturalne. Nigdy jednak nie były to wszystkie interwały, bo już w chwili skonstruowania systemu, przykładowo na dźwięku *ut*, dwa z nich: *re-fa* i *re-la* (wraz z ich przewrotami) miały rozmiar odbiegający od takich wartości (dźwięk *re*, idealnie zestrojony ze wszystkimi innymi dźwiękami, nie był zestrojony z dźwiękami *fa* i *la* w tercji majorowej i kwincie czystej, ale przekraczał owe rozmiary o rozmiar komatu syntonicznego $\frac{81}{80}$)³¹. Ta zdumiewająca i niewytłumaczalna anomalia była oczywiście znana wielu siedemnastowiecznym teoretykom muzyki (na przykład Salomonowi de Caus czy Mersenne'owi), którzy próbowali znaleźć sposób „obejścia” tej trudności w teorii i w praktyce. Dodać można, że waga problemu pojawiających się „samoistnie” fałszywych interwałów tam, gdzie spodziewano się uzyskać interwały czyste, znacząco wzrosła wraz z wprowadzeniem do systemu diatonicznego dźwięków chromatycznych. Wprowadzenie ich do systemu wygenerowało kolejny problem: niemożność „domknięcia” tak zwanego koła kwintowego, co w siedemnastym wieku było szczególnie dotkliwe w kontekście rozwoju muzyki na instrumenty klawiszowe.

Zamysł Sauveura wyrósł zatem z założenia całkowicie przeciwnego niż to, które wypracowała teoria muzyki drugiej połowy szesnastego wieku. Dostrzegłszy anomalie uznał on, że najważniejszą cechą nowego uporządkowania dźwięków powinno być dążenie nie do uzyskania maksymalnej możliwej liczby współbrzmień o rozmiarach naturalnych, lecz do bezproblemowego operowania jak największą liczbą interwałów o zróżnicowanych rozmiarach (nie tylko naturalnych, ale i temperowanych). Ten właśnie zamysł był przyczyną przewartościowania w metodologicznej procedurze tworzenia systemu muzycznego – czego przed Sauveurem nie odważył się podjąć żaden inny autor. Działania jego poprzedników sprowadzały się zawsze do selekcji współbrzmień w ściśle określony sposób: interwały mniejsze uzyskiwane były przez podział interwałów większych (przy użyciu arytmetycznych działań na proporcjach liczbowych lub geometrycznych podziałów struny monochordu). Sauveur uczynił odwrotnie. Rozpoczął od ustalenia wyjściowego interwału o bardzo małym rozmiarze (eptamerida będąca $\frac{1}{301}$ częścią oktawy – o czym dalej), który to interwał, dzięki operacjom logarytmicznym, mógł być wygodnie sumowany, co umożliwiało konstruowanie bardzo dużej liczby zróżnicowanych pod względem rozmiaru współbrzmień. Autor *Principes d'acoustique*

³⁰ Por. R. S e m m e n s, *An Early Eighteenth-Century Discussion of Musical Acoustics by Étienne Loulié*, „Canadian University Music Review” 2(1981), s. 191.

³¹ Por. J.M. B a r b o u r, *Just Intonation Confuted*, „Music and Letters” 19(1938) nr 1, s. 49.

et de musique był oczywiście świadom faktu, że z wyjątkiem oktaw żaden uzyskany w ten sposób interwał nie ma wielkości naturalnej, a jedynie mniej lub bardziej zbliża się do tej wielkości. Zamieszczone przez niego tabele (zob. przykład 3) bardzo wyraźnie ukazują, że ich rozmiar nie pokrywa się z interwałami tworzącymi się samoistnie między tonem podstawowym drgającej struny (franc. son fondamental) a jego alikwotami (franc. sons harmoniques). Eptamerida była interwałem temperowanym, a zatem w wyniku jej sumowania powstawały również interwały temperowane. Sauveur dostrzegł jednak wymierne korzyści płynące z przyjętego założenia i bez wahania odszedł od fundamentu, na którym dotąd opierała się koncepcja systemu muzycznego. Wiedząc, że „eptameridy nie oddają z całkowitą dokładnością interwałów [naturalnych]”³², uznał, że „w praktyce ów błąd nie jest słyszalny”³³.

Analizując obecność dwóch wzajemnie wykluczających się idei, z których zrodziła się nowatorska koncepcja Sauveura, należy jednak stwierdzić, że ostatecznie zwrócił się on w kierunku, którym podąży myśl muzyczna osiemnastego i dziewiętnastego wieku. Zestawiając założenia jego akustycznej teorii dźwięku i systemu muzycznego³⁴ – ujęć nowatorskich i niezawierających bezpośredniego odwołania do teoretycznej myśli muzycznej wcześniejszych epok³⁵ – z osiągnięciami na polu teorii muzyki i akustyki, które wypracowali podążający jego śladem późniejsi autorzy³⁶, nie ma się wątpliwości, że pojawiający się w tytule artykułu w roku 1701 śmiały zwrot „ogólny system interwałów” został użyty całkowicie zasadnie. Żaden z eksperymentów przeprowadzonych w wiekach osiemnastym i dziewiętnastym przez innych badaczy nie podważył odkrytych przez Sauveura fizycznych fundamentów dźwięku – fundamentów tak stabilnych, że ich zrozumienie pozwoliło mu odrzucić dotychczasowe paradygmaty obecne w myśli muzycznej i nie tyle zestawić ze sobą wcześniejsze systemy w oparciu o ich powierzchowne tylko „podobieństwa”, ile uogólnić nowe zasady tak, aby mogły one pomieścić wszystko, co do tej pory wypracowano w teorii muzyki. Zaznaczmy jednak od razu, że finalny kształt jego systemu muzycznego zrodził się również z poczucia naukowej bezzadności wobec odkrytych prawidłowości akustycznych, których

³² S a u v e u r, *Principes d'acoustique et de musique*, s. 14.

³³ Tamże. Na przykład współczynnik częstotliwości drgań naturalnej kwinty czystej (3:2) wynosi 1,5. W systemie Sauveura (por. tamże, planche I) kwinta owa wyrażona została współczynnikiem 1,4997.

³⁴ Szczegółowe omówienie tego systemu zob. M. A l e k s a n d r o w i c z, *System muzyczny Josepha Sauveura: „Principes d'acoustique et musique” (1701)*, „Additamenta Musicologica Lublinensia” 4(2008), s. 105-118.

³⁵ Sauveur nie przywołuje prac żadnego z szesnastowiecznych teoretyków muzyki. Spośród działających w wieku siedemnastym wymienia tylko dwóch: Mersenne’a i współczesnego mu Loulié’go.

³⁶ Między innymi Ernst Chladni (1756-1827) i Félix Savart (1791-1841).

– jak wykazemy dalej – nie zdołał on wykorzystać tak, jak zapewne zakładał, rozpoczynając swoje badania. Ów naturalny fundament był jednak na tyle silny, że akcentowane w tytule „uogólnienie” objęło swym zakresem dwa różne obszary wiedzy: nauki fizyczno-matematyczne oraz teorię i praktykę muzyczną czasów mu współczesnych. Dlatego właśnie Sauveur nie obawiał się określić swego nowego systemu, stworzonego na drodze negacji i odejścia od naturalnych wzorców, jako „système general”, czyli „systemu nadrzędnego, ogólnego, całościowego”³⁷. Dzięki zrozumieniu praw matematyczno-fizycznych rządzących światem dźwięków uznał, że jakiegokolwiek działania zmierzające do „naprawy” lub „ulepszenia” systemów konstruowanych według starych metod będą skazane na niepowodzenie. Zgłębiwszy fizyczne właściwości dźwięku, uznał, że od owych naturalnych wzorców, w które „zapatrzeni” byli wszyscy żyjący przed nim teoretycy muzyki, należy odejść i stworzyć założenia zupełnie nowe.

NOWA METODOLOGIA

Aby jeszcze bardziej uwypuklić przełomowość akustycznej teorii dźwięku muzycznego Sauveura, która zaowocowała metodologicznym przewartościowaniem w podejściu do założeń systemu muzycznego, należy bardzo precyzyjnie określić miejsce owej teorii w dziejach refleksji muzycznej. Aby ukazać to miejsce w szerokim kontekście hermeneutycznym, należy uprzednio prześledzić linię rozwojową nurtu badań nad obszarem, który Sauveur zgłębił z tak wielkim sukcesem. Dzięki temu możliwe będzie wyeksponowanie tych odkryć, które uznać należy za faktyczne osiągnięcie uczonego. Należy w tym kontekście zaznaczyć, że badane przez niego zjawiska fizyczne wzbudziły zainteresowanie kilku innych żyjących wcześniej uczonych. W roku 1585 Benedetti stwierdził, że ciało fizyczne wydające dźwięk musi drgać, a żaden dźwięk nie może powstać bez udziału powietrza³⁸. W roku 1615 Isaac Beeckman udowodnił, że częstotliwość drgań struny jest odwrotnie proporcjonalna do jej długości, dzięki czemu pitagorejski idiom operowania proporcjami abstrakcyjnie pojmowanych liczb w odniesieniu do interwałów został wyniesiony na poziom proporcji częstotliwości drgań tworzących ów interwał

³⁷ W swoim systemie Sauveur znalazł również miejsce dla systemów antyku (teorii Archytasa, Arystoksenosa, Erastotenesa, Didymosa i Ptolemeusza), średniowiecza (boecjańskiego systemu literowego, systemu modalnego stosowanego w śpiewach plain-chant), renesansu (systemu hexachordalnego) i baroku (systemu chromatycznego, systemów temperowanych). Opierając się na tych samych założeniach, próbował też opisać system arabski („système des orientaux”). Por. S a u v e u r, *Principes d'acoustique et de musique*, s. 24-51.

³⁸ Zob. G. B. B e n e d e t t i, *Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber*, Bevilacqua, Turin 1585.

dźwięków³⁹. W roku 1618 Kartezjusz zaczął ujmować w języku geometrii arytmetyczne proporcje wyrażające interwały muzyczne⁴⁰ i jako pierwszy dostrzegł, że konsonansowość interwału można ocenić nie tylko ze względu na wyrażającą go proporcję liczbową, ale również poprzez czysto słuchową ocenę jego brzmienia⁴¹. W roku 1626, dzięki Francisowi Baconowi, pewne obszary badań z zakresu fizyki dźwięku zyskały nową metodologię⁴². W roku 1636 Mersenne zgłębiał istotę dźwięku nie tylko w jego aspekcie matematycznym, ale również sensualistycznym⁴³, a w latach dwudziestych siedemnastego wieku jako pierwszy zaobserwował zjawisko generowania się tonów składowych struny⁴⁴. W roku 1638 Galileusz wykazał ścisły związek między wysokością dźwięku a częstością drgań wydającej go struny⁴⁵, a w roku 1675 Christiaan Huygens opisał zjawisko nakładania się na siebie drgań struny, określając je mianem „tremblements entremeslez”⁴⁶. Nie można również pominąć wkładu angielskich uczonych drugiej połowy siedemnastego wieku. To przecież John Wallis (zmarły w roku 1703) zaobserwował, że uderzenie struny w punktach jej geometrycznych podziałów na równe sobie części (czyli dokładnie w połowie jej długości, w jednej trzeciej, w jednej czwartej itd.) wytwarza dźwięk o nieco innym brzmieniu niż wtedy, gdy wprawia się ją w drgania w innych miejscach⁴⁷. W roku 1673 William Noble i Thomas Pigott wykazali ponadto, że wprawiona w drgania struna samoistnie dzieli się na wiele mniejszych odinków, z których każdy wytwarza cichy dźwięk o określonej wysokości⁴⁸. Niezwykle celne obserwacje dotyczące drgającej struny poczynił również pod

³⁹ Por. J. St i l l w e l l, *Mathematics and Its History: Undergraduate Texts in Mathematics*, Springer, New York–Dordrecht–Heidelberg–London 2010, s. 261.

