

Vytautas GERMANAVIČIUS

# Naujas alteracijos simbolių šriftas mikrointervalams žymėti „Microsoft Word“ programoje

## *A Newly Developed Font of Accidental Symbols Designed for the Notation of Micro-Intervals in Microsoft Word*

Kauno technologijos universiteto Socialinių, humanitarinių mokslų ir menų fakultetas, A. Mickevičiaus g. 37, Kaunas, vgermana@gmail.com, v.germanavicius@ktu.lt

### Anotacija

Daugelyje muzikos notacijų programų esantys simboliai skirti ketvirtatonių mikrotonams žymėti, o trečiatoniai, šeštatonai, aštuntatonai, dvyliktatonai ar šešioliktatonai vis dar neturi pasaulyje visuotinai pripažinto notacijos standarto. Straipsnyje pateikiama Vakarų pasaulio notacijos sistemų, įtrauktų į standartinio muzikinio šrifto (*Standard Music Font Layout*) išdėstymo specifikaciją „SmuFL“ – natūralių derinimų Beno Johstono *Extended Just Intonation*, *Helmholtz-Ellis*, *Sagittal* ir lygių temperacijų *Stein-Zimmermann*, *OMicron* simbolių, – analizė, mikrotoninės muzikos notacijų metodai, pasaulinė praktika, taikoma mažesniems nei pustonis intervalams žymėti. Taip pat siūloma standartizuoti notacijos sistemą, įvedant naujus modifikuotus simbolius, komparatyvinės analizės būdu atrinktus mažųjų mikrotonų alteracijos ženklus mikrointervalams žymėti.

**Reikšminiai žodžiai:** mikrotonų alteraciniai ženklai, notacijų simboliai, lietuvių tradicinių dermių notacija, mikrointervalų atstumai, šiuolaikinės notacijų sistemos.

### Abstract

Most music notation software provides symbols for indicating quarter-tone microtones; however, third-tones, sixth-tones, eighth-tones, twelfth-tones, and sixteenth-tones still lack a universally recognized notation standard. This article analyzes Western notation systems included in the Standard Music Font Layout (SMuFL) specification—namely, the natural tuning systems of Ben Johnston’s *Extended Just Intonation*, the Helmholtz-Ellis system, and Sagittal, as well as equal temperament systems such as Stein-Zimmermann and OMicron. It also examines methods for notating microtonal music, international practices for indicating small intervals, and proposes a standardized notation system through newly modified symbols. These symbols, selected via comparative analysis, function as accidentals for the notation of small intervals.

**Keywords:** microtonal accidentals, notation symbols, notation of Lithuanian traditional scales, interval distances, notation systems.

### Įvadas

Remiantis naujausiais lietuvių tradicinės vokalinės ir instrumentinės muzikos intervalų atstumų dermėse tyrimais (Germanavičius 2022; Ambrazevičius, Budrys, Višnevska 2015), kuriuose buvo nustatyti nesutampantys su 12-TET lygios temperacijos intervalų atstumai ir derinimai, kilo poreikis tikslesniam intervalų tradicinėse dermėse ir šiuolaikinės muzikos pavyzdžiuose žymėjimui. Ankstesni lietuvių folkloro tyrėjai prie užrašytų, bet originalaus skambėjimo neatitinkančių natų rašė papildomus žodinius paaiškinimus arba apytikslus mikroalteracijos ženklus, skirtus labiau tam tikroms etnomuzikologų tyrėjų grupėms. Šie žymėjimai nebuvo integruoti į bendrą garso aukščio žymėjimo sistemą, prie tokių garsų paprastai buvo pridedami tam tikri simboliai, žymintys nuokrypį ir parodantys „netikslų“ garsų atstumą, kartu ir dermės struktūrą. Pavyzdžiui, lietuvių liaudies dainų tyrėja etnomuzikologė Jadvyga Čiurlionytė 1940 m.

išleistame „Tautosakos rinkėjo vadove“ (Čiurlionytė 1940: 100) rekomendavo rodyklėmis (↑↓) žymėti mažesnę kaip pusės tono garso paaukštinimą ir pažeminimą, rašomą virš natos, kryžiuko pavidalo galvutėmis (⋈) – neapibrėžto aukščio garsus, o banguotomis *glissando* linijomis – „įvažiavimus“ į pirmąjį melodijos garsą. Šiuos ar panašius ženklus savo transkripcijose vėliau pasitelkė fonetinės lietuvių liaudies melodijų transkripcijos pradininkė Genovaitė Četkauskaitė (Četkauskaitė 2007: 7–8).

Straipsnyje pateikiama siūlymų, kaip, įvedant naujus simbolius, komparatyvinės analizės būdu atrinktus ketvirtatonių ir kitų mikrotonų<sup>1</sup> alteracijos ženklus mikrointervalams žymėti, standartizuoti muzikos notacijos sistemą. Naujas alteracinių ženklų šriftas kuriamas pasitelkiant Vakarų pasaulio notacijos sistemų simbolių analizę, mikrotoninės muzikos notacijos metodus, pasaulinę mažiesiems intervalams žymėti taikomą praktiką, plačiai naudojamą ir šiuolaikinės muzikos kompozitorių kūryboje.

## Natūraliojo garsaileio derinimų alteracijos

Pasaulio muzikos praktikoje natūralių derinimų<sup>2</sup>, arba švarios intonacijos intervalų, atstumus lemia sveikųjų skaičių dažnių santykiai (*ratio* 3:2 arba 4:3), kurie atitinka natūraliojo harmoninio garsaileio serijos tonus. Pavyzdžiui, natūraliajame garsailelyje nuo C tonai G<sub>3</sub> ir C<sub>4</sub> sudaro natūraliąją kvartą santykiu 4:3. Šiuo ir kitais atstumais suderinti intervalai skamba itin švariai ir yra vadinami natūraliaisiais, jie neatitinka XX a. koncertinėje praktikoje naudojamų 12-TET temperacijos lygių intervalų atstumų vienoje oktavoje išsidėstymo.

Ankstesnėse epochose styginiai muzikos instrumentai – smuikas, altas, violončelė ar kontrabosas – buvo derinami natūraliosiomis (grynosiomis) kvintomis arba kvartomis, bet derinant klavišinius muzikos instrumentus natūralių intervalų buvo nedaug dėl temperacinių<sup>3</sup> technologijų specifikos susidarant mažiesiems komos intervalams, kurie keisdavo intervalų dydžius derinant instrumentus pasirinkus skirtingas temperacijas<sup>4</sup>, todėl koncertinėje praktikoje buvo galima girdėti daug disonuojančių sąskambių, bet platesnę tembrų įvairovę. Šių intervalų notacijai žymėti atsirado daugybė alteracinių ženklų: pavyzdžiui, renesanso muzikos meistrai Nicola Vicentino mažąjį *diesis*<sup>5</sup> žymėjo tašku virš natos, Gioseffo Zarlino naudojo ženklą x norėdamas išskirti šį intervalą. Vicente Lucitano savo 1553 m. traktate „Introductione facilissima, et novissima, di canto fermo, figurato, contraponto semplice, et in concerto“ „toną dalijo į 9 komas ir žymėjo skirtinga alteracija, nurodanti tono aukštinimo skirtumus“ (Nicholson, Sabat 2018: 12). Giuseppe Tartini veikale „Trattato di musica“ (1754) panaudojo naują simbolių (skaičiaus 7 inversiją) natūraliajai septimai  $\frac{7}{4}$  žymėti. Ją Benas Johnstonas įtraukė į praplėstą natūraliojo derinimo (*extended just intonation*) notacijos sistemą. XIX a. atstovai Arthuras Oettingenas<sup>6</sup>, Moritzas Hauptmannas ir Hermannas von Helmholtzas propagavo tikslią sintoninės komos notaciją (Nicholson, Sabat 2018: 12). Pirmenybę jie teikė Ptolemajo natūraliajai derinimo sistemai, o ne 12-os lygių garsų derinimui, kurio populiarumą skatino auganti fortepijonų gamyba ir platinimas. Taigi XX a. fiksuoto aukščio instrumentuose (pvz., akustiniams fortepijoniams taikant 12-TET lygią temperaciją) visi intervalai, išskyrus oktavas, sudaro iracionaliųjų skaičių dažnių santykius, o tai reiškia, kad šiame derinime nesusidaro natūralių intervalų proporcijų, todėl naudojami standartinės alteracijos ženklai keičia intervalo aukštį vienu ar dviem lygiais pustoniais.

Žmogaus balsas yra vienas lanksčiausių muzikos instrumentų, dauguma *a cappella* vokaliųjų ansamblių garso aukščio derinimą gali keisti kūrinio atlikimo metu, išgaudami natūralų ar pasirinktos temperacijos intervalų skambesį. Taip pat styginiai muzikos instrumentai, neturintys dalmenų, variniai pučiamieji, turintys slankiklį (trombonai), vožtuvus (valtornos, fiugelhornai, sakshornai,

Vagnerio tubos), ar mediniai pučiamieji, turintys vožtuvus, gali keisti intervalų aukštį koncerto metu. Kiti mediniai pučiamieji mikrointervalus, natūralųjį derinimą ar 12-TET lygią temperaciją gali išgauti pūstuku arba koreguodami aplikatūros technikas.

