

I. Organologie

„*Quicquid essentia dignum est, id etiam scientia dignum est.*“
(*Co je hodné bytí, je hodné i vědy*).

Bacon, Francis: Nové Organon.

A. TEORETICKÁ ČÁST

I. Úvod do oboru

Organologie je historická věda; a historie je v základě vědou antropomorfní – vědou o lidských vlastnostech. Odstranit její lidské rysy by znamenalo zničit její specifický charakter a podstatu. Organologové studují především prameny. Pramen, historický doklad, však studují jenom proto (ať si to přiznávají nebo ne), aby poznali člověka. Samotné dokumenty jsou však pouze mrtvými střepy – hodnotu nabývají jen jako ukazatele živého člověka v celém kontextu zájmu organologů: člověka výrobce, interpreta, hudebníka, žijícího v jistém systému, prostředí a podmínkách. Mýlí se tedy ten, kdo studuje dokument, pramen, jako by byl osamocený.

Organologie nepřekračuje rámec empirické skutečnosti věcí a událostí, ale novým způsobem je ztvárňuje, a to tím, že jim dává idealitu vzpomínky. Historické fakty patří minulosti a minulostí uplynuly do nenávratna. Nedokážeme je probudit k novému životu v ryze fyzikálním, objektivním smyslu. Všechno, co může organolog udělat, je, že je může připomenout, to jest dát jim novou ideální existenci. Ideální rekonstrukce, a ne empirické pozorování (zaniklé jevy přece pozorovat nelze) je prvním krokem našeho poznání. To, co v organologii nazýváme vědeckým faktem, je vždy odpovědí na otázku, kterou jsme si již předem zformulovali na základě našich dosavadních zkušeností. K historicky ukončeným oblastem našeho bádání máme dnes totiž již jen nepřímý (nebo z velké části nepřímý) přístup. Musíme se tedy opírat o svědectví pramenů. Tyto prameny však nejsou fyzikálními předměty v obvyklém slova smyslu. Je v nich obsažen nový, zvláštní moment. Organologie žije v materiálním světě – avšak to, co nachází na začátku své výzkumné práce, není většinou svět fyzikálních předmětů, ale jakési symbolické universum – svět zastupujících symbolů. Nejčastěji tedy ne věci nebo jevy, ale dokumenty a památky jsou prvními a bezprostředními objekty našeho, řekněme historického, poznání. A jenom prostřednictvím těchto symbolických dat jsme schopni postihnout skutečné jevy z uplynulých dob, které pak, námi vyjádřeny, mohou sloužit k zpřítomnění si minulosti. Mám na mysli rekonstrukce. Zpřítomnit si nějakým způsobem minulost je velice nutné pro posuzování uplynulých jevů, protože zkušenost o nepřítomných jevech neexistuje.

Taková rekonstrukce je, pravda, vždy neúplná – umožňuje jen neúplné úsudky, ale s tím se musíme smířit. Částečné poznání je totiž lepší než poznání žádné, nebo než poznání nepravdivé. Zde je nutné citovat anglického archeologa E. BUSCHORA, který v roce 1939 napsal:

„Předělávání nebo doplňování památek, které něco předstírá, patří do sousedství vědomé výroby falsifikátů (...). Kde je však objekt alespoň zčásti zachován nebo vytržen z podstatné souvislosti, je úkolem bádání, aby proniklo k jeho původní podobě. Zastavit se u fragmentů by bylo větším sebeklamem než nejnezdařilejší rekonstrukce.“

Když tedy chceme aspoň přibližně poznat jevy z minulosti, není jiného prostředku, než je alespoň přibližně ztvárnit. Mám na mysli jakési ideální ztvárnění, představu.

Rekonstrukce si od organologa vyžaduje, aby zvládl speciální a velmi složitou techniku. Musí se naučit číst dokumenty, rozumět památkám, aby nakonec získal přístup třeba jen k jedinému jednoduchému faktu. V rámci organologie předchází interpretaci symbolů sbírání faktů v co největším množství, bez nichž není přístupu k historické pravdě. Právě kritérium nespočívá v hodnotě faktů, což je záležitostí ryze subjektivní, ale v jejich praktických důsledcích. Fakt se stává historicky relevantním jen tehdy, když v sobě obsahuje následky, tedy jakési „oživení se“. Ale proces zmíněného „oživování“ není jen pouhou reprodukcí. Jde o novou duchovní syntézu – o konstruktivní akt, při jehož vzniku se lidská mysl pohybuje v opačném směru než v původním procesu. Je třeba opačně vniknout do dění krystalizace a stabilizace, jejichž výsledkem jsou nakonec všechny kulturní výtvořiny. Jde tedy o postup od známého k neznámému, většinou od mladšího ke staršímu.

Člověk by nemohl odevzdávat svoje myšlenky, kdyby nežil ve společenském světě a kdyby neměl zvláštní schopnost je objektivizovat, dávat jim pevnou a trvalou podobu. Za těmito pevnými a stabilními podobami a za znovu ideálně petrifikovanými díly lidské kultury objevuje organolog původní dynamické impulsy. Je potom darem mít schopnost rozšířit obyčejné fakty na jejich podněty, všechny výtvořiny na procesy, všechny statické věci nebo instituce na síly, které je vytvořily.

Není jevu, který by se vymykal zákonům přírody. Jevy spadající do oblasti historické organologie nepředstavují žádnou osobitou a soběstačnou skutečnost. Jsou ztělesněné ve fyzických předmětech a v konkrétním konání, ale obsahují to, co nazýváme historickými souvislostmi. Ty nemění tvar věcí, ani v nich neodkrývají nějakou novou vlastnost. Dodávají však věcem, jevům, událostem a činnostem novou hloubku, v níž pak organolog hledá něco jako „materializaci ducha“ uplynulých dob. Pro skutečného vědce nepředstavuje tento materiál zkamenělá fakta, ale živou formu. Je potom jeho posláním neustále se pokoušet syntetizovat tyto roztroušené zbytky minulosti a dát jim již zmíněný „nový tvar“.

Organologie je věda o hudebních nástrojích, přičemž *hudební nástroj je předmět určený k produkování hudebního zvuku – tj. zvuku podílejícího se primárně i sekundárně na hudebním efektu, hudebně produkované i reprodukované*. Organologie je samostatnou disciplínou hudební vědy. Nečiní rozdíl mezi nástroji produkujícími tóny, tj. zvuky s přesně definovatelnou frekvencí, a tzv. nástroji zvukovými, produkujícími všechny slyšitelné zvuky ostatní. Vzhledem k mnohdy obtížnému stanovení hranice mezi oběma skupinami zvukových zdrojů (řada nástrojů může produkovat tóny i zvuky nepravidelného frekvenčního průběhu), nerozlišujeme je, pokud jsou použity v hudebním projevu.

Základ názvu vědy o hudebních nástrojích tvoří řecké slovo **organon** – **nástroj**. Dnes, stejně jako ve středověku, jsou tímto termínem označovány varhany, ale v přeneseném slova smyslu i všechny ostatní hudební nástroje. Latinského termínu **organum** užíváme i pro určitou kompoziční techniku, eventuálně pro celé stylové období. Termínu **organografie** použil poprvé **MICHAEL PRAETORIUS** v díle „*Syntagma musicum. De organographia*“ (Wolfenbüttel 1619) pro označení popisů hudebních nástrojů své doby. Dnes se termínu organografie užívá pro deskripci hudebních nástrojů, kdežto pro širší obor, usilující nejen o popis, popřípadě analýzu, ale i o zařazení nástrojů do logické systematiky, se většinou užívá pojmu organologie. Někdy se tyto významové rozdíly nerespektují a obou pojmů bývá užíváno ve stejném smyslu.

S termínem *organologie* se setkáváme od druhé poloviny 19. století. Jde o dobu, kdy se formují systematické moderní základy globálně pojaté muzikologie a kdy se i věda o hudebních nástrojích vymaňuje ze svého středověkého pojetí, kdy se stále více usiluje o vědecktější přístup k hudebním nástrojům, o pronikání do jejich historie a o jejich zkoumání z hledisek celosvětových. Aby mohl být hudební nástroj postižen v celé své šíři, zabývá se organologie také řadou dalších hmotných a duchovních projevů, které mají k nástroji úzký vztah. Globálním i analyzujícím přístupem poskytuje pak o něm úplný obraz, obsahující aspekty akustické, technologické, obecně estetické, historické, sociologické a řadu dalších. Organologie tedy pojímá hudební nástroj jako důležitý hmotný a duchovní dokument kulturního vývoje lidstva.

Hodnota vzniká na základě vztahu člověka (tvůrce, nositele, interpreta) k jeho okolí a prostředí. V tomto procesu neustálého vznikání, ale i zanikání je příznačné, že každý kulturní jev má svoji skladbu, kterou zapadá do celkové skladby doby a prostředí, ve kterém vzniká, funguje a posléze zaniká. Když se některý prvek této skladby mění, mění se současně nebo vzápětí i sama skladba spolu s patřičnými hodnotami, jež obsahuje.

Organologie má proto v tomto smyslu vazby na archeologii, historii výtvarných umění, literární vědu, etnografii a etnologii, etnomuzikologii, hudební historii, hudební teorii, hudební estetiku, hudební pedagogiku, hudební ikonografii, archivnictví, sociologii atd. Vzhledem k obsáhlosti zájmů organologie vyplývají ještě další vazby na vědy technické – zejména na akustiku, matematiku, nauku o materiálu, technologii, fyziku, mechaniku a v poslední době i na slaboproudou elektrotechniku při výzkumu v oblasti elektrofónů – nástrojů elektrofonických a elektronických.

Při tomto množství pro organologii pomocných věd vznikla na její půdě řada specializací. Jsou to především etnoorganologie, zabývající se výzkumem hudebních nástrojů primitivních národů a nástrojů pro lidovou hudbu, organologická akustika, organologická sociologie, výzkum hudebního nástrojářství, organologická ikonografie a historická organologie. Nelze pominout také komplexní organologické výzkumy jednotlivých hudebních nástrojů z hledisek všech organologických specializací. Je přirozené, že v rámci organologie, podobně jako u všech živých věd, vznikají stále nové podobory, jako například disciplína zabývající se ideálními či praktickými rekonstrukcemi historických hudebních nástrojů. Všechny organologické specializace se navzájem prolínají a doplňují. Výsledků jejich výzkumů pak využívá všeobecně teoretický směr, charakteristický především snahami o vytváření organologických systematik podle různých hledisek – o vytváření vědeckého třídění hudebních nástrojů.

Výsledný organologický obraz hudebního nástroje je pak tvořen součtem dílčích výsledků výzkumných problémů jednotlivých organologických specializací. Zahrnuje v sobě přesnou tvarovou charakteristiku hudebního nástroje, která musí obsahovat celkové i dílčí rozměry a detailní dokumentaci jeho tvaru; konstrukční charakteristiku, obsahující počet částí hudebního nástroje, jejich rozměry a vzájemné pospojování; výrobní charakteristiku, popisující způsoby výroby jednotlivých částí hudebního nástroje i nástroje jako celku; druhy používaných materiálů a technologii jejich zpracování, použité výrobní nástroje a celkové konstatování technické úrovně výroby; výtvarnou charakteristiku, která musí obsahovat popis výtvarného řešení hudebního nástroje a způsob jeho dosažení; akustickou charakteristiku, obsahující znázornění a vyhodnocení akustických výstupů nástroje a jeho rozklad z hlediska tvorby zvuku na primární, funkčně již dále nedělitelné elementy a jejich vazby, dále objektivní a subjektivní vyhodnocení a analýzu zvukového produktu nástroje; intonační charakteristiku, obsahující způsob ladění a doladování, teoretický i praktický frekvenční a amplitudový materiál nástroje; interpretační charakteristiku, postihující způsob hry, držení nástroje, podíl a funkci orgánů hráče při hře; rozbor a vyhodnocení pramenů ikonografických, které mohou pomoci organologovi při hledání určitých jevů a jejich rozšíření v historických souvislostech; rozbor a vyhodnocení písemných historických památek, včetně pramenů literárně umělecké povahy; výsledky některých archeologických bádání; historický vývoj nástroje a proměny jeho funkce v dobovém instrumentáři a s ním související proměny dobového zvukového ideálu; kartografické vyjádření výskytu hudebních nástrojů v různých dobách, zejména v době poslední na základě terénních výzkumů a v souvislosti s tzv. humánní geografii; terminologickou charakteristiku nástroje jako celku i jeho částí a projevů souvisejících s jeho používáním; údaje o příležitostech a účelu používání hudebního nástroje a o jeho funkci v prostředí jeho výskytu; význam hudebního nástroje v lidské hudební aktivitě; vyhodnocení výsledků etnografických a etnologických výzkumů hudebních nástrojů jako majetku určitých kultur; osobnosti výrobců, eventuálně vynálezců hudebních nástrojů;

a v neposlední řadě zařazení hudebního nástroje do jisté organologické systematiky, umožňující jeho srovnání s nástroji jinými a začlenění do jejich kontextu z hlediska celosvětového. Hudební nástroj jako výraz hmotné a duchovní kultury lidstva je tak schopen předávat mnoho informací.

Hudební nástroj vypovídá o dobovém a místním stupni lidské výrobní dovednosti, je dokladem určitého estetického ideálu hudebního, zvukového a výtvarného, je nositelem zpráv o dobových a místních způsobech provozování hudby a o používaných tónových systémech. Všechna uvedená analytická hlediska, jejich doplňování se, navazování na sebe a srovnávání tvoří sumu poznatků, ze kterých se skládá celkový obraz hudebního nástroje tak, jak jej chápe organologie. Tímto přístupem ke svému předmětu zkoumání přispívá organologie podstatným dílem k obecnému muzikologickému poznání.

Z řady obecných i specializovaných systematik hudebních nástrojů si dodnes uchovala dominantní postavení systematika ERICHA HORNOSTELA a CURTA SACHSE, publikovaná v roce 1913. Rozděluje hudební nástroje na *idiofony* – nástroje samoznějící, *membranofony* – nástroje blanzvukné, *chordofony* – nástroje strunné a *aerofony* – nástroje dechové. Moderní organologie oddělila od membranofonů ještě *mirlitony* jako samostatnou nástrojovou skupinu a vytvořila skupinu další – *elektrofony*.

2. Několik důležitých definic

„Definice, obraničení, vymezení, v logice výčet pojmů a příznaků k odlišování os pojmů zpřízněných; rozeznáváme d. esenciální (reální) s podstatnými příznaky; d. akcidentální ne sice podstatné, přece však charakteristické; d. opisovací; d. verbální (slovní); reální (analytické, opak syntetické). D. je tedy správná, není-li příliš široká neb úzká a má býti přesná s výstižnými příznaky a nesmí býti vyjadřována obraznými výrazy.“

Nový velký ilustrovaný slovník naučný (Praha 1930)

Každá věda (tedy i organologie) musí být v každém okamžiku schopna definovat nejen sama sebe, ale také předmět či předměty svého zájmu.

Co je to definice?

Definice je určení významu pojmu jednoznačným vyjádřením jeho obsahových znaků. Definice je jako jednoduchá matematická rovnice. Její levá strana se musí rovnat straně pravé. To znamená, že definice musí být pravdivá a jednoznačná, čteme-li ji jak z levé, tak i z pravé strany. Jako příklad špatně postavené definice lze uvést tvrzení, že *voda je (=) kapalina*, což je sice pravda, avšak naopak – *kapalina je (=) voda* – je tvrzení nepravdivé, protože nejen voda je kapalina. Správné znění by mohlo například být – *voda je (=) kapalina s chemickým složením H₂O*, což čteno naopak – *kapalina s chemickým složením H₂O je (=) voda* – je stejně pravdivé. Každá definice musí být dostatečně „volná“ či „široká“,

aby definovaný pojem v ní byl beze zbytku obsažen. V průběhu vývoje se mohou definice „zuzovat“ i „rozšiřovat“, eventuálně zcela měnit, podle stupně dosaženého poznání. Každá definice obsahuje řadu pojmů, které je nutno v mnoha případech následně také definovat, aby byla definice správně pochopena a užívána. Proto by měla obsahovat co nejméně pojmů, aby jedna definice zbytečně nevyprovokovala nutnost řady definic dalších. Všechny pojmy použité v definici by proto měly být zcela jednoznačné.

Co je to organologie?

V organologické literatuře druhé poloviny 20. století se setkáme s řadou snah definovat tuto vědní disciplínu. Uvádím jen poslední u nás publikovanou¹: *Organologie je muzikologická disciplína zkoumající hudební nástroje*. Tuto definici lze zjednodušit do správnějšího a jednoduššího znění: **Organologie je věda o hudebních nástrojích**. Tím, že se v této definici hovoří o hudebních nástrojích, je zřejmé, že organologie souvisí s muzikologií, avšak odpadá nám povinnost muzikologii definovat. Pojem **věda** definovat nemusíme, takže k dalšímu definování zůstává z této definice jen pojem **hudební nástroj**.

Co je to organografie?

Organografie je zastaralý název pro organologii. V dnešní době je pod tímto termínem myšlena morfologická subdisciplína organologie, která se zabývá pouhým popisem hudebních nástrojů, jejich rozměry, povrchovou úpravou, laděním, akustickými vlastnostmi atd., aniž by tato fakta kladla do historických, vývojových a společenských souvislostí. **Organografie je deskriptivní subdisciplína organologie**.

Co je to hudební nástroj?

V organologické literatuře existuje velké množství definic hudebního nástroje, s nimiž však většinou nelze souhlasit. Řada autorů se konkrétní definici hudebního nástroje ve svých publikacích raději vyhnula². Jako příklad uvedu čtyři definice z české a slovenské literatury. I když jde o definice nesprávné, poskytují obraz o tom, jak jejich autoři ve své době chápali hudební nástroj:

I. ČESKÁ HUDEBNÍ VĚDA¹:

Hudební nástroj je hmotný předmět, člověkem vyrobený či přizpůsobený k úloze ovladatelného zdroje zvuku a zvykově používaný v určité době a společnosti jako prostředek k hudebnímu projevu.

Výhrady k definici:

- Definice je mnohomluvná, přináší řadu nedefinovaných a špatně volených pojmů;
- hmotný předmět** – neexistují nehmotné předměty, snad jen v přeneseném slova smyslu (předmět jednání atd.);
- člověkem vyrobený či přizpůsobený** (předmět) – nemusí být; často, zejména u hudebních nástrojů primitivních kultur a u většiny hudebních ná-

strojů ve stadiu elementů či prototypů, jde jen o nepřizpůsobované hudební nástroje rostlé – větev, kámen, střevo, kost, list atd.;

d) **ovladatelný** (zdroj zvuku) – to je samozřejmé, vždyť jde o hudební nástroj a každý nástroj musí být ovladatelný – jinak není nástrojem;

e) **zvykově používaný v určité době a společnosti** (nástroj) – jde o zcela zbytečné a samozřejmé pojmy, protože jde o hudbu jakoukoliv, kdykoliv a kdekoliv. Hudební projev mimo čas a společnost neexistuje.

2. JOSEF HUTTER³:

Hudební nástroj je uměle vyrobený zvukový předmět, který vydává tóny barevně singulární a stylisované, podle určité tónové soustavy uspořádané, a byl vyroben podle objektivních fonotechnických norem určité hudební kultury k jejím potřebám. Pozn.: Ostatní zvukové předměty patří tudíž bez dalšího do skupiny nástrojů zvukových, ježto nesplňují podmínky kladené na nástroj hudební.

Výhrady k definici:

a) Základní chyba definice spočívá v dělení nástrojů na **hudební a zvukové**. Takové dělení je špatné, protože zvuk je nadřazen tónu. Všechny hudební nástroje jsou tedy současně i nástroji zvukovými. Dělení musí probíhat vždy v jedné kvalitativní rovině. Například savce také nelze dělit na lichokopytníky a na koně. Sám Josef Hutter se však v dalším textu knihy tohoto dělení nedrží a například škrabku správně považuje za hudební nástroj.

b) Hudební nástroj nemusí vždy **produkovat jen tóny**. Řada rytmických hudebních nástrojů produkuje hluky, šramoty, šumy atd.

c) Produkované tóny vůbec nemusejí být **barevně singulární**. Tentýž nástroj může vydávat také tóny barevně heterogenní (například flažolety u smyčcových nástrojů, různé rejstříky u varhan atd.). Stejně tak existují dvojice různých hudebních nástrojů, jejichž zvuk je v některých frekvenčních oblastech téměř shodný (violino – viola, tárogató – saxofon, pläpp'n – tarakawa, skřipky – wulke husle atd.).

d) Hudební nástroj nemusí být vždy vyroben podle **určité tónové soustavy**. Řada hudebních nástrojů nevydává tóny nebo jenom tóny. Tento Hutterův přístup vyplývá z jeho nesprávného dělení hudebních nástrojů na hudební a zvukové.

e) Co je to **zvukový předmět**? Každý předmět má vlastní rezonanci, na níž může být rozeznán.

f) U hudebních nástrojů nemusí jít vždy o **uměle vyrobený zvukový předmět**. Často, zejména u hudebních nástrojů primitivních kultur a u většiny hudebních nástrojů ve stadiu elementů či prototypů, jde jen o nepřizpůsobované hudební nástroje rostlé – větev, kámen, střevo, kost, list atd.

3. LADISLAV LENG⁴:

Pod pojmom hudobného nástroja rozumieme cielavedome upravené, skonštruované a za účelom hudobnej reprodukcie použité tónové a rytmické zdroje, ktoré vzhľadom na ich akustické vlastnosti sú objektívne schopné podieľať sa na hudobnoumeleckom efekte, pretože ich akustická charakteristika zodpovedá normám hudobnej kultúry toho ktorého etnika a historického obdobia.

Výhrady k definici:

a) platí zde téměř všechny výhrady, jež byly uvedeny u předchozích definic;

b) **za účelom hudobnej reprodukcie** – u hudebního nástroje nejde o reprodukci, jde o produkci; pokud bychom akceptovali Lengovo vymezení, pak bychom za hudební nástroj museli považovat i gramofon nebo magnetofon;

c) **použití tónové a rytmické zdroje**. Kritéria takového dělení jsou nesouměřitelná, podobně jako při dělení hudebních nástrojů na hudební a zvukové. Rytmus totiž lze určovat i nástroji, které produkují tóny.

4. ANTONÍN MODR⁵:

Hudební nástroje jsou předměty různých tvarů a velikostí, na nichž lze vzbuzenou silou dosáhnout rozkmitu pružné hmoty anebo jí ohraničené vzduchové prostoty.

Je podstatný kvalitativní rozdíl mezi touto a předchozími definicemi hudebního nástroje. Snad lze této definici jen vytknout, že v ní není uvedeno, že hudební nástroj produkuje hudební zvuk. V tomto případě je Modrova definice hudebního nástroje nepřipustně volná. Dá se jí také vytknout, že je nadbytečně mnohomluvná:

a) **hudební nástroje jsou předměty různých tvarů a velikostí** – jde o zbytečnou specifikaci. Jde-li o různé předměty, jde také o jejich různou formu;

b) **rozkmit pružné hmoty** není v definici určen slyšitelnou frekvencí, která také podmiňuje vznik hudebního zvuku.

Definice, která vyhovuje všem kritériím současné organologie, zní:
Hudební nástroj je předmět, který umožňuje produkování hudebního zvuku.

Výklad definice:

a) Tím, že definice blíže nespecifikuje **předmět**, je myšlen jakýkoliv předmět, který vyhovuje následující části definice. Může to být tedy předmět upravený, neupravený, vyrobený, rostlý atd. Vyloučeny jsou však například lidské dlaně, lidské hlasivky atd., protože předmět je vždy věc neživá.

b) **umožňuje produkování hudebního zvuku** – kdykoliv v minulosti, přítomnosti, budoucnosti a v jakékoliv společnosti. Kdyby v definici bylo uvedeno, že jde o **předmět produkující hudební zvuk**, znamenalo by to, že by jí vyhovoval jen ten hudební nástroj, na který se právě hraje. Po ukončení hry by už hudebním nástrojem nebyl. V definici je užito termínu **produkování**, nikoliv reprodukování. Tím jsou z ní vyloučeny gramofony, magnetofony atd. **Automa-**

tofony hudbu sice také jen reprodukuje, ale pomocí hudebních nástrojů nebo pomocí principů, na nichž jsou založeny všechny hudební nástroje.

c) **hudební zvuk** – jsou vyloučeny všechny nehudební zvuky (zvuk vysavače, lokomotivy, psacího stroje atd.). Je však nutné hudební zvuk definovat.

Co je to hudební zvuk?

Hudební zvuk je zvuk podílející se na hudebním efektu.

Výklad definice:

a) Jde o každý zvuk, tedy o tóny i o hluky (rytmické nástroje).

b) Hudební efekt = hudba produkovaná i reprodukována. Hudební zvuk se podílí primárně i sekundárně.

Definice jednotlivých nástrojových skupin

Idiofon je hudební nástroj, jehož oscilátor je tvořen tělesem, které není strunou, membránou nebo plátkem aerofonu.

Membranofon je hudební nástroj, jehož oscilátor je tvořen membránou, která není rozkmitávána lidským hlasem.