⁴⁰ Zob. R. D e s c a r t e s, *Compendium musicae*, Gijsbert à Zijll & Theodorus ab Ackerdijck, Utrecht 1650. Więcej na ten temat por. M. A l e k s a n d r o w i c z, *Geometria a teoria konsonansów. „Compendium musicae” (1618) René Descartesa, „Additamenta Musicologica Lublinsensia” 3(2007)*, s. 75-83.

⁴¹ B. V a n W y m e e r s c h, *L'esthétique musicale de Descartes et le cartésianisme*, „Revue Philosophique de Louvain” 94(1996) nr 2, s. 280n.

⁴² Zob. F. B a c o n, *Sylva Sylvarum, or, A Naturall History in Ten Centuries*, William Lee, London 1627; t e n ż e, *New Atlantis: A Worke Unfinished*, [b.n.w.], [b.m.w.] 1627.

⁴³ Zob. M. M e r s e n n e, *Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*, Sébastien Cramoisy, Paris 1636 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5471093v.texteImage>).

⁴⁴ Por. C. P a l i s c a, *Scientific Empiricism in Musical Thought, w: Seventeenth Century Science and the Arts*, red. H.H. Rhys, Princeton University Press, Princeton 1961, s. 97.

⁴⁵ Por. R.J. S e e g e r, *Galileo Galilei, His Life and His Works*, Pergamon Press, Oxford 2013, s. 176.

⁴⁶ Por. Ch. H u y g e n s, *Oeuvres complètes*, t. 19, *Mécanique théorique et physique 1666-1695*, Martinus Nijhoff, La Haye 1937, s. 366n.

⁴⁷ Por. D. C r a m, B. W a r d b o r o u g h, *Introduction*, w: *John Wallis: Writings on Music*, red. D. Cram, B. Wardhaugh, Routledge, London 2017, s. 11.

⁴⁸ Por. S. I s a c o f f, *Temperament: How Music Became a Battleground for the Great Minds of Western Civilization*, Vintage, New York 2003, s. 179.

koniec siedemnastego wieku Étienne Loulié (zmarły w roku 1702)⁴⁹. Wszystkie te odkrycia i spostrzeżenia, które formułowano w okresie ponad stu lat, nie zostały jednakże aż do czasów Sauveura zebrane i zestawione tak, aby mogły znaleźć przełożenie na obszar czystej teorii muzyki. Bo chociaż wszyscy przywołani autorzy w mniejszym lub większym stopniu szukali zrozumienia fizycznego fenomenu drgającej struny, to jednak swoje wnioski sytuowali oni zawsze w obszarze nauk matematyczno-fizycznych wskazanym przez Newtona. Żaden ze wspomnianych szesnasto- i siedemnastowiecznych fizyków, matematyków czy „filozofów” (z wyjątkiem Mersenne’a, który jednak nie zdołał znaleźć uzasadnienia zjawisk zaobserwowanych przez siebie i innych badaczy⁵⁰) nie wyprowadził z wymienionych prawidłowości tak daleko idących konsekwencji dla sztuki muzycznej, jak uczynił to w roku 1701 autor *Principes d’acoustique et de musique*. Żaden z nich nie próbował też odnieść owych odkryć fizycznych do obszaru teorii muzyki.

Spróbujmy zatem odpowiedzieć na pytanie, w jaki sposób Sauveur doszedł do swoich odkryć i po jakie metody badawcze sięgnął, by nadać swojej teorii ostateczny, „muzyczny” kształt. Nie ma wątpliwości, że badania rozpoczął w roku 1696 od poszukiwań obiektywnego punktu odniesienia umożliwiającego określenie wysokości wszystkich stosowanych w praktyce muzycznej dźwięków (franc. *son fixe*). Podjął również udaną próbę stworzenia znacznie bardziej precyzyjnej jednostki miary wielkości interwałów niż określenia stosowane we współczesnej mu teorii i praktyce muzycznej. Należy podkreślić, że problemy, które dostrzegł Sauveur, w jego czasach były faktycznie niebagatelne. Na przełomie siedemnastego i osiemnastego wieku nie istniał jeszcze ujednolicony wzorzec pozwalający stroić instrumenty muzyczne według tej samej wysokości brzmienia, a wypracowywana przez stulecia nomenklatura muzyczna odnosząca się do rozmiaru interwałów (pryma, sekunda, tercja itd.) wymagała każdorazowo określonego doprecyzowania (majorowa, minorowa, czysta, zmniejszona, zwiększona itd.)⁵¹. Wypracowując rozwiązania obu tych kwestii (w roku 1700 omówione przez Bernarda Fontenelle’a⁵²), Sauveur skupił uwagę na samym fenomenie drgań powstających w piszczałce organowej i na rozbrzmiewającej strunie. Badania tego zjawiska rozpoczął zapewne od

⁴⁹ Por. R. S e m m e n s, *An Early Eighteenth-Century Discussion of Musical Acoustics by Étienne Loulié*, „Canadian University Music Review” 2(1981), s. 194.

⁵⁰ Mersenne nie zdołał wskazać przyczyny, dla której pojedynczy dźwięk zawiera w sobie inne uporządkowane według określonej formuły dźwięki. Udało mu się jedynie stwierdzić obecność analogii między stałym zestawem dźwięków możliwych do wydobywania na instrumentach dętych pozbawionych wentyli (tak zwane trąbki naturalne) a dźwiękami możliwymi do uzyskania i usłyszenia przy odpowiednich podziałach struny na monochordzie. Por. A. G r u b e r, *Mersenne and Evolving Tonal Theory*, „Journal of Music Theory” 14(1970) nr 1, s. 42.

⁵¹ Por. S a u v e u r, *Principes d’acoustique et de musique*, s. 1.

⁵² Zob. F o n t e n e l l e, *Sur la détermination d’un son fixe*.

obserwacji drgającej struny za pomocą mikroskopu, który w jego czasach pozwalał już na co najmniej kilkukrotne powiększenie obserwowanego obiektu⁵³. Bardzo szybko skoncentrował się jednak na zjawisku, które stało się punktem wyjścia całej jego teorii. W roku 1701 pisał: „Rozmyślając nad zjawiskami dźwiękowymi zauważyłem, iż wsłuchując się w rozbrzmiewający dźwięk długiej struny, zwłaszcza w nocy, poza jej głównym dźwiękiem (son principal) można usłyszeć również inne ciche dźwięki (petits sons) tworzące z owym głównym interwał duodecymy (douzième) i zdwojonej podwójnie oktawowo tercji majorowej (dix-septième)”⁵⁴. Chcąc zgromadzić więcej faktów, przeprowadził też dość prosty eksperyment, dzięki któremu mógł uzupełnić poczynione wcześniej spostrzeżenia. Na całej długości odpowiednio podzielonej struny monochordu, zanim została wprowadzona w drganie, rozmieścił kilka podłużnych, cienkich (a przez to bardzo lekkich) pasków papieru. Po wprowadzeniu struny w drgania zaobserwował, że niektóre z pasków zaczęły się „samoistnie” poruszać, inne zaś pozostawały w tym samym miejscu⁵⁵. Oto jego własny opis tego doświadczenia: „Jeśli strunę [monochordu oznaczoną AB, zob. przykład 2] podzielimy na określoną liczbę równych sobie części, przykładowo na pięć, i jeśli umieścimy ruchomy podstawek C w miejscu D [jak w przykładzie 2] albo [jeśli chcemy inaczej, to ów podstawek można umieścić również] w miejscu E, a następnie w oznaczonych wcześniej miejscach podziału E i F umieścimy małe paski papieru w kolorze czarnym i takie same paski, ale białe, pomiędzy owymi wydzielonymi punktami, po czym szarpniemy odcinek AC, wówczas zauważymy, że białe paski papieru, które znajdowały się na strzałkach drgań, poruszają się, czarne zaś, położone na węzłach, pozostaną tam, gdzie były”⁵⁶. Podobny opis jego eksperymentu przytacza w roku 1768 Jean-Jacques Rousseau⁵⁷.

Dzięki temu prostemu zabiegowi Sauveur stwierdził obecność dwóch typów „miejsc” o zupełnie odmiennych właściwościach fizycznych, które pojawiały się na drgającej strunie samoistnie i – co o wiele istotniejsze – nieprzypadkowo. „Miej-sca”, w których paski papieru się nie poruszały, określił jako węzły (franc. noeuds), te zaś, w których paski się przemieszczały, jako strzałki (franc. ventres)⁵⁸.

⁵³ Por. tamże, s. 140. Sauveur mógł posłużyć się typem mikroskopu, którego rycinę w roku 1665 zamieścił w swojej pracy Robert Hooke. Por. R. H o o k e, *Micrographia: or Some Physiologi-cal Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses. With Observations and Inquiries Thereupon*, The Royal Society, London 1665 (schemat I).

⁵⁴ S a u v e u r, *Principes d'acoustique et de musique*, s. 2n.

⁵⁵ Możliwe, że inspiracją dla tego doświadczenia był eksperyment przeprowadzony w roku 1673 w Oxfordzie przez Noble'a i Pigotta.

⁵⁶ S a u v e u r, *Principes d'acoustique et de musique*, s. 55.

⁵⁷ Por. J.J. R o u s s e a u, *Dictionnaire de musique*, Duchesne, Paris 1768, s. 324.

⁵⁸ Por. S a u v e u r, *Principes d'acoustique et de musique*, s. 3.