Viena pirmųjų notacijos sistemų, nurodančių intervalų dermės žymėjimą, kai prie natos alteracinio ženklo (diezo ar bemolio) prirašomi papildomi ženklai, buvo pasiūlyta Helmholtzo<sup>7</sup> ir aprašyta jo knygoje „On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music“ (1863) (Helmholtz 1912: 276). Trečiojo vokiško leidimo pratarmėje Helmholtzas rašė: „Norėdamas tiksliai perteikti garsų aukštį grynojo arba natūraliojo derinimo sistemoje, nuo pat pradžių atsakiau Hauptmanno<sup>8</sup> pasiūlyto metodo, kuris tam tikrais atvejais buvo nepakankamai aiškus, ir pasirinkau pono A. von Oettingeno sistemą (p. 276), tai jau rašiau M. G. Guéroutl prancūziškame šios knygos vertime... Heidelbergas, 1870 m. gegužė“ (Helmholtz 1912: vii). Šioje notacijos sistemoje naudojami pliuso ir minuso ženklai nurodo intervalo dydį ir aukštį, pavyzdžiui, jei nuo pagrindinio tono susidaro natūrali didžioji tercija, antras garsas žymimas su (+) ženklu, jei natūrali mažoji tercija – su (–) ženklu, Pitagoro mažoji tercija – (|), jei natūrali kvinta – (±). Taip pat šalia antros natos užrašomi apatinio indekso skaičiai, rodantys, kiek sintoninių komų<sup>9</sup> (*ratio* 81:80) intervalas yra susiaurintas. Pavyzdžiui, natūrali didžioji tercija – C + E<sub>1</sub>, F + A<sub>1</sub>, mažorinis trigarsis C + E<sub>1</sub> – G, minorinis trigarsis – A<sub>1</sub> – C + E<sub>1</sub> arba C<sub>1</sub> – E<sub>b</sub> + G<sub>1</sub> (Helmholtz 1912: 276–277). Panaši sistema buvo sukurta Carlo Eitzo<sup>10</sup> ir panaudota Jameso Murray Barbouro knygoje „Tuning and Temperament a Historical Survey“ (1953) (Benson 2008: 164). Šioje sistemoje prie Pitagoro intervalų sekos pridėjami teigiami ar neigiami viršutinio indekso skaičiai, rodantys intervalo komų skaičių. Čia Pitagoro didžioji tercija nuo C yra žymima C – E<sup>0</sup>, natūrali didžioji tercija žymima C – E<sup>-1</sup>. Pitagoro derinimo pagrindu sukurtos notacijos simbolių praplėtimas aukštesniems pirminiams skaičiams žymėti išdėstytas Helmholtzo, Elliso, Wolfo, Monzo sistemoje, ASCII simboliai ir pirminio faktoriaus vektoriai aprašyti Monzo „Tonalsoft“ enciklopedijoje (Monzo, *Tonalsoft Encyclopaedia*).

Nors šiose natūraliojo intervalų derinimo sistemose nurodomi gana tikslūs garso aukščių alteracijos ženklai, kompozitoriai sukūrė naujus notacijos metodus intervalams penklinėje žymėti. Jamesas Tenney<sup>11</sup> ir daugelis kitų natūralius intervalus derino centų santykiais, kad atlikėjai tono aukštį galėtų patikrinti elektroniniais derinimo prietaisais, skirtais tiksliai muzikos instrumentų derinimui (Garland 1984; Wannamaker 2021: 288–289).

XX a. 7 deš. pradžioje Johnstonas pasiūlė alternatyvų požiūrį, pakeisdamas konvencionalią alteracijos ženklų (septynių „baltų“ klavišų diezų ir bemolių) notaciją papildomais ženklais, skirtais praplėsto natūraliojo derinimo, t. y.

Alteracijos simbolis	Ratio santykis	Atstumas centais	Paskirtis (intervalo aukštinimas/)	Alteracijos simbolis	Ratio santykis	Atstumas centais
+	81/80	21,51 ct	10/9–9/8	-	80/81	-21,51 ct
#	25/24	70,67 ct	6/5–5/4	b	24/25	-70,67 ct
7	35/36	-48,77 ct	9/5–7/4	∟	36/35	48,77 ct
↑	33/32	53,27 ct	4/3–11/8	↓	32/33	-53,27 ct
13	65/64	26,84 ct	8/5–13/8	εl	64/65	-26,84 ct
17	51/50	34,28 ct	25/24–17/16	∟l	50/51	-34,28 ct
19	95/96	-18,13 ct	6/5–19/16	6l	96/95	18,13 ct
23	46/45	38,05 ct	45/32–23/16	εz	45/46	-38,05 ct
29	145/144	11,98 ct	9/5–29/16	6z	144/145	-11,98 ct
31	31/30	56,77 ct	15/8–31/16	lε	30/31	-56,77 ct

**1 lentelė.** Beno Johnstono 31 harmonikos ir subharmonikos serijų alteracijos ženklų lentelė (Gann 2024: 1; <https://www.kylegann.com/BJNotation.html>).

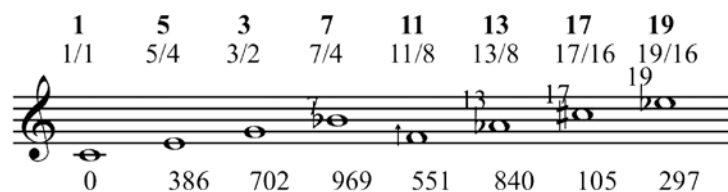
aukštesnių pirminių skaičių, intervalų alteracijai žymėti. XVI a. muzikos teoretikai pripažino, kad prieš natą rašomas alteracijos ženklas multiplikuoja tono dažnį atitinkama konstanta, pavyzdžiui, diezas (#) dauginą tono aukštį *ratio* 25/24 (pvz., C–C#) santykiu, o bemolis tokiu pačiu santykiu *ratio* 24/25 sumažina (70,67 ct), prilygindamas mažąją terciją (6/5) didžiajai tercijai (5/4) (Gann 2019: 118). Šiuo principu remiasi Johnstono natūraliojo derinimo sistema, kurią jis praplečia naujais alteracijos ženklais, t. y. alteracijos ženklas multiplikuoja tono aukščio dažnį tam tikra apibrėžta konstanta intervalų serijoje aukštyrą iki 31-os harmonikos ir žemyn iki 31-os subharmonikos (žr. 1 lentelę).

Johnstono notacijoje mažorinė dermė nuo C derinama natūraliuoju derinimu, joje kvintos intervalas, esantis tarp D (9:8 *ratio* santykiu virš C) ir A (5:3 *ratio* santykiu virš C), yra viena sintonine koma siauresnis už Pitagoro tobulą kvintą (3:2).<sup>12</sup> Johnstonas prie raidės, žyminčios toną, prideda (+) ar (-) ženklus, kurie nurodo komos (81:80) intervalų skaičių. Taigi tobulų kvintų seka yra F C G D A+ E+ B+, joje trys tonai A, E ir B, esantys virš tonų F, C ir G, suderinti Prolemajo didžiosiomis tercijomis (5:4). Kompozitorius pasiūlo naujų simbolių septimos (7&7), undecimos (↑ ir ↓), tercdecimos (13&εl) ir kitų pirminių skaičių intervalams

žymėti ir sukuria tikslu intonavimu pagrįstą praplėsto natūraliojo derinimo (*Extended Just Intonation*) sistemą (Johnston 2006: 77–88).

Šioje sistemoje intervalų *ratio* santykiai nekinta, „daugelyje savo kūrinių kompozitorius muzikos instrumentus derina standartiniu tono aukščiu, kai A = 440 hercu, taigi tonas C = 264 hercai, o styginių kvarteto kaip ir styginių orkestro laisvų stygų notacija išsidėsto taip: C–, G–, D–, A, E“ (ibid.: 136).

2000–2004 m. kompozitorius ir smuikininkas Marcas Sabatas kartu su kompozitoriumi Wolfgangu von Schweinitzu sukūrė kitą notacijos simbolių sistemą – praplėstą Helmholtz–Elliso<sup>13</sup> natūraliojo derinimo aukščių notaciją (*The Extended Helmholtz–Ellis JI Pitch Notation*). „Šiuo metodu galima žymėti bet kurią garso aukštį iš bendro aukščių kontinuumo, t. y. bet kurią natą penklinėje, kuri drauge su kita nata sudaro, pavyzdžiui, natūralųjį intervalą, harmoninius aukščio santykius ir derinimo sistemą“ (Sabat, Schweinitz 2004). Praplėstos Helmholtz–Elliso grynosios intonacijos (JI) garsų žymėjimo sistemos principas yra bet kokių sveikųjų skaičių dažnių santykį pateikti kaip tikslų nuokrypį nuo standartinio (įprastai 12-TET), naudojant standartinius alteracijos ženklus ir



**1 pav.** Beno Johnstono praplėsto natūraliojo derinimo obertonų 1, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19 nuo C alteracijos žymėjimas (Fonville 1991: 121).

