

**FILOZOFICKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO
V OLMOUCI**

KATEDRA MUZIKOLOGIE

**Bohlen-Pierce ladění, teorie a
uplatnění v praxi**

**Bohlen-Pierce scales, theory and application in
practice**

Magisterská diplomová práce

VYPRACOVAL: Michal Slováček

VEDOUCÍ PRÁCE: MgA. Marek Kepřt, Ph.D.

2013

Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Olomouci, 28. 6. 2013

podpis

Rád bych na tomto místě poděkoval vedoucímu práce MgA. Marku Keprtovi, Ph.D. za odborné vedení a v neposlední řadě též prof. PhDr. Janu Vičarovi, CSc. za schválení tohoto tématu.

OBSAH

Úvod.....	6
Stav bádání.....	8
Úvod do problematiky ladění.....	10
1.1. Vztah hudby k systémům ladění.....	10
1.2. Problematika terminologie	12
1.2.1. Problematika terminologického označení hudby jiných ladění	12
1.2.2. Základní jednotky pro měření výšky tónu	15
1.2.3. Referenční tón	16
1.2.4. Rovnoměrná teplotura.....	17
1.2.5. Ladění přirozená	22
1.2.6. Historie ladění evropské hudby do 20. Století.....	26
1.2.7. Přístup k problematice ladění v první polovině 20. Století.....	28
1.2.8. Přístupy k problematice ladění v druhé polovině 20. století	31
2. Bohlen-Pierce ladění, teorie	33
2.1. Historie Bohlen-Pierce ladění.....	33
2.1.1. Heinz Bohlen	34
2.1.2. Kees van Prooijen	35
2.1.3. John Robinson Pierce.....	36
2.1.4. Další šíření Bohlen-Pierce ladění	37
2.2. Principy Bohlen-Pierce ladění a jeho charakteristika.....	38
2.2.1. Bohlen-Pierce ET	39
2.2.2. Bohlen-Pierce JI.....	41
2.2.3. Další možné varianty Bohlen-Pierce ladění.....	43
3. Uplatnitelnost Bohlen-Pierce ladění v praxi	50
3.1. Problematika notace	51
3.2. Úpravy mechanických nástrojů pro potřeby Bohlen-Pierce ladění.....	52
3.2.1. Úprava kytary pro Bohlen-Pierce ladění	54
3.2.2. Možnost přeladění klavíru do systému Bohlen-Pierce	58
3.2.3. Možnosti přeladování dřevěných dechových nástrojů do systému Bohlen-Pierce	62
3.2.4. Možnosti žesťových nástrojů v Bohlen-Pierce ladění	65
3.2.5. Poznámky k přeladování mechanických nástrojů	66
3.3. Přeladování elektrofonů pro potřeby Bohlen-Pierce	67
3.3.1. Možnosti přeladování elektrofonických nástrojů pro potřeby Bohlen-Pierce ladění	68
3.3.2. Možnosti přeladování elektronických nástrojů pro potřeby Bohlen-Pierce ladění	69

3.4. Problematika referenčního tónu	76
3.5. Dovětek k využití Bohlen-Pierce v praxi.....	76
4. Sociologický průzkum	79
4.1. Hypotéza.....	79
4.2. Metodologie výzkumu.....	80
4.3. Verifikace hypotézy na základě výsledků průzkumu.....	82
4.4. Poznámky k průzkumu	84
6. Poznámka k audio příloze	85
Závěr	86
Resumé.....	88
Summary:	89
Zusammenfassung:.....	90
Seznam informačních zdrojů.....	91
Anotace	95
7. Přílohy.....	96
7.1. Výsledky průzkumu	96
7.2. Výsledky sociologického průzkumu v grafech	98
7.2.1. Samostatné poslechy	98
7.2.2. Porovnání obou poslechů.....	102
7.2.3 Průměrné hodnoty z obou poslechů.....	106
7.2.4. Vzor dotazníku pro sociologický průzkum.....	110
7.3. Fotografie kytar upravených pro potřeby Bohlen-Pierce ladění	111

ÚVOD

System ladění, zvaný Bohlen-Pierce patří mezi nové způsoby ladění, přesto zřejmě i díky své jednoduchosti a možnosti poměrně intuitivního zacházení s ním, šíří se mezi komunitou skladatelů a hudebníků zajímajících se o alternativní systémy ladění poměrně rychle a těší se v rámci možností veliké oblibě. Zvolen jako téma této práce byl též proto, že je svojí určitou výstředností poměrně netypický, respektive celkem vzdálený standardním systémům, přesto lze na něm demonstrovat mnoho zobecňujících problémů týkajících se různých přístupů k ladění, a zároveň právě proto může fungovat jako určitý odrazový můstek pro méně zkušené hudební skladatele, případně teoretiky odhodlané prozkoumat vpravdě nekonečné universum možností ladění.

Cílem práce je tedy podat jednak první ucelenější pojednání o problematice Bohlen-Pierce ladění v češtině, jeho možnostech praktického uplatnění, a zároveň si práce klade za cíl seznámení s problematikou alternativních ladění a jejich možnými praktickými řešeními v hudebním provozu. Kde to bude možné, vynasnažím se o určitá zobecnění, která by bylo možno aplikovat i na jiné systémy nežli čistě na Bohlen-Pierce. Cílem práce nemá být přesvědčení odborné veřejnosti o nutnosti nastolení nového dogmatu ladění a původní v praxi užívaný systém dvanácti tónů do oktávy rovnoměrně temperovaně laděných nebude nikterak zpochybňován. Jsem si dobře vědom toho, že revoluce je v praxi vždy buď neproveditelná, nebo znamená mnohdy spíše regres. Snahou tedy bude především přispět svojí pomyslnou troškou do mlýna k novému pohledu na problematiku ladění v širších souvislostech, které by měly zpětně podpořit celkový vhled do fenoménu hudby, a zároveň může být velmi obohacující pro praxi.

Práce vznikla na území České republiky a v českém jazyce, snaží se tedy oslovit především českou odbornou veřejnost a zároveň bude v mnoha ohledech vycházet z prostředí, ve kterém vznikla, neboť přístup k alternativním systémům ladění a jejich znalosti se v různých částech světa značně liší. Je to samozřejmě dáno především rozmanitostí světové hudby a vždy určitému pochopitelnému prosazování národních tendencí, resp. hlubší znalostí hudby vlastní.

Rád bych také dodal, že veškeré citace v textu je nutno chápat spíše jako odkaz na literaturu ve smyslu „více informací v...“, přičemž uvádím vždy dobře dostupné a aktuální zdroje. Pokud se jedná o parafrázování myšlenek, především teorií, případně

prakticko-aplikačního vyústění, uvádím v samotném textu autora myšlenky. Dále v textu odkazuji i na ústní sdělení skladatelů, interpretů a muzikologů, se kterými jsem dílčí problematiky konzultoval. Vše je dáno především samotnou povahou této specifické práce. Zároveň pro mne nebylo možné dohledání akademických titulů všech v textu zmiňovaných osob. Zpravidla se jedná buď o tituly z uměleckých škol, které si mnohdy jejich vlastníci ani formálně neuvádějí, nebo o tituly starší a zahraniční, které bývají v současnosti nahrazovány moderními ekvivalenty, a tudíž je jejich význam dnes těžko srozumitelný. Z těchto důvodů a také proto, abych dostal určitému sjednocení, jsem se rozhodl v textu u jmen akademické tituly neuvádět.

STAV BĀDÁNĪ

Bohlen-Pierce ladění patří mezi nové systémy. Tudíž jeho výzkum nemá historický charakter. První teoretické studie z konce 70. a počátku 80. let 20. století tedy řeší především problematiku samotné konstrukce systému, jeho tvoření na základě poměrů celých čísel a následné rovnoměrné temperování nového systému. V této době též vznikají první teoretické systémy tvoření modů, které jsou na přelomu století revidovány.

Cíle současného teoretického snažení jsou jednak celková revize systému Bohlen-Pierce, kde je snahou odstranění některých jeho možných nedostatků. Jedná se především o rozšíření systému pomocí nových intervalů, přičemž se neustále vychází ze zásad tvoření systému pomocí původních pravidel. Tyto snahy ale vyvolávají mnohé další otázky a pro praxi spíše přinášejí více problémů, tudíž tyto úvahy jsou čistě teoretické. Z těchto důvodů je těmto snahám v práci věnován podstatně menší prostor.

Důležitější současnou snahou je prakticko-aplikační vyústění celé teoretické problematiky kolem Bohlen-Pierce ladění. Je to především vznik nových hudebních nástrojů umožňující hru v tomto systému, případná úprava standardních hudebních nástrojů pro potřeby systému Bohlen-Pierce. V ojedinělých případech se jedná o institucionálně podchycený výzkum, který má své zázemí zpravidla na univerzitách. Často se ale jedná o vlastní výzkum jednotlivců bez přímé podpory institucí. Díky moderním komunikačním technologiím je ale dnes možno tyto výsledky výzkumů přednášet před širokou veřejností, resp. před případné zájemce o tuto problematiku.

V současné době je Bohlen-Pierce ladění v praxi používáno, a lze říct, že v rámci možností se jedná o velmi rozšířený způsob ladění. Přesto ale v obecné rovině alternativní systémy ladění zůstávají minoritní záležitostí, byť světově rozšířenou. Z těchto důvodů se z ekonomického hlediska nevyplácí publikování knih, které by pojednávaly čistě o Bohlen-Pierce ladění. Vznikají ale články v odborných periodikách a případné diplomové práce. Velikou událostí potom bylo Bohlen-Pierce symposium, které se uskutečnilo roku 2010 v Bostonu a sloužilo k výměně informací hlavních teoretiků i praktiků tohoto nového systému.

Česká hudební teorie i praxe zatím Bohlen-Pierce ladění nereflektuje téměř vůbec. Je to dáno mnoha faktory. Především v tomto prostředí chybí obecnější povědomí o alternativních systémech ladění. Navíc tyto snahy je poměrně těžké zasadit

do standardních struktur, neboť mimo muzikologii mají tyto přístupy značný přesah do oblastí akustiky, kompozice i výroby hudebních nástrojů.

ÚVOD DO PROBLEMATIKY LADĚNÍ

Než se začnu věnovat ústřednímu tématu, je třeba vyložit základní fakta, týkající se problematiky ladění v obecné rovině. Vlastní způsob vysvětlení této problematiky tak bude vodítkem k mému uvažování v dalších kapitolách.

1.1. Vztah hudby k systémům ladění

Na úvod této kapitoly a v zásadě celé práce je třeba si položit zásadní otázku – co je hudba? Cílem práce samozřejmě není zodpovězení tak náročné otázky, resp. je zde nutno doznat, že odpovědi mohou být velmi individuální, ale absolutní pravdy se v tomto případě nelze pravděpodobně nikdy dobrat. Cílem této základní otázky a následným pokusem o její zodpovězení by mělo vždy být určitým rozcestníkem každé teoretické práce, kdy je možno se seznámit se základním náhledem, nebo určitým vymezením se autora vůči tomuto fenoménu.

Čili hudbu nyní rozumějme jako cíleně umělecký, sluchem vnímatelný projev, který je též možno zaznamenat pomocí nahrávky, nebo zápisu. A v zásadě všechny slyšitelné vjemy mají určité základní složky – délku, barvu, sílu a výšku. Vypěstlost hudební kultury lze vždy částečně posuzovat i podle určitého estetického náhledu na tyto složky, přičemž v zájmu práce je především posledně jmenovaná. Přístupy se samozřejmě mohou lišit v různých kulturách a některá ze složek může být řešená komplexněji nežli jiná. Nicméně přístup k výškám tónů vede vždy k určité selekci – tedy tvorbě určitého systému ladění, z něj pak systému stupnic, případně modů, které zpětně determinují samotnou podobu hudby. Zvolený systém ladění prochází neustálým vývojem, stejně jako systém stupnic a modů, přičemž teorie ovlivňuje praxi, ale nejednou i naopak praxe teorii. Vše je tak provázáno a prostoupeno, že je mnohdy v zásadě téměř nemožné určit rozdíl mezi determinujícím a determinovaným. Nicméně každá kultura prodělává svůj osobitý vývoj, přičemž může být ovlivňována kulturami cizími a též má potenciál ovlivňovat. Vývoj ladění je potom vždy poměrně pomalý, neboť čistě z praktického hlediska změna systému ladění znamená i změnu ve výrobě hudebních nástrojů, v metodice hry na ně a vůbec v celkové hudební didaktice. Přesto ale v průběhu vývoje existuje vždy několik experimentálnějších směrů, které se snaží

buď stará paradigmatata nahrazovat novými, nebo k nim vytvářet určitou alternativu a z nich se časem vyvine nový přístup s všeobecnější platností. Je nutné si uvědomit, že vliv použitého systému ladění je pro kompozici, resp. hudební řeč mnohdy určující – bez rovnoměrně temperovaného systému by seriální (v případě dvanácti tónů dodekafonický) kompoziční princip ztrácel na funkčnosti, zároveň návaznost na přirozená ladění vždy posiluje funkci tonality, případně modalitu.

Zde se nabízí opět určité vymezení tonality proti modalitě, kdy tonalitu jsme zvyklí používat především pro evropskou hudbu a pouhé dva mody, dur a moll, které evropská hudební řeč chápe jako jisté protiklady, a zároveň se jedná o dvě základní stavební jednotky hudebního systému. Nicméně toto určení je příliš zavazující a pro potřeby této práce prakticky nepoužitelné, protože se zde bude operovat spíše s termínem modus a modalita. Modalitou evropská hudba ve svém systému ladění a uvažování rozumí především takzvané církevní mody, tedy obraty zmíněných tónin, ale i jiné méně časté struktury, kdy i počet tónů může různě variovat – vzpomeňme různé pentatoniky, celotónovou stupnici, mody používané různými hudebními skladateli zpravidla 20. století – zde je pochopitelně nutno zmínit Oliviera Messiaena, z českých potom Miloslava Kabeláče, ale jistě se nejedná o ojedinělé případy. Tvoření vlastních modů, byť pouze v zavedeném dvanáctitónovém rovnoměrně temperovaném systému, lze doporučit, coby první krok k lepšímu chápání problematiky ladění. Zde se vyplácí postup od známého k méně známému, přičemž systém užívaný v naší hudební řeči právě díky rovnoměrné teplotuře dovoluje prakticky libovolný výběr prvků a jejich skládání prakticky bez větších limitů. Zásadní pro další vniknutí do problematiky ladění je uvědomění si jedné vlastnosti většiny modů. Jedná se o jejich periodicitu – čili skutečnost, že se posloupnost intervalů v každém modu po určitém intervalu vždy opakuje. Vezmeme-li v potaz zmíněnou durovou stupnici, její periodou je oktáva, stejně jako u všech jejích obratů. Oktáva bývá častou periodou, což má mnoho důvodů, které budou dále osvětleny, nicméně nemusí jí být nutně. Vezměme třeba modus 1,2 zmíněného Oliviera Messiaena, zde je periodou malá tercie, po které se celý modus periodicky opakuje. Pokud bychom vzali celotónovou stupnici, její perioda bude právě celý tón, jehož interval je periodicky opakován. Je to též dáno vlastnostmi rovnoměrně temperovaného ladění, kdy již na jeden jeho stupeň je možno nahlížet jako na periodu. Samozřejmě ale lze postupovat i zcela obráceně, kdy cílem bude zamezit periodicitě, čili vytvořit modus, který prostupuje celým slyšitelným pásmem a je neperiodický.

Dvanáctitónové rovnoměrně temperované ladění nabízí poměrně málo prvků, protože by takový modus působil velmi výstředně a neobešel by se bez větších intervalových skoků. Případný návod na neperiodický modus možno hledat třeba v neperiodických číslech – např. v konstantě π , tedy výsledku poměru 22:7. K výslednému číslu přistupujme tak, že hodnota číselného řádu, tj. jednotky, desetiny, setiny atd. bude znamenat interval, kdy 0 = malá sekunda, 1 = velká sekunda atd. až po v této řadě největší interval v takto vzniklém modu – velké sexty, který přiřadíme číslu 9. Takto vytvořený modus v dvanáctitónovém rovnoměrně temperovaném systému bude zbaven své periodicity. Tento příklad posloužil k určitému demonstrování faktu, že celková problematika ladění je mnohdy exaktní záležitostí, postavená na racionalitě, nicméně dává velikou volnost si pravidla určovat, což je jistě pro tvůrčí osobnosti velikou výzvou.

1.2. Problematika terminologie

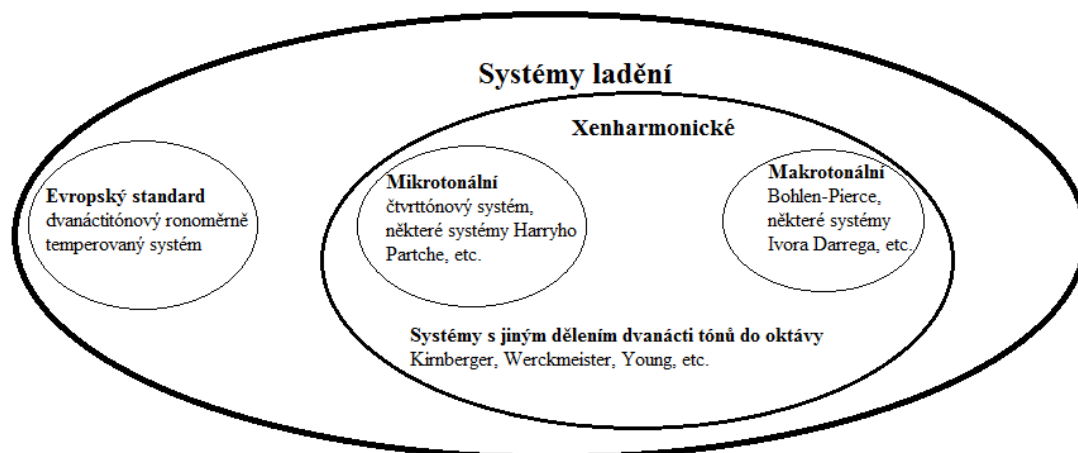
Budu-li se hlouběji zabývat problémem ladění, je nutno objasnit základní terminologii, se kterou se bude následně pracovat. Již předcházející kapitola v zásadě upozornila na problematiku rozlišení modů od tonality, nicméně celý terminologický problém je v zásadě komplikovanější. Opět se zde mísí exaktnost vycházející z fyzikálních a matematických vztahů s nepříliš jednotnou hudebně-teoretickou terminologií.

1.2.1. Problematika terminologického označení hudby jiných ladění

Dvanáctitónový rovnoměrně temperovaný systém lze chápat jako určité paradigma, ze kterého lze vycházet, neboť lze předpokládat, že se jedná o systém v našem prostoru důvěrně známý. Veškeré ostatní systémy jsme zvyklí označovat za mikrointervalové a hudbu v nich tvořenou, označovat jako mikrointervalovou. Méně často se užívá termín mikrotonální. Což je v češtině obhajováno s tím, že se jedná o intervaly, nikoli o tóny, které jsou menší oproti standardu. Nicméně angličtina naopak preferuje častěji označení *microtonal* nežli *microintervalic*. Termíny jsou poměrně zažitá, tudíž se užívají mnohdy i zcela nelogicky vzhledem k první části slova. Ne všechny systémy ladění (a právě Bohlen-Pierece je tím případem) používají coby

stavební jednotky intervaly menší nežli půltón rovnoměrně temperovaného dvanáctitónového systému. Správné označení v takovém případě by tedy mělo být „makrointervalové ladění“. Tento termín se v praxi vyskytuje minimálně, nicméně je možné se s ním setkat, stejně jako s anglickým ekvivalentem *macrotonal*. Bohužel ale zdaleka neřeší celý problém vymezení se vůči zavedenému způsobu ladění. Existuje totiž i skupina ladění, ve kterém se vyskytují jako základní stavební prvky intervaly větší i menší nežli půltón rovnoměrně temperovaného dvanáctitónového systému. Může se zdát, že se opět bude jednat o umělé konstrukty, jako v případě modu na základě konstanty π , nicméně nemusíme chodit příliš daleko – třeba různé starší barokní temperatury spadají do této kategorie, stejně jako přirozené dvanáctitónové ladění – v zásadě lze říct, že když v rovnoměrně temperovaném dvanáctitónovém systému mírně vychýlíme libovolný tón, vzniknou nám tím dva intervaly nové – jeden větší a druhý o v podstatě stejnou hodnotu menší interval vůči původnímu půltónu. Celou tuto kategorii jiných ladění nežli dvanáctitónového rovnoměrně temperovaného systému by bylo možné označit jako hudbu jiných ladění, což ale zní pro češtinu poměrně archaicky. Ve světových jazycích ekvivalent také nenajdeme. Elegantním terminologickým řešením je návrh hudebního skladatele Ivora Darrega (1917-1974), který přichází s označením *xenharmonic music*. Tento termín by se dal poměrně snadno počeštit jako hudba xenharmonická a etymologicky mu též nelze nic vytknout, neboť obě slova vychází z řečtiny, ze slov *ξένος* (*xenos*) – odlišný, cizí, případně *ξενία* (*xenia*) – pohostinný, vlídný a *ἁρμονία* (*harmonia*) – soulad, shoda. Definice by tedy byla taková, že coby xenharmonickou hudbu lze chápat veškerou hudbu, která užívá jiné systémy ladění nežli dvanáctitónový rovnoměrně temperovaný systém. Je ovšem nutné mít na paměti, že tento termín ještě není všeobecně zaveden ani v zahraničí a v české hudební teorii se prakticky nevyskytuje. Nicméně lze předpokládat, že díky své jednoduchosti a logice má veliký potenciál nahradit stávající nepřesnou terminologii a v kruzích, zabývajících se problematikou ladění je již poměrně zavedený.

Pro lepší vysvětlení výše popsaného třídění systémů ladění jsem zvolil formu diagramu, která graficky vše znázorní:



Dále je možno se setkat s označeními, která si tvoří spíše sami skladatelé, případně teoretici, a která prakticky nemají širší platnost. Tímto termínem je třeba ultrachromatika, se kterou přichází dnes trochu zapomenutý sovětský avantgardista Arsenij Avraamov (1886-1944), který jí označuje svůj osminotónový systém (48 tónů v oktávě rovnoměrně temperovaných). Později s tímto termínem operovala např. Petrohradská společnost pro čtvrttónovou hudbu, stejně tak i emigrant Ivan Vyšněgradskij¹ (1893-1979), který je dnes z této skupiny nejznámější, a tudíž termín bývá nejčastěji spojován s jeho jménem. V zásadě se ale tímto termínem vždy označovala pouze ladění s vyšším počtem tónů do oktávy nežli dvanáct a rovnoměrně temperovaně laděných. Dalším z méně užívaných termínů je *Ekmelische Musik*, jehož původ je opět řecký: *ἐκ μέλος*, což má v překladu znamenat mimo řadu (tónů). Jedná se tedy o termín, který by bylo možno též pojmut obšírně, jako termín xenharmonická hudba. V praxi ale příliš neopouští místo svého vzniku, tedy Universität Mozarteum Salzburg, kde se aplikuje především na systém dvanáctinotónový (72 tónů v oktávě rovnoměrně temperovaných), případně jiné systémy, které spadají do skupiny mikrotonálních systémů.

Na tomto místě je ovšem důležité připomenout, že většina lidí, dokonce i z řad hudebníků, má tendence pod takto širokými označeními (ať již mikrointervalová, nebo

¹ Více informací o Vyšněgradské teorii v: VOSTŘEL, Daniel. *Klavírní cyklus 24 preludií, opus 22 Ivana Vyšněgradského*. Olomouc, 2007. Univerzita Palackého.

xenharmonická hudba) hledat určité stylové paralely. Tyto představy jsou v zásadě liché. Jak již bylo naznačeno, systém ladění bezesporu ovlivňuje kompoziční myšlení, nicméně každý systém ladění poskytuje celou řadu možností přístupů, což zákonitě vede k možným rozdílným výsledkům. To vše se v praxi poměrně obtížně vysvětluje, neboť většina lidí má tendence soudit hudbu na základě poslechové zkušenosti pouze s několika málo ukázkami, a tím docházet k předčasným závěrům. V České republice má většina odborné veřejnosti mikrintervaliku spojenou s dílem Aloise Háby, tedy především s hudbou ve čtvrttónovém systému, pročež je poměrně náročné vysvětlovat, že alternativní ladění nemusí být nutně disonantní. Jiná situace bývá třeba v USA, kde je podobně v obecném povědomí zapsán Harry Partch² (1901-1974). Díky jeho přístupu a vývoji vlastních hudebních nástrojů tak zde zase vzniká pocit, že společně s odlišností ladění je nutno počítat i s odlišností témbu, což opět není nikterak podmíněno.

1.2.2. Základní jednotky pro měření výšky tónu

Dalším úskalím při komunikaci o problematice ladění je i u odborné veřejnosti častá záměna dvou jednotek, které jsou pro ladění používány. Jedná se o hertze a centy³. První jmenovaná je čistě fyzikální veličina, která znamená počet kmitů za vteřinu. Každý z hlediska ladění stálý (stabilní) zvuk má konstantní hodnotu periodických kmitů za vteřinu. Nevýhodou pro hudební představivost je ovšem fakt, že počet kmitů ke znějícímu ladění roste geometrickou řadou. V praxi to znamená, že když komorní *a'* má frekvenci 440 Hz, stejný tón o oktávu výše bude mít frekvenci dvojnásobnou, tedy $2 \cdot 440 = 880$ Hz a frekvence tónu o oktávu nižší bude mít frekvenci poloviční, tedy $440 : 2 = 220$ Hz. Z uvedeného tedy vyplývá, že rozdíl uvedený v hertzích bez vymezení pásma, ve kterém se pohybuje, nemá žádnou vypovídací hodnotu. V hudební praxi se tedy hertzů používá pro stanovení tzv. referenčního tónu, případně v elektroakustice např. u ekvalizéru, kde je možno posilovat, případně potlačovat

² Jeho těžební teoretické dílo, které má dodnes značný vliv na nové generace teoretiků a skladatelů v alternativních systémech ladění: PARTCH, Harry. *Genesis of a music: an account of a creative work, its roots and its fulfillments*. 2nd ed. New York: Dacapo Paperback, 1979. ISBN 03-068-0106-X.

³ Více informací v: SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. Vyd. 1. V Praze: Akademie múzických umění v Praze, 2003, 427 s. ISBN 8073319012.

jednotlivá frekvenční pásma, nebo v akustice, třeba pro stanovení rozsahu slyšitelného pásma apod.

Proti tomu druhá jednotka, centy (existuje zkratka ϕ , ale v praxi se příliš nepoužívá a rozepisuje se) vychází z evropské hudební praxe, kdy jedním centem je rozuměna jedna setina půltónu v rovnoměrně temperovaném dvanáctitónovém systému. Tato hodnota je konstantní napříč celým spektrem, čili 100 centů je půltónem ve všech oktávách. To je právě výhodné pro popis alternativních systémů ladění. Zde je možno např. u jiných temperatur uvádět odchylky od rovnoměrné teploty, případně zapsat jednotlivé intervaly odlišného systému ladění, které se budou po své periodě neustále opakovat, zatímco v hertzech by vznikaly neustále nové hodnoty, což je pro praxi a lidskou představivost velmi matoucí. Další výhodou této jednotky je právě fakt, že vychází z dvanáctitónového rovnoměrně temperovaného systému, se kterým má většina hudebníků i teoretiků praktickou zkušenost, tudíž právě vychází vstříc hudební představivosti. Pro úplnost dodávám, že se systémem centů přišel jako první Alexander John Ellis v druhé polovině 19. stol. Používal jej právě pro popis systémů ladění neevropských kultur. Současně existuje také jednotka millioktáva, která dělí oktávu na tisíc stejných dílů. Nevýhodou potom je, že půltón v dvanáctitónovém rovnoměrně temperovaném systému má hodnotu nepraktických 83,333 millioktáv a opět nevychází příliš vstříc představivosti hudebníka, zvyklého na dvanáctitónový rovnoměrně temperovaný systém.

Celkový rozpor mezi hertzy a centy je třeba mít neustále na paměti, neboť v určitém smyslu jde i o rozpor mezi dvěma odlišnými přístupy k ladění, o kterých bude dále pojednáno.

1.2.3. Referenční tón

Referenčním tónem rozumíme tón konkrétní výšky, který určuje absolutní výšku konkrétního tónu v systému. Slouží především k samotnému sladění jednotlivých nástrojů, neboť systém jako takový určuje pouze poměry mezi jednotlivými intervaly a nikoli jejich absolutní výšku.

Evropská hudba používá referenční tón, tzv. komorní a' , který má dle domluvy frekvenci 440 Hz. Často se pochopitelně vedou diskuze i o správnosti této výšky, neboť některé nástroje (myšleno konkrétní kusy) mohou znít lépe, pokud jsou laděny mírně

pod nebo nad touto normou. Zároveň existuje i norma tzv. barokního ladění, kde komorní *a* má frekvenci 415 Hz, což je téměř půltón pod současným standardem. Tuto normu potom využívají hráči při poučené interpretaci starší hudby, nicméně konkrétně v barokní Evropě frekvence referenčního tónu nebyla pevně stanovena a v závislosti na místě a době kolísala zhruba v rozmezí téměř velké tercie⁴, tudíž jedna kompozice napsaná v *C dur*, mohla být o pár let později a na jiném místě interpretována tak, že by původnímu autorovi zněla jako v *Es dur*. Z moderních interpretů jmenujme Jimiho Hendrixe, který měl ve zvyku kytaru ladit o půltón níže, tudíž zápis velkého množství jeho skladeb v notách by byl v dosti nepřehledné *es moll*, přičemž je logičtější zápis v *e moll* s vepsanou poznámkou o změně ladění.

Je tedy třeba mít na paměti, že hodnota referenčního tónu slouží především k sjednocení absolutní výšky všech nástrojů. Nemá však žádnou přímou souvislost se samotným systémem ladění. Ferruccio Busoni (1866-1924) se ve svém *Návrhu nové estetiky hudebního umění*⁵ o problematice absolutní výšky vyjádřil příměrem přítele, který nám mává z různých pater výškového domu – neustále se jedná o stejného člověka, pouze v jiné výšce. Přičemž proto, aby vznikaly nové souzvukové kvality, je třeba změnit celý systém vzájemných poměrů jednotlivých tónů.

1.2.4. Rovnoměrná temperatura

Z vlastních zkušeností vím, že je v případě vysvětlování základů teorie ladění vždy lépe postupovat od důvěrněji známého k méně známému, proto je snazší vycházet ze systému, který evropská hudba používá posledních zhruba 250 let, tedy dvanáctitónového rovnoměrně temperovaného systému.

Systém rovnoměrného temperování má tu výhodu, že všechny nejmenší intervalové kroky mají stejnou hodnotu vyjádřenou v centech, a tedy i pro lidské ucho znějí co do kvality intervalu stejně. V evropské hudbě se k tomuto systému ladění přistoupilo zejména kvůli častým modulacím do vzdálených tónin. Pokud by byl nástroj

⁴ Více informací o problematice barokních ladění: BĚLSKÝ, Vratislav. *Hudba baroka*. Brno: Janáčkova akademie múzických umění v Brně, 2010. ISBN 978-80-86928-84-5.

⁵ BUSONI, Ferruccio. *Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst: (Text der zweiten Fassung von 1916)*. Hamburg: Karl Dieter Wagner, 1973, 64 s. ISBN 3921029163.

naladěn v základní tónině v systému bližšímu přirozenému, nebo v přirozeném ladění, zněly by vzdálenější tóniny již velmi odlišně od původního vzoru a paradoxně by se tak vzdalovaly od přirozeného ladění ještě více nežli v rovnoměrně temperovaném ladění. Rovnoměrná temperatura je tedy určitým kompromisem, který ale umožnil evropské hudbě další vývoj směrem k atonalitě a později k dodekafonii. Z historického hlediska s rovnoměrným temperováním přišla poprvé hudba čínská, zde se však tento systém neujal údajně kvůli zásahu císaře, který své tvrzení obhajoval tím, že se lidé nerodí navzájem si rovni, tudíž ani tóny si nemohou být rovny.⁶ Doklad o tom, že by evropská hudba rovnoměrné temperování přejala z Číny, neexistuje a jeví se tedy spíš pravděpodobnější, že jej objevila nezávisle.

Rovnoměrná temperování lze též chápat na základě jejich periodičnosti, kdy již k nejmenšímu intervalovému kroku lze přistupovat jako k periodě. Čili ku 100 centům půltónu lze přistoupit jako periodě, která se v chromaticce neustále opakuje, ale zároveň ji lze chápat jako nezávislou stavební jednotku jiných stupnic – viz zmíněné tvoření neperiodických stupnic. Podobně lze stavět i nové xenharmonické struktury, kdy je možno zvolit libovolný počet centů jako periodu, a tím vzniká svébytný systém ladění. Zde je ovšem vysoce pravděpodobné, že při náhodném zvolení libovolného čísla bude výsledek znít velmi podivně a zřejmě bude poměrně těžké jej teoreticky uchopit, nicméně i to může být dosti intuitivní přístup k tvoření nových hudebních struktur. Většina teoretiků – skladatelů, kteří si berou rovnoměrné temperování jako základ, zároveň dodržuje zpravidla interval oktávy.

