

AKADEMIE MÚZICKÝCH UMĚNÍ V PRAZE

HUDEBNÍ A TANEČNÍ FAKULTA

Hudební umění

Bicí nástroje – jazz

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**INOVATIVNÍ MATERIÁLY PRO VÝROBU BICÍCH
NÁSTROJŮ A JEJICH SROVNÁNÍ S MATERIÁLY
KONVENČNÍMI**

Ing. Jan Prchal

Vedoucí práce:	Jiří Slavíček
Oponent práce:	MgA. Šimon Veselý
Datum obhajoby:	12. 6. 2019
Přidělovaný akademický titul:	BcA.

Praha, 2019

ACADEMY OF PERFORMING ARTS IN PRAGUE

MUSIC AND DANCE FACULTY

Art of Music

Percussion instruments - jazz

BACHELOR´S THESIS

**INNOVATIVE MATERIALS FOR MAKING PERCUSSION
INSTRUMENTS AND THEIR COMPARISON
WITH CONVENTIONAL MATERIALS**

Ing. Jan Prchal

Thesis Supervisor:	Jiří Slavíček
Thesis Opponent:	MgA. Šimon Veselý
Date of thesis defense:	12. 6. 2019
Academic title granted:	BcA.

Prague, 2019

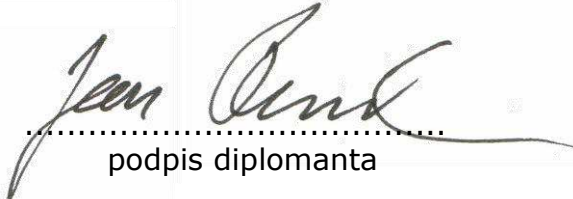
Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

Inovativní materiály pro výrobu bicích nástrojů a jejich srovnání s materiály konvenčními

vypracoval samostatně pod odborným vedením vedoucího práce a s použitím uvedené literatury a pramenů.

Praha, dne 30. dubna 2019



.....
podpis diplomanta

Upozornění

Využití a společenské uplatnění výsledků diplomové práce, nebo jakékoliv nakládání s nimi je možné pouze na základě licenční smlouvy tj. souhlasu autora a AMU v Praze.

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Jiřímu Slavičkovi za vedení bakalářské práce.

Rád bych poděkoval Ing. Davidu Čítkovi z Kloknerova ústavu ČVUT za všestrannou pomoc a za cenné informace o materiálu UHPC. Poděkování patří Ing. Zdeňku Otčenáškoví, Ph.D. z Výzkumného centra hudební akustiky HAMU za poskytnutí studijních materiálů.

Největší poděkování náleží mé rodině a blízkým, kteří mě podporovali v průběhu studia.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku bicích nástrojů a materiálů používaných k jejich výrobě. První část práce je věnována základním poznatkům z oblasti historie a vývoje bicích nástrojů a také klasifikaci bicích nástrojů. Následující část se již zaměřuje na materiály, a to především na materiály používané pro blanzvučné bicí nástroje a základní akustické principy bicích nástrojů. Těžištěm práce je kapitola věnovaná materiálu Ultra High Performance Concrete a jeho využití k výrobě korpusů bicích nástrojů. Podrobně je popsán návrh korpusu nástroje. V závěrečné části jsou zmíněny vlastnosti malých bubnů a některé způsoby jejich hodnocení.

Klíčová slova

Bicí; nástroje; materiály; UHPC.

Abstract

This thesis focuses on percussion instruments and materials for their making. Firstly, I will mention elementary facts of the history and development of percussion instruments and also the classification of percussion instruments. Materials for making membranophones and elementary principles of acoustics will be discussed in a separate chapter. The main part of the thesis will be dedicated to Ultra High Performance Concrete as a possible material for making percussion instruments. Design of shell of the drum will be discussed in this thesis. The object of the concluding chapter will be to mention the properties of snare drums and some principles of their evaluation.

Keywords

Percussion; instruments; materials; UHPC.

OBSAH

Úvod.....	10
1. Shrnutí stavu studované problematiky.....	12
1.1. Stručný vývoj a historie bicích nástrojů	12
1.2. Dělení bicích nástrojů	16
1.3. Materiály a konstrukce blanzvučných bicích nástrojů.....	19
1.3.1. Korpus	20
1.3.2. Blány a kůže	23
1.3.3. Ráfky	27
1.3.4. Mechanika	28
1.4. Akustické principy bicích nástrojů	29
2. UHPC jako materiál pro bicí nástroje.....	33
2.1. Vlastnosti a vývoj materiálu UHPC.....	34
2.1.1. Historie	34
2.1.2. Složení a vlastnosti.....	35
2.1.3. Aplikace	36
2.2. Návrh malých bubnů z UHPC	37
2.2.1. Návrh rozměrů.....	38
2.2.2. Složení materiálu.....	41
2.2.3. Návrh a výroba bednění	42
2.2.4. Postup výroby.....	45
2.3. Vlastnosti malých bubnů vyrobených z materiálu UHPC	46
3. Hodnocení vlastností bicích nástrojů	48
3.1. Porovnávané parametry malých bubnů.....	48
3.2. Akustické vlastnosti nástrojů a jejich měření	50
3.2.1. Směrnost vyzařování hudebních nástrojů	50

3.2.2. Módy kmitání	51
3.3. Mechanické a fyzikální parametry.....	52
Závěr	54
Seznamy obrázků a tabulek.....	55
Seznam obrázků a ilustrací	55
Seznam tabulek	56
Bibliografie	57
Tištěné zdroje.....	57
Elektronické zdroje	60
Obrázky.....	62

Seznam zkratk

<i>alt.</i>	alternativně
<i>angl.</i>	anglicky, v angličtině
<i>apod.</i>	a podobně
<i>atd.</i>	a tak dále
<i>cit.</i>	citace
č.	číslo
<i>ESPI</i>	Electronic speckle pattern interferometry
<i>et al.</i>	a jiné
<i>HPC</i>	High Performance Concrete
<i>mj.</i>	mimo jiné
<i>např.</i>	například
<i>op. cit.</i>	v citovaném díle, dílo citováno
<i>pozn.</i>	poznámka
<i>resp.</i>	respektive
<i>s.</i>	strana
<i>tj.</i>	to je
<i>tzv.</i>	tak zvaný
<i>UHPC</i>	Ultra High Performance Concrete
<i>vč.</i>	včetně

Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku bicích nástrojů a materiálů používaných k jejich výrobě. Bicí nástroje jakožto jedny z nejstarších hudebních nástrojů vůbec prošly během své několikatisícileté existence bouřlivým vývojem. Během této doby bylo k výrobě bicích používáno nepřehledné množství materiálů a technologií, které se zásadním způsobem lišily v závislosti na geografické poloze, období vzniku, výrobních nákladech a v neposlední řadě i na samotném účelu využití daného nástroje. Práce si neklade za cíl podat vyčerpávající popis všech zmíněných aspektů týkajících se výroby a využití bicích nástrojů. Snahou je naopak navázat na již zpracované poznatky o využívání a výrobě bicích nástrojů a zaměřit se na možnosti, které pro výrobu akustických nástrojů nabízí technologie a know-how ve 21. století. Práce si klade za cíl pojednat o možnostech moderního materiálu na cementové bázi nesoucí název *Ultra High Performance Concrete* (UHPC) coby materiálu pro výrobu korpusů pro akustické bicí nástroje.

Motivace pro výběr tématu přicházela z několika stran. Autor jakožto aktivní hráč na bicí nástroje působí v několika uskupeních a souborech, které se liší žánrovým zaměřením. Součástí hudební interpretace hráče (nejen na bicí nástroje) je správná volba nástroje. V souvislosti s výběrem instrumentu provází hudebníka hledání onoho *zvuku*. Na základě již vyrobených exemplářů se lze domnívat, že jistou mezeru ve zvukové kvalitě nástrojů vyrobených s využitím konvenčních materiálů (dřevo, plast, ocel a další kovy) je možné vyplnit použitím materiálu na bázi cementu, jenž se svými mechanickými vlastnostmi blíží betonu. S touto volbou kromě již zmiňovaných realizovaných aplikací souvisí autorovo nehudební zaměření, které je v oblasti stavebnictví. Jako doktorand na Katedře betonových a zděných konstrukcí na Fakultě stavební ČVUT v Praze se autor účastní výzkumu zmiňovaného materiálu a jeho snahou je ukázat i další aplikaci UHPC, která sahá o něco dál za hranice stavebnictví.

V první části práce je podán stručný přehled o stavu studované problematiky. Ten je členěn do oddílů stručně se věnujících historii, vývoji a dělení bicích nástrojů. V dalším oddíle jsou blíže popsány materiály a technologie dosud používané pro bicí blanzvukné nástroje. Následující část práce je věnována materiálu UHPC. Popsán je vývoj, vlastnosti a rovněž i aplikace materiálu. V navazujícím oddíle je uveden popis navrhovaného nástroje a všech souvisejících součástí, na které navazuje předpokládaná fyzikálně zvuková charakteristika instrumentu.

Závěrečná kapitola je zaměřena na možnosti zkoušení malých bubnů z UHPC a na srovnávání jednotlivých zvukových parametrů s parametry nástrojů vyrobených z ostatních materiálů.

1. Shrnutí stavu studované problematiky

První kapitola je věnována souhrnným informacím týkajících se bicích nástrojů obecně. V úvodu kapitoly je stručně zmíněna historie bicích nástrojů se zaměřením na bicí nástroje blanozvučné. Následuje oddíl věnovaný klasifikaci a dělení bicích. Třetí oddíl je zaměřen na vlastnosti materiálů a konstrukční principy, které jsou uplatňovány při výrobě jednotlivých komponentů, ze kterých jsou bubny složeny. Závěrečný oddíl pojednává o základních parametrech bicích nástrojů z pohledu akustiky. Tato kapitola si neklade za cíl podat vyčerpávající přehled o historii, mechanických a akustických vlastnostech bicích nástrojů. Snahou je především nastínit a vymezit témata a různé aspekty, které se nejvíce vztahují k řešené oblasti – výrobě bicího blanozvučného nástroje.

1.1. Stručný vývoj a historie bicích nástrojů

Vznik prvních bubnů koresponduje s objevem blány jakožto prvku, který byl napnut na určitý předmět a který byl rozkmitán díky perkusivním impulzům. S největší pravděpodobností byl objev učiněn náhodou při sušení živočišné kůže, která byla primárně využívána pro jiné účely. První primitivní blanozvučné nástroje vznikly tímto způsobem před několika tisíci lety.¹ Bicí nástroje (a bubny především) se vyskytovaly téměř ve všech kulturách v různých podobách a modifikacích. Obvyklou funkcí bubnů jako rytmického instrumentu bylo rovněž šíření zpráv na velké vzdálenosti. V mnoha oblastech světa bubny navíc sloužily k četným posvátným a rituálním účelům a byly rovněž spojovány s magickými a nadpřirozenými silami.² Bubny si zachovávají svou popularitu a jsou hojně využívány dodnes. Stále plní svou původní funkci a jsou součástí prakticky všech kultur, a až na naprosté výjimky se používají téměř ve všech hudebních žánrech.