3 – skaičiaus ribos (Pitagoro) simboliai

♭    b    ♮    #    ×

Pitagoro grynujų kvintų serijos alteracijos  
702,0 ct

5 – skaičiaus ribos (Ptolemajo) simboliai

♭↓    b↓    ♮↓    #↓    ×↓    ♯↑    b↑    ♮↑    #↑    ×↑

Alteracija paaukština / pažemina viena  
sintonine koma 81:80 = apie 21,5 ct

♭↓↓    b↓↓    ♮↓↓    #↓↓    ×↓↓    ♯↑↑    b↑↑    ♮↑↑    #↑↑    ×↑↑

Alteracija paaukština / pažemina dviem  
sintoninėmis komomis apie 43 ct

♭↓↓↓    b↓↓↓    ♮↓↓↓    #↓↓↓    ×↓↓↓    ♯↑↑↑    b↑↑↑    ♮↑↑↑    #↑↑↑    ×↑↑↑

Alteracija paaukština / pažemina trimis  
sintoninėmis komomis apie 64,5 ct

7 – skaičiaus ribos simboliai

♭    ♮

Alteracija paaukština / pažemina viena  
septimos koma 64:63 = apie 27,3 ct

♭    ♮

Alteracija paaukština / pažemina dviem  
septimos komomis apie 54,5 ct

11 – skaičiaus ribos simboliai

♭    ♮

Alteracija paaukština / pažemina  
undecimos ketvirtatoniui apie 53,3 ct

13 – skaičiaus ribos simboliai

♭    ♮

Alteracija paaukština / pažemina  
tercdecimos trečiatoniui apie 65,3 ct

17 – skaičiaus ribos simboliai

♭    ♮

Alteracija paaukština / pažemina 5 skaičiaus ribos ir 17  
skaičiaus ribos schizma, sudėtiniu simboliu apie 6,8 ct

19 – skaičiaus ribos simboliai

♭    ♮

Alteracija paaukština / pažemina 3 skaičiaus ribos ir 19  
skaičiaus ribos schizma, sudėtiniu simboliu apie 3,4 ct

23 – skaičiaus ribos simboliai

♭    ♮

Alteracija paaukština / pažemina 3 skaičiaus ribos ir 23  
skaičiaus ribos koma, sudėtiniu simboliu apie 16,5 ct

2 pav. Praplėstos Helmholtzo–Elliso natūralios derinimo sistemos notacijos simboliai 23 skaičiaus ribos derinime.

mikrotonines komas. Šiuo metodu remiasi Helmholtzo klasikinėje knygoje<sup>14</sup> išdėstyta notacijos sistema, kurioje intervalų dydžiams nustatyti Ellisas pasiūlė cento matavimo vienetą. Be to, šis metodas pratęsia Johnstono praplėsto natūraliojo derinimo idėją, kuriai Sabatas ir Schweinitzas

pasiūlė unikalius notacijos simbolius sveikųjų skaičių ribos intervalų derinimuose. Šioje sistemoje Pitagoro<sup>15</sup> aukščių alteracijos ženklai buvo suporuoti su naujais simboliais, kurie komos intervalais žymėjo visus harmoninės serijos tonus<sup>16</sup> (žr. 2 pav.).





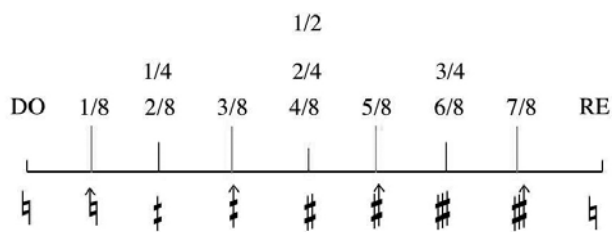
**2 lentelė.** Ketvirtatonių alteracijos ženklų, tarp jų *Stein-Zimmermann* simbolių, kuriuos naudojo daugelis kompozitorių, lentelė.

	+ 1/4	- 1/4	+ 3/4	- 3/4		+ 1/4	- 1/4	+ 3/4	- 3/4
Behrens Senegalden (1892)	s	+			Moedecai Sandberg (1930)	⚡	⚡	⚡	⚡
Richard Stein (1905)	♯	♭	♯	♭	B. A. Zimmermann (1960)	♯	♭	♯	♭
Richard Stein (1923)	♯	♭	♯	♭	B. A. Zimmermann (1961)	♯	♭	♯	♭
Jörg Mager (1915)	♯	♭	♯	♭	Charles Ives (1965)	♯			
Willi Mollendörf (1917)	♯	♭	♯	♭	Roman Vlad (1964)	♯	♭		
George Rimsky-Korsakov (1925)	♯	♭			Paavo Heininen (1963)	♯	♭		
Julian Carrillo (1920)	♯	♭	♯	♭	Marek Koplent (1963)	♯		♯	
Ivan Wyschnegradsky (1918)	♯	♭	♯	♭	Klaus Huber (1965)	♯		♯	
Alois Habà (1920)	♯	♭	♯	♭	Iannis Xenakis (1966)	♯		♯	
Alois Habà (1927)	♯	♭	♯	♭	Jean-Etienne Marie (1976)	♯		♯	
John Foulds (1931)	♯	♭			Alain Bancquart (1967)	♯	♭	♯	♭
George Enesco (1934)	♯	♭	♯		Björn Fongaard (1968)	♯	♭	♯	♭
Pierre Boulez (1946)	♯	♭	♯	♭	Bruno Bartolozzi (1968)	♯	♭	♯	♭
Mauricio Kagel (1953)	♯	♭	♯	♭	Raymond Baervoets (1969)	♯	♭	♯	♭
Sylvano Bussotti (1958)	♯		♯		György Ligeti (1970)	♯	♭	♯	♭
Krzysztof Penderecki (1959)	♯	♭	♯	♭	Witold Lutoslawski (1971)	♯	♭	♯	♭

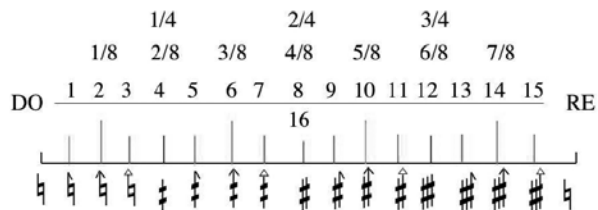
Kitas logiškas žingsnis standartizuoti mikrotonų notacijos simbolius – dermę dalijant į aštuntatonių arba dvyliktatonių. Šiuo atveju rodyklės pridamos prie standartinio simbolio ir *Stein-Zimmermann* užrašyme tampa „norma“ aštuntatoniams žymėti (Greffin-Klein, n. d.), nors kitais atvejais jos pridamos ir dvyliktatoniams žymėti (Chahin 2017). Žymint aštuntatonių rodyklėmis dubliuojamas alteracijos ženklas: pavyzdžiui, pusės diezo alteracija su rodykle aukštytina atitinka diezą su rodykle žemyn, nes aštuntatonių atstumas yra lygus 25 ct ir dalija ketvirtatonių (50 ct) per pusę. Tačiau žymint dvyliktatonių (16,67 ct) dubliavimo nėra, nes rodyklės prie alteracijos ženklo dėl atstumų skirtumo neatitinka to paties intervalo. Visi šie

alteracijos ženklai įtraukti į „SmuFL“ kaip išplėstiniai *Stein-Zimmermann* notacijos simboliai, turintys savo kodus nuo U + E290 iki U + E29F<sup>30</sup>.

Ketvirtatonių, aštuntatonių ir šešioliaktatonių notacija įdiegta *OMicron* šrifte.<sup>31</sup> Ketvirtatoniai užrašomi naudojant *Stein-Zimmermann* alteracinius ženklus, o aštuntatoniai – pridant rodykles į viršų. Šešioliaktatoniai žymimi skaidant rodyklę: prie rodyklės viršūnės pridetas brūkšnyns reiškia tono pakėlimą šešioliaktatonių. Šriftas taip pat siūlo trečiatonių (*third tone*), penktatonių (*fifth tone*), šeštatių (*sixth tone*), septintatonių (*seventh tone*), dešimtatonių (*tenth tone*), dvyliktatonių (*twelfth tone*) ir keturioliaktatonių (*fourteenth tone*) simbolius.



5 pav. Aštuntatonių notacija (*OMicron*).



6 pav. Šešioliaktatonių notacija (*OMicron*).

„SMuFL“ ir muzikos notacijos programinė įranga „MuseScore“ pateikia daugiau notacijos simbolių, skirtų kitų dydžių mikrotonams žymėti, tačiau trečiatoniai, šeštatoniai, aštuntatoniai, dvyliktatoniai ir šešioliaktatoniai vis dar neturi visuotinai pripažinto notacijos standarto galbūt todėl, kad šie mikrotonai praktikoje naudojami daug rečiau nei ketvirtatoniai (Greffin-Klein, n. d.).

### Alteracinių simbolių šriftas mikrointervalams lietuvių tradicinėse dermėse ir šiuolaikinėje muzikoje žymėti

Remiantis XX a. 4 deš. Lietuvių tautosakos archyve saugomų lietuvių liaudies dainų ir jų instrumentinių versijų įrašų tyrimo (2020–2022 m.) rezultatais (Germanavičius 2023: 75–101; Germanavičius 2024: 58–75), iš daugiau nei 140 vokalinės ir instrumentinės muzikos pavyzdžių, programa „Melodyne“<sup>32</sup> buvo nustatyti dermių intervalų atstumai, kurie buvo lyginami su natūraliojo garsaileio ir lygios temperacijos 12-TET sistemomis. Identiškas tyrimas atliktas su JAV lietuvių imigrantų XX a. pradžios įrašais (2024 m.)<sup>33</sup>, saugomais Smithsono institute (*Smithsonian Institute Folkways Collection*) Vašingtone, taip pat panaudotas „Shellac“ kolekcijos archyvas iš Lietuvos kultūros muziejaus Čikagoje, Lietuvos tyrimo centro Lemonte, Lietuvos nacionalinės Martyno Mažvydo bibliotekos, iš viso 23 pavyzdžiai.