Aerofon je hudební nástroj, jehož oscilátor je aktivován proudem vzduchu.

Mirliton je hudební nástroj, který mechanicky zřeksluje hudební zvuk vydávaný lidskými hlasivkami.

Chordofon je hudební nástroj, jehož oscilátorem je struna.

Elektrofony se dělí na *elektrofonické nástroje a elektronické nástroje.*

Elektrofonické hudební nástroje jsou nástroje u nichž produkty jejich mechanických oscilátorů jsou snímány a elektronickou cestou dále upravovány a reprodukovány.

Elektronické hudební nástroje jsou nástroje, jejichž oscilátory jsou buď čistě elektronické, nebo jsou nabrzeny v pamětech uloženými produkty mechanických oscilátorů, které jsou elektronickou cestou dále upravovány, měněny a reprodukovány.

Existují rovněž různé kombinace – elektrofonicko-elektronické hudební nástroje. Jejich vývoj neustále pokračuje a zatím není úkolem organologie se jimi zabývat; obdobně je tomu i s nástroji elektronickými a zčásti i elektrofonickými. Zatím je skupina elektrofonů spíše v popředí zájmu příslušných slaboproudých oborů.

Korpopon je „hudební nástroj“, jehož oscilátor, rezonátor i vyzářovač jsou tvořeny výhradně částmi lidského těla.

Tato skupina „hudebních nástrojů“ jistě vzbudí oprávněný nesouhlas u řady odborníků. Samozřejmě, že o skutečné hudební nástroje zde nejde. Existence korpoponů je však nesporná a je nutné, aby se jimi někdo zabýval. Zatím, jak se zdá, to zůstává pouze na etnoorganologii.

Poněkud jednodušeji, za použití jiných termínů, definuje jednotlivé nástrojové skupiny ANTONÍN ŠPELDA (*Hudební akustika*, Praha 1978, s. 98):

„Je-li primárním zářičem struna, zařazujeme takové nástroje do skupiny chordofonů (chordé = řecky struna, phoné = řecky hlas, zvuk). Pokud v nástroji je akustická energie vyzařována tyčí nebo deskou či trubici z kovového nebo jiného pružného materiálu, řadíme jej mezi idiofony (řecky idios = vlastní, tj. nástroje používají tyčí atd. jako jediného „vlastního“ zářiče). Nástroje, kde se zvuk tvoří chvěním blány (membrány), patří do skupiny membranofonů (latinsky: membrana = blána). Značně velkou třídu klasických hudebních nástrojů tvoří nástroje, v nichž se tón tvoří za pomoci proudícího vzduchu. Nazýváme je aerofony (aer = řecky i latinsky vzduch). (...) U elektrofonických nástrojů se zvuk tvoří také mechanickou cestou, ale zesiluje se elektrickými prostředky, elektronické hudební nástroje používají k vytvoření akustického kmitání elektronických zdrojů.“

Všechny uvedené definice sice připouštějí v několika málo případech vzájemnou permeabilitu skupin (Aeolova harfa, bič, bzučák), avšak jako zatím nejednoznačnější jsou respektovány i v dalším textu. Jejich jednoznačnost je velmi důležitá, jak lze například demonstrovat na mnohoznačných definicích nástrojových skupin, nepřímo uvedených ALEXANDREM BUCHNEREM⁶, které precizoval JINDŘICH KELLER⁷:

„Idiofony – nástroje samoznějící, u nichž vzniká tón rozechvěním těla nástroje buď úderem, drnkáním, třením nebo nárazem vzduchového proudu.“

Podle této definice patří do skupiny idiofonů tedy i nástroje strunové, protože struna je většinou rozeznívána úderem, drnkáním nebo třením, ale i některé nástroje dechové, například klarinet, hoboj atd. Pochopitelně, oba autoři sem ani chordofony, ani uvedené aerofony nezařazují, čímž tuto definici sami nerespektují, avšak za idiofony považují například harmoniky a harmonia, tedy nástroje aerofonní, a nikoliv idiofonní.

„Membranofony – nástroje blánové, u nichž vzniká tón rozechvěváním membrány.“

Této definici lze vytknout, že stejně jako ostatní definice těchto autorů předpokládá u hudebních nástrojů pouze produkci tónů.

„Chordofony – nástroje strunné, u nichž vzniká tón rozechvěním struny drnkáním, trsnáním, třením nebo úderem.“

Jak již bylo uvedeno, neodlišuje se téměř tato definice od definice idiofonů.

„Aerofony – nástroje vzduchové, u nichž vzniká tón rozechvěním vzduchového sloupce.“

Podle tohoto znění bychom mezi aerofony museli zařadit i například vibrafon, jehož rourové rezonátory pod kameny představují stejný vzduchový sloupec, jako je například u klarinetu. Ovšem, jak u klarinetu, tak i u vibrafonu tón nevzniká (není buzený) vzduchovým sloupcem, ale plátkem nebo kamenem.

BUCHNER ještě, zcela správně, vyděluje zvláštní skupinu **mechanických hudebních nástrojů**, které se sice způsobem vzniku zvuku dají zařadit do předchozích čtyř skupin, avšak svým praktickým použitím se z nich vymykají. Keller pak přidává ještě **elektrofony**, nástroje, u nichž vzniká zvuk elektrickou cestou. Tato definice elektrofonů je nedostačující, protože například u nástrojů elektrofonických (tzv. „elektrické kytary, housle“ atd.) zvuk vzniká pomocí „klasických“, a nikoliv elektronických oscilátorů.

Pro úplnost je ještě třeba uvést definice jednotlivých nástrojových skupin z literatury u nás nejnovější – z *Encyklopedického atlasu hudby ULRICHA MICHELSE*⁸. Encyklopedie byla poprvé vydána v Německu v roce 1977, takže bychom očekávali, že i definice nástrojových skupin budou již zcela správné:

„Idiofony (řecky idios, vlastní) jsou hudební nástroje, které vydávají tóny a zvuky chvěním sebe sama a nikoli chvěním membrány, struny nebo vzduchového sloupce. Stavěny jsou z tvrdého materiálu, např. ze dřeva, kamene, kovu nebo skla, aby umožňovaly přímé vyzařování zvuku.“

Zde opět narážíme na známý problém vztahu zvuk–tón. Není specifikován rozdíl mezi „přímým“ a „nepřímým“ vyzařováním zvuku.

„U membranofonů (řecky membrána, kůže) se k tvorbě tónů používá napjatá membrána z pergamenu, z (telecí) kůže nebo z umělé hmoty, která se rozechvívá úderem (bicí membranofony), třením (třecí) nebo proudem vzduchu (mirlitony).“

Mirlitony v žádném případě nelze zařadit mezi membranofony. Jejich oscilátorem není membrána, nýbrž lidské hlasivky. Řada mirlitonů vůbec membránu nemá.

„Chordofony (řecky chordae, struna) tvoří tón rozezníváním strun.“
Proti této definici nelze mít námítky.

„Aerofony (řecky aer, vzduch) jsou všechny nástroje, u nichž tón vzniká chvěním vzduchu, a to většinou jako ohraničeného vzduchového sloupce, ale i jako sloupce neohraničeného (nástroje harmonikového typu).“

Jen stěží si lze představit „neohraničený sloupec vzduchu“. Definice je nepřesná také v tom, že nerespektuje, že vlastně všechny hudební nástroje jsou slyšet, tedy tvoří tón, tím, že rozechvívají vzduch.

„Elektrofony neboli elektrické hudební nástroje tvoří dvě skupiny: I. elektroakustické nástroje, u nichž kmity mechanického oscilátoru jsou zesilovány pouze elektroakustickou cestou. II. elektronické nástroje, u nichž už povaha samotného oscilátoru je ryze elektronická.“

V této definici se nesprávně hovoří o „elektrických nástrojích“ – elektrická může být vrtačka, bruska nebo pila – ale hudební nástroj? Nepřesné je užití termínu „elektroakustické nástroje“ namísto správného termínu „elektrofonické nástroje“.

Z uvedených příkladů je patrné, že někteří autoři nemají jasno ve významu termínů zvuk–tón, elektrický–elektrofonický–elektronický atd., nebo si nedovedou uvědomit, čím je tvořen oscilátor u jednotlivých hudebních nástrojů. Z těchto důvodů jsou jejich definice nástrojových skupin nepřesné nebo nesprávné.

Poznámky a literatura:

¹KOL.: *Česká hudební věda*. 2. díl, Praha 1988, s. 606.

²BUCHNER, ŠPELDA, KELLER, REŽNÝ, MARKL, KUNZ, MAČÁK, ELSCHEK, SACHS atd.

³HUTTER, JOSEF: *Hudební nástroje*. Praha 1945, s. 19.

⁴LENG, LADISLAV: *Slovenské ľudové hudobné nástroje*. Bratislava 1967, s. 17–18.

⁵MODR, ANTONÍN: *Hudební nástroje*. Praha 1961, s. 9.

⁶BUCHNER, ALEXANDR: *Hudební nástroje od pravěku k dnešku*. Praha 1956, s. 45–47.

⁷KELLER, JINDŘICH: *Katalogizace hudebních nástrojů v nesespecializovaných muzeích*. In: Muzejní a vlastivědná práce 12, 1974, s. 211–212.

⁸MICHELS, ULRICH: *Encyklopedický atlas hudby*. Praha 2000.

KELLER, JINDŘICH – KOPECKÁ, MICHAELA: *Hornbostelova a Sachsova systematika hudebních nástrojů*. In: *Hudební nástroje* 14, 1977, s. 10–13, 45–48, 77–78, 114.

KURFÜRST, PAVEL: *Organologie a výzkum nástrojů pro lidovou hudbu*. In: *Národopisné aktuality* 21, 1984, s. 1–7.

C. DĚLENÍ A SYSTEMATIKY HUDEBNÍCH NÁSTROJŮ

„A rozděluje se trojako, rozuměj, na dechovou, strunovou a bicí. Dechové se jmenuje, co je rozexvučováno nárazem vzduchu či vůbec dechem někoho, jako u varhan, u trub, píšťal a ostatních. Bicí pak to, co se rozexznívá úderem, jako u některých kovových nádob a kotlů a ostatních. Strunové pak, co je pro zvuk připravováno napětím strun, jako jsou strunové nástroje, totiž kithary, žaltáře, roty a ostatní.“

Václav z Prachatic: Výpisky z děl Johanna de Muris.

I. Úvod do systematiky hudebních nástrojů – výklad pojmů

Člověk je v podstatě klasifikující tvor. V jistém smyslu je možno říci, že ona klasifikace není ničím jiným než rozdělováním jevů, předmětů atd., mezi nimiž nejsou ani dva, které by byly po všech stránkách stejné, do různých tříd podle síly pocítované podobnosti a rozdílnosti. V procesu pojmenovávání se projevuje velmi prospěšná tendence vidět podobnost a vyjadřovat ji podobností názvů. Ale věda hledá v jevech o mnoho více než podobnost – hledá řád.

První klasifikace nemají v tomto smyslu přísně teoretické zaměření. Názvy předmětů plnily funkci, když umožňovaly koordinovat praktickou činnost. Měly tedy *teleologickou funkci*, která se postupně vyvíjela ve stále objektivnější *zobrazující funkci*. Každá i zdánlivá podobnost mezi různými jevy stačila na to, aby tyto jevy byly označovány společným názvem (například bicí nástroje = buben i cimbál).

Máme-li tedy našim smyslovým vjemům dát objektivní význam, musíme je klasifikovat, zahrnout pod všeobecné pojmy a podříditi všeobecným pravidlům. Taková klasifikace je výsledkem neustálého úsilí o simplifikaci. Vědec postupuje podle principu, že i v nejsložitějších případech se mu nakonec podaří nalézt přiměřený symbolismus, který mu umožní popsat jeho pozorování v univerzálním a všeobecně srozumitelném jazyku.

Systematika hudebních nástrojů nemá být jen tříděním kvůli přehledu, ale musí být především výrazem správně chápané podstaty. Správné chápání nástrojové podstaty je základní podmínkou pro vytvoření vědeckého systému v organologii.

Organologická systematika je výsledkem vědeckého třídění hudebních nástrojů podle předem určených kritérií (technických, historických, interpretačních atd.) nebo podle jejich kombinací.

Organologické vývojové schéma je grafické znázornění historického vývoje hudebního nástroje na základě nárůstu jeho koncepčních, konstrukčních nebo i výtvarných změn.

Systematický přehled hudebních nástrojů je velmi podrobná systematika jedné nástrojové skupiny (například aerofonů).

Dělení hudebních nástrojů je jakýmsi historickým předstupněm organologických systematik.

Většina organologů se snažila a snaží sestavit tu nejdokonalejší všeobecně platnou systematiku hudebních nástrojů. Ve skutečnosti to není možné. Nelze úspěšně vytvořit systematiku, která by postihla všechna kritéria – technická, historická, interpretační, umělecká, výtvarná atd. Skutečně dobré systematiky hudebních nástrojů jsou většinou vytvářeny jen podle jednoho kritéria, nejčastěji technického (tedy koncepčního a konstrukčního), eventuálně v kombinaci s kritériem hráčských technik (Hornbostel-Sachsova).

Daleko větší význam a uplatnitelnost mají *systematiky specializované* na jednu oblast, období, nástrojový typ, hráčskou techniku atd. Tyto systematiky se především uplatňují při vědecké práci, eventuálně jsou jejím výsledkem.

Literatura:

KURFÜRST, PAVEL: *Organologie a výzkum nástrojů pro lidovou hudbu.*

In: Národopisné aktuality 21, 1984, č. 1, s. 65–68.

2. Organologické vývojové schéma

„Když Karajan požvedne taktovku před osmdesáti pozornými hudebníky nebo když se před třemi tisíci lidmi Heifetz ve fraku chystá vyluzovat ze svého nástroje jako žonglér tóny a dvojhmaty, vypočítané nějakým Paganinim, jsou, aniž by si toho byli vědomi, přímými a vzdálenými dědici člověka v masce, který vrzal na svůj luk, aby očaroval stádo sobů (...).“

Chailley, Jacques: 40 000 let hudby.

Jako příklad organologického vývojového schématu je zde uveden pracovní náčrt (návrh) vývoje chordofonů, který vznikl při výuce organologie v Ústavu hudební vědy na Filozofické fakultě Masarykovy univerzity v Brně. Zahrnuje všechny nástrojové elementy a většinu chordofonních incipitů, prototypů, archetypů, typů, stenotypů, intertypů, argottypů až po ojedinělé explicity:

Elementy – stavební kameny tvořící princip, podstatu hudebního nástroje. V podstatě všechny elementy (dokonce i vlákna) poskytovalo lidské tělo; na něm byly uplatněny i principy, takže rané **incipity** měly motivaci v „korpofonech“.

Prototyp – předobraz konstrukce hudebního nástroje.

Archetyp – původní nástroj zdokonalené konstrukce.

Typ – představitel nástrojové skupiny.

Stenotyp – představitel úzké a vyhraněné nástrojové podskupiny.

Intertyp – přechodný, krátkodobě se vyskytující nástroj mezi jednotlivými stenotypy.

Explicit – nástroj, který prozatím ukončuje vývoj.

Argotyp – rustifikovaný nástroj pokleslý ze slohového instrumentáře; časově nový stupeň vývoje; kvalitativně krok zpět.

Monotyp – zdánlivě bez vývoje, osamoceně stojící, nezařaditelný, dosud nezkoumaný vynález. Vždy navazuje na některý prototyp nebo archetyp.

Hybrid – složený ze dvou nebo více stenotypů či intertypů.

Pro ještě lepší pochopení vzniku jednotlivých vývojových stupňů hudebních nástrojů:

element [E] + princip [Pr] = incipit

incipit [I] + koncepce [K] = prototyp

prototyp [P] + novace [N] = archetyp

archetyp [A] + konstrukce [Kn] = typ

typ [T] + invence [Iv] = stenotyp

stenotyp [S] + adaptace [Ad] = intertyp

intertyp [Ir] + redukce [R] = explicit [Ex]

intertyp [Ir] + degenerace [D] = argotyp [Ag]

Aby z elementu vznikl např. stenotyp, je třeba splnit:

$$E + Pr + K + N + Kn + Iv = S,$$

přičemž vlastní realizaci představuje spojení:

$$Pr + K + N + Kn + Iv.$$

Kvalita realizace je pak závislá na kultuře jako souhrnu hmotné, duševní a umělecké společenské činnosti člověka v průběhu historického vývoje. Například z výzkumů současných primitivních společenství víme, že hudební nástroje slouží jen k realizaci různých magicko-kultovních představ, že jde tedy o **nástroje esoterické** (přístupné jen nejužšímu okruhu zasvěcených osob). Teprve od vývojové úrovně typu se stávaly **nástroji exoterickými**, tedy nástroji obecně užívanými, což vedlo k jejich rychlému zdokonalování, na němž se mohlo podílet více osob. Další vývoj probíhal ve vlnách: nejprve došlo k nebývalému rozmnožení stenotypů, k čemuž zřejmě vedla omezená možnost komunikace na větší vzdálenost. V dalším vývoji pak stenotypů ubývalo, při jejich současném zdokonalování (pro ilustraci poslouží srovnání například renesančního a současného hudebního instrumentáře).

3. Stručný přehled vývoje dělení a systematik hudebních nástrojů

„(..) Bůh mohl stvořit jen jeden svět. Plato mu aspoň ponechal možnost stvořit jich pět, a to proto, že jest jen pět pravidelných těles: tetraedr, nebo-li trojboký jeblan se stejnou základnou, krychle, šestistěn, dvanáctistěn a dvacetistěn.“

Voltaire: Filozofický slovník čili rozum podle abecedy.

Systematika (správněji **system!**) je uspořádání a třídění věcí, pojmů, myšlenek nebo jevů podle určitých hledisek, určitou formou a metodou. Podle těchto kritérií lze pod uvedený pojem zahrnout jak nejstarší a nejprimitivnější rozdělování a třídění hudebních nástrojů, tak i ty nejnovější, nejmodernější a nejsložitější jejich systematiky. Znalost vývoje různých dělení, třídění a systematik hudebních nástrojů vytváří obraz chápání a nazírání na hudební nástroje, jejich funkci a význam v různých obdobích, kulturách a územích.

Řečí filosofové

Pro řecké filosofy byly hudební nástroje především pomůckami, pomocí nichž zkoumali fyzikální a matematické souvislosti tónů a tónových soustav. K těmto pokusům používali především monochordy, dichordy, různě dimenzované píšťaly, různé velké zvony a nádoby, plněné různým množstvím kapaliny atd.

Byli to především: **PYTHAGORAS** ze Samu (582–493 př. n. l.), **ARISTOTELÉS** ze Stageiry (384–322 př. n. l.), **ARISTOXENOS** z Tarentu (354–300 př. n. l.), **PTOLEMAIOS**, **KLAUDIUS** (100–178 n. l.), **NÍKOMACHOS** z Gerasy (1. polovina 2. stol. n. l.) a **PORPHYRIOS MALCHOS** (233–zač. 4. stol. n. l.).

Jejich bádání vedlo primárně k novým matematickým a fyzikálním poznatkům, které byly mnohdy vyjádřeny jednoduchými zákony, a sekundárně i jednoduchým dělením hudebních nástrojů. Tak Aristotelés dělil nástroje na **organon psychon** – lidský hlas – a **organon apsychnon** – hudební nástroje umělé. Stejně je rozděloval i Aristoxenos, který však ještě navíc přes dělení zvuku na kontinuální a diskontinuální došel i k obdobnému dělení hudebních nástrojů. **Kontinuální hudební nástroje** jsou nástroje s nedefinovatelnou výškou tónů, nelze tedy na nich zkoumat intervalové závislosti, mezi **diskontinuální hudební nástroje** patří lidský hlas (?), strunné nástroje apod.

BAKCHEIOS (2. stol. n. l.) označuje nekontinuální zvuky jako melodické (**emmelos**), produkované hudebními nástroji, a podle Porphyria se kontinuální zvuky nehodí k provozování hudby.

První Níkomachos se zmiňuje o třídění hudebních nástrojů a rozděluje je na strunné, dechové, bicí a na lidský hlas. Toto dělení přebírá i Porphyrios, avšak mezi hudební nástroje lidský hlas nezahrnuje. Ptolemaios má dělení ryze praktické. Dělí nástroje na ty, jichž je možné využít pro demonstraci zákonů hudební teorie (monochord, helikon), a na ty, které slouží hudební praxi. **IULIUS POLLUX** z Naukratidy (2. st. n. l.) uvádí dvě skupiny hudebních nástrojů – bicí a dechové, přičemž strunné nástroje zahrnuje do nástrojů bicích. U řeckých filosofů se tedy setkáváme především se čtyřmi principy dělení hudebních nástrojů:

1. PRINCIP	2. PRINCIP	3. PRINCIP	4. PRINCIP
<ul style="list-style-type: none"> • lidský hlas • všechny ostatní 	<ul style="list-style-type: none"> • dechové nástroje • bicí nástroje 	<ul style="list-style-type: none"> • strunné nástroje • dechové nástroje • bicí nástroje • lidský hlas 	<ul style="list-style-type: none"> • strunné nástroje • dechové nástroje • bicí nástroje

Latinští filosofové

BOETHIUS, **ANICIUS MANLIUS TORQUATUS SEVERINUS** (470–524) dělí hudební nástroje na dechové, bicí a drnkací.

CASSIODORUS, **FLAVIUS MAGNUS AURELIUS** (490–583) se zabýval především hudebními nástroji uvedenými v bibli a ty dělí na *percussionale* – bicí (k nim řadil i zvonky a rolničky), *tensibile* – strunové a *inflatile* – dechové.

ISIDORUS ze Sevilly (560–636) dělí hudební nástroje na dechové a bicí. Bicí nazývá rytmické a počítá k nim i nástroje strunové.

AURELIANUS z Réomé (9. stol.) rozdělil hudební nástroje podle částí lidského těla: hrdlo – nástroje zpěvné (fiduly, píšťaly), hrud' a obě poloviny plic – nástroje drnkací (harfa), srdce – nástroje bicí.

REGINO z Prümü (915) jednak převzal dělení Cassiodorovo (*percussiona-*

le, *tensibile*, *inflatile*), jednak měl dělení vlastní. Nástroje rozděloval podle zvuku na hlasové (*vox*) a na zvukové (*sonus*). K hlasovým přičlenil lidský hlas a dechové nástroje, zvukové ještě rozdělil na strunné rozeznávané plektrem (*ictus*) a bicí (*pulsus*).

ODO z Cluny (879–942) jako první latinský autor nepovažuje monochord jen za fyzikální pomůcku, ale také za hudební nástroj. Vůbec první použil termín „organum“ jako obecné označení hudebních nástrojů. Jinak dělí hudební nástroje stejně jako Cassiodor, jehož ve svém díle opisuje.

AL-FÁRÁBÍ (870–950) psal arabsky a nepatří již mezi latinsky píšící filosofy. Ve svém mimořádném díle *Kitáb al-músíqí* uvádí řadu tehdejších hudebních nástrojů s podrobnými a velice kvalitními nákresy, s prstoklady, laděním atd. Hudební nástroje rozděluje na tři skupiny: nástroje bicí, nástroje **typu aulos** – dechové a nástroje **typu kithara** – strunné. Ty ještě rozděluje na smyčcové a trsané, nebo na nástroje, které mají pro každý tón jednu strunu, a na nástroje s pražci.

Středověcí filosofové

JOHANNES (Cotto) z Affligemu v roce 1100 jako první středověký autor dělí hudební nástroje na *naturalia* a *artificialia* (přirozené a vytvořené), podobně jako Řekové dělili nástroje na organon psychon a organon apsychnon. Přirozené jsou představovány lidským hlasem, vytvořené jsou všechny skutečné hudební nástroje.

WILHELM z Conches (1080–1145) rozděluje hudební nástroje na *melica*, *metrica* a *rhythmica*, přičemž *melica* dělí na *diatonica*, *enarmonica* a *cromatica*.

HUGO ze St. Victor (1096–1141) dělí hudební nástroje na bicí (včetně strunových), dechové a zpěv.

JOHANNES AEGIDIUS ze Zamory ve svém díle z roku 1260 třídí hudební nástroje stejně jako Johannes z Affligemu, nazývá je však *lebendige* a *toten* (Instrumente).

WALTER ODINGTON (1272) dělí nástroje na *naturalia* a *artificialia*, přičemž *artificialia* ještě dělí na dechové a bicí, k nimž přičítá i nástroje strunové.

ROGER BACON (1214–1294) rozděluje hudební nástroje na *melica*, *prosaica*, *metrica* a *rhythmica*.

ANONYMUS SOWA rozděluje v roce 1279 hudební nástroje na *lidský hlas*, *dechové* a *strunné* nástroje. **JOHANNES DE GROCEO** v roce 1280 dělí hudební nástroje na *naturalia* a *artificialia*.

JOHANNES DE GARLANDIA II. v díle z roku 1300 uznává jen jediný nástroj vhodný k provozování hudby – lidský hlas.

JOHANNES DE MURIS (1290–1351) dělí nástroje na tři skupiny. *Chordalia* – strunové, *foraminalia* – dřevé (dechové) a *vasalia* – nádobové (bubny).

