

KONZERVATOŘ
A VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA
JAROSLAVA JEŽKA

ABSOLVENTSKÁ PRÁCE



PETR KOLÍNSKÝ

HUDBA A FYZIKA:
KONSILIENTNÍ POHLED NA OBORY

VEDOUČÍ: PHDR. LADISLAV BRÁBEK
KONZULTANT: ANTONÍN BÍLÝ

OBOR KLAVÍR

PRAHA 2004

Poděkování

Za nevšední zážitky bych rád poděkoval několika pedagogům. Petrovi Volnému za to, že to vlastně všechno způsobil. Za příjemnou atmosféru a velkou trpělivost v hodinách jazzu děkuji Zdeně Košnarové. Za zprostředkování pohledu na rozličné styly klasické hudby pak Zdeňku Páleníčkovi. Kromě výuky hry na klavír mi byl nápomocen i při uvažování o různých aspektech kulturního života. Zdeňku Bednářovi pak děkuji za způsob, jakým vykládal dějiny hudby.

Děkuji také spolužákům, bez jejichž poznámek a další pomoci bych se neobešel.

Dík patří i dalším pedagogům, kteří mi otevřeli pohled do světa vědy, díky čemuž jsem se mohl věnovat hudbě a zároveň si prohlubovat pohled i na jiné obory.

Děkuji také všem, kteří byli nuceni vydržet mé mnohdy zoufalé pokusy o zvládnutí základů hry na klavír.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto závěrečnou práci vypracoval samostatně podle pokynů vedoucího a konzultanta a po projednání s dalšími pracovníky Konzervatoře Jaroslava Ježka a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním této práce v knihovně Konzervatoře i na dalších místech.

V Praze 19. dubna 2004

Petr Kolínský

Obsah

1. Úvod	4
2. Osobní motivace	7
3. Hierarchie poznávání	9
4. Konsilience	12
5. Fyzikálně konsilientní pohled na hudbu	15
6. Závěr	18
Literatura	19

1. Úvod

Hudba jako umění a fyzika jako věda. Proti sobě stojící oblasti lidské kultury. Jedna založená na citu, výrazu, dojmu, neuchopitelných hnutích mysli a všemožných lidských emocí. Druhá podpořená exaktní matematikou, pracující s racionálním světem odvozování, logických úvah a oproštěná od subjektivních vlivů. První zahrnující odlišné a zároveň současně platné názory, druhá fungující na principu vyvracení předchozích mylných závěrů. Hudba nechávající za sebou stále více otevřených otázek, rozdílných výpovědí a roztříštěných směrů, stylů a projevů. Fyzika pokračující v zodpovídání stále většího množství problémů, pracující na sjednocení svých jednotlivých teorií a uhlazeně prezentující své výsledky. Jedna prostupující k lidem přes rozličná média, koncertní sály, hudební nástroje a věčně mladé vlasaté pophvězdy. Druhá uzavřená v pochmurných laboratořích s blikajícími monitory stále výkonnějších počítačů obsluhovaných plešatými starci. Hudba provázející nás z obývacího pokoje, přes televizi, rádio, kancelář až na toaletu supermarketu. Fyzika o které se příliš nemluví, není ani vidět ani slyšet. Hudba které potěší, zarmoutí, naštvete nebo donutí spáchat rituální sebevraždu. Fyzika, která je leckomu lhostejná, nudná, nevóní a zabíjí díky objevu střelného prachu či nukleární řetězové reakce. Společně mají obě snad jen to, že špičkoví hudebníci stejně jako špičkoví fyzici nejsou často schopni obstát v praktickém životě, který je zcela odvrácen od obou těchto oblastí.

Máte také ten dojem? Pak zrovna pro vás jsou připraveny následující stránky. Pokusím se nastínit, proč uvedené hodnocení je sice možná běžné a zažité, ale přitom povrchní a naprosto nevystihující podstatu našeho myšlení. Zkrátka proč si myslím, že je to všechno vlastně úplně jinak. Nebo aspoň, že je možné na daný problém *jinak pohlížet*, abych nebyl brán za slovo; v tomto eseji si nekladu ani tak za cíl zjistit, jaké věci *jsou*, ale někdy jen jaké se *zdají být*. Ostatně si také myslím, že často je zcela jedno, jaké věci *jsou*, pokud na ně tak nemůžeme *pohlížet*. Tímto jejich bytím tedy nemá cenu se a priori trápit. Nadále bude řeč o tom, jak je možné různé problémy nazírat. Tedy o jejich relativních vztazích a projevech v našem myšlení.

Příklad 1a

Fyzika často pracuje s představou o nějakém jevu. Tato představa dovoluje odvozovat závěry, jejichž platnost lze ověřit experimentem. To není nic pozoruhodného, je to základní postup vědecké práce. Zvláštní ale je, že pro odvození některých závěrů je potřeba vyjít z rozdílných představ o jednom a tomtéž jevu. Klasickým příkladem je světlo a elektromagnetické záření vůbec. Při výkladu funkce dalekohledu, mikroskopu a další optických zařízení pracujeme s paprskovou představou světla. Při výkladu šíření rádiových vln a práce antény používáme představu elektromagnetického vlnění. Při studiu pohlcování energie světla v elektronech atomu a jejich opětovným vyzařováním používáme představu fotonů, tedy jakýchsi malých létajících předmětů bez klidové hmotnosti, které se sráží s elektrony, rozkmitávají je a po chvíli z nich zase odlétají. Je tedy elektromagnetické záření paprsek, vlna nebo

kulička? Těžko říci, ale kupodivu na tom až tak nezáleží. Důležité je, že z jednotlivých představ vyplývají použitelné závěry. Nejde tedy až tak o to, co to záření *je*, ale jak se kdy *projevuje*.

Příklad 1b

Všichni viděli notový zápis druhého ze tří Gershwinových preludií pro klavír. Jeho úvodní melodie je zapsaná v osminových notách bez teček. A přesto – lze ji hrát i houpavě. Po jednom takovém předvedení jsem byl svědkem pozoruhodné debaty, kdy byl hráč nařčen z bezbožnosti. Gershwinovo preludium zapsané rovně přece není možné swingovat, protože Gershwin nebyl žádný jazzman a tudíž to houpavě nemyslel. Kde bere někdo jistotu, zda Gershwin byl či nebyl jazzman, nevím, ale je mi to jedno. A jak myslel svůj zápis je také jedno. Opět – důležité je, jak zrovna teď chcete preludium zahrát a jestli to dává nějaký smysl. A dokonce tentýž člověk na tentýž klavír může jednou zahrát preludium tak a podruhé onak. A pokud v tom posluchač nebo váš dalekohled smysl nevidí, argumentujte, proč vy ho vidíte. Nepřesvědčujte ale čochku dalekohledu, že když se na ní může krásně ohnout světelný paprsek, že by bylo lepší nesrozumitelně rozkmitat elektrony v atomech na jejím povrchu.