Atsižvelgiant į mokslinių tyrimų, kuriuose buvo analizuota klausia suvokiamų intervalų atstumo dermėse skirtumai profesionalų ir neprofesionalų ansambliuose (Ternström 1991: 48; Vos 1984; Hall, Hess 1984: 191),

išvadas, pasirinkti intervalų nuokrypių santykiai, žymintys vieną ar kitą intervalą<sup>34</sup>, taip pat susisteminti sutartinių, monodijų, medinių trimitų, skudučių, kanklių ansamblių garsaileių blokai sumodeliuoti į bendrą vokalinės-instrumentinės muzikos intervalų grafiką – dainų garsaileių spektrą (Germanavičius 2024 : 150) (nuo žemiausio iki aukščiausio garso). Juose sužymėti mikrotonai, rodantys tam tikrus derinimo nuokrypius, lyginant su 12-TET sistema. Šioje sistemoje nustatyti mikrotonai atitinka natūralių intervalų atstumus: dvyliktatonis aproksimuoja natūralius mažosios sekundos (182 ct) ir pažemintosios kvintos (680 ct) intervalus, šešioliaktatonis – natūralios didžiosios tercijos (386 ct), aštuntatonis – natūralios pažemintosios kvartos (476 ct), šeštatonis – natūralios mažosios septimos (969 ct) intervalus (Ellis 1884: 370), ketvirtatonis – 11 harmoniką, arba padidintosios kvartos (551 ct) intervalą 12-TET lygios temperacijos sistemoje, kuriems žymėti reikia pritaikyti tam tikrus alteracijos ženklus.

Beje, ištyrus instrumentinės muzikos pavyzdžius padarėta išvada, kad medinių trimitų instrumentų derinimas yra galbūt pagrįstas natūraliojo garsaileio serija ir atitinka dažniausiai atliekamas harmonikas Nr. 3, 5, 9, 11, arba natūralios tercijos, sekundos, pažemintosios kvintos, padidintosios kvartos intervalus, aptinkamus ir kituose lietuvių liaudies instrumentuose bei vokalinėje muzikoje – sutartinėse ir monodijose. Galima paminėti padidintosios ir sumažintosios kvartos intervalus (harmonikos Nr. 11, Nr. 21), išskirtus Juliaus Juzeliūno teoriniame darbe „Akordo sandaros klausimu“ (Juzeliūnas 1972: 55), taip pat atliktame sutartinių tyrimo (Germanavičius 2024: 206).

Lietuvių tradicinės vokalinės ir instrumentinės muzikos intervalams žymėti buvo pasirinktos ne natūraliojo derinimo *just intonation* notacijos simbolių sistemos, nes išanalizavus dainų pavyzdžius nebuvo nustatyta vieno konkretaus derinimo ar temperacinės sistemos, kurią galima būtų priskirti tradicinių dermių derinimui<sup>35</sup>, nors atskirose dainų grupėse galima buvo rasti natūralių intervalų ar natūraliojo derinimo pavyzdžių. Todėl siekiant pasiūlyti bendrą alteracijos ženklų lietuvių garsaileių intervalikai žymėjimą, atmetus natūraliojo derinimo „Sagittal“, praplėtus Helmholtzo–Elliso ir Johnstono notacines sistemas, buvo pasirinktas *Stein-Zimmermanno* ir *OMicron* notacijos simbolių žymėjimo standartas. Jis įdiegtas daugelyje muzikos notacijos programų ketvirtatoniams ir šeštatoniams žymėti, tačiau kitų mikrotonų žymėjimas nėra standartizuotas. Taigi tonų alteracijos ženklai lietuvių tradiciniams garsaileiams žymėti buvo pasirinkti iš šių notacijos sistemų; jiems sukurtas naujas dizainas (žr. 3 lentelę).

**3 lentelė.** Mikrotonų alteracijos ženklai natūraliesiems intervalams žymėti 12-TET sistemoje (lentelės autorius Vytautas Germanavičius).

					Alteracijos ženklų aproksimacijos
Ketvirtatonių alteracijos (50 ct) Simbolio kodas	Ketvirtatonių į viršų / žemyn		3 ketvirtatoniais į viršų / žemyn		11 harmonika, padidintoji kvarta (551 ct)
	♯	♮	♯	♮	
	U + E282	U + E280	U + E283	U + E281	
Šeštatonių alteracijos (33,3 ct) Simbolio kodas	Šeštatonių į viršų			Šeštatonių žemyn	
	♯	♮	♮	♯	♮
	U + ED56	U + ED54	U + ED52	U + ED57	U + ED55
				U + ED53	
Aštuntatonių alteracijos (25 ct) Simbolio kodas: Standartinis Rodyklės	Aštuntatonių į viršų		Aštuntatonių žemyn		<i>OMicron</i> , <i>Stein-Zimmermann</i> alteracijos
	♮	♯	♮	♯	
	U + E261	U + E262	U + E261	U + E262	
	U + EE60	U + EE60	U + EE61	U + EE61	
Dvyliktatonių alteracijos (16,7 ct) Simbolio kodas: Standartinis Rodyklės	Dvyliktatonių į viršų		Dvyliktatonių žemyn		<i>OMicron</i> , <i>Stein-Zimmermann</i> alteracijos
	♯	♮	♯	♮	
	U + E262	U + E261	U + E262	U + E261	
	U + EB68	U + EB68	U + EB6C	U + EB6C	
Šešioliaktatonių alteracijos (12, 5 ct) Simbolio kodas: Standartinis Rodyklės	Šešioliaktatonių į viršų		Šešioliaktatonių žemyn		<i>OMicron</i> , <i>Stein-Zimmermann</i> alteracijos
	♯	♮	♯	♮	
	U + E262	U + E261	U + E262	U + E261	
	<i>OMicron</i>		<i>OMicron</i>		

3 lentelės pirmuose blokuose pateikti ketvirtatonių ir šeštatonių alteracijos ženklai pasirinkti iš *Stein-Zimmermann* notacijos standarto, kuris visuotinai naudojamas daugelyje pasaulio šalių. Kadangi kitų mikrotonų žymėjimas nėra standartizuotas, aštuntatonių ir dvyliktatonių simboliai sukonstruoti prijungiant rodyklę prie standartinio simbolio, pasinaudojant šaltinių *OMicron* ir *Stein-Zimmermann* teikiama grafine notacijų klasifikacija. Šešioliaktatonių alteracijos ženklas pasirinktas iš *OMicron* sistemos, į kurią bemolių alteracijos nėra įtrauktos (Banquart, Agon, Andreato 2024: 282) Šioje sistemoje rodyklės reiškia aiškią notacinę logiką, pavyzdžiui, tono dalyboje aštuntatoniais ketvirtatonis su rodykle ♯ yra lygus 3/8, o 4/8 sudaro pustonį. Šešioliaktatono dalybos sistemoje trys alteracinio ženklo rodyklės linijos reiškia tris nuosekliai susijungiančias trikampio kraštines, formuojančias mikrotonų simbolius ketvirtatono ribose, ir jos sudaro išbaigtą trikampį ♯ ♮ ♯. Šiuo atveju pasirenkamas standartinis

alteracijos ženklas pridedant vieną trikampio kraštinės rodyklę, žymincią šešioliaktatonį (žr. 4 lentelę), dvi trikampio kraštinės žymi dvyliktatonį, visas trikampis – aštuntatonį, juodas trikampis – šeštatonį. Taigi siūlomi alteraciniai ženklai sudaryti iš pasirinktų standartinių diezo, bemolio, bekaro simbolių ir sukurtų sudėtinių dviejų notacijos sistemų pateikiamų simbolių specifikacijų. Šriftui sukurti buvo naudojama „FontCreator“ programa<sup>36</sup>, o jų modifikacijai pasitelktas „Gonville“ šriftas<sup>37</sup>.

Lentelėje mikrotonų žymėjimo alteracijos ženklui priskiriamas vienas kompiuterio klaviatūros mygtukas. Pirmoje eilėje skaičiai žymi šeštatonių ir ketvirtatonių simbolius nuo 1 iki 0; antroje raidės nuo Q iki Y ir nuo U iki O – aštuntatonių ir tris pustonų simbolius; trečioje raidės nuo A iki H – dvyliktatonių simbolius; ketvirtoje raidės nuo Z iki N – šešioliaktatonių simbolius. Svarbu pažymėti, kad kuriant alteracinių ženklų dizainą visi simboliai, žymintys mikrotonus, išskyrus ketvirtatonių,

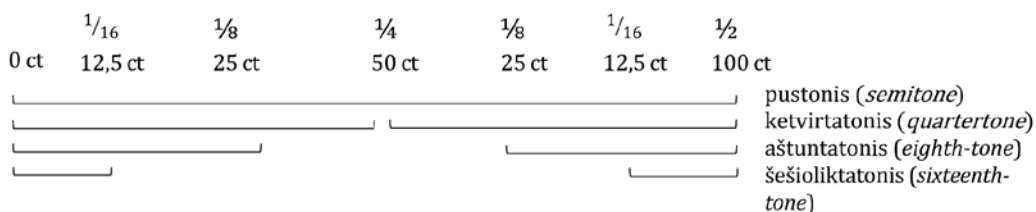
**4 lentelė.** Naujo standartizuoto šrifto alteracijos simboliai mikrointervalams žymėti, išdėstyti kompiuterio klaviatūroje (lentelės autorius Vytautas Germanavičius).