Filosofové období renesance a baroka

STANISLAV Z HNĚZDNA na počátku 15. století dělí hudební nástroje na *tensibilia*, *percusibilia* a *infantibilia*.

VÁCLAV Z PRACHATIC si počíná v téže době stejně jako Stanislav z Hnězdna.

210 Konečný

RAMOS DE PAREJA (1482) uznává za hudební nástroje jen nástroje strunové a dechové. O bicích píše, že se nesluší je užívat v hudbě.

SEBASTIAN VIRDUNG (1465–?) ve svém díle *Musica getutscht* (1511) – jde o vůbec první dílo věnované výhradně hudebním nástrojům – rozděluje nástroje na *chordofony* a *aerofony*. Bicí nástroje sice zevrubně popisuje, avšak nevěnoval jim samostatnou skupinu. To učinil až jeho překladatel do latiny.



OBR. 8 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (VIRDUNG, SEBASTIAN: MUSICA GETUTSCHT. BASEL 1511).

OTHMAR LUSCINIUS (1480–1537) v roce 1536 přidal k Virdungovým skupinám ještě idiofony a membranofony. Poprvé jsou tedy jasně popsány a definovány čtyři nástrojové skupiny: *chordofony*, *aerofony*, *idiofony* a *membranofony*.

MARTIN AGRICOLA (1486–1556) v díle *Musica instrumentalis deudsch* (1528) přebírá a důsledně dodržuje dělení Sebastiana Virdunga.

GIOSEFFO ZARLINO (1517–1590) přináší v díle *Sopplimenti musicali* (1588) velmi složitý organologický systém, který ve své detailnosti překonává všechna dosavadní dělení hudebních nástrojů:

I. DECHOVÉ NÁSTROJE

A. S více trubicemi (varhany)

B. S jednou trubicí

1. S dírkami
 2. Bez dírek
- a. Z více dílů (pozoun)
b. Z jednoho dílu

II. STRUNOVÉ NÁSTROJE

A. S klávesami a pražci

1. Mobilní
 2. Stabilní
- a. Pro jednu ruku (niněra)
b. Pro dvě ruce (harpsichord, klavicebalo)
a. S pevnými pražci smyčcové (violon)
b. S pevnými pražci trsané plektrem (cetera)
c. S pevnými pražci trsané prsty (loutna)

B. Bez kláves a pražců

1. Smyčcové (violino)
2. Se strunami pro každý tón (harfa, psalterium)

III. BICÍ NÁSTROJE

A. Jednoduché

1. Dřevěné
2. Kovové (zvon)

B. Složené

1. Dřevo – kůže (tympány)
2. Dřevo – kov (dolcimelo)
3. Dřevo – střevo (bicí strunové)

TAVOLA DE GLI ISTRUMENTI ARTEFICIALI, I QUALI IN MOLTE MANIERE PERCOSSI, FANNO DIVERSI SVONI.

Come.

Dall'Aria spinta dal Vento, o dal Fato in una parte, o di uerfe dell'Istrumento, che si troua effe di due maniere. Dalle Chorde dell'Istrumento mosse dal Sonatore, che percotano l'Aria che si troua effe di due maniere. Da cosa di legno, o di ferro, o di efia percorta, & sono percoti.

O composto di molti Corpi.	O semplice & d'un solo Corpo, che è di due forti.	O con Taffi.	O senza Taffi.	O semplice.	O composto, & è di due forti.
& si fono premendo i Taffi cò ambe le mani, come l'Organo.	O senza forti, & di due forti.	Mobili di due forti.	Stabili di tre forti.	Di legno concavo & cuoio.	O di legno còcavo & chorde, & di due maniere.
Con forti.	O senza forti, & di due forti.	O che si suona con forza, che si troua con ambe due le mani, come l'Arpichord, o altri Istrumenti, che si troua con la dita sopra il manico dell'Istrumento, com'è il Violone & simili.	O che si suonano con la penna, premendo sopra i Taffi del manico dell'Istrumento, com'è il Violino, & altri simili.	Che si percuote con mazzette, com'è la Campana, o altri simili.	Che si percuote con mazzette, com'è la Campana, o altri simili.
Con forti.	O senza forti, & di due forti.	O che si suona con forza, che si troua con ambe due le mani, come l'Arpichord, o altri Istrumenti, che si troua con la dita sopra il manico dell'Istrumento, com'è il Violone & simili.	O che si suonano con la penna, premendo sopra i Taffi del manico dell'Istrumento, com'è il Violino, & altri simili.	Che si percuote con mazzette, com'è la Campana, o altri simili.	Che si percuote con mazzette, com'è la Campana, o altri simili.
Con forti.	O senza forti, & di due forti.	O che si suona con forza, che si troua con ambe due le mani, come l'Arpichord, o altri Istrumenti, che si troua con la dita sopra il manico dell'Istrumento, com'è il Violone & simili.	O che si suonano con la penna, premendo sopra i Taffi del manico dell'Istrumento, com'è il Violino, & altri simili.	Che si percuote con mazzette, com'è la Campana, o altri simili.	Che si percuote con mazzette, com'è la Campana, o altri simili.

OBR. 9 – SYSTEMATIKA HUDEBNÍCH NÁSTROJŮ

(ZARLINO, GIOSEFFO: SOPPLEMENTI MUSICALI, BENÁTKY 1588).

MICHAEL PRAETORIUS (1571–1620) ve druhém díle *De Organographia* svého obsáhlého spisu *Syntagma Musicum* (1619) přináší hned tři třídící systémy. Všechny nesou ještě stopy středověké spekulativnosti, jsou však velmi podrobné a poskytují možnost třídit hudební nástroje podle různých hledisek:

Systém A.

I. NÁSTROJE JEDNOTÓNOVÉ (zvonce)

II. NÁSTROJE VÍCETÓNOVÉ

1. Foukací

- a. Soustava pevně daná (positiv)
- b. Soustava upravovaná hráčem (pozoun)

2. Strunné

- a. Klávesové (spinet)
- b. Málóklávesové (niněra)
- c. Bezklávesové (harfa)

Systém B.

I. NÁSTROJE FOUKACÍ

1. Náustkové (trubky)
2. Plátkové (šalmaje)

II. NÁSTROJE STRUNNÉ

1. Se střevovými strunami (loutny)
2. S kovovými strunami (spinet)

Systém C.

I. NÁSTROJE TÓNOVÉ

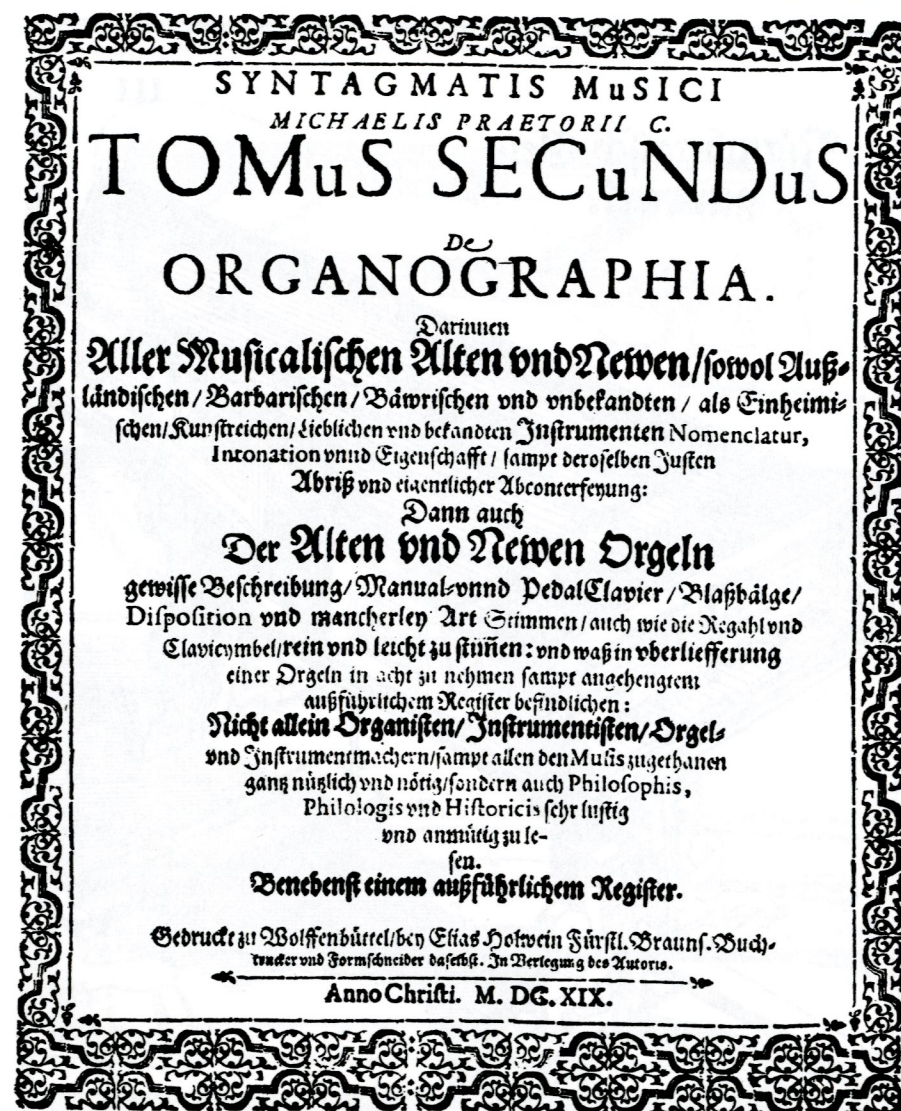
1. Foukací

- a. Bez bočních otvorů (varhany)
- b. S bočními otvory (flétny)

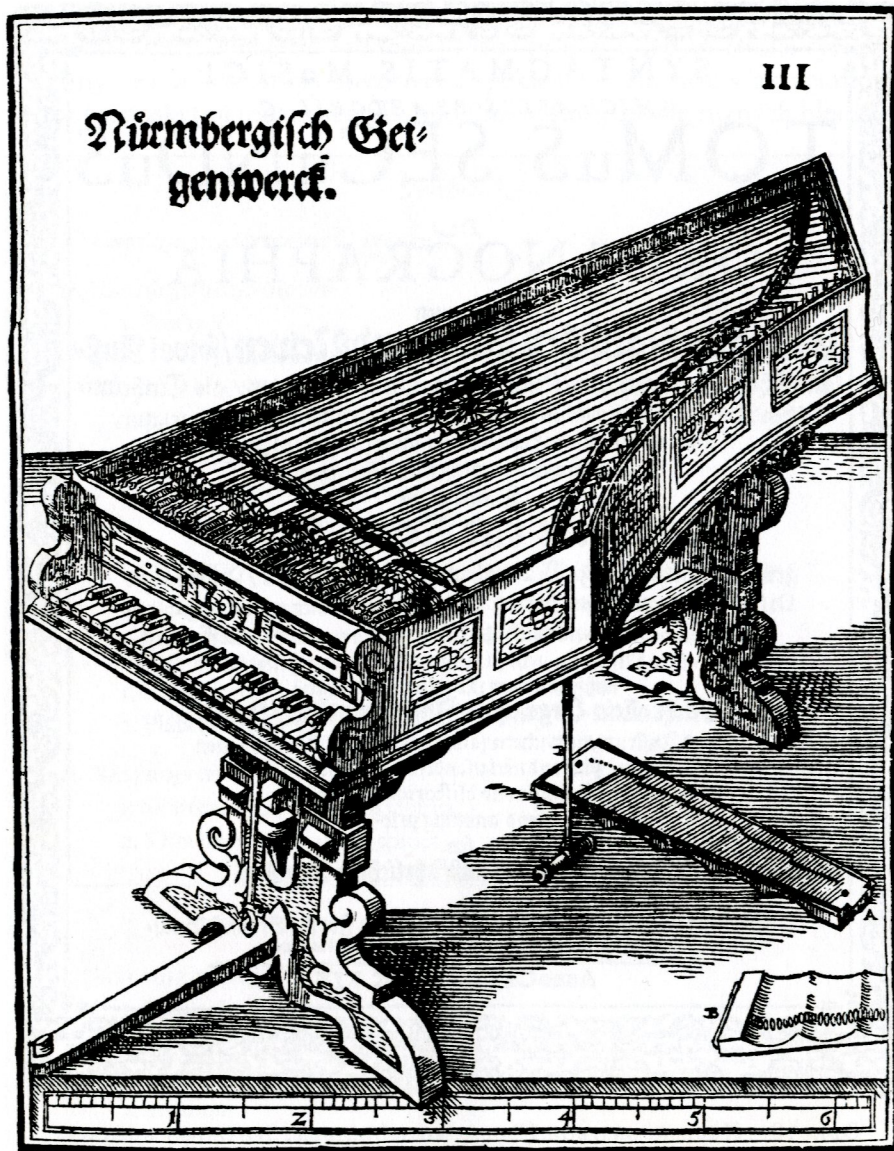
2. Strunné

- a. Struny kmitají celé (spinet)
- b. Kmitají části strun (klavichord)

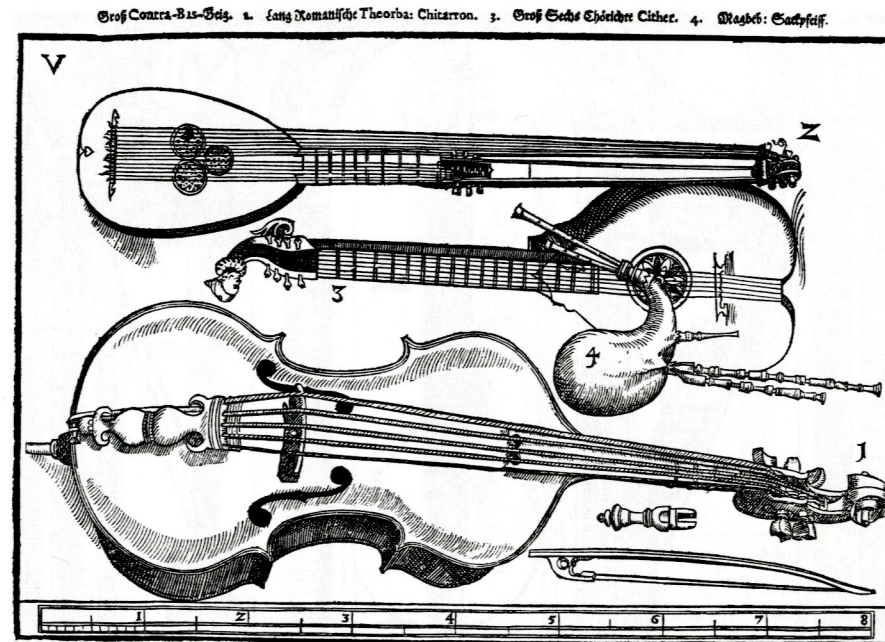
II. NÁSTROJE ZVUKOVÉ (zvonce)



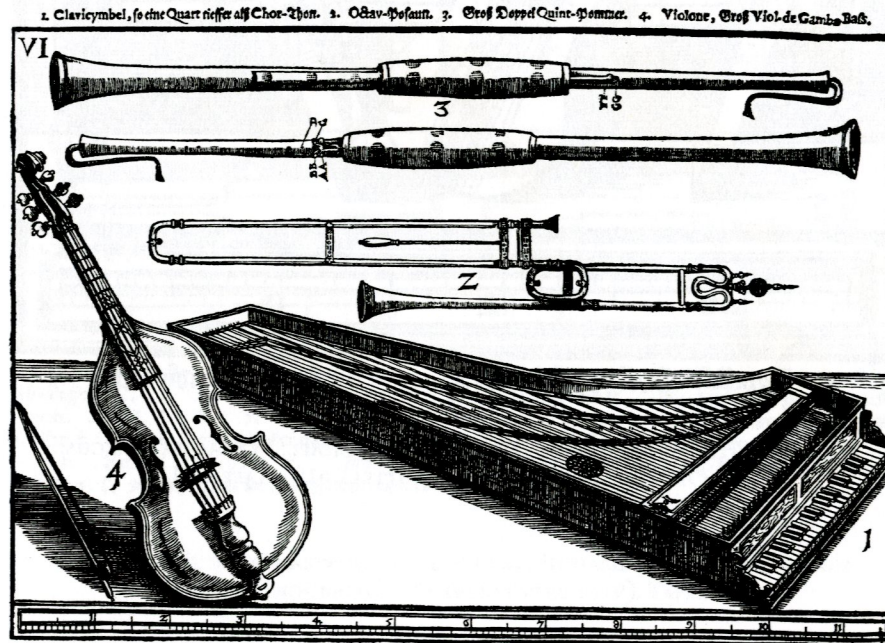
OBR. 10 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM. DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTTEL 1619).



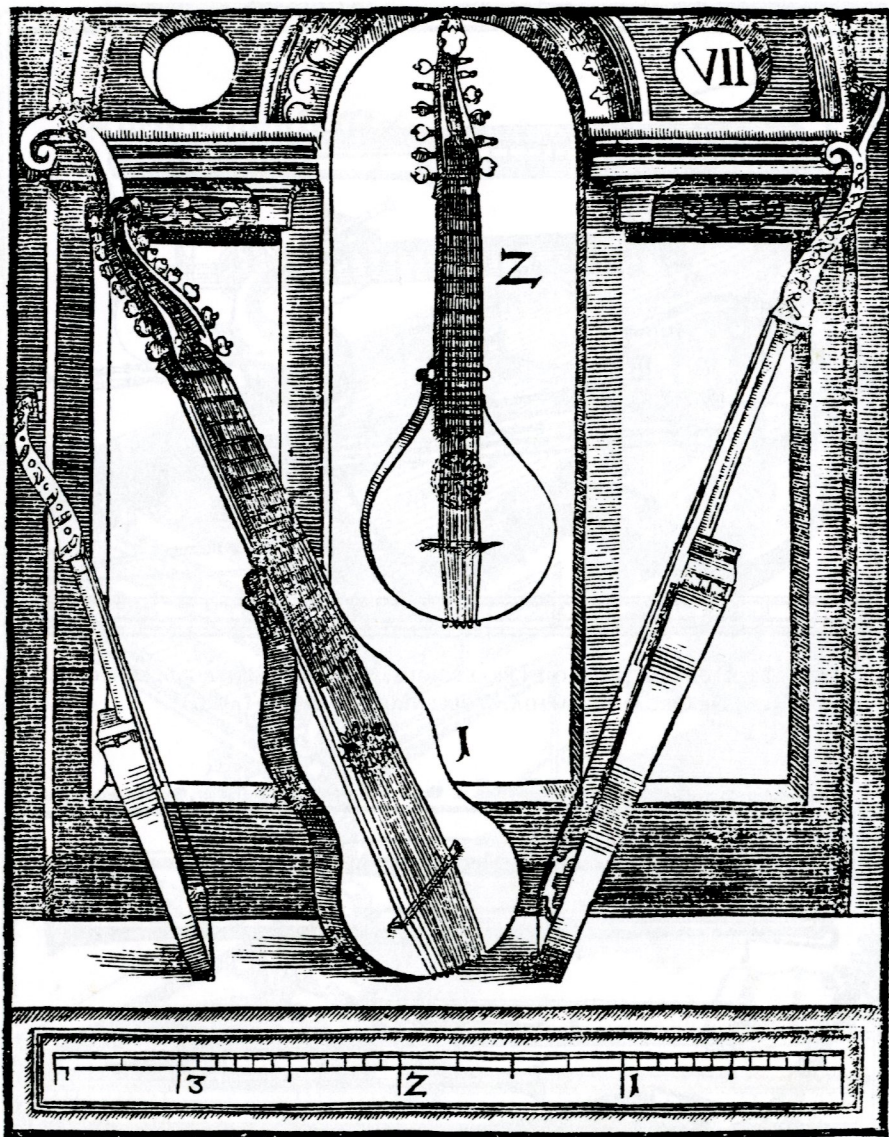
OBR. 11 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM. DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL III.



OBR. 12 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM. DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL V.

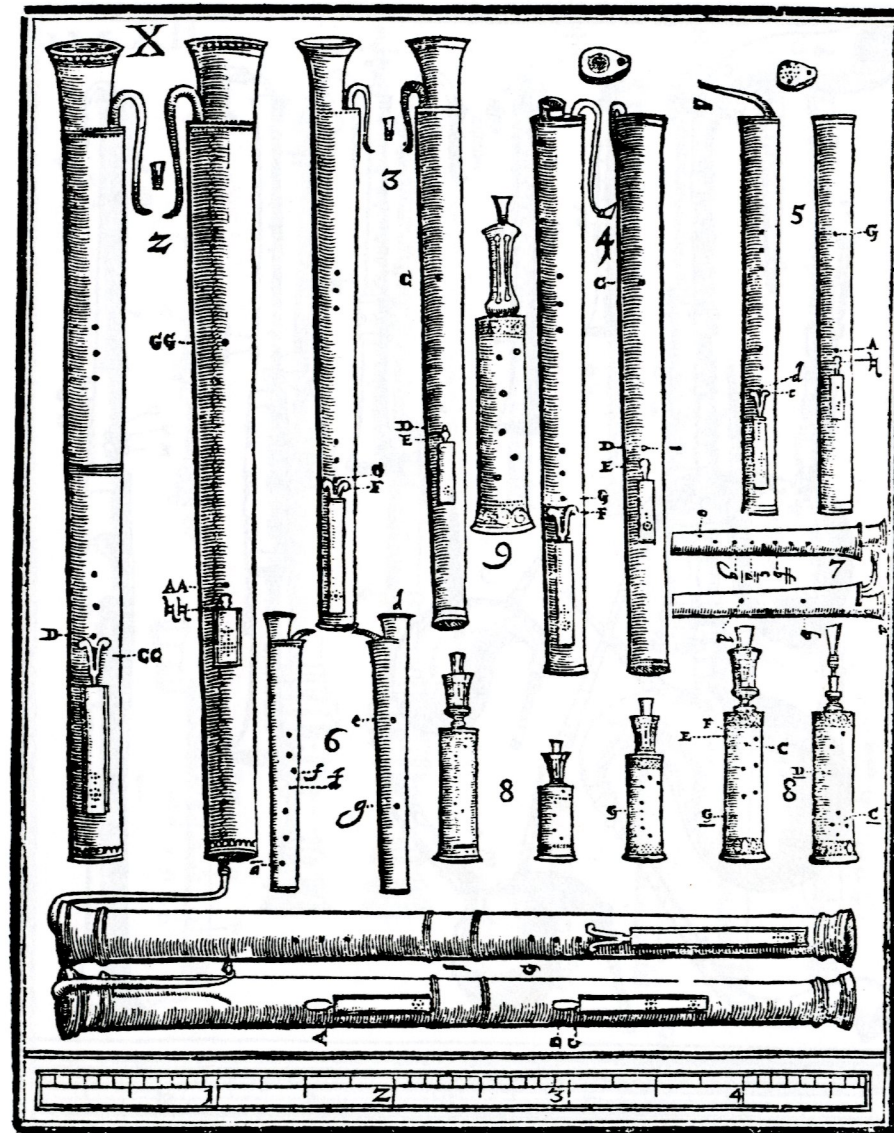


OBR. 13 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM. DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL VI.



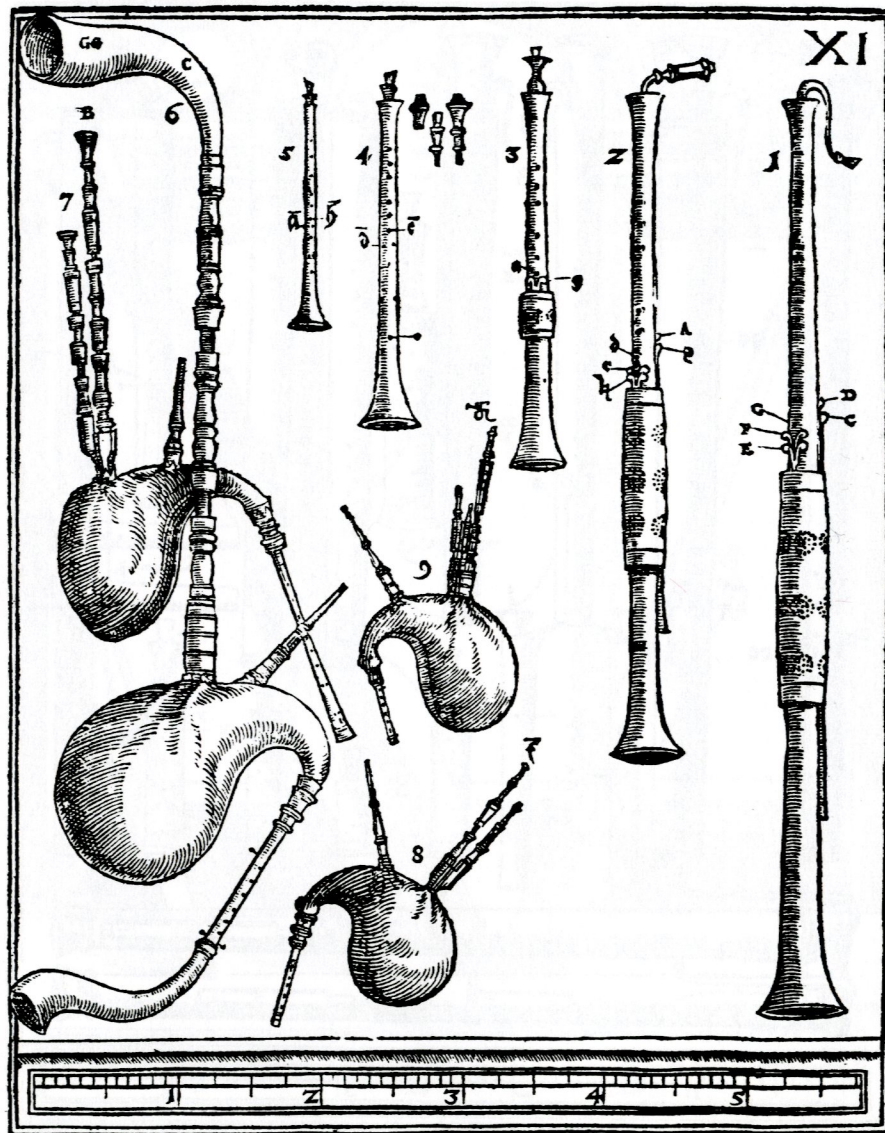
1. Dominici Zwölffhörthre Cithre. 2. Sechshörthre Cithre.