O historii a vývoji skupiny bicích nástrojů bylo napsáno mnoho obsáhlých publikací. Vzhledem k omezenému rozsahu této práce není možné zacházet do podrobností, proto se zaměřím především na samotný předmět této práce a to výhradně na blanozvučné bicí, jež jsou zpravidla součástí tzv. soupravy bicích nástrojů. Bicí soupravu tvoří kombinace bubnů, činelů a případně

¹ Shrnutí na základě: DEAN, Matt. *The Drum: A History*. Lanham, Md.: Scarecrow Press, 2012, 472 s. ISBN 08-108-8170-5, s. 3–8 a 350–353.

² BLADES, J. et al. Drum. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.51410>.

dalších perkusivních nástrojů, které jsou v závislosti na účelu využití soupravy vhodně uspořádány, např. pomocí stojanů, příp. dalšího příslušenství. Původními komponenty soupravy byly bicí nástroje využívané ve vojenských a civilních, zpravidla pochodových, kapelách. Jednalo se o malý buben, který měl hráč zpravidla zavěšen v úrovni pasu, a o velký buben doplněný o činel.³ Vznik soupravy se datuje přibližně do 80. let 19. století, kdy byly malý a velký buben s činely prvně obsluhovány jedním hráčem. Tato technika má v angl. označení Double Drumming, viz obrázek (Obr. 1).⁴



Obr. 1 Double Drumming – malý a velký buben obsluhován jedním hráčem⁵

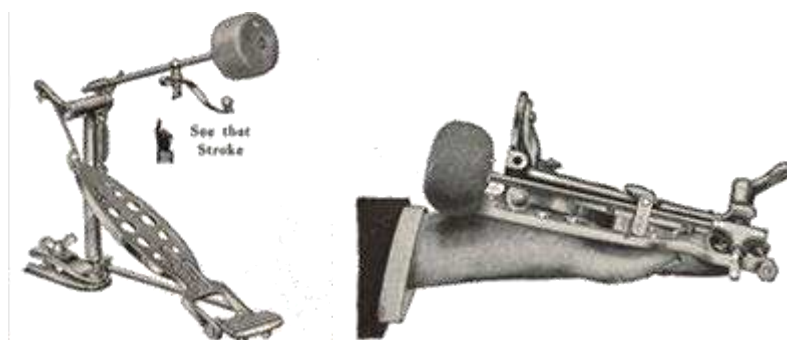
Bicí souprava ovládaná jedním hráčem se těšila velké oblibě a brzy začala nacházet uplatnění v divadelních orchestrech a v dalších kapelách hrajících např. dixieland. Kromě samotných nástrojů se začala postupně vyvíjet mechanika, která sloužila jednak k snazšímu zajištění polohy, tak k samotnému ovládnutí nástroje. Zásadním objevem byl stojan na malý buben, který byl od roku 1896 nabízen v katalogu *Carl Fisher's Band Instruments*. V roce 1850 vynalezl Cornelius Ward pedál, původně určený pro lithofon. Tento zásadní vynález se však poměrně

³ Velký buben a na něm připevněný činel byly obsluhovány jedním hráčem, který měl v jedné ruce paličku na velký buben a v druhé ruce buď druhou paličku na činel, nebo další činel. Jednalo se v podstatě o nejjednodušší bicí soupravu.

⁴ KERNAN, T. J. Drum set. In: *Grove Music Online* [online]. 2013 [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.A2240738>.

⁵ GLASS, Daniel. A demonstration of Double Drumming. In: *Vic Firth: History* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: http://www.vicfirth.com/drumset-history/TL_img/02.jpg.

rychle rozšířil i na bicí soupravu, k velkému bubnu. Od původně vyráběného dřevěného pedálu se postupně přešlo ke kovové variantě, kterou si později patentovala firma *Ludwig*.⁶ Novodobý pedál z roku 1909 je na obrázku (Obr. 2). Tato konstrukce se s drobnými obměnami používá prakticky dodnes.



Obr. 2 Pedál k velkému bubnu novodobé konstrukce od firmy Ludwig z roku 1909⁷

Vynález pedálu, a později také stojanu pro hi-hat⁸, znamenal velkou revoluci ve hře na soupravu. Na hráče byly zároveň kladeny vyšší nároky z hlediska koordinace a nezávislosti jednotlivých končetin, jelikož pomocí nohou ovládal velký buben a hi-hat, kdežto s paličkami v rukách obsluhoval další nástroje. Souprava se začala dále uplatňovat v éře ragtimu, který v sobě kombinoval prvky pochodové hudby se synkopovými rytmy a improvizací. Ve stylu New Orleans, jenž byl z bubenického hlediska založen na rytmických figurách délky zpravidla jednoho taktu, se využívalo hry na malý buben, alt. na woodblock či další perkusní doplňky, kdežto činel se využíval spíše střídmě.⁹ Souprava se postupně uplatňovala ve stále větším množství hudebních stylů, s čímž bylo spjata její další rozšiřování. Kromě velkého a malého bubnu, činelu a hi-hat byl dále přidán tzv. čínský tom-tom a další drobnější instrumenty, viz obrázek (Obr. 3).¹⁰ Řada hráčů doplňovala soupravu tympány a dalšími činelu.

⁶ BROWN, T. D. Drum set. In: *Grove Music Online* [online]. 2003 [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.J130700>.

⁷ GLASS, Daniel. Original Ludwig pedal. In: *Vic Firth: History* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: http://www.vicfirth.com/drumset-history/TL_img/10.jpg.

⁸ Hi-hat (také high-hat) je nástroj tvořený párem činelů, které jsou nad sebou umístěny na stojanu. Na původním stojanu zvaném low-boy byly činely umístěny u země a hráč je ovládal pouze sešlapem (viz Obr. 3). Pokročilejší stojany hi-hat umožňovaly umístění činelů do větší výšky, což dovoľovalo bubeníkovi kromě hry sešlapem využít i hru paličkou, viz op. cit. v pozn .č. 4.

⁹ Op. cit. v pozn .č. 6.

¹⁰ Op. cit. v pozn .č. 4.



Obr. 3 Bicí souprava z 30. let 20. století vč. čínských tom-tomů¹¹

Ve 30. letech získávala jazzová hudba na popularitě a jazzoví bubeníci postupem času opouštěli rozsáhlé bicí sady a po všestranných proměnách se pozvolna začala formovat souprava tak, jak ji známe dnes. Původní čínské tom-tomy byly nahrazeny bubny válcových tvarů s mechanikou totožnou jako u malého a velkého bubnu, která umožňovala snadnou výměnu blan a ladění. Výrobci začali sjednocovat rozměry bubnů a zároveň nabízeli větší množství variant. Důležitým mezníkem bylo otevření továrny na činely firmy Zildjian nedaleko Bostonu, stejně tak zavedení sériové výroby bubnů.¹²

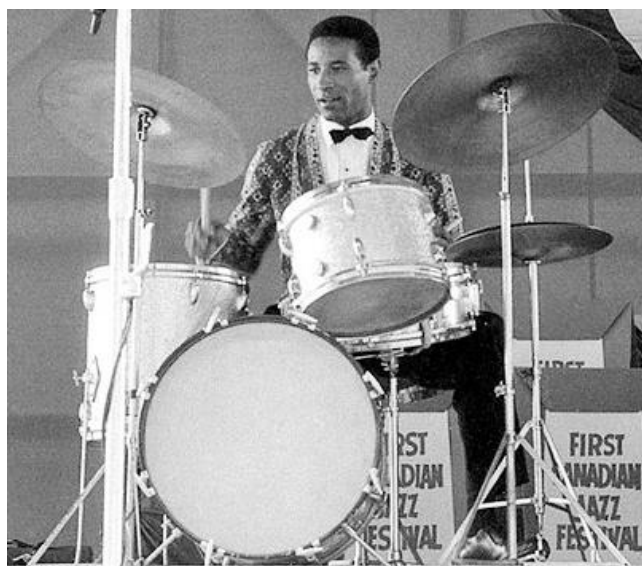
Dalších změn doznala bicí souprava po 2. světové válce¹³. Postupně se ustálila podoba sady, která byl signifikantní např. pro styl bebop a pro styly na něj navazující. Souprava čítala velký a malý buben, tom-tom umístěný na velkém bubnu, floor tom, hi-hat a často jen dva činely jako na obrázku (Obr. 4). V 50. letech byly vyrobeny první syntetické blány, které začaly ve velké míře nahrazovat blány přírodní (blíže v oddíle 1.3.2). V následujících dekádách byla souprava

¹¹ Převzato z: op. cit. v pozn. č. 4.

¹² V Čechách byla zahájena sériová výroba bicích nástrojů firmou Amati Kraslice v roce 1949. Produkce byla ukončena v 90. letech. Převzato z: ŠEBESTÍK, Bohdan. *Postupy při výrobě bicích nástrojů firmy Hanuš & Heřt.* Brno, 2001. Diplomová práce. JAMU v Brně, s. 8.

¹³ Válka znamenala útlum nejen na poli uměleckém. Ten neminul ani produkci bicích nástrojů. Během války se kvůli snížení spotřeby kovů (a především oceli) vyráběly bubny celodřevěné, tj. vč. mechaniky.

neustále modifikována, jak kvalitativně, tak kvantitativně.¹⁴ S příchodem nových žánrů se neustále měnily požadavky na zvuk a také na množství nástrojů – bubnů a činelů. V závislosti na hudebním stylu se soupravy upravují co do velikosti, použitých materiálů tak i počtu instrumentů. Nutno podotknout, že vzhled bicích vždy býval, a stále také mnohdy bývá, módní záležitostí se vším, co k tomuto fenoménu patří. Nepřetržitý vývoj nových technologií umožňuje zdokonalovat konstrukci všech nástrojů soupravy. Tento fakt vede k zamyšlení nad snadnou dostupností všeho, co může být dnes k bubnování zapotřebí, v porovnání s dobami dávno minulými. Tato skutečnost dodává o to větší hodnotu hráčskému umu, který v dobách s jakkoli ztíženými podmínkami, předváděli předchůdci bubenického řemesla.



Obr. 4 Max Roach a bicí sada typická pro bebop¹⁵

1.2. Dělení bicích nástrojů

Na samém počátku je nezbytné přesněji vymezit oblast, ke které se vztahuje problematika řešená v této bakalářské práci. Jedním z kritérií je začlenění bicího nástroje jakožto předmětu řešeného v této práci v rámci širšího kontextu. Jak již bylo naznačeno výše, skupina bicích nástrojů skýtá obrovské množství zástupců, což je dáno celkovým věkem této skupiny nástrojů, geografickým rozšířením a v neposlední řadě také širokou uplatnitelností těchto instrumentů. Na dalších odstavcích se nejprve pokusím shrnout problematiku dělení hudebních nástrojů

¹⁴ Op. cit. v pozn. č. 4.