Klaviatūros mygtuko skaičius	1	2	3	4	5	6		7	8	9	0
Šeštatonių simboliai	♯	♯̂	♯̃	♯̄	♯̅	♯̆	Ketvirtatonių Simboliai	♯̇	♯̈	♯̉	♯̊
Klaviatūros mygtuko raidė	Q	W	E	R	T	Y		U	I	O	
Aštuntatonių simboliai	♯̂	♯̃	♯̄	♯̅	♯̆	♯̇	Pustonių Simboliai	♯̈	♯̉	♯̊	
Klaviatūros mygtuko raidė	A	S	D	F	G	H					
Dvyliktatonių simboliai	♯̂	♯̃	♯̄	♯̅	♯̆	♯̇					
Klaviatūros mygtuko raidė	Z	X	C	V	B	N					
Šešioliaktatonių simboliai	♯̂	♯̃	♯̄	♯̅	♯̆	♯̇					

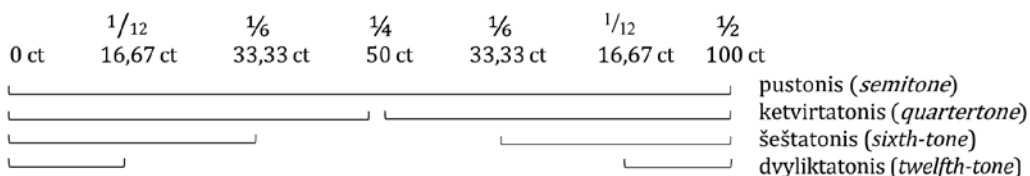
buvo suskirstyti į vieną seką nuo siauriausio iki plačiausio mikrointervalo, pasitelktas pustonio simbolio standartas, pagal kurį buvo modeliuojamos kuriamo ženklų rodyklės, pavyzdžiui, jos nupieštos dvyliktatonių ir šešioliaktatonių simboliuose ar modifikuotos šeštatonių, aštuntatonių rodyklių dizaine. Ne visi standartiniai simboliai turi bemolio alteracinius ženklus (aštuntatoniai, dvyliktatoniai, šešioliaktatoniai), todėl prie pustonio standartinio simbolio, žyminčio bemolį, buvo pritaikytos skirtingos rodyklės, t. y. naujame šrifte šešioliaktatonio rodyklė turi vieną vėliavėlę, dvyliktatonio rodyklė – dvi vėliavėles, prie aštuntatonio

rodyklės stogelio pridėdama trečia kraštinė sudaro baltą trikampį, šeštatonio rodyklė – juodą trikampį, ir tai atitinka mikrointervalų didėjimo seką, kuri baigiasi ketvirtatonių alteraciniiais ženklais.

Mikrointervalinė struktūra pustonio ribose gali būti grindžiama skirtingais simetrinės dalybos principais, lemiančiais akustinio suvokimo ir derinimo sistemos specifiką. 7 ir 8 pavyzdžiuose pateikiami du pustonio segmentavimo modeliai: padalijimas į ašonias lygias dalis (po 12,5 cento) ir į šešias apytiksliai vienodas dalis (apytiksliai po 16,67 cento).



**7 pav.** Pustonio dalyba į keturias dalis (lentelės autorius Vytautas Germanavičius).



**8 pav.** Pustonio dalyba į šešias dalis (lentelės autorius Vytautas Germanavičius).

Pirmuoju atveju pustonis struktūruojamas pagal proporcijas  $\frac{1}{8} - \frac{1}{4} - \frac{1}{8} - \frac{1}{2}$ , čia simetriškas mikrotonų išsidėstymas aplink centrinį toną (50 ct) sudaro ketvirtatonio intervalų pagrindą. Antruoju modeliu siekiama dar smulkesnės pustonio dalybos: naudojama struktūra  $\frac{1}{12} - \frac{1}{6} - \frac{1}{4} - \frac{1}{6} - \frac{1}{12} - \frac{1}{2}$  užtikrina tankesnę mikrotoninį tinklą, taip pat simetriškai išsidėstantį aplink centrinį toną. Nors abi dalybos sistemos remiasi centro simetrija, pustonio segmentavimas į šešias dalis pasižymi didesniu mikrointervalų tankumu ir sudaro sąlygas preciziškesnei mikrointonacinei raiškai, kai detalus intonacijos valdymas tampa vienu iš kompozicinės struktūros formavimo principų.

Tačiau pustonio segmentavimo į keturias ar šešias dalis modeliai yra skirtingai pritaikomi atlikėjų praktikoje, tai priklauso nuo instrumento, techninių gebėjimų ir muzikinio konteksto. Keturių intervalų pustonio dalyba (25 ct) dažniausiai siejama su ketvirtatonio naudojimu, šiuolaikinėje muzikoje ji jau yra įsitvirtinusi, ją naudoja vokalistai, stygininkai, taip pat atliekantys muziką pučiamaisiais ir daugeliu elektroninių muzikos instrumentų. Ši dalyba santykinai lengviau intonuojama, nes atitinka natūralų žmogaus gebėjimą diferencijuoti intervalus, didesnius nei maždaug 20 centų. O šešių intervalų pustonio dalyba (16,67 ct) reikalauja aukštesnio lygio intonacinio tikslumo ir dažnai taikoma tik tam tikrais atvejais, kai mikrointervalinė muzika atliekama su specialiai tam pritaikytais instrumentais (pvz., skaitmeniniais sintezatoriais, mikrotoniniais klavišiniai instrumentais) arba glaudžiai bendradarbiaujant su kompozitoriumi. Vokalistams ir stygininkams, turintiems gerai išlavintą klausą ir kontrolę, tokia sistema yra įveikiama, tačiau praktikoje dažnai naudojami papildomi grafiniai arba garsiniai orientyrai (pvz., intonaciniai pavyzdžiai, elektroniniai audiosignalai).

Abiejų dalybų simetriškas išsidėstymas aplink pustonio centrą padeda atlikėjui orientuotis intonaciškai, ypač kai muzikinėje medžiagoje kuriama mikrointervalinių sąsambų ir temperuotų tonų pusiausvyra. Nors šie pustonio dalijimo modeliai gali būti taikomi ir tradicinėje, ir eksperimentinėje bei elektroninėje muzikoje, kartais intonacinė realybė nukrypsta nuo teorinės idealizacijos: atlikėjai remiasi ne griežtomis centų vertėmis, o girdimais santykiais, akustiniais orientyrais ar stilistinėmis nuojautomis. Todėl nors teoriškai ir 25 ct, ir 16,67 ct intervalų dydžiai yra galimi, praktikoje mikrotonai realizuojami lankstesniu, akustiškai grįstu pagrindu, o tikslus centų paskirstymas padeda labiau kaip orientacinė sistema nei privaloma intonavimo norma.

Didžiausias šiuolaikinių notacijos sistemų privalumas – galimybė tiksliai užrašyti harmoninių natūralių intervalų serijas ar lygios dalybos temperacijas, praplečiant tradicinę penklinę naujais simboliais. Tai leidžia kompozitoriams, muzikologams, etnomuzikologams ir klasikinės muzikos atlikėjams intuityviai ar pasitelkus klausą įvertinti atskiro tono aukštį ir jo vietą muzikinėje sistemoje. Šis tikslumas

ypač svarbus šiuolaikinėje muzikoje, kur dažnai siekiama išėiti už įprastų 12-os lygių garsų tempercijos ribų ir eksperimentuoti su mikrotonais bei sudėtingomis intervalų struktūromis. Jei palygintume šiuolaikines notacijos sistemas su tradiciniu intervalų aukščio žymėjimu, paremtu *ratio* santykiais (t. y. tiksliais matematinėmis proporcijomis), matytume, kad šiuolaikinės notacijos dažnai tampa tam tikru kompromisu. Nors *ratio* santykiai suteikia teorinį pagrindą suprasti intervalų aukštį ir jų harmoninę reikšmę, jie dažnai nurodo tik apytikslų intervalų dydį, o atlikėjams gali būti sunku aiškiai suvokti, kuris intervalo variantas teisingas arba tinkamiausias konkrečiam kūrinui.

Daugeliu atvejų kompozitoriams naudojant šiuolaikines notacijas mikrotonams žymėti, atlikėjai turi perprasti labai daug naujų grafinių simbolių, o muzikos tyrėjai pasinerti į įvairių mikrotonų žymėjimo simbolių paieškas. Skirtingos notacijos gali būti painios, todėl pasidaro sunkiau kurti muziką, ją atlikti ir tyrinėti.

Šiame kontekste ypač aktualu yra pristatyti standartizuotą mikrointervalų žymėjimo šriftą. Tikėtina, kad jis gali išspręsti daug mikrointervalų alteracinių simbolių užrašymo problemų, ypač tekstiniuose formatuose. Šis naujas šriftas suteikia galimybę aiškiai ir patogiai žymėti mikrotoninius intervalus, palengvina muzikos komponavimą, leidybą, analizę ir atlikimą. Be to, jis skirtas ne tik tradicinių dermių intervalikai, bet ir šiuolaikinės muzikos pavyzdžiams, kurie reikalauja plačios mikrotoninės raiškos. Šriftas apsiriboja penkių mikrotonų ir pustonio alteracijos ženklais, o tai suteikia lankstumo daugeliui muzikinių sistemų.

## Išvados

Mikrotoninių intervalų žymėjimo poreikis lietuvių tradicinių dermių tyrimuose atskleidė būtinybę ieškoti specifinių, išplėstinių notacijos priemonių, kurios atitiktų ne tik muzikinės raiškos, bet ir praktinio žymėjimo poreikius. Analitiniu-kūrybiniu metodu, atlikus šiuolaikinių notacijos sistemų analizę, lietuvių tradicinių dermių mikrotonams žymėti siūlomi nauji išplėstiniai netolygios intervalikos žymėjimo alteracijos ženklai, plačiai naudojami muzikos kūryboje ir mikrotoninės muzikos užrašymo praktikoje. Pasirinkimas naudoti lygių temperacinių sistemų pagrindu kurtas alteracijas, o ne natūraliojo derinimo sistemas buvo paremtas ir metodologiniais, ir praktiniais sumetimais: tyrimuose nebuvo nustatytas konkretus derinimo modelis, o „SmuFL“ standartu grįsti simboliai yra plačiai palaikomi programinėje įrangoje ir lengvai pasiekiami vartotojui, užtikrinant platesnes taikymo galimybes.