OBR. 14 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM. DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL VII.



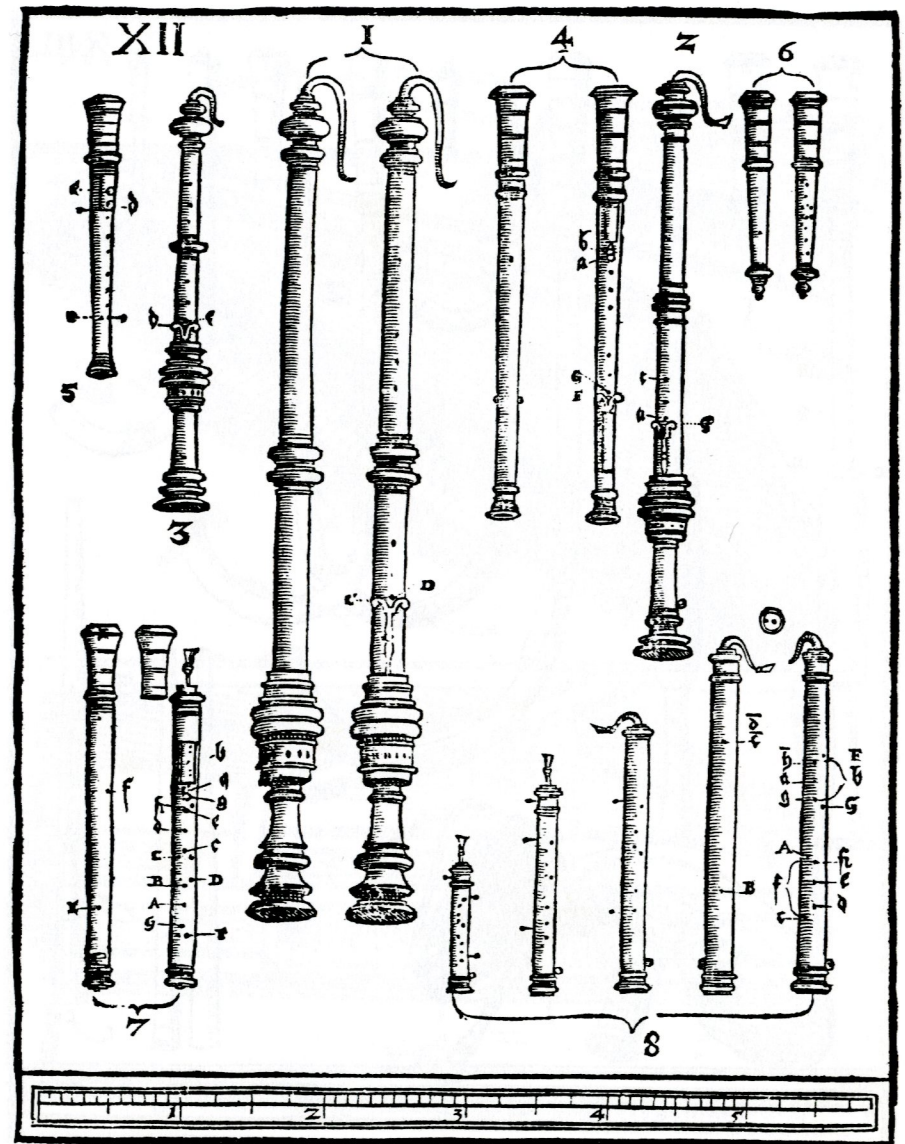
1. Sorduen-Bas auff beyden Seiten. GG. 2. Doppel-Fagott bis ins GG. 3. Offen Chorist-Fagott C. 4. Gedact Chorist-Fagott. C. 5. Einig Kelt Holt. dancetir Te or Jun. Chorist-Fagott. C. 6. Alt. d. 7. Discant oder Exilent zum Chor: Fagott. a. 8. Stimwerck Kaacten. 9. Groß Nackett: so tieff als der gar Große Bas-Bombard, CC, Off 16. Fuß Thon.
NB. Zuden 1. 2. 3. 4. 5. sehen die Buchstaben des Clavis bey m. z. e. h. do ce jug. macht wird zu 6. 7. 8. 9. aber sehen die Buchstaben des Clavis, do das Loch offen bleibe.

OBR. 15 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM. DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL X.



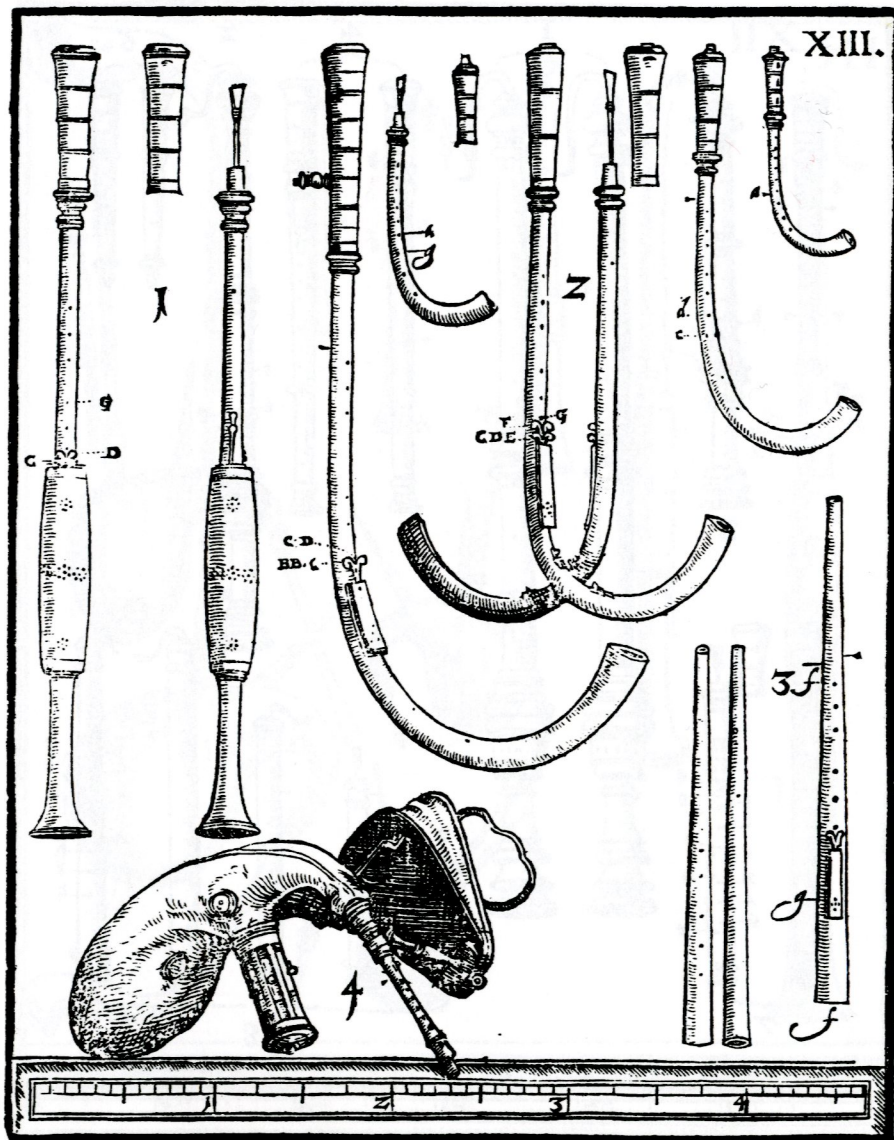
1. Bas-Pommer 2. Baslet oder Tenor-Pommer. 3. Alt-Pommer.
4. Discant Schalmey. 5. Klein-Schalmey. 6. Grosser Vock.
7. Schayer Pfeiff. 8. Hämmelchen. 9. Dudcy.

OBR. 16 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM. DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTTEL 1619). TAFEL XI.



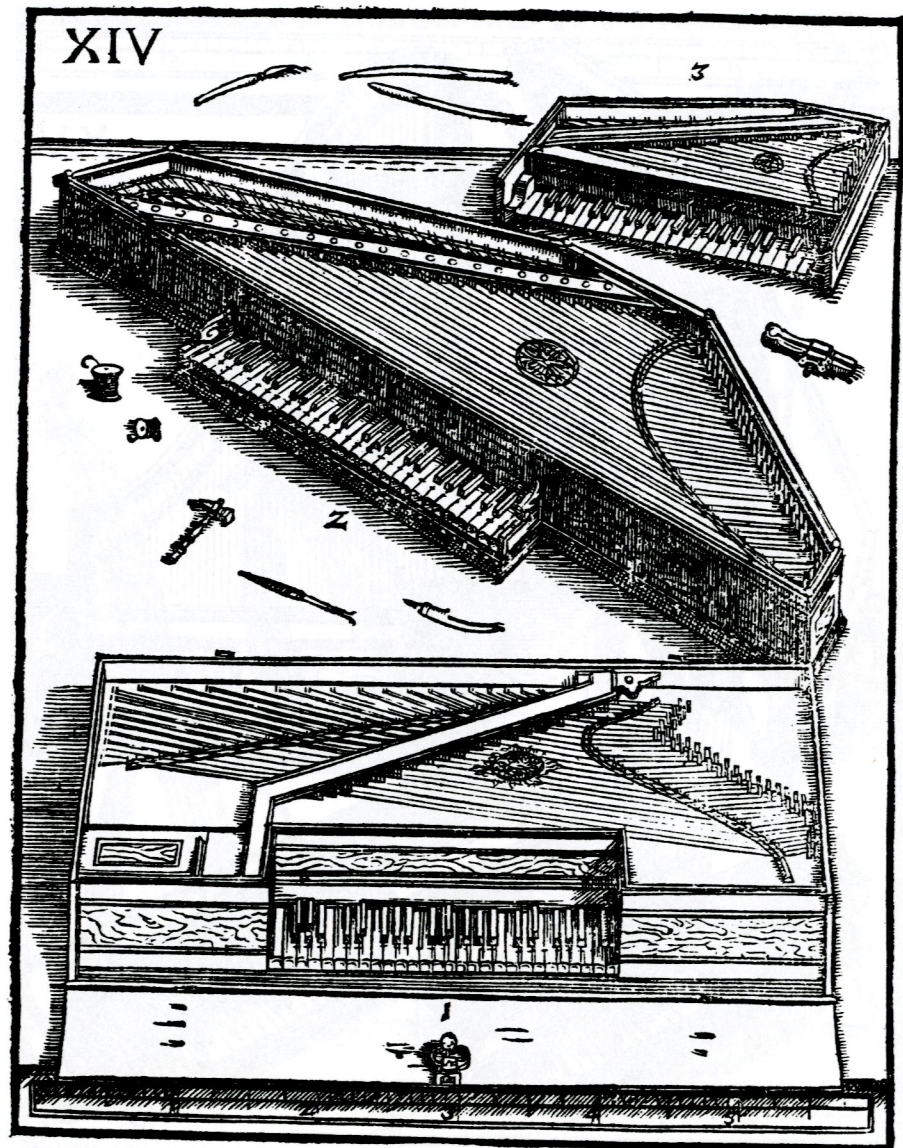
1. Daf von Bassanelli. 2. Tenor und Alt Bassanelli. 3. Discant Bassanelli.
4. Bass vom Schryari. 5. Tenor, Alt Schryari. 6. Cant Schryari. 7. Kerthot
oder Kurh Pfeiff. 8. Ein ganz Simmeret von Sordunen

OBR. 17 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM. DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTTEL 1619). TAFEL XII.



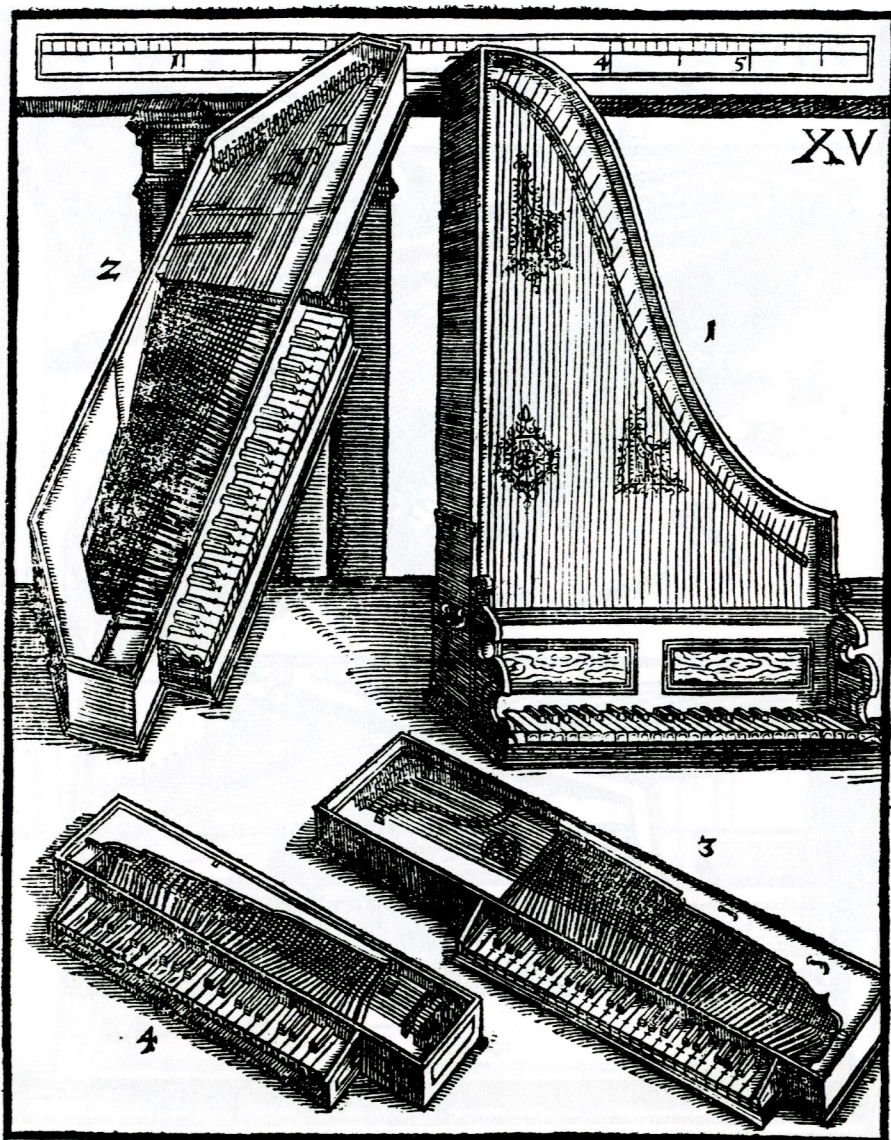
1. Bassett: Nicolo. 2. Krumbhorner. 3. Cornetti muti: stille Zineten.
4. Sackpfeiff mit dem Blasbalg.

OBR. 18 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM.
DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL XIII.



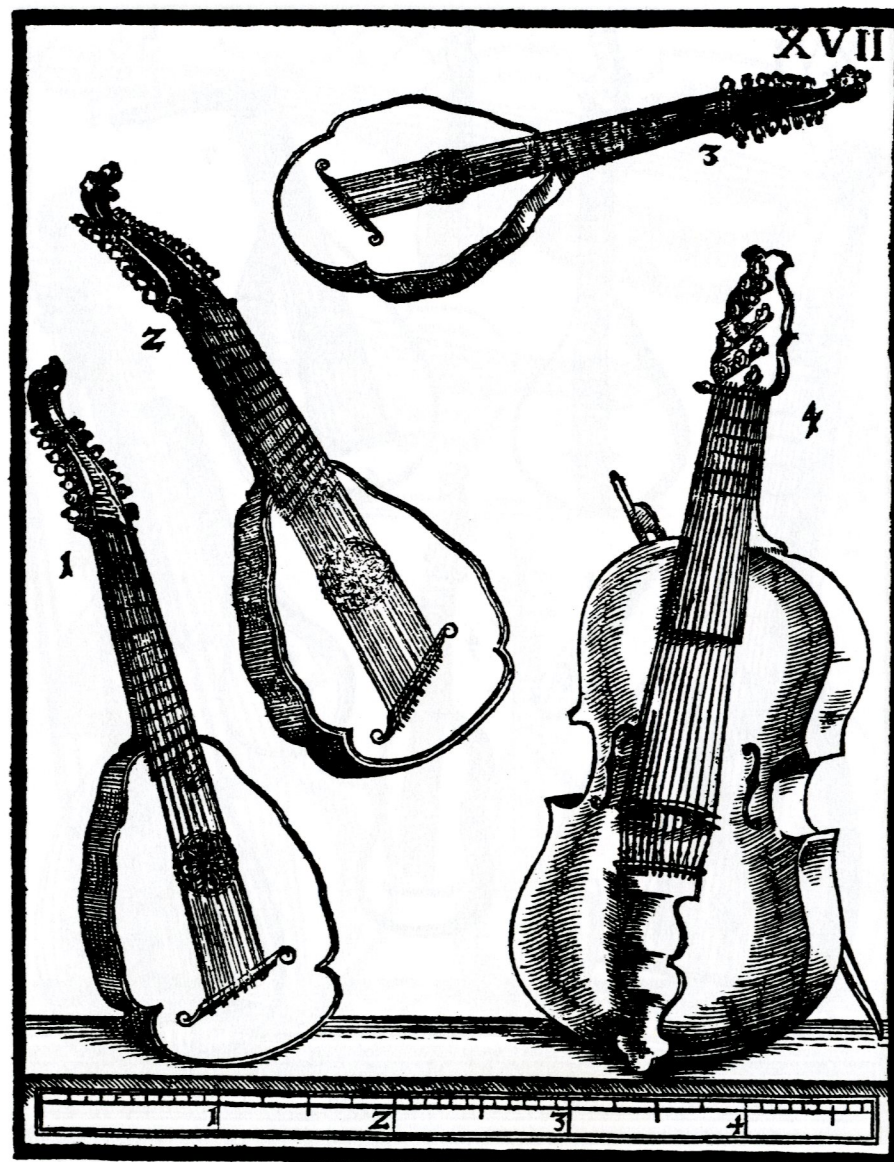
1. 2. Spinetten: Virginal (in gemein Instrument genant) so recht Chor-Ton.
3. OctavInstrumentlin.

OBR. 19 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM.
DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL XIV.



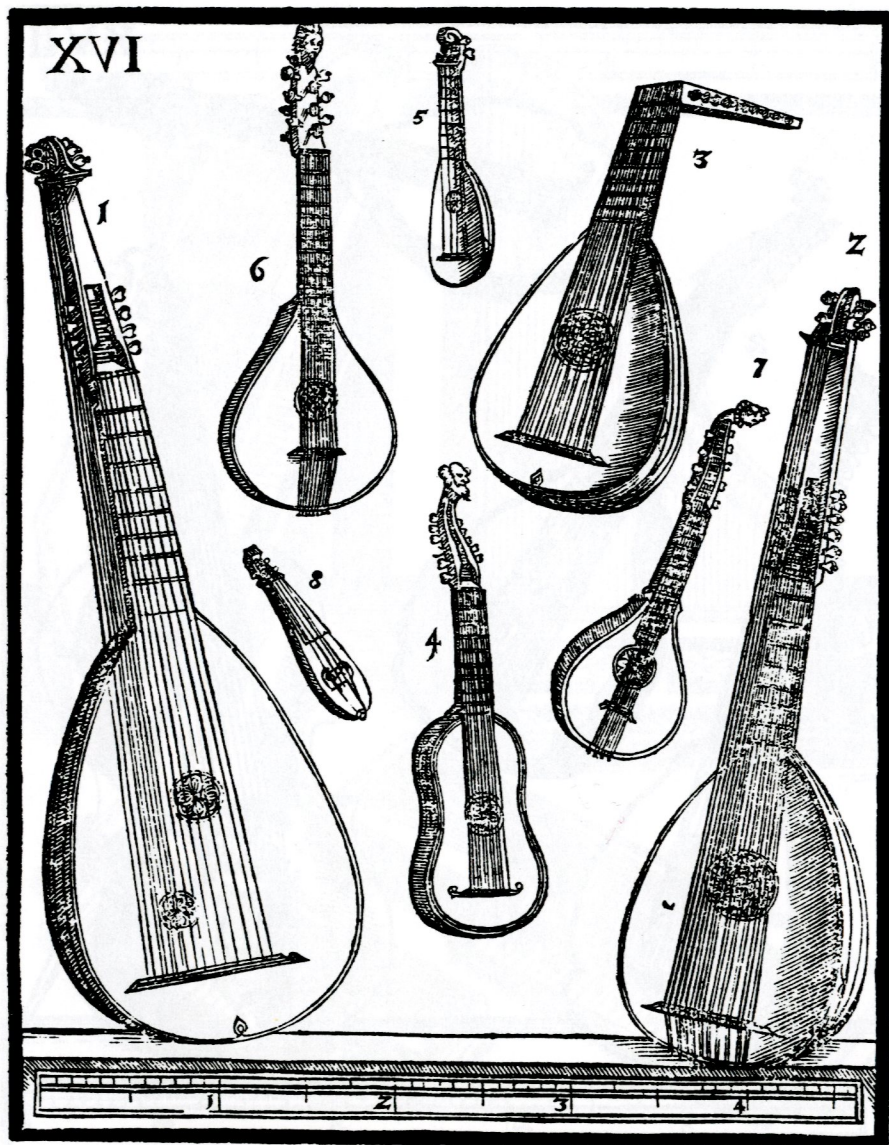
1. Clavicytherium. 2. Clavichordium, *Italianischer Mensur*.
3. Gemein Clavichord. 4. Octav Clavichordium.

OBR. 20 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM.
DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL XV.



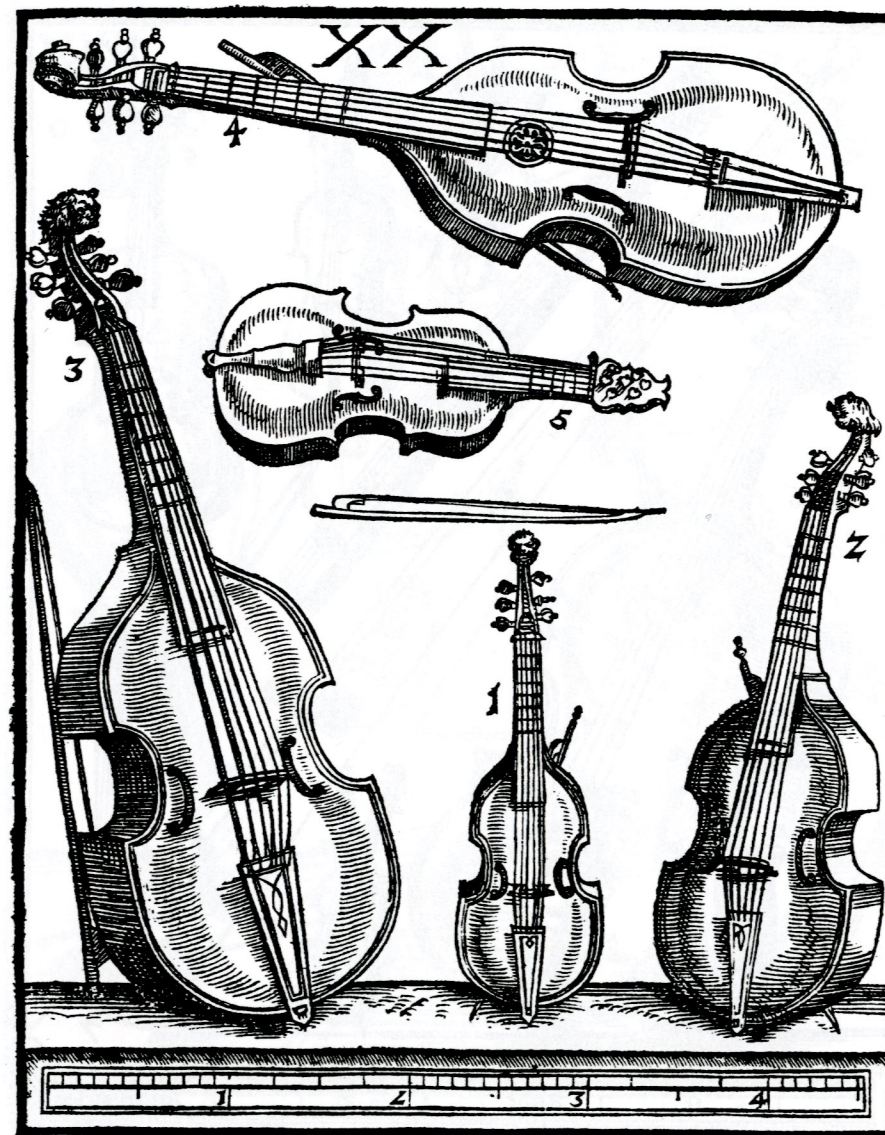
1. Bandoer. 2. Orpheorcon. 3. Penorcon. 4. *Italianische Lyra de Gamba*.