Tolik tedy k tomu, co jaké je, a jak se na to díváme. Přiznávám ale rovnou, že některé myšlenkové dedukce vedou k natolik podezřelým závěrům, že se až zdá, jakoby nějaké jednoduché zákonitosti opravdu platily absolutně. Čím méně jich je a čím jsou jednodušší, tím jsou podezřelejší.

Příklad 2a

Newtonův gravitační zákon popisuje, jak závisí přitažlivá síla mezi dvěma tělesy na jejich hmotnosti a vzdálenosti. Klasická anekdota říká, kterak se zvědavý školák na londýnské střední škole, odchovaný tradiční kontinuitou britského práva, ptá, jak jsme tedy mohli stát na Zemi před tím, než byl tento zákon roku 1687 přijat. Ano, gravitační zákon totiž nebyl vytvořen, byl jen objeven, ale sám tu byl a platil odjakživa (resp. ještě předtím...). A platí dokonce i na Marsu, kde žádného Newtona nemají.

Příklad 2b

Nevím, jestli jste někdy při poslechu některých fug Temperovaného klavíru zažili také ten pocit, jakoby vertikální harmonie samovolně vznikala z několika horizontálně vedených hlasů. Samotný fakt, že sestavením jednotlivých melodií vznikne akord, nepřekvapuje. Harmonie je ale tak krásná a přirozená, až to vypadá, že to není dílo skladatele, ale že Bach, podobně jako Newton, pouze zapsal něco, co tu bylo i před ním, ale nikdo jiný si toho zatím nevšiml. Zní to zvláštně? Interference zvukových vln o vlnových délkách v poměru malých celých čísel tu ale opravdu byla i před Bachem.

Zatímco první dvojice příkladů zapadá spíše do způsobu myšlení, který nazýváme uměním, druhá dvojice zase představuje argumentaci, kterou využívá věda. Tolik zatím k tomu, co může být otázka pohledu, a co je opravdu dané.

V následujících odstavcích budu vycházet kromě vlastní zkušenosti z několika pramenů, mezi nimiž zásadní jsou práce dvou lidí: Richarda P. Feynmana, nositele Nobelovy ceny za fyziku (kvantová elektrodynamika), jehož několik knížek popisující jak fyzikální problémy tak jeho vlastní život a neuvěřitelné historky mi pomohly podívat se na fyziku velmi osvěžující-

cím pohledem a jehož sebrané přednášky ze všech partií fyziky jsou prošpikovány postřehy z mnoha dalších oblastí lidské kultury, a Edwarda O. Wilsona, nositele Crafoordovy ceny a zakladatele sociobiologie, jehož knížka „Konsilience: Jednota vědění“ byla základním podnětem k sepsání této práce.

Pohled, který se zde pokusím nastínit, je můj vlastní. To říkám zejména jako alibi pro kohokoli, kdo by s mojí osobou mohl být spojován a koho bych se nechtěl jakkoli dotknout. Na druhou stranu tento pohled zapadá do stále více se prosazujícího vnímání světa mnohých vědců, umělců a intelektuálů. Bohužel – je jich ale pořád málo. Problém sjednoceného vnímání na první pohled rozdílných oborů je záležitost, která mě provází již dlouho – kniha o konsilinci mi pomohla útržkovité poznatky utřídit. Wilson ve své knize hovoří o sjednocování přírodních a humanitních věd. Umění je tam věnována jen malá kapitola. Ovšem obecné vztahy, které Wilson předkládá, jsou libovolně převoditelné – to je ostatně základ konsilience. Nechal jsem se inspirovat několika jeho příklady, které jsem upravil pro potřeby této práce.

2. Osobní motivace

Pojmy „věda“ a „umění“ jsou příliš široké a natolik vznešené, že se je občas zdráhám používat. Budu raději někdy používat „fyzika“ a „hudba“, což je sice zjednodušení, ale zároveň i zpřehlednění. Jindy se ale „vědě“ a „umění“ neubráním.

Stává se stále častěji, že se mě lidé ptají, čím se zabývám. Obligátní odpověď zní, že dohromady ničím, zatím jsem víceméně stále ve fázi, kdy se snažím pochopit a naučit něco, co vymysleli jiní přede mnou. To je důležité pro mě, ale pro ostatní samozřejmě nikoli. Když ale otázka nepadla jako řečnická, nezbyvá než říci, co je předmětem mého studia. Přistihl jsem se přitom, že v případě různých tazatelů zmiňuji hudbu a fyziku v různém pořadí a dokonce někdy jednu z nich i zcela vynechám. Když ale nevynechám, jsem v 95% případů svědkem údivu, jak zvládám pojmut dva tak rozdílné obory. Odpovědět na to, jak zvládám pojmut dva rozdílné obory, skutečně neumím. Je to jednak dáno tím, že na to mají odpovědět druzí, ne já, ale chyba je i v otázce. Je to stejné, jakoby se někdo ptal, proč při hře na kytaru necvičíte více nátisk nebo proč na ten saxofon zkrátka více nezatlačíte smyčcem.

Zdá se mi, že celá moje docházka na základní školu a na gymnázium vedla výhradně k tříštění vědomostí a pohledů na svět. Bylo to patrně nevyhnutelné – jiný způsob studia asi neexistuje. Po nekonfliktním období negramotnosti jsem se najednou dozvídal tolik věcí, že nebyl prostor pozorovat, jak spolu navzájem souvisí a které jsou a které nejsou důležité. Měl jsem to štěstí, že po poradě s lidmi, kteří toho zažili víc než já, jsem se vydal studovat školy, které mi opět pohled na svět pospojovaly. Nikoli snad opět k negramotnosti, ale k počátku cesty k porozumění tomu, jak zdánlivě složité a nesourodé věci stojí na jednoduchých a vždy platných pravidlech. Musím bohužel dodat, že obě tyto školy tak činily nevědomky a jen díky tomu, že jsem je navštěvoval obě – prozatím ani jedna z nich neví, jak se vyrovnat s tím, že není jediná.

Studium, které nedává vědomosti do souvislostí, je obhajitelné tehdy, pokud máme vědomostí ještě tak málo, že není co dohromady spojit. S rostoucí odborností školy ale vzrůstá i nárok na to, aby byl úzce specializovaný předmět zasazován na místo, kam přirozeně patří. Tím nezavrhuji specializaci jako takovou, odmítám ale specializaci jako způsob odřezávání se od ostatního poznání stojícího mimo deklarovanou oblast zájmu. Myslím si, že jednostranné zaměření většiny lidí vytváří problémy, které ve skutečnosti vůbec nejsou. Dnes není možné podrobně obsáhnout všechny vědní obory, exaktní i humanitní, a zároveň žít hodnotný umělecký život, být vrcholovým sportovcem a ještě k tomu občas zajít do hospody. Specializace je nutná, ale měla by sloužit jako základ, od kterého se vydáváme poznávat další oblasti vědy, kultury a umění. V nich se nemusíme specialisty stát, ale musíme o nich vědět a vědět také, jak souvisí jejich oblast zájmu s naším oborem.