Podkreśliśmy raz jeszcze, że tak przełomowych konkluzji nie wypracował wcześniej żaden teoretyk muzyki. Skalę tego odkrycia będziemy mogli właściwie ocenić, gdy uświadomimy sobie fakt, że badania dotyczące poddanej podziałom struny monochordu towarzyszyły refleksji muzycznej właściwie od początków jej istnienia. Do czasów Sauveura strunę traktowano jednak wyłącznie jako geometryczną „długość”, wyrażaną proporcją liczbową, i nie koncentrowano się na zjawiskach fizycznych towarzyszących wytwarzanemu przez nią dźwiękowi bądź ich nie dostrzegano. Dla kilku pokoleń autorów wypowiadających się na temat muzyki przed rokiem 1700 w zasadzie jedynym wynikiem operacji skracania struny monochordu – nieodłącznego narzędzia badawczego wykorzystywanego w spekulatywnym nurcie teorii muzyki (łac. *musica speculativa*) – było uzyskanie określonej ilości proporcji liczbowych odpowiadających wielkością pewnej liczbie różnych interwałów. Zwróćmy uwagę, że wszystkie teorie formułowane przed Sauveurem zakładały, że w wyniku przeprowadzenia określonej liczby różnych podziałów struny uzyskać można określoną liczbę różnych (mniejszych) interwałów. Żaden z autorów – nawet zajmujący się tym zagadnieniem kilkadziesiąt lat wcześniej Mersenne – nie wysunął twierdzenia, że owa liczba interwałów może być nie tylko nieskończona, ale również że mogą one powstawać samoistnie. Żaden z uczonych nie zauważył też, że podział struny nie musi się dokonywać na drodze działań matematycznych wypracowanych przez umysł danego teoretyka muzyki. Nikt wcześniej nie dostrzegł, że owe samoistne podziały dokonują się zawsze tak samo – bez względu na wysokość dźwięku wydawanego przez całą długość struny.

Przejście w teorii dźwięku muzycznego od spekulatywnych kanonów myślowych do koncepcji wyprowadzonej bezpośrednio z jego fizycznych właściwości uznać zatem należy za jedno z największych osiągnięć myśli Sauveura. Nie ulega też wątpliwości, że dostrzeżenie przez niego zupełnie nowego aspektu znanego od stuleci zjawiska „wytwarzania” dźwięku przez drgającą strunę wynikało z faktu, iż swoich obserwacji uczony ten dokonał za pomocą metodologii wykorzystywanej w wieku siedemnastym w badaniach fizyczno-matematycznych. Dzięki temu nie ograniczył się on do metod czysto intelektualnych oraz do doświadczeń myślowych, które przez kilka stuleci stosowali teoretycy muzyki. Autor *Principes d'acoustique et de musique* różnił się także od swych poprzedników z obszaru nauk fizyczno-matematycznych, jego refleksja bowiem od samego początku kierowała się ku teorii i praktyce muzycznej⁵⁹. Fakt ten dostrzegł już zresztą Bernard Fontenelle, jeden z czołowych publicystów Académie des Sciences, który przez ponad cztery de-

⁵⁹ Por. A. C o h e n, *Music in the French Royal Academy: Study in the Evolution of Musical Thought*, Princeton University Press, Princeton 1981, s. 27.

kady na łamach „Histoire de l'Académie Royale des Sciences...” regularnie omawiał prowadzone w tym ośrodku badania z wielu różnych dyscyplin. I to właśnie on – już w roku 1701 – stwierdził, że opracowany przez Sauveura system „całkowicie odmienił praktykę muzyczną”⁶⁰. Oczywiście dzisiaj trudno rozstrzygnąć, czy był to jedynie kurtuazyjny komplement, czy też Fontenelle faktycznie dostrzegł wpływ nowej teorii na praktykę muzyczną swoich czasów. Faktem jest jednak, że zamiysł opracowania nowatorskiego systemu muzycznego, który mógłby znaleźć zastosowanie w praktyce, był przez Sauveura realizowany z dużą konsekwencją, choć ów proces – z różnych powodów – był nieco rozłożony w czasie. Bo chociaż wykład prezentujący wstępne wyniki badań przedstawił w Collège Royal w Paryżu już w roku 1697 (odwołując się przy tym najprawdopodobniej do własnego rękopisu zatytułowanego *Traité de la théorie de la musique*), to jednak na tym etapie pracy nie zdecydował się jeszcze na opublikowanie ich drukiem. Przyczyną ostrożności była obawa, że zaproponowane przez niego nowe nazwy dźwięków mogą wzbudzić opór muzyków, a pomysł wprowadzenia ujednoliconego i stałego punktu odniesienia dla wysokości wszystkich dźwięków, który roboczo wypracował już w roku 1700⁶¹, byłby trudny do zrealizowania ze względu na olbrzymie zróżnicowanie wysokości brzmienia ówczesnych instrumentów⁶². Wydaje się jednak, że naj-

⁶⁰ [Fontenelle], *Sur un nouveau système de musique*, s. 121.

⁶¹ W celu ustalenia wzorcowej częstotliwości drgań, która stałaby się punktem odniesienia dla wszystkich dźwięków, stosował Sauveur dwie metody: zliczanie liczby dudnień piszczałek organowych i obliczenia matematyczne. W roku 1700, posługując się pierwszą metodą, stwierdził, że w przypadku dwóch wybranych piszczałek organowych wydających w tym samym czasie dwa różne dźwięki (długości tych piszczałek pozostawały wobec siebie w proporcji $24/25$) pojawiają się cztery dudnienia na sekundę. Stwierdził też, że piszczałka o wyższym dźwięku, mająca około pięciu stóp długości i wydająca dźwięk *mi*, drga z częstotliwością 100 drgań na sekundę, i tę właśnie wartość wybrał za wzór. Według Rascha przy takim założeniu częstotliwość dźwięku *a*¹ wynosiła 421 Hz lub 415 Hz, czyli o 74 lub 142 centy wyżej niż dziś (por. R a s c h, *Introduction*, s. 26. Sauveur nie zdołał jednak potwierdzić tych wyliczeń w przeprowadzonym publicznie eksperymencie. Do tematu dźwięku podstawowego wrócił w roku 1713. Wyliczył wówczas, że na współczesnych mu instrumentach (klawesynie, organach) dla dźwięku *C sol ut* faktyczna liczba drgań wynosi około 242 i $2/5$ na sekundę. Przy takim założeniu *a*¹ = 410 Hz (124 centy niżej niż dziś). Stosując następnie drugą ze wspomnianych metod, zestawiał ten wynik z kolejnymi liczbami ciągu geometrycznego o ilorazie 2 (franc. progression double, puissances de 2), czyli: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048 itd.), proponując finalnie te właśnie wartości jako liczby drgań dla kolejnych dźwięków *ut*. Wzorcem stał się dźwięk *ut* w oktawie środkowej (franc. octave moyenne), drgający 256 razy na sekundę. Przy takim założeniu *a*¹ = 430 Hz. Wzorec ten określany jest obecnie jako: „scientific pitch”, „philosophical pitch”, „Sauveur pitch” lub „Verdi tuning”. W myśli Sauveura nie można wskazać jednego modelowego punktu odniesienia dla wszystkich dźwięków (por. R a s c h, *Introduction*, s. 25-27).

⁶² Zamiysł Sauveura ukierunkowany na wprowadzenie wzorcowej częstotliwości drgań dla strojenia wszystkich instrumentów był pierwszą tego typu propozycją w dziejach. Proces ujednolicenia tej częstotliwości zakończył się dopiero w pierwszych dekadach dwudziestego wieku.

większe jego obawy wzbudzał inny, niezwykle ważny powód: Sauveur był zapewne świadom, że samo sformułowanie bardzo śmiałej jak na owe czasy teorii mówiącej o *w e w n ę t r z n e j z ł o ż o n o ś c i* dźwięku muzycznego, który przez stulecia uznawano za „twór” monolityczny, byłoby zbyt rewolucyjne dla ówczesnej myśli muzycznej. Stwierdzenie, iż w każdym dźwięku o określonej wysokości brzmienia obecny jest stały *w e w n ę t r z n y*, naturalny „system muzyczny”, wykraczało daleko poza utrwalone wielowiekową tradycją paradygmaty myślowe – nawet te, które w pierwszej połowie siedemnastego wieku wypracował Mersenne, a które przecież we Francji przez całe siedemnaste stulecie pozostawały bardzo silnie zakorzenione w dziedzictwie intelektualnym wypracowanym w szesnastym wieku⁶³. I to zapewne z tego właśnie powodu zdecydował się przedstawić wyniki swoich badań dopiero, gdy upewnił się, że głoszone przez niego treści zaczęły powoli zyskiwać uznanie w środowiskach naukowych i muzycznych Paryża⁶⁴.

Dokonując hermeneutycznej rekonstrukcji toku rozumowania Sauveura w chwili formułowania założeń nowatorskiej teorii dźwięku muzycznego, należy też podkreślić, że pierwsze skonkretyzowane wyniki swych badań wypracował on za pomocą języka matematyki. Powody posługiwania się takim językiem omówimy dalej. W tym miejscu zaznaczymy, że Sauveur nie odwoływał się do matematyki zaawansowanej, którą stosowali fizycy siedemnastowieczni, lecz do matematyki, którą przez stulecia operowała spekulatywna teoria muzyki. Wyłączywszy działania logarytmiczne (o czym dalej), dokonywał on bowiem operacji liczbowych o podstawowym poziomie trudności. Stanowi to zresztą jedną z istotniejszych przesłanek utwierdzających nas w przekonaniu, że myśl Sauveura należy zaklasyfikować raczej do teorii muzyki niż do rozwijających się w owym czasie niezwykle prężnie nauk fizyczno-przyrodniczych – te ostatnie mogły się już wówczas poszczycić dużo wyższym poziomem stosowanej matematyki. Należy jednak podkreślić, że język matematyki wykorzystywany przez Sauveura w analizie zjawisk akustycznych różnił się od języka stosowanego przez teoretyków muzyki szesnastego i siedemnastego wieku jednym – niezwykle istotnym – elementem: użyciem logarytmów⁶⁵. Owe formuły matematyczne, opisane po raz pierwszy w roku 1614 przez Johna Napiera, dość szybko stały się wygodnym narzędziem obliczeniowym stosowanym w wielu

Por. B. H a y n e s, *A History of Performing Pitch: The Story of "A"*, Scarecrow Press, Lanham–London 2002, s. 41n.

⁶³ Szerzej na ten temat por. A l e k s a n d r o w i c z, *Teoretyczne podstawy francuskiej polifonii liturgicznej XVII wieku*, s. 158.

⁶⁴ Zob. F o n t e n e l l e, *Sur un nouveau système de musique*.