OBR. 21 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM.
DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL XVII.



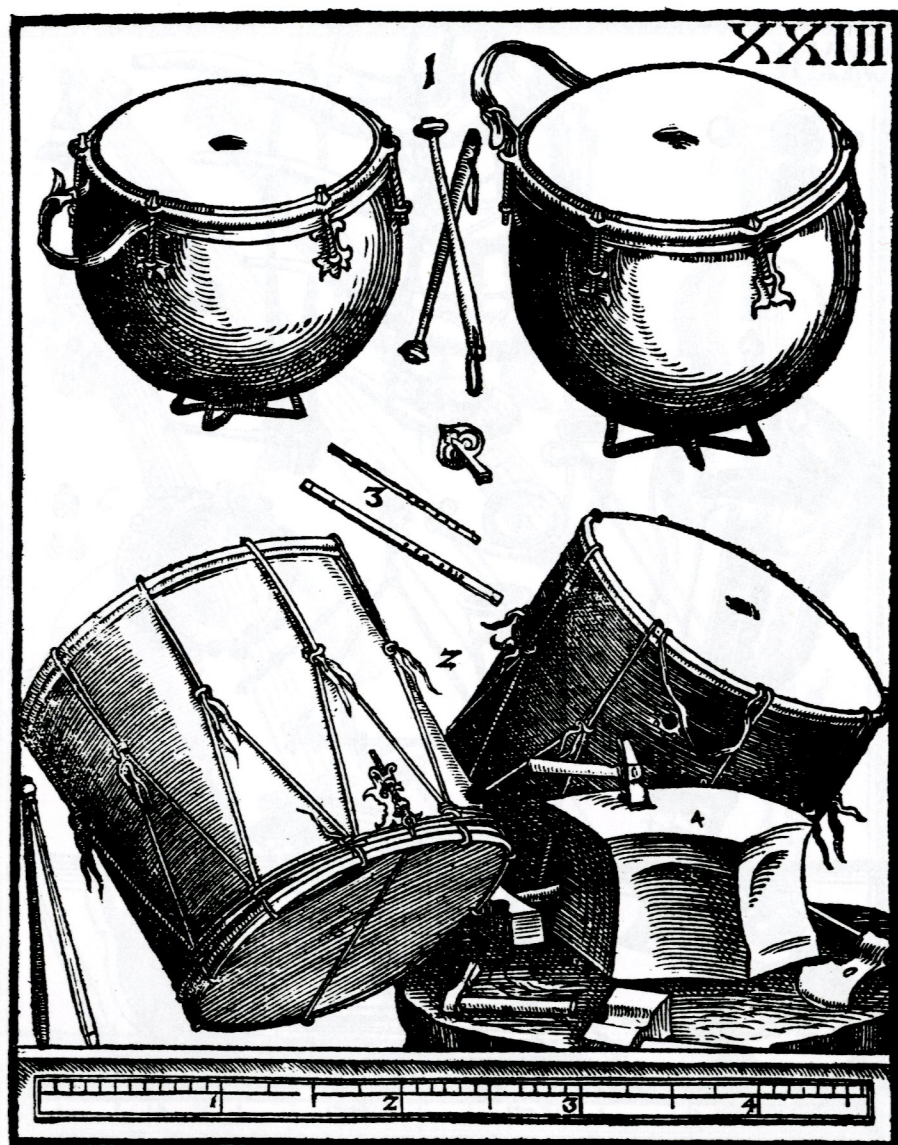
1. Paduanische Theorba. 2. Laute mit Abjügen oder Testudo Theorbara. 3. Chorlaute.
4. Quinterna. 5. Mandoracaen. 6. Sechs Thörichre ChorZitter: 7. Klein
Englisch Zitterlein. 8. Klein Geig Posche genant.

OBR. 22 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM.
DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTTEL 1619). TAFEL XVI.



1. 2. 3. Violn de Gamba. 4. Viol Bastarda. 5. Italianische Lyra de braccio

OBR. 23 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM.
DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTTEL 1619). TAFEL XX.



1. Heerpauken. 2. Soldaten Trummeln. 3. Schweizer Pfeiffen 4. Amboss

OBR. 26 – HUDEBNÍ NÁSTROJE (PRAETORIUS, MICHAEL: SYNTAGMA MUSICUM. DE ORGANOGRAPHIA. WOLFENBÜTTEL 1619). TAFEL XXIII.

ATHANASIUS KIRCHER (1602–1680) popsal v roce 1650 svoji mimořádnou sbírku především mimoevropských hudebních nástrojů. Ve svém díle zachovává členění na strunné, dechové a bicí nástroje.

MARTIN MERSENNE (1588–1648) ve svém největším a hlavním díle *Harmonie universelle* (1636–1637) zachovává dělení hudebních nástrojů na strunné, dechové a bicí.

JAN AMOS KOMENSKÝ (1592–1670) ve svém *Orbis sensualium pictus* z roku 1658 (s mnoha dalšími vydáními) rozděluje hudební nástroje na *tensibilia*, *percusibilia* a *infantibilia*.

FRANCESCO BUONANNI přinesl v roce 1722 v *Gabinetto armonico* velmi kvalitní vyobrazení Kircherovy sbírky hudebních nástrojů, přičemž zachoval jejich původní dělení.

Třídění hudebních nástrojů v 19. století:

FRANCOIS AUGUSTE GEVAERT (1828–1908) byl průkopníkem a jedním ze zakladatelů moderní organologie. Při třídění hudebních nástrojů postavil na první místo kritérium fyzikálně akustické, dále pak technické (konstrukční) a umělecké:

I. CHORDOFONY

A. Třecí

1. Smyčcové
2. Kolové

B. Drnkací

1. Mechanicky *a. S krkem*
b. Bez krku
2. Plektrem

C. Bicí

1. Rukou
2. Mechanismem

II. AEROFONY

A. Hranové

1. S boční hranou
2. Se zobcem

B. Jazýčkové

1. S válcovým korpusem *a. S jednoduchým plátkem*
b. S dvojitým plátkem
2. S kuželovým korpusem *a. S jednoduchým plátkem*
b. S dvojitým plátkem

C. Nátrubkové

1. Diatonické
2. Chromatické

D. Polyfonní – klávesové

1. S píšťalami
2. Bez píšťal

III. MEMBRANOFONY

- A. S určitou tónovou výškou
- B. S neurčitou tónovou výškou

IV. AUTOFONY

- A. S určitou tónovou výškou
- B. S neurčitou tónovou výškou

ČENĚK VINAŘ v pedagogické příručce *Nauka o instrumentaci* (1864) dělí hudební nástroje do čtyř tříd: 1. strunné, 2. dechové, 3. klávesové, 4. bicí. Vnitřní dělení tříd však neuvádí, nástroje v jednotlivých třídách jen vyjmenovává.

JOSEF DEBRNOV, vlastním jménem Josef Srba (1836–1904), v učebnici *Instrumentace* (1883) přebírá tradiční dělení do tří skupin, v nichž však vytváří vlastní členění na podskupiny (mezi nimi se objevuje poněkud anachronicky i lidský hlas):

- | |
|-------------------------------|
| I. NÁSTROJE STRUNOVÉ |
| A. Smyčcové |
| B. Drnkací |
| C. Klávesové |
| II. NÁSTROJE DECHOVÉ |
| A. Dřevěné |
| B. Kovové |
| C. Klávesové |
| D. Lidský hlas |
| III. NÁSTROJE BICÍ |
| A. S určitou tónovou výškou |
| B. S neurčitou tónovou výškou |

VICTOR CHARLES MAHILLON (1841–1924) vydal v letech 1893–1912 objemné čtyřsvazkové organologické dílo *Catalogue descriptif et analytique du Musée instrumental du Conservatoire royal de musique de Bruxelles*, v němž dělí hudební nástroje (1893) na 1. Autofony, 2. Membranofony, 3. Aerofony, 4. Chordofony, tedy v opačném pořadí než Gevaert.

Třídění hudebních nástrojů ve 20. století:

ERICH VON HORNOSTEL (1877–1935) a CURT SACHS (1881–1959) vydali v roce 1914 *Systematik der Musikinstrumente*. Jde o nejdůkladnější, dodnes platnou a užívanou systematiku. Proto je podrobně uvedena dále.

JAROSLAV UŠÁK publikoval v časopise *Rozhledy hudební* (1927) *Pokus o nové rozřídění hudebních nástrojů*. I když se Ušákův pokus jeví ve srovnání s Hornbostel-Sachsovou, a dokonce i s Gevaertovou systematikou jako anachronismus, jde o první český pokus o vědecké třídění hudebních nástrojů. Proto je nutné se jím zabývat podrobněji. Ušák vychází v klasifikaci ze tří možností:

1. Hudební nástroje je možné dělit podle toho, jak zvuk slyšíme – podle hlediska sluchového.
2. Podle vzniku a tvoření tónu – hledisko akustické.
3. Podle „prvočinitele“.

Ušák považuje za nejvhodnější hledisko „prvočinitele“. Z toho mu vyplývá základní klasifikace a hudební nástroje dělí do dvou velkých skupin:

- I. Nástroje *hmotové*
- II. Nástroje *vzduchové*

Dalšími kritérii jsou: *jakost* hmoty prvočinitele (pružnost – hmotové pevné, hmotové poddajné), *tvar* hmoty prvočinitele (plochy, tyče), *zesilovač* a způsobení prvočinitele k němu atd. U strunových nástrojů si Ušák všímá ještě zapuštění strun, používání kobylky, způsobu zkracování strun a způsobu vyluzování zvuku. Vzduchové nástroje dělí Ušák na dvě podskupiny:

- I. Nástroje *hranové*
- II. Nástroje *pružinné*

Zásadně rozlišuje dvojí uspořádání hranového „vzbuditele“:

1. vzduchový proud hranovým otvorem „proráží“,
2. vzduchový proud na hranu „naráží“.

Ušák si všímá i tvaru vzduchového sloupce a umístění hrany. U pružinných nástrojů je nejdůležitějším součinitelem vzduchového vzbuditele pružina (řiditelná, stálá, jednoduchá, dvojitá). Je zřejmé, že Ušákova klasifikace staví především na kritériích konstrukčních a tónotvorných. Dělení hudebních nástrojů na hmotové a vzduchové však neposkytuje dostatek možností pro základní rozčlenění nástrojových skupin v porovnání například se systematikou Hornbostel-Sachsovou. Problematické je také dělení hmotových nástrojů na pevné a poddajné. Určit pevnou hranici mezi nimi je prakticky nemožné. Ušák si nesprávně zvolil systémotvorná kritéria a často stavěl na druhořadých činitelích. Jde například o členění hmotových nástrojů rámových a deskových podle druhu strun, nebo o členění strunových deskových nástrojů na vlastní deskové a skříňové atd. Při třídění Ušák zcela zanedbal charakteristiku intonační a uměleckou. Jde tedy vlastně o nevydařený pokus, i když přináší některé podnětné prvky.

Ušákovo dělení strunových nástrojů

	KOVOVÉ STRUNY	STŘEVOVÉ STRUNY
A. NÁSTROJE RÁMOVÉ	harfy	harfy, antické lyry
B. NÁSTROJE DESKOVÉ		
1. deskové vlastní	klavír a jeho předchůdci	
2. skříňové jednoduché	citery atd.	chrotta aj.
3. skříňové krkové		
a) s jednoduchou hlavní rovnou deskou	mandolíny a další	rebab aj.
b) s oběma deskami souběžně rovnými	cimbál	housle aj.

Ušákovo dělení hranových aerofonů

PRŮRAZNÝ VZBUDITEL	NÁRAZNÝ VZBUDITEL	
	pravidelný vzduch. sloupec	nepravidelný vzduch. sloupec
	vzbuditel řiditelný	vzbuditel neřiditelný (mechanický)
„slavík“	a. umístěný vrcholově b. umístěný bočně	okarína

Ušákovo dělení pružinných aerofonů

ŘIDITELNÉ		STÁLÉ	
ohraničení řiditelné	ohraničení stálé	řiditelné	stálé
lidský hlas	rty ohraňované nátrubkem	a. pružina jednoduchá – jednoplátkové nástroje (klarinet)	jednoduché jazýčky varhanních píšťal
		b. pružina dvojitá – nástroje strojkové (hoboj)	

ANTONÍN MODR ve své publikaci *Hudební nástroje* (1937¹– 1961²) se v různých vydáních uchyluje ke dvěma různým systematikám hudebních nástrojů. Ve většině vydání uplatňuje systematiku obě. Jednu ve formě samostatného schématu, druhou v doprovodném textu. Modrovy Hudební nástroje jsou dosud považovány za jakousi učebnici organologie, proto je nutné uvést obě jeho stanoviska k třídění hudebních nástrojů. Třeba říci, že Modr se se základy moderní systematiky důsledně nevyrovnal. V úvodu své práce sice akceptuje Gevaerta, ale v organologické části, která tvoří podstatu knihy, se uspokojuje se zastaralým umělecko-praktickým dělením hudebních nástrojů, ať již jde o jednu či druhou jeho systematiku.

Systematika A. (schéma)

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| I. NÁSTROJE SAMOZVUČNÉ | A. S vyladěným tónem |
| | B. Se zvukem neurčité výšky |
| II. NÁSTROJE BLANOVZVUČNÉ | A. S vyladěným tónem |
| | B. Se zvukem neurčité výšky |
| III. NÁSTROJE STRUNNÉ | A. Smyčkáci |
| | 1. Smyčcové |
| | 2. Kolové |
| | B. Drnkací |
| | 1. S hmatníkem |
| | 2. Bez hmatníku |
| | 3. S klaviaturou |
| | C. Úderné |
| | 1. S klaviaturou |
| | 2. Paličkové |
| IV. NÁSTROJE DECHOVÉ | A. Ústní |
| | 1. Příčné |
| | 2. Podélné |
| | B. Jazýčkové |
| | 1. S jednoduchým plátkem |
| | 2. S dvojitým plátkem |
| | C. Nátrubkové |
| | 1. Přirozené |
| | 2. Chromatické |
| | a. Snižcové |
| | b. Záklonkové |
| | c. Pístové |
| | D. Vícehlasé |
| | 1. S klaviaturou |
| | 2. Prosté |

Systematika B. (v textu)

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| I. NÁSTROJE STRUNOVÉ | A. Smyčcové |
| | B. Brnkací |
| | C. Tamburašské |
| II. NÁSTROJE DECHOVÉ | A. Dřevěné |
| | B. Plechové retné |
| | C. Vícehlasé |
| III. NÁSTROJE BICÍ | A. Blanzvůčné |
| | B. Samozvůčné |
| | 1. S vyladěným tónem |
| | 2. S neurčitou tónovou výškou |
| | C. Pro zvláštní účely |
| IV. NÁSTROJE ELEKTRICKÉ | |

LEOŠ FALTUS a LADISLAV FUČÍK ve vysokoškolské učebnici *Hudební nástroje a instrumentální soubory* (1974) vytvořili vlastní modifikaci zastaralé Modrovy systematiky:

I. NÁSTROJE STRUNNÉ (CHORDOFONNÍ)

A. Smyčcové

- housle
- viola
- violoncello

B. Drnkací

1. Bez hmatníku

- harfa

2. S hmatníkem

- loutna
- kytara
- mandolína
- banjo

3. S klaviaturou

- cembalo

C. Úderné

1. S klaviaturou

- klavír
- pianino

2. Paličkami

- cimbál

II. NÁSTROJE DECHOVÉ (AEROFONNÍ)

A. Dřevěné

1. Hranové

- flétna podélná
- flétna příčná
- flétna malá (pikola)

2. Jednoplátkové

- klarinety
- basový klarinet
- saxofony

3. Dvojplátkové

- hoboj
- anglický roh
- fagot
- kontrafagot

B. Žestové

1. Přirozené

- přirozený roh a trubka

(POKRAČOVÁNÍ)

2. Chromatické

a. S ventilovým mechanismem

- lesní roh
- trubka
- křídlovka
- trubka B hluboká
- fanfárová trubka
- jazzová trubka
- ventilový pozoun
- basová křídlovka
- eufonium
- tuba
- helikón

b. Se snížcem

- snížcový pozoun

C. Vícehlasé

1. S klaviaturou

- varhany
- harmonium
- akordeon

2. Bez klaviatury

- foukací harmonika
- dudy

III. NÁSTROJE BICÍ

A. Samozvучné (idiofonní)

1. S vyladěným tónem

a. Dřevěné (xylofonní)

- xylofon
- marimbafon
- zvonkohra
- celesta
- vibrafon
- trubicové zvony
- gong

b. Kovové (metalofofonní)

2. Se zvukem neurčité výšky

a. Dřevěné (xylofonní)

- claves
- guiro
- maracas
- templbloky
- kastaněty
- triangel
- zvonky
- zvonce
- rolničky
- talíře (činely)
- tamtam

b. Kovové (metalofofonní)

(POKRAČOVÁNÍ)

B. Blanozvučné (membranofonní)

1. S vyladěným tónem

2. Se zvukem neurčité výšky

a. Jednoblánové

– tympány

– bongos

– timbales

– congas

b. Dvoublánové

– malý buben

– velký buben

– tom-tom

JOSEF HUTTER uveřejnil v roce 1945 v knize *Hudební nástroje* zcela novou systematiku hudebních nástrojů, postavenou na myšlence, že *hudební nástroje, tyto mrtvé hmoty, oživené duchem umění, chovají se ve svém založení a vývoji jako živé organismy*. V tomto smyslu se pokusil nalézt zákony nástrojové biologie, jejich systematiku a morfologii. Všechny hudební nástroje zařazuje do tří kmenů – chordofony, aerofony a plektrofony. Kmeny rozděluje do šesti tříd – málostrunné, mnohostrunné, hranové, pružinné, plošné a tělesové. Třídy dělí dále do nástrojových řádů, ty na čeledě, podčeledě a rody. Hierarchie jeho kritérií byla přibližně tato:

Druh vibrátoru nebo druh budiče	Kmen	Příklad:
Povaha, resp. tvar vibrátoru	Třída	<i>chordofony</i>
Konstrukční druh všeobecně nebo druh vibrátoru	Řád	<i>chudostrunné</i>
Tvar rezonátoru, resp. materiál vibrátoru	Čeď	<i>s krkem</i>
Druh budiče nebo druh vibrátoru, popř. akustické vlastnosti vibrátoru	Podčeď	<i>krabice vydutá</i>
Nástrojový druh	Rod	<i>smyčcový</i>
		<i>bousle</i>

Hutterův systém je dnes z mnoha důvodů nepřijatelný (viz dále), a Hutter sám se ho ve svém díle nechrání.

V průběhu let se řada organologů snažila o vytvoření nové, všeobecně přijatelné systematiky hudebních nástrojů. **H. H. DRÄGER** předložil v roce 1948 systematiku tak složitou, že nebyla všeobecně přijata. Stejně tak v roce 1960 učinil **K. REINHARD**. Další pokusy **ALEXANDRA BUCHNERA** (1959), **LADISLAVA LENGHA** (1967), **KARLA IRMANNA** (1968) a **PAVLA KURFÜRSTA** (1975) (všechny jsou uvedeny dále) sloužily zřejmě jen autorům samým, ale všeobecně nebyly nikdy přijaty, i když řada z nich je daleko modernější než do dnes obecně užívaná systematika Hornbostel-Sachsova.

Literatura:

HICKMANN, ELLEN: *Musica instrumentalis. Studien zur Klassifikation des Musikinstrumentariums in Mittelalter*. Baden-Baden 1971.

4. Systematika od Hugo Riemanna

„Mimo forem počtu tobo jest jich v pekárnách víc mnoho. Já jich však nepotřebuju, některé z nich jmenuju: (...)“

Verše o perníkářství (1744)

HUGO RIEMANN (1849–1930) ve svém *Musik-Lexikonu* (1882¹) člení hudební nástroje do vlastních podskupin, přičemž nejdůsledněji diferencuje nástroje strunové:

I. NÁSTROJE STRUNOVÉ**A. Smyčcové**

1. S hmatníkem děleným
2. S hmatníkem neděleným
3. Klávesnicové

B. Harfové

1. Každému tónu odpovídá samostatná struna
2. Tóny se tvoří změnou délky struny

II. NÁSTROJE DECHOVÉ**Dělení A.**

1. Dřevěné
2. Plechové

Dělení B.

1. Hranové
2. Jazyčkové
3. Varhany

III. NÁSTROJE BICÍ

- A. S určitou tónovou výškou
- B. S neurčitou tónovou výškou

V. Hudební akustika

„Svět krouží v mračnech zvuků. Odevšad na zemi se zvedá a šíří nějaký zvuk, neboť dostačí tři podmínky, aby se ozval. Musí být látka – hmota, která může vydat hlas, protože je schopná vykonávat kmity. Pak musí být síla, která látku do kmitů uvede a tak zabraje na hmotu. A konečně musí být vzdušné prostředí, aby se kmity v něm šířily jako slyšený tón.“

Hutter, Josef: Hudební nástroje.

I. Hudebněakustické minimum pro organology

„Učitelé hudebně teoretických předmětů na akademických múzických umění i na filosofických a pedagogických fakultách postrádají již dlouho vhodnou učebnici hudební akustiky. Tato pomocná hudební disciplína, úzce spjatá s fyzikou, zasahovala již od starověku do některých hudebně teoretických oblastí. S mocným rozvojem techniky ve 20. století se její funkce v hudební teorii i praxi prosadila ještě mnohem důrazněji.“

Špelda, Antonín: Hudební akustika.

Základy hudební akustiky uvádím v jednotlivých bodech, které zahrnují jen ty nejjednodušší základy oboru, bez nichž se nelze v organologii obejít. Podrobněji se tomuto oboru věnuje ANTONÍN ŠPELDA ve své publikaci *Hudební akustika* (Praha 1978).

1. Definice:

Hudební akustika v širším slova smyslu dnes zahrnuje základní poznatky z nauky o mechanickém kmitání a vlnění, akustické zákonitosti ve stavbě intervalů, stupnic a tónových soustav, akustiku hudebních nástrojů, základy fyziologické a senzorické akustiky a základní informace z prostorové akustiky a elektroakustiky.

2. **Jednoduchý kmit.** Je to pohyb myšleného pružného bodu z rovnovážné polohy do největší výchylky (*amplitudy*), odtud přes rovnovážnou polohu do druhé, opačné amplitudy a zpět do rovnovážné polohy.

3. **Doba kmitu** je doba potřebná k vykonání jednoho kmitu. Nazývá se *perioda*.

4. **Frekvence** (kmitočet) je počet kmitů za jednu sekundu.

5. **Jednotka frekvence f** je 1 Hz (Hertz). Je pojmenována po německém fyzikovi HEINRICHU HERTZovi (1857–1894). Je to *jeden kmit za jednu sekundu*. Jednotky vyšší jsou: 1 kHz (=10³ Hz), 1 MHz (=10⁶ Hz), 1 GHz (=10⁹ Hz). V hudební akustice se používají jen jednotky ve slyšitelném pásmu – Hz, kHz.