Navíc souhlasím s myšlenkou Edwarda Wilsona, že totiž neustálé tříštění vědomostí není odrazem skutečného stavu věcí, ale právě produktem bádání.

Specializace s sebou nese i učení, které samo o sobě nedává příliš velký smysl, ale slouží k tomu, aby se člověk zdokonaloval v technice či dovednosti něčeho, co – pokud to zvládne

rutinně – mu následně umožní snadněji se pouštět do problémů složitějších. Pro pochopení základních vztahů a způsobů práce jednotlivých oborů však žádné takové cvičení zdokonalující dovednosti není nutné. Stačí pochopit a porozumět; když pak nevíme, jak si poradit s konkrétní úlohou, pomoc najdeme u odborníka specializujícího se právě na tento problém.

Příklad 3a

Klasickým příkladem je cvičení na hudební nástroj. Kromě toho, že zkusíme provést přednesové skladby a trápíme se jejich technickými problémy, zdoláváme také cvičení, která nás na technické problémy přednesových skladeb připravují. Jsou nudná, v případě klavíru většinou opatřena nesmyslným prstokladem a provádějí se ve dvanácti tóninách (zvláštní shodou okolností), takže v případě temperovaně naladěného klavíru znějí stále stejně, ale prsty si na nich vylamujete pokaždé jinak. Když však vše pocvičíte poctivě, až dojde na daný technický problém v přednesové skladbě, určitě zapadne do jedné ze dvanácti škatulek a vaše ruce budou mít cestu k interpretaci usnadněnou.

Příklad 3b

Jiným klasickým příkladem je zdánlivě nesmyslné počítání příkladů z matematiky. Teorie je sama o sobě jednoduchá, jedná se o znalosti, které si pomalu či rychleji osvojíme, ale získání dovednosti, jak tyto znalosti používat pro řešení konkrétních úloh, je bolestivé. Úlohy se stejným zadáním ale jinými čísly se musí počítat leckdy i víckrát než dvanáctkrát a v případě reálného problému si můžeme být téměř jisti, že naopak nikdy nezapadne do úlohy, kterou jsme procvičovali nanečisto.

Přiznávám, že tento problém nevidím jednostranně. U specialistů v oblasti exaktní vědy se většinou lze setkat s nějakou úrovní znalostí z oboru humanitního nebo uměleckého. Nikoli snad, že by nebylo co zlepšovat, ale u specialistů humanitně či umělecky zaměřených mám častěji dojem, že se ochuzují o poznání exaktních věd. Jak zkusím ukázat později, je to velká škoda jak pro ně, tak pro humanitní obory i umění. Je to asi v povaze humanitních věd a umění – je to nejspíše dokonce jejich cílem – že dokážou zasáhnout specialistu v exaktním oboru. A je také smůlou exaktních věd, že zatím nedokážou oslovit humanitně zaměřené odborníky a umělce.

Dál také přiznávám, že jsem nejen nedostatečně praktikoval klavírní prstová cvičení, ale také jsem se vyhýbal nekonečnému počítání matematických úloh. Kdo to považuje za zásadní chybu, necht' ve čtení nepokračuje.

3. Hierarchie poznávání

Představte si, že sedíte večer u táborového ohně. Máte za sebou jednu z náročných etap splouvání divoké české řeky, proložené několika návštěvami občerstvovacích zařízení. Kdosi z vašich přátel drnká na kytaru a ti, co toho jsou ještě schopni, se snaží připojit i svůj hlas k rozechvělému, ale stále sílícímu sboru ostatních zúčastněných.

To, že jste po vodě dopluli až sem, je dáno několika jednoduchými fyzikálními zákonitostmi, hovořil o nich už Archimédés. Navigačně to bylo složité, ale teď už před vámi hoří oheň, což je dáno jakousi chemickou reakcí mezi molekulami, z nichž se skládaly původně živé buňky dřeva, kterým topíte, a kyslíkem, který do ohně vháníte neustálým rozfoukáváním, protože ostatní zapomínají přiložit. Ostatně to, že strom, který teď hoří, vůbec vyrostl, zkoumá botanika. Jak fungovalo tělo prasete, z něhož teď vidíte jen špekáčky nad plameny ohně, to popisuje zoologie. Botanika i zoologie patří do biologie. Proč už v řece nejsou žádné ryby, když před stavbou papírny tam ještě byly, to kromě chemie a biologie zkoumá také ekologie. Jak má fungovat čistička odpadních vod, na to odpovídá jednak inženýrství a také chemie. Celé to nefunguje nejspíš proto, že ti, co o tom rozhodují, se málo věnovali politologii. Ale zpět k táboráku. Že jste spolu vůbec vyrazili na řeku, na to se snaží odpovědět sociologie, která si z neznámých příčin konkuruje s antropologií – ta zkoumá mimo jiné i historické souvislosti lidské existence a srovnání s člověkem doby kamenné by v tuto chvíli bylo asi příhodnější než lekce ze společenské výchovy. Kromě toho jste se museli při polední pauze pohádat s vrchním, který vás chtěl obrát v restauraci, což je projev nejen evoluční vyspělosti zajišťující vaše přežití v drsných podmínkách smečky, ale také jednání podpořené chladnou ekonomickou teorií. Počty našťěstí zvládáte skvěle. Jak působí rum, který pijete, na vaše nervové buňky, o tom hovoří cytologie. Ovšem cit pro hudebnost vás tlačí ke zpěvu, rozestavení stanů do půlkruhu kolem ohně je podmíněné jak sociálně, tak i esteticky a to, že jste si zážitky dnešního dne zapsali do deníčku, prokazuje vaše mimořádné literární nadání. Touha nebýt dnes v noci ve spacáku sám je vedena základními pudy, na nichž stojí přežití každého druhu. Komu se to podaří vyřešit, získává oproti ostatním darwinovskou evoluční výhodu. Jelikož projekt mapování lidského genomu je již u konce, můžeme se dokonce dozvědět, čím je zrovna naše osobnost jedinečná. To bude ale až ráno, až zase vyjde slunce – to, že se tak stane, je dáno pozoruhodnou souhrou pohybů řízených gravitační silou, kterou popsal Newton.