⁶⁵ Wprawdzie już Lemme Rossi (*Sistema musico*, Perugia 1666), a następnie Christiaan Huygens (*Novus cyclus harmonicus*, 1691) opisywali interwały muzyczne za pomocą logarytmów, żaden z nich nie zastosował ich jednak jako narzędzia mierzenia interwałów.

różnych naukach⁶⁶. Dzięki nim mnożenie liczb można było zastąpić dodawaniem ich logarytmów. Z tego właśnie narzędzia skorzystał w roku 1700 również Joseph Sauveur, uzyskując pierwszy praktyczny owoc swoich obserwacji: logarytmiczny podział oktawy na 301 równych sobie rozmiarem interwałów⁶⁷. Pozwoliło mu ono wyznaczyć precyzyjną i wygodną w użyciu jednostkę miary, która umożliwiała nie tylko niezwykle precyzyjne określenie rozmiaru współbrzmień, ale również wygodne ich sumowanie (znacznie wygodniejsze niż w przypadku proporcji liczbowych wyrażających interwały muzyczne). Należy zaznaczyć, że sam fakt pojawienia się takiej jednostki był w teorii muzyki absolutną nowością, otwierającą zupełnie nowe perspektywy w metodologii prowadzenia badań – zwłaszcza w obszarze temperacji instrumentów klawiszowych. Proporcja liczbowa jako taka (w myśli muzycznej operowano nią w zasadzie od niepamiętnych czasów) nie miała przecież „mierzalnych” rozmiarów. Była „jedynie” proporcją dwóch zestawionych ze sobą liczb. Dzięki logarytmom – które w teorii muzyki w sposób praktyczny jako pierwszy wykorzystał właśnie Joseph Sauveur⁶⁸ – prowadzone na interwałach operacje (sumowanie bądź odejmowanie ich rozmiarów) stały się prostsze i znacznie mniej pracochłonne. Rozmiar interwału wyrażany był bowiem za pomocą jednej liczby, nie zaś proporcji dwóch liczb. Przed rokiem 1700 wszyscy teoretycy opisujący relacje między interwałami uzyskiwanymi poprzez skracanie struny monochordu, nie mogąc oprzeć się na żadnej jednostce miary, musieli przeprowadzać szereg złożonych działań arytmetycznych⁶⁹ (szczególnie trudne było zestawianie ze sobą na zasadzie proporcji dwóch różnych proporcji liczbowych⁷⁰). Wskutek tego wywody ówczesnych badaczy były zawiłe i trudne

⁶⁶ Logarytmy jako pierwszy opisał John Napier (zob. J. Napier, *Mirifici logarithmorum canonis descriptio*, Andrew Hart, Edinburgh 1614; tenże, *Mirifici logarithmorum canonis constructio*, Andrew Hart, Edinburgh 1619), pierwsze tablice logarytmiczne opublikował natomiast Henry Briggs (zob. H. Briggs, *Logarithmorum chilias prima*, [b.n.w.], London, 1618). Logarytmami interesowali się też Johannes Kepler (zob. J. Kepler, *Chilias logarithmorum, praemissa demonstratione legitima ortus logarithmorum eorum[que] usus*, Caspar Chemlin, Marburg 1624), Denis Henrion (zob. D. Henrion, *Traité des logarithmes*, [b.n.w.], Paris 1626), Adriaan Vlacq (zob. A. Vlacq, *Arithmetica logarithmica sive logarithmorum chiliades centum*, Petrus Rammasenius, Gouda 1628) i Bonaventura Cavalieri (B. Cavalieri, *Directorium generale uranometricum in quo trigonometriae logarithmicae fundamenta*, N. Tebaldini, Bologna 1632).

⁶⁷ Dla uzyskania większej dokładności każdą eptameridę podzielił Sauveur dodatkowo na dziesięć równych sobie części zwanych dekameridami (franc. decamerides).

⁶⁸ Por. B. Cottrell, *Physics and Culture*, World Scientific Publishing Europe Ltd., London 2017, s. 237. Zamyśl logarytmicznego postrzegania interwałów można jednak dostrzec już w *Compendium musicae* Kartezjusza.

⁶⁹ Por. B. Wardhaugh, *Musical Logarithms in the Seventeenth Century: Descartes, Mercator, Newton*, „Historia Mathematica” 35(2008) nr 1, s. 20.

⁷⁰ Zagadnienie to, jednak bez powiązania z teorią muzyki, zgłębiał w latach dwudziestych siedemnastego wieku Kepler (zob. Kepler, dz. cyt.; tenże, *Supplementum chiliadis logarith-*

do porównania czy skonfrontowania z poglądami innych autorów. Wprawdzie już w drugiej połowie szesnastego wieku opracowano dwie metody mające służyć precyzyjniejszemu wyrażaniu rozmiaru badanych współbrzmień (metoda arytmetyczna polegała na zastosowaniu ułamków dziesiętnych, metoda geometryczna zaś – na użyciu mezolabium, starożytnego narzędzia, po raz pierwszy wykorzystanego do określania rozmiaru interwałów przez Zarlina w roku 1558), jednakże ani w praktyce, ani w rozważaniach teoretycznych metody te nie były zbyt wygodne. Z tego zresztą powodu stworzone przez Sauveura nowa koncepcja mierzenia interwałów i odpowiednia do tego celu jednostka były tak nowatorskie w myśli muzycznej przełomu siedemnastego i osiemnastego wieku. Dzięki tym innowacjom opracowano wówczas metodę bardzo precyzyjnego określania rozmiaru wszystkich stosowanych w praktyce współbrzmień, w tym również temperowanych. Jednostka ta, nazwana przez Sauveura eptameridą, wyrażana proporcją $\frac{435}{434}$, miała rozmiar około 3,986710963 centa⁷¹, czyli w przybliżeniu $\frac{1}{25}$ półtonu stosowanego w stroju równomiernie temperowanym. Zaznaczmy jednak raz jeszcze: wyłączwszy oktawę, żaden z interwałów obecnych w systemie Sauveura nie odpowiadał wielkością żadnemu z interwałów, które każdorazowo tworzą się samostnie na wprawionej w drgania strunie (zob. przykład 3).

MATEMATYCZNY DYLEMAT

Szukając kolejnych hermeneutycznych kontekstów sformułowanej przez Sauveura teorii dźwięku muzycznego, powróćmy raz jeszcze do zaakcentowanej na początku niniejszego artykułu polaryzacji dwóch wzajemnie wykluczających się idei: pragnienia oparcia się na naturalnych wzorcach, obserwowanych podczas badania drgającej struny, a zarazem świadomego od nich odejścia. Aby wskazać przesłanki decydujące o finalnym kształcie owej teorii (z wyjątkiem oktav, rozmiary wszystkich interwałów systemu Sauveura odbiegały od wartości naturalnych), zasadne będzie postawienie pytania o przyczynę wyboru takiej a nie innej liczby podziałów oktawy na równe sobie interwały. Dlaczego to właśnie $\frac{1}{301}$ część oktawy (jedna eptamerida) stała się w systemie muzycznym Sauveura jednostką miary? Interwału takiego nie dostrzegł przecież Sauveur, obserwując drgającą strunę, od czego przecież rozpoczął swoje

morum, Caspar Hemlinus, Marburg 1625) W *Harmonices mundi*, traktacie dotyczącym muzyki, operuje on jednak w dalszym ciągu jedynie proporcjami liczb (zob. t e n ż e, *Harmonices mundi libri quinque*, Godofredus Tampachius, Linz 1619).

⁷¹ Cent (ct.) jako jednostka logarytmiczna znajdująca zastosowanie w mierzeniu interwałów muzycznych został wprowadzony przez Alexandra Ellisa (zm. 1890). Jeden cent, wyrażany stosunkiem $\sqrt[1200]{2}$ czyli 1,0006, to jedna setna część półtonu w stroju równomiernie temperowanym.

badania. Odpowiedź odnaleźć można w artykule opublikowanym na łamach „Histoire de l’Academie Royale des Sciences...”. W artykule tym czytamy: „[Sauveur] podzielił cały ton średni (ton moyen) na 7 równych sobie części, z których cztery odpowiadają półtonowi majorowemu (semiton majeur), zaś trzy półtonowi minorowemu (semiton mineur) dzięki czemu oktawa, zawierająca w sobie 5 całych tonów średnich i dwa półtony majorowe, podzielona była w sumie na 43 [równe sobie] części, które określił mianem merid (merides). Każda merida dzieliła się na 7 [równych sobie] części, które nazwał eptameridami (eptamerides). Tym samym oktawa liczyła 301 eptamerid”⁷². Za punkt wyjścia przyjął on zatem interwał całego tonu średniego, który – co należy podkreślić – nie jest interwałem naturalnym ale temperowanym⁷³. W szesnastym i siedemnastym wieku był on wykorzystywany przy strojeniu instrumentów klawiszowych (tak zwane temperacje mezotoniczne): tworzył się w wyniku „uśrednienia” rozmiaru dwóch różnych całych tonów: majorowego ($\frac{9}{8}$, 203,91 ct.) i minorowego ($\frac{10}{9}$, 182,40 ct.), które razem tworzą naturalną tercję majorową ($\frac{5}{4}$, 386,31 ct.). Całkowitą liczbę 43 równych sobie interwałów w ramach oktawy ($\frac{2}{1}$, 1200 ct.) uzyskał zatem Sauveur, rozmieszczając w jej zakresie pięć całych tonów średnich (każdy w rozmiarze 193,15 ct.) i dwa półtony majorowe (każdy w rozmiarze 117,10 ct.). Było to zatem rozwiązanie bardzo dobrze przemyślane, bo uzyskany wynik odznaczał się bardzo dużym stopniem dokładności: suma owych siedmiu interwałów ($5 \cdot 193,15 \text{ ct.} + 2 \cdot 117,10 \text{ ct.}$) tworzyła interwał o rozmiarze około 1199,95 centa. Dodajmy, że dokonując podziału całego tonu średniego na siedem równych sobie części użył Sauveur proporcji $\frac{4}{3}$. Dokonany przez niego podział oktawy na 43 równe sobie interwały można zatem zapisać matematycznie jako $5 \cdot 7 + 2 \cdot 4 = 43$ (zob. przykład 4)⁷⁴. Dla osiągnięcia jeszcze większej dokładności każdą meridę ($\frac{1}{43}$ oktawy) podzielił dodatkowo na siedem równych części, uzyskując tym samym całkowitą liczbę 301 interwałów w oktawie.

Przyjęcie za punkt wyjścia całego tonu średniego nie było jednak jedyną przyczyną decyzji Sauveura o wyborze 43, a następnie 301 podziałów oktawy. Nie mniej istotnym powodem było pragnienie uniknięcia w praktyce skomplikowanych obliczeń logarytmicznych przy budowaniu z merid i eptamerid różnych możliwych współbrzmień. A komplikacji tej można było uniknąć tylko wtedy, gdy oktawa była podzielona na 301 równych sobie interwałów, bo w tym przypadku, chcąc szybko określić rozmiar dowolnego współbrzmienia, wystarczyło sięgnąć do „gotowych” tablic logarytmicznych⁷⁵. Aby posłużyć

⁷² Fontenelle, *Sur un nouveau système de musique*, s. 128.

⁷³ Cały ton średni, wyrażany współczynnikiem $\sqrt[4]{\frac{5}{4}}$ czyli 1,11803398875, ma rozmiar 193,15 ct.

⁷⁴ Por. Barbour, *Tuning and Temperament*, s. 128.