- 6. Jednoduchý kmit** (sinusový, harmonický) má časový průběh ve tvaru sinusoidy. Takový průběh tónu je produkován pouze tónovými generátory. U hudebních nástrojů se mu nejvíce blíží zvuk příčné flétny.
- 7. Složený kmit** se skládá z několika sinusových kmitů různých frekvencí, které vnímáme jako jediný tón. Hudební nástroje produkují výhradně kmity složené.
- 8. Fázový posuv** u kmitavého pohybu. Začíná-li průběh např. sinusovky největší výchylkou, je posunut vůči normálu o 90° . Jestliže se setkají dva stejné tónové průběhy, které jsou vůči sobě posunuty o 180° (o půl periody) a mají stejnou amplitudu, vyruší se (nejsou slyšet). Tyto případy mohou nastat např. v koncertních sálech, když se odražený signál dostane do ucha posluchače v opačné fázi proti signálu přímému (užitečnému), který je tím podstatně zeslaben.
- 9. Tlumené kmity** jsou kmity, jejichž amplituda s rostoucím časem postupně klesá k nule (drnknutí nebo úder na strunu).
- 10. Netlumené kmity** jsou kmity, jejichž amplituda je v časovém průběhu stále stejná (struna rozeznívaná smyčcem).
- II. Vlastní kmity**, vlastní rezonance. Každé těleso, strunu, vzduchový sloupec je možné vnějším impulsem rozkmitat na frekvenci, která je dána objemovou hmotností, tvarem, objemem, ev. napětím (struny).
- 12. Nucené kmity** jsou např. kmity vnucené bodům ozvučných skříní nebo vzduchovým sloupcům kmitáním struny, plátku atd. Tyto nucené kmity jsou tedy vyvolány vlastními kmity struny, plátku.
- 13. Mechanická rezonance**, *rezonanční efekt* vzniká, jestliže kmitavý systém (např. struna), vydávající vlastní kmity (oscilátor), vnucuje kmity např. ozvučné skříně (rezonátoru), a to i bez přímé mechanické vazby. Správná rezonanční skřín hudebního nástroje má velký počet vlastních rezonancí, takže může zesilovat většinu tónů produkovaných oscilátorem. Rezanančního efektu je také využíváno např. u nástrojů se souznějícími strunami (viola d'amour).
- 14. Formanty** jsou zvlášť výrazné rezonance rezonančních skříní hudebních nástrojů. Jsou neměnné a pro každý typ nástroje typické.
- 15. Netlumený rezonátor** rezonuje velkými amplitudami jen v úzké oblasti kmitočtů.
- 16. Tlumený rezonátor** reaguje na široké spektrum tónů, i když menšími amplitudami.

- 17. Odraz zvukové vlny** na rovinném rozhraní podléhá pravidlu, že úhel dopadu se rovná úhlu odrazu. Část vlny je rovinou pohlcena, což závisí na materiálu a pružnosti roviny. Čím je rovina tužší, tím více energie se odrazí. Tohoto jevu se využívá při návrzích a stavbě rozhlasových studií, koncertních sálů, mrtvých komor atd.
- 18. Zázněje, rázy, interference.** Vznikají při skládání dvou vln velmi blízkých frekvencí (do rozdílu asi 20 Hz, tj. asi 2 %). Vlny se skládají tak, že v určitém okamžiku se tvoří maximum amplitudy, v dalším minimum a tento děj se periodicky opakuje. Doba jednoho zázněje je časová vzdálenost mezi dvěma sousedními maximy nebo minimy. Frekvence zázněje se rovná rozdílu zúčastněných frekvencí. Tohoto jevu se využívá například při ladění sborových strun klavíru atd. (ladění na nulový zázněj).
- 19. Zvuk.** Lidský sluch je schopen vnímat (podle stáří jedince) vlnivé rozruchy prostředí ve frekvenčních mezích 16 Hz (10 Hz) až 16 kHz (24 kHz) – (dolní sluchová mez – horní sluchová mez). Akustické rozruchy s kmitočty pod frekvencí 16 Hz jsou infrazvuky, s kmitočty nad frekvencí 16 kHz jsou ultrazvuky.
- 20. Tónový rozsah užívaný v hudbě** leží mezi frekvencemi 16 Hz a 4 kHz. Všechny tóny zde obsažené jsou v rozsahu osmi oktáv – od subkontra C (C_2) do c^5 .
- 21. Hluk** je zvuk vyvolaný nepravidelnými, neperiodickými tlakovými změnami v prostředí. Zvuk je nadřazen hluku.
- 22. Šum** je zvuk sestávající z velkého počtu frekvencí (relativně vysokých), navzájem velmi blízkých. Zvuk je nadřazen šumu.
- 23. Tón** je zvuk vyvolaný periodickými tlakovými změnami v prostředí. Zvuk je nadřazen tónu.
- 24. Síla tónu.** Vnímaná výška tónu neodpovídá vždy jeho kmitočtu, může být závislá i na síle tónu. Jev vzniká nedokonalostí sluchového aparátu. Obecně síla tónu závisí na amplitudě zvukového vlnění, tj. na velikosti impulsu, který vlnění vyvolává. Sílu tónu měříme řadou veličin, objektivních i zcela subjektivních:

VELIČINA	SYMBOL	JEDNOTKA
Intenzita tónu	I	μW (mikrowatt)
Hladina intenzity tónu	B	dB (decibel)
Hladina hlasitosti tónu	P	Ph (fón)
Subjektivní hlasitost tónu	S	son

25. Intenzita tónu (I) je akustický výkon připadající na plošnou jednotku. Jde o jednotku objektivní, fyzikální. Měří se v jednotkách výkonu (μW). Je přímo úměrná druhé mocnině akustického tlaku p zvukového vlnění, který se udává v mikrobarech ($1 \text{ mikrobar} = 1 \text{ dyn/cm}^2$).

26. Práh sluchového pocitu, práh slyšitelnosti p_0 je nejmenší tlak, který je sluchový orgán schopen zaznamenat. Pro referenční tón 1 kHz má velikost $2 \cdot 10^{-4}$ mikrobaru.

27. Práh bolestivosti je nejvyšší tlak, který ucho snese bez pocitu bolesti a který je pro referenční tón 1 kHz roven 10^3 mikrobaru.

28. Hladina intenzity (B) je dána logaritmem poměru intenzity tónu I k intenzitě odpovídající prahu slyšitelnosti I_0 : $B = \log I/I_0$. Vzhledem k přímé úměrnosti mezi I a p^2 lze hladinu intenzity vyjádřit $B = 2 \cdot \log p/p_0$.

29. Bel (decibel). Hladina intenzity tónu se měří v belech [Angličan **GRAHAM BELL** (1847–1922) vynalezl v roce 1875 telefon]. Hladina intenzity vzroste o 1 bel, když se původní intenzita tónu zesateronásobí. Jde o logaritmickou závislost, která je výhodná a přehledná, protože převádí geometrické vztahy na vztahy aritmetické. Člověkem vnímaná hlasitost roste při geometrickém zvyšování intenzity podle aritmetické posloupnosti. Lidské ucho dovede od sebe rozeznat dva různě silné referenční tóny za sebou ještě i tehdy, když se rozdíl jejich hladin intenzity rovná asi desetina belu. Proto byla zavedena jednotka „jemnější“ – 1 decibel (dB).

ZVUK	HLADINA INTENZITY (dB)
počítač	45
hluk kanceláře	50
běžný hovor	60–65
osobní automobil	60–65
nákladní automobil	85
diskotéka	110
startující tryskové letadlo	140

30. Hladina hlasitosti. Kdyby bylo lidské ucho stejně citlivé na všechny kmitočty, udávala by hladina intenzity tónu i tzv. hladinu hlasitosti. Jelikož však ucho má různou citlivost pro různé zvukové frekvence, bylo nutné zavést pojem hladiny hlasitosti P . Určuje se tak, že pro referenční tón souhlasí s hladinou intenzity, pro tóny ostatní se určuje subjektivním srovnáním s hladinou hlasitosti referenčního tónu. Měří se ve fonech (Ph). Tón má hladinu hlasitosti x fonů, jeví-li se uchu stejně silný jako referenční tón s hladinou intenzity x decibelů.

ZVUK	HLADINA HLASITOSTI VE FONECH
práh slyšitelnosti	0
šept	10–15
dětský hlas, zvuk houslí	40
středně silná řeč	50–60
symfonický orchestr při ff	80–90
hluk těsně u letadla	110–130

Silné tóny kolem 100 Ph nevykazují podstatné odchylky mezi B a P . Hladina jejich hlasitosti se přibližně rovná hladině intenzity 100 dB v celém slyšitelném rozsahu, tedy nejen pro referenční kmitočet 1 kHz . Jestliže se postupuje k tónům slabším, porušuje se tato rovnost. Tóny dvoučárkované a jednočárkované oktávy vyžadují nižší hladinu intenzity, než je jejich hladina hlasitosti. U tónů nižších je tomu naopak.

31. Subjektivní hlasitost tónu. Praxe ukazuje, že např. silový rozdíl tónů o 90 a 100 dB (Ph) se jeví mnohem větší než např. mezi tóny 5 a 15 dB (Ph). To si vyžádalo vytvoření nové empirické stupnice subjektivní hlasitosti, měřené v *sonech*. Hlasitost jednoho sonu má referenční tón při hladině intenzity 40 dB . Hlasitost 2 sony má zvuk, který se jeví dvakrát silnější. Bylo zjištěno, že dvojnásobnou subjektivní hlasitost vykazuje tón, jehož hladina hlasitosti vzrostla o 10 Ph . Z toho plyne, že hladině hlasitosti 50 dB odpovídá subjektivní hlasitost 2 sony, 60 dB – 4 sony, 70 dB – 8 sonů, 80 dB – 16 sonů, 90 dB – 32 sony, 100 dB – 64 sony, 110 dB – 128 sonů, 120 dB – 256 sonů. Sonová stupnice nejlépe odpovídá subjektivnímu hodnocení síly tónu.

32. Barva zvuku, tón, spektrální složení tónu. Barvou zvuku rozlišujeme zvuk různých hudebních nástrojů. Jde o rozeznání (rozlišení) různých zvukových kvalit. Tóny v hudbě jsou vždy tóny složené. Jejich barva závisí na spektrálním složení tónu a to především na:

- počtu a intenzitě harmonických tónů;
- na produktech tzv. vedlejších (vyprovokovaných) oscilátorů;
- na charakteristických šumech a šelestech vzniklých např. tahem smyčce, úderem paliček atd.;
- na přechodových jevech na začátku a na konci tvoření tónu, kdy ve velmi malých časových úsecích se mění počet a velikost amplitud jednotlivých harmonických tónů, obsažených v daném složeném tónu; odstraníme-li prvních několik desetin sekundy znějícího zvuku hudebního nástroje, ani dobře cvičený sluch nerozezná rozdíl mezi zvukem flétny a trubky;
- na formantech, tj. rezonančních oblastech rezonátorů či těles nástrojů;
- na tónech, které s sebou nesou superpoziční kmitočty.

33. Harmonické tóny (částkové, parciální, alikvotní) jsou tóny, které jsou obsaženy s různými amplitudami v každém složeném tónu. Jde o tóny v tzv. harmonické řadě, které jsou k základnímu tónu v poměru $1 : 2 : 3 : 4 : 5$ atd.

Například:

1. harmonický tón (základní)	110 Hz	A
2. harmonický tón	220 Hz	a
3. harmonický tón	330 Hz	e ¹
4. harmonický tón	440 Hz	a ¹
5. harmonický tón	550 Hz	cis ²
6. harmonický tón	660 Hz	e ²
7. harmonický tón	770 Hz	g ²
8. harmonický tón	880 Hz	a ²

Rozdíl kmitů mezi sousedními harmonickými tóny činí vždy tolik kmitů, kolik jich má základní, výchozí (1. harmonický) tón. Zde je zajímavá souvislost: zatímco rozdíl kmitočtů je mezi sousedními harmonickými tóny vždy stejný, jejich intervaly se směrem k vyšším stále zmenšují.

Existence **subharmonických tónů**, vyjádřených k základnímu tónu poměry 1 : 1/2 : 1/3 : 1/4 : 1/5 : 1/6 atd., nemá v hudební praxi takový význam jako existence tónů harmonických.

34. Cent. V hudební teorii a zejména při akustických měřeních je často nutné dělit interval temperovaného půltónu na menší jednotky. Interval temperovaného půltónu byl tedy rozdělen na sto stejných dílů – centů. Celá oktáva, dvanáct půltónů, tak obsahuje 1 200 centů.

35. Dynamický rozsah hudebního nástroje jsou všechny dynamické možnosti obsažené mezi jeho horní a dolní mezí dynamiky. Rozpětí dynamiky udává rozdíl hodnot těchto mezí. Např. nejnižší dosažitelná hladina intenzity hudebního nástroje je 55 dB, nejvyšší 85 dB. Jejich rozdíl (–30 dB) označujeme jako rozpětí dynamiky.

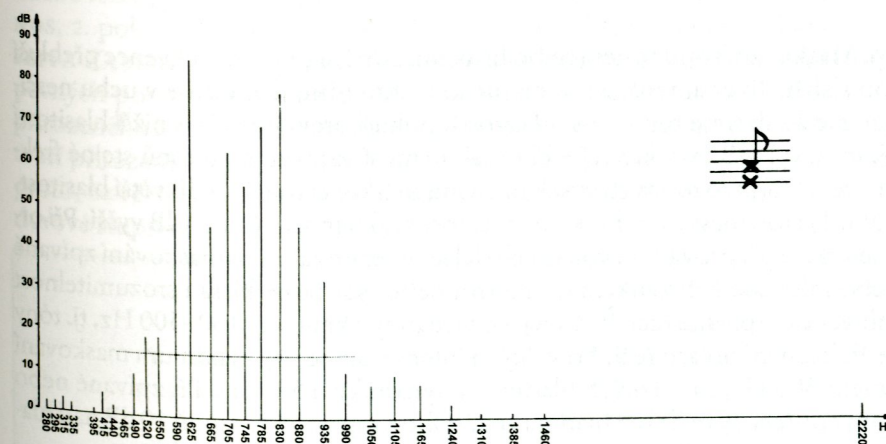
36. Stupně dynamiky u hudebních nástrojů. Intenzitu zvuku nejčastěji měříme logaritmičticky. Pro stupně dynamiky hudebních nástrojů bylo nutné najít vhodnou objektivní stupnici v dB. V praxi neklesá hladina „ticha“, hladina hluku pozadí, pod 40 dB. Nemůže mít tedy nejnižší stupeň dynamiky menší hodnotu (nebyl by slyšet). Nejvyšší stupeň zase nemůže, až na výjimky (varhany), překročit hodnotu kolem 100 dB. Není zde brána v úvahu hudba elektronická, kde se často zvuk zesiluje nad fyziologicky únosnou mez a stává se nesnesitelným a nebezpečným. Jednotlivým známým stupňům dynamiky byly přiřazeny tyto přibližné decibelové hodnoty:

ppp	40 dB	mf	70 dB
pp	50 dB	f	80 dB
p	60 dB	ff	90 dB
mp	65 dB	fff	100 dB

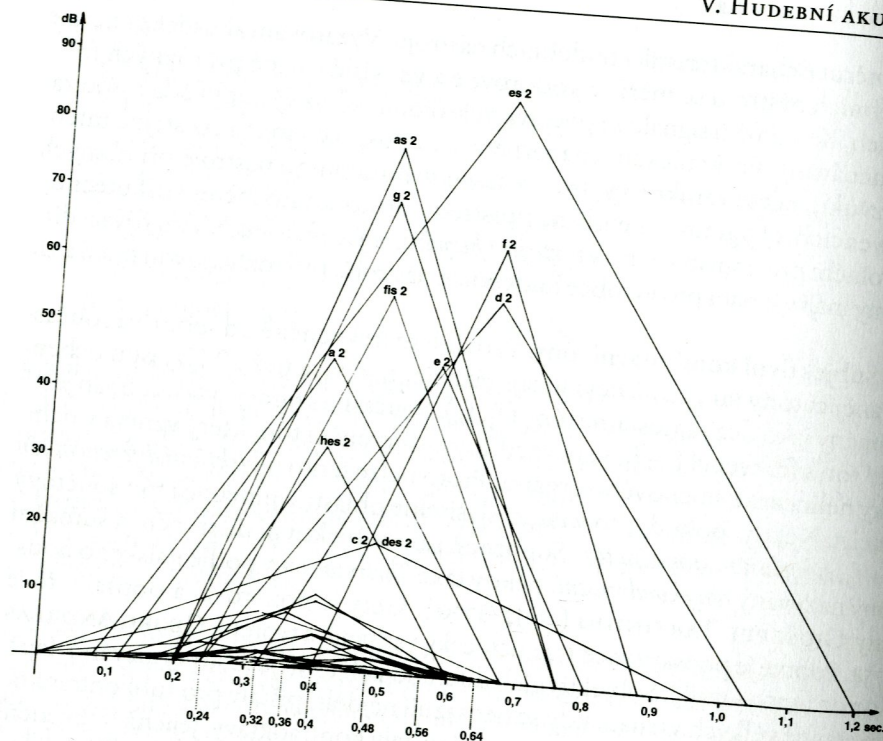
Každý stupeň má volnost v mezích ± 5 dB. Výjimku tvoří stupně p, mp, mf, kde volnost činí nejvýše $\pm 2,5$ dB.

37. Směrové charakteristiky hudebních nástrojů. Vyzařování akustické energie hudebních nástrojů se měří ve vodorovné a ve svislé rovině při různých frekvencích. Ke snímání signálu se používá mikrofonu, jehož výstupní údaje jsou zaznamenávány. Při grafickém znázornění jsou pospojována místa stejné intenzity zvuku, takže vznikne *vyzařovací diagram* hudebního nástroje při různých frekvencích. Diagram je závislý na prostředí, proto se tato měření uskutečňují na volném prostranství nebo v *mrtvých (bezodrazových) komorách*. Vyzařovací diagramy mají význam pro výrobce hudebních nástrojů, pro rozhlasovou praxi atd.

38. Subjektivní kombinační tóny. Vzdálí-li se frekvenčně od sebe dva současně znějící tóny tak, že již nevznikají zázněje, tj. o více než 20 Hz, jsou uchem vnímány jako dva samostatné tóny (f_1, f_2). Současně s nimi je však vnímán ještě třetí tón s frekvencí $f_1 - f_2$. Je to rozdílový, diferenční tón, který vzniká v uchu díky nelinearitě sluchového orgánu. Proto nelze tento *subjektivní diferenční tón* změřit. Někdy, pokud je to v rámci slyšitelné oblasti, vnímáme i tón součtový $f_1 + f_2$, *subjektivní sumační tón*. Souhrnně jsou subjektivní diferenční a sumační tóny nazývány *tóny kombinační*, někdy také *Tartiniho tóny* podle italského houslisty GIUSEPPE TARTINIHO (1692–1770), který je pozoroval a popsal v roce 1754. Poprvé je popsal v roce 1741 německý varhaník a teoretik GEORG ANDREAS SORGE (1703–1778). Subjektivních diferenčních tónů je často využíváno např. při stavbě velkých varhan, kdy se neosazují nejdelší píšťaly pro subkontraoktávu. Místo nich se uvádějí v činnost dvě píšťaly kontraoktávy, jejichž frekvenční rozdíl vytváří v uchu tón subkontraoktávy. Protože u složených tónů se vyskytují především svrchní harmonické tóny o kmitočtech 2f, 3f, 4f... , mohou vznikat diferenční tóny i z dvojic 3f – 2f, 4f – 3f atd. Rozdíl jejich frekvencí je 1f, tj. základní tón, který pak vnímáme daleko silněji.



OBR. 712



OBR. 713

OBRÁZKY 712 A 713:

VÝSLEDEK AKUSTICKÉ ANALÝZY PŘEFUKOVANÉHO TÓNU DĚTVANŠKÉ FUJARY
VČETNĚ VŠECH SUBJEKTIVNÍCH KOMBINAČNÍCH TÓNŮ

39. Maskování tónu tónem nebo hlukem. Silnější tón téže frekvence přehluší tón slabší. To znamená, že se hlasitosti těchto tónů jednoduše v uchu nesčítají, ale že slyšíme tón s vyšší hlasitostí, pokud převyšuje tón s nižší hlasitostí alespoň o 7 dB. Maskovací efekt však nemusí vzniknout jen u tónů stejné frekvence. U tónů rozdílných výšek musí mít maskující tón o 10 dB větší hlasitost. Pokud je tón maskován hlukem, hlasitost hluku musí být o 20 dB vyšší. Při orchestraci a při provádění vokálních děl je důležité zabránit maskování zpívané nebo mluvené řeči zvukem orchestru, neboť současně klesá i srozumitelnost mluvené či zpívané řeči. Řeč kryjí nejvíce tóny s kmitočty 100–500 Hz, tj. tóny ve frekvenční oblasti řeči. Při velkých intenzitách se jeví maximum maskování kolem 300 Hz, při nízkých hladinách dynamiky u 500 Hz. Při zpívané nebo mluvené řeči by měla být hladina vokálního projevu vždy aspoň 10 dB nad hladinou orchestrálního zvuku, nemá-li se zpěv stát nesrozumitelným.

40. Modulace tónů u hudebních nástrojů je možná trojí: *frekvenční (vibrato)*, *amplitudová (tremolo)* a *modulace superpozicí*, přičemž první dvě jsou v odborné

literatuře většinou ztotožňovány nebo vzájemně zaměňovány, zatímco třetí není zmiňována vůbec. Autorům však nelze nic zazlívat, protože termíny vibrato (z lat. *vibro* = míhat se, kmitat, chvět se, třást se) a tremolo (z lat. *tremo* = třást se, chvět se) jsou významově prakticky shodné. V praxi se však většinou zavedlo užívat termínu vibrato pro frekvenční modulaci tónu a termínu tremolo pro modulaci amplitudovou.

a) Frekvenční modulace (vibrato) je kolísání frekvence hraného tónu v rozmezí až 50 centů, které probíhá asi pětkrát za sekundu. Současně se změnou frekvence kolísá při vibratu také dynamika, ale dynamické změny neprobíhají souběžně se změnami výšky. Dynamické variace u vibrata jsou však zcela nepatrné – asi 2 dB. Dominující jsou změny frekvence. S vibratem se lze setkat zejména při hře na smyčcové nástroje.

b) Amplitudová modulace (tremolo) je kolísání dynamiky hraného tónu v rozmezí až 5 dB, které probíhá asi třikrát až osmkrát za sekundu. S tremolem se lze setkat zejména při hře na dechové nástroje a u některých rejstříků varhan. Nejvýrazněji se však tremolo trvale uplatňuje u vibrafonu, i když jeho název spíše napovídá na frekvenční modulaci, která se však u tohoto nástroje nemůže uplatňovat.

c) Modulace superpozicí vzniká jen v několika málo případech, zejména u některých nástrojů s vedlejšími oscilátory a u regálových píšťal, nastavených jistým způsobem. V podstatě jde o to, že vyšší frekvence vedlejších oscilátorů, zpravidla bzučivého a drčivého charakteru, nevytvářejí s frekvencemi základních oscilátorů nástroje složené kmity, ale že se superponují na sebe. Je to jakési „nabalování“ frekvencí vyšších na nižší.

41. Přirozené ladění. Uplatnění *harmonického principu* při stavbě tónové soustavy. Na rozhraní 15. a 16. století se začalo stále výrazněji prosazovat v evropské hudbě vedle pythagorejského ladění *ladění přirozené – aristoxenovské* (ARISTOXENOS, 2. pol. 4. stol. př. n. l.). Zvláště dílo benátského kontrapunktika GIOSEFFA ZARLINA (1517–1590) *Istituzioni harmoniche* (1558) učinilo průlom do pevných pozic obhájců *pythagorejské (kánonické) tónové soustavy*. Výběr tónů přirozeného ladění není náhodný, je odvozen z řady alikvotních tónů, které tvoří přirozený, a tedy dokonale konsonantní souzvuk. *Přirozené* ladění tedy proto, že většina intervalů zní lidskému uchu příjemně. Intervalové poměry durové stupnice v přirozeném ladění:

STUPEŇ	INTERVAL K ZÁKLADNÍMU TÓNU
prima	1 : 1
sekunda	9 : 8
tercie	5 : 4
kvarta	4 : 3
kvinta	3 : 2
sexta	5 : 3
septima	15 : 8
oktáva	2 : 1

Nevýhodou přirozeného ladění je, že v něm existuje dvojí hodnota pro interval celého tónu. Celý tón je totiž stanoven poměrem $9 : 8$ (*velký celý tón*), nebo poměrem $10 : 9$ (*malý celý tón*). Rozdíl mezi nimi, vyjádřený poměrem $81 : 80$, se nazývá *syntonické komma* nebo *didymické komma* (**DIDYMO**, nar. r. 63 př. n. l.). Rovná se jedné padesátině oktávy, tj. asi jedné sedmině celého tónu. Je to rozdíl malý, ale uchem postřehnutelný. Kromě toho není rozdíl mezi velkou a malou tercií roven půltónu. Velká tercie (c–e) je dána poměrem $4 : 5$, malá tercie (c–es) poměrem $24 : 25$. Chromatický půltón např. es–e je tedy menší ($24 : 25$) než diatonický např. e–f ($15 : 16$). Proto nelze v přirozeném ladění konstruovat nástroje s pevným laděním. Např. klávesové nástroje by musely mít složitou dvojitou klaviaturu.