Matematika, fyzika, chemie, biologie, sociologie, hudba, literatura, politologie, ekologie, genetika, antropologie, estetika, zeměpis, strojírenská technika, ekonomie – trochu džungle, že? Pro další zmatení uvedu několik pojmů, které lze nalézt v přehledové tabulce v Encyklopedickém atlasu hudby [11]. V historické části se lze zabývat hudební historiografií, která se dělí na hudební paleografii a ikonografii. Systematická část pokračuje hudební teorií, organologií, hudební akustikou, estetikou a dále hudební fyziologií, psychologií, sociologií, nebo ještě etnomuzikologií či hudební folkloristikou, popřípadě pedagogikou. K těmto hudebním oborům se přidružují v historické oblasti samotná historie, archivnictví a pomocné historické vědy, v oblasti kulturní pak teologie a religionistika, dějiny umění a třeba teatrologie. K hudební

vědě pak přináležejí jazykověda, fyzika, biologie, medicína, psychologie a pedagogika, v umělecké oblasti ještě obecná estetika, společensky pak filosofie a dále sociologie a etnologie.

Kdybychom měli popsat, v čem se od sebe jednotlivé obory odlišují, bude obtížné přesněji vymezit jejich hranice. Jeden z možných pohledů spočívá v rozdílných měřítkách času a prostoru, ve kterém se zkoumané děje odehrávají.

Nyní se omezíme na hudbu a fyziku. Představte si, že sedíte v koncertním sále a posloucháte klavírní koncert. Ten trvá řekněme tři čtvrtě hodiny i s potleskem. Jedná se evidentně o hudební (umělecký) zážitek. Co všechno se však při takové produkci odehrává? Naše přítomnost v sále a poslech hudby se odehrává na škále jednotek minut a jednotek metrů. Pohyby hráčů se mění během sekund a desítek centimetrů. Struny houslí a klavíru se chvějí s frekvencí v oboru stovek Hertzů – jsou sice také dlouhé desítky centimetrů, ale jejich výchylka dosáhne v nejdramatičtějších pasážích jen milimetr. V podobném oboru frekvencí se chvěje i vzduch v tělech dechů. Molekuly plynů obsažených ve vzduchu rozechvěném strunami, bambusovými plátky či odulými rty se k sobě stlačují o miliontiny milimetru a postupují k vašemu uchu. Zvuk se ve vzduchu šíří rychlostí něco málo přes 300 m za sekundu, takže k vám od každého hráče dorazí o nepatrný zlomek v jiném čase, což vnímáte jako prostorovost hudby. Kromě vašich uší narážejí zvukové vlny také do stěn sálu, které rezonují a zvuk se v nich jednak pohlcuje, ale také se od nich odráží a postupuje k vám z různých směrů. Celá budova je tak prostoupena zvukovými vlnami, které s hloubkou pronikání do stěn exponenciálně slábnou, takže za půl metru silnou zdí už jsou pro lidské ucho nezaznamenatelné.

Co všechno se děje, si můžeme představit jako souslednost jevů, na něž je potřeba se dívat různě nastaveným zoomem fotoaparátu s různým časem závěrky. Od femtometrových rozměrů atomů kmitajících ve strunách se přesuneme k nanometrovým vzdálenostem mezi molekulami vzduchu, které jsou chvěním rozhybávány, ale také k jednotlivým chemickým reakcím, které probíhají v buňkách těl hráčů. Jejich svaly se stahují, prsty kmitají po klaviatuře, kůže vylučuje pot. Dále přejdeme k milimetrovým výchylkám strun a centimetrovým až decimetrovým pohybům celých těl hráčů, k metrovým vlnovým délkám zvukových vln šířících se sálem až k našim uším, ve kterých se opět nepatrně pohybují bubínky a rezonuje celé vaše tělo (amplituda se kterou se vychyluje vaše lebeční kost při poslechu má velikost řádově 10^{-12} m). Bubínky předávají podněty neuronům (je jich asi 30 000), které je elektrickými impulsy (dokáží přenést celkem okolo 340 000 různých kombinací hodnot frekvencí a intenzit zvuku) odvádějí hlouběji do mozku, kde z nich je poskládán výsledný obraz zvuku, který naše mysl, poučená důkladným studiem a existující v kulturním prostředí, přetvoří na umělecký zážitek.

Od miliontin sekundy, které trvají elektrické přenosy impulsů jak v tělech hráčů, tak v hlavách posluchačů, přes setiny až desetiny (v případě nejhlubších tónů varhan) sekund trvající periody zvukových vln až po jednotky sekund doby trvání těchto tónů, přes desítky sekund tematických celků k minutám a desítkám minut trvání koncertu.

Pokud nahlížíme koncert tímto způsobem, je těžké říci, kdy u hráče nastupuje fyzika, odkdy a kam je to mikrobiologie a chemie, kdy nastupuje biologie a psychologie. Pak se zvuk přenesení k posluchačům a opět – psychologie, biologie, chemie a fyzika – v obráceném pořadí, ale opět nezbytně všechno spolu. A kde se ztratila hudba?

Uvedené obory nestojí v naší kultuře vedle sebe, ale některé jsou obecnější a jiné konkrétnější. Nejjednodušeji to lze ukázat na příkladu přírodních věd: fyziky, chemie a biologie. Fyzika zkoumá základní zákonitosti, kterým podléhají jakákoli tělesa, pole, záření a všechny ostatní jevy. Nebudu raději jmenovat řečníka, ale celkem výstižnou charakteristikou toho, čím

se zabývá chemie, je výrok „chemie je kapitola fyziky, která se zabývá elektronovým obalem atomu“. Není to sice tak jednoduché, ale vystihuje to podstatu věci. A následně, když známe zákonitosti, podle kterých se atomy sdružují do molekul a jak spolu různé látky reagují, otevírá se prostor biologii, která se už netrápí tím, jaké energetické kvantum vyzáří elektron při přechodu z jednoho orbitalu na orbital nižší. Dokonce i to, že se k sobě atomy váží, považuje biolog za samozřejmost a snaží se z toho vyvodit konkrétní závěry, podle kterých se chovají buňky, tkáně a celé organismy.

Poznámka

Zvláštní místo zaujímá matematika. Jedná se o jakési vidle, kterými je možné kydat například fyziku. Matematika je pozoruhodný sled myšlenkových operací, který, pokud ho dodržíme, dokáže po převedení fyzikální úlohy na abstraktní chuchvalec vztahů všelijakými úpravami vygenerovat jiný chuchvalec vztahů, který, pokud ho zpět převedeme do fyzikální reality, přesně předpoví, co se stane s původní úlohou po proběhnutí zkoumaného děje. Tato neobyčejná vlastnost je neustále zdrojem podivu dokonce i těch, kteří se vědou zabývají celý život. Richard Feynman například říká, že vztah mezi fyzikou a matematikou považuje za nejpozoruhodnější mezi všemi vzájemnými vztahy věd. Říká ale také, že matematiku nemůžeme považovat za vědu ve smyslu přírodních věd, protože zkouškou její platnosti není experiment, což u všech přírodních věd je. Pokud by někdo nechtěl matematiku za vědu považovat vůbec, má Feynman připraven argument: Ano, proč ne, láska také není věda a není špatná (Feynman [4]). Ale samozřejmě jsou věci, které nejsou věda a špatné jsou.