Pokud bychom tedy chtěli přistupovat k dělení oktávy na rovnoměrně temperované díly, musíme vzít oktávu, čili 1200 centů, a podělit je požadovaným počtem tónů v ní. Tedy $1200 : 12 = 100$, čili zpětně jsme zjistili, že při dvanácti tónech rovnoměrně temperovaných do oktávy, bude mít jeden nejmenší intervalový krok 100 centů. Z uvedeného též logicky vyplývá, že bude-li stupňů v oktávě víc nežli dvanáct, budou nejmenší intervalové kroky menší nežli 100, a naopak při menším počtu stupňů budou nejmenší intervalové kroky větší nežli 100, čili zde by ještě dělení na mikrointervaliku a makrointervaliku mohlo mít své opodstatnění. Protože takový přístup k tvoření nových systémů ladění je velmi intuitivní, je tudíž i poměrně hojně

⁶ Informace ověřena Gregem Hurworthem, jaro 2012, Olomouc

využívány. Aby potom nevznikl zmatek při pojmenovávání takovýchto systémů, současný trend v označování těchto systémů je následný: systémy značíme číslem, které značí počet stupňů do oktávy a zkratkou buď ET z anglického *equally tempered* (což není úplně přesné, neboť jak již bylo předestřeno, rovnoměrně temperovaná ladění nemusí obsahovat oktávu, resp. používat ji jako periodu) TET z anglického *tones equally tempered* (v zásadě obdobný problém, jako u předchozí zkratky), nebo EDO opět z anglického *equally divided octave*, což zřejmě nejlépe vystihuje podstatu tohoto přístupu k ladění. Budu-li dále v textu zmiňovat evropský rovnoměrně temperovaný dvanáctitónový systém, použiji pouze zkratku 12 EDO, což je jednak výrazně kratší a nyní je tak i pochopitelný význam této zkratky. Zpětně tedy, pokud se setkáme s laděním, které bude označeno jako 5 EDO, je již na první pohled zřejmé, že se jedná o rovnoměrně temperovanou strukturu, která dělí oktávu na pět dílů. Jelikož pět je menší nežli dvanáct, budou základní intervaly větší než v 12 EDO.

Chceme-li vypočítat jeden intervalový stupeň tohoto ladění, postupujeme následně: 1200 (počet centů v oktávě) podělíme pěti, tedy počtem požadovaných stupňů, výsledek $1200 : 5 = 240$, tedy základní interval bude mít 240 centů, tj. jeden stupeň bude větší než celý tón v 12 EDO. Je zde třeba mít též na paměti, že z čísel, kterými lze dělit 12 beze zbytku, tedy 2, 3, 4 a 6 budou vznikat nové struktury, které ale obsahují pouze intervaly z 12 EDO. Uvedme příklad: 6 EDO, tedy $1200 : 6 = 200$, a 200 centů je celý tón v 12 EDO, čili lze tvrdit, že 6 EDO = celotónová stupnice (samozřejmě v systému 12 EDO). Z uvedeného též vyplývá, že zvolíme-li počet rovnoměrně temperovaných stupňů v oktávě vyšší nežli 12, vzniknou zákonitě stupně nižší nežli 100 centů a intervaly nových kvalit. Je zde ale důležitá další souvztažnost – bude-li ono teoretické číslo dělitelné beze zbytku jedním, nebo více z čísel z uvedené řady 2, 3, 4, 6 a 12, bude obsahovat interval/y ze systému 12 EDO, a zároveň výsledné číslo značí, od kolika různých stupňů lze tvořit tyto obdobné stupnice. Jednoduchý příklad, $12 : 6 = 2$, tedy ladění 12 EDO obsahuje dvě celotónové stupnice, což odpovídá praxi, neboť v zásadě máme celotónové stupnice pouze dvě – od c: *c, d, e, fis, gis, ais* a od cis: *cis, dis, f, g, a, h*. Čili vezměme např. 18 EDO: $18 : 12 = 1,5$ – tedy půltón z 12 EDO je v tomto systému vyloučen. Dále, $18 : 6 = 3$, tedy celotónová stupnice zde již obsažena bude, dokonce ve třech transpozicích. Celkově lze tedy tvrdit, že je-li počet stupňů v EDO ladění dělitelný dvanácti beze zbytku, obsahuje půltóny, tedy celý 12 EDO systém, je-li dělitelný beze zbytku šestkou, obsahuje celotónovou stupnici

intervalově shodnou s 12 EDO, dělitelný beze zbytku čtyřmi, pak zmenšenou stupnici intervalově shodnou s 12 EDO (tvořená malými terciemi, tj. třeba *c, es, ges, a*), dělitelný třemi beze zbytku obsahuje zvětšenou stupnici intervalově shodnou s 12 EDO (tvořená velkými terciemi, tj. např. *c, e, ais*) a všechna čísla sudá, tedy dělitelná dvěmi, obsahují s 12 EDO shodný interval triton.

Text je samozřejmě koncipován pro českého čtenáře, který pokud má pouze zběžnou představu a zkušenosti s xenharmonickou hudbou, zná především dílo Aloise Háby. Jeho systémy ladění též spadají do této kategorie, kterou je možno označit jako EDO. Terminologicky používá označení zlomků celých tónů, tedy např. systém čtvrttónový, dvanáctinótový, pětínótový a další. Z uvedeného tedy vyplývá, že každý ze systémů obsahuje celotónovou stupnici z 12 EDO, kterou je v jeho případě možno brát jako základ, a některé systémy obsahují i celý shodný materiál 12 EDO a k tomu další stupně.

Převod Hábova systému na EDO by pak byl následný: celotónová stupnice obsahuje 6 EDO a zlomek nám říká, kolik těchto stupnic je možno v novém systému vytvořit od nových stupňů. Čili jmenovatel zlomku vynásobíme šesti a zjistíme tak počet stupňů do oktávy v daném systému. Praktický příklad: pětínótový systém, tedy $1/5$, vezme jmenovatel 5 a vynásobíme šesti, tj. $5 \cdot 6 = 30$. Tudiž Hábov pětínótový systém lze vyjádřit jako 30 EDO, neboť má 30 rovnoměrně temperovaných stupňů do oktávy. Zpětně tak můžeme zjistit velikost nejmenšího intervalu v centech, tedy $1200 : 30 = 40$, tedy velikost intervalu jednoho pětínótu je 40 centů. V případě Hábových systémů lze počítání intervalu zjednodušit, neboť víme, že vždy počítá s celým tónem, tedy hodnotou 200 centů, který rovnoměrně dělí novým dílem. Čili zůstaňme pro jednoduchost u pětínótů, kdy víme, že celý tón dělí na pět rovných dílů. Matematicky a převedeno na centy $200 : 5 = 40$, což je snazší cesta pro zjištění velikosti intervalu v Hábových systémech ladění. Je ovšem třeba mít na paměti, že Alois Hába (1893-1973) a jeho terminologie je především známa v prostředí českém a případně německém (je to dáno hlavně jeho styky s německy hovořícími teoretiky a skladateli a zároveň tím, že svá teoretická díla mnohdy psal v německém jazyce), ale v angličtině, která v současnosti obecně dominuje jako komunikační jazyk, se jeho terminologie téměř nevyužívá. Je to dáno zároveň tím, že jeho teorie byla do jisté míry omezena právě vycházením z celotónové řady a označování rovnoměrně temperovaných ladění v systému EDO je celkově přehlednější. Přesto je ale možné se

v angličtině označením čtvrttón a čtvrttónová hudba (*quartertone music*) setkat, což je určitá výjimka z pravidla, neboť ostatní dělení, jako třeba uvedené pětínóty (tedy *fifth of the tone*), se užívá minimálně a celkově je asi přehlednější používání způsobu označení EDO.

Situace se ale komplikuje, pokud budeme chtít zjistit frekvenci tónu ze systému EDO vyjádřenou v hertzech. Zde je potřeba znát referenční tón, čili jakýsi výchozí bod. Pro jednoduchost zůstaňme v systému 12 EDO. Pro zjištění rozdílu frekvence mezi jedním tónem, jehož frekvenci známe a frekvencí tónu neznámého můžeme použít následující vzorec⁷:

$$\sqrt[12]{2^X}$$

Číslo 12 značí počet tónů v systému EDO. Dva je symbolem pro pomyslnou periodu chápáno v řadě harmonických tónů, kdy druhým harmonickým tónem je oktáva. Za X dosadíme požadovaný stupeň od nejbližšího nám známého intervalu, počítáno chromaticky po půltónech, kdy 1 je následující půltón, 2 vzdálenost celého tónu, 3 malá tercie až po 12, tj. oktávu. Výsledné číslo bude vždy větší než jedna a menší, nebo v případě oktávy (tj. dosazením 12 za x) rovno dvěma. Výsledným číslem pak násobím frekvenci nejbližšího nižšího známého tónu, od kterého byly počítány půltónové kroky.

Praktický příklad – chci vypočítat frekvenci tónu malé *fis*. Vycházím z referenčního tónu *a'* s frekvencí 440 Hz. Z předešlého textu víme, že vyšší oktáva znamená dvojnásobnou frekvenci a nižší poloviční. Nyní potřebuji zjistit frekvenci nejbližšího nižšího tónu *a* k tónu, jehož frekvenci se snažím zjistit. Potřebuji zjistit frekvenci tónu velké *A*. Postup bude následující: $440 : 2 = 220$, tj. frekvence tónu malé *a*, následně pak $220 : 2 = 110$. Víím tedy, že frekvence tónu velké *A* je 110 Hz. Zároveň víím, že interval *a – fis* je velká sexta, čili 9 půltónových kroků. Dosadím do vzorce, tedy:

⁷ Více informací v: GEIST, Bohumil. *Akustika: jevy a souvislosti v hudební teorii a praxi*. Praha: Muzikus, c2005, 281 s. ISBN 8086253317.

$$\sqrt[12]{2^9}$$

Výsledek zaokrouhlen na jednu miliontinu je 1,681793, což udává, kolikrát větší frekvenci má tón malé *fis* proti velkému *A*. Nyní nezbyvá, než vynásobit frekvenci velkého *A* výsledkem, tedy $110 \cdot 1,681793 = 184,99723$. Zjistili jsme tedy frekvenci tónu malé *fis*, která zaokrouhlena na tisíce činí 184,997 Hz při komorním *a'* 440 Hz v systému 12 EDO.

Takovým způsobem je možno spočítat frekvenci libovolného tónu v systému 12 EDO a samozřejmě je takto možno propočítat i frekvence v jiných EDO systémech, kdy je vzorec možno ještě více zobecnit a zapsat jako:

$$\sqrt[y]{2^x}$$

Za *y* dosadím počet tónů do oktávy v daném EDO systému a za *x* chromatickou vzdálenost od nejbližší nižší známé frekvence tónu. Obecně tedy platí, že *x* je řada celých čísel od 1 až po *y*, přičemž když $x = y$, jedná se o interval oktávy, tedy výsledek vzorce bude 2, tj. dvojnásobná frekvence.

Výhodou ladění v systému EDO je, že všechny intervaly jsou si navzájem rovny, a tudíž v nich není centrální tón. To v praxi umožňuje seriální způsob komponování, tedy nejen v systému 12 EDO vytvářet dodekafonické řady, ale libovolné řady, které vyčerpávají celý tónový materiál – např. v 7 EDO tvoření sedmitónové řady. Zároveň je v těchto systémech možná atonalita, modulace do vzdálenějších modů a jiné kompoziční principy, které v evropské hudbě našly uplatnění především na počátku 20. století.

Nevýhodou je jejich vzdálení se od přirozených ladění, a tedy i mírná disonantnost vůči nim.

1.2.5. Ladění přirozená

Přirozená ladění, v češtině, též označována jako přírodní, nebo čistá (angličtina užívá označení *just intonation* a zkratku *JI*), vycházejí z harmonické řady tónů, nebo též

tzv. alikvotních tónů.⁸ Jedná se o řadu tónů, které obsahuje v určitém poměru každý přirozený zvuk. Zvuky též obsahují tóny mimo tuto řadu, a pokud by byl jejich obsah vyšší, hovoříme spíše o hluku nebo ruchu. Poměr zastoupení jednotlivých harmonických ve zvuku též do velké míry určuje jeho barvu. Existuje i specifický druh hudební syntézy, který k základnímu tónu přidává harmonické, a tím vzniká nová zvuková kvalita. Takový druh syntézy se označuje jako aditivní syntéza. Problematika barvy zvuku je pochopitelně daleko složitější, nicméně určitá souvislost s alternativními systémy ladění je evidentní, a tudíž není neobvyklé, že lidé věnující se alternativním laděním mají zároveň hlubší znalosti elektroakustiky.

Existence harmonických tónů a jejich seřazení je přírodním zákonem, se kterým je možno se v hudební praxi setkat hned několikrát např. při přefukování dechových nástrojů, hraní flažoletů na strunných nástrojích aj. Proto lze tvrdit, že je latentně znám každé jen trochu vyspělejší hudební kultuře, která jej nemusí umět nutně popsat, aby s ním mohla zacházet. A právě konfrontace s tímto přírodním zákonem je patrně klíčem k tvoření stupnic, modů a systémů ladění – pokud se tedy mám vrátit na začátek, jedná se o jeden z pomyslných stavebních kamenů hudby vůbec, který určuje jednu z jejích základních složek.

Harmonická řada tónů zapsaná ve standardní notaci od tónu C vypadá následně, přičemž čísla pod jednotlivými tóny značí odchylku od systému 12 EDO zaokrouhlenou na jednotky centů. Samotná řada pokračuje teoreticky až do nekonečna, tudíž pro potřeby této práce a většiny standardních ladění vystačíme s prvními šestnácti harmonickými tóny.

0 -14 +2 -31 0 +4 -14 -49 +2 +41 -31 -12 0

⁸ Přirozenými laděními se v současnosti teoreticky i prakticky dlouhodobě zabývá skladatel Petr Peřízek, viz: PAŘÍZEK, Petr. *Opus Musicum: Hudební souzvuk z pohledu zvukového spektra*. Brno, 2011, roč. 42, č. 4. ISSN 0862-8505. V Bohlen-Pierce ale dosud nekomponoval, ústní sdělení, zima 2012, Brno.

Z uvedeného je patrné, že kromě oktávy v systému 12 EDO nenalezneme interval, který by byl shodný s přirozenou řadou, což je důležitý poznatek. Zároveň z toho vyplývá, že vzniklé nové intervaly nejsou shodné, případně kompatibilní s ostatními jako v systému 12 EDO. Z hlediska vyjádření frekvence harmonických tónů v hertzích platí jednoduchý vztah, který je možno vyjádřit: $x = f \cdot y$, kde f je frekvence základního tónu, od kterého je harmonická řada tvořena a y je pořadí harmonického tónu, přičemž základní tón je chápán jako 1, oktáva 2, čistá duodecima 3 atd. Vyjádřeno v hertzích se jedná o lineární řadu a zároveň opět základní princip periodického kmitání, který lze aplikovat třeba na magnetofonový pás nebo gramodesku, která kdyby byla přehrávaná dvakrát rychleji, bude celá znít o oktávu výš, třikrát rychleji pak o přirozenou duodecimu výše atd. Nevýhodou ovšem je, že kdyby se o takto utvořené řadě uvažovalo jako o stupnici svého druhu, bude vlastně ne zcela periodická, resp. směrem k výškám se její tónový prostor zahušťuje. Nicméně v hudební praxi je možno se s harmonickou řadou tónů coby svébytnou stupnicí setkat třeba u fujar a koncovek. V moderní evropské hudbě se harmonické řady jako svébytné stupnice též příležitostně využívá, veliké zastoupení pak má v díle Jamese Tenneye (1933-2006).

Jak ale již bylo řečeno, nevýhodou takové pomyslné stupnice je silný pocit tonálního centra, který se vztahuje především ke konkrétnímu tónu o konkrétní frekvenci, méně potom k oktávovým transpozicím. Zároveň, pokud by se k takovému ladění přistupovalo vertikálně, tedy tvořením souzvuků, tak by spíše mnohdy vznikal pocit, že je slyšet pouze centrální tón, kterému se mění jeho barva na základě obsahu jeho harmonických tónů.

Tvoření stupnic z harmonické řady tedy spočívá v selekci intervalů, čímž mnohdy vzniknou i intervaly nové a jejich následnému zacyklení do pomyslné periody, po které se bude jejich posloupnost opakovat. Evropská hudba k vyjádření intervalů přirozené řady používá poměry, které lze vyjádřit celými čísly. Vše si lze představit jako napnutou strunu, jejímž zkracováním v požadovaných poměrech celých čísel vznikají konkrétní intervaly – takovému zařízení se říká monochord, dle tradice je jeho vynález připisován Pythagorovi (byť dnes je spíše tendence zpochybňovat používání monochordu Pythagorem). Monochord hrál důležitou roli v evropské hudbě jako hudební kalkulačka a didaktická pomůcka až do raného novověku, kdy přirozená ladění ustupují temperaturám.

Prvním takovým přístupem k ladění, které vychází z harmonické řady je ladění pythagorejské. Pythagorejci vycházeli z teorie, že čím je poměr intervalu jednodušší, tím je souzvuk více konsonantní. Interval oktávy je svým poměrem 1/2 velmi konsonantní, ale sám o sobě nemá potenciál generovat nic víc nežli sebe samého, pročež se používá nejčastěji jako perioda. Vrstvení kvint na sebe a následná transpozice do jedné periody, tedy oktávy, již vytváří nové souzvukové hodnoty, a je tak možno tvořit nové stupnice. Přičemž je nejjednodušší, pokud si jako centrální tón zvolíme *c*, bude souzvuk *c – g – c*, čímž vznikne nová souzvuková kvalita kvarty. S postupy kvint je možno se setkat i v současné hudební teorii a známe jej jako kvintový kruh. Čili nejjednodušší z dnešního úhlu pohledu je představovat si vše právě na kvintovém kruhu, kde postupným přidáváním tónů vznikne anhemitonická pentatonika *c, d, e, g, a*, (do jedné oktávy transponovaný postup *c, g, d, a, e*). S touto pentatonikou je možno se v určitých obměnách a variantách setkat prakticky po celém světě a je díky své jednoduchosti vlastní mnoha různým národům a etnik. Přidáním dalších dvou kvint vznikne heptatonika *c, d, e, fis, g, a, h* – chápáno teorií církevních modů jako lydický modus. Dalším přidáváním tónů vzniká celá dvanáctitónová chromatika, tudíž teoreticky bychom se měli dostat zpět na výchozí bod, tedy opět tón *c*, který by byl zapsán jako *his*. Problém ale vzniká v tom, že kvinta přirozená není shodná s rovnoměrně temperovanou. Odchylka přirozené kvinty jsou necelé dva centy, ale je vrstvena dvanáctkrát, čímž se nám tato odchylka sčítá, tedy $2 \cdot 12 = 24$, tudíž výsledný rozdíl mezi *c*, a pomyslným pythagorejským *his* je necelých 24 centů. Tento rozdíl se nazývá pythagorejské koma.

Samozřejmě by bylo možno tvořit tónový materiál i z intervalů jiných nežli kvinty. Je ale potřeba, aby se jednalo o souzvukově nový interval. Skladatel a teoretik Harry Partch pak přichází s termínem limit. To lze chápat tak, že každé přirozené ladění je limitováno nejvyšším (myšleno v harmonické řadě tónů) čistým souzvukem, které ladění používá jako výchozí. Pokud pythagorejské ladění pracuje pouze s kvintou, znamená, že jeho limitem je třetí harmonický tón. Dalšími možnými limity jsou 5, 7, 9 a 11 harmonický, přičemž teoreticky je možno pokračovat až do nekonečna, ale sám Partch zůstal u limitu 11 a pro potřeby této práce je též dostačující. Doplnuji pouze, že Harry Partch též počítá s využitím nižších harmonických, které jsou inverzí vyšších harmonických a mohou též sloužit k tvoření tónového materiálu.

Nespornou výhodou přirozených ladění je jejich větší konsonantnost proti systému EDO, kdy mnohdy uchu zvyklému převážně na 12 EDO systém připadají taková ladění spíš podivně znějící, ne však vyloženě drsná, nebo disonantní. Mnohdy po delším zaposlouchání se, případně praktické zkušenosti s nimi, pak po návratu do systému 12 EDO více vynikne nepřirozenost rovnoměrné temperatury. Nevýhodou ale může být jejich nemožnost modulace do vzdálenějších tónin a neustálý pocit tonálního centra.

1.2.6. Historie ladění evropské hudby do 20. Století

Evropská hudba a její přístup k ladění vychází z antické tradice, tedy z přirozeného ladění postaveného na kvintách, čímž také vznikl základ pro její specifickou heptatonickou modalitu.⁹

Další vývoj evropské hudby směřoval k jejímu chromaticizování, a tedy i stále častějším modulacím do vzdálených tónin. Významné je období druhé poloviny 16. století, kdy se na území dnešní Itálie komponují chromatické madrigaly (zejména Carlo Gesualdo), jejichž krásu znovuobjevuje až 20. století. Vše je též podporováno velikým snažením hudebně-teoretickým, přičemž je nutno zmínit jméno Nicola Vicentino¹⁰ – dobový teoretik a skladatel, dnes mnohdy označován za pomyslného praotce všech mikrointervalových skladatelů. Toto tvrzení je samozřejmě trochu přehnané – celkově lze snažení tehdejších hudebních teoretiků shrnout tak, že jejich cílem byla možnost modulace i do tehdy pouze teoretických tónin, při zachování výhod přirozeného ladění (nebo spíše s neznalostí rovnoměrného temperování), čímž vznikaly i kroky menší nežli půltón. Nicméně v praxi se s nimi nezacházelo volně, ale podle kontrapunktických a modálních pravidel, tudíž takto vzniklé intervaly nelze chápat jako určitou základní stavební jednotku, jak tomu je třeba u Hábových systémů.

⁹ Problematice starších ladění se v současnosti věnuje Martin Celhoffer, viz: MARTIN, Celhoffer. *Opus Musicum: Sectio canonis - geometrická konstrukce hudebních intervalů řeckého systema telion*. Brno, 2012, roč. 43, č. 2. ISSN 0862-8505.

¹⁰ Více informací v: DYKAST, Roman. *Hudba věku melancholie*. Vyd. 1. Praha: Togga, 2005, 333 s. ISBN 8090291252.

Tento poněkud divočejší přístup ke kompozici byl nahrazen novým principem doprovázené monodie. Vertikální složka hudby tak v Evropě hraje důležitou roli, což je ostatně její specifikum a stejně zůstává požadavek možnosti modulovat do vzdálenějších tónin. Zároveň interval tercie získává na své důležitosti, a je proto nutné jej přiblížit čisté tercii, neboť tercie v pythagorejském ladění zní poměrně disonantně. To dává vzniknout laděním středotónovým, která jsou užívána především v dobách raného baroka. Tato jsou opět postavena na kvintách, které jsou ale přizpůsobeny častěji užívaným stupnicím. Jsou z podstaty tonální, neboť u nich není možná modulace do vzdálenějších tónin, bez změny souzvukových kvalit.

V období vrcholného baroka je již nutno řešit situace, kdy se skladby pohybují stále ve vzdálenějších tóninách. Jedním z možných kompromisních řešení by bylo naladění nástroje od dvou centrálních tónů, jeden pro stupnice na kvintovém kruhu po pravé straně a druhý po levé. Toto řešení potkalo v praxi především nástroje dechové, což se dochovalo až do dnešní doby, byť to pro praxi (vzhledem k systému 12 EDO) není nutné. Nicméně lidské ucho a představa o kvalitním tónu jednotlivého nástroje je často otázkou zvyku, a tudíž alternativy transponujících nástrojů in *C* se neseťkaly s přílišnou oblibou. Jako nejlepší možné řešení vzniklého problému se nabízí temperování ladění. Temperování je odstínění jednotlivých intervalů za účelem možnosti enharmonických záměn, čemuž nejlépe odpovídá systém rovnoměrného temperování, tedy EDO, kdy jednotlivé stupně mají stejné hodnoty. V barokní Evropě ale existovaly i jiné temperatury než rovnoměrné. Z nejznámějších je třeba jmenovat alespoň Werckmeisterovy temperatury, přičemž dobově nejpoužívanější byla temperatura označovaná jak Werckmeister III. Například současná muzikologie se spíše přiklání k názoru, že Bachův dobře temperovaný klavír BWV 846-893 byl psán pro tuto temperaturu a nikoli naši rovnoměrnou.¹¹

Příchod rovnoměrného temperování byl podmíněn praxí, ale zároveň praxi ovlivnil, neboť otevřel pomyslné dveře atonality dokořán. Všechny tóny jsou si nyní

¹¹ Jedna z prvních publikací ve 20. stol. s tvrzením, že Bach nekomponoval dobře temperovaný klavír pro systém 12 EDO: KELLNER, Herbert Anton. *The tuning of my harpsichord: an account of a creative work, its roots and its fulfillments*. 2nd ed. Frankfurt/Main: Verlag Das Musikinstrument, 1980, 54 p. ISBN 39-201-1278-4.

rovny a je s nimi možno zacházet naprosto volně. Zároveň se ale v této době se společně s uvolňováním tonality přetrhávají vazby výkonných umělců i skladatelů na exaktní znalost o problematice ladění a tonality. Přichází koncept umělce – génia, člověka obdařeného bohem k tomu aby komponoval, a zároveň se tvoří určitá umělá bariéra mezi exaktními vědami a uměním. To vede v praxi k mylnému chápání modalitty a tónových vztahů, neboť mnoho skladatelů hledá v systému 12 EDO vztahy, které tam nejsou a ani z jeho podstaty být nemohou.

Celkově lze ale říci, že hlavní snahou bylo opět, podobně jako v případě problematiky referenčního tónu, sjednocení systému ladění, aby byly jednotlivé nástroje co nejvíc navzájem kompatibilní, což lze nyní říct, že se podařilo na celosvětové úrovni.

1.2.7. Přístup k problematice ladění v první polovině 20. Století

Na konci 19. století byl již systém 12 EDO etablován a plně využíván. To vedlo u mnohých teoretiků k zamyšlení, zda by buď nebylo možno systém obohatit o nové intervaly čistě kvůli vzniku nových souzvukových kvalit, nebo se pokusit vytvořit systém rovnoměrně temperovaný, který by však obsahoval intervaly bližší přirozeným ladění, či tvořit nová ladění na přirozeném základě.

Ke skladatelům, kteří se pokoušeli obohatit stávající systém o nové souzvučky patřil i Alois Hába¹². Je trochu zvláštností, že on sám přiznával inspiraci folklórem (zejména z oblasti Valašska, tedy místa jeho původu), kde se dá předpokládat větší tíhnutí k přirozeným systémům ladění, přičemž ve svých teoriích neopouští systém EDO a jak jsem již uvedl, dokonce ve svých systémech ponechává celotónovou stupnici jako základ. Těžko nyní zpětně zjišťovat jaké byly jeho znalosti ladění přirozených. Obecně též bývá současnými skladateli a teoretiky jeho systémům vytýkáno, že vlastně nic neřeší kromě toho, že dělí již tak nedokonalý systém na ještě drobnější díly. Často je též zmiňováno, že Hábova hudba kromě používání nestandardního tónového materiálu nebyla dostatečně moderní a progresivní. Přes to všechno je však nutné Hábovi uznat nejen jeho zásluhu na tom, že se o problematice ladění na počátku 20. století opět začalo

¹² Více o této problematice v: HÁBA, Alois. *Nová nauka o harmonii: diatonické, chromatické, čtvrttónové, třetinotónové, šestinotónové a dvanáctinotónové soustavy*. Vyd. 1. Jinočany: H, 2000, 143 s. ISBN 80-860-2254-4.

diskutovat, ale i spousty dalších. Pokud se k tomu připočtou všechny ostatní aktivity, jako podněcování k výrobě hudebních nástrojů v těchto systémech, řešení problematiky notace, množství přednášek o těchto problematikách, založení čtvrttónového kompozičního oddělení na pražské konzervatoři, je evidentní, že se jedná o skladatele daleko přesahující rámec své vlasti.

Do stejné kategorie patří skladatelé Ivan Vyšněgradskij a Julián Carrillo (1875-1965), kteří ve svých teoriích také vycházejí ze systému 12 EDO. Carrillo tvrdil, že mezi celým tónem je možno vytvořit 16 rozpoznatelných intervalů. To by ve skutečnosti znamenalo 96 stupňů do oktávy, což je pro praxi příliš komplikované. Další výhradou je, že schopnost rozlišovat drobné intervaly je dána především sluchovou dispozicí, resp. vycvičením recipienta, a nelze ji proto zobecňovat. Vyšněgradskij vycházel v zásadě z podobných zásad jako Alois Hába, snad jedině s tím rozdílem, že jeho kompozice jsou brány i z hlediska formy jako více progresivní.

Na tomto místě by měl být zmíněn též Ferruccio Busoni, který pouze teoreticky nastiňuje problematiku třetinotónů a šestinotónů, čili systému 18 EDO a 36 EDO, ale jelikož neměl nástroj, na kterém by si své teorie ověřil, zůstal věrný standardu.

Poslední z podobné kategorie teoretiků – skladatelů byl Adriaan Fokker (1887-1972), který byl zaměřen především na exaktní vědy, neboť studoval fyziku (mimo jiné se na studiích seznámil s Albertem Einsteinem a dále spolupracoval též s Maxem Planckem). Jeho systém ladění lze označit jako 31 EDO – 31 je prvočíslo, tedy intervaly v tomto systému ladění jsou naprosto odlišné od systému 12 EDO. Systém 31 EDO je však specifický tím, že lze dosáhnout intervalu velmi blízkého sedmému harmonickému, a tudíž jej lze lépe chápat v modálním smyslu, přestože se jedná o systém založený na rovnoměrné temperatuře. Je tedy možné setkat se i s přepisem modálních skladeb v heptatonických modech původně komponovaných pro 12 EDO do systému 31 EDO. Vytknout je možné to, že počet tónů je již velmi vysoký a orientace v něm tím pádem poměrně náročná, stejně jako je náročná konstrukce mechanických nástrojů možných obsáhnout celý tónový systém. Svěbytná je potom i případná notace, která od interpreta vyžaduje její dobrou znalost.

Všichni výše zmínění skladatelé – teoretikové měli mnohé společné. Narodili se ještě na sklonku 19. století, což je jeden z určujících faktorů jejich uvažování. Dále pak pro své kompozice neměli dostatečný arzenál hudebních nástrojů – zpravidla své teorie ověřovali na houslích, které jim v určitém ohledu sloužily jako monochord. Až poté

oslovovali výrobce tradičních nástrojů, aby vytvořili nástroje, které by byly v těchto nových systémech schopny hrát. Nejúspěšnější byl v tomto ohledu Alois Hába, který společně s Ivanem Wychnegradským navrhl čtvrttónové piano. Sám Hába pak nechal z jazýčků, které byly objednány ještě Ferruciem Busonim postavit šestinotónové harmonium, čtvrttónový klarinet (existují dvě varianty, jedna se dvěma korpusy rozladěnými o čtvrttón od sebe se standardním klapkovým systémem a nástroj s jedním korpusem s přidanými klapkami pro čtvrttónové hmaty¹³) a čtvrttónová kytara. Na návrh Carrilla bylo též zkonstruováno čtvrttónové piano, které má ale odlišné uspořádání kláves a jinak řešený korpus nástroje od systému, než jaký používal Hába a Vyšněgradskij. Fokker potom nechal zhotovit varhany ve svém systému se specifickým manuálem i pedály. Dalším společným prvkem bylo, že se navzájem znali, a tudíž i svým způsobem ovlivňovali. Roku 1958 dokonce došlo k osobnímu setkání Háby, Fokkera, Vyšněgradského a Carrilla v Paříži (Busoni byl v té době již po smrti), které bylo jistě podnětné pro všechny zúčastněné strany.

V této době o jiných laděních uvažují i někteří jednotlivci, kteří dnes nejsou známí pouze pro své experimenty s novým tónovým materiálem. Za všechny jmenujme Charlese Ivese, který ve svých kompozicích též občas využíval čtvrttóny a nedostupnost čtvrttónového piana řešil tím, že komponoval pro dva klavíry tak, že jeden má ladění o čtvrttón transponované. Tím lze technikou ne nepodobnou středověkému hoquetu dosáhnout čtyřadvacetitónové chromatiky.

Velmi významnou postavou je již dříve zmíněný Harry Partch. Z předešlé řady skladatelů vybočuje tím, že byl zhruba o generaci mladší než výše zmínění, ale hlavně jeho uvažování bylo naprosto odlišné. Jeho systémy vycházejí především z přirozeného ladění, nikoli ze systému EDO. Dále se lišil svým přístupem k instrumentaci – pro své potřeby si tvořil hudební nástroje sám. Jeho modifikace standardních hudebních nástrojů jsou však mnohdy velmi specifické a nejednou se i podepíší na barvě zvuku upraveného nástroje. Dále je pro něj příznačné časté používání idiofonů, tedy nástrojů samozvучných, což se též podepisuje na výsledném charakteru kompozic. Nových a svébytných hudebních nástrojů vytvořil řádově desítky a cílem práce není všechny

¹³ Více informací o čtvrttónových klarinetech v: ČÍŽEK, Bohuslav. *Hudební nástroje evropské hudební kultury: [fotografický atlas]*. Vyd. 1. Praha: Aventinum, 2002, 256 s. ISBN 8071512117.

vyjmenovat, nicméně právě díky tomuto přístupu „udělej si sám“ lze na něj pohlížet jako na v jistém smyslu již postmoderního skladatele. Ostatní zmínění, tím že nechali své nástroje vyrábět renomovanými výrobci a učili své žáky jejich vlastní teorie, zřejmě (alespoň latentně) věřili ve všeobecné rozšíření jejich přístupu k ladění.