Sukurti ir adaptuoti nauji simboliai šeštatoniniams, aštuntatoniniams, dvyliktatoniniams ir šešioliaktatoniniams mikrointervalams yra reikšmingas indėlis į mikrotoninės notacijos sistematizavimą. Jie paremti sudėtiniais grafiniais

sprendimais, kurių koncepcija vystyta pasitelkiant komparatyvinę analizę ir remiantis „SmuFL“ ir IRCAM (*OMicron*) šrifto struktūra. Taip sukurtas naujas šrifto dizainas „GermanicusV\_AS.otf“ lietuvių tradiciniams garsaeiliams ir šiuolaikinės muzikos notacijų pavyzdžiams žymėti „Microsoft Word“ programoje:

- ketvirtatoniniai, pustoniai – *Stein-Zimmermann*, „SmuFL“ standartas,
- šeštatoniniai – *Stein-Zimmermann*, „SmuFL“ standartas, sudėtiniai simboliai (autorai Vytautas Germanavičius, Laimonas Janutėnas),
- aštuntatoniniai – *Stein-Zimmermann*, *OMicron* šriftas, sudėtiniai simboliai (autorai Vytautas Germanavičius, Laimonas Janutėnas),
- dvyliktatoniniai – *Stein-Zimmermann*, *OMicron* šriftas, sudėtiniai simboliai (autorai Vytautas Germanavičius, Laimonas Janutėnas),
- šešioliktatoniniai – *Stein-Zimmermann*, *OMicron* šriftas, sudėtiniai simboliai (autorai Vytautas Germanavičius, Laimonas Janutėnas).

Šriftą „GermanicusV\_AS.otf“ galima atsisiųsti <https://shorturl.at/UBBOc> ir naudoti „Microsoft Word“, Sibeliaus ar kitose muzikos notacijos programose.



Mikrotoninės muzikos užrašymas visuomet rėmėsi personalizuota kiekvieno kompozitoriaus sukurta sistema, tačiau XX–XXI a. susisteminus natūraliojo derinimo („SmuFL“: Beno Johnstono, Helmholtzo–Elliso JI (*HEJI*), Sagittal) ir lygių temperacijų sistemas („SmuFL“: *Stein-Zimmermann*, *Gould*, *Stockhausen*; Ircam: *OMicron*) atsirado poreikis šių notacijų simbolius standartizuoti ir pritaikyti tiksliai mikrointervalų žymėjimui. Šis darbas pratęsia XX–XXI a. vykstantį mikrotoninių sistemų standartizavimo procesą, kuriame išskiriamos dvi pagrindinės notacijos kryptys – natūraliojo derinimo ir lygių temperacijų. Naujasis šriftas prisideda prie antrosios krypties plėtros, siūlydamas alternatyvą, tinkamą ne tik lietuvių tradiciniams garsaeiliams žymėti, bet ir bendresniam mikrointervalų notacijos pritaikymui šiuolaikinėje muzikinėje kūryboje.

## Nuorodos

- Mikrotonas, mikrointervalas (gr. *μικρός*, *mikrós* – mažas) – bet kuris intervalas ar aukščio skirtumas, mažesnis už pustonį, vadinamas mikrotonais ar mikrointervalais, pavyzdžiui, ketvirtatoniniai, penktatoniniai, aštuntatoniniai, šeštatoniniai ir t. t. Įvairiose kultūrose šis terminas vartojamas skirtingai, pvz., anglų kalboje *microtone*, *microinterval* yra sinonimai, prancūzų kalboje *micro-tone*, *micro-tonale* vartojami retai, dažniausiai pasirenkamas *micro-intervale* ar *microintervalité* terminas, vokiečių kalboje *Mikrointervall* ar *Kleinintervall* yra lygiaverčiai terminai, ispanų kalboje atitinkamai *microtono* ir *microtonalismo*.
- Natūralusis derinimas (angl. *just intonation*, pranc. *l'intonation juste*) – derinimo sistema, kuri remiasi natūraliojo garsaeilio tonų seka, joje garsų aukščiai, apibrėžiami sveikųjų skaičių dažnių *ratio* santykiais, formuoja netolygius intervalų atstumus dermėse. Šioje sistemoje taip pat naudojami septyni, vienuolikos ir aukštesnių skaičių intervalų *ratio* santykiai, tai vadinama praplėstu natūraliojo derinimu (angl. *extended just intonation*), siekiant šiuos derinimus atskirti nuo senosios ir klasikinės muzikos trečio ir penkto skaičiaus ribos derinimų. Natūraliojo derinimo sistema grindžiama grynąja oktava (2:1), grynąja kvinta (3:2) ir didžiąja tercija (5:4). Natūralioji kvarta natūraliajame garselyje randama kaip natūraliosios kvintos apvertimas 4:3 (498 ct) ir atitinka garsus sol–do (garsaeilyje nuo C). Taigi C–F atitinka 21 harmoniką arba mikrointervalą santykiu 21:16 (471 ct), C–F atitinka 11 harmoniką arba tritonio mikrointervalą santykiu 11:8 (551 ct).
- Temperacija (lot. *temperamentum*) – muzikos garsų organizavimo sistema, kurioje intervalų aukštis nebūtinai gali atitikti sveikųjų skaičių *ratio* santykius.
- 12-TET derinimo sistemoje didžioji tercija lygi 400 ct, tačiau 5 skaičiaus ribos (Ptolemajo) – 386,314 ct, 3 skaičiaus ribos (Pitagoro) – 407,820 ct, atitinkamai komos intervalo santykiai 81:80 ir 81:64 sudaro dviejų tercijos intervalų 21,506 ct sintoninės komos skirtumą. Terminas „riba“ (*limit*) atitinka harmoninio garsaeilio harmonikų numerius, išreikštus *ratio* santykiais, ir jų skaičių pasirinkto derinimo sistemoje. Ptolemajo sistemoje sintoninės komos intervalas susidaro derinant 4 grynąsias kvintas, peržengia 2 oktavas ir didžiąją terciją ( $4 \times 701,95 \text{ ct} - (2 \times 1200 \text{ ct} + 386,3 \text{ ct}) = 2807,8 \text{ ct} - 2786,3 \text{ ct} = 21,5 \text{ ct}$ , arba 22 centai. Taip pat intervalas, esantis tarp natūraliosios didžiosios tercijos ir Pitagoro tercijos (81:64), kurio *ratio* 81:80. Pitagoro sistemoje komos intervalas susidaro, kai 12-os pačiliui einančių grynujų kvintų seka peržengia 7-ą oktavą, kai oktava lygi 1200 ct, grynoji (natūralioji) kvinta 701,95 ct ( $12 \times 701,95 \text{ ct} - (7 \times 1200 \text{ ct}) = 8423,4 \text{ ct} - 8400 \text{ ct} = 23,4 \text{ ct}$ , arba 24 ct skirtumas).
- Diesis* vidutinio tono temperacijose buvo vadinami komos intervalai.
- Arthur von Oettingen (1836–1920) – vokiečių fizikas, muzikos teoretikas, parašė teorinį darbą „Harmoniesystem in dualer Entwicklung“ (Dorpat, 1866).
- Anglų mokslininkas Alexanderis Ellisas pirmasis išvertė visą Helmholtzo veikalą „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“ („Apie garso pojūčius kaip fiziologinį muzikos teorijos pagrindą“) į anglų kalbą. Vertimas išleistas 1875 m. Mokslininkas išvertė trečiąją vokišką leidimo versiją (1870 m.) ir papildė ją išsamiais paaiškinimais, komentarais ir priedais. Vėliau Ellisas papildė