Ještě k možným pohledům na to, co je věda a co umění. Obdržálek [13] říká, že umění působí na jedince a vytváří jeho jedinečné subjektivní vjemy. Věda hledá v poznání světa naopak to, co je nezávislé na pozorovateli, posluchači či autoru myšlenek – to objektivní. Wilson [17] dodává, že věda si všímá toho, kdo a proč má jakou schopnost vnímat barvy či zvuky a kdo a proč tuto schopnost nemá a vysvětluje vliv těchto rozdílů na pocity. Umění naopak mezi lidmi tyto vjemy zprostředkovává. Tedy věda pocity vysvětluje, zatímco umění je přenáší.

4. Konsilience

Příklad vztahu věd, který jsem uvedl na konci předchozí kapitoly, nebyl vybrán náhodou. Ukazuje se totiž, že fyzika je opravdu tou nejjobecnější a tudíž nejzákladnější disciplínou, která popisuje zákonitosti, podle kterých funguje naprosto všechno. Chemici jsou si toho vědomi, někteří biologové také, ale není jediný důvod zde skončit. Jde jen o to, kolik poznatků na sebe navrstvíme. Z biologie přece neplyne jen to, že existují živé organismy. Aplikací jejich životních pochodů se snadno přesuneme k sociologii, která zkoumá, co se děje, když se sejde více takových živých organismů a povídají si. Dále můžeme pokračovat k ekonomii a politologii. Společnost, tvořená biologickými jedinci, si pak vytváří kulturu, jejíž součástí je i umění. Pod jakýmkoli společenským, uměleckým, ekonomickým, ekologickým – zkrátka pod opravdu jakýmkoli – jevem si lze představit souslednost disciplín, které popisují konkrétní chování živých či projevy neživých součástí celku, jejichž jednotlivé vlastnosti a charaktery se rozpadají na oblasti popsitelné dalšími sekcemi věd, už méně konkrétních ale s univerzálnější platností, až od každého kamene, tkáně, buňky a krystalu lze přes chemii dojít k fyzice.

Wilson říká [17]: „Ústřední myšlenkou světového názoru konsilience je, že veškeré konkrétní jevy, od vzniku hvězd až po činnost společenských institucí, jsou založeny na materiálních procesech, jejichž podstatu lze vždy nakonec převést do podoby fyzikálních zákonů.“

Na první pohled se zdá nemožné propojit rozvážný rozum fyzika s vášnivým planutím umělce. Ovšem interpretace umění pomocí vědy je možná: V uměleckém vyjádření hrají roli především životopis jedince a jeho estetický úsudek. A u těchto jevů jsou základem materiální pochody lidského myšlení. O možnou interpretaci se v minulosti pokoušela psychoanalýza. Jelikož byla vedena spíše intuicí než vědeckými metodami, nemohla podat uspokojivé vysvětlení. Ale lidský mozek lze zmapovat, vývojoví biologové a psychologové na tom už pracují a jejich závěry musí nutně stát na obecném podkladu chemie a tudíž fyzikálních zákonů. Jde vlastně jen o přenos nervových vzruchů v našich tělech. Přesné pochopení toho, co se děje v mozku skladatele, když tvoří svoji „osudovou“, může změnit náš pohled na umění. Zcela jistě však zbyde i prostor pro vášně, city a emoce.

Ukazuje se totiž, že postupy a výsledky vědeckého oboru, které se shodují s ověřenými znalostmi z jiného oboru, jsou v teorii i praxi vždy dokonalejší než ty, které se neshodují. Základním – již zmíněným – postupem ověřování platnosti závěrů přírodních věd je experiment. A hlavním cílem je schopnost prognózy, tedy schopnost ze zadaných údajů o stavu objektu, jeho prostředí a počátečních podmínkách předpovědět, co bude následovat. Zdá se, že předpovědět výsledný tvar, barvu či zvuk uměleckého díla je téměř nedostižný úkol. Je ale možné, že je pouze technicky nedosažitelný, ale principiálně vysvětlitelný je. Po představení přirovnání složitosti poznávání ke krétskému labyrintu se k tomuto problému vrátíme.

Každý zná antický příběh o Théseovi, který se vydal do labyrintu krétského krále Mínóa. V labyrintu se Théseus utkal se Mínótaurem, kterého zabil. Aby našel cestu ven, odvíjel při hledání netvora klubko nití, které mu dala Ariadna. Labyrint nám poslouží jako představa slo-

žitosti světa, který se snažíme pochopit. Ariadnina nit je pak konsilience mezi jednotlivými obory. Potřebujeme ji, abychom se v bludišti vyznali.

U vchodu do labyrintu vstupujeme do světa fyziky. Zabírá celou jednu dlouhou chodbu, ale z ní se větví nespočet dalších chodeb, které jsou různě zakroucené a stále se rozdělují. Někdy se protnou s nějakou další, někdy vedou do slepých konců. Každým krokem se dostáváme do složitějšího prostředí. To představuje v prvních několika odbočkách chemii, pak biologii, ale postupně se dostáváme do neuvěřitelné spleti chodeb procházejících společenskými a humanitními vědami a nakonec se dostaneme i do chodeb představujících umění a náboženství. S každým krokem exponenciálně narůstá složitost problémů. Stávají se konkrétnější, ale méně univerzální. Tento labyrint tedy není nijak lineární – má jen jeden vchod, ale nekonečně mnoho koncových míst.

Základním problémem je, že je mnohem snazší se podle Ariadniny nitě vracet zpět ke vchodu, než nacházet správnou cestu dopředu tak, aby nás dovedla do koncové chodby k jevu, který chceme vysvětlit. Stojíme-li na konci a vidíme-li před sebou motýla, snadno se otočíme a projdeme vším hmyzem, bezobratlými, zoologií, biologií a přes několik chodeb chemie se dostaneme až k fyzikální chodbě. Ale je téměř nemožné nejprve si usmyslet, co chceme poznat, a pak vyrazit od vchodu do labyrintu přes všechny ty odbočky tak, abychom stanuli nakonec u zápisu partitury Mé vlasti.