¹⁵ Max Roach. In: *Drummerworld: Drummers: Max Roach* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <http://www.drummerworld.com/drummerworld/maxroach550kjggsdd.jpg>.

obecně. Následně se zaměřím na klasifikaci bicích nástrojů s jistým vymezením pro předmět řešený v této práci.

Hudební nástroje lze dělit podle mnoha různých hledisek. Podle jednoho z nejpropracovanějších systémů klasifikace hudebních nástrojů, který autoři Erich M. von Hornbostel a Curt Sachs publikovali v roce 1914, je hlavní podstatou rozdělení způsob vytváření zvuku.¹⁶ Hudební nástroje jsou takto děleny do čtyř základních skupin, viz tabulka (Tab. 1).

Tab. 1: Základní skupiny hudebních nástrojů dle Hornbostela a Sachse

	Název	Vznik zvuku
1.	Idiofony , též samozvучné	výhradně samotným tělem nástroje díky pevnosti a pružnosti materiálu, tj. bez napnuté membrány a strun
2.	Membranofony , též blanzvучné	kmitáním napnuté membrány
3.	Chordofony , též strunné	kmitáním napnuté struny
4.	Aerofony	kmitáním vzduchového sloupce

Zmíněné čtyři skupiny¹⁷ jsou dále rozvíjeny s využitím Deweyova číselného systému, pomocí kterého je vytvořena víceúrovňová struktura třídění nástrojů. Další dvě číslice v označení určují způsob hry na nástroj. Za prvním trojčíslím odděleným tečkou následuje dělení nástrojů do tříd a podtříd, které vychází z konstrukčních vlastností, způsobů hry, zvuku atd. Vedle podrobné rozpracovanosti celého systému a jeho hojnému rozšíření na poli muzikologie, etnomuzikologie a v neposlední řadě také organologie je vhodné zmínit důležitou vlastnost systému, kterou je prostor pro vytvoření vlastního dělení na různých úrovních klasifikace. S tím souvisí možnost

¹⁶ Shrnutí na základě:

WACHSMANN, K. et al. Instruments, classification of. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.13818>.

BROWN, H. a F. PALMER. Aerophone. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.00242>.

BROWN, H. a F. PALMER. Chordophone. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.05673>.

BROWN, H. a F. PALMER. Idiophone. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.50024>.

BROWN, H. a F. PALMER. Membranophone. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.18370>.

KURFÜRST, Pavel. *Hudební nástroje*. Praha: Togga, 2002, ISBN 80-902-9121-X, s. 90 – 109.

¹⁷ Curt Sachs systém později rozšířil ještě o pátou skupinu elektrofonů. SACHS, Curt. *The history of musical instruments*. Mineola, N. Y.: Dover Publications, 2006. ISBN 04-864-5265-4, s. 467.

celý systém klasifikace rozšířit a přizpůsobit konkrétním potřebám.¹⁸ Svým způsobem je tedy umožněno zaměnit sled jednotlivých tříd a podtříd. Další možností je některé řády a podřády zcela vynechat.¹⁹ Příklad rozšíření klasifikace, která blíže souvisí s řešeným tématem, je uveden v tabulce (Tab. 2) pro skupinu blanozvučných nástrojů.

Tab. 2 Rozšíření Hornbostelovy a Sachsovy klasifikace membranofonů

2	Membranofony
21	Membranofony rozeznívané úderem
211	Membranofony rozeznívané přímo
:	
211.2	Bubny trubkovitého tvaru
211.21	Válcovité bubny – průměr je shodný uprostřed výšky i na koncích
:	
211.212	Bubny se dvěma blánami
211.212.1	Samostatný buben
211.212.11	Bubny s dřevěným korpusem
211.212.12	Bubny s kovovým korpusem
211.212.13	Bubny s plastovým korpusem
211.212.14	Bubny s korpusem z dalších materiálů

Za zmínku stojí rovněž další hlediska, dle kterých jsou nástroje mnohdy tříděny a děleny. Ve skupině bicích nástrojů jsou neopomenutelným aspektem tónově reprodukční možnosti nástroje.²⁰ Podle tohoto hlediska, jehož hlubší podstata je popsána v kapitole 1.4, lze nástroje klasifikovat jako laděné a neladěné, nebo také s určitou výškou tónu a s neurčitou výškou tónu. Bicí se rovněž velmi často rozlišují podle materiálu, ze kterého je zhotoveno samotné tělo nástroje, ať již oscilátor (idifony), anebo rezonátoru či jeho ohraničení (membrafony).

¹⁸ Z uvedených důvodů je Hornbostelova a Sachsova systematika zmíněna a využita v této práci. Samotné systematické třídění a zařazení nástrojů je složitý a komplexní proces hodný organologa. Proces vyžadující znalosti z mnoha oblastí jako historie, akustika, dějiny umění, interpretace aj. Autor ani samotná práce si nekladou za cíl poskytnout nový přístup ke klasifikaci nástrojů. Snahou je pouze zařadit předmět této práce v rámci existující systematiky.

¹⁹ Z těchto důvodů je zmíněná systematika jednou z nejpoužívanějších.

²⁰ Tento aspekt je mj. součástí zpracované systematiky Ladislava Lenga, která je prohloubením a rozšířením Sachsovy systematiky a která je zaměřena hlouběji na fyzikálně-akustické principy hudebních nástrojů. Viz KURFÜRST, Pavel. *Hudební nástroje*. Praha: Togga, 2002, ISBN 80-902-9121-X, s. 127.

V tabulce (Tab. 3) je naznačeno dělení idiofonických bicích nástrojů podle materiálu oscilátoru, podobně jako u výše uvedených membranofonů (Tab. 2) s využitím Hornbostelova a Sachsova systému.

Tab. 3 Klasifikace bicích idiofonů jako rozšíření Hornbostelova a Sachsova systému

1	Idiofony	
11	Idiofony rozeznívané úderem	
111	Idiofony přímo rozeznívané úderem	
⋮		
111. .1	Xylofony	Dřevěný oscilátor
111. .2	Metalofony	Kovový oscilátor
111. .3	Krystalofony	Skleněný oscilátor
111. .4	Lithofony	Kamenný oscilátor
111. .5	Elasmatofony	Ostatní materiály

Výše uvedené systematiky přes podrobnou rozpracovanost přesně nevystihují současné poznatky z oboru akustiky. I přes snahu rozdělit hudební nástroje podle kritérií, vyplývajících z akustických vlastností, není prozatím žádná ze systematik zpracována zcela důsledně. Srovnatelnost jednotlivých nástrojů je možná, pokud jsou nástroje rozloženy na nejmenší funkční celky, jejichž vzájemné vztahy jsou definovány příslušnými vazbami (viz oddíl 1.4).²¹

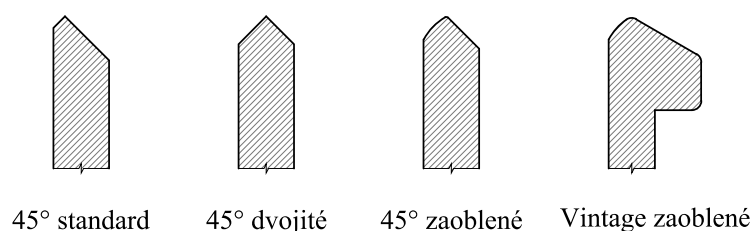
1.3. Materiály a konstrukce blanozvučných bicích nástrojů

Vzhledem k omezenému rozsahu bakalářské práce se v tomto oddíle zaměřím výhradně na materiály blanozvučných bicích nástrojů, jež jsou součástí nejběžnější soupravy bicích, která byla popsána v oddíle 1.1. Jedná se o bubny tvořené korpusem válcového tvaru, na který jsou pomocí různorodých mechanismů nataženy dvě blány (tj. třída odpovídající označení 211.212 v tabulce Tab. 2). Následující oddíl se pro omezený rozsah práce nezabývá paličkami, metličkami a ani dalšími typy budičů, které představují z pohledu konstrukce a materiálového řešení rovněž zajímavou skupinu předmětů.

²¹ Op. cit. v pozn. č. 20, s. 1056.

1.3.1. Korpus

Někdy též nazývaný jako tělo nebo rám. Korpus má válcovitý tvar a jeho rozměry jsou zpravidla určeny průměrem, výškou a tloušťkou stěny. Síla stěny je buď konstantní po celé výšce, anebo je na krajích zesílena pomocí kruhových prstenců, kterých se využívá pro stabilizaci tvaru především tenkostěnných korpusů. Okraje korpusů (zvané úložné hrany, dosedové hrany) jsou upraveny pro kontakt s blánami tak, aby umožňovaly co možná nejdokonalější přenos vibrací z blány do korpusu. Jedná se o jednu z nejdůležitějších částí korpusu, jejíž přesnost, rovinnost a celková kvalita zpracování předurčuje zvukové vlastnosti bubnu jako celku. Lze se setkat s různými variacemi tvarů úložných hran (viz Obr. 5), které prošly dlouholetým vývojem a které jsou často charakteristické pro zvuk bubnů určitého období. Až na výjimky jsou na tělo bubnu montovány další komponenty (viz 1.3.3). Montáž přináší zpravidla mechanické zásahy do korpusu, které ovlivňují zvukové vlastnosti nástroje.



Obr. 5 Provedení úložných hran korpusů²²

Rozhodujícími vlastnostmi materiálu určeného pro korpusy jsou jeho hustota a modul pružnosti.²³ Tyto veličiny společně ovlivňují rychlost šíření zvuku v materiálu. Spolu s rozměry (tloušťkou, výškou a průměrem) mají zásadní vliv na rezonanční vlastnosti korpusu. Obecně lze říci, že se zmenšující se tloušťkou korpusu se snižuje základní tón nástroje.²⁴ Zvukovou charakteristiku dále ve větší či menší míře ovlivňuje celá řada činitelů. Jmenuji povrchovou úpravu korpusu (jež má funkci ochrannou²⁵, estetickou i fyzikálně-akustickou), technologii

²² Inspirováno: What You Need to Know About... Bearing Edges. *Modern Drummer* [online]. 2013 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://www.moderndrummer.com/2014/12/need-know-bearing-edges/>.

²³ Shrnuto na základě: HONAJZER, Ivo. Dřevo pro výrobu. *Drumcenter* [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <http://www.drumcenter.cz/view-471.html> a ROSS, Robert J. *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. Madison, WI: U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010, 509 s. Centennial Edition. ISBN 978-1484859704, s. 5-17.

²⁴ AZZARTO, Fran. What You Need to Know About...Drum Shells. *Modern Drummer* [online]. 2011 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <https://www.moderndrummer.com/2015/02/need-know-drum-shells/>.