⁷⁵ Pierwsza taka tablica (dla liczb od 1 do 100 000), którą sporządził Adriaan Vlacq (zm. 1667), uzupełniając wyliczenia Henry’ego Briggsa (zm. 1630), została opublikowana w jego

się tablicą, należało odszukać w niej wartość odpowiedniego logarytmu po czym w wartości tej „usunąć” trzy ostatnie cyfry. Dla przykładu, aby ustalić rozmiar kwinty, należało wyczytać w tablicy, że logarytm o podstawie 10 z liczby 2, czyli $\log_{10}(2)$, ma wartość 0,3010300 zaś taki sam logarytm z liczby 3, czyli $\log_{10}(3)$, ma wartość 0,4771212 (zob. przykład 5). Swoją myśl wyjaśnia Sauveur następująco: „Dysponując tablicą logarytmów Vlacca i odnajdując w niej logarytmy dwóch liczb oznaczających proporcję dźwiękową [danego interwału], należy odjąć mniejszy logarytm od większego, usuwając cztery ostatnie cyfry. Pierwsze cztery cyfry wyniku będą oznaczały rozmiar interwału w eptameridach. Przykładowo, aby ustalić, ile eptamerid ma kwinta, która wyrażana jest proporcją 2:3, należy wziąć logarytmy tych liczb, czyli 3010300 i 4771213. Odejmując mniejszy od większego, uzyskujemy liczbę 1760913, z której po usunięciu [czterech ostatnich cyfr] 0913 odczytujemy wynik: 176 eptamerid. Należy jednak pamiętać, że jeśli pierwsza z owych czterech usuwanych cyfr jest cyfrą 5 lub większą, wówczas ustalając wynik końcowy, trzeba dodać jedną eptameridę”⁷⁶.

Dodać można, że Sauveur, stwierdziwszy, iż podział oktawy na 43 równe sobie interwały nie jest jedynym z możliwych, które można rozważyć jako alternatywę dla podziału na 12 części, omówił również inne tego typu możliwości. Wiedząc, że wraz ze zwiększeniem liczby podziałów rozmiar wszystkich współbrzmień tworzonych poprzez sumowanie najmniejszego interwału w danym podziale oktawy zbliża się coraz bardziej do wartości naturalnych⁷⁷, zauważył, że pewne korzyści można również uzyskać, dzieląc oktawę na 19, 31 lub 55 równych sobie części. Przyznał jednak, że każdy z tych podziałów ma swoje mocne, ale i słabe strony. Jego poszukiwania w tym obszarze uznać zatem należy za kontynuację zapoczątkowanego już w szesnastym wieku nurtu w myśli muzycznej, który dążył do rozwiązania problemu pojawiającego się przy strojeniu instrumentów klawiszowych⁷⁸. Zaznaczmy jednak, że w wiekach szesnastym i siedemnastym główną przyczyną formułowania teorii zakładających większą liczbę tych części była poważna niedogodność każdego ze stosowanych w ówczesnej praktyce podziałów, w których tylko pewna licz-

traktacie *Arithmetica logarithmica sive logarithmorum chiliades centum* z roku 1628 (por. A. R. Hall, *From Galileo to Newton*, Dover Publications, Mineola, New York 2012, s. 88). Sauveur korzystał zapewne z wydania francuskiego (zob. A. Vlacq, *Tables de sinus, tangentes et secantes, et de logarithmes des sinus, tangentes, & des nombres depuis l'unité jusques à 10000*, Jean Thioly, Lyon 1670; por. R. Sachs, *Introduction*, s. 29).

⁷⁶ Sauveur, *Principes d'acoustique et de musique*, s. 13.

⁷⁷ Por. D. Dolta, *Meantone Temperaments on Lutes and Viols*, Indiana University Press, Bloomington 2016, s. 113.

⁷⁸ Koncepcje podziału oktawy na inną niż 12 liczbę interwałów proponowali między innymi Francisco de Salinas (1577, podział na 19), Nicola Vicentino (1555, podział na 31), Christiaan Huygens (1661, podział na 31) i William Holder (1694, podział na 53).

ba wszystkich możliwych interwałów mogła mieć naturalny rozmiar (jest to wspólna cecha temperacji mezotonicznych)⁷⁹. Istota tego problemu nie leżała oczywiście w niedoskonałości czy złym doborze procedury strojenia instrumentów, bo bez względu na przyjęte założenia jej efekt końcowy jest zawsze taki sam: skontrastowane brzmienie różnych interwałów (utrzymanie naturalnych rozmiarów pewnej puli współbrzmień odbywa się zawsze kosztem „sfalszowania” czystości brzmienia innych), wynikające z braku równoważności enharmonicznej dźwięków⁸⁰. Na poziomie praktycznym siedemnastowieczni stroiciele instrumentów klawiszowych wypracowali w zasadzie jedno tylko rozwiązanie umożliwiające częściowe ukrycie owego kontrastu między współbrzmieniami naturalnymi i temperowanymi: było nim odejście od temperacji mezotonicznych w kierunku odpowiednio dobranej temperacji nieregularnej (takiej, w której wszystkie interwały są w mniejszym lub większym stopniu temperowane, koło kwintowe sprawia wrażenie zamkniętego, ale układ tonów i półtonów w każdej tonacji jest bardzo zróżnicowany⁸¹). Wielu stroicieli miało zapewne świadomość (przynajmniej na poziomie rozważań teoretycznych), że owe typowe dla temperacji mezotonicznych różnice zmniejszają się wraz ze wzrostem liczby równych podziałów oktawy: przy podziale na 19 części (całego tonu na 3 części) dokładność wynosi $\frac{1}{3}$ komatu, przy podziale na 31 części (całego tonu na 5 części) jest to $\frac{1}{4}$ komatu, przy podziale na 43 części (całego tonu na 7 części) można uzyskać dokładność $\frac{1}{5}$ komatu, a przy podziale na 55 części (całego tonu zaś na 9 części) dokładność osiąga $\frac{1}{6}$ komatu⁸². Należy jednak zaznaczyć, że do czasów Sauveura wszystkie tego typu rozważania pozostawały wyłącznie teoretyczne, czego przyczynę stanowiła nie tyle trudność w zbudowaniu klawiatury o liczbie klawiszy większej niż 12 (bo takie przecież powstawały), ile poważne trudności natury metodologicznej. Wszyscy autorzy poruszający to zagadnienie w szesnastym i siedemnastym wieku operowali przecież tylko proporcjami liczbowymi, których zastosowanie w tego typu rozważaniach jest bardzo niewygodne. Żaden z tych teoretyków nie wpadł także na pomysł, aby ów najmniejszy pojedynczy interwał, który można uzyskać w wyniku określonej liczby podziałów oktawy na równe sobie części, potraktować jako „budulec” wszystkich interwałów systemu.

⁷⁹ Por. J. C h w a ł e k, *Podstawy systemu średnionowego*, w: *Organy i muzyka organowa*, t. 9, red. J. Krassowski, Wydawnictwo Akademii Muzycznej im. Stanisława Moniuszki, Gdańsk 1994, s. 178n.

⁸⁰ Por. O.H. J o r g e n s e n, *Tuning, Containing The Perfection of Eighteenth-Century Temperament, The Lost Art of Nineteenth-Century Temperament, and The Science of Equal Temperament*, Michigan State University Press, East Lansing 1991, s. 11.

⁸¹ Por. C. D i V e r o l i, *Unequal Temperaments and Their Role in the Performance of Early Music*, Artes Gráficas Farro, Buenos Aires 1978, s. 92.

⁸² Por. D o l a t a, *Meantone Temperaments on Lutes and Viols*, s. 113.

Wszyscy oni trwali przy wielowiekowym paradygmacie intelektualnym, nakazującym uzyskiwanie mniejszych interwałów przez podział większych, które ponadto musiały z zasady mieć rozmiary naturalne (jak wspomniano, taka ścieżka rozumowania generuje w praktyce szereg nierozwiązywalnych trudności). Autorzy ci nie dysponowali też procedurą matematyczną, którą teoria muzyki zyskała właśnie dzięki Sauveurowi: nie mogli sięgnąć po logarytmiczną jednostkę miary interwałów, która pozwoliła autorowi *Principes d'acoustique et de musique* utwierdzić się w przekonaniu, że podziały oktawy na 19 i 31 części są zbyt niedokładne dla wyrażenia wszystkich stosowanych w praktyce interwałów, podział zaś na 53 części jest nazbyt rozdrobniony; ze względu na ograniczenia percepcyjne ludzkiego słuchu, który nie jest w stanie rozróżnić zbyt małych interwałów, nie ma też potrzeby wprowadzania aż tak dużej liczby podziałów. Powodem, dla którego Sauveur wybrał ostatecznie 43 podziały (a następnie 301), było więc pragnienie zachowania równowagi między dobranymi środkami (odpowiednio dobraną liczbą podziałów) a uzyskanym efektem (możliwością zbudowania interwałów o rozmiarach bardzo zbliżonych do rozmiarów naturalnych)⁸³.

NATURA UTEMPEROWANA

Uwzględniwszy wszystkie powyższe konteksty, ponownie przywołajmy dwie wzajemnie wykluczające się idee leżące u podstaw akustycznej teorii dźwięku muzycznego i koncepcji systemu Josepha Sauveura i zastanówmy się, dlaczego zdecydował on, że system ten będzie w całości zbudowany na interwałach temperowanych, nie zaś jak dotąd – przynajmniej częściowo – na współbrzmieniach naturalnych. Wszystkie współbrzmienia zbudowane z eptamerid nie odpowiadają przecież tym, które samoistnie tworzą się wskutek drgania dzielonej na części struny (zob. przykład 3). Na rozbieżności te zwrócił już zresztą uwagę Alexander J. Ellis, komentator pracy Hermanna von Helmholtza i jej tłumacz na język angielski, wyliczając, że kwinta czysta w systemie Sauveura ma rozmiar 701,661 centów, a tercja majorowa 386,711 centów (rozmiary naturalne tych interwałów wynoszą odpowiednio: 701,955 centów i 386,31 centów⁸⁴). Oznacza to, że za pomocą eptamerid wyrazić można interwały bardzo bliskie wartościom naturalnym – lecz nigdy nie interwały naturalne. Rozmiar żadnego interwału z systemu Sauveura nie jest ponadto

⁸³ Por. tamże.

⁸⁴ Por. A.J. Ellis, *Appendix XX: Additions by the Translator*, w: H.L.F. von Helmholtz, *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*, tłum. A.J. Ellis, Longmans, Green, and Co., London, New York 1895, s. 437 (<https://archive.org/details/onsensationsofto00-helmrich/page/n7>).

zgodny z tymi, które można uzyskać, dzieląc oktawę na 12 równych sobie części (strój równomiernie temperowany, o którym, jako o pomysśle koncepcyjnym, wspomina Jean Denis już w roku 1643⁸⁵). Wybrane przez niego liczby podziałów (43 i 301) nie dzielą się przecież bez reszty przez 12, a oktawa – jedyny naturalny interwał w jego systemie (wyrażany proporcją $2/1$) – nie zawiera w sobie ani całkowitej liczby merid (43:12=3,5833...), ani eptamerid (301:12=25,0833...).