Rozebírat výsledný jev na jednotlivé součásti, například partituru na noty, jejich význam, výšku tónů, dobu trvání, myšlenkové pochody, které je k sobě sestavily, jejich chemický základ, fyzikální podstatu přenosu a zachycování zvuku a práci neuronů v mozku, které s těmito vjemy pracují, znamená konsilience analýzou. Naopak vyrazit obráceně a partituru znovu sestavit s použitím znalostí nabytých při analýze, znamená konsilience syntézou. V přírodních vědách takovéto konsilience již zčásti dosaženo bylo a často lze aplikovat oba postupy. Syntéza umění a společenských věd ze základu fyziky, biologie a chemie je však řádově složitější problém – tak jako jsou složitější a variabilnější projevy každé další konkrétnější disciplíny. Labyrintem lze zkrátka jedním směrem procházet daleko snadněji než směrem opačným.

Jako ukázka toho, k čemu je dobrá analýza a syntéza, si uvedeme příklad pracující s Fourierovou transformací. Příklad dává do souvislosti hmatatelné či pocíitelné jevy, jejich fyzikální vysvětlení a na něj aplikuje matematické postupy.

Příklad 4a

Autor tohoto eseje se během své diplomové práce na Katedře geofyziky Matematicko-fyzikální fakulty zabýval zkoumáním záznamů vzdálených zemětřesení. Takový záznam je celkem komplikovaný, protože zahrnuje nejen vlastní seismické vlny vzniklé ve zdroji, ale také spoustu dalších vln vzniklých odrazem a lomem na různých vrstvách Země a v neposlední řadě obsahuje také šum a jiné rušivé vlivy, o které nestojíme. Při zkoumání takového záznamu je možné použít Fourierovu analýzu, což je matematický nástroj, jehož základní myšlenkou je, že jakékoli kmitání lze rozložit do posloupnosti kmitání harmonického. Tedy záznam obsahující všechny možné vlnové délky rozložíme na mnoho záznamů, z nichž každý obsahuje vlnovou délku jen jednu. To byla analýza. Pokud je nyní všechny zase složíme, dostaneme navlas stejný záznam, jako byl ten původní. To je syntéza. Takováto by nám ale moc nepomohla. Máme však možnost si z jednotlivých harmonických záznamů vybrat jen ty, které se nám z nějakého důvodu zrovna hodí a syntetizovat původní záznam jen z nich. Výsledek se bude lišit – bude obsahovat jen vlastnosti, které jsme si zvolili a potlačeny budou ty, o které nestojíme.

Příklad 4b

Navlas stejný způsob se používá při čištění a upravování zvuku. Záznam obsahující mnohé vyšší harmonické tóny a šum opět Fourierovou transformací rozložíme na řadu harmonických záznamů. Z nich si opět můžeme vybrat, které zavrhneme a které použijeme. Můžeme potlačit jejich amplitudy, případně je rozdělit zvlášť některé do levého a jiné do pravého kanálu. Například šum vznikající nedokonalou nahrávací technikou obsahuje výrazně vyšší frekvence než jsou frekvence základních tónů hudby a nepoužitím celého vysokofrekvenčního spektra tak můžeme šum výrazně potlačit. Zvuk tím zároveň poněkud ztratí na barevnosti, neboť ta je právě tvořena přítomností vyšších harmonických tónů o vysokých frekvencích. Tedy opět analyzujeme záznam a z jednotlivých stavebních prvků pak syntetizujeme záznam nový, který má požadované vlastnosti, ale zároveň (zvoleným způsobem) si podržel charakter záznamu původního.

Poznámka

Harmonickým záznamům, které obsahují jen jednu frekvenci, se říká monochromatické. To nemá nic společného ani s akustikou ani se seismikou, ale s tím, že elektromagnetické vlnění o jedné vlnové délce vnímáme jako jednu barvu. Vida, konsilience.

Vraťme se teď opět k hudbě a fyzice. Obdržálek [13] říká, že mostem mezi hudbou a fyzikou je hudební akustika. Je to jistě pravda, ale ne úplná – v jakémkoli hudebním projevu je zákonitě skryta řada fyzikálních zákonů, díky nimž se tento děj vůbec odehrává. V případě umění je na jedné straně možné analyzovat samotný umělecký projev – tvorbu zvuku a jeho šíření, složení barev na plátně, chemismus udržující pohromadě vápencovou sochu etc. Na druhé straně – což je právě nepoměrně složitější – je možné zjišťovat, proč tento umělecký kus vznikl, jaké byly pohnutky skladatele, výtvarníka či sochaře, jaké procesy se odehrávaly v jejich mozcích, že je přiměly vytvořit zrovna toto.

Konsilienci analýzou se také říká redukcionismus. Množství prvků obsažených v komplexním jevu redukuje na několik základních a obecných principů. Komplexním jevem jsou například problémy společenských věd nebo umělecké dílo. Obecným principem jsou pak například Maxwellovy rovnice popisující elektromagnetické vlnění, díky němuž obraz vidíme, nebo gravitační zákon, popisující sílu, která drží klavír na pódiu. Téměř všechny jevy, které ve svém životě potkáváme, jsou v nějakém smyslu komplexní.

Nyní můžeme připojit další Wilsonovu tezi, že totiž láska ke komplexnosti bez redukcionismu je základem umění a láska ke komplexnosti s redukcionismem je vědou.

5. Fyzikálně konsilientní pohled na hudbu

Na několika fyzikálních veličinách se pokusím ukázat, jak je jejich význam propojen v obou oborech. Jak vlastně už automaticky používáme shodné pojmy, pro pojmenování zdánlivě různých věcí. Chci ukázat, že to právě není náhoda, protože i jevy jsou shodné – někdy v jiném měřítku, někdy se dokonce liší i svou fyzikální podstatou, jako je například elektromagnetické a mechanické vlnění. Ale principy, díky nimž se projevují, jsou samozřejmě jen jedny. Některé fyzikální objevy, jejichž souvislost zde zmíním, spadají dokonce nikoli snad do Newtonovského pravěku, ale do doby nedávno minulé.

Zatímco na první pohled to vypadá, že stále další a další objevy musí tříštit představu o harmonickém vesmíru, opak je pravdou – každá další objevená fyzikální zákonitost se ihned promítne do několika dosud nevysvětlených jevů, jejichž existence a fungování je tak propojeno s ostatními již objevenými zákonitostmi; vše do sebe zapadá jako když archeologové po kamínkách skládají rozměrné římské mozaiky tvořené tisíci kousíčky. Každý další jen zостřuje kontury celku. A jak říká Richard Feynman – neobdivujme se tomu, jak jsme chytří, že jsme to všechno vymysleli, ale tomu, jak mocná je příroda, že se takto chová.