²⁵ Např. u dřevěných korpusů redukuje ochranná vrstva vliv vlhkosti, která jinak ovlivňuje mechanické vlastnosti korpusu.

výroby korpusu a v neposlední řadě velikost a množství otvorů sloužících buď pro kotvení mechanických součástí, nebo pro kompenzaci tlaku vzduchu uvnitř a vně korpusu.

Nejstarším a patrně nejpoužívanějším materiálem k výrobě korpusů bubnů je dřevo. Oproti níže zmíněným se jedná o ryze přírodní materiál, což s sebou nese jistá specifika.²⁶ Soupis nejpoužívanějších dřevin spolu se zvukovými charakteristikami je uveden v tabulce (Tab. 4). Existuje celá řada technologických postupů, jakými se dřevěné korpusy vyrábí a které rovněž souvisí s typem použité dřeviny. Podrobnější popis však sahá mimo rozsah této práce, proto jen pro názornost uvádím, že korpusy lze sestavit z překližky, z horizontálních i vertikálních segmentů a v neposlední řadě i z masivního dřeva.

Tab. 4 Přehled dřevin používaných k výrobě korpusů²⁷

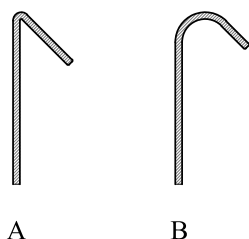
Název	Zvuková charakteristika a použití
Javor	Dostatek vysokých a středních frekvencí, vřelejší basy, vyrovnané frekvence v celém zvukovém spektru. Všechny účely, univerzální využití, patrně jedna z nejpoužívanějších dřevin.
Bříza	Oproti javoru cca o 20% více výšek a cca o 10% méně basových frekvencí, mírně slabší středy. Hlasitější a jasnější zvuk.
Mahagon	Potlačené vyšší frekvence, slabší středy, vyšší (cca o 20 % oproti javoru) podíl basů. Dostatek vibrací a rezonance.
Ořech	Frekvenčně vyvážené. Silný a hřejivý zvuk.
Dub	Tlumené výšky, dostatek středů, vřelejší basy. Krátký dozvuk, univerzální využití.
Buk	Výrazné vysoké a střední frekvence oproti basům. Soustředěný a sensitivní zvuk.
Třešeň	Zvýrazněné výšky, řízné středy, průměrné basové frekvence. Jasný a sensitivní zvuk.
Bubinga	Dostatek vysokých a středních frekvencí, bohaté basy. Řízný a sensitivní zvuk.
Topol	Tlumené výšky a středy, výraznější basy. Hladký zvuk.
Jasan	Výrazné a hřejivé vysoké a střední frekvence, průměrné basové frekvence. Hřejivý až hrdelní zvuk.

Druhou nejpoužívanější skupinou materiálů pro korpusy bubnů jsou kovy. Nejčastěji jsou kovové materiály používány pro konstrukci malých bubnů, lze se však setkat s celými

²⁶ Dřevo jakožto anizotropní materiál má v různých směrech odlišné vlastnosti. To se odráží v rychlosti šíření zvuku, která se liší pro různé směry. Pro rychlost příčných (transverzálních) vln platí: $v_t = \sqrt{G/\rho}$, rychlost podélných (longitudinálních) vln je: $v_l = \sqrt{E/\rho}$, kde G je modul pružnosti ve smyku, ρ je hustota a E je Youngův modul pružnosti. Rychlost šíření zvuku se rovněž mění se změnou teploty materiálu, což je dáno závislostí hustoty a modulů pružnosti na teplotě.

²⁷ Shrnuto na základě: op. cit. v poznámkách č. 23 a č. 24.

kovovými soupravami.²⁸ Vzhledem k vlastnostem (objemové hmotnosti a pevnostním charakteristikám) kovů obecně bývá tloušťka korpusů zpravidla menší než u dřevěných korpusů a bývá konstantní po výšce korpusu. Hlavním faktorem ovlivňujícím sílu korpusu je technologie výroby. Prvním ze způsobů výroby kovových korpusů je odlévání materiálu do připravených forem. Dalším z výrobních postupů je obrábění, resp. stáčení a tvarování kovového materiálu. Zde lze rozlišit korpusy spojované (např. svařováním) a bezešvé (bez patrného spoje). Síla odlévaných korpusů je zpravidla větší, a proto je i jejich základní tón vyšší než u korpusů tvarovaných. Tvar úložných hran odlévaných korpusů se podobá dřevěným hranám (viz Obr. 5, vyjma provedení vintage), kdežto u obráběných korpusů se lze setkat s tvarovým řešením hran podle obrázku (Obr. 6). Přehled základních kovových materiálů a jejich zvukových charakteristik pro korpusy blanozvukových nástrojů přináší tabulka (Tab. 5).



Obr. 6 Příklady tvarového řešení úložných hran kovových ohýbaných korpusů

Tab. 5 Přehled základních kovů používaných k výrobě korpusů²⁹

Název	Zvuková charakteristika a použití
Ocel	Čisté a jasné vysoké frekvence, průměrné střední a basové frekvence. Univerzální využití.
Mosaz	Otevřené na všech úrovních frekvenčního spektra. Velmi muzikální.
Hliník	Řízné vysoké frekvence, hřejivé a otevřené středy a slabší basy. Citlivý a zvukově barevný.
Měď	Potlačené vysoké frekvence, výrazné středy a slabší basy. Silný a hlasitý zvuk.
Bronz	Potlačené vysoké frekvence, silné středy a slabší basy. Citlivý a hřejivý zvuk.
Titan	Čisté a jasné vysoké a střední frekvence, „krabicové“ basy. Jasný a soustředěný zvuk.

²⁸ Nelze opomenout nástroje s kovovým tělem využívané mimo standardní soupravu bicích nástrojů, např. tímables, tympány, steel drums (vzhledem k absenci membrány se jedná o idiofon) a další, které sahají mimo rozsah tohoto textu.

²⁹ Shrnuto na základě: op. cit. v pozn. č. 27.

Další skupinou jsou syntetické materiály. Jedná se spíše o minoritní zástupce nebo dokonce o raritní aplikace materiálů. Stručný přehled je naznačen v tabulce (Tab. 6). Syntetické materiály mají v porovnání se dřevem a kovy čistší a mnohdy univerzálnější zvukový projev.³⁰

Tab. 6 Přehled některých syntetických materiálů používaných k výrobě korpusů

Název	Zvuková charakteristika a použití
Uhlíkové vlákno	Dostatek vysokých a středních frekvencí, mírně hřejivé nízké frekvence. Sušší a kontrolovatelný zvuk.
Akrylát	Hřejivé výšky a středy, nižší basy. Silný zvukový projev.
Laminát	Dostatek vysokých, středních a nízkých frekvencí. Kontrolovatelný a soustředěný zvukový projev.

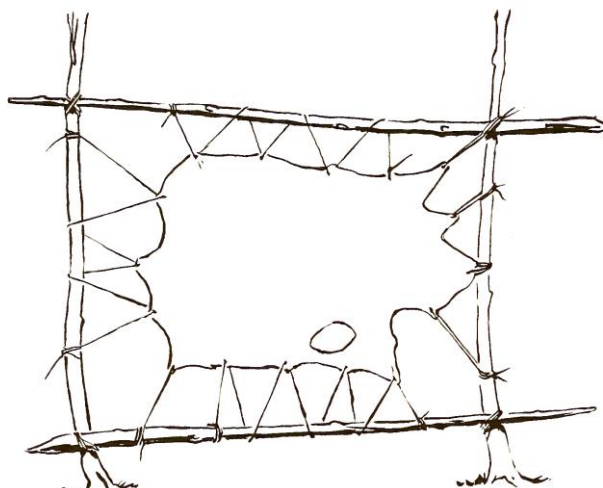
Výše zmíněné materiálové skupiny lze vzájemně kombinovat, čímž vznikají tzv. hybridní konstrukce korpusů. Obecně lze říci, že vhodnou kombinací různých materiálů lze využít předností (resp. vhodných vlastností) kombinovaných materiálů a lze dosáhnout kýžených parametrů výsledného korpusu, resp. celého nástroje. Stejně však nelze očekávat, že při náhodném kombinování různých materiálů bude za každou cenu dosaženo smysluplného výsledku v podobě kvalitního nástroje.

1.3.2. Blány a kůže

Blány neboli membrány, podle kterých dostala jméno celá skupina bicích nástrojů – membranofonů, jsou tenké ozvučné prvky (oscilátory) bubnů. Umístěním blány na korpus, jejím napnutím a rozechvěním vzniká kmitavý pohyb blány a s ním související zvuk. První blány byly zhotoveny před několika tisíci lety. Pravděpodobně se jednalo o kůže z ryb nebo plazů, které byly přirozeně bez chlupů či srsti. S postupem času byly se zvyšujícími se požadavky na nástroje používány kůže dalších živočichů, které umožňovaly potažení rozměrnějších nástrojů.³¹ Výroba blan prošla bouřlivým vývojem. Používaly byly různé pracovní postupy, kdy byly blány zhotovovány ze surové kůže, která se dále smršťovala a dotahovala a zajišťovala potom potřebnou těsnost.

³⁰ Shrnuto na základě: op. cit. v pozn. č. 27.

³¹ Shrnuto na základě: op. cit. v pozn. č. 1, s. 350–353.



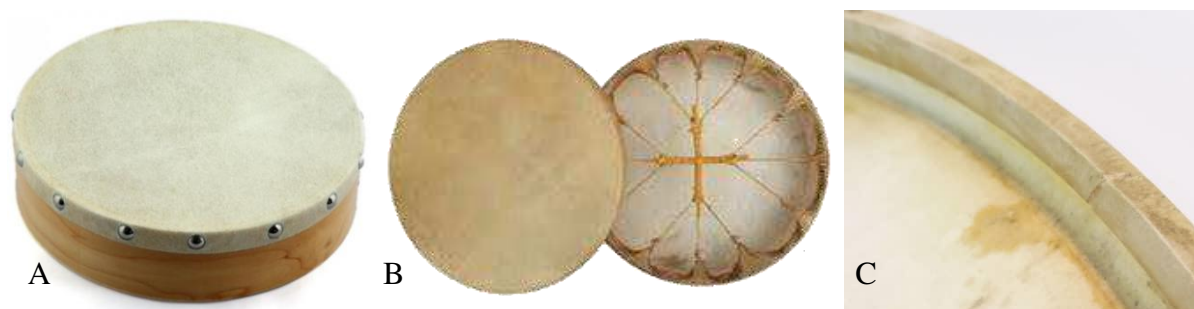
Obr. 7 Rám pro vysoušení kůže³²

Na samém počátku výroby blány ze živočišné kůže byl nutný správný výběr kůže, resp. zvířete. Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují výsledné vlastnosti blány, např. stáří, lokalita, klimatické podmínky, strava, barva či samotná kvalita kůže. Vzhledem ke geografické poloze a s ohledem na potřebnou tloušťku výsledné blány byl zvolen živočich, ze kterého byla kůže použita. V Evropě a v Severní Americe se jednalo nejvíce o telecí a kozí kůži. Dále byla kůže zcela zbavena srsti a chlupů. Poté následovalo natažení a sušení kůže znázorněné na obrázku (Obr. 7). Tímto procesem bylo dosaženo větší trvanlivosti kůže. Po vysušení byly kůže řezány na požadované rozměry, které přesahovaly o několik centimetrů rozměr potahovaného bubnu. Dále je možné blánu napnout na korpus nástroje buď přímým uchycením do těla bubnu (Obr. 8A)³³, nebo přes systém táhel, či provazů, které zajistí napnutí blány (Obr. 8B). Další možností je opatření obvodu blány obručí, jež se liší použitým materiálem. Obruč je umístěna o několik centimetrů z roviny blány a umožňuje tak přetažení přes korpus a další natažení pomocí ráfku, stahujících šroubů nebo provazů (Obr. 8C). Výroba blan z živočišného materiálu je nákladnou záležitostí, proto se v 1. polovině 20. století začaly otevírat možnosti dalším, levnějším, alternativám.³⁴

³² Převzato z: MASON, Bernard S. *Drums Tom Toms Rattles: Primitive Percussion Instruments for Modern Use*. New York: A.S. Barnes & Company, 1938, s 33.