42. Pythagorejské ladění. Ve starověku a středověku byly tónové soustavy stavěny převážně podle *melodického principu*. Tyto soustavy byly odvozovány ze dvou základních intervalů, kvinty (ev. kvarty) a oktávy. Protože interval kvinty byl rozhodující, bývá tento druh ladění označován jako *kvintové ladění*. Častěji však bývá nazýváno laděním pythagorejským, neboť Pythagoras (Pythagoras ze Samu, nar. mezi r. 580 a 570) škola a její následovníci v průběhu staletí vybudovali podobnou teorii systému kvintového ladění. Pythagoras došel k základním intervalům pokusy s dělením struny. Pro získání oktávy strunu rozpůlil, rozdělil ji v poměru $1 : 2$, kvintu získal poměrem $2 : 3$ a kvartu $3 : 4$. Ke stanovení celého tónu použil dvou kvintových postupů, od nichž odečetl oktávu (c–g–d¹ minus d–d¹ = c–d). Půltónů užíval dvou. Prvý odvodil z pěti vzestupných kvint, od nichž odečetl tři oktávy – tento půltón nazval *limma*. Druhou hodnotu půltónu získal ze sedmi vzestupných kvint, od nichž odečetl čtyři oktávy – tento půltón nazval *apotomé*. V důsledku tohoto způsobu ladění, založeného na absolutně čistých kvintách a oktávách, nebyly chromatické půltóny (např. c–cis) stejné jako půltóny diatonické (c–des). Další nešností bylo, že dvanáctá vzestupná kvinta (A₂–E₁–H₁–Fis–cis–gis–dis¹–ais¹–eis²–his²–fisis³–cisis⁴–gisis⁴) se nekryla – jak by měla – se sedmou vzestupnou oktávou (A₂–A₁–A–a–a¹–a²–a³–a⁴). Tento rozdíl (A₂–gisis⁴ minus A₂–a⁴), který vznikne mezi dvanáctou kvintou a sedmou oktávou, se nazývá *pythagorejské komma* a rovná se 23,5 centu. Je velmi slyšet a vadí zejména při hře týchž tónů, vzdálených od sebe několik oktáv. Intervalové poměry durové stupnice v pythagorejském ladění:

STUPEŇ	INTERVAL K ZÁKLADNÍMU TÓNU
prima	1 : 1
sekunda	9 : 8
tercie	81 : 64
kvarta	4 : 3
kvinta	3 : 2
sexta	27 : 16
septima	243 : 128
oktáva	2 : 1

43. Temperované ladění. Snaha o využití všech dvanácti, s mollovými čtyřia dvaceti možných tónin vedla k vytvoření nového principu ladění. Po nejrůznějších pokusech se jako nejpraktičtější ustálilo tzv. *rovnoměrně temperované dvanáctistupňové ladění*, které navrhl v roce 1691 německý varhaník **ANDREAS WERCKMEISTER** (1645–1706). Přirozená a pythagorejská soustava nemají totiž žádný interval, jehož násobek by tvořil oktávu. Proto bylo třeba k vyplnění oktávy dvou různých půltónů – diatonického a chromatického. Soustava rovnoměrně temperovaná rozděluje oktávu na dvanáct stejných půltónů. Temperovaný půltón je dán poměrem *jedna : dvanáctá odmocnina ze dvou*. Také zde se vychází z kvint, avšak z kvint temperovaných, tj. zmenšených o $1/12$ kommatu. Pythagorejské komma se tak rozdělilo rovnoměrně mezi všech dvanáct kvint. Temperované ladění tedy počítá s nedokonalostí lidského ucha, které rozezná rozladění tónu až v jistém rozmezí, které nazýváme *intonací rozkryv*. Jeho velikost je individuální. V temperovaném ladění jsou všechny intervaly kromě oktáv nepatrně falešné. Vzhledem k tomu, že jedna dvanáctina kommatu je pouze $1/51$ temperovaného půltónu, nelze toto rozladění uchem prakticky postřehnout. Tyto odchylky v ladění se však projeví, jestliže se při hře použijí některé flažolety u chordofonů nebo přirozené tóny u nátrubkových nástrojů.

Literatura:

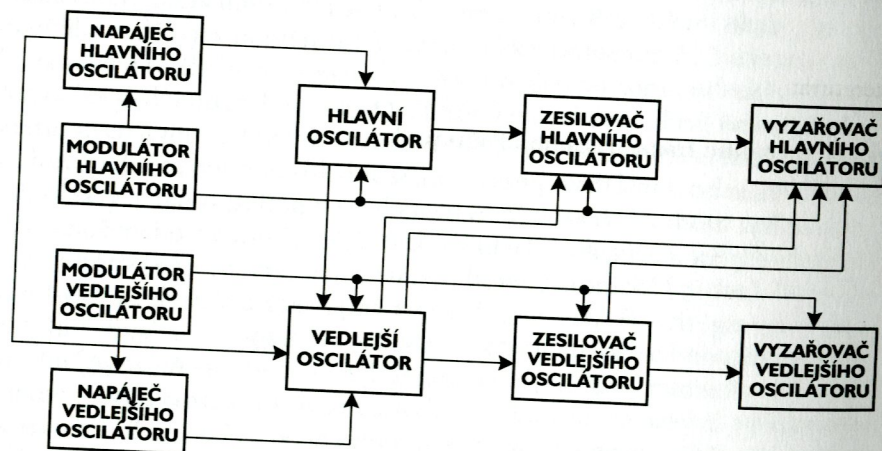
ŠPELDA, ANTONÍN: *Hudební akustika*. Praha 1978.

2. Hudební nástroje jako akustické zdroje

„Vyzářovač je ten nejlepší zesilovač.“

Taschenbuch für den Kurzwellenamateur (Berlín 1956)

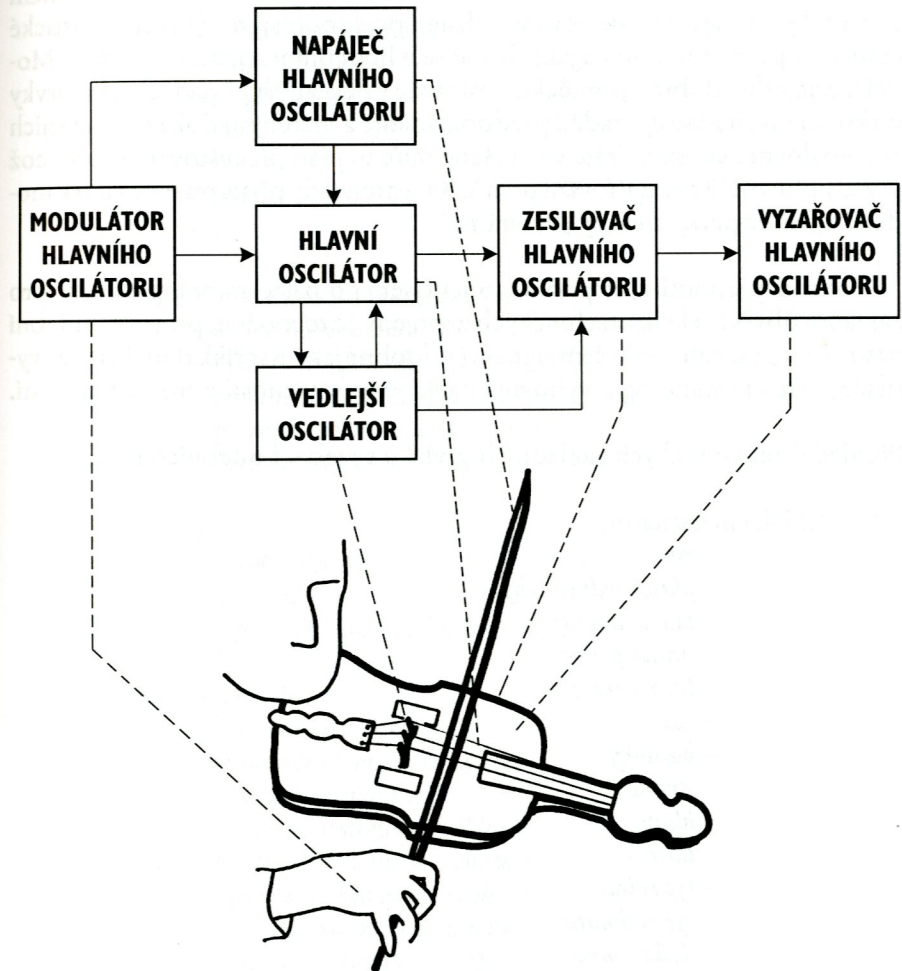
Počátky organologie můžeme sledovat již od antického starověku. Tehdy se daly základní akusticko-fyzikální výzkumy a experimenty na nejjednodušších hudebních nástrojích (monochord, píšťala, zvon). Pythagoras, Aristoteles, Euklides a další vyjádřili matematicky základní poznatky o šíření zvuku v prostoru a v pevných tělesech, objevili uzly a kmitny na struně a řadu dalších zákonitostí. Tím byly položeny společné základy akustice a organologie. Postupem doby akustika stále více ovlivňovala vývoj hudebních nástrojů a její pomocí mohly být neustále zpřesňovány i poznatky o nich. Vzájemné ovlivňování akustiky a organologie vyvrcholilo v dnešní době, kdy prudký rozvoj měřicí techniky se podílí podstatnou měrou na výzkumu hudebních nástrojů. Výsledky akustických výzkumů jsou zcela objektivní a slouží nejen poznání historických hudebních nástrojů, ale především při vývoji a zlepšování nástrojů současných.



OBR. 714 – OBECNÝ MODEL HUDEBNÍHO NÁSTROJE

Z velkého množství klasifikačních kritérií hudebních nástrojů je jedno z nejdůležitějších to, které vyplývá z pohledu na ně jako na akustické zdroje. Prozatím však tento zřetel nebyl v žádné z dosavadních systematik hudebních nástrojů uplatněn naprosto důsledně. Pokud se s ním v některých systematikách přece jenom setkáme (například v systematice hudebních nástrojů od Hornbostela a Sachse), dávno nevyhovují současným poznatkům a požadavkům akustiky. Aby byly jednotlivé nástroje z tohoto hlediska mezi sebou srovnatelné, je třeba je rozložit na primární, funkčně již dále nedělitelné elementy a

jejich vzájemné vazby. Základní funkční elementy s příslušnými vzájemnými vazbami jsou společné pro všechny hudební nástroje, i když žádný z nich je neobsahuje všechny a i když se u jednotlivých nástrojů vyskytují v různých formách, v různých typech. Rovněž počet stejných prvků může být u různých hudebních nástrojů různý.



OBR. 715 – POUŽITÍ OBECNÉHO MODELU HUDEBNÍHO NÁSTROJE NA PŘÍKLADU JIHLAVSKÝCH SKŘÍPEK

Zjišťování existence těchto základních prvků, jejich forem a vzájemných vazeb je možné pouze pomocí objektivních akustických měření, která jsou při analýzách hudebních nástrojů naprosto nezbytná. Tyto metody však vyžadují vybudování specializovaných pracovišť s parkem měřicích přístrojů.

Jako základ pro analýzy hudebních nástrojů jsem vypracoval schéma (obecný model) hudebního nástroje, který obsahuje všechny základní funkční ele-

menty a všechny možné jim příslušející spoje – vazby. Základní elementy a jejich vazby jsou u modelu v nekonkrétních podobách. Prvky jsou nazvány podle své funkce a vazby jsou bez názvů, neboť jejich existence vyplývá až při určování konkrétních podob některých prvků. Každý prvek a vazba jsou v modelu obsaženy jen jedenkrát. Vlastní analýza hudebního nástroje spočívá v tom, že měřeními zjišťujeme, které z prvků modelu nástroj obsahuje, jak jsou v něm tyto prvky navzájem pospojovány, jak jimi postupuje signál (určení akustické cesty) a v jakém množství a jaké formě se v hudebním nástroji vyskytují. Model je zde velmi dobrou pomůckou, protože v nejasných případech jeho prvky u zkoumaných nástrojů raději předpokládáme a měřeními dokazujeme jejich eventuelní neexistenci. Ještě ve zvýšené míře to platí při zjišťování vazeb, což je vždy obtížnější než zjišťování prvků. K nástroji tedy přistupujeme jako k modelu, z něhož prvky a vazby „vybíráme“.

Pro názvy jednotlivých prvků modelu jsem použil terminologie běžné pro základní obvody elektrotechnických zapojení. Je to možné, protože hudební nástroj je v podstatě vysílačem signálu (podobně jako například rozhlasové vysílače). Tato terminologie vyhovuje navíc jednoznačností a srozumitelností.

Přehled forem typických základních prvků a vazeb u hudebních nástrojů:

A) Hlavní oscilátor:

- rty
- plátek jednoduchý
- plátek dvojitý
- brana pevná
- brana rotující
- list
- blasivky
- struna
- blána
- talíř
- tyč volná
- tyč vetknutá
- deska volná
- deska vetknutá
- zvon
- koule dutá
- koule plná

B) Napáječ hlavního oscilátoru:

- vzduch
- plektrum
- prst

- smyčec
- palička
- kámen
- pružina
- silový impuls

C) Zesilovač hlavního oscilátoru:

- vlastní dutina
- vnější dutina
- deska
- blána
- struna
- tyč

D) Změna frekvence hlavního oscilátoru:

- přeladěním skokem
- přeladěním plynule
- přeladěním dutiny skokem
- výměnou pevně laděných oscilátorů
- změnou napětí napáječe

E) Modulace:

- amplitudová
- frekvenční
- superpozicí kmitů z jiného oscilátoru

F) Modulováno do:

- hlavního oscilátoru
- zesilovače hlavního oscilátoru
- vedlejšího oscilátoru
- zesilovače vedlejšího oscilátoru
- vyzařovače hlavního oscilátoru
- vyzařovače vedlejšího oscilátoru
- napáječe hlavního oscilátoru
- napáječe vedlejšího oscilátoru

G) Hlavní oscilátor převážně:

- základní
- harmonický
- spektrální

H) Kmity hlavního oscilátoru:

- tlumené
- relativně netlumené

I) Počet hlavních oscilátorů:

- jeden
- více

J) Možný počet hlavních oscilátorů v současném provozu:

- jeden
- více

K) Vedlejší oscilátor:

- rty
- plátek jednoduchý
- plátek dvojitý
- brana pevná
- brana rotující
- list
- blasivky
- struna
- blána
- talíř
- tyč volná
- tyč vetknutá
- deska volná
- deska vetknutá
- zvon
- koule dutá
- koule plná

L) Napáječ vedlejšího oscilátoru:

- prst
- plektrum
- vzduch
- smyčec
- palička
- kámen
- pružina
- silový impuls
- hlavní oscilátor
- napáječ hlavního oscilátoru
- vyzářovač hlavního oscilátoru

M) Zesilovač vedlejšího oscilátoru:

- vlastní dutina
- vnější dutina
- deska
- blána

- struna
- tyč
- zesilovač hlavního oscilátoru

N) Vedlejší oscilátor převážně:

- základní
- harmonický
- spektrální

O) Kmity vedlejšího oscilátoru:

- tlumené
- relativně netlumené

P) Počet vedlejších oscilátorů:

- jeden
- více

Q) Možný počet vedlejších oscilátorů v současném provozu:

- jeden
- více

R) Vyzářovač hlavního oscilátoru převážně:

- plocha
- otvor
- samotný vedlejší oscilátor
- vyzářovač hlavního oscilátoru

S) Vyzářovač vedlejšího oscilátoru převážně:

- plocha
- otvor
- samotný oscilátor

T) Změna frekvence vedlejšího oscilátoru:

- přeladěním skokem
- přeladěním plynule
- přeladěním dutiny skokem
- přeladěním dutiny plynule
- výměnou pevně laděných oscilátorů
- výměnou pevně laděných dutin
- změnou napětí napáječe vedlejšího oscilátoru
- v závislosti na hlavním oscilátoru

Hlavní oscilátor je ta část hudebního nástroje, na které nebo ve které vznikají kmity zvuku produkovaného nástrojem. Je zřejmé, že hlavní oscilátor je tedy základním a nezbytným prvkem každého hudebního nástroje. Typ – forma

hlavního oscilátoru je potom základním určujícím prvkem nástroje. Řada současných systematik hudebních nástrojů vychází právě z určování forem hlavního oscilátoru jako jediného třídícího prvku. Podmínkou pro vznik a eventuální udržování nebo obnovování kmitů v hlavním oscilátoru je existence napáječe, prvku, který dodává oscilátoru potřebnou energii. Je-li například oscilátorem struna, pak napáječem může být smyčec, plektrum, prst nebo v ojedinělých případech i vzduch. *Hornbostel-Sachsova* systematika hudebních nástrojů třídí nástroje částečně podle typu hlavního oscilátoru a částečně podle typu napáječe, přičemž obě kritéria střídá a klade je na stejnou úroveň, připisuje jim stejný význam. Například aerofony jsou v této systematice určeny napáječem, chordofony hlavním oscilátorem. Jde však o funkčně zcela odlišné prvky, které nelze ztotožňovat a nelze jim přisuzovat stejnou funkci. Je tedy z hlediska vzniku zvuku v hudebním nástroji toto třídění nedůsledné. Jak hlavní oscilátor, tak i jeho napáječ jsou nezbytnými prvky každého hudebního nástroje. Některé jednoduché nástroje se skládají jen z těchto dvou prvků – z hlavního oscilátoru a z napáječe. Mezi nimi je vždy přímá a jediná vazba směrem z napáječe k oscilátoru.

Většina hudebních nástrojů má však ještě další funkční prvky. Je to především zesilovač. Jednoduše řečeno, je to ta část nástroje, ve které nebo pomocí které se kmity vytvořené v hlavním oscilátoru zesilují – stávají se hlasitější. Jsou to například rezonanční dutiny, souznějící struny, rezonanční desky apod. Na zesilovač většinou pak je navázán *vyzařovač*, jehož prostřednictvím je převážná část produkovaného zvuku předávána vnějšímu prostředí. Nemá-li nástroj vyzařovač, přebírá většinou jeho funkci zesilovač. U jednoduchého hudebního nástroje, který se skládá jen z hlavního oscilátoru a napáječe, má současně funkci vyzařovače také hlavní oscilátor.

Řada hudebních nástrojů je schopna změny frekvence výsledného tónu. Děje se tak přeladováním hlavního oscilátoru, přeladováním některých typů zesilovače, jejich výměnou atd. Rozlišujeme rovněž schopnosti *modulování* jednotlivých tónů. Jsou to rychlé a malé změny jejich úrovně (amplitudy), frekvence nebo současné změny obojího. Zvláštní případ modulace je superponování kmitů z dalšího, vedlejšího oscilátoru na kmity oscilátoru hlavního. Tento typ modulace je častý u nástrojů středověkého hudebního instrumentáře, ale také u některých současných nástrojů pro lidovou hudbu. Důležité je zjištění, ve kterém základním prvku hudebního nástroje modulace vzniká. Nemusí to být jen v napáječi nebo v hlavním oscilátoru. U některých nástrojů se tak děje až v zesilovači, nebo dokonce ve vyzařovači. Většina hlavních oscilátorů u hudebních nástrojů pracuje na té frekvenci, na kterou je naladěna. Tyto oscilátory pracují na frekvenci základní. Některé však pracují občas nebo výhradně na frekvenci harmonické, jiné produkují celé spektrum kmitočtů o přibližně stejné amplitudě. Tyto spektrální oscilátory nemají definovanou výšku tónu a vyskytují se nejčastěji u nástrojů rytmických.

Hlavní oscilátory některých hudebních nástrojů produkují jen tlumené kmity. Typickým příkladem je struna, rozezvučovaná – napájená prstem nebo plektrém. Kmity relativně netlumené vznikají tehdy, je-li napáječ schopný

udržovat kmity hlavního oscilátoru po jistou dobu o neměnné amplitudě. Příkladem budiž opět struna, tentokrát však napájena delší dobu. Typem takového napáječe je smyčec. U hudebních nástrojů dále zjišťujeme kolik, obsahují hlavních oscilátorů a kolik jich může být současně v provozu.

Dalším, často opomíjeným prvkem hudebních nástrojů je vedlejší oscilátor. Jeho existence je v některých případech velmi zřetelná, jako například u nástrojů s bordunovými strunami, často však mívá méně výrazné podoby (vznik vedlejšího oscilátoru je často náhodný). Ale ani o „skrytých“ vedlejších oscilátorech nelze říci, že jejich funkce je podružná. Vedlejší oscilátor vždy velmi podstatně ovlivňuje výsledný zvukový produkt hudebního nástroje. Při analýze hudebních nástrojů proto musíme existenci vedlejšího oscilátoru vždy předpokládat a teprve měřením dokázat jeho eventuální absenci. Jako názorný příklad hudebního nástroje se „skrytými“ vedlejšími oscilátory slouží jihlavské skřípky. Kobylka skřípek podepírá každou strunu zvlášť samostatným zubem. Na horní ploše každého zuby je poměrně hluboký zářez, který nedovoluje sesmeknutí struny. Struna skřípek potom při svém pohybu v rovině paralelní se základní rovinou nástroje, ke kterému je nucena smyčcem, vyklání ze základní polohy i zub kobylky. Amplituda pohybu zuby je přímo úměrná amplitudě kmitů struny a mechanické pružnosti materiálu kobylky a nepřímo úměrná objemové hmotnosti struny. Zub se tak projevuje jako nepevné uchycení struny, částečně sleduje její kmity a tím tlumí jejich amplitudu. Subjektivní vjem při těchto poměrech je podobný jako při hře na housle s dusítkem. Tyto vztahy však platí jen pro nejnižší laděné struny a jen po jistou kmitočtovou hranici. Tato hranice je dána rezonančním kmitočtem hmoty zuby kobylky a její akustickou pružností. Zub je totiž schopen sledovat kmity struny jen po svůj vlastní rezonanční kmitočet. Čím je větší hmota zuby kobylky, tím je nižší kmitočet vlastní rezonance. Ze zvukově estetických důvodů je žádoucí, aby tato frekvence byla co nejnižší, aby se dusítkový efekt projevoval na co nejmenší části frekvenční charakteristiky nástroje. Kobylky skřípek jsou proto robustní s velmi dlouhými zuby, což snižuje jejich vlastní rezonanční kmitočet na co nejnižší mez. Dosud popisované chování kobylky se jeví jako konstrukční nedokonalost, která byla výrobcům s větším či menším úspěchem potlačována. Avšak u dalších frekvencí, počínaje rezonančním kmitočtem zuby, se poměry mezi kmitající strunou a kobylkou mění. Změna na rezonančním kmitočtu zuby se děje skokem. Pokud je struna naladěna na tuto frekvenci, tak vůbec „nezní“, vydává tón relativně velmi slabý. Její tlumení je, vzhledem k největšímu rozkmitu zuby, největší. Od této frekvence směrem k vyšším kmitočtům se stává účinek kobylky pro výsledný zvuk skřípek žádoucí. Struna se totiž stává napáječem mechanického rezonátoru zuby, který osciluje pak trvale na kmitočtu své vlastní rezonance. Struna skřípek pak zastává dvojí funkci. Je hlavním oscilátorem nástroje a současně napáječem vedlejšího oscilátoru – zuby kobylky. Amplituda kmitání zuby se mění se změnou frekvence struny, kmitočet zuby však zůstává konstantní. Tento kmitočet se svými harmonickými a subharmonickými složkami se skládá se základními a vedlejšími kmitočty struny, takže vzniká řada nových součtových

a rozdílových frekvencí, z nichž vždy některé, i když s různou intenzitou, se nacházejí ve slyšitelném zvukovém spektru. Díky vedlejšímu oscilátoru má pak výsledný zvuk skřípek jemně bzučivý, nazálně metalický charakter.

Vedlejší oscilátor se může vyskytovat ve stejných formách jako oscilátor hlavní. Musí mít rovněž napáječ, který však bývá často společný pro oba oscilátory. Někdy přebírá funkci napáječe vedlejšího oscilátoru oscilátor hlavní, tak jako u uvedeného případu. Také ostatní prvky příslušející k vedlejšímu oscilátoru jsou obdobné jako u oscilátoru hlavního, jak vyplývá ze schématu modelu hudebního nástroje, jde vlastně o dva (nebo více) paralelní nástroje, které mohou existovat buď v této úplné podobě, nebo mohou vzájemně využívat některých společných prvků, eventuálně vazeb. Při analýze hudebního nástroje je tedy také důležité zjišťování vzájemného prolínání obou eventuelních paralelních nástrojů. U vedlejšího oscilátoru, tak jako u hlavního, zjišťujeme možnosti modulace, změny frekvence, počet oscilátorů atd.

Při analýze hudebního nástroje se zubatou kobylkou jsem vypracoval schéma, vycházející z uvedeného modelu obecného hudebního nástroje. Schéma obsahuje jeden napáječ představovaný smyčcem, který udržuje v relativně netlumeném kmitání tři nebo čtyři (podle počtu strun) hlavní oscilátory. Kmity hlavních oscilátorů jsou vyzařovány do prostoru jednak přímo a jednak jsou prostřednictvím kobylky přenášeny do neladěné rezonanční dutiny – zesilovače – a jeho částí; vrchní deskou nástroje (víkem) jsou pak také vyzařovány do prostoru. Spodní deska se vzhledem ke značné tloušťce (obvyklé u nástrojů tohoto typu) uplatňuje jako vyzařovač jen při minimálním počtu nejnižších frekvencí. Zvukové výřezy ve víku se ve funkci vyzařovače uplatňují rovněž jen nepatrně. Jak jsem již uvedl, obsahuje schéma takového nástroje tři nebo čtyři vedlejší oscilátory – zuby kobylky. Kmity vedlejších oscilátorů se jednak superponují na kmity oscilátorů hlavních a jednak se směšují s dalšími produkty hlavních oscilátorů. Proces směšování se děje ponejvíce v zesilovači nástroje. Výsledný signál je potom vyzařován víkem nástroje. Při vlastní hře se uplatňuje ještě jeden prvek – modulátor hlavního oscilátoru, který je představován samotným hráčem, resp. jeho rukama. Pravá ruka ovládající smyčec může jeho různým tlakem na strunu měnit dynamiku hry – amplitudově modulovat hlavní oscilátory. Levá ruka, která především určuje frekvence hlavních oscilátorů, může také vibratem jemně frekvenčně modulovat hlavní oscilátory. Vzhledem k technice a způsobu hry na tyto nástroje jsou vazby *modulátor–napáječ* a *modulátor–hlavní oscilátor* jen velmi malé a volné a při hře většiny muzikantů je nelze vůbec zaznamenat.