1.2.8. Přístupy k problematice ladění v druhé polovině 20. století

V druhé půli 20. století dochází k proměnám v přístupu k odlišným systémům ladění. Působí zde mnoho faktorů – neustále intenzivnější přijímání a poznávání hudby odlišných kultur, hlubší poznání evropské hudby dřívějších epoch a také celkový způsob postmoderního myšlení, které se snaží zbavit veškerých dogmat a naopak si libuje spíše v mnohosti. Posledně zmíněný faktor má také na svědomí, že nynější skladatelé - teoretici zpravidla mají komplexnější znalosti celé problematiky na rozdíl od svých předchůdců a tím pádem netíhnou pouze k jednomu konkrétnímu systému. Zároveň se problematika odlišných systémů ladění, byť po malých krůčcích, dostává do širšího povědomí odborné veřejnosti. Může tím vznikat i dojem, že již odezněla doba velkých jmen, což je zapříčiněno možná i tím, že skladatelé obecně vstupují do širšího povědomí zpravidla až posmrtně. Spousta současných skladatelů – teoretiků též volí obdobný přístup k instrumentaci jako Harry Partch, tedy výrobou specifických hudebních nástrojů, čímž se interpretace takové hudby stává komplikovanou v tom smyslu, že pro provedení skladby je potřeba upravit, vyrobit nebo vlastnit nástroj, který je pro konkrétní skladbu vhodný. Zároveň se uplatňují nové techniky hry, které umožňují používat nejen nové zvukové možnosti, ale i nová ladění. Pro dřevěné dechové nástroje je velmi podnětné teoretické dílo Bruna Bartolozziho, které představuje čtvrttónové hmaty¹⁴ na standardních nástrojích. Interpreti jsou zpětně o této problematice lépe informováni, a mnohdy i schopni hrát v těchto systémech, přesto však všeobecná informovanost o problematice ladění má své mezery, a pokud se vyučuje, tak většinou až na akademiích, nebo univerzitách formou volitelných přednášek.

¹⁴ Možnosti čtvrttónových hmatů jsou v dostupné formě v: EMMERT, František. *Poznámky k instrumentaci: použití dechových dřevěných a žesťových nástrojů*. 2., dopl. a rozš. vyd. Brno: Janáčkova akademie múzických umění, 2001, 102 s. ISBN 80-854-2954-3.

Nesmíme též zapomínat na masivní nástup elektrofonů v druhé půli 20. století. Jejich vpravdě neomezené možnosti v oblasti ladění předvídal již Busoni na počátku století, nicméně trvalo dalších padesát let, než se tyto dva do té doby okrajové a samostatně existující kompoziční přístupy střetly. Nástup elektrofonických a později virtuálních hudebních nástrojů je doopravdy velikým průlomem, neboť jak již bylo řečeno, jejich možnosti jsou neomezené a přesnost jejich ladění zdaleka přesahuje práh rozeznatelnosti lidským uchem. Navíc nejsou cenově náročné a je možné tyto nástroje zpravidla přeladovat do různých systémů bez mechanických zásahů do jejich konstrukce, tudíž stačí i jeden nástroj, případně počítač pro neomezený počet systémů ladění.

V této době vznikají též instituce, jejichž cílem je archivování materiálů, dokumentů, případně hudebních nástrojů, péče o odkaz zmíněných skladatelů a přispívání k celkové informovanosti o této problematice jak veřejnosti odborné formou odborných přednášek a sympózií, tak i široké formou popularizačních přednášek a koncertů.¹⁵ V poslední době k celkové informovanosti přispívá velkou měrou i internet. Situace se totiž za léta v zásadě příliš nezměnila. Teoretikové s hlubším zájmem o problematiku ladění a skladatelé komponující v odlišných systémech ladění žijí roztroušeni po celém světě, a pokud vůbec vydávají své nahrávky na fyzických médiích, nebo publikují své úvahy, vycházejí ve velmi malých nákladech a jejich dostupnost je omezená. A právě internet coby komunikační kanál umožňuje volné vyměňování informací, které může být obdobně podnětné jako ono zmíněné setkání Háby, Fokkera, Vyšněgradského a Carrilla, kterým ale bylo dopřáno jen jednou za život a na velmi omezenou dobu. A právě určitý komunitní přístup k celé problematice vede k tomu, že mnoho článků, publikací, úvah, hudebních ukázek, a někdy i softwaru bývá poskytováno bezplatně, neboť i samotným autorům je jasné, že komerční potenciál v této oblasti je velmi malý. A do této postmoderní doby přichází ladění Bohlen-Pierce.

¹⁵ Jmenovitě např.: Huygens-Fokker Foundation, centre for microtonal music, Amsterdam. dále: Harry Partch Institute at Montclair State University, Montclair, New Jersey, USA.

2. BOHLEN-PIERCE LADĚNÍ, TEORIE

Systém ladění, který nyní nese označení Bohlen-Pierce je velmi mladý. Zato se však v rámci možností rychle rozšiřuje mezi komunitou skladatelů a teoretiků. Jeho výhodami jsou celková jednoduchost na porozumění mu, ale zároveň možnost velmi intuitivního zacházení s ním. Další nespornou výhodou je, že jeden jeho stupeň, tedy nejmenší interval je větší nežli interval v systému 12 EDO, což přináší jisté výhody zejména při přeladování mechanických nástrojů. Zároveň je velmi specifické, má své charakteristické intervaly a určité vlastnosti, které jej vymezují vůči všem tradičnějším a zavedenějším systémům.

Angličtina používá pro toto ladění označení *Bohlen-Pierce scale*, jen výjimečně je možno se setkat s označením *Bohlen-Pierce tuning*, stejně tak němčina používá *Bohlen-Pierce-Skala*, místo téměř nevyskytujícího se *Bohlen-Pierce Stimmung*. Přesto se mi zdá do češtiny logičtější překlad Bohlen-Pierce ladění, který se jeví jako životnější, neboť Bohlen-Pierce je systémem ladění, který má své vlastní mody a není samo o sobě modem. Doslovný překlad Bohlen-Pierce škála by byl zřejmě naprosto neživotný, neboť toto slovo má v češtině odlišné konotace.

2.1. Historie Bohlen-Pierce ladění

Historie tohoto systému je velmi mladá, neboť se jedná o uměle vytvořený druh ladění, který nemá obdoby jak ve světové hudbě, tak ani v historii, byť samozřejmě vzdálenou podobnost s jinými již existujícími systémy nelze nikdy stoprocentně vyloučit. Jak ale již bylo uvedeno, Bohlen-Pierce ladění je velmi populární v komunitě skladatelů a teoretiků zabývajících se alternativními způsoby ladění a proto lze tvrdit, že na eventuelní podobnost s jiným existujícím systémem by bylo upozorněno.

Jako veliký paradox potom vyznívá fakt, že bylo objeveno třemi lidmi nezávisle na sobě v průběhu zhruba deseti let. Může to zároveň sloužit k zamyšlení, zda opravdu některé lidské objevy potřebují určitou konkrétní dobu pro své uzrání a mohou tak vzniknout na několika místech nezávisle. Pokud nemáme opouštět prostor hudby, vzpomeňme experimenty s dodekafonickou řadou Josefa Matthiase Hauera (1883-

1959), Arnolda Schönberga (1874-1951) a Nikolaje Roslavce (1881-1944), které vznikaly nezávisle na sobě zhruba ve stejnou dobu.

2.1.1. Heinz Bohlen

Heinz Bohlen (1935) je jedním ze tří zmíněných lidí, kteří toto ladění objevili, popsali a po němž má právem polovinu svého názvu. Narodil se roku 1935 v Krefeldu v Německu. Formální vzdělání získal na technické univerzitě v Aachenu, kde vystudoval elektroinženýrství. Celý profesní život potom věnoval oblasti mikrovlnných a komunikačních zařízení. Hudba pro něj byla vždy pouze koníčkem a nikdy nedosáhl formálního hudebního vzdělání (ani se o něj nepokoušel). Navíc se o hudbu začal zajímat až v poměrně pokročilém věku (ve věku více než třiceti let) a víceméně náhodou. Koncem 60. let se seznámil se skupinkou studentů Hamburské vysoké hudební školy (Hochschule für Musik und Theater Hamburg), kterým bezplatně nahrával jejich vystoupení. Jelikož před tím neměl vůbec žádné hudební vzdělání, ale byl zvědavý a technicky zaměřený, položil si jednoduchou otázku: Proč hudba používá systém dvanácti tónů? A zřejmě proto, že si tuto otázku položil ve věku, kdy se již nespokojil s jednoduchou odpovědí a zároveň měl potenciál problému skutečně porozumět do hloubky, vrhnul se ve svém volném čase do studia. Z prvotní nevýhody naprostých nedostatků hudebního vzdělání se stala výhoda – nebyl zatížen žádnou tradicí. Ostatně to je trochu charakteristické i pro hudební skladatele poloviny 20. století – mnozí, jako John Cage, Morton Feldman nebo Giacinto Scelsi přicházeli s novými hudebními myšlenkami především proto, že nebyli hudebníky v tradičním slova smyslu, neměli formální vzdělání, a nebyli k hudbě cíleně vedeni od mladého věku. Mnohdy se o nich hovoří jako o outsidersch v hudbě, kteří s ní řádně oťráslí. Je zde tedy i určitá paralela s celkovým tehdejším směřováním fenoménu hudby, nebo též možno vše definovat tak, že Heinz Bohlen byl dítětem své doby a že byl ve správný čas na správném místě.

Netrvalo mu příliš dlouho a objevil jeden základní vztah naší tradiční harmonie. Totiž, že je založena na terciovém souzvuku, který lze harmonickými tóny vyjádřit 4:5:6, tedy základní tón, přirozená tercie a přirozená kvinta, tj. přirozený durový trojzvuk. Poté jej začala trápit myšlenka, zda by nebylo možno operovat i s jinými souzvuky harmonické řady a z nich poté tvořit nové tónové řady. Vzal tedy v potaz

liché harmonické 3:5:7¹⁶ a z nich vytvořil řadu, kterou nazval *13-stufige Skala*¹⁷, již dnes právě známe pod názvem Bohlen-Pierce. První úvahy o tomto systému a jeho definici poprvé popsal roku 1972. Bohlenovo myšlení vychází z harmonické řady, jednalo se tedy o přirozenou stupnici Bohlen-Pierce, kterou budu dále označovat jako Bohlen-Pierce II.

Heinz Bohlen věnoval spoustu času objevování i jiných systémů ladění, nicméně tento dnes po něm částečně pojmenovaný je z nich rozhodně nejúspěšnější i nejpoužívanější a sám o něm publikoval nejvíce článků. Přestože ladění a tvorbě nových systémů věnoval obrovskou část svého života, zůstal dále věrný své původní profesi a celá hudebně-teoretická činnost pro něj zůstala pouhým nevýdělečným koníčkem, což je samo o sobě obdivuhodné.

2.1.2. Kees van Prooijen

K ladění, které nyní označujeme jako Bohlen-Pierce, se Kees van Prooijen, nizozemský hudební teoretik a počítačový programátor, dostal trochu jinou cestou nežli Heinz Bohlen. Jeho snahou bylo zkoumání možností rovnoměrně temperovaných ladění, přičemž též nechtěl používat jako periodu oktávu, pročež zvolil opět třetí harmonický tón, tedy přirozenou duodecimu jako onu periodu. Všimnul si zvláštního jevu, a to toho, že pokud vytvoří stupnici s třetím harmonickým jako periodou a dosadí do ní 13 tónů rovnoměrně temperovaných, budou jejich odchylky proti ekvivalentnímu přirozenému ladění daleko menší než u standardního 12 EDO systému proti jeho ekvivalentnímu přirozenému ladění. Dalším paradoxem je, že Heinz Bohlen o temperování svého systému též uvažoval, a dokonce své úvahy publikoval¹⁸ ve stejném roce, tedy roku 1978, jen pár měsíců před Keesem van Prooijenem. Ten měl ke svým závěrům dojít nezávisle na Bohlenových textech, které ani neznal. Svému objevu

¹⁶ První úvahy o systému ladění, postaveném na lichých harmonických: HEINZ, Bohlen. *Versuch über den Aufbau eines tonalen Systems auf der Basis einer 13-stufigen Skala*. Hamburg: Manuskript, 1974.

¹⁷ První oficiální publikování Bohlen-Pierce ladění: BOHLEN, Heinz. 13 Tonstufen in der Duodezime. *Acustica*. 1978, roč. 39, č. 2, s. 76–86.

¹⁸ PROOIJEN, Kees van. A Theory of Equal-Tempered Scales. *Interface*. 1978, roč. 7, č. 1, s. 50–51.

ale nevěnoval patřičnou pozornost a vrátil se k němu krátce až v roce 2000, kdy se teorie kolem Bohlen-Pierce ladění plně rozvíjí.

Z uvedeného je nejdůležitější fakt, že Bohlen-Pierce má tedy i rovnoměrně temperovanou variantu, kterou dále označují jako Bohlen-Pierce ET, tedy z anglického *equally tempered*, přičemž v případě Bohlen-Pierce nelze používat označení EDO, neboť se jedná o zkratku *equally divided octave*, přičemž oktáva se v ladění Bohlen-Pierce nevyskytuje jako perioda, ani jako interval.

2.1.3. John Robinson Pierce

Poslední člověk stojící u zrodu tohoto systému ladění a opět jeden veliký paradox, či snad shoda náhod. John Robinson Pierce (1910-2002) byl též vystudovaný inženýr, jehož profesním zájmem byla mikrovlnná zařízení a telekomunikace. Na rozdíl od Heinze Bohlena ale měl určité předešlé vzdělání i v oblasti hudební akustiky, pracoval pro Bellovy laboratoře a v době publikování svého objevu, již v poměrně vysokém věku působil na Stanfordské univerzitě (The Leland Stanford Junior University) jako hostující profesor centra počítačového vývoje pro hudbu a akustiku. Jeho postup při tvoření tohoto systému ladění byl naprosto shodný s postupem Heinze Bohlena. Také se snažil vycházet z lichých harmonických 3:5:7 a výsledkem mu bylo třináct tónů do přirozené duodecimy, tedy v jeho případě postupu Bohlen-Pierce II, ale zároveň si uvědomoval, že je možno takovou stupnici i rovnoměrně temperovat, tudíž vytvořil i verzi Bohlen-Pierce ET. Svůj objev publikoval roku 1984¹⁹, nový systém ladění pojmenoval P3579 a až později se dozvěděl o skutečnosti, že se stejnou myšlenkou přišel již před dvanácti lety Heinz Bohlen.

Když se Pierce seznámil s teoretickými pracemi Heinze Bohlena, přichází na počátku devadesátých let s označením Bohlen-Pierce ladění (*Bohlen-Pierce scale*), které se pro tento systém používá dosud.

Dalším paradoxem je, že tito dva muži, Pierce a Bohlen, se nikdy osobně nesetkali, a to dokonce ani poté, co se Heinz Bohlen roku 1993 přestěhoval do Kalifornie v USA, tedy nedaleko od Johna Robinsona Pierce. Traduje se, že tito dva lidé

¹⁹ PIERCE, John Robinson a Max MATHEWS. United States of America: Acoustical Society of America, 1984, roč. 75, č. 1. ISSN 0001-4966.

spolu za celý život učinili pouze jediný telefonát, který se ale týkal jejich původních profesí, nikoli ladění. Zda je toto skutečnost, nebo pouhá fáma, která má přispět k celému dosti paradoxnímu obrazu, jenž se skrývá za pozadím vzniku tohoto systému ladění, se již asi nikdy nedozvíme. Jisté ale je, že pouze Heinz Bohlen a Kees van Prooijen se jednou v životě sešli osobně roku 1996.

2.1.4. Další šíření Bohlen-Pierce ladění

Jak již bylo řečeno, určitým pravěkem pro Bohlen-Pierce ladění byla 70. a 80. léta minulého století, kdy vznikaly pouze teoretické konstrukty tohoto systému. První myšlenky na systém s třinácti tóny do duodecimy napadaly Heinze Bohlena roku 1972, vše se tedy snažil konzultovat s kolegy muzikanty z Hamburgu i s jejich dalšími kolegy z ostatních německých univerzit, čímž si tříbil své názory a zároveň se tím jeho myšlenka o tomto systému ladění šířila ještě před jeho prvním oficiálním vydáním publikováním z roku 1978. Zároveň musí řešit problém, jak toto ladění demonstrovat v praxi. V první polovině 70. let minulého století sice již existovaly hudební syntezátory, které změny ladění umožňovaly, ale byly velmi nákladné a vlastnila je pouze elektroakustická studia. Pročež Heinz Bohlen zapojil svůj technický talent a roku 1973 zkonstruoval elektronické varhany, které byly naladěny v tomto novém systému.

První hudební nahrávky s tímto laděním a první autonomní hudební kompozice využívající toto ladění pocházejí z konce 80. let minulého století, kdy se povědomí o tomto novém systému ladění šíří po univerzitách v Německu i USA. Později se začaly vyrábět nástroje schopné takové ladění dosáhnout a celkové povědomí o tomto ladění se zvětšuje. Ze skladatelů-teoretiků jmenujme Němce žijícího v USA Georga Hajdu, který mimo jiné ve své opeře *Der Sprung*²⁰ z roku 1999 předepsal kalimbu²¹ naladěnou do Bohlen-Pierce. Dalšími byli Stephen Fox, který vyvíjí klarinety schopné hry v tomto

²⁰ HAJDU, Georg. *Research and Technology in the Opera Der Sprung* [online]. [cit. 2013-03-26]. Dostupné z: http://www.georghajdu.de/gh/fileadmin/material/articles/Research_and_Technology2.pdf. Hochschule für Musik und Theater Hamburg.

²¹ Etnický idiofonní hudební nástroj původem z afriky, bývá při hře držen v dlaních, oscilátorem jsou kovové lamely rozezvučovány palci, z čehož pochází další možný anglický název thumb piano.

ladění a komponuje pro ně.²² Paul Erlich, což je teoretik s hlubším vhladem do celkové problematiky ladění, Ron Sword kytarista, skladatel a výrobce kytar i mnozí další. Důležitou teoretičkou a propagátorkou tohoto systému ladění se stává Elaine Walker (1972), která tomuto ladění věnovala svou vědeckou práci²³ a roku 2010 uspořádala v Bostonu na Berklee College of Music sympóziium věnované tomuto ladění, které posloužilo jako místo setkání všem teoretikům, skladatelům i výrobcům nástrojů, věnujícím se této problematice.

2.2. Principy Bohlen-Pierce ladění a jeho charakteristika

Pokusme se nyní charakterizovat a popsat tento specifický způsob ladění. Již byl zmíněn fakt, že Bohlen-Pierce nemá jako periodu oktávu a ta se v tomto systému nevyskytuje ani jako interval. Periodou je přirozená duodecima, tedy třetí harmonický tón, a jak již bylo uvedeno v kapitole o harmonické řadě a o pythagorejském ladění víme, že přirozená duodecima je o necelé dva centy vyšší, nežli temperovaná, pročež ani složením dvanácti těchto duodecim by nevznikl interval požadované oktávy. Tato vlastnost – periodičnost po duodecimě je natolik specifická a výrazná, že se jedná o jednu z hlavních charakteristik celého systému Bohlen-Pierce. Samozřejmě nelze nikdy zcela vyloučit, že by kdykoli před tím na světě neexistovalo ladění, které by mělo jako periodu třetí harmonický tón, ale oktáva je natolik dominantní harmonickou složkou a zároveň je slyšitelná, že s ní coby s periodou zřejmě počítaly všechny vyspělejší hudební kultury. Tvoření neperiodických nebo dle jiného nežli oktávového vztahu periodických stupnic je tak záležitostí až hudebního experimentování druhé poloviny 20. století, přičemž v této souvislosti uveďme alespoň systémy Carlos alpha, Carlos beta, Carlos Gamma a Carlos Delta vytvořené skladatelkou a průkopnicí elektroakustické hudby Wendy (Walter) Carlos (1939) (zmíněné systémy použila ve svých skladbách na albu *Beauty in the Beast* z roku 1986). Nelze také úplně vyloučit, že by bylo možno z některého již existujícího oktávového systému selektovat tónový materiál shodný, nebo připomínající Bohlen-Pierce v rámci celé duodecimy. Maximálně

²² FOX, Stephen. [online]. [cit. 2013-05-1]. Dostupné z: <http://www.sfoxclarinets.com/bpclar.html>

²³ WALKER, Elaine. [online]. [cit. 2013-04-1]. Dostupné z: http://www.ziaspace.com/_microtonality/BP/

se lze v takovém případě mohou dva systémy přiblížit pouze v rámci jedné periody Bohlen-Pierce, případně periody druhého systému, po které by byl tónový materiál obou takto hypoteticky shodných stupnic budován od jiného základu, protože by se musely tyto systémy v jiných transpozicích nutně rozcházet.

2.1.1. Bohlen-Pierce ET

Obdobně jako při úvodních kapitolách, volím opět postup od rovnoměrného temperování k přirozenému ladění. Samozřejmě, že i v případě ladění Bohlen-Pierce je tento způsob výkladu ahistorický a nevysvětluje tak hned zpočátku tonální vztahy v tomto systému a vůbec způsob, jakým se k němu dospělo. Nicméně, jak jsem již uvedl, zdá se mi takový přístup i pro většinu odborné veřejnosti přijatelnější a jednodušší k pochopení.

Nyní o Bohlen-Pierce systému víme, že má třináct stupňů, které budeme rovnoměrně temperovat do přirozené duodecimy. Pokud budeme chtít znát velikost jednoho nejmenšího rovnoměrně temperovaného kroku v Bohlen-Pierce systému vyjádřeno v centech, musíme znát velikost přirozené duodecimy v centech. Víme, že jeden půltón v systému 12 EDO = 100 centů. Duodecima je devatenáct půltónových kroků, tedy 1900 centů. Jedná se ale o přirozenou duodecimu, nezanedbatelná je tedy i tato odchylka od 12 EDO duodecimy, která činí zaokrouhlena na jednotky centů +2 centy (viz část věnovaná harmonické řadě a pythagorejskému ladění). Přirozená duodecima má tedy výšku 1902 centů po zaokrouhlení na jednotky centů. Víme, že Bohlen-Pierce ladění má třináct stupňů, nezbyvá tedy než propočítat $1902 : 13 = 146,3$ po zaokrouhlení na desetinu centu. Tímto jsme zjistily, že jeden chromatický stupeň v Bohlen-Pierce ET má velikost 146,3 centů.

Pro další teoretické pojednání je třeba zmínit jeden termín, se kterým bude dále operováno. Jelikož interval přirozené duodecimy je pro Bohlen-Pierce stěžejní, teoretikové tohoto systému mají pro něj označení *tritave*, což si dovoluji kvůli dalšímu častému používání v textu počeštit (čistě pro potřeby této práce) do tvaru tritáva. Samozřejmě existují i zavedené názvy ostatních intervalů v Bohlen-Pierce, které jsou opět v angličtině, ale jelikož s nimi nebude v této práci tak často operováno, nebudu se pokoušet pro ně hledat vhodné české ekvivalenty, případně je počešťovat.

Pokusme se tedy nyní zjistit frekvenci určitého konkrétního tónu v systému Bohlen-Pierce ET vyjádřenou v hertzech. Jak již bylo uvedeno na příkladu systému 12 EDO, je potřeba znát frekvenci výchozího tónu. Zůstaňme tedy u výchozího tónu s frekvencí 440 Hz. Chtěli bychom zjistit, jaká bude frekvence tónu, který by bylo možno vyjádřit jako patnáct stupňů výše od základu, tedy 2 chromatické kroky + tritáva. Interval vyjádřen v centech by byl jednoduše propočítán jako $1902 + (146,3 \cdot 2) = 2194,6$ centů. Při přepočtu na hertze je však nutno použít vzorec, který má pro Bohlen-Pierce ET tvar:

$$\sqrt[13]{3^X}$$

Počítáme frekvenci tónu, který je od základního vzdálen více než o tritávu směrem nahoru, je tedy nutno před dalšími propočty zjistit frekvenci nejbližšího nižšího tónu ve stejné tritávě. Jelikož se nejedná o oktávu, ale o tritávu, budeme v případě sestupu o tritávu frekvenci dělit třemi a v případě postupu o tritávu výše násobit třemi. Náš požadovaný tón je o tritávu výše, tedy násobíme $440 \cdot 3 = 1320$. Po té dosadíme do vzorce místo x požadovaný stupeň, tj. v našem případě 2, čili získáme tvar:

$$\sqrt[13]{3^2}$$

Výsledek zaokrouhlen na tisíce je 1,184. Vynásobíme nejbližším nižším ve stejné tritávě známou frekvencí tónu, tedy $1320 \cdot 1,184 = 1562,88$ Hz.

Varianta Bohlen-Pierce ET má zřejmě největší potenciál pro používání v praxi, neboť je jeho užívání nejintuitivnější a jak uvádím dále, dá se úspěšně aplikovat i na některé standardní nástroje, pokud jsou mírně upraveny. Stejně jako všechny rovnoměrně temperované systémy umožňuje jak různé modulace do odlehlých modů, atonalitu (respektive amodalitu, neboť, jak již bylo řečeno, tonalita se vztahuje k durovým a mollovým stupnicím ve dvanáctitónových systémech do oktávy), tak i kompoziční princip založený na tónových řadách – v případě Bohlen-Pierce by byly třináctitónové.

2.2.2. Bohlen-Pierce JI

Jak již bylo naznačeno, v kapitole o historii Bohlen-Pierce ladění, tento systém má základ v harmonické řadě tónů a není tedy umělým konstruktem, jako některé systémy typu EDO, případně zmíněný systém Wendy (Walter) Carlos. Z předešlého textu je též patrné, že systém Bohlen-Pierce vychází z lichých harmonických, konkrétně z 3:5:7 harmonických tónů, čili limitem je zde sedmý harmonický, na rozdíl od standardního dvanáctitónového uvažování, kde je limitem pátý harmonický. Jak již bylo zmíněno, s přirozenými laděními experimentoval především Harry Partch, který dospěl až k limitu jedenáctého harmonického, z čehož vygeneroval svůj systém, který měl do oktávy 43 tónů. Lze tedy říct, že v tomto systému by bylo možno zkonstruovat Bohlen-Pierce ladění jako stupnici po její periodu, tj. po duodecimu, dále by se již tónový materiál nepřekrýval právě kvůli odlišné periodě. Zajímavé by jistě bylo, pokud by nějaký znalec díla Harryho Partche dokázal, zda se v jeho tvorbě takto latentně tóny z Bohlen-Pierce nevyskytují. Samozřejmě by to potom neznamenal, že by Bohlen-Pierce ladění objevil dříve, pouze by to mohlo posloužit jako ukázka toho, že toto ladění má své opodstatnění a latentní historii i v minulosti.

Při generování Bohlen-Pierce JI vycházejme z kombinací základních poměrů, z výše uvedených harmonických. Tedy získáme poměry 5:3 (interval blízký malé sextě, 884,4 centů), 7:3 (interval mezi velkou nónou a malou decimou, 1466,9 centů) a 7:5 (interval blízký tritónu, 582,5 centů). Toto jsou stavební jednotky nového systému. Nyní je třeba provést jejich obrat, tj. 5:3 na 3:5, 7:3 na 3:7 a analogicky 7:5 na 5:7. Výsledné poměry se následně násobí poměrem periody, tj. poměrem 3:1. Tedy $(3:1) \cdot (3:5) = 9:5$, $(3:1) \cdot (3:7) = 9:7$, a konečně $(3:1) \cdot (5:7) = 15:7$. Interval 9:5 je 1017,6 centů, tedy vyšší oktáva, 9:7 je 435,1 centů, tedy vyšší velká tercie, a 15:7 je 1319,4 centů, tedy vyšší malá nóna. Pro doplnění celého systému získáme kombinací těchto poměrů ještě poměry 27:25, 25:21, 75:49, 49:25, 63:25, a 25:29 (neustále se jedná o 7-limit, neboť všechny čitatele i jmenovatele těchto podílů lze dělit čísly 3, 5, nebo 7 beze zbytku).

Výsledek je pro přehlednost uveden v tabulce s porovnáním rozdílu intervalů v Bohlen-Pierce JI a Bohlen-Pierce ET v centech (zaokrouhлено na jednotky).²⁴

Stupeň v Bohlen-Pierce a název intervalu v angličtině	Jeho vyjádření číselným poměrem	Bohlen-Pierce JI vyjádřeno v centech	Bohlen-Pierce ET vyjádřeno v centech	Rozdíl mezi ET a JI vyjádřeno v centech
1, great limma	27 : 25	133	146	+ 13
2, quasi-tempered minor3rd	25 : 21	302	293	- 9
3, septimal major 3rd	9 : 7	435	439	+ 4
4, lesser septimal tritone	7 : 5	583	585	+ 2
5, Bohlen-Pierce 5th	75 : 49	737	732	- 5
6, just major 6th	5 : 3	884	878	- 6
7, greater just minor 7th	9 : 5	1018	1024	+ 6
8, Bohlen-Pierce 8th	49 : 25	1165	1170	+ 5
9, septimal minor 9th	15 : 7	1319	1317	- 2
10, septimal minimal 10th	7 : 3	1467	1463	- 4
11, quasi-tempered major 10th	63 : 25	1600	1609	+ 9
12, classic augmented 11th	25 : 9	1769	1756	+ 13
13, tritave	3 : 1	1902	1902	0

Z tabulky lze jasně vyčíst, že rozdíly mezi Bohlen-Pierce JI a Bohlen-Pierce ET jsou velmi malé. Pokud bychom je srovnávali s 12 EDO a jeho přirozeným způsobem ladění, jsou téměř zanedbatelné. To je též důvod, proč se domnívám, že nejživotnější

²⁴ Tabulka zde doplněná o dnes používané názvy intervalů byla prvně publikována v: BOHLEN, Heinz. 13 Tonstufen in der Duodezime. *Acustica*. 1978, roč. 39, č. 2, s. 76-86.

verzi tohoto ladění je právě Bohlen-Pierce ET, přestože se jedná o ladění rovnoměrně temperované, neztrácí na své přirozenosti.

Poměry Bohlen-Pierce II ladění lze též využít k výpočtům frekvencí jednotlivých tónů. Postup by byl následný – opět potřebujeme znát frekvenci nejbližšího nižšího tónu v tritávě a ten vynásobit poměrem odpovídajícímu stupni neznámé frekvence. Opět si vezmeme za příklad frekvenci 440 Hz a budeme chtít zjistit frekvenci tónu o dva Bohlen-Pierce II nižší stupně. Musíme prvně zjistit, jaká bude frekvence 440 Hz o tritávu nižší. Tedy $440 : 3 = 146,66$ Hz zaokrouhleno na setiny. Nyní potřebujeme zjistit, jaký je obrat druhého stupně v třináctitónovém prostoru.

Tedy $2 - 13 = 11$. Poté zjistíme z tabulky poměr jedenáctého stupně v Bohlen-Pierce II, tedy $63 : 25$. Spočítáme jej $65 : 25 = 2,6$. Výsledek vynásobíme frekvencí základního tónu (tedy v našem případě o tritávu nižšího od známého), tj. $146,66 \cdot 2,6 = 381,316$. Zjistili jsme tedy, že od tónu o frekvenci 440 Hz bude frekvence tónu o dva stupně nižší v Bohlen-Pierce II 381,316 Hz.

Jak již bylo předestřeno, ladění rovnoměrně temperovaná umožňují naprosto volné zacházení, kdežto ladění přirozená bývají více vázána na modalitu. Nejinak tomu je i v případě Bohlen-Pierce ladění. Postup tvoření modů je opět podobný jako u jiných systémů. Jedná se o selekci intervalů s poměry vyjádřenými nejjednoduššími čísly. U Bohlen-Pierce II to budou i poměry celkem extravagantní, což je způsobeno jednak jeho limitem, tedy sedmým harmonickým tónem, a zároveň vynecháním sudých harmonických tónů. Tím by mezi jednoduššími poměry vznikaly velmi velké intervalové skoky, které pro melodiku nejsou příliš vhodné. Poměry vhodné pro tvorbu modů by byly základní $9:7$, $7:5$, $5:3$, $9:5$, $7:3$ $15:7$ a perioda $3:1$. Tím by vznikl šestitónový modus v tritávě, ale pro její zahuštění se přidaly ještě poměry $25:21$ a $25:9$. Tím vznikl modus s devíti tóny do tritávy, který je již z melodického hlediska lépe použitelný.

2.2.3. Další možné varianty Bohlen-Pierce ladění

Právě problém poměrně velikých kroků mezi intervaly, vedl k mnohému zamyšlení nad možnou revizí tohoto systému Bohlen-Pierce ladění. Je to také důvod, proč angličtina používá termín *Bohlen-Pierce scale* a nikoli *Bohlen-Pierce tuning*, neboť celý systém lze brát jako určitou svébytnou stupnici – ostatně jak již bylo

zmíněno, lze některé intervaly Bohlen-Pierce vypreparovat i z jiných přirozených systémů ladění.