³³ Např. pomocí hřebů. Při fixním uchycení je velmi obtížné měnit napětí blány a ladění bubnu je takřka nemožné.

³⁴ Shrnuto na základě: op. cit. v pozn. č.31 1 a 32.



Obr. 8 Druhy blan živočišného původu³⁵

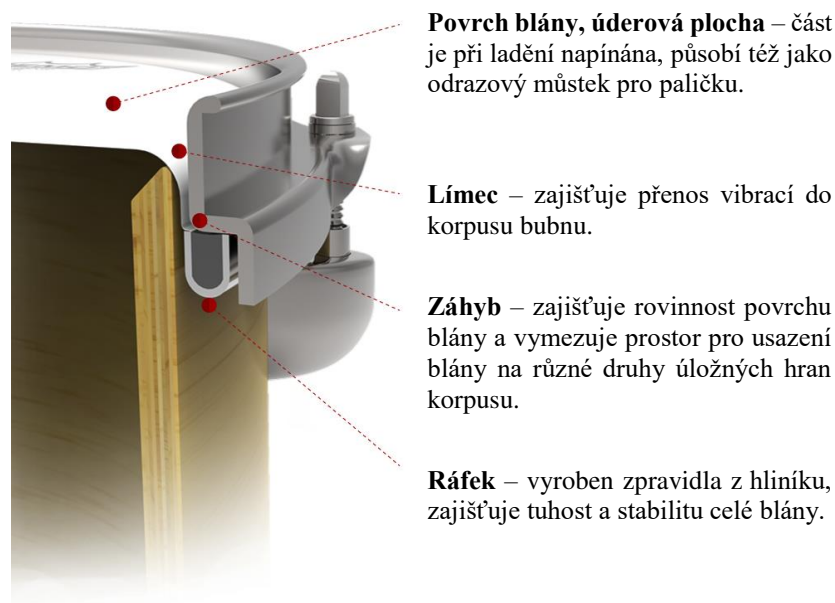
Ve 40. letech 20. století začala společnost *DuPont* s testováním syntetického materiálu s obchodním označením *Mylar*, což je zjednodušeně tenká fólie z termoplastu zvaného polyethylentereftalát známého především pod značkou PET.³⁶ V roce 1957 použil Remo D. Belli tento fóliový materiál na výrobu první syntetické blány, což byl počátek nové éry trvající v podstatě do dnes. Firma *Remo* uvedla blány pod označením *Weather King*, které se vyznačují odolností proti vlhkosti a výkyvům teplot. S příchodem tohoto produktu byl nastaven určitý standard pro výrobu blan pro bicí nástroje. Hlavními producenty syntetických blan jsou především společnosti *Remo* a *Evans*.³⁷ Princip výroby je v jistých ohledech obdobný jako u blan přírodních. Z rolí tenké fólie *Mylar* jsou vyřezány dílčí blány s jistým přesahem, který je dále tepelně upraven a vsazen do kovové obruče.³⁸ Přesnější popis nabízí obrázek (Obr. 9).

³⁵ Převzato z: Polliacks Medium Wooden Hand Drum. In: *Polliacks Music* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.polliacks.co.za/percussion/43-polliacks-medium-wooden-hand-drum.html>, ROGERS, Tracey. Build Your Own Frame Drum. In: *White Feather* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://whitefeatherarts.com/wp-content/uploads/2016/09/drum-making.jpg> a Ludwig Calf Skin Head. In: *Reverb* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: https://images.reverb.com/image/upload/s--PapJ9cnT--/f_auto,t_large/v1548874860/uz8xplxslr8m3otqj5vi.jpg.

³⁶ AUGUSTYN, Adam. Polyethylene terephthalate. *Encyclopaedia Britannica* [online]. 2018 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/polyethylene-terephthalate>.

³⁷ Shrnutí na základě: op. cit. v pozn. č. 1 a History. Remo [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://remo.com/company/history/>.

³⁸ Drum: The Manufacturing Process. *How Products Are Made: Volume 4* [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://www.madehow.com/Volume-4/Drum.html>.



Obr. 9 Popis prvků syntetické blány³⁹

Ačkoli jsou syntetické blány v zásadě plnohodnotnou náhradou blan z přírodní kůže, je zde pochopitelně několik rozdílů ve zvukových a mechanických vlastnostech. Blány z přírodní kůže nabízí širší rozsah ladění, s čímž souvisí možnost využití pro širší spektrum hudebních aplikací. Hlavní výhodou syntetických blan je, že vlhkost neovlivňuje její mechanické a akustické vlastnosti.⁴⁰ Překlenutí zvukových rozdílů mezi přírodními a ryze plastovými blánami mohou poskytnout produkty, které jsou napodobeninami živočišných blan. Příkladem mohou být blány Remo FiberSkyn, Evans '56, případně další blány evokující vintage vzhled i zvuk.⁴¹

Jak již bylo uvedeno výše, předmětné bubny jsou zpravidla osazeny dvěma blánami. Po funkční stránce lze rozlišit blánu hrací (resp. úderovou) a blánu rezonanční. Z hlediska vzniku zvuku bubnu a jeho výsledného charakteru má každá z blan odlišnou funkci. Hrací blána ovládá úder (angl. attack) a tzv. cinknutí spojené s úderem na blánu. Rezonanční blána řídí rezonanci bubnu

³⁹ Převzato a upraveno na základě: Know-How Is The Difference In Drumheads. In: *Remo* [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://remo-production.s3.amazonaws.com/media/experience/2016-03-01/12bada1d-666c-4f71-b2d1-d98203010f87.jpg>.

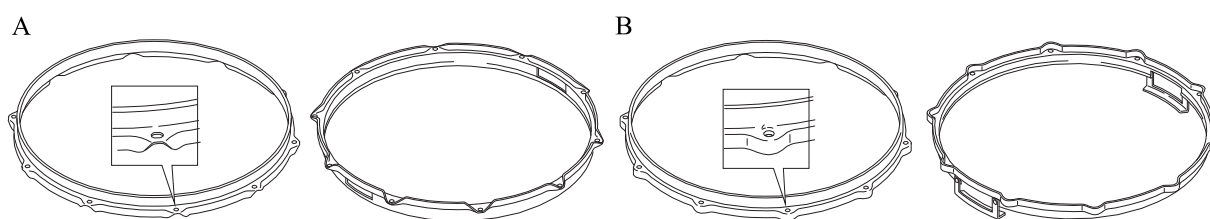
⁴⁰ HARDY, Howard C. a James E. ANCELL. Comparison of the Acoustical Performance of Calfskin and Plastic Drumheads. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1961, **33**(10), 1391-1395. DOI: 10.1121/1.1908449. ISSN 0001-4966.

⁴¹ Op. cit. pozn. č. 1, s. 352–353.

a jeho dozvuk zvaný sustain.⁴² Z konstrukčního hlediska lze rozdělit blány dle počtu vrstev. Blány jednovrstvé jsou při hře velmi citlivé a produkují otevřený zvuk. Dvou a vícevrstvé blány se vyznačují kratším dozvukem a delší životností. Obdobné zákonitosti se vztahují i k tloušťkám vrstev blány. U vícevrstevných blan se lze setkat s mezivrstvami, které jsou tvořeny např. po obvodě vloženým prstencem, olejovou výplní či dalšími tlumícími prvky apod. Dle povrchové úpravy blan lze rozlišit blány pískové a hladké. Pískované blány mají oproti hladkým teplejší zvuk a pískování v určité míře tlumí vibrace.⁴³ Blány s hladkým povrchem mohou být číré a libovolně zbarvené, nebo zbarvené neprůhlednou výplní. Všechny zmíněné úpravy mají ve větší či menší míře dopad na celkový zvuk nástroje, ale také na odraz paličky a s ním spojený pocit ze hry.

1.3.3. Ráfky⁴⁴

Ráfky neboli obruče, angl. hoops, slouží k rovnoměrnému napínání blány přes tělo nástroje pomocí laďících šroubů, resp. provazů apod. Z hlediska materiálu lze rozlišit ráfky kovové a dřevěné. K výrobě kovových obručí se využívá ocel, nikl, hliník, mosaz a další materiály. Z technologického hlediska mohou být kovové ráfky, podobně jako kovové korpusy, ohýbané (tříkrát ohýbané, Obr. 10A) nebo odlévané (též lité, angl. Die Cast, Obr. 10B). Lité ráfky jsou vzhledem k větší tloušťce tužší, čímž umožňují rovnoměrnější napnutí blány, která je obvykle citlivější v celém rozsahu ladění s menším přezníváním. Bubny s ohýbanými ráfky produkují teplejší a tlustší zvuk. Se zmenšující se tloušťkou ráfku⁴⁵ se ladění bubnu stává obtížnějším.



Obr. 10 ocelové ráfky: A – ohýbaný ráfek, B – litý ráfek⁴⁶

⁴² JOHNSON, Scott. *Prof. Sound's Drum Tuning Bible* [online]. 3. vyd. 2005 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://circularscience.com/wp-content/uploads/2015/09/Drum-tuning-bible.pdf>.

⁴³ Op. cit. pozn. č. 1, s. 352–353.

⁴⁴ Shrnuto na základě op. cit. v pozn. č. 42.