- ketvirtąją vokišką leidimo versiją (1877 m.) ir 1885 m. išleido antrąją knygos vertimo į anglų kalbą leidimą.
- <sup>8</sup> Moritz Hauptmann (1792–1868) – vokiečių teoretikas ir kompozitorius, parašė teorinę knygą „Die Natur der Harmonik und Metrik“ (1853).
- <sup>9</sup> Koma (lot. *comma*, gr. *κόμμα* arba *κόπτω* – pjaunu) – apibūdina mažuosius muzikos intervalus arba du šalia esančius garso aukščius, gaunamus atlikus skirtingų dydžių intervalų skaičiavimus natūraliojo garsaileio temperacijose.
- <sup>10</sup> Carl Eitz (1838–1924) – vokiečių mokslininkas, pedagogas, tyrinėjo akustinius muzikos reiškinius.
- <sup>11</sup> James Tenney (1934–2006) – amerikiečių kompozitorius ir muzikos teoretikas, daug nuveikė garso sintezės, algoritminės ir spektrinės kompozicijos, procesinės muzikos, praplėsto natūraliojo derinimo srityse. Savo teoriniuose darbuose nagrinėja muzikos formas, tembro, konsonanso ir disonanso, intervalų harmoninius santykius.
- <sup>12</sup> Žr. [https://microtonal.miraheze.org/wiki/Ben\\_Johnston\\_\(composer\)](https://microtonal.miraheze.org/wiki/Ben_Johnston_(composer)).
- <sup>13</sup> Alexander John Ellis (1814–1890) – anglų matematikas, filologas ir fonetikas. Jo pasiūlyta intervalo matavimo sąvoka ir užrašymas padarė didžiulį poveikį lyginamajai muzikologijai (vėliau etnomuzikologijai). Analizuodamas įvairių Europos muzikos tradicijų dermes, tonų sistemas, Ellisas priėjo išvadą, kad tonų sistemų įvairovės negalima paaiškinti vienu fizikiniu dėsniu, kaip teigė to meto mokslininkai, kad muzika nėra vien tik fizika. Ji yra kultūros, istorijos ir žmogaus pasirinkimo produktas. Ellisas išvertė ir išsamiai pakomentavo Hermanno von Helmholtzo veikalą „On the Sensations of Tone“ (1875).
- <sup>14</sup> Hermann von Helmholtz. *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*, 1863.
- <sup>15</sup> Svarbu pažymėti, kad anksčiau visuotinai priimtini pažemintų, natūralių, paauskintų intervalų žymėjimai buvo naudojami Pitagoro tobulai kvintų sekai apibrėžti.
- <sup>16</sup> Išsamus atvirojo kodo notacijos simbolių ir šriftų sąrašas pateikiamas *Plainsound Music Edition* svetainėje; žr. <http://www.marcsabat.com/pdfs/notation.pdf>.
- <sup>17</sup> Praplėstoje *Helmholtz-Ellis* natūraliojo derinimo sistemoje Pitagoro didžioji tercija nuo C žymima C–E $\flat$ , o natūrali didžioji tercija – C–E $\natural$ .
- <sup>18</sup> Termino „riba“ (*limit*) derinimo konceptą pirmą kartą pristatė ir panaudojo savo kūriniuose amerikiečių kompozitorius Harry Partchas, apibrėždamas didžiausią sveikųjų skaičių kiekį pasirinktame derinime. Riba atitinka harmoninio garsaileio harmonikų numerius, išreikštus *ratio* santykiais, ir jų skaičių pasirinktame derinime. Partchas gretino 11-os skaičių ribos sistemą su 3-ų skaičių ribos Pitagoro derinimo sistema (Nicholson, Sabat 2018: 20).
- <sup>19</sup> Intervalai 2/1 – oktava, 3/2 – kvinta sudaro 3/1 santykį, 12-os kvintų ciklą sudaro 7 oktavos, 7 oktavos + 12 oktavų = 19-TET; analogiškai 2/1, 3/2 ir 5/4 sudaro 5/1 santykį, t. y. dvi oktavas ir terciją x 12 = 28-TET.
- <sup>20</sup> Žr. [https://microtonal.miraheze.org/wiki/Sagittal\\_notation](https://microtonal.miraheze.org/wiki/Sagittal_notation) [žiūrėta 2024 12 09].
- <sup>21</sup> „Sagittal Songbook“ – kūrinių vokalui rinktinė, 2013 m. sudaryta kompozitoriaus Jacobo A. Bartono. Joje 48 kūrinius sukūrė 15 skirtingų kompozitorių, naudodami įvairius instrumentų derinimus.
- <sup>22</sup> „SmuFL“ – tai muzikos simbolių specifikacija, skirta konvencinei muzikos notacijai žymėti. Joje pateikiamas standartinis būdas tūkstančiams simbolių atvaizduoti vieno (nuo formato nepriklausomo) šrifto „Unicode“.
- <sup>23</sup> „Steinberg Media Technologies GmbH“ – muzikos programų notacijos, įrašų technologijų leidybos kompanija.
- <sup>24</sup> „Unicode“ – tarptautinis ženklų kodavimo standartas, pagal kurį visoms kalboms ir rašmenims suteikiamas unikalus kiekvieno ženklo numeris, todėl beveik visi ženklai yra prieinami įvairiose platformose, programose ir įrenginiuose.
- <sup>25</sup> SmuFL, <https://www.w3.org/2021/03/smufl14/tables/stein-zimmermann-accidentals-24-edo.html> [žiūrėta 2024 12 04].
- <sup>26</sup> EDO (angl. *equal division octave*) – lygios oktavos dalybos sistemos.
- <sup>27</sup> Richard Stein (1882–1942) – vokiečių teoretikas ir kompozitorius.
- <sup>28</sup> Bernd Alois Zimmermann (1918–1970) – vokiečių kompozitorius.
- <sup>29</sup> Cituojama iš anoniminės diskusijos „Steinberg Forum“. Buvo aptariama, ar ketvirtatonio alteracijos ženklai „Dorico“ muzikos notacijos programinėje įrangoje turėtų būti ženklinami su rodyklėmis, ar jie turėtų atitikti *Stein-Zimmermann* alteracijas (Anon 2020).
- <sup>30</sup> SmuFL, <https://www.w3.org/2021/03/smufl14/tables/extended-stein-zimmermann-accidentals.html> [žiūrėta 2024 12 04].
- <sup>31</sup> *OMicron* yra nemokamas šriftas, skirtas muzikos notacijai ir kūrybai, sukurtas ir išstobulintas IRCAM mokslo laboratorijoje.
- <sup>32</sup> „Melodyne“ programa atlieka aukštos raiškos dermės spektrinę analizę (naudojant „Short-Time Fourier Transform“ (STFT), „Constant-Q Transform“ metodus), kuri leidžia suskaidyti garso signalą į dažnį, amplitudę, fazę ir laiką. Tai padeda identifikuoti kūrinių garsaileio harmonikas ir įvertinti kiekvienos garsų serijos pagrindinį dažnį (F0) net ir polifoniniuose garso įrašų pavyzdžiuose. Ši programa naudoja F0 pagrindinio tono nustatymo algoritmus natos aukščiui sekti. Nors tikslios garso analizės metodikos nėra atskleistos, pasiūlyti autokoreliacija, cepstralinė analizė, fazės vokoderio technikos. Šios programos inovacija yra DNA (*Direct Note Access*) metodas, padedantis išskirti atskiras natas ar jų grupes iš polifoninio garsų konteksto, nustatyti natų pradžios ir pabaigos taškus. „Melodyne“ naudoja tranzientų aptikimo algoritmus, pagrįstus energijos kontūrais (*energy envelopes*), spektriniu srautu (*spectral flux*), natų pradžios funkcija (*onset detection functions*, ODF), kad keičiant garso aukštį arba tempą garsas išliktų natūralus, taip pat ši programa taiko formantų korekcijos algoritmus, naudoja muzikinį „intelektą“, kad nustatytų kūrinių tonaciją ir dermę. Nors kitose programose įdiegti panašūs garso apdorojimo įrankiai, „Melodyne“ išsiskiria savo gebėjimu tiksliai atpažinti ir redaguoti atskiras natas polifoniniuose kūriniuose, išlaikydama natūralų garsą, jį integruodama į muzikinį kontekstą. „Melodyne“ programos kūrėjas Peteris Neubäckeris sukūrė specialius matematinius modelius, kurie gerokai pranoksta tradicinius signalų apdorojimo algoritmus kitose garso tyrimo programinėse įrangose.
- <sup>33</sup> Vytautas Germanavičius, „Adapting unequal tuning systems to new technological environments and applying them to compositional and performance practices“. International Symposium *The Microtonal Village*, The Sheen Center for Thought & Culture, Greenwich House, 2024 m. rugsėjo 19–22 d., Niujorkas, JAV.