Mając zatem na uwadze nakreślone wyżej hermeneutyczne konteksty, postawmy fundamentalne pytanie: Dlaczego Sauveur zdecydował się odrzucić zarówno wszystkie wcześniejsze koncepcje (regularne i nieregularne temperacje mezotoniczne wypracowane w szesnastym i siedemnastym wieku), jak i podział oktawy na 12 równych sobie interwałów, co – z perspektywy historycznej – byłoby rozwiązaniem najprostszym (tego typu strój równomiernie temperowany już w połowie osiemnastego wieku znacząco uprościł teorię i praktykę muzyczną)? Dlaczego odrzucił on również naturalny wzorzec podziałów dokonujący się samoistnie na wprowadzonej w drgania strunie i ostatecznie nie uwzględnił rozbrzmiewających razem z tonem podstawowym (franc. son principal) dźwięków harmoniczných (franc. sons harmoniques), zwanych dziś alikwotami, chociaż właśnie one stanowiły punkt wyjścia jego badań i „esencję” jego akustycznej teorii dźwięku?

Wydaje się, że jedyną przyczyną, która może wyjaśnić przyjęcie takiej właśnie postawy, był fakt, że teoria Sauveura pozostawała w chwili jej sformułowania, w roku 1701, teorią nieudowodnioną, a ściślej mówiąc – udowodnioną jedynie częściowo. Nie została ona przecież stworzona wyłącznie w oparciu o obserwacje fizycznych eksperymentów na drgającej strunie, badaczowi bowiem nie udało się uzyskać zbyt wielu takich wyników. Skala jego odkryć w zakresie akustyki dźwięku jest wprawdzie niepodważalna, lecz największy rozwój tej dyscypliny umożliwią dopiero badania przeprowadzone przez innych uczonych w kolejnych dziesięcioleciach osiemnastego wieku i w wieku dziewiętnastym. Sauveur nie dysponował też aparaturą naukową, z której już w nieodległej perspektywie czasowej będą korzystali późniejsi badacze⁸⁶. Nie przejawiał on zresztą większego zainteresowania prowadzaniem szerzej zakrojonych eksperymentów akustycznych. Jego refleksja nad fizycznymi cechami dźwięku nie skierowała się przecież ku naukom fizyczno-akustycznym, ale oscylowała między teorią muzyki a praktyką muzyczną sensu stricto. Nie podjął on też badań w kierunku, w którym podążyla część francuskich uczonych

⁸⁵ Por. M. Aleksandrowicz, *Uwagi o strojeniu instrumentów klawiszowych w XVII wieku. Traité de l'accord de l'espinette (1650) Jeana Denis*, „Studia Organologica” 4(2012), s. 46.

⁸⁶ Zob. T.D. Rossing, *A Brief History of Acoustics*, w: *Springer Handbook of Acoustics*, Springer, Berlin–Heidelberg 2014, s. 11-25.

siedemnastego stulecia, takich jak Claude Perrault⁸⁷, Jean de Hautefeuille⁸⁸ czy Joseph-Guichard du Vernay⁸⁹, którzy chcąc zgłębić istotę dźwięku w ogólności, interesowali się nim w oderwaniu od jego aspektów muzycznych – dokonywali rozróżnienia między dźwiękiem muzycznym (franc. son musicale) a dźwiękiem w znaczeniu zjawiska czysto fizycznego (franc. bruit)⁹⁰. Wydaje się więc, że jedną z najbardziej prawdopodobnych przyczyn podjętej przez Sauveura decyzji o odrzuceniu przy tworzeniu swego systemu muzycznego nie tylko dotychczasowych paradygmatów teoretyczno-muzycznych, ale również odkrytych przez siebie nowych zjawisk akustycznych, był fakt, że w oparciu o zgromadzone dane nie zdołał on nadać swojej teorii takiego kształtu, jaki zamierzał, rozpoczynając w roku 1696 swe pionierskie badania. Dostrzegając wiele wad wcześniejszych i współczesnych mu teorii muzycznych, widząc wiele nieścisłości w praktyce muzycznej różnych czasów, nie potrafił w pełni zrozumieć i wykorzystać odkrytych przez siebie naturalnych praw akustyki. Opierając się jedynie na wynikach swoich doświadczeń, nie zdołał opracować wystarczająco spójnej teorii, która zaradziłaby wszystkim dostrzeżonym w praktyce muzycznej niedoskonałościom. W tej bardzo niekomfortowej dla badacza sytuacji pozostało mu tylko jedno rozwiązanie. Jedynym naukowym „narzędziem”, któremu mógł w pełni zaufać i na którym mógł się bez wahania oprzeć, był język matematyki – język, który za sprawą niespotykanego w dziejach rozwoju nauk przyrodniczych urósł w wieku siedemnastym do rangi języka uniwersalnego spinającego wiele różnych dyscyplin wiedzy. Po ten właśnie język sięgnął Sauveur, starając się znaleźć racjonalne wyjście z sytuacji, w jakiej postawiła go – paradoksalnie – sama natura dźwięku i odkryte naturalne wzorce matematyczno-muzyczne, których nie sposób bezpośrednio przenieść na praktykę muzyczną. Dlatego właśnie zdecydował się on na matematyczne wyliczenie najlepszej z możliwych liczby podziałów oktawy i wskazanie elementarnej jednostki miary, dzięki której zyskał możliwość wyrażenia z wystarczającą dokładnością rozmiaru wszystkich stosowanych w teorii i praktyce interwałów: zarówno naturalnych, jak i temperowanych. W takim kontekście należy rozumieć jego śmiało sformułowaną w roku 1701 deklarację, że stworzony na nowym fundamencie ogólny system interwałów będzie uwzględniał wszystkie inne wypracowane dotąd systemy. Potwierdze-

⁸⁷ Zob. C. Perrault, *Essais de physique, ou Recueil de plusieurs traités touchant les choses naturelles*, Jean Baptiste Coignard, Paris 1680.

⁸⁸ Zob. J. de Hautefeuille, *L'art de respirer sous l'eau*, [b.n.w.], Paris 1681 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k10428316.image>).

⁸⁹ Zob. J.G. du Vernay, *Traite de l'organe de l'ouïe*, Estienne Michallet, Paris 1683 (<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15107855.image>).

⁹⁰ Zob. T. P s y c h o y o u, *Du psophos au bruit: sur les origines et les transformations de l'objet au XVII^e siècle*, „Musurgia” 13(2006) nr 4, s. 17-31.

niem naukowej bezradności, jakiej na przełomie szesnastego i siedemnastego stulecia doświadczył Sauveur, są fragmenty *Principes d'acoustique et de musique*, w których wyznaje on, że w badaniu i interpretacji nieznanych dotąd zjawisk fizycznych towarzyszących rozbrzmiewającej strunie kierował się zasadą analogii do innych obszarów wiedzy, zwłaszcza optyki, oraz że do wielu konkluzji doszedł „poprzez rozmyślanie” („en meditant”)⁹¹. Nie jesteśmy oczywiście w stanie udowodnić, że odkrycie dźwięków harmoniczych („sons harmoniques”) tworzących się samoistnie na drgającej strunie według niezmiennego wzoru zostało zainspirowane pracami Newtona, który w roku 1665 wyjaśnił istotę zjawiska rozszczepiania się światła przechodzącego przez pryzmat. Bardzo trudno jednak nie dostrzec analogii między rozszczepieniem światła a dokonaniem przez Sauveura „rozszczepieniem” dźwięku. Nie da się też wykazać, że twierdzenie, iż liczba naturalnych podziałów drgającej i wydającej dźwięk struny jest nieskończona, zainspirowane zostało teorią liczb nieskończenie małych, którą zgłębiały największe umysły siedemnastego i osiemnastego wieku. Wydaje się jednak, że matematyczny umysł Sauveura – słuchacza i aktywnego uczestnika wykładów prezentowanych w paryskiej Académie des sciences – zbierał i kompilował wiele tego typu faktów i że z pewnością nie pozostały one bez wpływu na jego poglądy muzyczne i akustyczne. To zapewne również dzięki nim udało mu się nadać względną spójność jego akustycznej teorii dźwięku muzycznego i zbudowanemu na jej fundamencie nowatorskiemu systemowi muzycznemu.

Jak zatem sposób ocenić sformułowaną w roku 1701 przez Sauveura akustyczną teorię dźwięku muzycznego i oparty na niej nowatorski system muzyczny? Nie ma wątpliwości, że mimo rozdarcia między dwiema przeciwnymi sobie koncepcjami udało mu się wypracować spójną propozycję systemu, któremu ponadto nadał kształt pozwalający odnieść go do współczesnej sobie praktyki muzycznej. Droga do osiągnięcia tego celu nie była jednak łatwa. Charakteryzujące pierwszy etap jego prac zachwyty i fascynacja dokonującymi się samoistnie podziałami struny, szybko musiały ustąpić potrzebie wypracowania najlepszego z możliwych kompromisów. Przyczyną tego była fizyczna niemożliwość stworzenia uogólnionego systemu muzycznego, który byłby w całości wyprowadzony z jego nowatorskiej teorii dźwięku muzycznego. Pomimo wysiłku, jego prace doprowadziły do stwierdzenia, że nowoodkrytego modelu matematyczno-fizycznego (obejmującego dźwięk fundamentalny i towarzyszące mu dźwięki harmoniczne) nie da się bezpośrednio przenieść na praktyczny system muzyczny. Najlepszym z możliwych kompromisów stała się zaś koncepcja polegająca na znaczącym zwiększeniu liczby podziałów oktawy (do 43, a następnie do 301), dzięki czemu pojawiła się możliwość

⁹¹ Sauveur, *Principes d'acoustique et de musique*, s. 2.

wyrażenia wszystkich stosowanych w praktyce współbrzmień – zarówno naturalnych, jak i temperowanych. Żaden interwał systemu Sauveura (z wyjątkiem oktawy) nie miał jednak wartości naturalnych, a jedynie mniej lub bardziej się do nich zbliżał. Badaczowi udało się też odrzucić część dawnych paradygmatów intelektualnych, które – rozpatrywane w perspektywie historycznej – okazały się czynnikiem hamującym rozwój teorii muzyki na przełomie siedemnastego i osiemnastego wieku. Sauveur utrzymał wprawdzie dotychczasowe znaczenie terminu „system”, oznaczającego podział oktawy na określoną liczbę mniejszych interwałów („system muzyczny – jak pisał w roku 1697 – to różne sposoby podziału oktawy”⁹²). Jego system był przecież nadal systemem „linearnym” i nie uwzględniał relacji harmoniczych, które staną się istotą koncepcji opracowanej w latach 1722-1726 przez Rameau. Poprzez przesunięcie punktu ciężkości z dążenia do osiągnięcia możliwie największej liczby interwałów naturalnych na uzyskanie możliwie największej ich różnorodności Sauveur dokonał jednak przewartościowania dotychczasowych kanonów myślowych i metodologii tworzenia systemu muzycznego. Renesansowy idiom *imitatione della natura* utracił tym samym ostatecznie w teorii muzyki swą dotychczasową wiodącą rolę⁹³. Wyrażane językiem matematyki naturalne wzorce obserwowane w przyrodzie, które dotąd w myśli muzycznej postrzegane były jako „dogmaty”, utraciły status fundamentu tej refleksji, stając się jedynie jednym z jej kontekstów. Akustyczną teorię dźwięku muzycznego Sauveura należy zatem umiejscowić na granicy dwóch całkowicie odmiennych światów: z jednej strony zamyka ona kilkusetletnią tradycję teoretyczną muzyki europejskiej, z drugiej zaś – otwiera nowy rozdział w refleksji muzycznej, który zostanie rozwinięty przez badaczy osiemnastego i dziewiętnastego wieku.