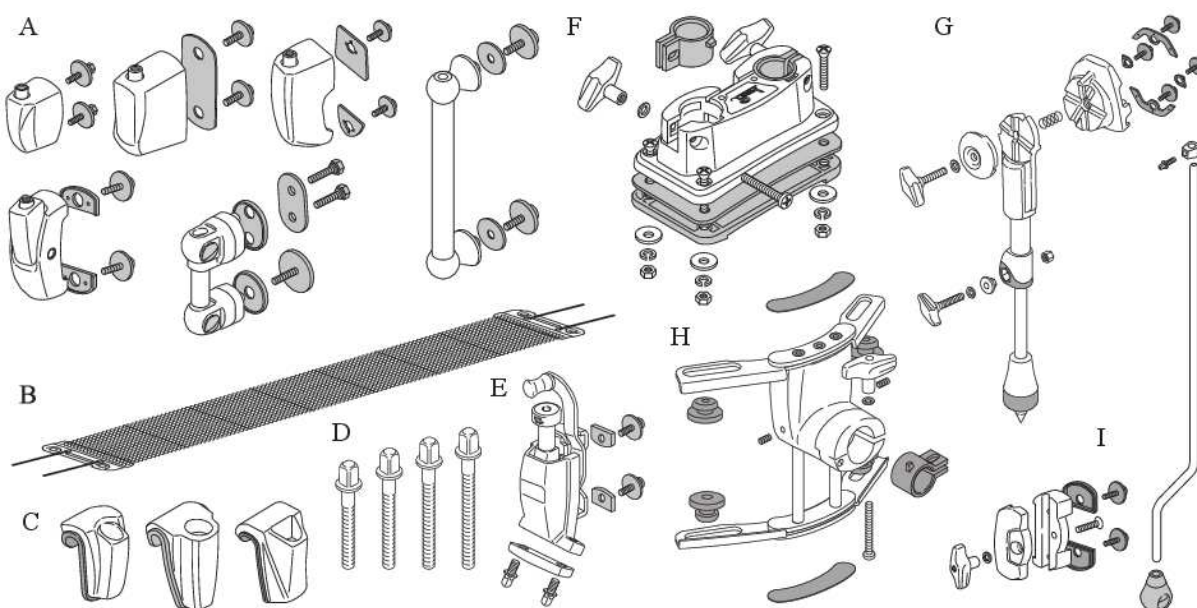
⁴⁵ Ohýbané ráfky se nejčastěji vyrábí v tloušťkách 1,6 mm a 2,3 mm.

⁴⁶ Schéma převzato a upraveno z: Pearl Drums Spare Parts Catalog. In: *Pearl* [online]. 2016 [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://pearldrums.com/support/spare-parts-catalog/2016-spare-parts-catalog.pdf>.

U dřevěných ráfků záleží na vlastnostech použitého dřeva a celkové tloušťce. Podle toho je ovlivněna celková tuhost obruče a po zvukové stránce se mohou vlastnosti více blížit buď ohýbaným, nebo naopak ráfkům odlévaným. Nejčastěji se používají na velkém bubnu, spíše ojedinelé pak na malém bubnu a tom-tomech.

1.3.4. Mechanika

Neoddělitelnou součástí blanzvčných bicích jsou mechanické součásti, které slouží k různým účelům. Ladící mušle (Obr. 11 A) jsou zpravidla v kontaktu s korpusem bubnu, ke kterému jsou přes navrtané otvory připevněny pomocí šroubů (Obr. 11 D).⁴⁷ Často jsou mezi mušle a korpus umístěny gumové podložky, které chrání korpus před mechanickým poškozením a umožňují snazší rezonanci korpusu. Mušle slouží k uchycení ráfku, který napíná blánu přes hranu korpusu a který je s mušlí spojený pomocí ladících šroubů. Zmíněné součásti jsou ve většině případů zhotoveny z chromované oceli. V minulosti byly místo napínacích systémů hojně využívány přírodní materiály ve formě lan a provazů.



Obr. 11 Mechanické součásti bubnu⁴⁸

⁴⁷ S umístěním mechanických součástí na těle bubnu souvisí problematika otvorů v korpusech a s ní související ovlivňování akustických vlastností korpusu resp. celého nástroje. Setkat se lze s protichůdnými požadavky, kdy je na jedné straně žádoucí minimalizovat množství otvorů s ohledem na lepší rezonanci korpusu. Na druhou stranu je preferováno snazší ladění a jeho stabilita, což s sebou přináší potřebu většího množství ladících šroubů, resp. otvorů v korpusu nástroje.

⁴⁸ Obrázek sestaven z: op. cit. v pozn. č. 46.

Specifickou součástí malých bubnů je strunění, které montováno na straně rezonanční blány obohacuje zvuk bubínku o charakteristické vysoké složky.⁴⁹ Je složeno ze samotného struníku (Obr. 11 B), jenž je v kontaktu s blánou, napínacího mechanismu (Obr. 11 E) upnutého do korpusu, případně pouze k obruči. Jmenované součásti jsou vzájemně propojeny pomocí různých pásků, či provázků. Dolní obruč je v místě uložení struníku speciálně upravená (Obr. 10). Na zvuk malého bubnu má podstatný vliv množství strun ve struníku, použitý materiál (používá se ocel, bronz, fosfor-bronz, karbonová a korozivzdorná ocel, mosaz a další), kvalita kontaktu blány a struníku a velikost napětí struníku.

Zejména u tom-tomů a floor-tomů je podstatné uchycení nástroje ke stojanu či velkému bubnu (Obr. 11 F, G, H a I). Většina firem má patentovaný systém, který neomezuje rezonanci bubnu. Snahou je kotvit bubny mimo samotný korpus a vyhnout se tak dalším zásahům, proto jsou často využívány k uchycení ladící mušle nebo vhodně upravené obruče. Obdobná je situace na velkých bubnech, jejichž korpus se mnohdy nenavrtává a uchycení tomů je zajištěno přes mušle, alt. se velký buben pro uchycení tom-tomů nevyužívá vůbec. Pro systémy upevnění tomů se ve větší míře využívají kromě oceli také dřevo a plasty, to vše s ohledem na zajištění co nejlepších akustických vlastností.

1.4. Akustické principy bicích nástrojů

Z akustického hlediska lze označit předmět za hudební nástroj, splňuje-li „akustickou definici hudebního nástroje jako vhodně uspořádané, kmitání schopné hmoty, která svou kmitavou energií vyzařuje do prostoru ve formě zvukové vlny.“⁵⁰ Každý hudební nástroj jakožto přirozený zdroj hudebního signálu tvoří tři komponenty:

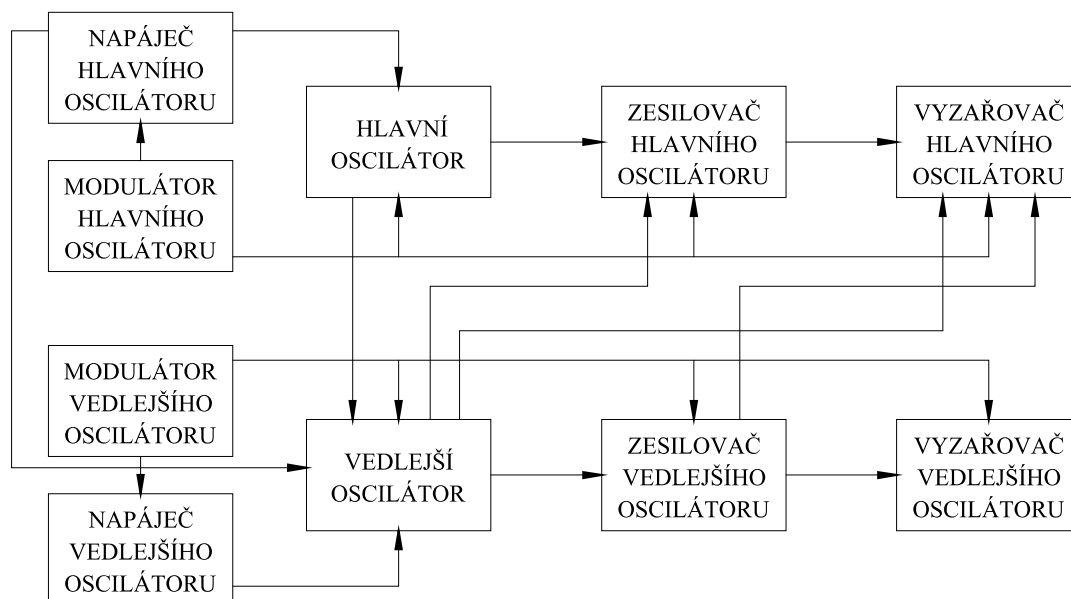
- Budič (též excitátor, generátor, napáječ) – budící prvek.
- Oscilátor – kmitající prvek.
- Rezonátor – zesilující a vyzařující prvek.⁵¹

⁴⁹ SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. Praha: Akademie múzických umění, 2003. Akustická knihovna (Akademie múzických umění v Praze. Hudební fakulta. Zvukové studio). ISBN 80-733-1901-2, s. 328.

⁵⁰ Op. cit. v poznámce č. 49, s. 201.

⁵¹ Op. cit. v poznámce č. 49, s. 201.

Schéma lze dále rozšířit a jednotlivé komponenty podrobněji diferencovat. Toho je dosaženo rozložením každé součásti na „[...] primární, funkčně již dále nedělitelné elementy a jejich vzájemné vazby.“⁵² Takto lze popsat obecný model hudebního nástroje, jehož schéma je na obrázku (Obr. 12). „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.“⁵³



Obr. 12 Obecný model hudebního nástroje⁵⁴

Aplikujeme-li uvedené znázornění na blanozvučné bicí nástroje (viz obrázek - Obr. 13), které jsou předmětem této práce, pak lze za budící prvek označit paličku⁵⁵, dlaň nebo jen prsty. Modulátorem oscilátoru je hráčova ruka. Oscilátor tvoří blána napnutá na korpusu nástroje. Rezonátor je tvořen vzdušnou dutinou s daným objemem, která je dle konstrukce nástroje zcela nebo částečně ohraničena. Rezonátory perkusních nástrojů mají oproti jiným kategoriím spíše funkci filtru než vyzařovače.⁵⁶ V závislosti na typu budícího prvku (excitátoru) je určen charakter produkovaného tónu. U bicích nástrojů je typický impulzní průběh buzení⁵⁷, který je

⁵² Viz op. cit. v pozn. č. 20, s. 1056-1057.