Jedním z návrhů, se kterým přišel Paul Erlich, bylo ztrojení celého systému v rovnoměrně temperované podobě. Tím by vznikla stupnice, která by obsahovala 39 tónů do přirozené duodecimy. Pro praktické použití by ale byl takový počet tónů již těžkopádný a navíc by se vytratily některé možnosti přeladování nástrojů konstruovaných pro systém 12 EDO. Již jako čistě teoretický konstrukt lze považovat opět Erlichův návrh na rozšíření přirozeného ladění podle systému Bohlen-Pierce až po 271 kroků do tritávy, což je pro hudební praxi již zcela nepřijatelné. Další možné rozšíření Bohlen-Pierce ladění by bylo obohatit jej i o devátý harmonický tón. Takto uvažoval ještě i John Robinson Pierce. V teoretické rovině také existuje spousta jiných návrhů, jak rozšiřovat, nebo pozměňovat tento systém. Všechny ale přinášejí spíše komplikace. Je třeba si především uvědomit, že žádný systém ladění není dokonalý a slučitelnost systému rovnoměrně temperovaného s přirozeným je nemožná, neboť se jedná o naprosto odlišné konstrukty, přičemž každý z nich má své klady i zápory jak pro hudební praxi, tak pro teorii. Důležité ale je, že náš sluch si již na rovnoměrnou temperaturu navykl a také kompoziční myšlení skladatelů je zvyklé na enharmonické záměny, spíše než na striktně modální uvažování. Mou teorii, že je Bohlen-Pierce v rámci možností životné, kromě jeho již několikrát zmíněné jednoduchosti a intuitivnosti, podporuje právě fakt, vyplývající z tabulky předešlé kapitoly – totiž že odchylky Bohlen-Pierce ET od Bohlen-Pierce II jsou téměř zanedbatelné, protože lze předpokládat, že posluchačům, ať již cvičených, nebo necvičených v hudbě (tedy především navyklých na systém 12 EDO) by Bohlen-Pierce ladění mělo připadat možná nezvyklé, ale ne vyloženě disonantní. Právě kvůli jednoduchosti a s ohledem na použití v praxi, bude zbytek práce pojednávat pouze o variantě Bohlen-Pierce ET ve standardní podobě se třinácti tóny do tritávy.

2.2.4. Tvoření modů v Bohlen-Pierce

V úvodních kapitolách bylo vysvětleno tvoření stupnic ve dvanáctitónovém systému na základě vrstvení kvint. Jelikož Bohlen-Pierce přímo kvintu neobsahuje a pracuje s pouze lichými harmonickými tóny, pro stavbu modů je potřeba základních poměrových intervalů. Ty v Bohlen-Pierce jsou 5:3 a 7:3, což je šestý a desátý stupeň. Poté je možno postupovat stejným způsobem jako při tvoření systému ladění, tedy vzít

intervalu s jednoduchými poměry, které mají ve jmenovateli čísla 3, 5 nebo 7, tj. v tomto případě 9:5, 9:7 a 15:7, což jsou sedmý, třetí, a devátý stupeň v Bohlen-Pierce chromaticce. Vzniká tak modus o sedmi tónech do tritávy, kde jsou použity stupně 3, 4, 6, 7, 9, 10 a perioda 13. Poměry stupňů by se dala znázornit jako 312–1–213. Nevýhodou je její malý počet tónů a v praxi veliké intervalové skoky, které nejsou vhodné pro stavbu melodií – víme, že jeden chromatický stupeň v Bohlen-Pierce ET je 146,3 centy, tedy hned první krok je $3 \cdot 146,3 = 438,9$ centů, čili o něco vyšší velká tercie v 12 EDO. Tento heptatonický modus v Bohlen-Pierce lze tedy chápat spíše jako určitý ekvivalent anhemitonické pentatoniky.

Pro tvorbu stupnice, která by byla zahuštěnější tedy byly ještě přidány poměry 25:21 a 25:9, což je druhý a dvanáctý stupeň v Bohlen-Pierce chromaticce. Tudíž tvar takového modu je 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, zapsáno poměry mezi intervaly 2112–1–2121. Vzniká tak modus, který má devět tónů do tritávy, v němž se střídají chromatické kroky s kroky přes dva stupně. Lze jej chápat jako spojení dvou pentachordů – 2112 a 2121, ty jsou spojeny chromatickým krokem. Bohlen-Pierce ladění a jeho teorie též pracuje s názvy tónů, které jsou obdobně jako v evropské hudbě seřazeny alfabetycky. Jelikož základní modus v Bohlen-Pierce má devět tónů, bude potřeba devíti písmen, tj. *A, B, C, D, E, F, G, H, J*. Vynechání písmena *I* z abecedního pořadí je odůvodněno jeho možnou záměnou za číslo 1, zvláště pak v zápisu římskou číslicí. Důležité je též mít na paměti, že zde není vztah mezi tóny *h* a *b*, takový, na jaký jsme v českém a případně i německém prostředí zvyklí, tj. *b* chápat jako snížené *h*. Základní stupnice, kterou jsme nyní vytvořili, pak je chápána jako od *C*, což je vychází ze systému 12 EDO, kde tónina *C dur* nemá předznamenání. Tedy v Bohlen-Pierce tónina *C, D, E, F, G, H, J, A, B* má vzájemné poměry 211212121. Z toho vyplývá, že mezi tóny *D – E, E – F, G – H, J – A*, a *B – C*, je chromatický krok a mezi tóny *C – D, F – G, H – J*, a *A – B* se nachází kroky přes dva stupně. Tyto tóny je tedy možno zvyšovat, nebo snižovat pomocí posuvek, tedy béček a křížků, které je převzaté od standardní evropské hudební teorie. Tedy v Bohlen-Pierce ET je možno enharmonicky zaměnit *Cis – Des, Fis – Ges, His – Jes* a *Ais – Bes*. Je to podobná ekvivalence jako v případě systému 12 EDO, kde je možno o půltón zvýšit *f* na *fis*, a *g* snížit o půltón na *ges*, přičemž v rovnoměrné temperatuře platí *fis = ges*. Naopak pokud bychom teoreticky zvyšovali křížky tóny *D, E, F, G, J, B*, získáme tóny enharmonické, které je možno zapsat bez posuvek. Platí zde stejný ekvivalent jako v systému 12 EDO, kde *fes = e*, co do absolutní výšky tónu. Pro úplnost

jen dodávám, že snižováním pomocí béček tónů *C, A, H, F, E*, je získáno opět tónů, které by bylo možno enharmonicky zaměnit s tóny bez posuvky. Tedy vztah např. $Ces = B$. Důležité je tím pádem stále mít na paměti, že tóny v Bohlen-Pierce a 12 EDO mají sice podobné názvy, ale jejich absolutní výšky budou opět odlišné. Navíc se nesmí opomíjet fakt, že Bohlen-Pierce má jako periodu přirozenou duodecimu, tedy pokud bychom relativně naladili tón *A* v Bohlen-Pierce aby byl roven komornímu a' - tedy frekvenci 440 Hz, v další tritávě transponovaný tón *A* již nebude roven svou absolutní výškou tónu a'' , tedy frekvenci 880 Hz, nýbrž tónu $e''' + 2$ centy, čili bude mít frekvenci 1320 Hz, což je přirozená duodecima, tedy velikost tritávy.

Původní mody tvořené Heinzem Bohlenem dodržovaly zásadu spojování pentachordů chromatickým krokem. Tímto mu vzniklo sedm modů, které je možno zobrazit v tabulce tak, že tóny patřící do modu nejsou označeny a tóny nepatřící do modu jsou označeny písmenem X. Názvy modů v závorce jsou označení Johna Robinsona Pierce.²⁵

²⁵ Soupis modů (zde doplněn Elaine Walkerovou o názvy modů Johna Pierce) byl prvně publikována v: BOHLEN, Heinz. 13 Tonstufen in der Duodezime. *Acustica*. 1978, roč. 39, č. 2, s. 76-86.

	Dur I	Dur II	Moll I (Delta)	Moll II (Pierce)	Gamma	Harmonic	Lambda
C							
Des		X	X				X
D	X			X	X	X	
E							
F			X				
G	X	X		X	X	X	X
Ges							
H							
Jes		X	X	X		X	X
J	X				X		
A							
Bes			X	X	X		X
B	X	X				X	
C							

Z této tabulky je patrné, že v modech stavěných od *C*, dochází mezi *Ges* a *H* k chromatickému kroku. Tento postup tvoření modů je velmi podobný starému způsobu tvoření církevních modů v evropské hudbě.

Teoretička a skladatelka Elaine Walker tento systém inovovala a postupovala způsobem obrátů, který je podobný modernímu modálnímu uvažování. Tím vzniklo celkem devět modů, tedy devět obrátů devítitónové stupnice v Bohlen-Pierce, přičemž nové mody spojují dva pentachordy diatonickým Bohlen-Pierce krokem. Z důvodů formátování je zde logičtější tabulku otočit, tedy psát názvy tónů do řádků a do sloupců názvy modů.²⁶

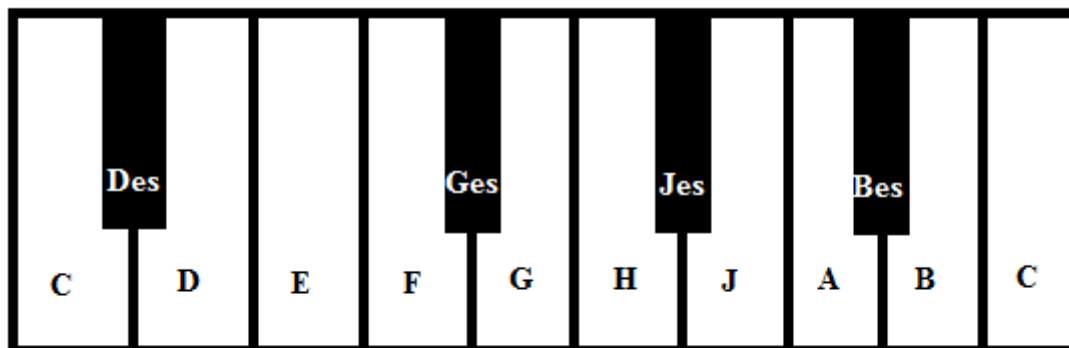
²⁶ Tabulka poprvé uvedena v: WALKER, Elaine. The Bohlen-Pierce Scale: Continuing Research. [online]. 2001 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://ziaspace.com/NYU/BP-Scale_research.pdf

	C	Des	D	E	F	Ges	G	H	Jes	J	A	Bes	B	C
Lambda		X				X			X			X		
Walker A				X			X			X			X	
Moll II (Pierce)			X			X			X			X		
Walker I		X			X			X			X			
Harmonic			X			X			X				X	
Walker II		X			X			X				X		
Dur I			X			X				X			X	
Moll II (Delta)		X			X				X			X		
Walker B			X				X			X			X	

V tomto systému modů je možno uvažovat analogicky jako u moderních modů, které se z didaktického hlediska nejjednodušeji představují na klaviatuře, kdy jsou používány pouze bílé klávesy a jednotlivé mody začínají od jednotlivých kláves a diatonicky vyplňují prostor oktávy, tj. od *c* jónský, od *d* dórský atd. Nyní si můžeme představit klaviaturu pro Bohlen-Pierce, která obsahuje devět bílých kláves a čtyři černé, seřazené podle Bohlen-Pierce chromatiky, kdy tóny s posuvkou jsou černé klávesy, tedy s pořadím tónů *C, Des, D, E, F, Ges, G, H, Jes, J, A, Bes, B*. Analogicky k tomu od tónu *C* na bílých klávesách vznikne modus Lambda, od *D* Walker A, od *E* Moll II (Pierce), od *F* Walker I, od *G* Harmonic, od *H* Walker II, od *J* Dur I, od *A* Moll I (Delta), a konečně od *B* Walker B. V Bohlen-Pierce ET pak samozřejmě lze tyto mody transponovat a stavět od libovolných chromatických tónů, tedy $9 \cdot 13 = 117$ modů. Pro úplnost uveďme, že systém 12 EDO nabízí $12 \cdot 7 = 84$ modů, čili celkový potenciál Bohlen-Pierce modality je daleko vyšší.

Pro lepší ilustraci modality v Bohlen-Pierce podle Walkerové uvádím uspořádání kláves, které používá na některých svých hardwarových MIDI ovladačích a přesně odpovídá výše popsanému – tedy devět bílých kláves, čtyři černé a vzniklé mody je možno tvořit obraty, resp. pohybem po bílých klávesách od jednotlivých tónů. To odpovídá i zažitému způsobu uvažování hry na klávesové nástroje. Navíc při použití

standardních velikostí kláves je toto řešení i ergonomické, neboť většina intervalů do tritávy je pohodlně hratelná prsty jedné ruky.



Existují také teorie o harmonii v Bohlen-Pierce, kde se za stavební jednotku považuje trojzvuk a pro vyčerpání celé Bohlen-Pierce diatoniky jsou potřeba tři tyto souzvučky, tedy lze říct, že Bohlen-Pierce má tři základní harmonické funkce, které ale není úplně možné chápat jako tradiční harmonické funkce tóniky, subdominanty a dominanty ve dvanáctitónovém systému. Celá teorie okolo Bohlen-Pierce harmonie není dosud tak ukotvená, jako je tomu v případě modality. Zároveň je v těchto teoriích znát, že vychází ze standardního dur-mollového myšlení. Své opodstatnění to má, neboť Bohlen-Pierce v sobě obsahuje i sedmý harmonický tón, tedy velkou tercii, protože teoreticky by měl tento interval znít jako větší konsonance nežli v systému 12 EDO. Osobně se mi ale jeví, že se zde trochu přeceňuje jednak zvyk většiny posluchačů na systém 12 EDO, a zároveň se tím snižuje celý možný potenciál Bohlen-Pierce ladění, který je sám o sobě přeci jen dost odlišný od systémů dvanáctitónových a ostatně i všech ostatních, které se v evropské moderní hudbě se vyskytují.

3. UPLATNITELNOST BOHLEN-PIERCE LADĚNÍ V PRAXI

Každá hudba má samozřejmě svou teorii, která je jí určitým vodítkem, ale samotná praxe se proti ní mnohdy chová dosti živelně a teorii narušuje, nebo s ní do jisté míry polemizuje a tím ji bezesporu ovlivňuje. Jedná se tedy vždy o spojené nádoby, jejichž hladina ale téměř nikdy nedosáhne stejné úrovně. Je možné se zde opět vrátit na úplný počátek, tedy k úvaze o definici hudby. Jak již bylo předestřeno v úvodu, každá vyspělejší hudební kultura přistupuje k problematice výšky tónu selektivně, tedy vymezením tónů z celého prostoru slyšitelného pásma. Takové selektování tónového materiálu pak může probíhat buď intuitivně, nebo po racionální úvaze. Z předchozích kapitol je zřejmé, že Bohlen-Pierce je systém vzešlý z racionálního uvažování a co je též důležité, přichází jako alternativa k zavedenému a používanému systému. Snahou teoretiků potom není vyloženě nahrazení stávajícího systému novým, už jen z toho důvodu, že právě tito teoretikové si jsou dobře vědomi, že každý systém má své nedokonalosti a bude vždy v mnoha ohledech pouze kompromisním řešením. Proto se teoretikové alternativních systémů ladění snaží většinou pouze poukazovat na alternativní přístupy k celé problematice onoho selektování tónového materiálu, mnohdy už jen z toho důvodu, aby celkový hudební vývoj neustrnul na jednom bodě.

Proto, aby se z pouhé teorie mohla stát i hudební praxe, je nutné, aby tato hudba zněla. A aby byla hudba znějící, je potřeba nejen teoretiků a skladatelů, ale i interpretů a hudebních nástrojů, které by takovou hudbu byly schopny uvést v praxi. Právě problematika hudebních nástrojů je u alternativních ladění vždy tím zásadním kamenem úrazu, který dělí teorii od praxe. Zmíněn byl třeba Ferruccio Busoni, který teoreticky uvažoval o alternativních systémech ladění, ale nemaje nástroje, které by byly schopny provést jeho nápady v praxi, zůstal pouze u úvah.

Následující kapitola tedy bude pojednávat především o tom, jaké nástroje již existují v úpravách pro ladění Bohlen-Pierce a které nástroje původně konstruované v systému 12 EDO je možno upravovat pro potřeby tohoto ladění.

3.1. Problematika notace

Tato problematika prozatím nenašla univerzálně platné řešení. Celkově je ale potřeba k notaci přistupovat jako ke komunikačnímu prostředku a na ten by měl být kladen požadavek, aby byl co nejsrozumitelnější pro praxi. Existuje tedy spíše teoretický návrh notace pro Bohlen-Pierce ladění, který vychází ze standardní osnovy o pěti linkách s houslovým klíčem, pod kterým je označení písmeny BP. Zápis chromatického postupu v rámci jedné tritávy je potom následovný (ve spod uvádím názvy tónů):



Tento způsob zápisu lze doporučit zejména pro nástroje dechové se systémem otvorů a klapek přímo pro potřeby Bohlen-Pierce ladění, případně pro klávesové nástroje s klaviaturou uzpůsobenou potřebám systému Bohlen-Pierce. Přičemž pro dechové nástroje, které jsou upravené z původního 12 EDO systému, a bylo by na ně nutno používat čtvrttónové hmaty, lze doporučit zápis ve standardní čtvrttónové notaci nejbližších znějících tónů.²⁷ Pro kytaru lze doporučit zápis v tabulatuře. Výhodou zde je dobrá orientace a navíc fakt, že většina dnešních kytaristů je na tento způsob zápisu zvyklá, takže jej mnohdy umí číst lépe nežli standardní notaci systému 12 EDO. V případě klávesových nástrojů se standardní klaviaturou lze doporučit zápis ve standardní notaci. Tu lze chápat jako virtuální, kdy zapsané tóny neodpovídají znějícím frekvencím.²⁸

Obecně lze říct, že v tomto ohledu Bohlen-Pierce ladění doplácí na svou výstřednost, která je dána jak počtem tónů do periody, tak i samotným intervalem periody. Proto jsou pro řešení notace daleko snazší Hábovy systémy, které vycházejí ze standardní celotónové, případně chromatické stupnice, ke kterým jsou pouze přidány

²⁷ Viz kapitola: 3.2.3. Možnosti přeladování dřevěných dechových nástrojů do systému Bohlen-Pierce.

²⁸ Viz kapitola: 3.2.2. Možnost přeladění klavíru do systému Bohlen-Pierce

intervalu nové, pro něž potom pouze stačí vymyslet adekvátní a srozumitelný systém posuvek.

3.2. Úpravy mechanických nástrojů pro potřeby Bohlen-Pierce ladění

Pochopitelně existuje celá řada organologických způsobů třídění hudebních nástrojů²⁹. Pro potřeby této práce ale zůstaneme pouze u základního dělení na nástroje elektronické a mechanické, neboť obě tyto skupiny mají svá specifika. Pochopitelně ale také vždy existují určité výjimky, které mají tendence vybočovat z řady, čehož jsem si dobře vědom. Přestože tedy některé úvahy mohou znít jako příliš zobecňující, není možné v této práci postihnout všechny konkrétní případy do úplných detailů. Stejně tak může text celkově působit zobecňujícím dojmem, což byl částečný záměr, neboť se snaží na příkladu Bohlen-Pierce ladění ukázat možné přístupy k celkové problematice alternativních systémů ladění. Zároveň ale opět není možné postihnout, vše a vždy tak bude vznikat prostor pro nové pole bádání.³⁰

Definujme tedy nyní skupinu mechanických nástrojů jako nástroje, jejichž oscilátor i resonátor je mechanický a pro jejichž použití v praxi není nutné ozvučení mikrofony, snímači ani jinými snímacími zařízeními. Tato skupina nástrojů je velmi početná a je možné další dělení na základě povahy jejich oscilátorů, technik hry a dalších parametrů. Pro potřeby této práce je ale důležitý parametr možnosti ladění. Níže tedy rozdělíme tuto skupinu nástrojů do tří kategorií.

První kategorie jsou nástroje s pevným laděním. Jsou to nástroje, jejichž ladění je pevně dáno a není možné jej bez mechanického zásahu do nástroje nijak ovlivnit. Zpravidla mají pro jeden tón jeden samostatný oscilátor. Sem patří především idiofony, tedy nástroje samozvучné. Jako příklad uveďme xylofon, kde jsou jednotlivé kameny přesně naladěny na požadovanou frekvenci, kterou by teoreticky bylo možno změnit pouze úpravou kamene, např. jeho zbroušením, což už je nevratný proces. Celkově lze tedy tvrdit, že pro úpravu na alternativní systémy ladění nejsou vhodné. Pouze

²⁹ Více o organologických systematikách: KURFÜRST, Pavel. *Hudební nástroje*. Vyd. 1. Praha: Togga, 2002, 1168 s. ISBN 809029121X.

³⁰ Na HF JAMU se uvažuje podání žádosti o grant ohledně možností přeladování mechanických hudebních nástrojů, DLOUHÝ Dan, ústní sdělení, léto 2012, Brno.

v případě, že by již byly vyrobeny pro alternativní systém ladění, mají naopak velké výhody především ve zmíněné stálosti ladění. To je též jeden z důvodů, proč velká část nástrojů, které si vyráběl Harry Partch pro své systémy ladění, spadá do organologické kategorie idiofonů. V praxi samozřejmě existují nástroje s pevným laděním, které jsou naladěny do Bohlen-Pierce, ale z pochopitelných důvodů se nejedná o sériovou výrobu. Většinou si nástroje vyrábí sami teoretici, nebo skladatelé, což lze ostatně zájemcům vřele doporučit, neboť se právě jedná o propojení teorie s praxí. Z existujících nástrojů s pevným laděním jmenujme BP Metallophone, který používá Stephen Fox. Nástroj má rozsah jedné tritávy a jak název napovídá, kameny jsou z kovu. Další z nástrojů, které by bylo možno též zařadit do této kategorie (tj. ty se samostatným oscilátorem pro každý tón zvlášť a s nemožností přeladění bez nevratného zásahu) je panova flétna. Koncept panovy flétny v Bohlen-Pierce ladění, pokrývající rozsah dvou tritáv navrhnul Arturo Grolimund a sestrojil ji Ulrich Herkenhoff. Veřejnosti potom byla představena na zmíněném Bohlen-Pierce sympóziu.

Druhou kategorií jsou nástroje s volným laděním. Charakteristické pro ně je, že mohou v celém svém rozsahu, nebo alespoň ve veliké části svého znějícího rozsahu hrát libovolné intervaly, resp. tóny libovolných výšek. Představiteli takového typu nástrojů jsou standardní smyčcové nástroje evropského instrumentáře (tzv. violinové nástroje), tedy housle, viola, violoncello a kontrabas. Díky absenci pražců dovolují hrát libovolný interval v celém rozsahu. Z evropského standardního instrumentáře je z hlediska ladění takto flexibilní i trombón a z nestandardních nástrojů třeba lotosová flétna, které díky snížci taktéž umožňují volné zacházení s intonací. Nesmíme též zapomenout, že i lidský hlas může s intonací v celém svém rozsahu zacházet volně. Takové nástroje tedy bývají často s oblibou využívány pro hudbu používající odlišné systémy ladění. Vzpomeňme opět Hábu, který zprvu nemaje čtvrttónového klavíru, komponoval své první čtvrttónové pokusy právě pro smyčcový kvartet. Nevýhodou používání těchto nástrojů v praxi je, že interpreti jsou cvičeni od svých začátků hrát v zavedeném systému, tedy 12 EDO, tudíž mnohdy je možné se setkat s nevolí interpreta přistoupit na nový systém, který též vyžaduje odlišnější techniku hry. Další nevýhodou je, že klade na interpreta veliké nároky v oblasti sluchové orientace. Vhodné tedy je, pokud skladatel může interpretům dodat nahrávku vytvořenou elektronicky, aby si nový systém osvojili a intonačně se v něm ujistili. Pokud je záměrem vytvoření nahrávky živými muzikanty, potom lze vřele doporučit pořízení nahrávek jednotlivých partů pomocí sekvenceru,

kteře pak během nahrávání budou interpretům znít z odposlechů a tím se mohou ujistit v přesné intonaci. Lze též doporučit kombinování těchto nástrojů s nástroji, které mají ladění fixované, neboť interpreti na nástroje s volným laděním mají ať již vědomé, nebo nevědomé tendence doladřovat k právě znějící, tedy slyšené, hudbě.

Poslední kategorií jsou nástroje, které je možno v rámci omezených možností přeladřovat bez nutného nevratného zásahu. Takových nástrojů je v evropském tradičním instrumentáři většina a některé je možno teoreticky i prakticky upravovat pro potřeby ladění v Bohlen-Pierce systému. Uvedu několik návrhů, přičemž některé se již v praxi pro Bohlen-Pierce využívají, s některými teoriemi polemizuji, případně přicházím s novými možnostmi řešení, která využívám v praxi, a jiné jsou prozatím mou pouhou teorií.

3.2.1. Úprava kytary pro Bohlen-Pierce ladění

Kytara je nástroj v současné době velmi oblíbený a sám se mu věnuji, proto jej zmiňuji na prvním místě. Tento nástroj spadá do kategorie chordofonů, má tedy struny, které je možno ladit volně. Má ovšem i pražce, které jsou poskládány tak, aby odpovídaly potřebám systému 12 EDO. V omezené míře ji lze např. využít pro čtvrttónový systém, tedy 24 EDO tak, že se ladění strun vychýlí o padesát centů, čímž je možno docílit omezeného výběru tónů ze systému 24 EDO. Tento postup je poměrně znám a z českých skladatelů jej využil např. Martin Smolka.³¹

Ladění kytary lze do systému Bohlen-Pierce změnit dvěma způsoby – jedním by byl zásah do pozic pražců, tedy vytrhání stávajících a osazení novými v poměrech, které odpovídají ladění Bohlen-Pierce. Poměry vzdáleností pražců zjistíme, pokud budeme znějící délku struny dělit konstantou 12,3. Postup bude následovný, víme, že menzura kytary, tedy její aktivní část je 650 mm, podělíme konstantou, tedy $650 : 12,3 = 52,8$ zaokrouhleno na desetiny. Zjistili jsme, že vzdálenost nultého a prvního pražce je 52,8 mm. Pro zjištění vzdálenosti prvního a druhého pražce potřebujeme vědět vzdálenost aktivní části struny na prvním pražci, tedy $650 - 52,8 = 597,2$. Víme tedy, že aktivní část struny je 597,2 mm, podělíme konstantou, tj. $597,2 : 12,3 = 48,5$,

³¹ Ústní sdělení, jaro 2011, Brno

zaokrouhleno na desetiny. Zjistili jsme, že vzdálenost mezi prvním a druhým pražcem v Bohlen-Pierce ET systému bude činit 48,5 mm. Takto pokračujeme, dokud nepočítáme všechny vzdálenosti pražců po celém hmatníku, případně té části hmatníku, kterou hodláme osadit pražci. Důležité je také vzít v potaz fakt, že toto jsou pouze teoretické vzdálenosti, v praxi struna neleží přímo na pražcích, ale nad nimi, tudíž při stisku struny dochází k jejímu napnutí a tedy rozladění intonačně výše. Tato odchylka je drobná a závislá na výšce dohmatu (vzdálenosti struny od pražců), což může v praxi činit menší rozdíly. Je proto dobré pozici pražců mírně ubrat zhruba o 2 % její vzdálenosti od předešlého pražce. Jak již bylo předestřeno, ona hodnota 2 % není přímo závazná a je závislá na výšce struny od hmatníku, tedy čím jsou struny výš, tím větší odchylka. V praxi ale není možné, aby kytara čistě ze své podstaty ladila přesně ve všech polohách v libovolně předem definovaném systému, neboť zde hraje roli i faktor tloušťky strun, jejich tahu a míra jejich opotřebení, tedy faktory, které jsou proměnlivé.

Pro Bohlen-Pierce se v praxi používají tři systémy, které umožňují kytaru přeladit i do jiných systémů. Jeden vytvořil kytarista a výrobce kytar Ron Sword. Tento systém je založen na principu vyměnitelných hmatníků, které jsou uchyceny na magnetech. Jejich výměna je rychlá a pohodlná, nicméně omezující v tom smyslu, že je možno používat pouze systémy ladění, pro které má hráč hmatníky. Ron Sword ladí své nástroje v Bohlen-Pierce ET následovně, přičemž v prvním řádku jsou původní názvy tónů strun ve standardním ladění a ve druhém řádku je uvedena odchylka proti nim uvedená v centech:

E	A	D	G	H	E
0	-63	-124	-189	+2	-63

Tento systém ladění prázdných strun byl navrhnout Heinzem Bohlenem, je tedy komunitou zabývající se Bohlen-Pierce akceptováno, a ladí se tak i nástroje, které jsou přepražcovány do systému Bohlen-Pierce, bez další možnosti úprav systému ladění. Jako referenční tón zde slouží tón znějící *E*, tedy nejhlubší znějící tón na standardně laděné kytáře.

Nezávisle na Ronu Swordovi, v době kdy jsem o jeho práci nevěděl, ani neznal jeho systém přeladitelných kytar, vyvinul jsem v roce 2010 svůj vlastní systém adaptované kytary.³² Princip opět využívá magnetismu. Tentokrát tím způsobem, že magnety jsou vloženy po celé délce hmatníku a překryty dýhou. Z toho pramenící nevýhodou je nemožnost používání kovových strun, neboť síla magnetů je příliš velká a struny jsou potom přitahovány k hmatníku, takže na ně nelze hrát. Použit tedy lze pouze struny nylonové. Výhodou potom je, že upravené pražce drží přitahovány magnetickou silou k hmatníku a je možné s nimi volně posunovat. Takový nástroj se tedy více hodí zejména pro experimentování s různými systémy ladění a navíc má další možnosti. Jednou z nich je, že pražce lze zcela odstranit a tím vzniká bezpražcový nástroj. Další výhodou je, že pražce mohou být zkráceny, aby nepokrývaly všech šest strun, je tedy možno např. pokrýt pražci pouze hlubší čtyři struny a vrchní melodické ponechat bez pražců, aby na nich bylo možno vytvářet glissando. Pro experimentování je též možno využít magnetismu krku k preparování nástroje libovolnými kovovými předměty, třeba klíči od bytu, které potom preparují strunu pouze v určité její části, zatímco v poloze je strunu možno použít při zachování tradičního tónu.

Opět s pouhou teoretickou znalostí Bohlen-Pierce ladění jako systému, nikoli však standardu ladění volných strun, dospěl jsem nezávisle na Bohlenovi a Swordovi k tomuto způsobu ladění volných strun:

E	A	D	G	H	E
0	+83	+22	-43	+2	+83

Tento systém ladění volných strun více respektuje původní frekvence tónů na strunách *d* a *g*, což se celkově promítá na stabilitě ladění a intonaci v polohách. Zachování intervalu tritávy mezi nejhlubší a druhou nejvyšší strunou je samozřejmě logickým krokem a zvýšení nejvyšší struny pak rozšiřuje rozsah nástroje. Poměrově z hlediska chromatických kroků vůči systému Sworda a Bohlena se potom má 0, +1, +1, +1, 0, +1. Vyjádřeno v Bohlen-Pierce notách, pokud E 12 EDO = A Bohlen-Pierce ET, původní systém ladí na A, C, E, G, A, C, kdežto můj systém je A, Des, F, H, A, Des.

³² Viz fotografie v příloze

Existuje ale možnost, jak přeladit standardní kytaru, bez nutnosti nevratných zásahů. Tento systém spočívá ve vložení druhé kobyly pod struny.³³ Osobně mě s touto technikou úpravy seznámil Mario Buzzi³⁴, který ji využívá ve svých kompozicích, kde ladí do různých alternativních systémů³⁵, ale nikoli do Bohlen-Pierce. Tvrdí, že na tento způsob přišel sám, nicméně systém posuvné kobyly je tak jednoduchý, a svým způsobem dokonalý, že by bylo s podivem, pokud by jej někdo nepoužíval již dříve. Velmi se také hodí pro přeladění do systému Bohlen-Pierce ET.

Postup při přeladování pomocí posuvné kobyly bude následovný. Máme kytaru ve standardním systému 12 EDO a víme, že systém Bohlen-Pierce ET má třináct tónů do přirozené duodecimy. Pozice přídavné kobyly by tedy měla být taková, že třináctý pražec se bude nacházet ve dvou třetinách délky nové menzury. Tedy u kytary se standardní menzurou 650 mm se nachází třináctý pražec 340 mm od nultého pražce. Víme tedy, že 340 mm jsou dvě třetiny pomyslné délky, spočítáme tedy $340 : 2 = 170$. Vzdálenost mezi třináctým pražcem a posuvnou kobyly pro Bohlen-Pierce bude činit 170 mm. Délka menzury potom bude činit $170 + 340 = 510$ mm. Tato vzdálenost je opět teoretická, neboť přidanou kobyly se většinou zvýší dohmat, doporučuje se tedy kobyly posunout trochu blíže původní, čili nepatrně prodloužit menzuru. Jako přidaná kobyly může dobře posloužit propisovací tužka, nebo jiný podobný kulatý předmět z tvrdého materiálu a požadovaných rozměrů. Přítomnost přídavné kobyly se samozřejmě podepíše na tónu nástroje, který potom bude mít kratší dozvuk a celkový zvuk bude mít perkusivní charakter. Částečně se dá kratšímu dozvuku zabránit položením dlaně pravé ruky (pokud je hráč pravák) na neaktivní části strun za kobyly, a tím eliminovat i nežádoucí zvuky, které mohou vznikat v této oblasti přenosem vibrací z rezonanční desky. Nicméně poloha posuvné kobyly, tedy 510 mm se nachází těsně u konce rezonačního otvoru, tedy ozva je poměrně dobrá, byť jak již bylo zmíněno, charakter zvuku se vzdaluje od původního estetického ideálu. Nicméně tím vzniká nová hodnota.