BIBLIOGRAFIA / BIBLIOGRAPHY

- Aleksandrowicz, Miłosz. „Geometria a teoria konsonansów: *Compendium musicae* (1618) René Descartesa.” *Additamenta Musicologica Lublinensia* 3 (2007): 75–87.
- . „System muzyczny Josepha Sauveura: ‘Principes d’acoustique et musique’ (1701).” *Additamenta Musicologica Lublinensia* 4 (2008): 105–18.
- . *Teoretyczne podstawy francuskiej polifonii liturgicznej XVII wieku*. Lublin: Wydawnictwo Archidiecezji Lubelskiej Gaudium, 2017.

⁹² T e n z e, *Collected Writings on Musical Acoustics*, s. 128.

⁹³ Por. M. F e n d, *The Changing Functions of Senso and Ragione in Italian Music Theory of the Late Sixteenth Century*, w: *The Second Sense: Studies in Hearing and Musical Judgement from Antiquity to the Seventeenth Century*, red. Ch. Burnett, M. Fend, P. Gouk, The Warburg Institute, University of London, London 1991, s. 211.

- . “Uwagi o strojeniu instrumentów klawiszowych w XVII wieku: *Traité de l'accord de l'espinette* (1650) Jeana Denis.” *Studia Organologica* 4 (2012): 43–70.
- Bacon, Francis. *New Atlantis: A Worke Unfinished*. N.d., 1627.
- . *Sylva Sylvarum, or, A Naturall History In Ten Centuries*. London: William Lee, 1627.
- Barbour, J. Murray. “Just Intonation Confuted.” *Music and Letters* 19, no. 1 (1938): 48–60.
- . *Tuning and Temperament: A Historical Survey*. Michigan: Michigan State College Press, 1951.
- Benedetti, Giovanni Battista. *Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber*. Turin: Bevilacqua, 1585.
- Bossuet, Jacques-Bénigne. *Introduction à la philosophie, ou de la connaissance de Dieu et de soi-même*. Paris: Denys Horthemels, 1722.
- (de) Brossard, Sébastien. *Dictionnaire de musique*. Paris: Christophe Ballard, 1703. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8623304q>.
- Briggs, Henry. *Logarithmorum chilias prima*. London, 1618.
- Calinger, Ronald S. *Leonhard Euler: Mathematical Genius in the Enlightenment*. Princeton: Princeton University Press, 2015.
- Cannon, John T., and Sigalia Dostrovsky. *The Evolution of Dynamics: Vibration Theory from 1687 to 1742*. New York: Springer, 1981.
- Cavalieri, Bonaventura. *Directorium generale uranometricum in quo trigonometriae logarithmicae fundamenta*. Bologna: N. Tebaldini, 1632.
- Christensen, Thomas. “Introduction.” In *The Cambridge History of Western Music Theory*, edited by Thomas Christensen. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- . *Rameau and Musical Thought in the Enlightenment*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- Cohen, Albert. *Music in the French Royal Academy of Sciences: A Study in the Evolution of Musical Thought*. Princeton: Princeton University Press, 1981.
- Cotterell, Brian. *Physics and Culture*. London: World Scientific Publishing Europe Ltd., 2017.
- Cram, David, and Benjamin Wardhaugh. “Introduction.” In *John Wallis: Writings on Music*, edited by David Cram and Benjamin Wardhaugh. New York: Routledge, 2017.
- Chwałek, Jan. “Podstawy systemu średnionowego.” In *Organy i muzyka organowa*, edited by Janusz Krassowski. Vol. 9. Gdańsk: Wydawnictwo Akademii Muzycznej im. Stanisława Moniszki, 1994.
- Descartes, René. *Compendium musicae*. Utrecht: Gijsbert à Zijll & Theodorus ab Ackerdijck, 1650.
- Di Veroli, Claudio. *Unequal Temperaments and Their Role in the Performance of Early Music*. Buenos Aires: Artes Gráficas Farro, 1978.

- Dolata, David. *Meantone Temperaments on Lutes and Viols*. Bloomington: Indiana University Press, 2016.
- Dorveaux, Paul, ed. *Les membres et les correspondants de l'Académie Royale des Sciences 1666-1793*. Paris: Au palais de l'Institut, 1931.
- Ellis, Alexander J. "Appendix XX: Additions by the Translator." In Hermann L.F. von Helmholtz, *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*. Translated by Alexander J. Ellis. London and New York: Longmans, Green, and Co., 1895. <https://archive.org/details/onsensationsof-to00helmrich/page/n7>.
- Fend, Michael. "The Changing Functions of *Senso* and *Ragione* in Italian Music Theory of the Late Sixteenth Century." In *The Second Sense: Studies in Hearing and Musical Judgement from Antiquity to the Seventeenth Century*, edited by Charles Burnett, Michael Fend, and Penelope Gouk. London: The Warburg Institute, University of London, 1991.
- Fix, Adam. "A Science Superior to Music: Joseph Sauveur and the Estrangement between Music and Acoustics." *Physics in Perspective* 17, no. 3 (2015): 173–97.
- (Fontenelle, Bernard.) "Sur la détermination d'un son fixe." *Histoire de l'Académie Royale des Sciences ... avec les mémoires de mathématique et de physique* 1700:134–43. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3502d>.
- . "Sur l'application des sons harmoniques aux jeux d'orgues." *Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique* 1702:90–2. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3505b>
- . "Sur les cordes sonores et sur une nouvelle détermination du son fixe." *Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique* 1713:68–75. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3516x>.
- . "Sur les systèmes tempères de musique." *Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique* 1707:117–20. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3489j>
- . "Sur les systèmes tempères de musique." *Histoire de l'Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique* 1711:80–1. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k35149>.
- . "Sur un nouveau système de musique." *Histoire de l'Académie Royale des Sciences ... avec les mémoires de mathématique et de physique*, 1701:121–37. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3503q>.
- Gouk, Penelope. "Music and the Sciences." In *The Cambridge History of Seventeenth-Century Music*, edited by Tim Carter and John Butt. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.
- . *Music, Science, and Natural Magic in Seventeenth-Century England*. New Haven and London: Yale University Press, 1999.
- Gruber, Albion. "Mersenne and Evolving Tonal Theory." *Journal of Music Theory* 14, no. 1 (1970): 36–67.

- Hall, A. Rupert. *From Galileo to Newton*. Mineola, New York: Dover Publications, 2012.
- Henrion, Denis. *Traité des logarithmes*. Paris, 1626.
- Hooke, Robert. *Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses. With Observations and Inquiries Thereupon*. London: The Royal Society, 1665.
- (de) Hautefeuille, Jean. *L'art de respirer sous l'eau*. Paris, 1681. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k10428316.image>.
- Haynes, Bruce. *A History of Performing Pitch: The Story of "A."* Lanham and London: Scarecrow Press, 2002.
- Huygens, Christiaan. *Oeuvres complètes*. Vol. 19, *Mécanique théorique et physique 1666-1695*. La Haye: Martinus Nijhoff, 1937.
- Isacoff, Stuart. *Temperament: How Music Became a Battleground for the Great Minds of Western Civilization*. New York: Vintage, 2003.
- Jorgensen, Owen H. *Tuning, Containing The Perfection of Eighteenth-Century Temperament, The Lost Art of Nineteenth-Century Temperament, and The Science of Equal Temperament*. East Lansing: Michigan State University Press, 1991.
- Kepler, Johannes. *Chilias logarithmorum*. Marburg: Caspar Chemlinus, 1624.
- . *Harmonices mundi libri quinque*. Linz: Godofredus Tampachius, 1619.
- . *Supplementum chiliadis logarithmorum*. Marburg: Caspar Chemlinus, 1625.
- Lang, Harry G., and Bonnie Meath-Lang. *Deaf Persons in the Arts and Sciences: A Biographical Dictionary*. Westport: Greenwood Publishing, 1995.
- Lang, Harry G. *Silence of the Spheres: The Deaf Experience in the History of Science*. London: Praeger, 1994.
- Mach, Ernst. *The Principles of Physical Optics: An Historical and Philosophical Treatment*. Translated by John S. Anderson and A. F. A. Young. Mineola, New York: Dover Publications, 2003.
- Maigne, W., ed. *Dictionnaire classique des origines, inventions et découvertes dans les arts, les sciences, et les lettres*. Paris: August Boyer et Cie, 1864. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k210203c.image>.
- Marsh, Narcissus. "An Introductory Essay to the Doctrine of Sounds, Containing Some Proposals for the Improvement of Acousticks." *Philosophical Transactions* 14 (1753): 472–88.
- Maxham, Robert E. *The Contributions of Joseph Sauveur (1653-1716) to Acoustics*. Doctoral dissertation presented at the Department of Musicology and Music History, Eastman School of Music of the University of Rochester, in 1976. <https://urresearch.rochester.edu/institutionalPublicationPublicView.action?institutionalItemId=28902>.
- Mersenne, Marin. *Harmonie universelle, contenant la théorie et la pratique de la musique*. Paris: Sébastien Cramoisy, 1636. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5471093v.texteImage>.