⁵³ Viz op. cit. v pozn. č. 20, s. 1057

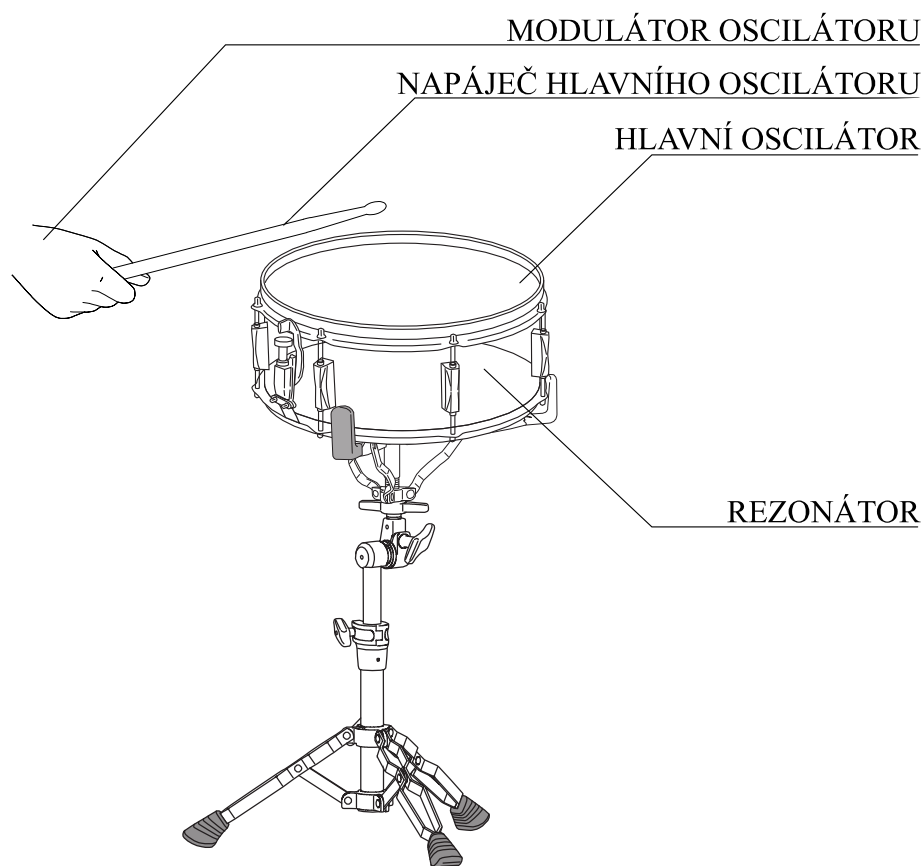
⁵⁴ Převzato z: op. cit. v pozn. č. 53, s. 1056.

⁵⁵ Paličkou označují generátor zcela obecně jako nadřazené označení pro další formy tohoto budiče, kterými mohou být např. metličky, plstěné paličky, paličky ze špejlí a nespočet dalších předmětů lišících se tvarem a použitým materiálem.

⁵⁶ Op. cit. v poznámce č. 49, s. 202, 256 a 258.

⁵⁷ Způsobů buzení membrány je několik: dle výše uvedené klasifikace (viz op. cit. v pozn. č. 16) jsou rozeznávány bubny, resp. membranofony úderové, trsací (na strunu v kontaktu s membránou se trsá a rázy jsou přenášeny na

znázorněn na obrázku (Obr. 14) včetně vyobrazení frekvenčního spektra víření na malý buben, coby periodického opakování jednoduchých úderů.⁵⁸



Obr. 13 Využití obecného modelu hudebního nástroje na příkladu malého bubnu⁵⁹

Membrána blanozvučných nástrojů představuje plošný (2D) oscilátor. Dvojměrnost je příčinou vzniku dvojího typu kmitání membrány, tj. módů radiálních a kruhových. Frekvence

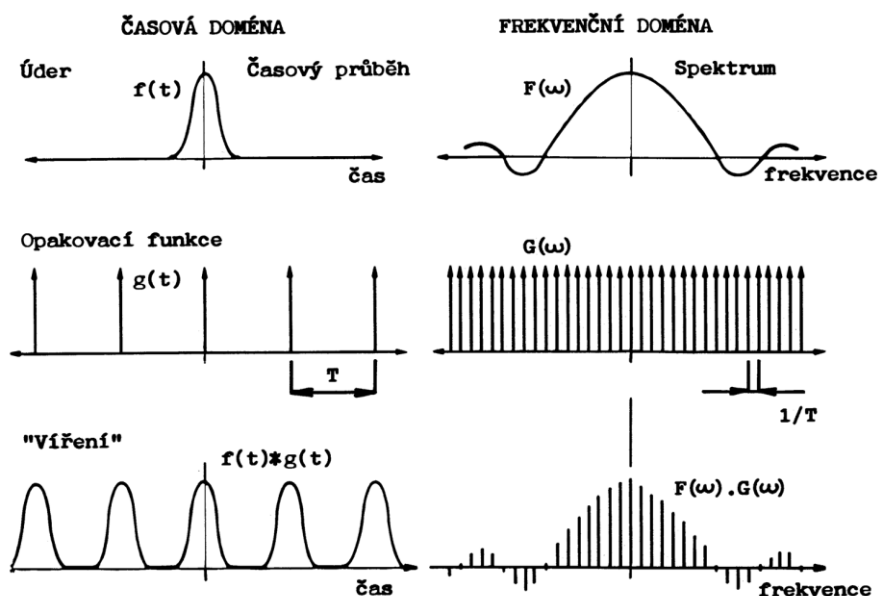
membránu), třecí a názpěvné (mitlityny), které jsou rozeznívány mluvením nebo zpíváním (viz op. cit. v pozn. č. 20, s. 96–98). Impulzní průběh buzení je nejtypičtější pro úderové membranofony, kterým je primárně věnována tato práce a které jsou v západní kultuře patrně nejhojněji zastoupeny.

⁵⁸ Op. cit. v pozn. č. 49, s. 125.

⁵⁹ Obrázky převzaty z: Decade Maple and Export Series Setup Manual. In: *Pearl* [online]. 2015 [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: http://www.pearleurope.com/fileadmin/Assembly_Guides/Decade_Export_KitManual_2015_E_.pdf a částečně z Roadster Throne 1000 Series Manual. In: *Pearl* [online]. 2015 [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: http://www.pearleurope.com/fileadmin/Assembly_Guides/D-1000_manual.pdf.

V některé literatuře jsou dále rozlišeny další elementy membranofonů a vzájemné vazby mezi nimi (viz op. cit. v pozn. č. 20, s. 1058–1061). Tuto zmínku považuji poněkud za neurčitou, jež přesně nezohledňuje konkrétní typ nástroje a způsob hry. Z toho důvodu také nejsou v obrázku blíže nespecifikovány tyto podrobnosti. Při analýze těchto akustických funkčních elementů se nabízí zohlednit i další komponenty nástroje, které nejsou primárně označovány za základní komponenty hudebního nástroje z akustického hlediska (např. uchycení bubnů, mechanické součásti, stojany apod.).

módů kmitání kruhové membrány nejsou vzájemně v harmonických vztazích.⁶⁰ Vyšší módy tedy nejsou celočíselnými násobky základního módu. Z toho důvodu je vjem výšky zvuku u velké části membranofonů (např. bubnů ze soupravy bicích) velmi neurčitý.⁶¹



Obr. 14 Znárodnění periodického opakování perkusivních impulsů⁶²

Popis chování bubnů složených ze dvou blan je poměrně složitý. Tyto bubny lze z fyzikálního pohledu označit za spřažený systém dvou napnutých membrán. Spřažení zajišťuje vzduchový sloupec mezi membránami a také samotný korpus nástroje.⁶³ Jednotlivé části vzájemně ovlivňují akustické vlastnosti celého bubnu. Při úderu paličkou (nebo jiným budičem) na hrací blánu se podstatná část energie přenáší na rezonanční blánu, kdežto menší část jde do korpusu nástroje a do stojanu či jiného upevnění bubnů. Míra dozvuku je silně závislá na připevnění bubnu a na hmotnosti korpusu.⁶⁴ Dozvuk bubnu je pro většinu módů kratší v případě, že jsou obě blány napnuty stejně velkou silou.⁶⁵

⁶⁰ ROSSING, Thomas D. Acoustics of Drums. *Physics Today*. 1992, **45**(3), 40–47. DOI: 10.1063/1.881333, s. 41.

⁶¹ Op. cit. v pozn. č. 49, s. 327.

⁶² Převzato z: RAHDALL, R. B. *Frequency Analysis*. 3. vyd. Naerum: Bruel & Kjaer, 1993, 343 s. ISBN 87-873-5507-8, s. 54 a op. cit. v pozn. č. 49, s. 125.

⁶³ OBATA, Jūichi a Takehiko TESIMA. Experimental Studies on the Sound and Vibration of Drum. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1935, **6**(4), 267-273. DOI: 10.1121/1.1915746. ISSN 0001-4966, s. 269.

⁶⁴ ROSSING, Thomas D., Ingolf BORK, Huan ZHAO a Dell O. FYSTROM. Acoustics of snare drums. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1992, **92**(1), 84-94. DOI: 10.1121/1.404080. ISSN 0001-4966, s. 93–94.

⁶⁵ ROSSING, Thomas D. Acoustical behavior of a bass drum. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1987, **82**(S1), S69-S69. DOI: 10.1121/1.2024940. ISSN 0001-4966, s. S69.

2. UHPC jako materiál pro bicí nástroje

UHPC je označení pro konstrukční materiál, které lze volně přeložit jako Ultra vysokohodnotný beton neboli beton vynikajících vlastností. Materiál UHPC je vyvíjen jako zdokonalení běžného betonu⁶⁶ (odlišnosti jsou dále popsány v oddílech 2.1.1 a 2.1.2) a tvoří podmnožinu celé skupiny tzv. vysokohodnotných betonů.⁶⁷



Obr. 15 Malý buben od firmy DW, rozměr 14" x 5,5"⁶⁸

Jedním z impulsů, které mě přivedly na nápad zhotovit hudební nástroj z nezvyklého materiálu podobajícího se betonu, byla výroba bubnu s názvem *Concrete Snare* uvedeného na trh americkou společností DW. Jedná se o malý buben, jehož korpus tvoří materiál složený z mletého mastku a patentované směsi polymerů (Obr. 15).⁶⁹ Dle dostupných údajů se tedy nejedná o beton v pravém slova smyslu, i když informace o přesném složení materiálu jsou firemním tajemstvím. Myšlenka využití „betonu“ pro stavbu hudebního bicího nástroje se u mne zrodila již o něco dříve, kdy jsem ovšem považoval nápad za pouhou kuriozitu, která by

⁶⁶ Beton coby stavební materiál lze zjednodušeně charakterizovat jako směs vody, cementu a jemného a hrubého kameniva.

⁶⁷ Ultra vysokohodnotný beton (UHPC). In: *eBeton: Slovník pojmů* [online]. [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/pojmy/ultra-vysokohodnotny-beton-uhpc>.

⁶⁸ Collector's Series® Concrete Snare. In: *DW Drums: Snares* [online]. [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: <http://www.dwdrums.com/images/snares/coll-stone.jpg>.

⁶⁹ JARRETT, Dendy. DW Drums Concrete Snare Drum: Concrete ... for real ... In: *Harmony Central* [online]. 2014 [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <https://www.harmonycentral.com/expert-reviews/expert-review-dws-concrete-snare-drum>.

víc než cokoli jiného na sebe jen soustředila pozornost okolí.⁷⁰ S objevem nástroje od DW, který se zvukově pohybuje mezi vlastnostmi dřevěných a kovových bubnů⁷¹, se můj názor změnil a představa o vytvoření nástroje s ještě vyhraněnějšími zvukovými vlastnostmi než u zmíněného předchůdce začala opět ožít.