Čas je zvláštní veličinou. Je předmětem mnoha dohadů, ale pro normální smrtelníky je to něco, s čím nic nenaděláme. Hudbu odlišuje výrazně například od malířství nebo literatury. Ve filmu nebo divadle se samozřejmě děj odehrává také v čase, ale hudba pracuje s přesným odměřováním a skládáním délek tónů – jakoby právě nepřistupovala na to, že čas plyne neměnně. Tento tok se naopak pokouší rozbít a poskládat do nového celku. Veškeré procesy nástrojem počínaje a ušním bubínkem a neurony konče se tak neodehrávají nezastižitelně, ale jsou definovány na kratičkých úsecích času, který je teprve propojuje do celku. Základní pocity a dojmy, které z poslechu hudby máme, jsou ovlivněny časem, ve kterém se zážitek uskutečnil stejně jako časem, který potřebovala struna, aby aspoň jednou kmitla.

Síla je další základní veličinou. V hudbě se lze potkat jak s jejím tradičním chápáním, kdy hovoříme například o síle, kterou je namáhána litinová konstrukce klavíru nebo o odporu, který musí překonávat hráč při stisku kláves varhan, přes poněkud přenesenější významy, kdy se používá tento termín pro vyjádření hlasitosti zvuku, až po posunuté výroky typu: „to byla ale síla!“. To vše odkazuje k základnímu principu, že jakýkoli děj a jakýkoli přenos informace se vůbec může odehrát jen tehdy, působí-li mezi nějakými atomy, molekulami, krystaly, klapkami, kostmi, svaly, membránami, bílkovinami a neurony síly.

Obdobně lze pokračovat s pojmy jako je *vzdálenost*, případně *rychlost*. Spolu s časem tvoří tato trojice nerozlučnou skupinku, která je všudypřítomná. Všechno se odehrává na nějaké vzdálenosti a to při nějaké rychlosti.

Nejproslulejší veličinou je pak jistě *frekvence*. Slouží jako zaklínadlo těm, kteří o fyzice vědí tak málo, že jsou schopni si právě jen zapamatovat, že se cosi označuje tímto pojmem. Proto se lze s frekvencí setkat dokonce častěji, než by to odpovídalo povaze věci – když potřebuje hudebník amatér dát najevo svoji intelektuální převahu, zmíní se o frekvencích. Když

pomineme výroky jako: „frekvence vašich návštěv mých hodin houslí je velmi nízká...“, týká se tato veličina charakteristiky kmitání. Pod kmitáním si lze nejnázne představit proces, který se odehrává ve struně napjaté přes kobylku nad ozvučnou deskou hudebního nástroje.

Postupně se pojem kmitání rozšířil i na představu dalších základních fyzikálních principů – kmitá totiž naprosto všechno. Atomy v mřížce, elektrony okolo jader, kvarky v protonech. Samozřejmě je představa kmitajícího elektromagnetického pole. Žádný z kmitajících objektů si ale nikdy nekmitá, jak se mu zachce. Jeho kmitání je omezeno jeho délkou, hmotností, tuhostí, velikostí náboje, gravitační či jadernou silou. Z těchto omezení plyne, že každý předmět kmitá jen na některých frekvencích, protože na jiných mu to okolí nedovoluje.

Výběr těchto frekvencí je pak stavební skladatelovou cihlou, pomocí které staví své symfonie. K dispozici má velké množství různých seskupení již předpřipravených souborů frekvencí v podobě základního modu a vyšších harmonických různých nástrojů – a tyto nástroje jsou dokonce většinou vybaveny schopností reprodukovat i více, než jeden základní tón, takže paleta je opravdu široká.

V seismologii se pozorují *vlastní kmity* Země. Zatímco šíření krátkoperiodických (do periody v řádu sekund) seismických vln od ohniska zemětřesení lze považovat za jev v neohrazeném prostředí, protože Země je ve srovnání s vlnovými délkami příliš velká na to, aby na jejich výběr měla pozorovatelný vliv, pro šíření delších vln už se Země měřitelně chová jako ozvučnice. Zde si fyzika vypůjčuje termíny z hudby – hovoříme o *akordu* Země a hledáme jeho frekvenční složení. Ukazuje se, že zde najdeme hned několik základních modů, protože zatímco zvuk je podélné vlnění, které se může šířit všemi skupenstvími, v tuhé Zemi pozorujeme kromě těchto podélných vln ještě i vlny příčné, které se ale vodou ani vzduchem nešíří. Složení vyšších harmonických frekvencí udává barvu tónu a jejich spektrum je v Zemi stejně jako ve většině hudebních nástrojů diskrétní. Akord Země má dokonce ještě o několik dimenzí navíc, protože příčné a podélné vlny kmitají toroidálně i sferoidálně. Neumíme to prozatím slyšet, ale umíme si už představit, jak by to asi muselo znít. K barvě zvuku bychom tak mohli přiřadit ještě například jeho vůni, jako další rozměr charakterizující jeho kvalitu. Už se moc těším, až si někdy v budoucnu poslechnu koncert pro Zemi a orchestr. Aranže to musí být vskutku Wagnerovské, protože nejhlubší tóny mají periodu až okolo jedné hodiny, takže přehrát si celou stupnici, abyste z toho něco měli, je na měsíce poslechu. Tyto koncerty zatím produkují jen velká zemětřesení, na něž bohužel zatím nelze zakoupit abonentku s vyznačením data konání.

Pozoruhodné je, že se zjistilo, že elektromagnetické vlnění prokazuje naprosto stejnou schopnost skládat se v omezených prostředích do harmonických chuchvalců. Hvězdy jsou tedy také slyšet v nádherných barvách (viz také [7]).

Povšimněte si prosím kruhu, jaký opsal pojem *barva*: od viditelného spektra elektromagnetického záření, kterému říkáme světlo a kde pojem barva slouží k označení jedné konkrétní vlnové délky kmitů pole se přenesl do hudby, kde charakterizuje jednotlivé nástroje a jejich rejstříky pomocí shluků vlnových délek mechanického kmitání. Odsud jej můžeme přenést ve stejném duchu do spekter hvězd, která jsou vidět až po Fourierovské analýze, protože ty zajímavé oblasti spekter se nemusí vyskytovat ve viditelné oblasti. Ovšem v případě hvězd se jedná zase o elektromagnetické záření a tedy o původní význam slova *barva*, i když není vidět.

Generováním vyšších harmonických tónů světla se zabývá nelineární optika, což je obor, který počítá s tím, že vlastnosti prostředí nejen ovlivňují průchod světla, ale že jsou tímto průchodem samy měněny a znovu pak jinak ovlivňují procházející světlo. A stejně jako lze jiné

barvy docílit jinak silným drnknutím trsátka v různých místech struny na kytáře, lze i paprsky laseru s proměnlivou energií vyvolávat různá spektra vyletující z druhé strany skleněného hranolu. I pro sklo je tak možné skládat písničky, stejně jako třeba pro minerální krystaly.