- (A) *New and General Biographical Dictionary*. Vol. 10. London: Printed for T. Osborne, J. Whiston and B. White, W. Strahan, T. Payne, W. Owen, W. Johnston, S. Crowder, B. Law, T. Field, T. Durham, J. Robson, R. Goadby, and E. Baker, 1761.
- Napier, John. *Mirifici logarithmorum canonis descriptio*. Edinburgh: Andrew Hart, 1614.
- . *Mirifici logarithmorum canonis constructio*. Edinburgh: Andrew Hart, 1619.
- Newton, Isaac. *Matematyczne zasady filozofii przyrody*. Translated by Jarosław Wawrzycki. Kraków and Rzeszów: Copernicus Center Press and Konsorcjum Akademickie, 2011.
- Palisca, Claude V. *Music and Ideas in the Sixteenth and Seventeenth Centuries*. Urbana and Chicago: University of Illinois Press, 2006.
- . “Scientific Empiricism in Musical Thought.” In *Seventeenth Century Science and the Arts*, edited by Hedley H. Rhys. Princeton: Princeton University Press 1961.
- Perrault, Claude. *Essais de physique, ou Recueil de plusieurs traités touchant les choses naturelles*. Paris: Jean Baptiste Coignard, 1680.
- Psychoyou, Théodora. “Du *psophos* au bruit: sur les origines et les transformations de l’objet au XVII^e siècle.” *Musurgia* 13, no. 4 (2006): 17–31.
- Raman, Varadaraja V. “Sauveur: The Forgotten Founder of Acoustics.” *The Physics Teacher* 11, no. 3 (1973): 161–3.
- Rameau, Jean-Philippe. *Nouveau système de musique théorique*. Paris: Jean-Baptiste-Christophe Ballard, 1726. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8623246q>.
- . *Traité de l’harmonie*, Paris: Jean-Baptiste-Christophe Ballard, 1722. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b550084575/f1.image>.
- Rao, Singiresu S., *Vibration of Continuous Systems*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- Rasch, Rudolf A. “Introduction.” In Joseph Sauveur. *Collected Writings on Musical Acoustics (Paris 1700-1713)*, edited by Rudolf A. Rasch. Utrecht: The Diapason Press, 1984.
- . “Tuning and Temperament.” In *The Cambridge History of Western Music Theory*, edited by Thomas Christensen. Cambridge: Cambridge University Press 2002.
- Riemann, Hugo. *Geschichte der Musiktheorie im IX.-XIX. Jahrhundert*. Leipzig: Max Hesse Verlag, 1898.
- Rohault, Jacques. *Traité de physique*. Paris: Veuve de Charles Savreux, 1671.
- Rossing, Thomas D. “A Brief History of Acoustics.” In *Springer Handbook of Acoustics*. Berlin and Heidelberg: Springer, 2014.
- Rousseau, Jean-Jacques. *Dictionnaire de musique*. Paris: Duchesne, 1768. <https://archive.org/details/dictionnaire demu00rous/page/n4>.
- Sauveur, Joseph. “Application des sons harmoniques à la composition des jeux d’orgues.” *Histoire de l’Académie Royale des Sciences ... avec les mémoires de*

- mathématique et de physique* 1702:308–28. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3505b>.
- . *Collected Writings on Musical Acoustics (Paris 1700-1713)*, edited by Rudolf A. Rasch. Utrecht: The Diapason Press, 1984.
- . “Méthode générale pour former les systèmes tempérés.” *Histoire de l’Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique* 1707:203–22. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3489j>.
- . *Principes d’acoustique et de musique, ou système général des intervalles des sons et de son application à tous les systèmes et à tous les instruments de musique*. Paris: Académie Royale des Sciences, 1701. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1510877z.image>.
- . “Rapport des sons des cordes d’instruments de musique.” *Histoire de l’Académie Royale des Sciences [...] avec les mémoires de mathématique et de physique* 1713:324–50. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3516x>.
- . “Système général des intervalles des sons et son application à tous les systèmes et à tous instruments de musique.” *Histoire de l’Académie Royale des Sciences ... avec les mémoires de mathématique et de physique* 1701:299–366. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3503q>.
- . “Table générale des systèmes tempérés de musique.” *Histoire de l’Académie Royale des Sciences ... avec les mémoires de mathématique et de physique* 1711:307–16. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k35149>.
- Seeger, Raymond J., *Galileo Galilei, His Life and His Works*. Oxford: Pergamon Press, 2013.
- Semmens, Richard. “An Early Eighteenth-Century Discussion of Musical Acoustics by Étienne Loulié.” *Canadian University Music Review* 2 (1981): 177–206.
- , ed. “Joseph Sauveur’s Treatise of the Theory of Music: A Study, Diplomatic Transcription and Annotated Translation.” *Studies in Music from the University of Western Ontario* 11 (1986): 1–202.
- Stillwell, John. *Mathematics and Its History: Undergraduate Texts in Mathematics*. New York, Dordrecht, Heidelberg, and London: Springer, 2010.
- Stroup, Alice. “Royal Funding of the Parisian Académie Royale des Sciences during the 1690s.” *Transactions of the American Philosophical Society* 77, no. 4 (1987): 1–167.
- Such, Jan. „Eksperyment.” In *Filozofia a nauka: Zarys encyklopedyczny*, edited by Zdzisław Cackowski et al. Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk, Łódź: Zakład Narodowy imienia Ossolińskich–Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, 1987.
- Van Wymeersch, Brigitte. “L’esthétique musicale de Descartes et le cartésianisme.” *Revue Philosophique de Louvain* 94, no. 2 (1996): 271–93.
- Vasoli, Cesare. *Encyklopedyzm w XVII wieku*. Translated by Adam Aduszkiewicz. Warszawa: Wydawnictwo IFiS PAN, 1996.

- (du) Vernay, Joseph-Guichard. *Traite de l'organe de l'ouïe*. Paris: Estienne Michallet, 1683. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15107855.image>.
- Vlacq, Adriaan. *Arithmetica logarithmica sive logarithmorum chiliades centum*. Gouda: Petrus Rammasenius, 1628.
- . *Tables de sinus, tangentes et secantes, et de logarithmes des sinus, tangentes, et des nombres depuis l'unité jusques à 10000*. Lyon: Jean Thioly, 1670.
- Wardhaugh, Benjamin. "Musical Logarithms in the Seventeenth Century: Descartes, Mercator, Newton." *Historia Mathematica* 35, no. 1 (2008): 19–36.
- White, Harvey E., and Donald H. White, *Physics and Music: The Science of Musical Sound*. Mineola, New York: Dover Publications, 2014.
- Zarlino, Gioseffo. *Istitutioni harmoniche*. Venetia: n.d.: 1558. <https://archive.org/details/leinstitutionihar00zarl/page/n6>.

ABSTRAKT / ABSTRACT

Miłosz ALEKSANDROWICZ – Josepha Sauveura akustyczna teoria dźwięku muzycznego

DOI 10.12887/32-2019-2-126-09

W artykule omówiona została nowatorska teoria dźwięku muzycznego, którą Joseph Sauveur (1653-1716), jeden z „ojców współczesnej akustyki muzycznej”, zaprezentował w roku 1701 w paryskiej Akademii Nauk. Zarysowano miejsce owej teorii w dziejach myśli naukowej i muzycznej siedemnastego i osiemnastego wieku, ukazano jej powiązania z praktyką i teorią muzyki tego czasu, zaakcentowano metodologiczne nowatorstwo badań prowadzonych przez francuskiego uczonego oraz przełomowość wypracowanych przez niego konkluzji, które przewartościowały dotychczasowe kanony myśli muzycznej, a także ukazano wpływ jego dokonań na dalszy rozwój akustyki. Po omówieniu i skonfrontowaniu ze sobą dwóch wzajemnie wykluczających się idei, z których wyrósł zamysł Sauveura (odniesienia do naturalnych wzorców obecnych w przyrodzie i świadomej rezygnacji z takiego odniesienia), zaprezentowano główne założenia jego teorii: ustalenie punktu odniesienia dla określenia wysokości wszystkich stosowanych w praktyce muzycznej dźwięków (franc. *son fixe*), stworzenie precyzyjnych jednostek miary określającej wielkość interwałów (*meridy* i *eptameridy*), opracowanie nowej metody dodawania i odejmowania interwałów za pomocą działań logarytmicznych, sformułowanie śmiałej, jak na owe czasy, teorii wewnętrznej złożoności dźwięku muzycznego (w którym wyróżnić można ton podstawowy i alikwoty) oraz nowego systemu muzycznego. Hermeneutyczna analiza przedstawionych faktów wskazuje na konieczność zmiany utrzymującego się w wielu pracach naukowych z zakresu teorii muzyki jednostronnego postrzegania dokonań Sauveura. Nie ma wątpliwości, że dokonania autora *Principes d'acoustique et de musique* wywarły znaczący wpływ na myśl muzyczną osiemnastego wieku i winny być rozpatrywane nie tylko

na płaszczyźnie nauk matematyczno-fizycznych, ale również na polu teorii muzyki i sztuki muzycznej.

Słowa kluczowe: muzyka, teoria muzyki, akustyka, Joseph, Sauveur, XVIII wiek, Francja, myśl muzyczna, oświecenie, dźwięk

Kontakt: Katedra Polifonii Religijnej, Instytut Muzykologii, Wydział Teologii, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Al. Raławickie 14, 20-950 Lublin

E-mail: maleks@kul.pl

Tel. 81 4453977

<https://pracownik.kul.pl/milosz.aleksandrowicz>

<https://orcid.org/0000-0001-7047-5827>

Miłosz ALEKSANDROWICZ – Joseph Sauveur’s Acoustic Theory of Musical Sound

DOI 10.12887/32-2019-2-126-09

The article presents an innovative theory of musical sound proposed by Joseph Sauveur (1653–1716), one of the ‘fathers of modern acoustics,’ at the Academy of Sciences in Paris in 1701. The author discusses the place of Sauveur’s ideas in the history of scientific and musical thought of the 17th and 18th centuries, the connection between his theory and the practice, and theory, of music prevalent at the time, the methodological innovativeness of Sauveur’s research, as well as the groundbreaking character of his conclusions that led to a reevaluation of the then existing canons of musical thought. The paper also shows the influence of the French scholar’s achievements on the further development of musical acoustics. Having discussed and counterpoised the two mutually exclusive ideas that inspired Sauveur’s new theory (i.e., on the one hand, the reference to the regularities present in nature, and, on the other hand, the intentional departure from such a reference), the author presents the main presuppositions of the theory in question: the idea that all musical pitches should be based on a fixed sound (*son fixe*), the precise units of measurement Sauveur introduced to determine the size of intervals (*meride* and *heptameride*), and a new method for calculating interval sizes using logarithms. The most important components of his theory—a very daring one at the time—were the concept of the internal complexity of musical sound (comprising a basic tone and harmonics), and the new musical system based on this concept. The hermeneutic analysis of the described facts reveals that it is necessary to revise a one-sided perception of Sauveur’s discoveries that remains widespread in scholarly publications on music theory. There is no doubt that the ideas presented in *Principes d’acoustique et de musique* exerted a significant influence on the musical thought developed in the 18th century and should be acknowledged not only in the field of mathematical and physical sciences, but also in the theory of music and music as an art.

Keywords: music, theory of music, acoustics, Joseph Sauveur, 18th century, France, musical thought, Enlightenment, sound

Contact: Katedra Polifonii Religijnej, Instytut Muzykologii, Wydział Teologii, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Al. Raławickie 14, 20-950 Lublin, Poland

E-mail: maleks@kul.pl

Phone: + 48 81 4453977

<https://pracownik.kul.pl/milosz.aleksandrowicz>

<https://orcid.org/0000-0001-7047-5827>