³³ Viz fotografie v příloze

³⁴ Ústní sdělení, podzim 2010, Brno

³⁵ BUZZI, Mario. *Tónové systémy*. Brno, 2008. Disertační. Janáčkova Akademie Múzických Umění.

Jelikož takto upravená kytara bude mít kratší menzuru, znamená to, že ladění volných strun bude též rozdílné. Rozdíl 140 mm u posunutí kobylky z původních 650 mm činí intervalově krok odpovídající zhruba velké tercii. V praxi to bude znamenat, že uvažujeme, jako by volné struny byly transponovány o velkou tercii podle systému 12 EDO, přičemž odchylky pro Bohlen-Pierce ladění kytary zůstanou zachovány, tedy tabulka ladění bude vypadat následovně:

	Gis	Cis	Fis	H	Dis	Gis
původní	0	-63	-124	-189	+2	-63
inovovaný	0	+83	+22	-43	+2	+83

Pro úplnost dodejme, že je také možno na kytaře odstranit pražce a vzniklé mezery na hmatníku zatmelit, čímž vznikne bezpražcový nástroj, který bude mít všechny výhody i nevýhody nástrojů s volným laděním. Takový nástroj ale lze opatřit převazy, tedy pražci ze starých strun, podobně jako je tomu u loutny. Tím je zaručena intonační stabilita. Tuto možnost v Bohlen-Pierce ladění kytary využil v praxi např. Edgar Mojdl.³⁶

Všechny zde uvedené techniky lze zobecnit, neboť systém převazů lze použít i na tradičních smyčcových nástrojích, což jim umožní větší intonační jistotu a naopak všechny ostatní chordofony s pražci lze upravit pro potřeby Bohlen-Pierce ET ladění obdobným způsobem, jak to bylo vysvětleno na příkladu kytary.

3.2.2. Možnost přeladění klavíru do systému Bohlen-Pierce

Klavír též patří do skupiny nástrojů, které je možno v rámci možností přeladovat. Jednotlivé struny jsou naladěny na patřičné frekvence, které odpovídají tónům daného systému, tedy systému 12 EDO. Jelikož každá struna je naladěna zvlášť, bylo by možno ji v rámci možností přeladit na jinou frekvenci. Bohlen-Pierce ladění má tu výhodu, že jednotlivé stupně jsou od sebe vzdáleny o větší interval nežli v systému 12 EDO, čili počet tónů v určitém frekvenčním rozsahu v ladění Bohlen-Pierce je nižší

³⁶ Ústní sdělení, léto 2012, Šlapanice u Brna

než v systému 12 EDO. Tím pádem počet kláves vázaných na jednotlivé struny (v případě klavíru i násobené struny) je vyšší, než bude potřeba pro množství tónů v rozsahu nástroje.

Při přeladování klavíru je tedy potřeba postupovat následně: v první řadě je potřeba si určit referenční tón, ze kterého se bude vycházet. Pro potřeby demonstrace zvolíme tradiční komorní $a' = 440$ Hz, které bude rovno tónu A v Bohlen-Pierce. Následně je potřeba všechny klávesy doladit k jejich nejbližším ekvivalentům v Bohlen-Pierce. Tím ladění přizpůsobíme konstrukci nástroje. Pokud bychom totiž ladili klavír chromaticky v Bohlen-Pierce, tj. pro každou klávesu chromatický stupeň, brzy by rozdíl ve frekvencích původních tónů a tónů požadovaných byly příliš velké, což by v konečném důsledku vedlo k tomu, že ve vyšší poloze by bylo třeba struny neúměrně napnout a v nižších neúměrně povolit, což nevyhovuje konstrukci nástroje. Bylo by tedy potřeba ve velmi vysokých polohách nutno struny napnout takovým tahem, že by hrozilo jejich přetržení a naopak v hlubokých polohách by byly povoleny tak, že by se to velmi negativně ovlivnilo jejich ténbru.

Způsobem mnou navrženým a zde předkládaným tedy logicky dojde k tomu, že některé klávesy bude potřeba naladit na stejnou frekvenci. To v praxi znamená, že určité konkrétní tóny bude možno hrát na dvou sousedních klávesách. V praxi je to možno využít třeba pro hraní tremol, která jsou standardně v takové rychlosti na jedné klávese nedosažitelná. Zároveň ténbr těchto dvou tónů bude nepatrně odlišný, čehož lze také v kompoziční praxi využít. Nevýhodou ale proti tomu je, že pořadí zdvojených kláves nebude řazeno podle oktávové periodicity, ale podle duodecimové. Přitom samozřejmě klávesy zůstávají ve standardním pořadí, tedy podle oktávové periodicity. To může zprvu působit mírně konfuze, pročež lze doporučit označování period. V praxi tedy např. všechny klávesy se znějícím tónem A (v takto přeladěném Bohlen-Pierce systému) označit třeba barevnou samolepkou, nebo smývatelnou barvou. Tímto se zajistí lepší optická orientace na klaviatuře.

Tabulka pro přeladění je představena níže, přičemž v prvním řádku je uveden název tónu klávesy v systému 12 EDO. Ve druhém řádku je uvedena odchylka proti původní frekvenci systému 12 EDO, uvedena v centech. Třetí řádek pak uvádí názvy tónů v Bohlen-Pierce, pokud je $a' = A$.

								A,,	Ais,,	H,,	C,
								-38,2	+8,4	+54,9	-35,1
								E	F	Ges	Ges

Cis,	D,	Dis,	E,	F,	Fis,	G,	Gis,	A,	Ais,	H,	C,
+11,4	+57,5	-43,7	+3,3	+46,7	-52,3	-4	+42,3	-57,7	-11,4	+34,9	-65,1
G	H	H	Jes	J	J	A	Bes	Bes	B	C	C

Cis	D	Dis	E	F	Fis	G	Gis	A	Ais	H	C
-18,8	+27,5	-72,5	-36,2	+10,4	+56,9	-33,1	+13,4	+59,5	-41,7	+5,3	+48,7
Des	D	D	E	F	Ges	Ges	G	H	H	Jes	J

cis	d	dis	e	f	fis	G	gis	a	ais	h	c'
-50,3	-2	+44,3	-55,7	-9,4	+36,9	-63,1	-16,8	+29,5	-70,5	-34,2	+12,4
J	A	Bes	Bes	B	C	C	Des	D	D	E	F

cis'	d'	dis'	e'	f'	fis'	g'	gis'	a'	ais'	h'	c''
+58,9	-31,1	+15,4	+61,5	-39,7	+7,3	+51,7	-48,3	0	+46,3	-53,7	-7,4
Ges	Ges	G	H	H	Jes	J	J	A	Bes	Bes	B

cis''	d''	dis''	e''	f''	fis''	g''	gis''	a''	ais''	h''	c'''
+38,9	-61,1	-14,7	+31,5	-68,5	-32,2	+14,4	+60,9	-29,1	+17,4	+63,5	-37,7
C	C	Des	D	D	E	F	Ges	Ges	G	H	H

cis'''	d'''	dis'''	e'''	f'''	fis'''	g'''	gis'''	a'''	ais'''	h'''	c''''
+9,3	+55,7	-44,3	+2	+48,3	-51,7	-5,4	+40,9	-59,1	-12,8	+33,5	-66,5
Jes	J	J	A	Bes	Bes	B	C	C	Des	D	D

cis''''	d''''	dis''''	e''''	f''''	fis''''	g''''	gis''''	a''''	ais''''	h''''	c'''''
-30,2	+16,4	+62,9,9	-27,1	+19,4	+65,5	-39,7	+11,4	+57,7	-42,3	+4	+50,3
E	F	Ges	Ges	G	H	H	Jes	J	J	A	Bes

V tabulce jsou opět uvedeny pouze teoretické hodnoty. V praxi ladění klavírů se používá tzv. ladící křivky, kdy zhruba spodní dvě oktávy se ladí mírně pod teoretickou frekvenci a vrchní dvě oktávy se ladí mírně nad teoretické hodnoty. To se provádí zejména z důvodů přeznívání jednotlivých tónů při sešlápnutém pedálu. Hodnoty této křivky nelze zcela zobecnit, neboť každý ladič k ní přistupuje poměrně intuitivně na základě svých zkušeností a zároveň individuálně k vlastnostem konkrétního nástroje. Další individuální záležitostí je ladění násobných strun. Ty se většinou neladí na přesně stejnou frekvenci, ale zhruba s rozdílem $\pm 0,5$ centů. Pokud by totiž násobné byly struny naladěny na stejnou frekvenci přesně, zvuk nástroje by byl příliš plochý a vytrácel by se tím pocit prostoru. Toto jsou pouze jedny z mnoha faktorů, které mají na svědomí, že konkrétní nástroj může znít odlišně, pokud je naladěn jiným ladičem, byť ve stejném systému. Zároveň je to hezkou ukázkou míšení určité alchymie s exaktností, což je pro celý fenomén hudby příznačné.

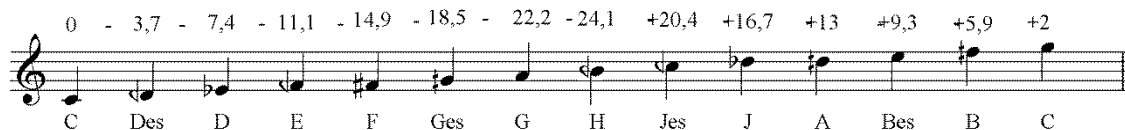
Pro takto přeladěný klavír by bylo záhodno kompozice zapisovat v tzv. virtuální notaci, tedy noty vnímat pouze jako symboly pro jednotlivé klávesy, které budou naladěny na jiné frekvence, než v systému 12 EDO. To může zpočátku činit problémy zvláště těm interpretům, kteří mají hudební představivost, kdy si při hře již dopředu představují zapsanou hudbu, která je ale nakonec od původního zápisu odlišná. Nicméně tento způsob je jistě lepší a na zaškolení interpreta klade menší nároky než učení systému nového. Z tabulky tedy odvozují zápis not, kdy klávesu naladěnou na stejnou frekvenci sousední „nižší“ klávesy spojují legátem a pod notami místo názvu označují podčárníkem.

chromatického kroku v Bohlen-Pierce ET a tři kroků v systému 24 EDO (terminologií Aloise Háby čtvrttónového systému). Jeden chromatický krok v Bohlen-Pierce ET je 146,3 centů a v systému 24 EDO tři chromatické kroky budou činit 150 centů. Zmíněno již bylo teoretické pojednání Bruna Bartolozziho, který vytvořil hmaty pro standardní dřevěné dechové nástroje pro systém 24 EDO. Zároveň víme, že u většiny dřevěných dechových nástrojů je možno mírně měnit výšku tónu pomocí nátisku. Tato teorie je tedy založena na předpokladu, že by byly hrány třičtvrttónové kroky, jejichž odchylka by byla doladována nátiskem.

Pro takový systém by bylo záhodno používání dnes poměrně standardizovaného čtvrttónového zápisu, v němž zápis čtvrttónového postupu v rámci velké sekundy vzestupně pomocí křížků a sestupně pomocí béček vypadá následovně:



Zápis Bohlen-Pierce chromatiky v rámci jedné tritávy s vepsanými odchylkami od čtvrttónů v centech by potom vypadal následovně:



Důležitá změna zde nastává mezi tóny H a Jes, které řeším půltónovým krokem, čímž se vyhýbám odchylce větší než 25 centů. Od tónu Jes, resp. jeho nejbližšího možného čtvrttónového tónu v 24 EDO (nižší c') je tedy potřeba tóny nátiskem naopak ladit výše. K téměř vyrovnání dochází právě u tritávy, která je potom i druhým nejbližším intervalem pro systém 12 EDO.

Další možnost, jak upravit dřevěné dechové nástroje vychází z předpokladu, že většina těchto nástrojů je složena z několika na sebe napojených částí, které lze mírně povysunout a tím měnit nejen frekvenci nejnižšího znějícího tónu (v praxi se toho využívá pro doladování s ostatními nástroji). Tím se zároveň mírně mění poměry jednotlivých intervalových kroků. Dal by se tedy teoreticky posunutím této části nástroje kompenzovat rozdíl mezi třemi kroky v systému 24 EDO a jedním v Bohlen-

Pierce. Nevýhodou této teorie je, že chromatický krok v Bohlen-Pierce je nižší než tři chromatické kroky v systému 24 EDO. V praxi by tedy bylo potřeba snížit frekvenci nejnižšího znějícího tónu, což znamená zkrácení menzury nástroje. Bylo by tedy nutných nevratných mechanicky zásahů do nástroje. Poměr, podle jakého by bylo potřeba upravit menzuru, by byl následný: vycházím z toho, že osm tříčtvrtětónových kroků dává rovnou oktávu, tj. 1200 centů. Proti tomu osm chromatických kroků je interval o velikosti 1165 centů. Podělíme tedy $1165 : 1200 = 0,97083$, zaokrouhleno na stotisíciny. Jelikož jsme počítali interval oktávy, je nutno pro kompenzaci tohoto faktu k spočítané hodnotě připočíst polovinu jejího rozdílu k číslu jedna. Tedy $(1 - 0,97083) : 2 = 0,014585$. Připočteme tedy k původní hodnotě, tj. $0,97083 + 0,014585 = 0,985415$. Menzuru nástroje by tedy bylo potřeba zkrátit tak, aby tvořila 0,985415 její původní délky, a toto zkrácení je třeba provést v místě mezi oscilátorem (tj. třeba hubičkou) a klapkovým systémem nebo otvory. Tímto by se tedy teoreticky dala kompenzovat odchylka mezi tříčtvrtětónovým krokem a chromatickým krokem v Bohlen-Pierce. Tedy hraná tříčtvrtětónová stupnice by měla kvality Bohlen-Pierce chromatiky, bez nutnosti úpravy nátiskem. Teoreticky by bylo možno upravit dřevěné dechové nástroje pro potřeby Bohlen-Pierce tak, aby hmaty pro chromatické kroky v systému 12 EDO byly rovny chromatickým krokům v Bohlen-Pierce ET. Zde bychom postupovali následně: víme, že oktáva, tedy 1200 centů má v systému 12 EDO dvanáct chromatických kroků, zatímco Bohlen-Pierce dvanáct chromatických kroků dává interval o velikosti 1769 centů. Tedy opět podělíme $1200 : 1769 = 0,67834$, zaokrouhleno na stotisíciny. Opět jsem počítal rozdíl v oktávě, tudíž analogicky podle prvního příkladu $(1 - 0,67834) : 2 = 0,16083$ a připočtl k první zjištěné hodnotě, tedy $0,67834 + 0,16083 = 0,83917$. Propočty je tedy zjištěno, že délka menzury by se ještě před otvory a klapkovým systémem měla zkrátit na 0,83917 její původní délky. Tímto by se teoreticky dalo pomocí standardních chromatických hmatů pro systém 12 EDO dosáhnout znějící Bohlen-Pierce chromatiky.

Nutno ovšem říct, že se zde opět jedná o pouhou teorii, která zatím nebyla uvedena v praxi. Jedná se o mé vlastní propočty, které jsem si nemohl prakticky ověřit, neboť jsem prozatím neměl možnost vše prokonzultovat s interpretem, který by byl ochoten se podobného experimentování účastnit. Také je důležité si uvědomit, že vše by teoreticky fungovalo pro systém Bohlen-Pierce ET, neboť se opět, jak tomu bylo v případě kytary s posuvnou kobylkou, vychází z nástroje s menzurou rovnoměrně

temperovaného systému. Při uvedení tohoto systému úprav v praxi také nelze vyloučit, že by se vyskytly problémy se znělostí jednotlivých tónů.

Pro úplnost dodávám, že se již formou zakázkové výroby produkují klarinety, které mají klapkový systém uzpůsobený potřebám ladění Bohlen-Pierce. Propagátorem a konstruktérem těchto nástrojů je Stephen Fox a již vyrobil nástroje ve třech polohách – soprán, alt a tenor, přičemž je tedy možná komorní hra více nástrojů. Právě klarinet je pro Bohlen-Pierce vhodný i díky svým akustickým vlastnostem. Především díky svému charakteru tónu, který má velmi potlačené sudé harmonické, pročež i standardní nástroj přefukuje do duodecimy, nikoli do oktávy, jak je tomu běžné u většiny dřevěných dechových nástrojů.

3.2.4. Možnosti žesťových nástrojů v Bohlen-Pierce ladění

Zde se jedná o čistý teoretický nástin, neboť jsem prozatím nesetkal s využíváním žesťových nástrojů v Bohlen-Pierce ladění v praxi. Přesto se ale domnívám, že jejich potenciál je v této oblasti veliký.

Zmíněn byl trombón, který je možno řadit do kategorie nástrojů s volným laděním. Jeho možnosti jsou tedy v oblasti intonace téměř bez hranic a vše závisí pouze na ochotě interpreta. Veliký potenciál ale dle mého soudu mají též žesťové nástroje bez snížce. Jedná se totiž o nástroje s nátrubkem, kde tón a jeho výška je ovlivňována nátiskem. A jak tomu bylo u dřevěných dechových nástrojů, i zde je možno nátiskem intonačně vychylovat jednotlivé tóny v poměrně velkém rozsahu. Také existují žesťové nástroje uzpůsobené pro systém 24 EDO, např. čtvrttónová trumpeta, kterou v našem prostředí proslavil jazzman Jaromír Hnilička (nutno bohužel poznamenat, že posledních zhruba dvacet let na tento nástroj nehraje, přesto jej ale stále vlastní³⁸), existuje i lesní roh pro systém 48 EDO, který byl zkonstruován dle požadavků Juliána Carrilla. Důležitou a charakteristickou vlastností nástrojů s nátrubkem je, že tvorba tónu, resp. intonace vychází z řady harmonických tónů. Bohlen-Pierce ladění též vychází z harmonické řady, pročež je možno se domnívat, že tóny z tohoto systému by měly být hratelné i na těchto nástrojích. Vyžadovalo by to ovšem změnu nátisku, a tedy celé

³⁸ Ústní sdělení, léto 2011, Brno

techniky hry, protože by byla potřeba vyhledat interpreta k tomuto experimentování svolnému. Jako příklad těchto potenciálních obtíží lze uvést problematický sedmý harmonický tón, který činí mnohým adeptům hry na tento druh nástroje potíže. Jeho ozva je na těchto nástrojích velmi dobrá, ale do systému 12 EDO nepatří, protože je nutno se jí ve standardní technice hry vyhýbat. Bohlen-Pierce ladění ale sedmý harmonický tón zahrnuje, tudíž by bylo nutné jej zahrnout do řady tónů a interpret by musel změnit své zažitě a léta cvičené návyky hry. Interpreti tedy mívají částečně opodstatněné důvody, proč se podobným experimentům většinou vyhýbají. Nicméně vše je opět spíše otázkou ochoty, což bývá ostatně problém nejen u interpretace hudby s alternativními systémy ladění, ale obecně u interpretace novějších kompozic.

3.2.5. Poznámky k přeladování mechanických nástrojů

Předchozí část textu sice uvádí některé možnosti přeladování mechanických nástrojů, u kterých není nutný nevratný zásah do konstrukce. Přesto ale lze doporučit provádění těchto změn na nástrojích školních, případně použitých kusech z nižší cenové kategorie. Samozřejmě by potom mělo být provádění těchto úprav pouze se souhlasem právoplatného majitele nástroje, což předchází možným, byť nechtěným, konfliktům.

Důležité je též zmínit, že mechanické nástroje nemohou již ze své podstaty nikdy ladit naprosto přesně v žádném systému, tedy ani ve standardním 12 EDO. Je to dáno jejich konstrukcí a způsobem tvorby tónu, přičemž již byl zmíněn nátisk u dechových nástrojů, výška dohmatu u strunných nástrojů, ale i samotná dynamika mnohdy intonaci mírně vychyluje. Nedá se ovšem zobecnit, jaká odchylka je ještě přijatelná a která již překračuje pomyslnou hranici. Vše je dáno estetickým hodnocením recipienta a jeho předešlými zkušenostmi, případně vázaností na tradici. Jako příklad tedy lze uvést obecně známý fakt, že hráči na volně laditelné nástroje a zpěváci mají v systému 12 EDO tendence tercie doladovat do jejich přirozených ekvivalentů, což lze chápat jako krok vázaný na přírodní zákony. Ovšem velkou septimu, kterou evropské hudební myšlení v tonálních vztazích chápe, jako tón citlivý potom mají tendenci spíše zvyšovat k tónu základnímu. To vychází z hudebního myšlení, které tento tón charakterizuje z hlediska melodiky jako tíhnoucí k tónu základnímu. Přičemž ekvivalent přirozené septimy proti velké septimě v systému 12 EDO je ale ve skutečnosti nižší.

Přestože zde dochází k tomuto rozporu s přírodními zákony, je mírné zvýšení takového citlivého tónu chápáno jako žádoucí a plně vyhovující estetickým představám recipienta zvyklého na evropskou tonální řeč. Naopak snížení septimy je chápáno jako tzv. blue notes u starší afroamerické hudby a Evropanům zní exoticky.

Jedná se tedy opět o problém zmíněného míšení prvků racionálních, které lze zobecnit s prvky vysoce individuálními. Navíc samotná hudební praxe vyžaduje nemálo těžko popsatelných odchylek, které mají na svědomí, že kompozice interpretovaná strojem (např. ze sekvenceru), byť po všech stránkách dokonalá, zní lidskému uchu nepřirozeně a velmi cize. Proto je záhodno i při přeladování nástrojů do jiných systémů nelpět na strojové přesnosti a dávat v omezené míře průchod volným a náhodným prvkům, které potom v praxi učiní hudbu přijatelnější pro posluchače.

3.3. Přeladování elektrofonů pro potřeby Bohlen-Pierce

Již Ferruccio Busoni na počátku 20. století předvídal využívání elektrofonických nástrojů pro potřeby xenharmonické hudby. Nicméně až do poloviny minulého století bylo experimentování s elektronikou v hudbě minoritní záležitostí, obdobně jako experimentování s odlišnými systémy ladění. Tudíž se tyto přístupy k hudbě v této době mýjely. Teprve masivní rozšíření elektrotonů v druhé polovině 20. století začalo být reflektováno skladateli a teoretiky xenharmonické hudby. Ti potom začínají využívat jejich velkého potenciálu v oblasti ladění. Zároveň teorie ovlivňuje praxi, tudíž vznikají nástroje, které změny ladění podporují.

Problematika organologického třídění elektrofonů není prozatím na úrovni třídění nástrojů mechanických. Je to samozřejmě dáno jejich poměrně krátkou historií a rychlému vývoji, který neustále pokračuje v tempu nesouměřitelném se současným vývojem mechanických nástrojů. Obecně lze ale elektrofony rozčlenit na dvě skupiny. Nástroje elektrofonické³⁹ (někdy též označované jako elektromechanické), které mají mechanický oscilátor. Ten je potom snímán a zesilován elektronickou cestou. Zástupcem této skupiny je např. elektrofonická (v hovorovém jazyce elektrická) kytara.

³⁹ Více o této skupině hudebních nástrojů v: GUŠTAR, Milan. *Elektrofony: historie, principy, souvislosti*. Vyd. 1. Praha: Uvnitř, 2007, 397 s. ISBN 9788023984460.

Druhou skupinou jsou nástroje elektronické⁴⁰. U nich je i oscilátor elektronický, a tedy tvorba tónu i jeho zesílení probíhá čistě elektronickou cestou. Jako zástupce lze uvést třeba teremin. Možné je uvažovat i o třetí skupině elektrofonů, které je možno charakterizovat jako nástroje virtuální. Jedná se tedy o hudební software. Zde by ale bylo členění velmi komplikované, neboť značné množství dnešních elektrofonických hardwarových nástrojů bývá postaveno na počítačových technologiích, docházelo by k prolínání těchto skupin.

3.3.1. Možnosti přeladování elektrofonických nástrojů pro potřeby Bohlen-Pierce ladění

Jelikož princip tvorby tónu u elektrofonických nástrojů je v zásadě shodný s mechanickými nástroji s tím rozdílem, že výsledná mechanicky získaná zvuková kvalita je snímána a dále upravována, lze tedy postupovat při přeladování obdobně jako u nástrojů mechanických. Vše je tedy podmíněno možnostmi přeladování mechanicky vzniklých frekvencí tónů, které lze též upravovat mechanicky. Postupy tedy budou v zásadě analogické s upravováním ladění u mechanických nástrojů se všemi limity.

Jako příklad uvádím možnosti elektrofonické kytary. Je zde možno používat obdobné technologie jako v případě tradiční kytary. Elektrofonickou kytaru by bylo možno upravit systémem vyměnitelných hmatníků, který využívá na mechanických nástrojích Ron Sword. Můj systém s posuvnými pražci není pro elektrofonickou kytaru vhodný. Elektrofonická kytara totiž kvůli snímání elektromagnetickými snímači vyžaduje kovové struny. Nicméně je možno tento systém použít při snímání piezoelektrickým snímačem, který kovové struny nevyžaduje. Dále je možno použít techniku posuvné kobylky. Zde je ale nutno brát v potaz pozici snímače. V případě elektromechanického snímače je nutné, aby se nacházel v aktivní části struny, tedy za posuvnou kobylkou. Mám ověřeno v praxi, že kytara typu Stratocaster má snímač umístěný u hmatníku v poloze před posuvnou kobylkou, pokud je umístěna podle požadavků Bohlen-Pierce ladění.⁴¹ Je tedy nutné mít při hře aktivován snímač v pozici

⁴⁰ Více o této skupině hudebních nástrojů v: GUŠTAR, Milan. *Elektrofony: historie, principy, souvislosti*. Vyd. 1. Praha: Uvnitř, 2008, 518 s. ISBN 9788023984477.

⁴¹ Viz fotografie v příloze

u krku, jelikož je ale přímo u posuvné kobylinky, charakter tónu bude bohatý na vyšší harmonické, obdobně jako standardní snímač u kobylinky. Pokud se jedná o jednocívkový snímač a je možno jej zapojit společně s jiným snímačem, tak aby vznikl tzv. humbucking efekt (eliminace nežádoucích brumů a ruchů při zapojení dvou cívek snímače) a tento druhý snímač se bude nacházet za kobylinkou, tedy nebude snímat aktivní část struny, vznikne zajímavý jev. Charakter zvuku bude odpovídat jednocívkovému snímači, ale vzniká efekt potlačení nežádoucích brumů a ruchů, jako v případě snímače dvoucívkového. U snímání piezoelektrickým snímačem musíme mít opět na paměti jeho pozici. Ta bývá zpravidla pod kobylinkou, tudíž takový nástroj je pro přeladění pomocí posuvné kobylinky nevhodný. Existují ale i piezoelektrické snímače, které je možno umístit na libovolnou plochu nástroje (ideálně rezonanční desku nástroje, neboť tyto snímače fungují na principu snímání rezonance nástroje) a ty jsou potom pro tento systém přeladování vhodné.

3.3.2. Možnosti přeladování elektronických nástrojů pro potřeby Bohlen-Pierce ladění

V případě nástrojů elektronických je situace odlišnější a má své specifikace, které je třeba brát v potaz. Specifikem této kategorie je, že již samotný oscilátor bývá elektronický. Z hlediska možnosti přeladění lze opět tuto kategorii rozčlenit do tří skupin. Nástroje s pevným laděním mají systém ladění pevně fixovaný. Takovým příkladem je většina analogových klávesových syntezátorů, které mají pevně stanoveny jednotlivé frekvence tónů, jež jsou schopny hrát a bez mechanického zásahu do nástroje je není možno měnit. Technika upravování elektronických zvukových zařízení se nazývá circuit bending.⁴² Lze ji chápat jako určitou analogii k technice tzv. preparování mechanických nástrojů, nicméně pro její využití je třeba hlubších znalostí v oblasti elektroniky a pro docílení úprav frekvencí pevně naladěných tónů je potřeba rozdílných přístupů v závislosti na kusu nástroje a jeho specifik elektronického zapojení. Nelze zde tedy zobecňovat, pročez tuto možnost ponechávám stranou. Pouze dodávám, že prvním nástrojem, který kdy byl naladěn do Bohlen-Pierce, byly právě elektronické varhany,

⁴²Více informací o tomto fenoménu v: KOVALOVÁ, Veronika. *Hardware hacking a circuit bending jako umělecké strategie*. Brno, 2012. Magisterská. Masarykova Univerzita.

sestrojené Heinzem Bohlenem. Jednalo se tedy o nástroj z této kategorie, nicméně již při konstrukci se počítalo se specifiky Bohlen-Pierce ladění, tudíž tento nástroj není možno přeladit do žádného jiného systému (včetně 12 EDO).

Nástroje s volným laděním se v elektronické podobě také vyskytují. Mnohdy bývá jejich způsob tvorby tónu z elektronického hlediska stejný, jako je tomu u předchozí kategorie, rozdíl ale spočívá ve způsobu ovládání takového nástroje. Tyto nástroje mají zpravidla způsob ovládání nelimitovaný klávesami. Typickým příkladem je teremin, kde jako ovladač slouží ruka, která přiblížováním, nebo oddalováním od antény způsobuje kontinuální změnu frekvence tónu. Je tedy opět pouze otázkou praxe a sluchových dispozic interpreta, zda bude schopen jejich potenciálu využít. Některé elektronické nástroje mají jako ovladač dotekovou plochu, kde je také možno posunem po ní docílit volné intonace. Určité nástroje dokonce kombinují klávesové ovladače s těmito alternativními, čímž se zvyšuje jejich flexibilita. Obecně se ale nástroje patřící do této kategorie v praxi pro alternativní systémy ladění příliš nevyužívají. Je to především dáno tím, že jejich intonační stabilita je závislá na interpretovi, tedy lidském faktoru, který se jak bylo popsáno, ze své podstaty dopouští nepřesností.

Poslední kategorie elektronických nástrojů z hlediska ladění je charakteristická tím, že umožňuje přeladování do více systémů. Důležité je zjistit, jakým způsobem je přeladění umožněno. Nejčastějším způsobem je, že konkrétní nástroj disponuje ve své paměti několika přednastavenými systémy ladění. Tato přednastavená ladění zpravidla odpovídají povaze a zaměření nástroje. Tudíž třeba elektronické simulace mechanických varhan často disponují barokními systémy ladění. Proti tomu některé nástroje s bankami zvuků etnických nástrojů opět disponují etnickými systémy ladění. Některé nástroje se zaměřením na současnou experimentální hudbu umožňují přeladování podle vlastních požadavků. Zde se Bohlen-Pierce v továrních nastaveních prakticky nevyskytuje, neboť se jedná o nový systém, který není tolik zaveden. Způsoby, podle kterých je možno tyto nástroje přeladovat, se liší podle konkrétního typu nástroje, a proto nelze vyjmenovat všechny přístupy a možnosti, které se v praxi používají. Jedním z dosti flexibilních způsobů je, že do periody je možno dosadit rovnoměrný počet tónů. Tímto způsobem je tedy možno generovat pouze systémy rovnoměrně temperované. Pro potřeby Bohlen-Pierce je však též nutné, aby bylo možno nastavit periodu, neboť většina nástrojů s podobnou architekturou má fixně nastavenou

oktávovou periodicitu. Tím se výběr systémů zužuje pouze na ladění typu EDO. Pokud je ale umožněné nastavení periody, zvolíme přirozenou duodecimu, tedy 1902 centů, a jako požadovaný počet tónů dosadíme 13, čímž vznikne Bohlen-Pierce ET. S touto možností přeladování je možné se setkat nejčastěji u nástrojů staršího data výroby.

Často používaným způsobem pro možná alternativní ladění je ten, v jehož případě se všech dvanáct tónů do oktávy může vychýlit o určitou hodnotu. Nejčastější hodnota odchylky je ± 50 případně ± 64 centů. Nicméně i zde je zachována oktávová periodicitu. Tudiž prakticky lze tímto způsobem pouze naladit dvanáct kroků v jedné tritávě Bohlen-Pierce ladění, přičemž další tóny v jiných pomyslných tritávách budou laděny podle oktávové periodičnosti a nebudou tím pádem odpovídat frekvencím tónů pro Bohlen-Pierce ladění. Tento způsob přeladování využívají ze světových výrobců např. Roland a Korg, kde velká část jejich produkce od poloviny 90. let minulého století touto funkcí disponuje. V průběhu let přišlo na trh i několik zařízení, která mají naprosto volné možnosti ladění. Mezi ně patří např. zvukové moduly řady Proteus výrobce E-MU a též produktová řada syntezátorů Kurzweil K2XXX disponuje volnými možnostmi ladění.⁴³

Velká část elektronických hudebních nástrojů je dnes digitálních, a tudíž využívají počítačových technologií. V tomto ohledu je důležité rozhraní MIDI⁴⁴ (význam zkratky: *musical instruments digital interface*), které bylo kodifikováno v roce 1983. Slouží jako jednotný standardizovaný protokol pro komunikaci hudebních nástrojů a jiných digitálních zařízení. Důležitá je jeho univerzálnost, tedy vzájemná kompatibilita i u zařízení různých výrobců. Tento protokol též slouží k vytváření nahrávek např. pro sekvencery.