Jako příklad laboratorního měření na hudebním nástroji se zubatou kobylkou uvedu zjišťování existence vedlejšího oscilátoru a měření jeho produktů: Na vybraný exemplář jihlavských skřípek byla natažena jediná ocelová struna o průměru 0,32 mm (běžně užívaná jihlavskými skřípkaři) a vedena přes levý krajní zub kobylky, příslušející struně *e*. Bylo nutné zvolit správný způsob pro snímání kmitů zuby kobylky a také pro rozeznívání struny. Při běžných laboratorních měřeních smyčcových hudebních nástrojů se pro rozkmitání struny většinou používá mechanického nekonečného smyčce *F. Herolda*, který však

byl v době měření nedostupný a jehož čistě mechanický princip nemusí vždy splňovat přísné požadavky objektivního laboratorního měření. Heroldův nekonečný smyčec byl původně zkonstruován pro tzv. vyhrávání houslí a viol. Pro rozkmitání struny jsem použil elektromagnetického budiče vlastní konstrukce (při těchto měřeních je většinou nutné experimentovat a improvizovat), který umožňuje přesnou kontrolu všech jeho funkcí po převedení na elektrické veličiny. Další předností elektromagnetického budiče vůči nekonečnému smyčci *F. Herolda* je, že není v mechanickém styku s rozkmitávanou strunou (struna je rozkmitávána proměnným elektromagnetickým polem), což vždy do měření vnáší řadu nepřesností a chyb. Celá budící jednotka se skládala z výkonového tónového generátoru (150 W/600 Ω), jehož produkt byl kontrolován paralelně připojeným osciloskopem (kontrola průběhu – tvaru budících kmitů) a čítačem (kontrola výstupního kmitočtu). Budící element byl umístěn v místech, kde je struna při hře rozeznívána smyčcem. Výstup výkonového generátoru byl přiveden do laditelné pásmové propusti, velmi strmé, která zaručovala, že se na výstupní frekvenci generátoru nebudou superponovat cizí rušivé frekvence. Pásmová propust byla přeladována synchronně s generátorem. Aby se bezpečně z měření vyloučila rušivá frekvence 50 Hz ze silového rozvodu, byl výstup z pásmové propusti přiveden ještě na frekvenční zádrž 50 Hz. Signál byl dále přiveden do výkonového širokopásmového zesilovače, na jehož výstup byl připojen elektromagnetický budič struny.

Elektromagnetický budič byl umístěn do těsné blízkosti rozkmitávané struny v místě smyku smyčce. Struna byla přeladována pomocí mechanického zařízení (*capotasto*). Současně se změnou frekvence struny byl přeladován i výkonový generátor spolu s pásmovou propustí tak, aby struna měla maximální amplitudu rozkmitu. K indikaci a kontrole tohoto způsobu ladění generátoru byla využita snímací jednotka skládající se z elektromagnetického snímače, jehož výstupní napětí bylo registrováno voltmetrem. Během měření bylo neustále kontrolováno, zda se nezměnila frekvence generátoru vůči naldění struny.

Vyřešit zařízení – snímací jednotku – pro měření kmitů zuby kobylky byl problém daleko nesnadnější, protože amplitudy zuby jsou velmi malé a jakékoliv přídatné zařízení tyto kmity ještě ztlumí. Proto bylo upuštěno od všech snímačů dotykových (piezoelektrických a miniaturních geofonů). Nepoužil jsem ani snímače kapacitního, protože i když snímá kmity bezdotykově, musí se na zub kobylky nalepit proužek kovové fólie (který by sloužil jako střední deska snímacího „motýlkového“ kapacitního kondenzátoru), která ovšem také částečně ztlumuje jeho kmity. Kapacitní snímání chvění klade navíc velké požadavky na mechanickou stabilitu nástroje vůči snímací jednotce, což nebylo možné v dostatečné míře zajistit.

Nakonec jsem se rozhodl pro snímání pomocí modulace světelného paprsku clonou, kterou představoval samotný zub kobylky. Jde o podobný princip jako u snímání kdysi používané optické zvukové stopy filmu. Celá snímací jednotka se skládala z mosazné trubky o délce 100 mm a světlosti 20 mm. Na

obou koncích byla trubka zaslepena a její vnitřní stěna byla natřena černým matovým lakem, který sloužil jako ochrana proti nežádoucím světelným reflexům. Ve středu trubky byl zářez o 0,2 mm širší, než byla tloušťka zubu kobylky. V jednom konci dutiny trubky byla umístěna miniaturní žárovka se soustavou clon, které zajišťovaly poměrně úzký svazek světelných paprsků. Výhodnější by bylo použít nízkovýkonový laser, ale ten nebyl v té době k dispozici. Na opačném konci dutiny trubky byla umístěna „rychlá“ fotodiody, jejíž světlocitlivá část byla přesně situována do osy úzkého kužele světelných paprsků. Celá snímácká jednotka byla zafixována na víku nástroje tak, aby kmitající zub kobylky zasahoval částečně do světelného toku žárovky a aby svým chvěním působil jako proměnlivá clona.

Žárovka ve snímácké jednotce byla napájena ze stejnosměrného zdroje napětí, dokonale stabilizovaného a filtrovaného. Zejména důkladně musely být odfiltrovány rušivé frekvence 50 Hz a 100 Hz, pocházející ze střídavého síťového rozvodu 220 V. Výstup z fotodiody, jehož napětí se měnilo souhlasně s kmitáním zubu kobylky, byl přiveden do napětového zesilovače, protože výstupní napětí fotodiody bylo velmi malé. Na výstup zesilovače byly připojeny vyhodnocovací přístroje přes dolnofrekvenční propust, která zabraňovala měření zkreslujících údajů, vzniklých kmitáním struny. Pomocí osciloskopu byl sledován průběh kmitů zubu kobylky a čítačem jejich kmitočet.

Vyhodnocením naměřených údajů byla prokázána existence vedlejšího oscilátoru a jeho funkce, jak již bylo popsáno.

Literatura:

- DRÄGER, H. H.: *Prinzip einer Systematik der Musikinstrumente*.
In: Musikwissenschaftliche Arbeiten III, 1948.
- HORNOSTEL, E. M. – SACHS, C.: *Systematik der Musikinstrumente*. In: Zeitschrift für Ethnologie, 1914.
- HUTTER, J.: *Hudební nástroje*. Praha 1945.
- KURFÜRST, P.: *Musikinstrumente und Schallgeräte als akustische Quellen*.
In: Časopis Moravského muzea v Brně. 1974, s. 255–265.
- LENG, L.: *Slovenské ľudové hudobné nástroje*. Bratislava 1967.
- SACHS, C.: *Handbuch der Musikinstrumentenkunde*. Leipzig 1920.
- ŠPELDA, A.: *Úvod do akustiky pro hudebníky*. Praha 1958.
- REINHARD, K.: *Beiträge zu einer neuen Systematik der Musikinstrumente*.
In: Die Musikforschung, 1960.
- ZAMAZAL, V.: *Hudební nástroje před mikrofonem*. In: Technické informace č. 17.
Vydal Čs. rozhlas Praha. 1966.

a $32'$ ($= C_2$). Píšťaly vyšších oktáv jsou vždy o polovinu kratší: $4' = c$, $2' = c^1$, $1' = c^2$ atd. Toto délkové značení se vztahuje na nejhlubší píšťalu určitého hlasu v příslušné oktávě.

Praktické délky varhanních píšťal:

Principál –	$2' = 5/8$ m
	$4' = 5/4$ m
	$8' = 5/2$ m
	$16' = 5$ m
	$32' = 10$ m
Kvinta –	$2/3' = 5/24$ m
	$1\ 1/3' = 5/12$ m
	$2\ 2/3' = 5/6$ m
	$5\ 1/3' = 5/3$ m
	$10\ 2/3' = 10/3$ m
Tercie –	$4/5' = 1/4$ m
	$1\ 3/5' = 1/2$ m
	$3\ 1/5' = 1$ m
	$6\ 2/5' = 2$ m
	atd.

5. Frekvenční normál – komorní a^1

„Normální ladění, Normalstimmung, jednotné ladění hudebních nástrojů v celém hudebním světě. (...) Kapely vojenské a civilní mají ladění vyšší (více než o půl tónu), aby tón byl různější.“

Malát, Jan: Hudební slovník (1891)

Frekvenční normál – a^1 , komorní a , komorní tón. Hudební nástroje se ladí podle frekvenčního normálu, který byl čas od času stanovován mezinárodními úmluvami. Vývoj frekvenčního normálu má sestupně vzestupnou tendenci, což má dnes velký význam pro tzv. autentické provádění dobových skladeb:

– v 16. a 17. století se v různých městech a různých státech používalo různých frekvenčních normálů pro ladění hudebních nástrojů. Nazývaly se buď „Chorton“ pro ladění varhan a chórových pěveckých sborů, nebo „Kornetton“ pro ladění městských píšťců a trubačů;

– v Paříži kolem roku 1680 bylo používáno ladění 404 Hz;

– v Petrohradě se kolem roku 1771 ladilo a^1 na frekvenci 417 Hz;

– z Paříže známe ladění orchestru Velké opery z roku 1774 na 410 Hz;

– v roce 1778 se v Německu pohybovala frekvence a^1 kolem 395 Hz a níže;

- v roce 1778 bylo tzv. pařížskou konvencí dohodnuto, že $a^1 = 409$ Hz;
- avšak ještě v roce 1820 se v Itálii používalo normálu 424,17 Hz;
- v roce 1821 se ladilo v Paříži na 431,34 Hz;
- a v roce 1852 rovněž v Paříži na 449 Hz;
- v Petrohradě v roce 1857 na 460 Hz;
- v roce 1858 stanovila pařížská komise, že $a^1 = 435$ Hz;
- v roce 1885 přijala Mezinárodní konference ve Vídni normál 435 Hz jako obecně platný. Přesto však byly v dalších letech konstruovány hudební nástroje s neproměnnými tónovými výškami, kde tón a^1 měl vyšší frekvenci než doporučený normál 435 Hz;
- v roce 1939 proto stanovila Mezinárodní komise pro normy ISA (International Standard Association) v Londýně novou frekvenci pro $a^1 = 440$ Hz;
- v roce 1953 londýnská konference ISO (International Organization for Standardization) znovu potvrdila frekvenční normál 440 Hz;
- v posledních letech řada orchestrů tento mezinárodně platný frekvenční normál přestala dodržovat a ladění zvyšují na 442–444 Hz.

Dnes je frekvenční normál 440 Hz obecně přijat. Jeho předností je, že kmitočty tónů c jsou ve všech oktávách, až na subkontra C s frekvencí 16,5 Hz, vyjádřeny celými čísly.

Kromě pařížského ladění z roku 1885 se od roku 1900 prosazuje tzv. **vídeňské ladění** (vysoké ladění) pro dechovky. Ve snaze o břešknější, jasnější a průraznější zvuk začali především vídeňští nástrojaři po dohodě s „dechovkáři“ vyrábět žestové nástroje s laděním $a^1 = 460,85$ Hz, které je u dechovek používáno dodnes. V současné době nabízejí nástrojařské firmy žestové i dřevěné dechové nástroje ve dvojnásobném ladění: nízkém – 440 Hz a vysokém – 460,85 Hz.

Mezinárodní ladění jsou všechny druhy ladění (pythagorejské, přirozené, temperované), které vycházejí z frekvenčního normálu $a^1 = 440$ Hz.

Fyzikální ladění je ladění, u něhož se za frekvenční normál nevolí tón a^1 (440 Hz), ale tón subkontra C s kmitočtem 16 Hz. Tón a^1 je potom tónem odvozeným ze základního tónu C_2 a jeho kmitočet je 430,5 Hz. Fyzikální ladění je ladění temperované, hodnoty intervalů se měří buď v temperovaných půltónech, nebo v centech. Výhodou fyzikálního ladění je, že absolutní výšky tónu c lze ve všech jeho oktávách vyjádřit jako celistvé mocniny čísla 2. Frekvence C_2 je 16 Hz = 2^4 Hz, kmitočet $C_1 = 2^5$ Hz, kmitočet $c^5 = 2^{12} = 4 096$ Hz. Fyzikálního ladění se používá výhradně při akustických měřeních, protože při nich je velmi výhodné počítat s logaritmy intervalů, což toto ladění podstatně zjednodušuje.

K tomuto tématu uvádím, jako vzpomínku na vynikajícího pražského organologa a mého přítele, předčasně zesnulého **PHDr. JINDŘICHA KELLERA**, jeho poslední publikovanou studii *Jak to bylo s komorním áčkem* (In: Hudební nástroje XIX, 1982, č. 6, s. 207):

„Jsou hudební nástroje, které lze naladit prakticky na jakýkoliv tón, a jsou jiné, jejichž ladění je fixováno již výrobcem. K těm druhým patří především

aerofony (nástroje dechové) a některé idiofony (např. xylofon, zvony, tubafon, vibrafon, marimba, celesta). Říkáme jim většinou nástroje s neproměnným laděním, i když u moderních dechových nástrojů lze výšku fundamentálu alespoň trochu korigovat. Již v dobách, kdy se konstituovala výroba hudebních nástrojů jako samostatné řemeslo, byly s těmito nástroji problémy. Když se sešli dva flétnisté – každý s nástrojem od jiného výrobce – byla to spíš náhoda, že si spolu mohli zahrát dueto, než aby to bylo pravidlem. Muzikanti to dobře věděli, a tak nutili nástrojaře, aby se sjednotili na tom, jak nástroje naladí.

Cesta k unifikaci základního ladění byla dlouhá a složitá. Nebyla totiž norma, podle níž by se výrobci nástrojů mohli řídit, nebyly ani fyzikální znalosti, jak tuto normu definovat, a technické prostředky, jak ji přenést do všech dílen. Hodně v tomto směru udělali varhanáři. Dokázali zachytit si matematicky i graficky rozměry a tvary píšťal a měli tak alespoň jakousi jistotu, že různé jejich nástroje budou přibližně stejně naladěny. A přece při studiu dochovaných píšťal z 15.–17. století zjistíme, že pomalu každý kraj používal jiného ladění. Ještě v 17. století panovala čirá anarchie. Takzvaný *chorální tón*, tedy tónová výška, v níž se zpíval gregoriánský chorál, ležel o malou tercii niž než takzvaný *komorní tón*, jímž se označovala absolutní výška ladění nástrojů používaných městskými píšťci a trubači.

Rozvoj fyzikálních znalostí v 17. a 18. století konečně dovolil přesně definovat absolutní výšku tónu. Velice to přispělo k unifikaci ladění, zejména u dechových nástrojů: postupně vznikal jakýsi modelový tón, podle kterého se ladily nástroje s proměnným a neproměnným laděním. Zkušenost z praxe i teoretické vývoje ukázaly, že nejvhodnějším tónem je a v jednočárkové oktávě. Dodnes je slyšíme před každým symfonickým koncertem od hoboisty, protože hoboje jsou co do ladění nejstabilnější. Hudebníci si zvykli tomuto tónu říkat *komorní a*, neboli „áčko“. Znamená to, že pro tón a^1 je stanoven určitý počet dvojitých kmitů, jimž se později začalo říkat *bertz* (podle německého fyzika; zkratka Hz). Byl to velký pokrok, tohleto komorní a . Dnes toho ovšem víme o akustice mnohem víc, a tak teoretici také změnili nomenklaturu. Místo smlouveného slovního kódu „komorní a “ používají vysvětlujícího termínu *frekvenční normál*. Jednoduchými matematickými výpočty se dá od stanoveného počtu kmitů pro a^1 odvodit standardizovaný počet kmitů pro každý další tón.

První vážné pokusy o sjednocení ladění se odehrávaly ve Francii. Pařížská konvence z roku 1778 ustanovila výšku a^1 na 409 Hz. Jak uvidíme, tak se od té doby stanovený počet kmitů neustále zvětšoval, čili absolutní výška ladění se zvyšovala. Máme například zaznamenány frekvenční normály, jak byly užívány v orchestru pařížské Velké opery:

$$1819 \quad a^1 = 434 \text{ Hz}$$

$$1856 \quad a^1 = 445,8 \text{ Hz}$$

$$1858 \quad a^1 = 448 \text{ Hz}$$

V té době měli nástrojaři stále ještě naprosto volnou ruku v používaných laděních. Dokonce různé druhy nástrojů měly různé ladicí konvence. Velké klavírnícké firmy si někdy přímo zakládaly na tom, že ladí své nástroje na to nejlepší a neúčinnější komorní a .

V Paříži také došlo k prvnímu všeobecně platnému pokusu o sjednocení frekvenčního normálu, který posléze nabyl širokého uplatnění. Francouzská vláda jmenovala v roce 1858 komisi, v níž zasedli známí hudebníci, jako Berlioz, Meyerbeer, Rossini a Thomas, chyběli v ní však hudební nástrojaři. Tato komise zvolila jako optimální frekvenční normál $a^1 = 435$ Hz. Dne 1. února 1859 vydala o svých jednáních úřední zprávu. Doba již byla na unifikaci zralá, a tak nástrojaři i hudebníci ji dobrovolně přijímali. Teprve v roce 1885 se sešla ve Vídni mezinárodní konference, která normu francouzské komise prohlásila za obecně platnou. Konference tak potvrdila všeobecně již přijímanou zásadu. Právě v Rakousku-Uhersku bylo francouzské standardní a^1 již běžně používáno. Mimo jiné se o to zasloužil i ředitel pražské konzervatoře Jan Bedřich Kittl. Vídeňský nástrojař Stephan Koch, jeden z nejlepších stavitelů dechových nástrojů tehdejší Evropy, také záhy přijal francouzský návrh a jeho příkladu se přidrželi i mnozí další mistři.

Anglie, která si i v této otázce hodlala zachovat svou *splendid isolation*, měla samozřejmě frekvenční normály odlišné od kontinentálních. Komorní a^1 v Anglii mělo vesměs vždy větší počet kmitů a od tehdy také pochází *nízké* (kontinentální) a *vysoké* (anglické) ladění dechových nástrojů. Staré dobré britské ladění mělo frekvenční normál $a^1 = 452,5$ Hz. Časem se rozšířilo i na kontinent a ve vojenských dechových hudbách přetrvávalo i poté, co ostatní muzikanti obecně přijali francouzskou normu. Také v Anglii se absolutní výška ladění pomalu zvyšovala. Z roku 1874 máme zaznamenán frekvenční normál $a^1 = 454,7$ Hz, zatímco opera v Covent Garden byla umírněnější a v roce 1878 se její $a^1 = 450$ Hz. V roce 1879 znormovala armáda ladění svých orchestrů na $a^1 = 452$ Hz. Jako kuriozitu můžeme zaznamenat, že když Johann Strauss koncertoval roku 1897 se svým orchestrem v londýnském Imperial Institute, používal frekvenčního normálu $a^1 = 457,5$ Hz.

Současný frekvenční normál $a^1 = 440$ Hz není nikterak nový. Poprvé jej navrhl již roku 1843 fyzik Steibler. Snad se snažil nalézt kompromis mezi a^1 vykonstruovaným podle pythagorejského ladění (432 Hz) a mezi tehdejší hudební praxí. Stalo se tak na konferenci fyziků, takže pro muzikanty to byl návrh, který čpěl podezřelým teoretizováním. Steiblerův návrh se musel přes sto let uležet, než došel uplatnění. Teprve na zasedání komise ISA (International Standard Association) v Londýně roku 1939 byl ustanoven náš frekvenční normál. Samozřejmě, že byl odvozen z jiných principů a za jiných podmínek než návrh Steiblerův. Zkušenosti s uplatňováním tohoto frekvenčního normálu byly dobré, a tak bylo $a^1 = 440$ Hz znovu potvrzeno ve Stockholmu roku 1953. A s tímto áčkem v uchu žijeme dodnes. „

6. Přirozená řada tónů

„Lesní roh měl ze všech nátrubkových nástrojů největší rozsah, ale přesto na něj nebylo možno zahrát nic víc než alikvotní tóny. Hráči však vtipně využili akustických poměrů na konci nástroje, na roztrubu, a vymysleli efektní trik. Vložení ruky do roztrubu dosáhli toho, že se každý zabraný tón snížil. Vkládání ruky do roztrubu se říká krytí. Polovičním krytím se tón snížil o půl tónu, celým krytím o celý tón.“

Keller, Jindřich: Sólo pro dva mistry.

U plechových nátrubkových nástrojů rozeznáváme z hlediska akustického tři odlišné typy: *trubky*, *lesní rohy* a *pozouny*. Žádný z těchto nástrojů nemá v korpusu hmatové otvory. Při neproměnné délce by proto nástroj mohl vydávat vedle základního tónu pouze tóny přirozené harmonické řady technikou přefukování. Tak tomu je u přirozeného lesního rohu a u přirozené trubky. Protože korpus lesních rohů i trubek má velmi úzké kuželové vrtání, vydávají oba typy těchto nástrojů poměrně lehce harmonické tóny až do pořadového čísla 18 a mnohdy i vyššího. Základní tón však u nich není možné vytvořit. Přirozená tónová řada u trubky nebo lesního rohu se základním tónem C (1. harmonickým) obsahuje tyto svrchní harmonické tóny:

2.	c
3.	g
4.	c ¹
5.	e ¹
6.	g ¹
7.	b ¹⁻
8.	c ²
9.	d ²
10.	e ²
11.	f ²⁺
12.	g ²
13.	gis ²⁺
14.	b ²⁻
15.	h ²
16.	c ³
17.	cis ³
18.	d ³

(znaménka + a - značí, že příslušné tóny znějí poněkud výše nebo níže, než udává název tónu v přirozeném ladění).

V orchestru se dalo užít přirozených trubek a rohů jen ve velmi omezeném rozsahu. Pro hudební praxi měly význam většinou jen tóny jednou a dvakrát čárkované oktávy (klariny). Odchytky ve výškách tónů se vyrovnávají u přirozených trubek a rohů částečným krytím roztrubu a tím vlastně jeho prodlužováním (například u lesních rohů).

13. Ladění některých dnes užívaných hudebních nástrojů

„Dyž sem měl É strunu, brál sem na É, dyž sem měl Á, brál sem na Á,
a dyž sem treba neměl vlaší ve šmytci, brál sem aj nakalafúnovaným glockem.“

Holý, Dušan: Mudrosloví primáše Jožky Kubíka.

balalajka alta	e, e, a
balalajka bassa	E, A, d
balalajka contrabassa	E ₁ , A ₁ , D
balalajka piccola	h ¹ , e ² , a ²
balalajka prima	e ¹ , e ¹ , a ¹
balalajka seconda	a ¹ , a, d ¹
banjo čtyřstrunné	g, d ¹ , a ¹ , e ² (dvojmo)
banjo pětistrunné	c ¹ , g ¹ , h ¹ , d ² , g ²
banjo šestistrunné	g, d ¹ , g ¹ , h ¹ , d ² , g ²
banjo sedmistrunné	g, c ¹ , d ¹ , g ¹ , h ¹ , d ² , g ²
banjo sedmistrunné (starší lad.)	g ² , g, c ¹ , d ¹ , g ¹ , h ¹ , d ²
bas jihlavský (Ploschperment)	D, G, d, d
berde	G, G, D, d
bisernica	d ² , d ² , d ² , d ²
brač 1	d ¹ , d ¹ , d ¹ , d ¹
brač 2	g, g, d ¹ , d ¹
brač 3	g, g, d ¹ , d ¹
bugaria 1	h, d, g, g
bugaria 2	g, h, d ¹ , d ¹
citera, bavorské ladění	c, g, d ¹ , a ¹ , a ¹ + doprovod. s.
citera, vídeňské ladění	c, g, g ¹ , d ¹ , a ¹ + doprovod. s.
housle	g, d ¹ , a ¹ , e ²
kontrabas čtyřstrunný	E ₁ , A ₁ , D, G
kontrabas pětistrunný	C ₁ , E ₁ , A ₁ , D, G
kontrabrač	G, G, d, d
kontrašica	d ² , d ² , d ² , d ²
kytara	E, A, d, g, h, e ¹
kytara havajská	E, A, e, a, cis ¹ , e ¹
loutna kytarová (dnešní ladění)	E, A, d, g, h, e ¹
mandola	F, G, A, d, g, h, e ¹ , a ¹
mandolína	g, d ¹ , a ¹ , e ² (dvojmo)
skřipky jihlavské malé	g, d ¹ , a ¹ , e ²
skřipky jihlavské velké	g, d ¹ , a ¹
ukulele	a, d ¹ , fis ¹ , h ¹
viola	c, g, d ¹ , a ¹
violoncello	C, G, d, a