Další pojmy jako *dynamika*, *napětí*, *amplituda* etc nepotřebují podrobnější komentář – každý jim rozumí intuitivně a v hudbě je používá. Fyzika s nimi pracuje stejným způsobem, jen občas pro jejich zápis použije matematiku. Matematika jsou noty fyziky. Jazzový standard se naučíte i bez not, ale když ho do nich zapíšete, můžete si o něm popovídat s přáteli, případně se ho pokusit provést s kapelou. Zákon akce a reakce pro výklad také matematiku nepotřebuje, ale pro praktickou aplikaci už ano.

Skladatel se stává pokročilejším vývojovým stádiem fyzika – zatímco fyzik studuje základní zrníčka a reakce jednotlivých složek malty, skladatel už bere hotové cihly a lepí z nich dům (někdy i pyramidu). V každé chvíli však jsou mozky obou z nich ovládány stejnými chemickými reakcemi, jejich smysly přijímají stejné podněty a jejich představivost, což je zase jen souhrn reakcí neuronů a podivně pokroucených bílkovin, dotváří dojem z komplexnosti světa. Zatímco fyzik častěji analyzuje a tedy rozebírá, skladatel, jak už jeho označení napovídá, častěji syntetizuje, neboli skládá.

Produkt myšlení, jako je článek pojednávající o životě hlemýždě nebo sonáta pro housle a klavír, jsou tak v obou případech výpovědí o základních funkcích přírody a v principu mezi nimi není žádný rozdíl. Stejně jako ve vědě i v hudbě platí, že pokud se dokážeme přiblížit obecnějším – a kupodivu zároveň i jednodušším – zákonitostem, výsledek je dokonce estetic-ky hodnotnější.

Na pokusech s motýli [17] bylo ukázáno, že i tato nepříliš inteligentní zvířátka mají v sobě zakódován smysl pro výběr partnera, který je natolik idealizován, že ve skutečné přírodě vůbec neexistuje. Entomologové pozorovali některé vlastnosti motýlích samiček a vyrobili pak umělou repliku, která zvýrazňovala některé charakteristické rysy, jako je výraznost barvy křídel a rychlost jejich kmitání. Motýlí samečci se mohli přetrhnout, aby tuto umělou samičku uchvátili, přestože byla první taková, kterou ve svém životě viděli. Nutno podotknout, že stejné pokusy proběhly i na lidech a to – bez překvapení – se stejným výsledkem.

Nevím jak motýli, ale lidé se stále snaží uchopit nějakou takovou všeobecně platnou zákonitost – někdo to dělá pomocí pravítka a kružítka, jiný pomocí orchestru. Pokud se to občas nějakému Newtonovi nebo Bachovi povede, ostatní si ho pak ještě dlouho váží.

6. Závěr

Dovolte mi opět citovat Richarda Feynmana: ‘Jakýsi básník řekl: „Celý vesmír je v poháru vína.“ Nikdy se asi nedozvíme, co tím chtěl básník říci; básníci nepíšou proto, aby jim bylo rozuměno. Pravdou však je, že při pozorném pohledu na pohár vína uvidíme celý vesmír. Jsou v něm věci, jimiž se zabývá fyzika: vrtkává tekutina, která se vypařuje v závislosti na větru a počasí, odrazy na skle a naše představivost přidává atomy. Sklo je destilátem zemských hornin a v jeho skladbě vidíme tajemství vesmírného věku a vývoj hvězd. Jak divná směs chemikálií je ve víně? Jak se tam dostaly? Jsou tam kvasinky, enzymy, substráty a sloučeniny. Ve víně nalézáme velké zobecnění: všechen život je kvasením. Nikdo nemůže objasnit chemii vína aniž by podobně jakou Luis Pasteur neobjevil příčinu mnohých chorob. Jak živé je červené víno vtiskující svou existenci do vědomí, jež ho pozoruje! Jestliže naše chabá mysl z jakýchsi praktických důvodů rozdělí tento pohár vína, tento vesmír, na části – fyziku, biologii, geologii, astronomii, psychologii atd. – pamatujme, že příroda o tom neví! Proto složme to všechno zpět dohromady a nezapomeňme nakonec, čemu má sloužit. Ať nám připraví ještě jedno, závěrečné potěšení: vypijme ho a na všechno zapomeňme!’

(Feynman [4])

Literatura

- [1] Černušák, G.: *Dějiny evropské hudby*. Panton, Praha, 1974.
- [2] Feynman, R. P.: *O povaze fyzikálních zákonů*. Aurora, Praha, 1998.
- [3] Feynman, R. P.: *To snad nemyslíte vážně!* Aurora, Praha, 1999.
- [4] Feynman, R. P., Leighton, R. B., Sands, M.: *Feynmanovy přednášky z fyziky*, 1. díl. Fragment, Havlíčkův Brod, 2000.
- [5] Feynman, R. P., Leighton, R. B., Sands, M.: *Feynmanovy přednášky z fyziky*, 2. díl. Fragment, Havlíčkův Brod, 2001.
- [6] Jelínek, S.: *Základní hudební pojmy v otázkách a odpovědích*. Nakladatelství Vladimír Beneš, Kladno, 1998.
- [7] Karas, V., Wild, J.: *Hvězdy znějící v Des dur*. Vesmír, ročník 79, č. 130, s. 73-75, v roce 2000 č. 2.
- [8] Kofroň, J.: *Učebnice harmonie*. Bärenreiter Editio Supraphon, Praha, 1996.
- [9] Kolínský, P.: *Disperze povrchových seismických vln podél vybraných euroasijských tras*, diplomová práce. Katedra geofyziky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova, Praha, 2003.
- [10] Kolínský, P.: *Surface Waves Dispersion Curves of Eurasian Earthquakes: The SVAL Program*. Acta Montana, series A, No. 131, 2004.
- [11] Michels, U.: *Encyklopedický atlas hudby*. Nakladatelství Lidové noviny, Praha, 2000.
- [12] Modr, A.: *Hudební nástroje*. Editio Supraphon, Praha, 1997.
- [13] Obdržálek, J.: *Teorie ladění*. Výkladový program, projekt FRVŠ (MŠMT), Karlova Univerzita, Praha, 2004.
- [14] Smolka, J.: *Dějiny hudby jako vědní obor a jejich periodizace*. Hudební fakulta Akademie múzických umění, Praha, 1999.
- [15] Smolka, J. et al.: *Malá encyklopedie hudby*. Editio Supraphon, Praha, 1983.
- [16] Šindelář, V., Smrž, L.: *Nová soustava jednotek*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 1968.
- [17] Wilson, E. O.: *Konsilience: Jednota vědění – O nezbytnosti sjednocení přírodních a humanitních věd*. Nakladatelství Lidové noviny, Praha, 1999.
- [18] Zamazal, V.: *Hudební nástroje před mikrofonem*. Editio Supraphon, Praha, 1975.