Jako u všech digitálních zařízení, základem tohoto rozhraní je binární kód. V praxi ale komunikace probíhá v hexadecimální soustavě, tudíž většina parametrů je podřízena číslu šestnáct. To mimo jiné vysvětluje zmíněnou volitelnou odchylku ± 64

⁴³ Většina výrobců poskytuje manuály ke svým produktům na internetu v elektronické podobě, tudíž případný zájemce má před koupí možnost snadno dohledat i takto okrajovou záležitost, jakou je možnost přeladování.

⁴⁴ Obecné informace v: GUÉRIN, Robert. *Velká kniha MIDI: standardy, hardware, software*. Computer press, 344 s. ISBN 80-722-6985-2. Případně: FORRÓ, Daniel. *Svět MIDI*. Praha: Grada, 1997, 375 s. ISBN 8071694126.

centů (jedná se o číslo dělitelné šestnácti beze zbytku). Dalším důležitým číslem pro MIDI komunikaci je 128 (tedy opět dělitelné šestnácti beze zbytku), které udává hodnoty v rozmezí 0 až 127. Tyto hodnoty lze např. přiřadit dynamice, tudíž standardní MIDI nahrávka rozeznává 128 stupňů dynamiky. Toto číslo lze vztáhnout i na ladění, přičemž pro přeladování se používá funkce zvaná pitch bend. Původně byla určena k ohýbání tónu, ke kterému u klávesových nástrojů slouží kolečko, případně joystick zpravidla po levé straně od klaviatury. Pitch bend funguje tak, že ohýbá tón o 128 hodnot v rozmezí \pm celý tón (pokud není nastaveno jinak a pochopitelně v systému 12 EDO). Tedy tón ve standardní pozici má přidělenou hodnotu 64, o velkou sekundu níž 0 a velkou sekundu výš 128. Nevýhodou této funkce je, že ohýbá globálně všechny tóny na jednom kanálu v reálném čase. V praxi to tedy znamená, že pokud bychom chtěli zahrát jednohlasou melodii, můžeme v rámci limitů, které budou zmíněny, ohýbat tóny libovolně. Problém ale nastává u souzvuků, neboť poměry mezi nimi na jednom kanálu budou vždy v systému 12 EDO. V případě souzvuků by tedy bylo nutno všechny tóny, jejichž intervalový poměr neodpovídá systému 12 EDO nastavit pro jiný kanál. V praxi např. notační program Sibelius podporuje čtvrttónovou notaci. Nicméně pokud bychom chtěli, aby zápis při přehrávání respektoval čtvrttónové kroky v souzvučích, je potřeba tento part rozepsat do dvou osnov, pro dva stejné nástroje kde v první budou zapsány všechny půltónové intervalové kroky a v druhé všechny o čtvrttón proti nim posunuté. V zásadě je to obdobný princip, jaký byl zmíněn u Charlese Ivese, kdy psal své čtvrttónové skladby pro dvě píána, která je nutno naladit s čtvrttónovým posunem. MIDI zařízení ale nabízí několikanásobně víc kanálů než pouhé dva, přesto jde o určitý limit, na který je možno v praxi narazit. Např. pro Bohlen-Pierce ladění by bylo potřeba každý v reálném čase znějící tón přiřadit na zvláštní kanál, neboť v tomto systému nejsou žádné souzvukové hodnoty rovny v systému 12 EDO. Další možnou výhradou vůči používání funkce pitch bendu pro potřeby xenharmonické hudby je jeho poměrně velká nejmenší dosažitelná intervalová odchylka, které lze dosáhnout. Tu spočteme následně. Víme, že ohýbání tónu probíhá \pm o celý tón, v součtu tedy interval velké tercie. Ten je roven 400 centům. Ty jsou děleny na 128 stejných dílů, tedy $400 : 128 = 3,125$ jelikož se jedná o odchylku \pm od stanovené hodnoty, je třeba ještě $3,125 : 2 = 1,5625$ centů. Již bylo zmíněno, že mírné odchylky lidskému vnímání hudby nevadí a naopak jsou mnohdy spíše žádoucím oživením. V tomto případě ale mají odchylky konstantní hodnoty, tudíž se vytrácí onen efekt

oživení, ale naopak strojová přesnost zůstává. Navíc tato odchylka je již sluchem rozpoznatelná.

Tyto nedostatky MIDI normy jsou bohatě kompenzovány vytvořením standardu MTS (MIDI tuning standard). Ten vychází vstříc skladatelům a experimentátorům zabývajícím se alternativním systémům ladění. Přestože byl tento standard stanoven až na počátku devadesátých let minulého století, zajišťuje zpravidla i kompatibilitu se staršími zařízeními disponujícími MIDI. Výhodou této normy je, že přeladuje každý tón v jednom kanálu zvlášť. Limitem tedy je pouze počet tónů na jednom kanálu, kterých je opět 128. Tento limit se může projevit především u ladění, která mají malé intervalové kroky. Ve standardním 12 EDO systému znamená 128 chromatických kroků výplň deseti oktáv a malé sexty, což je pro hudební praxi víc než dostačující. Ovšem v např. v systému 48 EDO je 128 chromatických kroků pouze výplň dvou oktáv a dvaatřiceti chromatických 48 kroků ($48 : 4 = 8$ chromatických kroků v 12 EDO, tedy opět interval malé sexty v 12 EDO). V takovém případě, pokud je třeba využít většího rozsahu, než dovoluje limit, musí se přiřazovat na různé kanály jednotlivé pásma těchto tónových výplní, tak aby byl pokryt požadovaný celkový rozsah. Tedy analogicky, pro dosažení rozsahu deseti oktáv a malé sexty bude potřeba využít čtyř kanálů. Pro potřeby Bohlen-Pierce, pokud vynecháme jeho rozšířené varianty, ale tato možnost odpadá. Rozsah na jednom kanálu bude činit devět tritáv a jedenáct chromatických Bohlen-Pierce kroků, což překračuje rámec lidským uchem slyšitelného pásma. Další výhodou MTS je zpřesnění jeho nejmenší odchylky 0,0061 centů, což je hluboko pod hranicí rozpoznatelnosti lidským sluchem.

MIDI rozhraní umožňuje též komunikaci s počítačem. To má mimo jiné praktické využití v tom, že existují softwarové programy, které slouží k vizualizaci programování některých parametrů tohoto protokolu. Obrazovka počítače je totiž lepším prostředím pro orientaci, než malý displej většiny hardwarových zařízení. Pro potřeby alternativních systémů ladění je třeba v první řadě zmínit program Scala⁴⁵, který vyvinul Manuel Op de Coup. V současnosti je vývoj programu finančně podporován a zaštitěn Huygens-Fokkerovým institutem (jedná se o institut pečující o odkaz Adriaana Fokkera

⁴⁵ Dostupné z: OP DE COUP, Manuel. [online]. [cit. 2013-02-3]. Dostupné z: <http://www.huygens-fokker.org/scala/>

se sídlem v nizozemském Amsterdamu, který mimo jiné pořádá koncerty, přednášky a též vlastní rozsáhlý archiv materiálů k problematice ladění, mimo jiné i původní manuskripty Heinze Bohlena k jeho systému ladění). Program je v komunitě teoretiků a skladatelů v alternativních systémech ladění velmi oblíbený. Kromě přeladování a vizualizací ladicích systémů podle různých klíčů nabízí celou škálu funkcí vztahujících se k problematice ladění. Též obsahuje archiv jednotlivých ladění, který čítá 450 systémů, přičemž Bohlen-Pierce je zastoupen ve všech svých existujících mutacích. Číslo je tak ohromující zejména z toho důvodu, že velká část systémů má různé mutace, a navíc banku rozšiřují samotní uživatelé o své systémy. Jednotlivá ladění je možno ukládat jako soubory ve formátu .scl, který je podporován některými jinými softwary a lze jej převést na formát .tun, což je původní formát MTS, který umí číst většina hardwarových MIDI zařízení. Scala je oblíbená nejen díky nepřebernému množství možností, ale také proto, že funguje na třech nejpoužívanějších operačních systémech, tedy Windows, MacOS X a Linux, a zvláště proto, že jeho distribuce je zdarma. Scala ale neobsahuje vlastní zvukovou banku, tudíž je k němu nutno připojit zařízení, nebo virtuální nástroj, který je schopen číst jmenované formáty.

Virtuálním nástrojem je potom myšlen software, který funguje jako generátor zvuků na počítači. Ty mohou mít různé formáty a fungovat jako samostatné aplikace, anebo je nutno, aby byly otevřeny v nějakém hostujícím prostředí, zpravidla softwaru pro nahrávání a hudební produkci. Z bezplatně distribuovaných, které podporují formáty .scl (jsou tedy plně použitelné pro Bohlen-Pierce ladění) jmenujme produkty společnosti Xen-Arts. Je to subtraktivní syntezátor Ivor, frekvenčně modulační syntezátor xenharmonic. Dále virtuální syntezátor ZynSubFX, který kombinuje několik druhů zvukových syntéz. Z komerčních jmenujme program Absynth společnosti Native Instruments. Samozřejmě výčet není zdaleka kompletní, nicméně faktem zůstává, že nekomerčních softwarů podporujících alternativní ladění je relativně dost a mnohdy mají i otevřený zdrojový kód, což odpovídá komunitnímu způsobu uvažování skupiny nadšenců pro xenharmonickou hudbu.

Další velikou výhodou MIDI zařízení je umožnění kompatibility různých hardwarových zařízení. V praxi to znamená, že lze různá zařízení propojovat. Pro potřeby xenharmonické hudby je tedy výhodou možnost používání různých ovladačů k těmto zařízením. Standardním ovladačem bývá klávesnice shodná s klaviaturou piana. Takové seřazení kláves ale nemusí být vhodné pro potřeby

alternativních systémů ladění. Defaultně je klaviatura nastavena tak, že prostřední tón celého rozsahu jednoho kanálu odpovídá frekvenci tónu c' a je přiřazen klávese odpovídající tomuto tónu v systému 12 EDO. Výhodou ovšem je, že lze celou klávesnici mapovat, tj. v souvislosti s laděním přiřazovat k jednotlivým klávesám požadované frekvence. Je tak možno částečně eliminovat nevýhody standardní klaviatury, které jsou poskládány podle dvanáctitónové periodičnosti. Důležitá je totiž optická orientace na klaviatuře. Při defaultním mapování odpovídá znějící tritávová periodičita třinácti klávesám, tedy jeden tón v různých tritávách bude přiřazen k rozdílným klávesám podle systému 12 EDO. Pokud budeme vycházet z předpokladu, že $c' = C$ v Bohlen-Pierce, C o tritávu vyšší bude odpovídat klávese určené pro tón *cis''* v systému 12 EDO. Jako možné řešení se nabízí přiřazení chromatických kroků v Bohlen-Pierce dle libovolného vzorce, ale tak, aby periodičita na klávesách odpovídala čtyřicetivaceti klávesám, tedy dvěma oktávám. Tím ale vzniká problém, že rozsah znějící tritávy, tedy přirozené duodecimy se nachází v tak velkém rozpětí, což zase může činit potíže pro prstoklad.

V malých sériích se vyrábí i klávesové ovladače, které mají jiné pořadí kláves. Takovým příkladem je Axis od společnosti MIDI C-Thru music, jehož klávesy mají tvar šestiúhelníků a jsou poskládány v několika řadách, což umožňuje pohyb po klaviatuře nejen do stran, ale i směrem nahoru a dolů. Tento systém v praxi pro Bohlen-Pierce a s vlastním mapováním využívá Elaine Walker. Ta si pro své potřeby též vyrábí vlastní klávesové ovladače, které mají pořadí kláves uzpůsobené potřebám Bohlen-Pierce ladění. Rozměry kláves odpovídají standardní klaviatuře, ale jejich pořadí respektuje modalitu v Bohlen-Pierce, tedy devítitónové mody v základní poloze jsou na bílých klávesách a zbylé čtyři na černých. Tedy stejně jako na elektronických varhanách konstruovaných Heinzem Bohlenem.

Pro úplnost dodejme, že existuje zařízení Tuning box společnosti Hi-Pi instruments. Funguje tak, že se připojí k MIDI zařízení a umožňuje jeho přeladění v přednastavených systémech, přičemž jedním z nich je i Bohlen-Pierce ET. Má i svůj vlastní software, který umožňuje tvoření vlastních systémů ladění a jejich ukládání do paměti přístroje. Zároveň je kompatibilní s programem Scala.

Závěrem této kapitoly je třeba dodat, že elektronické nástroje, zvláště digitální, opatřené MIDI rozhraním jsou z hlediska požadavků alternativních ladění velmi flexibilní. Slouží často jako první zkušební nástroj libovolného nového systému ladění.

Z hlediska témbu pochopitelně simulace mechanických nástrojů elektronickými zůstane vždy pouhou simulací. Nicméně dnešní nástroje již umožňují simulace velmi věrné svým vzorům. Napodobit ovšem nelze právě ony nedokonalosti (včetně intonačních) nástrojů mechanických. Teoreticky by bylo možné vytvořit program, který by byl schopen tvořit náhodné intonační odchylky, ale problém by byl s vytvořením algoritmu, který by odpovídal oněm těžko předvídatelným chybám. Pro praxi je tedy nejlepší, pokud jsou tyto nástroje kombinovány, zvláště s mechanickými nástroji s volným laděním, kterým potom slouží elektronika jako intonační vodítka, čímž se nedostatky obou těchto odlišných skupin mírně vyrovnají.

3.4. Problematika referenčního tónu

Bohlen-Pierce ladění prozatím nemá pevně stanoven referenční tón. Někteří výrobci, zvláště dechových a idiofonních nástrojů se snaží v rámci zachování kompatibility svých produktů přidržovat konkrétní předem stanovené frekvence, přesto ale se tyto normy mohou lišit. Ostatní zmíněné nástroje, jako kytary, klavír, elektrofony, lze doladit tak, aby byly schopny souhry s ostatními nástroji. Ale právě u dechových nástrojů, zvláště upravených podle uvedené teorie by mohl nastat problém vzájemné nekompatibility. Nicméně veškerá hudba v alternativních systémech ladění je téměř výlučně prováděna v komorním obsazení. Je to dáno tedy nejen neochotou většiny interpretů přistoupit na nová pravidla hry. Nicméně drtivá většina skladatelů a teoretiků xenharmonické hudby je s tímto faktem smířena a rozhodně ani neočekává v tomto směru výrazné změny. Cílem by tedy mělo být poukázání na možnou alternativu a zároveň upozornění, že i současný systém prošel v historii určitým vývojem, a proto je nespravedlivé označovat veškerou hudbu mimo 12 EDO za falešnou.

3.5. Dovětek k využití Bohlen-Pierce v praxi

Přestože představené teorie mohou vypadat pro praktického hudebníka nezabývajícího se alternativními systémy ladění na první pohled složitě, jedná se pouze o pár zákonitostí, které je však nutno pochopit. To vyžaduje určitý čas a případnou možnost ověřovat si vše v praxi. Nicméně Bohlen-Pierce a především zde představený Bohlen-Pierce ET patří mezi jednodušší struktury ladění pro praktické zacházení s ním.

Zároveň je ale velmi specifické a dá se na něm demonstrovat několik obecných principů teorie alternativních ladění. Zacházení s ním v praxi je potom velmi intuitivní, neboť, jak je již z anglického přídomeku *scale* a nikoli *tuning* patrné, je možné s celým chromatickým materiálem zacházet jako se svěbytnou stupnicí.

Potenciál tohoto ladění tkví především v souzvukové složce, která je i v mutaci ET díky poměrně malým odchýlkám vůči přirozené variantě velmi konsonantní. Nevýhodou je ale fakt, že nelze dosáhnout vysoce expresivních poloh, které jsou charakteristické především pro systém s menším intervalovými kroky než půltón ve 12 EDO. Zároveň je v takovém systému obtížnější tvorba zpěvných melodií, neboť intervalové kroky jsou již poměrně velké. V praxi většina skladatelů tíhne v instrumentaci u Bohlen-Pierce ladění k používání zvuků s potlačenými sudými harmonickými, neboť ty do systému nepatří. Tento postup ale není nutné dodržovat, neboť většina zvuků hudebních nástrojů obsahuje harmonické tóny, které nepatří ani do systému 12 EDO, a přesto jsou v něm používány. Pozor si je třeba dát pouze na oktávové přefukování a flazolety sudých harmonických, které by do systému patřit neměly. Celkově je toto ladění vhodné používat i pro zvuky s pomalejším nástupem tónu, tedy táhle smyčcové plochy, nebo syntezátorové zvuky označované jako pady. Analogicky naopak u ladění s malými intervalovými kroky je zvlášť pro chromatické postupy použití nástrojů a zvuků s rychlejším nástupem tónu.

Častou otázkou nezkušených zájemců o tuto problematiku je, jak takové ladění zní. Jenže systém ladění nelze přímo charakterizovat stylově-žánrovým vymezením. U většiny tradiční evropské hudby je pro její stylovou, nebo žánrovou charakteristiku pochopitelně důležitá melodicko-souzvuková složka. Z fugy rozepsané v systému Bohlen-Pierce nebudeme mít nikdy pocit bachovského kontrapunktu. Nicméně v současné době se v evropské hudbě vyvíjí celá škála žánrů, pro jejichž vymezení je mnohem více podstatná rytmická, nebo témbrová složka. Tyto trendy lze sledovat jak v experimentální hudbě umělejší, tak zejména v hudbě nonartifickální. Existuje dost žánrů, ve kterých by bylo možno používat alternativní systémy, a přitom by mohly být většinovým publikem přijaty bez větších rozpaků. Za zmínku stojí alespoň hudební label *split-notes*. Ten se specializuje na produkci taneční elektronické hudby, která využívá různých alternativních systémů ladění, mimo jiné i Bohlen-Pierce.

Již bylo zmíněno, že současná postmoderní doba přeje pluralitě a nejinak tomu je i u systémů ladění. Zpravidla tedy současní skladatelé a teoretikové nezůstávají pouze

u jednoho systému, ale zkoušejí různá další, byť samozřejmě některá si oblíbí více, jiná méně. Je to také dáno moderními elektronickými hudebními nástroji, které umožňují zkoušení těchto systémů v praxi. Lze se tedy domnívat, že díky své přístupnosti se tento trend bude dále rozšiřovat, byť samozřejmě s největší pravděpodobností zůstane pořád minoritní záležitostí. Samozřejmě lze též doporučit tvoření vlastních systémů, kdy je možno postupovat naprosto intuitivně a s teorií přijít až ex-post, nebo naopak vycházet z čistě racionálních úvah a teoretických konstruktů, které se potom pokoušet naplnit praxí. Zároveň lze doporučit míšení různých systémů v jedné kompozici, ať již na pomyslné horizontální ose, tedy přechodem z jednoho systému do druhého, v průběhu skladby, nebo na vertikální. Tak by došlo k míšení dvou a více systémů zároveň, čímž by vznikaly nové souzvukové kvality, které neodpovídají žádnému v kompozici použitých systémů. Tyto principy bych si dovolil označit jako polyxenharmonické.⁴⁶ Praxe již těchto principů využívá a zmíněné album Wendy (Walter) Carlos *Beauty in the Beast* je dobrým příkladem, že i takový přístup ke kompozici může být životný.

⁴⁶ Prefix poly je též řeckého původu (původ termínu xenharmonický viz kapitola 1.2.1. Problematika terminologického označení hudby jiných ladění), tudíž se nejedná o míšení jazyků.

4. SOCIOLOGICKÝ PRŮZKUM

Cílem sociologického průzkumu bylo na základě poslechového dotazníku potvrzení, případně vyvrácení hypotézy, že základní dvojjzvuky v Bohlen-Pierce ET ladění budou respondenty vnímány jako relativně konsonantní i ve srovnání se standardním systémem 12 EDO. Celkově si ale samozřejmě tento sociologický průzkum neklade nároky na úplné zobecnění. Faktorů, které se podepisují na vnímání hudby a souzvukových vztahů je celá řada a některé mohou být u jednotlivců velmi subjektivní. Je tedy třeba k celkovému průzkumu přistupovat s rezervou, jako ke všem podobným dotazníkům. Jedná se totiž pouze o statistické údaje poměrně úzkého okruhu respondentů. Ten z velké části tvořili studenti a všichni z respondentů navíc pocházejí z českého prostředí. Tudíž je velmi pravděpodobné, že výsledky podobného průzkumu, prováděného v jiné části světa, kde jsou v praxi používány i jiné systémy nežli 12 EDO by patrně mohly vypadat velmi odlišně.

4.1. Hypotéza

Nastíněná hypotéza, že dvojjzvuky v Bohlen-Pierce ET ladění budou znít respondentům poměrně konsonantně, vychází z faktu, že odchylky v Bohlen-Pierce ET ladění od přirozených tónů jsou nižší nežli v systému 12 EDO. Nelze ovšem podcenit sílu zvyku na stávající systém, kdy je již z předchozích zkušeností ověřeno, že mnohdy hudba v přirozeném dvanáctitónovém systému zní posluchači zvyklému na systém 12 EDO spíše podivně a nezvykle. Zvláštností je, že si posluchač více všímá disonantnosti 12 EDO mnohdy po poslechové zkušenosti s přirozenými způsoby ladění a při následném návratu ke standardnímu systému.

Samozřejmě výsledky nelze vztáhnout na celkové vnímání hudby v systému Bohlen-Pierce. Hudba je velmi komplexní záležitostí a na estetickém posuzování se podepisuje mnoho faktorů. Kromě samostatných souzvukových kvalit též jejich spoje a samotná melodika. Přičemž stranou jsou ponechány všechny další prvky, tedy rytmická struktura, tónbr a dynamika, které mají na estetických soudech o hudbě též nezanedbatelný vliv. Zde by ale nebylo možno používat jednoduchá hodnocení konsonance – disonance, ale bylo by potřeba více možných odpovědí a jejich výklad by mohl být ovlivněn mou interpretací. Tento výzkum je navíc pouze součástí práce, nikoli

její hlavní náplní, a má především posloužit jako reference vnímání odlišnosti nového systému od stávajícího.

4.2. Metodologie výzkumu

Pro potřeby poslechového dotazníku byla vytvořena nahrávka v sekvenceru (Sibelius) vložením MIDI not. Zvukový zdroj pocházel ze subtraktivního syntezátoru Ivor podporujícího alternativní systémy pomocí MTS. Tím byla zaručena naprostá přesnost v oblasti intonace a naprostá shoda rytmická, témbrová a dynamická u jednotlivých souzvuků na nahrávce. Proměnným prvkem bylo pouze reprodukční zařízení, které nahrávku přehrávalo, a místnost, ve které se respondenti nacházeli, neboť sběr dat neproběhl hromadně na jednom místě, ale probíhal průběžně od podzimu 2012 do počátku jara 2013. Vždy ale bylo dbáno na to, aby poslechová místnost byla v rámci možností odhlučněná a respondenti nebyli rozptylováni vnějšími vlivy. Proměnné faktory se pochopitelně mohou podepsat na jednotlivých hodnoceních, ale stejně tak se mohlo projevit i případné psychické rozpoložení respondentů. Zvukový témbur zvolený pro nahrávku byl záměrně elektronického charakteru a nejednalo se o simulaci zvuku existujícího mechanického hudebního nástroje, neboť tento prvek by mohl být též brán jako do jisté míry mající vliv na hodnocení. Charakter zvuku byl postaven na sinusovém průběhu, ke kterému byly přidány i harmonické tóny. Celkové pocíťování konsonantnosti či disonantnosti je totiž často ovlivněno i rázy mezi těmito tóny, čistého sinusového průběhu na mechanických hudebních nástrojích dosáhnout nelze. V praxi elektroakustické hudby se též nevyskytuje příliš často, protože byl zvolen tento témbur, který se již blíží běžnému hudebnímu zvuku. Aby se zabránilo případnému negativnímu hodnocení prvních souzvuků čistě na základě nelibosti témburu tónu, byla respondentům před vyplňováním dotazníku puštěna referenční nahrávka. Ta obsahovala pouze tón c' , tedy základní tón všech souzvuků z nahrávky k dotazníku. Ten zazněl třikrát a ve stejném tempu, témburu, i dynamice, v jakém zněly zkoumané souzvuky. Tímto si jednak respondenti měli zvyknout na barvu zvuku, použitého na nahrávce a též ujasnit tempo nahrávky, aby se zabránilo případné kolizi, pokud by některý z dotazovaných nestíhal vyplňovat. Tempo nahrávky bylo ale velmi pomalé a mezi jednotlivými souzvuky byla vytvořena pauza, která měla zabránit případným souvztažnostem s předcházejícím souzvukem. Délka souzvuku byla osm vteřin a délka pauzy činila čtyři vteřiny. Souzvukový materiál obsahoval všech třináct možných souzvuků do tritávy v Bohlen-

Pierce ET a všech devatenáct souzvuků do duodecimy v systému 12 EDO. Byl tak dodržen zhruba stejný intervalový rozsah do jedné periody Bohlen-Pierce ladění. Těchto dvaatřicet souzvuků bylo seřazeno náhodně a celá nahrávka byla pro zjištění možných odchylek zacyklena na dvě přehrání. Pauza vprostřed byla identická a respondenti nebyli informováni, že se jedná o dvě stejné nahrávky. Všechny souzvuky měly základní tónu c' při referenčním tónu $a' = 440$ Hz. Dotazník obsahoval stupnici 1 až 10, kdy hodnota 1 znamená největší konsonance a 10 největší disonance.

Respondenti byli roztrženi do tří kategorií podle hudebního vzdělání a sluchových dispozic. Kategorii A tvořili lidé s absolutním sluchem. Tato kategorie byla nakonec zastoupena pouhými pěti respondenty. V rámci hypotézy se předpokládá, že tato skupina bude spíše tíhnout k intervalům ze systému 12 EDO. Obecně se totiž absolutní sluch přisuzuje hlavně dobré hudební paměti, kdy si takto disponovaní jedinci pamatují přesné frekvence v systému 12 EDO a podle nich poměřují a hodnotí všechny zvukové kvality. Nicméně tato dispozice se dá trénovat a také mezi experimentátory s alternativními systémy se nacházejí lidé s touto dispozicí, tudíž jejich hodnocení může být různé. Lze ale předpokládat, že by měli spíše tíhnout k systému 12 EDO a zvláště obecně konsolidovaným konsonancím, tedy prázdným intervalům oktávy, kvinty, méně potom tercie. Je možno se domnívat, že tato skupina bude patrně považovat za větší konsonanci duodecimu systému 12 EDO nežli ze systému Bohlen-Pierce, neboť ta jim může přijít mírně rozladěná. Celkově by intervaly z Bohlen-Pierce měly být touto skupinou hodnoceny spíše negativně. Lze též v rámci hypotézy předpokládat, že za největší disonanci bude považována malá sekunda v systému 12 EDO, naopak triton bude patrně vnímán více konsonantně, než jak je mu standardně přisuzováno. Největší konsonancí by nejspíš měla být oktáva, jakožto naprosto neutrální interval.

Kategorii B tvořili lidé s prokazatelným hudebním vzděláním a bez absolutního sluchu, tedy studenti, či absolventi konzervatoří, hudebních akademií a muzikologie. Spodní hranicí u těchto studentů byl druhý ročník studia. Tím bylo zaručeno, že všichni respondenti z této kategorie absolvovali základy hudební nauky, harmonie a sluchové analýzy. U této kategorie lze opět předpokládat tíhnutí k obecně uznávaným konsonancím, tedy oktávy, kvinty a kvarty. Ale je možno předpokládat také větší tíhnutí k duodecimě z Bohlen-Pierce ladění, neboť odchylka od duodecimy v 12 EDO je velmi malá a interval tritávy je položen na základech harmonických tónů, které jsou většinou pocíťovány velmi konsonantně. Ostatní intervaly z Bohlen-Pierce by měly této skupině

znít cize, nicméně lze se domnívat, že zde bude hodnocení mírnější a snad se v průměru k systému 12 EDO přiblíží nejvíce.

Kategorie C se sestávala z nehuděbníků. Tedy lidí neumějících číst noty, neznajících hudební teorii a minimálně v posledních pěti letech nehrajících aktivně na hudební nástroje. Bližší vztah k hudbě nebyl zjišťován. U této skupiny lze předpokládat tíhnutí k terciím, ze systému 12 EDO, tedy základnímu stavebnímu kameni tonální harmonie, který figuruje ve většině běžně poslouchané hudby. Intervaly oktávy, kvinty, kvarty a duodecimy této skupině budou připadat zřejmě příliš prázdné, a proto jim můžou dát záporná hodnocení. Intervaly z Bohlen-Pierce by se této skupině mohly zdát poměrně konsonantní. Tato skupina respondentů je patrně bude hodnotit nejpozitivněji, díky jejich přirozenosti a také díky nezátíženosti respondentů hudební teorií a určitým uměle vštěpovaným estetickým kánonem konsonance.

Kategorie amatérských hudebníků byla vynechána, neboť se nejedná o konzistentní skupinu v tom smyslu, že mnoho amatérských hudebníků nezná noty, ani teorie. Zároveň je za amatérského hudebníka možno označit člověka, který hraje jednou za rok na kytaru u ohně, stejně jako případného adepta pro studium na konzervatoři nebo akademii. Pro úplnost dodávám, že v každé z kategorií, kromě zmíněné A jsem měl k dispozici výsledky od padesáti respondentů. To je vzhledem k stanoveným podmínkám vysoké číslo. Věk pro výběr respondentů nebyl určujícím faktorem, nicméně drtivou většinu respondentů tvoří studenti vysokých škol, tedy věková kategorie 19 až 26 let.

Výsledky dotazníku budou zaneseny do sloupcových grafů (viz příloha). Každá z kategorií se vyhodnotí nejprve do tří grafů samostatně. Poté se všechny získané hodnoty zprůměrují v samostatném grafu. Zřejmé je, že poměry zastoupených respondentů neodpovídají skutečnému průměrnému zastoupení v populaci, ale je možno se domnívat, že vysoký počet hudebně vzdělaných lidí proti počtu lidí bez hudebního vzdělání bude fungovat jako jistá kompenzace chybějící skupiny amatérských hudebníků.

4.3. Verifikace hypotézy na základě výsledků průzkumu

Z grafů uvedených v přílohách je patrné, že většina respondentů přistoupila k dotazníku zodpovědně. Rozdíly v naměřených průměrných hodnotách při prvním a

druhém poslechu jsou poměrně malé. To je důležité zjištění, zvláště pro validitu celého průzkumu.

Mé předložené hypotézy se s jistými odchylkami potvrzují. Zejména potom hlavní domněnka, že intervaly v systému Bohlen-Pierce nebudou recipienty s relativním sluchem, tedy kategorie B a C, vnímány jako výrazně disonantní ve srovnání s intervaly ze systému 12 EDO. Méně očekávaná skutečnost je, že i respondenti z kategorie B mají tendence především tercie v systému 12 EDO označovat za konsonance. U obou těchto skupin tak je velká tercie při druhém poslechu označena za největší konsonanci. Překvapivé jsou potom zjištěné hodnoty u oktávy, která je u skupin B a C vnímaná sice jako konsonance, ale zdaleka ne největší. U skupiny A je potom označování konsonance podle obecně uznávaného kánonu evidentní. Nicméně ani tato skupina nehodnotí Bohlen-Pierce z globálního hlediska jako disonantní. Částečně se potvrzuje i moje domněnka, že triton není zdaleka tak velikou disonancí, jak mu mnohdy teorie přisuzuje. Potvrzuje se také velká disonantnost malé sekundy. Disonantnost intervalů v Bohlen-Pierce nešlo předem přímo stanovit, a tedy i rozbor těchto výsledků ponechávám stranou. Potvrzuje se ale hypotéza, že jako největší konsonance je vnímána tritáva. Ta je dokonce všemi kategoriemi respondentů (včetně kategorie A) vnímána jako mírně větší konsonance nežli duodecima v systému 12 EDO. Lze z toho vyvodit, že přirozené intervaly jsou vnímány jako větší konsonance, i proti tomu, že v praxi se ve valné většině setkáváme s jejich rovnoměrně temperovanými ekvivalenty.

Proměnu poměrné odchylky mezi největšími a nejmenšími hodnotami u jednotlivých kategorií respondentů je možno vyložit následně: respondenti kategorie A hodnotili čistě souzvukové kvality a vycházeli ze svých zkušeností, pročež využili celou možnou škálu hodnocení. Proti tomu kategorie C měla tendence nechávat si určitou rezervu a nepoužívat krajní hodnoty. Proto je u této kategorie respondentů poměrná odchylka mezi největšími konsonancemi a největšími disonancemi nejmenší. Zároveň zde pravděpodobně nejvíce docházelo k záměnám hodnocení souzvukových kvalit s hodnocením témbu. Kategorie B je v tomto smyslu někde vprostřed cesty mezi těmito extrémy.

Celkové vyvozování závěrů ze získaných statistických údajů je možno pojmut různými způsoby a je možno si všímat odlišných vztahů. Na jaké vztahy se ten který badatel zaměří, je potom otázkou jeho cílů, tedy výklad se potom může stát dosti tendenčním. Proto na tomto místě svůj výklad těchto vztahů končím.