- <sup>34</sup> Paklaida iki  $-/+25$  ct žymi harmonikas, paklaida žymi mikrotonus:  $1/4 = 40-60$  ct,  $1/6 = 28-39$  ir  $61-72$  ct,  $1/8 = 20-27$  ir  $73-80$  ct. Vadovaujantis Vakarų muzikos praktika, mikrointervalai apskaičiuojami dalijant oktavą pustomiais 100 ct atstumu, kai ketvirtatonis lygus 50 ct (24-TET), šeštatonis – 33,3 ct (36-TET), aštuntatonis – 25 ct (48-TET), dvyliktatonis – 16,7 ct (72-TET), šešioliktatonis – 12,5 ct (96-TET).
- <sup>35</sup> Lietuvių tradicinių dermių ir istorinių derinimų komparatyvinis tyrimas atliktas Kauno technologijos universitete, mokslo grupė – dirbtinis intelektas, duomenų analitika ir modeliavimas, tyrimo autoriai dr. Mindaugas Kavaliauskas ir dr. Vytautas Germanavičius, 2024 m.
- <sup>36</sup> „FontCreator“ programa yra vienintelis šriftų įrankis, leidžiantis visiškai kontroliuoti ir keisti esamą šriftą, nesvarbu, jis sudėtingas ar pažangus, išsaugant visus „OpenType“ išdėstymo funkcijų duomenis. Taip užtikrinama, kad kiekviena subtili originalaus dizaino detalė liktų nepakitusi (<https://www.high-logic.com/font-editor/fontcreator>).
- <sup>37</sup> „Gonville“ – tai muzikos užrašymo ženklų rinkimo šriftas, jame yra penklinių raktų, natų galvučių, kotelių, vėliavėlių ir panašių simbolių. Jis suderintas su „GNU Lilypond“ muzikos užrašymo ženklų graviravimo programa, skirta aukščiausios įmanomos kokybės natoms kurti, ir leidžia kompiuteriu spausdintus ženklų įrašus paversti tradiciškai graviruotomis natomis (<https://github.com/OpenLilyPondFonts/gonville>).
- Literatūra**
- Ambrazevičius, Rytis, Robertas Budrys, and Irena Višnevska. *Scales in Lithuanian Traditional Music: Acoustics, Cognition, and Contexts*. Kaunas: ARX reklama, 2015.
- Anon. *Default Microtonal / 24-EDO Accidentals*, 2020. <https://forums.steinberg.net/t/default-microtonal-24-edo-accidentals/145855>.
- Četkuskaitė, Genovaitė. *Lietuvių liaudies dainų antologija*. Vilnius: Lietuvos muzikos ir teatro akademija, 2007.
- Chahin, Rami. *Towards a Spectral Microtonal Composition: A Bridge Between Arabic and Western Music*. Mainz: Schott Music, 2017. [https://schott-campus.com/wp-content/uploads/2017/12/Chahin\\_Towards\\_Spectral\\_oa.pdf](https://schott-campus.com/wp-content/uploads/2017/12/Chahin_Towards_Spectral_oa.pdf).
- Čiurlionytė, Jadvyga. “Kaip užrašinėti liaudies melodijas.” In *Tautosakos rinkėjo vadovas*, red. J. Balys, 77–111. Kaunas: Lietuvių tautosakos archyvas, 1940.
- Bancquart, Alain, Carlos Agon Carlos, and Moreno Andreatta. “Microtonal Composition.” In *The OM Composer’s Book 2*, edited by Jean Bresson, Carlos Agon and Gérard Assayag, 279–304. Paris: DELATOUR FRANCE, IRCAM-Centre Pompidou, 2008. <http://recherche.ircam.fr/equipes/repmpus/moreno/AndreattaMicrotonality.pdf> [žiūrėta 2024 12 12].
- Benson, David J. *Music: A Mathematical Offering*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. <https://homepages.abdn.ac.uk/d.j.benson/pages/html/music.pdf>
- Eitz, Carl A. *Das mathematisch-reine Tonsystem*. Leipzig: Breitkopf & Härtel, 1891.
- Ellis, Alexander J., and Alfred J. Hipkins. “Tonometrical Observations on Some Existing Non-Harmonic Musical Scales.” *Proceedings of the Royal Society of London* 37 (1884): 368–385. <http://www.jstor.org/stable/114325>.
- Fonville, John. “Ben Johnston’s Extended Just Intonation: A Guide for Interpreters.” *Perspectives of New Music* 29/2 (121) (1991): 106–137.
- Gann, Kyle. *The Arithmetic of Listening*. Urbana: University of Illinois Press, 2019.
- Gann, Kyle. *How to Use Ben Johnston’s Just Intonation Notation* [n. d.]. <https://www.kylegann.com/BJNotation.html> [žiūrėta 2024 12 06].
- Germanavičius, Vytautas. *Archajinių derminių struktūrų transformacija ir adaptacija naujose mikrotoninėse kompozicijose: daktaro disertacija*, Vilnius: Lietuvos muzikos ir teatro akademija, 2022.
- Germanavičius, Vytautas. “Identification of Microtonal Interval Relations in Lithuanian Vocal and Instrumental Folk Music and their Application in Music Composition. In *Mikrotöne Small is Beautiful IV*, edited by Agustin Castilla-Ávila, 75–101. Salzburg: Mackinger Verlag, 2023.
- Germanavičius, Vytautas. “In Search of Archaic Code as a Symbol of the Interval Structure in Folk Music Scales.” In *Mikrotöne Small is Beautiful V*, edited by Agustin Castilla-Ávila, 58–75. Salzburg: Mackinger Verlag, 2024.
- Germanavičius, Vytautas. *Nuo natūralių muzikos derinimų link etnogarsaeilių sistemų: teorija versus kūryba*, Vilnius: Lietuvos muzikos ir teatro akademija, 2024.
- Gould, Elaine. *Behind Bars: The Definitive Guide to Musical Notation*. London: Faber, 2011.
- Greffin-Klein, Alexandra. *MICRO-INTERVALS: Achievability, Limits, Notation and How to Practice Them* (n.d.). <http://www.alexgreffinklein.com/en/micro-intervals-and-accidentals/>.
- Hall, Donald E., and Hess Joan Taylor (1984). “Perception of musical interval tuning.” *Music Perception* 2/2 (1984): 166–195.
- Helmholtz, Hermann von. *On the Sensations of Tone as a Physiological Basis for the Theory of Music*. London, New York: Longmans, Green, 1912.
- Hufflen, Jean-Michel. “History of accidentals in music.” *TUGboat* 38/2 (2017): 147–156. <https://tug.org/TUGboat/tb38-2/tb119hufflen-music.pdf>.
- Innervik, Kjell Tore. *Using quartertones in notation software* (2008). [https://prosjekt.nmh.no/quartertonemarimba/pages/mainpages/scoring\\_software.html](https://prosjekt.nmh.no/quartertonemarimba/pages/mainpages/scoring_software.html).
- Jedrzejewski, Franck. *Dictionnaire des musiques microtonales: 1892–2013*. Paris: L’Harmattan, 2014.
- Johnston, Ben. “A notation system for extended Just Intonation.” In *‘Maximum Clarity’ and Other Writings on Music*, edited by Bob Gilmore. Urbana and Chicago, Illinois: University of Illinois Press, 2006 [2003].
- Juzeliūnas, Julius. *Akordo sandaros klausimu*. Kaunas: Šviesa, 1972.
- Matmati, Jawher. *Au-delà de la notation: vers une réconciliation du maître et dumarteau* (2021–2022). [https://www.conservatoiredeparis.fr/sites/default/files/Recherche-Editions/TEP\\_MATMATI\\_2021.pdf](https://www.conservatoiredeparis.fr/sites/default/files/Recherche-Editions/TEP_MATMATI_2021.pdf).
- Monzo, Joe. *Tonalsoft Encyclopaedia*. <http://tonalsoft.com/enc/h/hewm.aspx>. tonalsoft.com.
- Nicholson, Thomas, and Marc Sabat. *Fundamental Principals of Just Intonation and Microtonal Composition*. Universität der Künste Berlin, Studio für Intonationsforschung und mikrotonale Komposition, 2018. <https://masa.plainsound.org/pdfs/JI.pdf>
- Pournader, Roozbeh. “Proposal to encode two accidentals for Iranian Classical Music,” April 23, 2020. <https://www unicode.org/L2/L2020/20159-iran-music-symbols.pdf> [žiūrėta 2024 12 04].

- Sabat, Marc. *The Extended Helmholtz Ellis JI Pitch Notation*. Plainsound Music Edition, 2005. <http://www.marcsabat.com/pdfs/notation.pdf> [žiūrėta 2024 12 08].
- Sabat, Marc, and Wolfgang Schweinitz. *The Extended Helmholtz-Elis JI Pitch Notation*. Plainsound Music Edition, 2004. <https://masa.plainsound.org/pdfs/notation.pdf>
- Safari, Sarvenaz, and Manfred Stahnke. *1001 Mikrotöne*. Neumünster: von Bockel Verlag, 2015.
- Secor, George D., and David C. Keenan. "Sagittal: A Microtonal Notation System." *Xenharmonikôn: An Informal Journal of Experimental Music* 18 (2006): 1–26.
- SMuFL (Standard Music Font Layout). <https://www.w3.org/2021/03/smuf14/tables/extended-stein-zimmermann-accidentals.html> [žiūrėta 2024 12 04].
- Spreadbury, Daniel. *Standard Music Font Layout (SMuFL), Version 1.4, Final Community Group Report 16 March 2021, 2021*. <https://www.w3.org/2021/03/smuf14/>.
- Stone, Kurt. *Music Notation in the Twentieth Century*. New York and London: W. W. Norton & Co., 1980.
- [Tenney, James]. *The Music of James Tenney. Soundings*, edited by Peter Garland. Vol. 13, Santa Fe, New Mexico: Soundings Press, 1984. OCLC 11371167.
- Ternström, Sten. "Perceptual evaluations of voice scatter in unison choir sounds." *Journal STL-QPSR* 32 / 2–3 (1991): 041–049.
- Vos, Joos. "The perception of mistuned fifths and major thirds: Thresholds for discrimination, beats, and identification." *Perception & Psychophysics* 32 (1982): 297–313.
- Wannamaker, Robert. *The Music of James Tenney*, vol. 1: *Contexts and Paradigms*. Urbana: University of Illinois Press, 2021.

## Summary

This article proposes a standardization of the musical notation system by introducing newly designed notational symbols selected through comparative analysis for quarter-tones and other microtonal accidentals to represent microintervals. A new font for these accidentals was developed on the basis of symbols used in Western notation systems for just-intonation and 12-tone equal temperament (12-TET) divisions. These systems include those of Moritz Hauptmann and Hermann von Helmholtz, Ben Johnston's Extended Just Intonation, the Extended Helmholtz-Ellis JI Pitch Notation, and George Secor's Sagittal notation, all

of which have been incorporated into the Standard Music Font Layout (SMuFL) specification. In addition, the Stein-Zimmermann extension of quarter-tone symbols, characterized by arrows indicating smaller intervals, is widely used by composers worldwide. Various notation programs employ different accidental symbols. For example, notation for quarter-tones, eighth-tones, and sixteenth-tones is implemented in the OMicron font, designed for music notation and composition at the IRCAM research laboratory. In the twentieth century, many composers created unique notation systems of their own, which may explain why accidentals have never been fully unified. While SMuFL and many notation programs offer standardized symbols for quarter-tones and sixth-tones, no universally recognized notation standard exists for other microtonal intervals, such as third-tones, sixth-tones, eighth-tones, twelfth-tones, and sixteenth-tones. Recent studies on intervallic relationships in Lithuanian traditional vocal and instrumental music, which reveal interval structures not conforming to the 12-TET system, underline the need for accidental signs capable of precisely notating intervals found in traditional scales as well as contemporary works. For notating intervals in Lithuanian traditional vocal and instrumental music, just-intonation-based notation systems were not selected, since analysis of song examples showed no single tuning or temperament system applicable to all traditional scales. Therefore, the Stein-Zimmermann and OMicron notation symbol standards were chosen, as they are widely implemented in music notation software for quarter-tones and sixth-tones. However, notation for other microtones remains unstandardized. As a solution, this article proposes new accidental signs composed of selected standard symbols combined with newly created complex symbols based on the specifications of two existing notation systems. These signs are intended for use in Microsoft Word and in notation software such as Sibelius, Dorico, and MuseScore. The new font is designed for notating intervals in traditional scales as well as contemporary music. It includes accidentals for five microtones and for the semitone, offering an extended and versatile tool for microtonal notation.

Delivered / Straipsnis įteiktas 2025 05 12