4.4. Poznámky k průzkumu

Získané statistické údaje je třeba brát s rezervou, jako veškeré statistiky a obdobné průzkumy. Vnímání konsonantnosti či disonantnosti je vysoce subjektivní záležitostí. Navíc zde hraje roli několik různých faktorů. Jeden interval v různých polohách může být z tohoto hlediska vnímán odlišně. Stejně jeho transpozice po periodě (srovnej výsledky intervalů po kvintu v 12 EDO s intervaly od malé nóny po duodecimu). Svůj nezanedbatelný vliv má i barva nástrojů, která má velký potenciál toto vnímání ovlivňovat. A hudba se nesestává pouze ze samostatně stojících souzvuků. Velký vliv na vnímání konsonantnosti či disonantnosti má také následnost jednotlivých souzvuků, jejich postavení v celém systému hudební kompozice a mnoho jiných dílčích faktorů, které nelze nikdy dopodrobna formou průzkumů ověřit.

Znějící hudbu lze chápat jako neustálé zvyšování a uvolňování napětí. Právě disonance je jedním z mnoha činitelů napětí v hudbě, stejně jako konsonance mají tendence toto napětí uvolňovat. Z výsledků průzkumu je potom patrné, že Bohlen-Pierce v tomto smyslu nabízí obdobně bohatou a členitou škálu prostředků jako 12 EDO. To mluví ve prospěch životnosti Bohlen-Pierce ladění a jeho uplatnitelnosti v hudební kompozici.

6. POZNÁMKA K AUDIO PŘÍLOZE

K práci je připojena příloha v podobě CD s nahrávkami. První dvě stopy byly použity pro potřeby poslechového dotazníku. Kvůli obavám z porušení autorského zákona nepřikládám kompozice cizích autorů, ale své autorské skladby využívající systém Bohlen-Pierce ET. Na třetí stopě se nachází kompozice z léta 2012, která vznikla jako doprovod k původně němému experimentálnímu filmu Ralpha Steinera s názvem H₂O. Film je sice staršího data a neměl by podléhat autorskému zákonu, přesto však je pro jistotu uvedena pouze audio stopa. Tato kompozice využívá virtuální nástroj Xenharmonic, který je v principu frekvenčně modulačním syntezátorem. Témbr zvuku byl procesován jak možnostmi architektury takto koncipovaného syntezátoru, tak externími efekty phaser a kruhový modulátor. Charakter skladby nevychází z modálního myšlení v Bohlen-Pierce, neboť zde byla použita jeho rovnoměrně temperovaná varianta. Důležitý je především témbur, kterým byla snaha o vystižení atmosféry filmu, jenž zobrazuje odlesky na hladině u nejrůznějších typů vodních ploch. Čtvrtá stopa potom obsahuje kompozici *Ropucha není na Vašem zařízení* ze zimy roku 2013, pro elektrofonickou kytaru s posuvnou kobylkou, opět v Bohlen-Pierce ET. Kompozice je částečně inspirována specifickým zvukem a způsobem hry Syda Barretta, zakládajícího člena skupiny Pink Floyd (zejména z období jeho působení v této kapele), a zároveň je ovlivněná estetikou hluku, kterou se poprvé teoreticky zabýval Luigi Rusollo. V praxi ji využívá mnoho autorů minulého století i současnosti. Kromě různých typů distortionu, byl použit efekt delay a některé vlastní rozšířené nástrojové techniky hry, kdy je docíleno na nepreparovaném nástroji témburu preparované kytary.

ZÁVĚR

Bohlen-Pierce ladění patří mezi nejrychleji se rozšiřující alternativní systémy současnosti. Jeho teorie je již na poměrně vysoké úrovni a v návaznosti na ní vznikají i jiné, v současnosti především teoretické systémy. Jeho aplikace v praxi je také poměrně častá. Přesto ale v českém prostředí není dosud příliš známé, ostatně jako celá problematika většiny soudobých alternativních systémů ladění.

Právě s vědomím toho jsem koncipoval úvodní části textu tak, aby se případný zájemce v této problematice alespoň zběžně orientoval a samotné Bohlen-Pierce ladění chápal jako byt' svébytný, přesto zdaleka ne jediný systém současné xenharmonické hudby. Právě xenharmonická hudba je dnes celosvětově na vzestupu, což je dáno mnoha faktory. Především rozšířením i finanční dostupností elektrofonů a virtuálních hudebních nástrojů, které umožňují poměrně volné přeladování, ale též díky novým komunikačním technologiím. Právě jejich vliv je důležitý pro rychlou výměnu informací a nových poznatků, stejně jako pro samotnou propagaci v obecné rovině všech menšinových přístupů k hudbě.

Systém Bohlen-Pierce potom může sloužit jako určité pojítko mezi zběžnou znalostí problematiky alternativních systémů ladění a hlubším vhladem do systémů složitějších. Je to dáno jeho výstředností, která jej od většiny standardně používaných xenharmonických systémů, jako např. čtvrttónů, odlišuje, ale zároveň je v zásadě snadné na celkové pochopení.

Za zcela zásadní považuji jeho jednoduchou uplatnitelnost v praxi. Především to zaručuje životnost tomuto systému, který tak není čistou teorií, ale hlavně stále častěji funguje jako další možný výrazový prostředek hudebního jazyka. V práci předkládám vybrané příklady použití na různých hudebních nástrojích. S některými polemizuji a především přicházím s některými originálními řešeními, která sám pro své vlastní skladebné pokusy využívám. Stejně tak navrhuji některá možná teoretická řešení určitých problémů, která jsem si zatím neměl možnost ověřit v praxi.

Veliký potenciál Bohlen-Pierce ladění podporují výsledky sociologického průzkumu, který je součástí práce. Hodnoty vnímání konsonance/disonance u oslovených skupin respondentů dosahují podobných hodnot, jako standardní systém dvanácti tónů do oktávy rovnoměrně temperovaných.

Pole výzkumu v oblasti Bohlen-Pierce ladění je neustále otevřené a nabízí se zde ještě mnoho nevyřešených problémů. Předpokládám a doufám, že obecná problematika soudobých xenharmonických systémů bude v průběhu času více zavedena do muzikologického diskursu a obecné povědomí o této problematice se u odborné veřejnosti dále zvýší. V takovém případě sice má práce pozbude na své aktuálnosti, resp. stane se příliš obecnou, neboť bude nutné řešit již spíše různé dílčí problémy. Nicméně svůj úkol tím splní a osobně doufám, že se nebude jednat pouze o teorii samotnou, ale že zpětnou muzikologickou reflexi si vyžádá především stále častější zavádění odlišných systémů ladění do praxe, kterého jsme v současnosti svědky.

RESUMÉ

Diplomová práce Bohlen-Pierce ladění, teorie a uplatnění v praxi pojednává o tomto novém systému ladění v širších souvislostech. Úvodní kapitoly představují problematiku ladění v obecné rovině. Opomenuty nejsou ani důležité matematické vztahy a fyzikální zákonitosti. Teoretická část představuje historii tohoto systému a důležité hudební teoretiky zabývající se touto problematikou. Uvedena je dnes standardizovaná část hudební teorie, která postupně vzniká kolem Bohlen-Pierce ladění.

Druhý díl práce představuje možná praktická řešení problémů pro hudební provoz. Představeny jsou teoretické i v praxi používané možnosti přeladování hudebních nástrojů pro potřeby tohoto systému ladění. Výchozím bodem jsou užívaná řešení různých teoretiků, se kterými je polemizováno. Řešení jsou dále doplňována vlastními praktickými poznatky, případně jsou navrhována nová možná teoretická východiska. Je zde čerpáno z praktických zkušeností a důraz je kladen především na využití ladění co nejdostupnějšími prostředky v běžné hudební praxi.

Poslední část práce obsahuje sociologický výzkum, který zjišťuje estetické vnímání recipientů nového systému Bohlen-Pierce v porovnání se systémem standardním. Výsledky dotazníku mají především poukázat na poměrně kladné hodnocení nového systému, a tedy na jeho potenciální životnost v hudební praxi.

Součástí práce je CD s nahrávkami použitými pro sociologický výzkum a též vlastními elektroakustickými kompozicemi.

SUMMARY:

The thesis Bohlen-Pierce Tuning, Theory and Practical Application is associated with this new system of tuning in a broader context. The introductory chapters provide the tuning issues in the general field. There are also mentioned important mathematical relationships and physical laws. The theoretical part presents the history of this system and the important musical theorists who have been dealing with this issue. There is also presently stated the standardized part of music theories, which has gradually developed around the Bohlen-Pierce scale.

The second part of the thesis presents possible practical solutions for musical practice. There are presented the possibilities of tuning musical instruments to the needs of the tuning system both in practice and in theory. The starting points are practical solutions of various theorists, which are analyzed and questioned. There is also added my own experience and there are proposed new possible theoretical solutions. The practical experience is crucial and an emphasis is put on the possible use of the most affordable means in casual music practice.

The last part contains a sociological research which identifies the aesthetic perception of the recipients of the new Bohlen-Pierce system in the comparison to the standard system. The results of this questionnaire are to point out rather positive evaluation of the new system therefore its possible use in musical practice.

The thesis contains a CD with recordings used for the sociological research, as well as own compositions.

ZUSAMMENFASSUNG:

Die Diplomarbeit „Bohlen-Pierce-Stimmung, Theorie und Anwendung in der Praxis“ behandelt dieses neue Stimmungssystem in breiteren Zusammenhängen. Die Einleitungskapitel stellen die Stimmungsproblematik in der allgemeinen Ebene dar. Wichtige mathematische Verhältnisse und physikalische Gesetze werden auch behandelt. Der theoretische Teil widmet sich der Geschichte dieses Systems und den wichtigen Musiktheoretikern, die sich mit dieser Problematik befassen. Es wird heute schon standartisierte Teil der Musiktheorie angeführt, der um der Bohlen-Pierce-Stimmung allmählich entsteht.

Der zweite Teil der Arbeit beschäftigt sich mit den möglichen praktischen Problemlösungen für den Musikbetrieb. Es werden nicht nur praktische, sondern auch theoretische Möglichkeiten der Instrumentumstimmung für die Bedürfnisse dieses Stimmungssystems beschrieben. Die Ausgangspunkte sind hier die von verschiedenen Theoretikern angewandten Lösungen, mit denen polemisiert wird, die mit eigenen Erkenntnissen ergänzt werden, bzw. werden neue theoretische Lösungen vorgeschlagen. Es wird hier aus den praktischen Erfahrungen ausgegangen. Nachdruck wird vor allem auf die Verwendung in der laufenden Musikpraxis gelegt.

Der letzte Teil der Arbeit beinhaltet die soziologische Erforschung, die stellt fest, wie die Rezipienten das neue Bohlen-Pierce-System im Vergleich zu dem Standardsystem ästhetisch wahrnehmen. Die Fragebogenergebnisse sollen vor allem auf die ziemlich positive Bewertung des neuen Systems und damit auch auf die potentielle Lebendigkeit in der Musikpraxis hinweisen.

Der Bestandteil der Arbeit ist auch ein CD mit eigenen Kompositionen und mit Aufnahmen, die für die soziologische Erforschung benutzt wurden.

SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

BĚLSKÝ, Vratislav. *Hudba baroka*. Brno: Janáčkova akademie múzických umění v Brně, 2010. ISBN 978-80-86928-84-5.

BOHLEN, Heinz. 13 Tonstufen in der Duodezime. *Acustica*. 1978, roč. 39, č. 2, s. 76-86.

HEINZ, Bohlen. *Versuch über den Aufbau eines tonalen Systems auf der Basis einer 13-stufigen Skala*. Hamburg: Manuskript, 1974.

BUSONI, Ferruccio. *Entwurf einer neuen Ästhetik der Tonkunst: (Text der zweiten Fassung von 1916)*. Hamburg: Karl Dieter Wagner, 1973, 64 s. ISBN 3921029163.

BUZZI, Mario. *Tónové systémy*. Brno, 2008. Disertační. Janáčkova Akademie Múzických Umění.

MARTIN, Celhoffer. *Opus Musicum: Sectio canonis - geometrická konstrukce hudebních intervalů řeckého systema telion*. Brno, 2012, roč. 43, č. 2. ISSN 0862-8505.

ČÍŽEK, Bohuslav. *Hudební nástroje evropské hudební kultury: [fotografický atlas]*. Vyd. 1. Praha: Aventinum, 2002, 256 s. ISBN 8071512117.

DYKAST, Roman. *Hudba věku melancholie*. Vyd. 1. Praha: Togga, 2005, 333 s. ISBN 8090291252.

EMMERT, František. *Poznámky k instrumentaci: použití dechových dřevěných a žesťových nástrojů*. 2., dopl. a rozš. vyd. Brno: Janáčkova akademie múzických umění, 2001, 102 s. ISBN 80-854-2954-3.

FOX, Stephen. [online]. [cit. 2013-03-1]. Dostupné z: <http://www.sfoxclarinets.com/bpclar.html>

FORRÓ, Daniel. *Svět MIDI*. Praha: Grada, 1997, 375 s. ISBN 8071694126.

GANN, Kyle. La Monte Young's The Well-Tuned Piano. [online]. [cit. 2013-03-26]. Dostupné z: <http://www.kylegann.com/wtp.html#top>

GEIST, Bohumil. *Akustika: jevy a souvislosti v hudební teorii a praxi*. Praha: Muzikus, c2005, 281 s. ISBN 8086253317.

GUÉRIN, Robert. *Velká kniha MIDI: standardy, hardware, software*. Computer press, 344 s. ISBN 80-722-6985-2.

GUŠTAR, Milan. *Elektrofony: historie, principy, souvislosti*. Vyd. 1. Praha: Uvnitř, 2007, 397 s. ISBN 9788023984460.

GUŠTAR, Milan. *Elektrofony: historie, principy, souvislosti*. Vyd. 1. Praha: Uvnitř, 2008, 518 s. ISBN 9788023984477.

HÁBA, Alois. *Nová nauka o harmonii: diatonické, chromatické, čtvrttónové, třetinotónové, šestinotónové a dvanáctinotónové soustavy*. Vyd. 1. Jinočany: H, 2000, 143 s. ISBN 80-860-2254-4.

HAJDU, Georg. *Research and Technology in the Opera Der Sprung* [online]. [cit. 2013-03-26]. Dostupné z: http://www.georghajdu.de/gh/fileadmin/material/articles/Research_and_Technology2.pdf. Hochschule für Musik und Theater Hamburg.

KELLNER, Herbert Anton. *The tuning of my harpsichord: an account of a creative work, its roots and its fulfillments*. 2nd ed. Frankfurt/Main: Verlag Das Musikinstrument, 1980, 54 p. ISBN 39-201-1278-4.

KOVALOVÁ, Veronika. *Hardware hacking a circuit bending jako umělecké strategie*. Brno, 2012. Magisterská. Masarykova Univerzita.

KURFÜRST, Pavel. *Hudební nástroje*. Vyd. 1. Praha: Togga, 2002, 1168 s. ISBN 809029121X.

OP DE COUP, Manuel. [online]. [cit. 2013-02-3]. Dostupné z: <http://www.huygens-fokker.org/scala/>

PARTCH, Harry. *Genesis of a music: an account of a creative work, its roots and its fulfillments*. 2nd ed. New York: Dacapo Paperback, 1979. ISBN 03-068-0106-X.

PAŘÍZEK, Petr. *Opus Musicum: Hudební souzvuk z pohledu zvukového spektra*. Brno, 2011, roč. 42, č. 4. ISSN 0862-8505.

PIERCE, John Robinson a Max MATHEWS. United States of America: Acoustical Society of America, 1984, roč. 75, č. 1. ISSN 0001-4966.

PROOIJEN, Kees van. A Theory of Equal-Tempered Scales. *Interface*. 1978, roč. 7, č. 1, s. 50-51.

SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. Vyd. 1. V Praze: Akademie múzických umění v Praze, 2003, 427 s. ISBN 8073319012.

VOSTŘEL, Daniel. *Klavírní cyklus 24 preludií, opus 22 Ivana Vyšněgradského*. Olomouc, 2007. Univerzita Palackého.

WALKER, Elaine. The Bohlen-Pierce Scale: Continuing Research. [online]. 2001 [cit. 2013-03-27]. Dostupné z: http://ziaspace.com/NYU/BP-Scale_research.pdf

WALKER, Elaine. [online]. [cit. 2013-04-1]. Dostupné z: http://www.ziaspace.com/_microtonality/BP/

Ústní sdělení:

BUZZI Mario, podzim 2010, Brno

DLOUHÝ Dan, léto 2012, Brno.

HNILIČKA Jaromír, léto 2011, Brno

HURWORTH Greg, jaro 2012, Olomouc

MOJDL Edgar, léto 2012, Šlapanice u Brna

PAŘÍZEK Petr, zima 2012, Brno

SMOLKA Martin, jaro 2011, Brno

ANOTACE

Jméno a příjmení: Michal Slováček
Fakulta a katedra: Filosofická fakulta, katedra muzikologie
Název diplomové práce: Bohlen-Pierce ladění, teorie a uplatnění v praxi
Vedoucí diplomové práce: MgA. Marek Kepřt, Ph.D.
Počet znaků: 173 662
Počet příloh: 18 stran, audio CD
Počet informačních zdrojů: 37

Klíčová slova

Bohlen-Pierce, alternativní systémy ladění, mikrointervalová hudba, makrointervalová hudba, xenharmonická hudba, ekmelická hudba

Anotace

Práce představuje Bohlen-Pierce ladění v širších souvislostech. Vysvětleny jsou základní principy tohoto systému. Přicházím též s některými možnými řešeními z hlediska praxe. Dále práce obsahuje sociologický průzkum. Součástí práce je též audio CD s autorskými kompozicemi.

7. PŘÍLOHY

7.1. Výsledky průzkumu

Výsledky z grafů je třeba číst podle tohoto klíče, který je ve tvaru pro intervaly ze systému 12 EDO: číslo sloupce první poslech/číslo sloupce druhý poslech, název intervalu = názvy tónů v 12 EDO. Pro intervaly ze systému Bohlen-Pierce: číslo sloupce první poslech/číslo sloupce druhý poslech, název intervalu v Bohlen-Pierce = nejbližší intervalový krok vyjádřený názvy tónů v 12 EDO \pm odchylka v centech (název tónů v systému Bohlen-Pierce) = římskou číslicí stupeň v Bohlen-Pierce.

1/33, čistá kvarta = C1, F1

2/34, velká tercie = C1, E1

3/35, greater just minor 7th = C1, B1 +24.13 (C, H) = VII

4/36, velká nóna = C1, D2

5/37, Quasi-tempered major 10th = C1, E2 +9,35 (C, Bes) = XI

6/38, triton = C1, Fis1

7/39, velká sexta = C1, A1

8/40, BP 8th = C1, C2 -29,66 (C, Jes) = VIII

9/41, malá sekunda = C1, Cis1

10/42, BP 5th = C1, G1 +31,52 (C, Ges) = V

11/43, čistá kvinta = C1, G1

12/44, malá nóna = C1, Cis2

13/45, Great limma = C1, Cis1 +46.3 (C, Des) = I

14/46, malá decima C1, Es2

15/47, zvětšená undecima C1, Fis2

16/48, Septimal major 3rd = C1, E1 +38,91 (C, E) = III

17/49, velká sekunda = C1, D1

18/50, Septimal minimal 10th = C1, D2 +63,05 (C, A) = X

19/51, čistá oktáva = C1, C2

20/52, malá tercie = C1 Es1

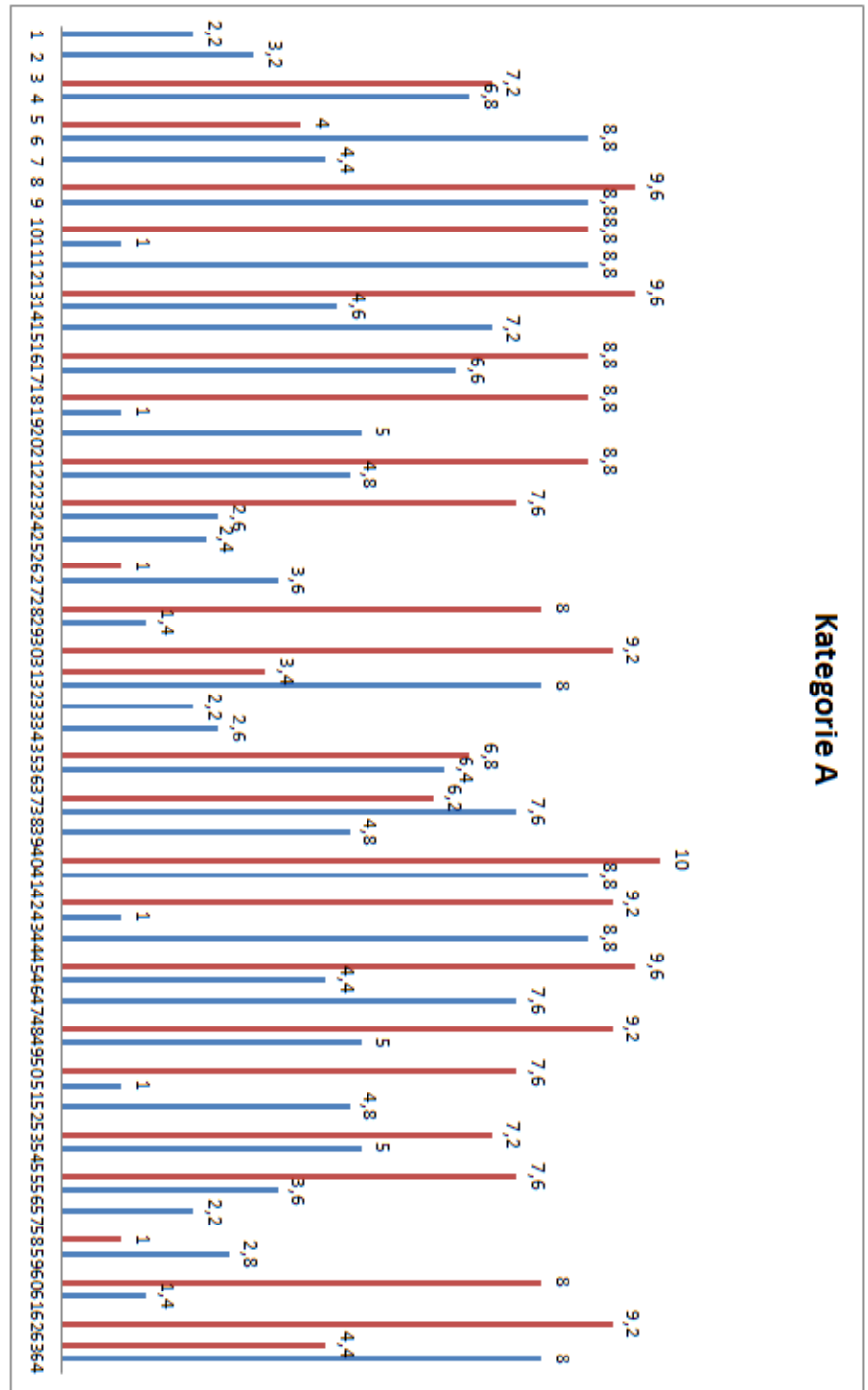
21/53, Septimal minor 9th = C1, Cis2 +16,74 (C, J) = IX

22/54, malá septima = C1, B1
23/55, Lesser septimal triton = C1, Fis1 -14,88 (C, F) = IV
24/56, velká decima = C1, E2
25/57, čistá duodecima = C1, G2
26/58, Just 12th (tritave) = C1, G2 +1,96 (C, C) = XIII
27/59, čistá undecima = C1, F2
28/60, Just major 6th = C1, As1 -32,27 (C, G) = VI
29/61, čistá kvinta = C1, G1
30/62, Classic augmentet 11th = C1, Fis2 -44,33 (C, B) = XII
31/63, Qasi-tempered minor 3rd = C1, Es1 -7,39 (C, D) = II
32/64, velká septima = C1, H1

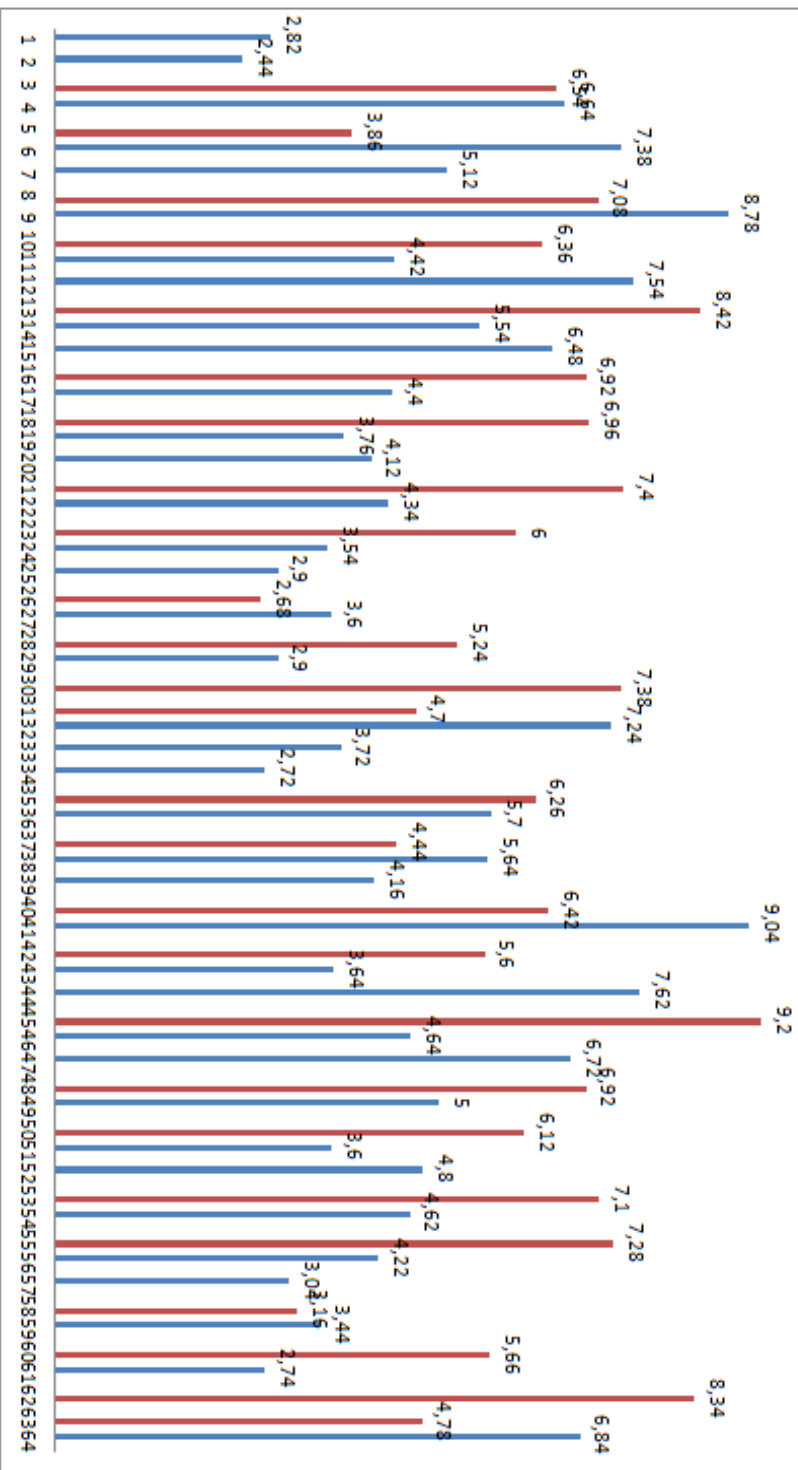
7.2. Výsledky sociologického průzkumu v grafech

7.2.1. Samostatné poslechy

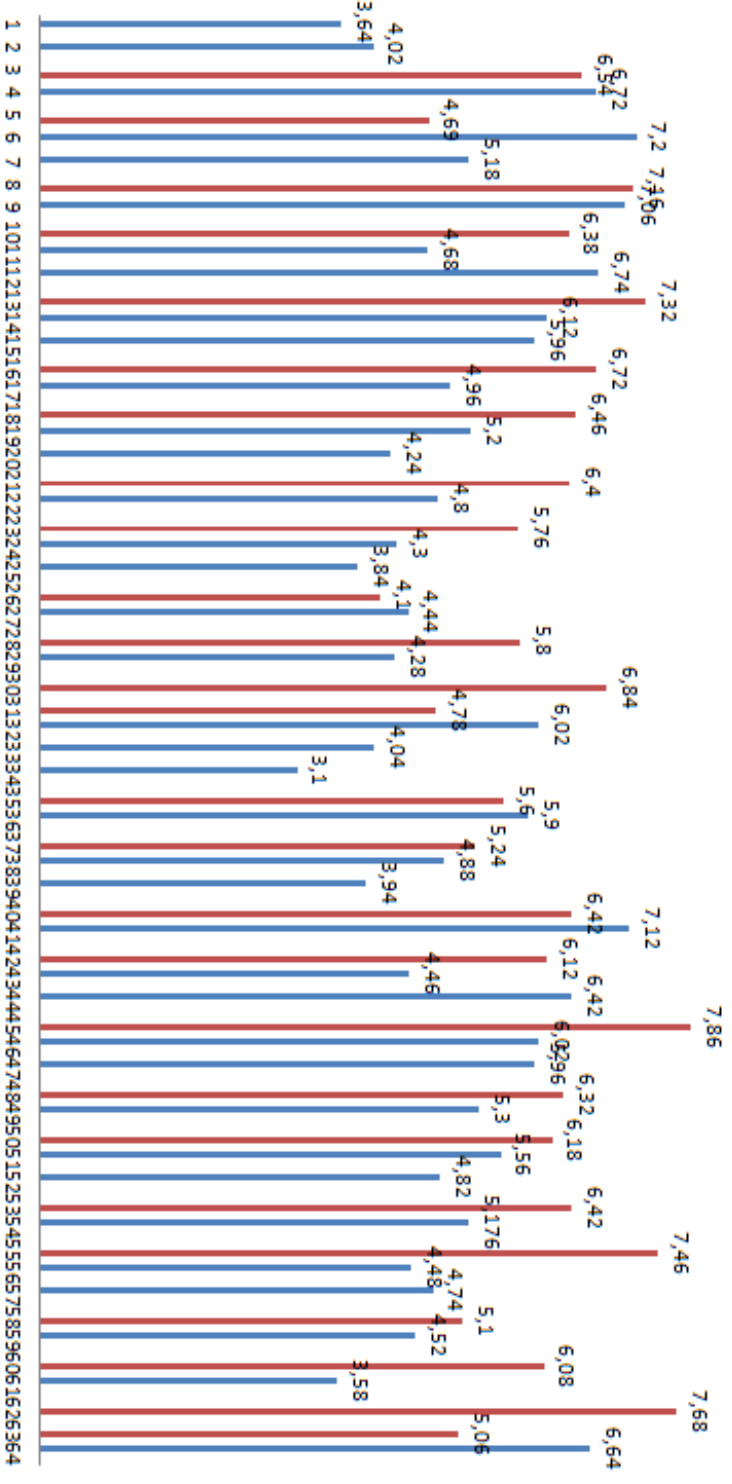
Barevný kód: 12 EDO modře, Bohlen-Pierce červeně



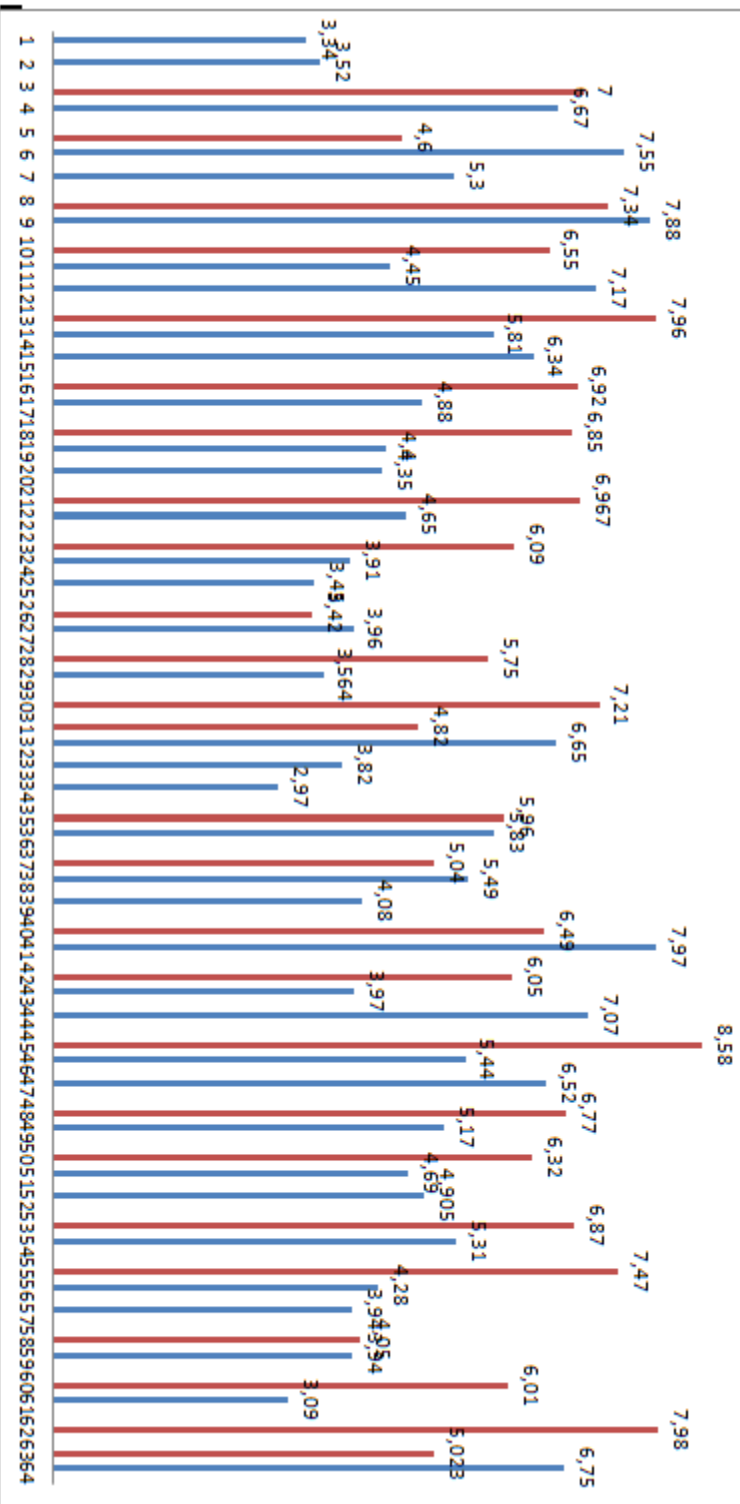
Kategorie B



Kategorie C

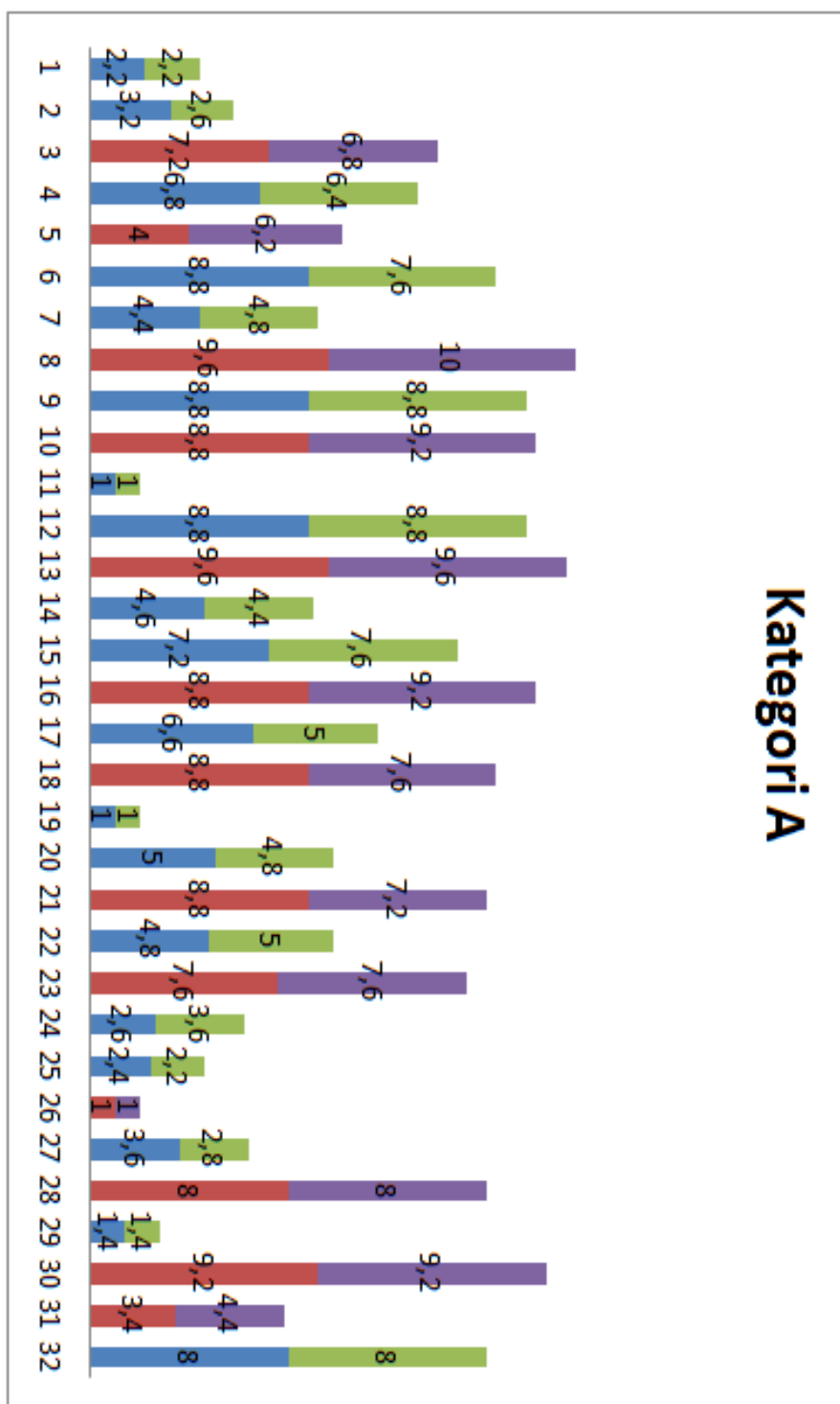


Všechny kategorie

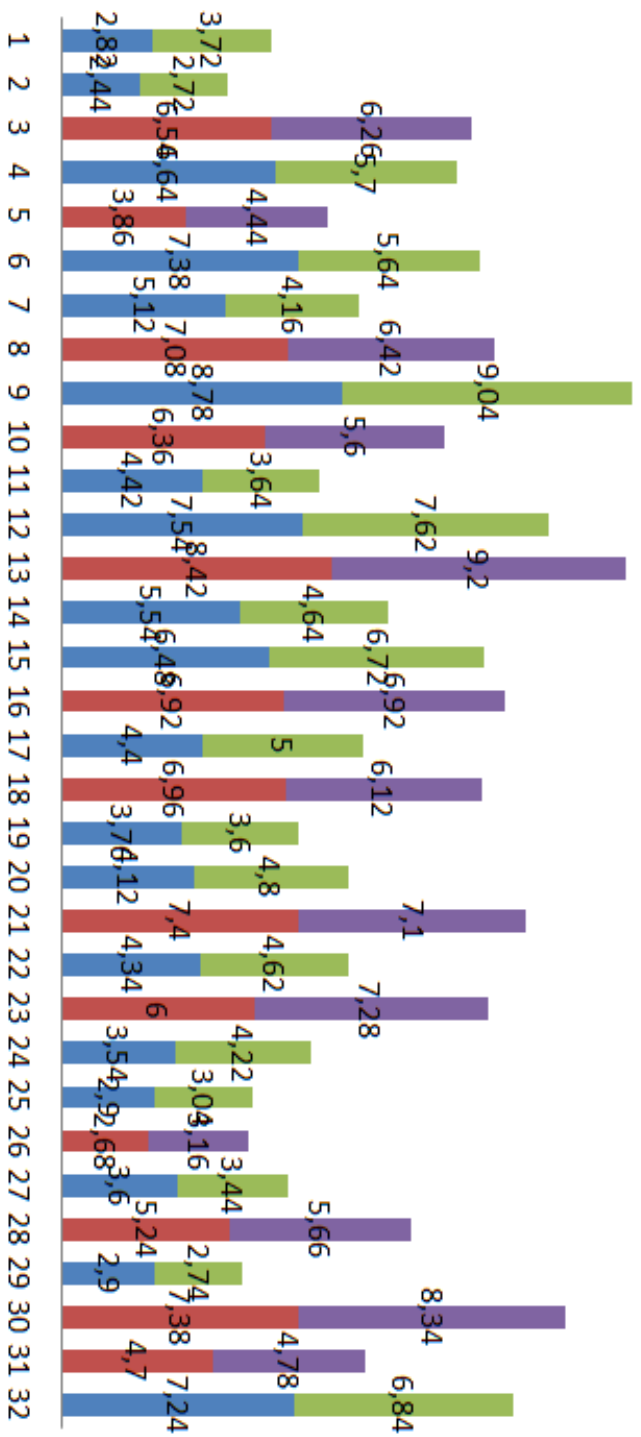


7.2.2. Porovnání obou poslechů

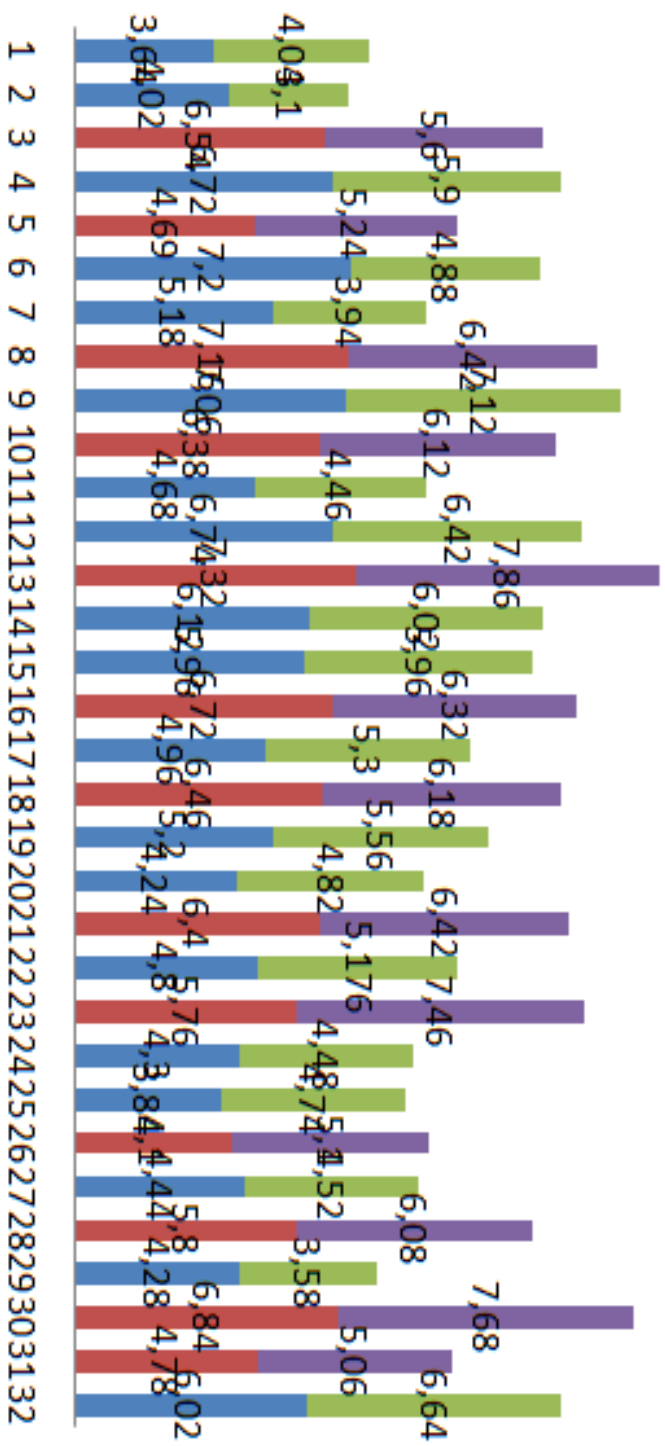
Barevný kód: 12 EDO první poslech modře, 12 EDO druhý poslech zeleně, Bohlen-Pierce první poslech červeně, Bohlen-Pierce druhý poslech fialově.



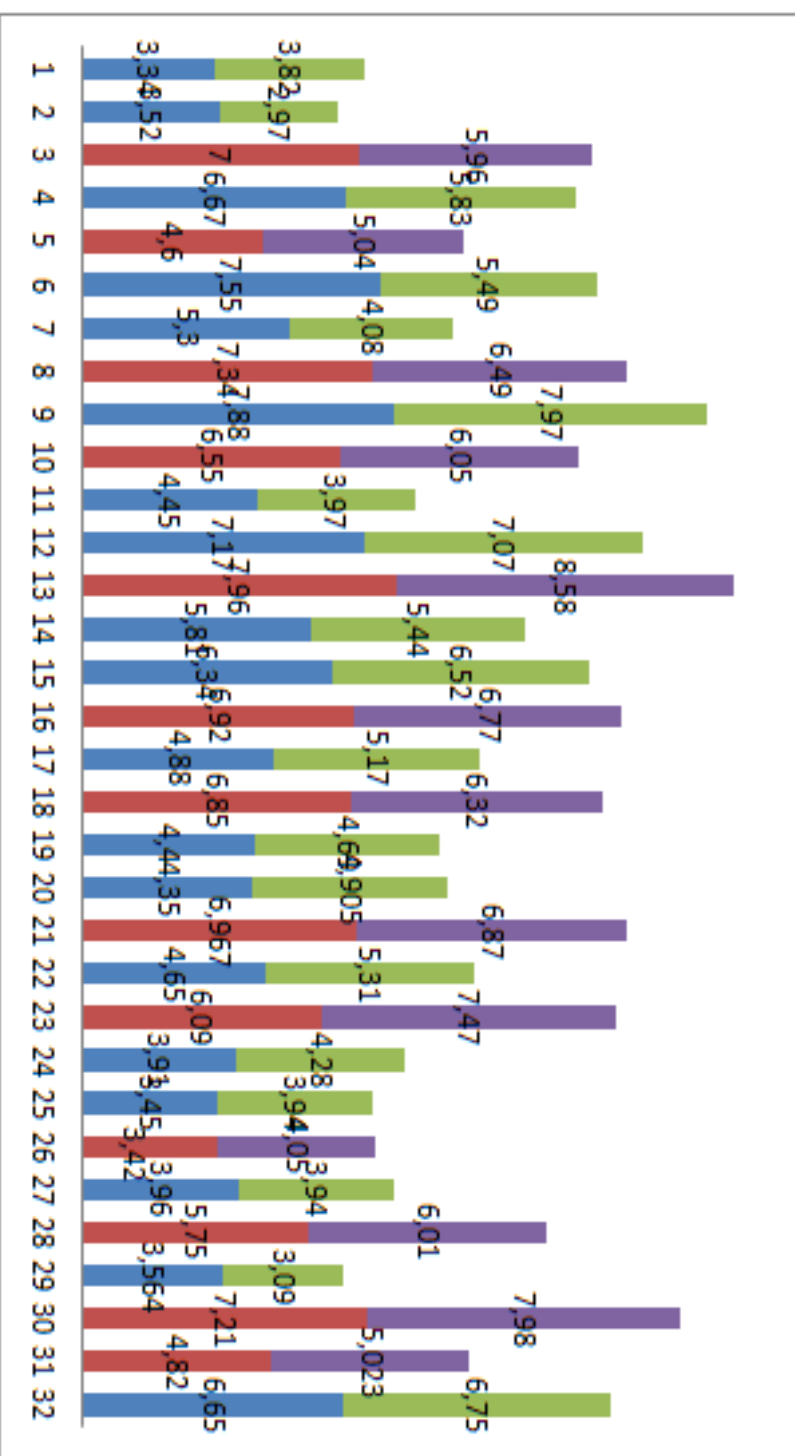
Kategorie B



Kategorie C

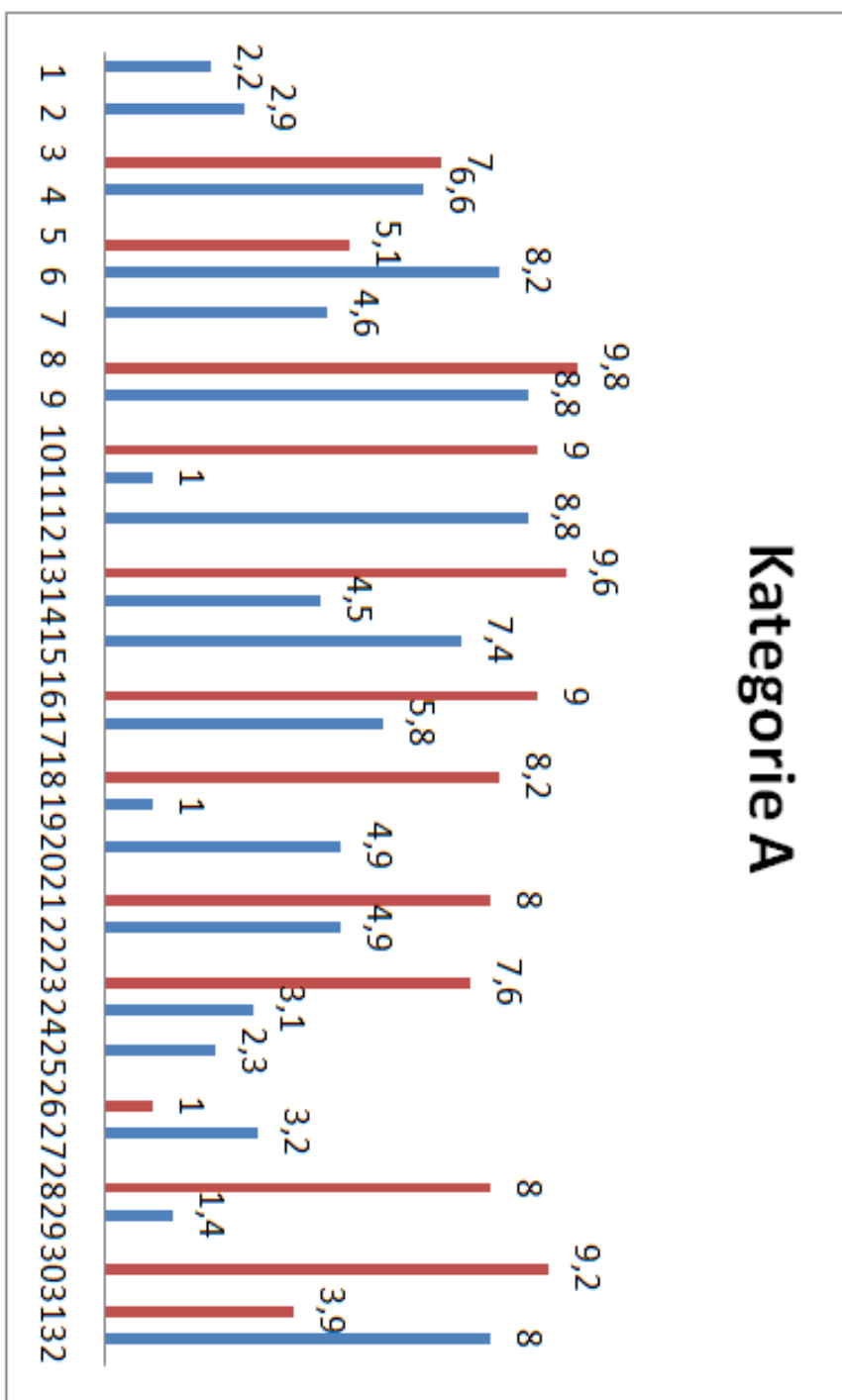


Všechny kategorie

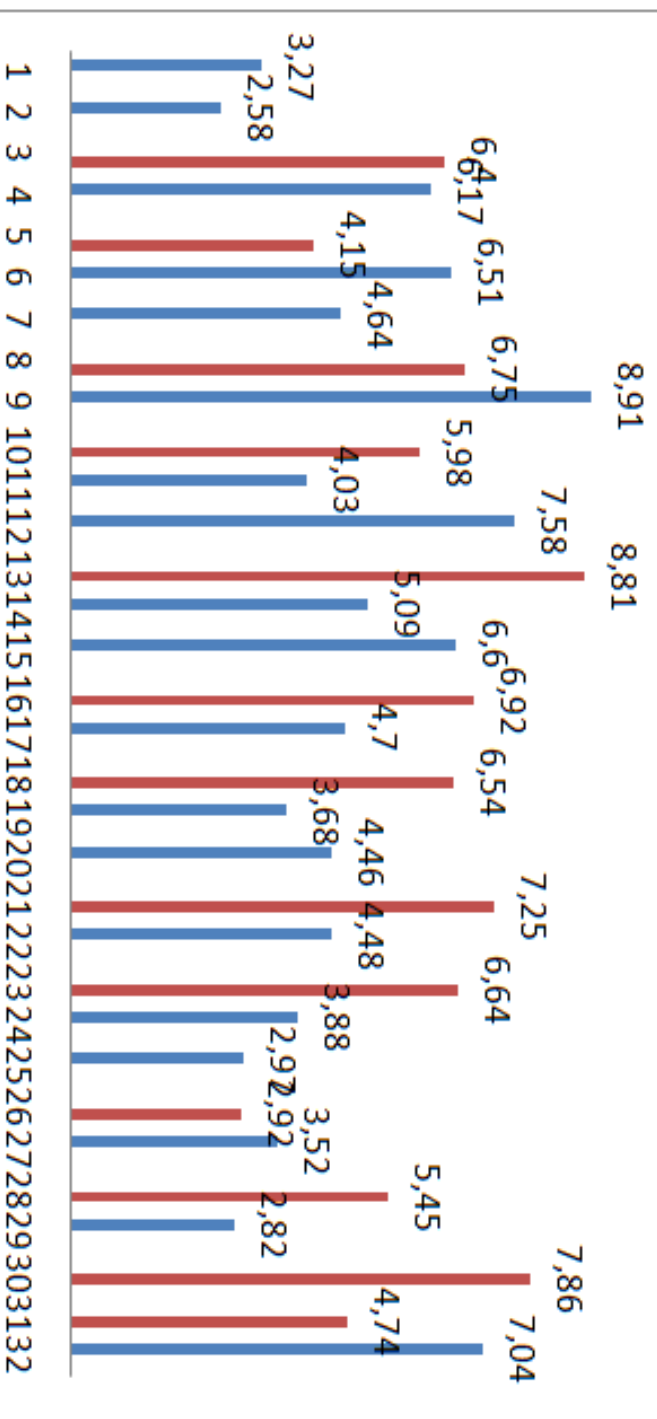


7.2.3 Průměrné hodnoty z obou poslechů

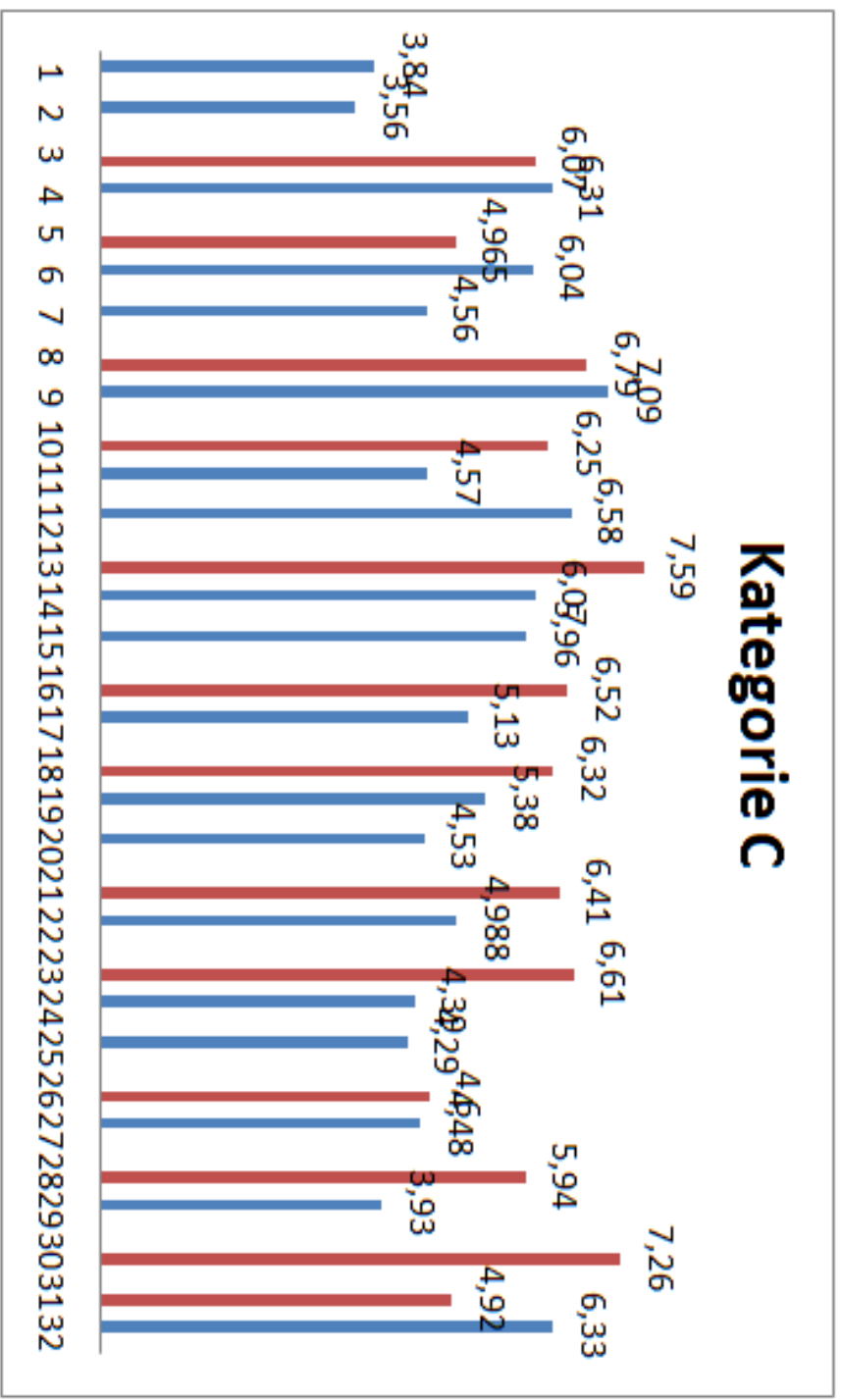
Barevný kód: 12 EDO modře, Bohlen-Pierce červeně



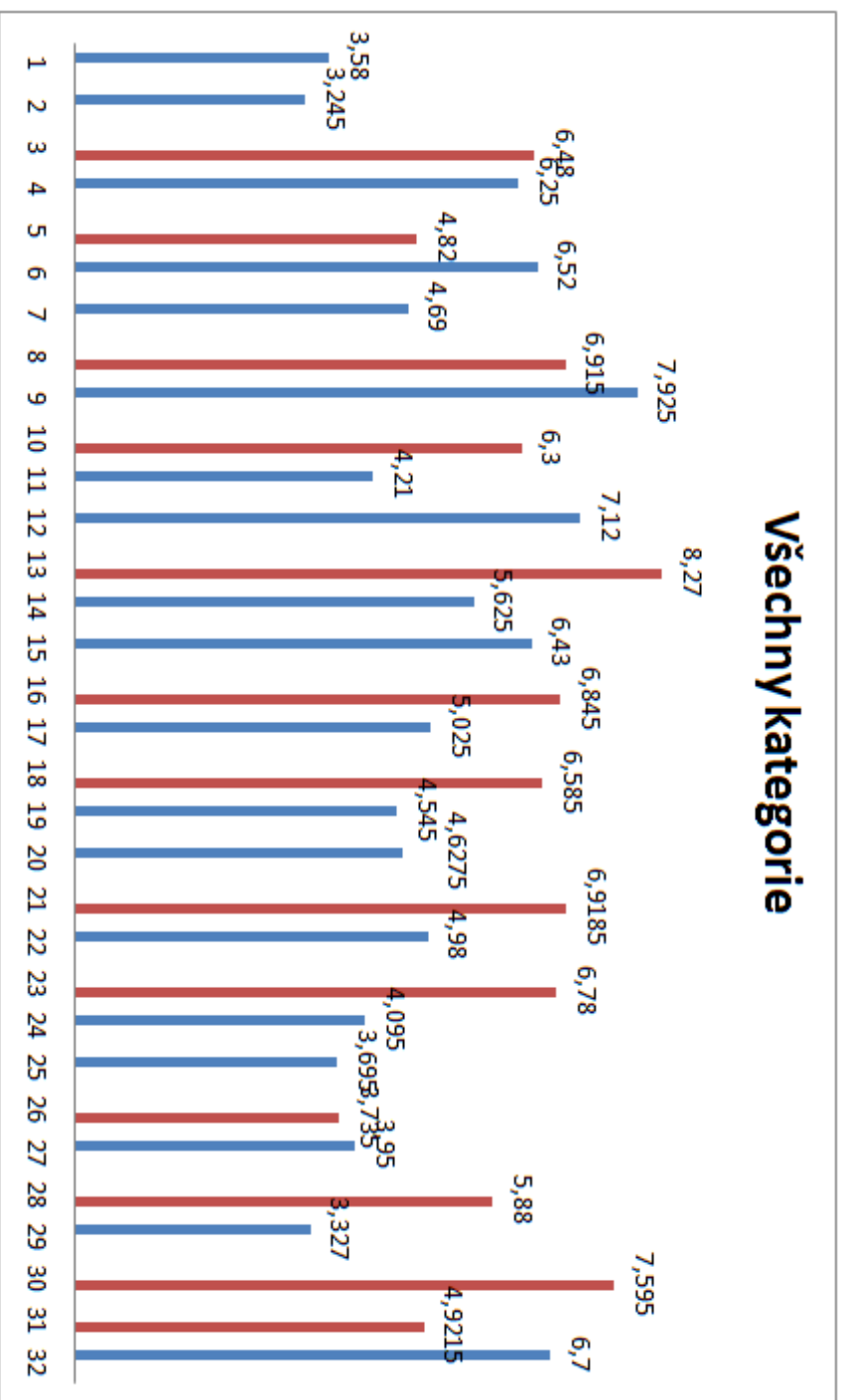
Kategorie B



Kategorie C



Všechny kategorie



7.2.4. Vzor dotazníku pro sociologický průzkum

Poslednový dotazník k diplomové práci Bohlen-Pierce ladění, teorie a uplatnění v praxi.			
Skupina:	A	B	C
Příklad, konsonance – disonance			
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
48	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
49	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
53	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
54	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
55	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
56	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
57	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
58	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
59	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
61	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
62	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
63	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
64	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Děkuji za Vaši trpělivost a Vaš čas.			
Michal Slováček			

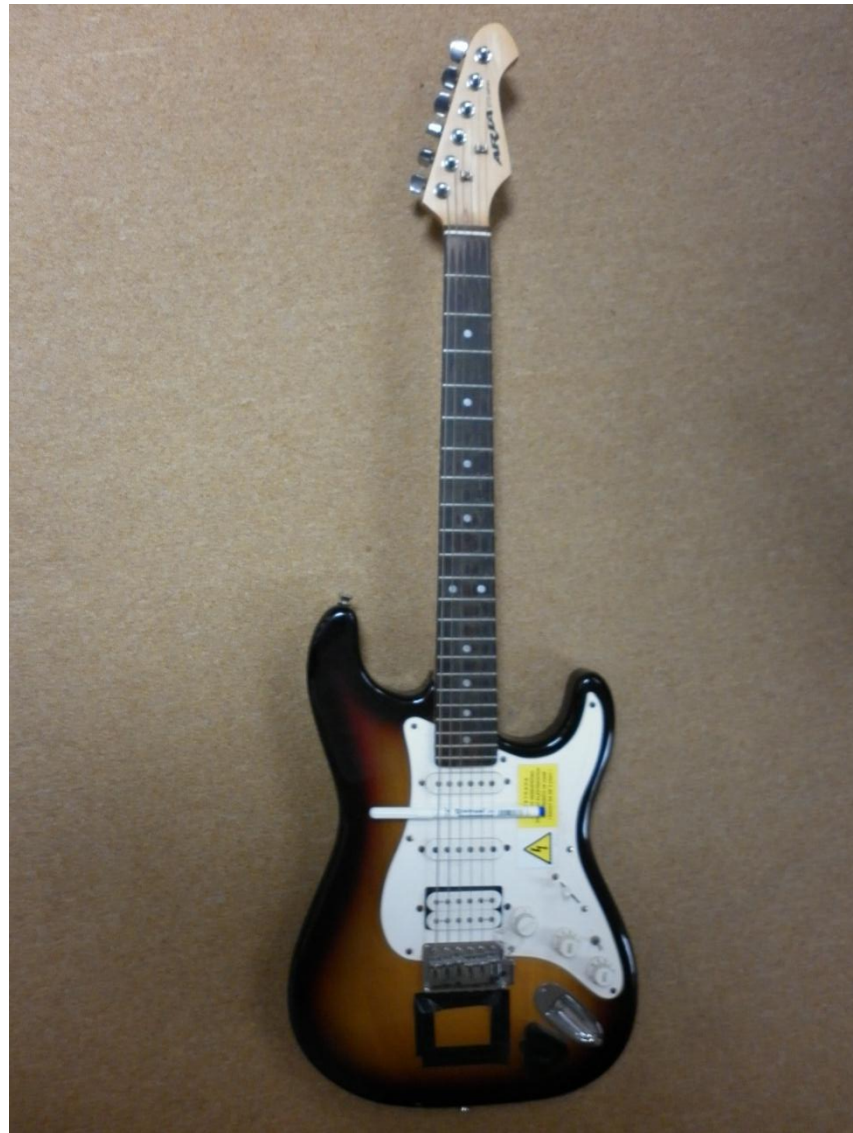
7.3. Fotografie kytar upravených pro potřeby Bohlen-Pierce ladění



Mnou upravená klasická kytara s uchycením pražců pomocí magnetů naladěná do Bohlen-Pierce ET



Klasická kytara s přídatnou kobylkou naladěná do Bohlen-Pierce ET



Elektrofonická kytara typu Stratocaster s přidavnou kobylkou (zde tuto funkci zastupuje Centropen) naladěná do Bohlen-Pierce ET, použita pro nahrávku *Ropucha není na Vašem zařízení* (poslední ukázka na audio příloze).