2.1. Vlastnosti a vývoj materiálu UHPC

2.1.1. Historie

Materiál UHPC je cementový kompozit, na jehož vývoji a využití pracuje velký počet odborných pracovišť po celém světě. Vývoj vysokohodnotných materiálů na bázi cementu se ubírá různými směry po více než čtyři dekády. V průběhu 90. let představil Francouz Pierre Richard materiál reactive powder concrete (RPC)⁷², který se vyznačoval vysokým obsahem pojiv, nízkým vodním součinitelem, obsahem jemnozrnných příměsí, superplastifikátorů a drátků.⁷³ V roce 1994 použil François de Larrard termín UHPC⁷⁴, který se ujal pro označení ultra vysokohodnotných betonů. Přednostmi UHPC jsou vynikající mechanické vlastnosti jako vysoká tlaková pevnost (přesahující hodnotu 150 MPa⁷⁵), vysoká duktilita (neboli tažnost) a dlouhá trvanlivost.⁷⁶

Jedním z aspektů bránících většímu rozšíření materiálu v oblasti stavebnictví je stále poměrně vysoká cena ve srovnání s konvenčními materiály. Většina současných aplikací UHPC je řešena pomocí prefabrikace s následnou montáží na staveništi. Při uvážení vysokých nákladů souvisejících s komplikovaným způsobem přípravy směsi čerstvého UHPC a jejím následným

⁷⁰ Obdobně je popsána situace v KURFÜRST, Pavel. *Hudební nástroje*. Praha: Togga, 2002, ISBN 80-902-9121-X, s. 924.

⁷¹ Op. cit. v poznámce č. 69.

⁷² RICHARD, Pierre a Marcel CHEYREZY. Composition of reactive powder concretes. *Cement and Concrete Research*. 1995, **25**(7), s. 1504.

⁷³ BUCK, Jonathan J., David L. MCDOWELL a Min ZHOU. Effect of microstructure on load-carrying and energy-dissipation capacities of UHPC. *Cement and Concrete Research*. 2013, **43**, s. 34.

⁷⁴ DE LARRARD, François a T. SEDRAN. Optimization of ultra-high-performance concrete by the use of a packing model. *Cement and Concrete Research*. 1994, **24**(6), s. 997-1009.

⁷⁵ Odpovídající přibližně 3 až 6 násobku pevnosti běžného betonu.

⁷⁶ SPASOJEVIC, Ana. *Structural implications of ultra-high performance fiber reinforced concrete in bridge design*. Lausanne, 2008. Disertační práce. École polytechnique fédérale de Lausanne., s. 13.

ošetřováním může být dalším trendem ve vývoji UHPC použití konvenční technologie přípravy čerstvé směsi, např. tuhnutí za pokojové teploty.⁷⁷

2.1.2. Složení a vlastnosti

UHPC je směsí silikátového hydraulického pojiva, drobného kameniva, mikroplniva, latentně hydraulických příměsí (případně inertních příměsí), přísad a vody. Od běžného betonu se UHPC výrazně liší v mnoha ohledech. UHPC neobsahuje hrubou frakci kameniva, která je v běžném betonu zdrojem imperfekcí a je tak omezeno dosažení vyšších pevností. Složení UHPC se vyznačuje vysokým obsahem cementu, nízkým vodním součinitelem, obsahem příměsí, vysokými dávkami přísad a také vysokým obsahem vláken.⁷⁸ Příklad složení UHPC a porovnání s běžnými typy betonu a vysokohodnotného betonu jsou uvedeny v tabulce.

Tab. 7 Příklad složení směsí běžného, vysokohodnotného a ultra-vysokohodnotného betonu

	Běžný beton	HPC ⁷⁹	UHPC ⁸⁰
Složky:	[kg/m ³]	[kg/m ³]	[kg/m ³]
Portlandský cement	< 400	410	600–1000
Hrubé kamenivo	1000	920	-
Drobné kamenivo	700	620	1000–1200
Příměsí	-	40	50–300
Superplastifikátor	-	5	10–70
Voda	> 200	100–150	110–260
Vodní součinitel	> 0,35	0,28–0,38	< 0,24
Vyztužení/Vlákná [kg/m ³]	návrh	návrh	40–250

Hlavními principy návrhu UHPC jsou snížení pórovitosti, zlepšení mikrostruktury, zvýšení homogenity a zvýšení houževnatosti. Vstupní suroviny, způsob přípravy a režim tuhnutí mají

⁷⁷ SHI, Caijun, Zemei WU, Jianfan XIAO, Dehui WANG, Zhengyu HUANG a Zhi FANG. A review on ultra high performance concrete: Part I. Raw materials and mixture design. In: *Construction and Building Materials*. 2015, **101**, s. 748.

⁷⁸ KOLÍSKO, Jiří et al. *Metodika 1: Metodika pro návrh UHPC a pro materiálové zkoušky*. Kloknerův ústav, ČVUT v Praze, 2015, s. 3.

V případě vyztužení UHPC vlákny se jedná o *Ultra-High Performance Fiber Reinforcement Concrete* (UHPRFC). Pokud je materiál dále vyztužen betonářskou výztuží, je výsledný kompozit označován jako *Reinforced Ultra-High Performance Fibre Reinforced Concrete* (R-UHPRFC).

⁷⁹ Hodnoty pro vysokohodnotný beton převzaty z: DE LARRARD, François a Thierry SEDRAN. Mixture-proportioning of high-performance concrete. *Cement and Concrete Research*. 2002, **32**(11), s. 1074.

⁸⁰ Hodnoty pro ultra-vysokohodnotný beton převzaty z: GRAYBEAL, Benjamin A. et al. Ultra-high performance concrete material properties. In: *Conference: Transportation Research Board 2003*, s. 7.

významný vliv na vlastnosti výsledného materiálu. Pro dosažení co nejlepších fyzikálních a mechanických vlastností jak čerstvé směsi, tak ztvrdlého UHPC se při návrhu receptury reflektují zásady týkající se výběru složek, zastoupení jednotlivých složek, míchání a ošetřování směsi. Mimo jiné se jedná o tyto zásady:

- Hrubá frakce kameniva je pro dosažení větší homogenity odstraněna.⁸¹
- Pro dosažení houževnatosti a vyšší duktility výsledného UHPC je nutné přidat všesměrně orientovanou vláknovou výztuž.⁸² Vhodným materiálem jsou ocelová vlákna. Použit lze též vlákna z materiálů na bázi polymerů, případně vlákna skleněná. Zkoušeny byly též betony vyztužené kombinací vláken z různých materiálů.⁸³
- Použitím kvalitních plastifikátorů spolu s velkým množstvím příměsí dochází ke snížení vodního součinitele, což vede ke snížení porozity a ke zlepšení pevnosti.
- Efektivní způsob, jak zvýšit hustotu, je zatížení čerstvé směsi tlakovou silou, což má za následek snížení obsahu vzduchových pórů a eliminaci chemického smršťování.⁸⁴
- Ošetřováním UHPC vysokou teplotou lze dosáhnout rychlého nárůstu pevnosti a redukce projevů smršťování.

Velmi důležitou materiálovou charakteristikou, zejména pro zamýšlenou aplikaci, je objemová hmotnost, která se pohybuje v závislosti na zastoupení jednotlivých složek (viz Tab. 7) kolem hodnoty 2500 kg/m³.⁸⁵

2.1.3. Aplikace

Vlastnosti popsané v oddílu 2.1.2 umožňují využití UHPC napříč různými odvětvími, kterým jasně dominuje stavebnictví. Mechanické vlastnosti dovolují návrh vylehčených subtilních konstrukcí, jejichž menší hmotnost klade nižší požadavky na manipulační a zdvihací techniku, stejně tak na připojované a základové konstrukce. Srovnání konstrukčních prvků (Obr. 16) se

⁸¹ WANG, Chong et al. Preparation of Ultra-High Performance Concrete with common technology and materials. *Cement and Concrete Composites*. 2012, **34**(4), s. 538.

⁸² Viz op. cit. v poznámce 78, s. 7.

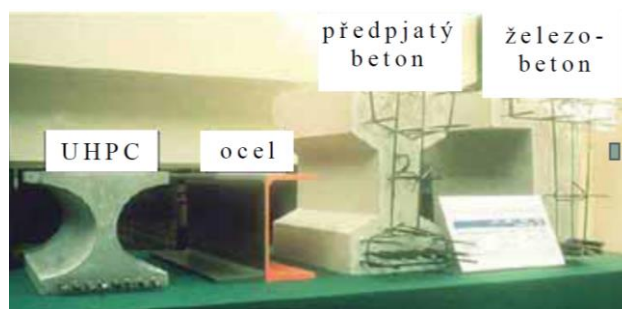
⁸³ QIAN, C. X. et al. Development of hybrid polypropylene-steel fibre-reinforced concrete. *Cement and Concrete Research*. 2000, **30**(1), s. 68.

⁸⁴ Viz op. cit. v poznámce 72, s. 1508.

⁸⁵ Viz op. cit. v poznámce 76, s. 18.

shodnou momentovou únosností průřezu provedl Perry (2006).⁸⁶ Ukazuje se, že oproti železobetonu lze užitím UHPC snížit vlastní tíhu téměř čtyřnásobně. Jedním z přístupů k navrhování je tak hledání alternativ (v podobě UHPC) ke stávajícím materiálům a technologickým postupům.⁸⁷ Snahou je docílit co největší efektivity při návrhu, výrobě, montáži a používání konstrukce.

Materiál	Výška [mm]	Hmotnost [kg/m]
UHPC	360	141
Ocel	360	110
Předpjatý beton	700	466
Železobeton	700	528



Obr. 16 Srovnání prvků z různých materiálů se stejným momentem únosnosti průřezu

Pro dosažení potřebných vlastností materiálu je ve většině aplikací nutná výroba UHPC prvků v laboratorních podmínkách. Vysoká míra prefabrikace může mít za následek nižší konkurenceschopnost UHPC v porovnání s konvenčními materiály.

2.2. Návrh malých bubnů z UHPC

Hlavním cílem mé práce je provést návrh korpusu malého bubnu (angl. snare) běžně používaného v rámci soupravy bicích nástrojů, ale i samostatně. Důvodů, které mě vedly k upřednostnění právě tohoto nástroje před ostatními v sadě, je několik. Jednak bych označil malý buben za referenční ve smyslu zvukových vlastností, které jsou běžně posuzovány. „Tón“ (spíše řečeno zvuk) je více určitější výšky než například „tón“ velkého bubnu.⁸⁸ Zvuk malého bubnu je fenoménem, vždy signifikantním pro určitý materiál. Dalším důvodem je předpoklad, že u malého bubnu lze snáze ověřit navrhované konstrukční principy a postupy. Vhodnost plyne

⁸⁶ PERRY, V. A Revolutionary New Material for New Solutions. In: *Association of Professional Engineers and Geoscientists of the Province of Manitoba (APEGM)* [online]. 2006 [cit. 2018-09-13]. Dostupné z: http://www.apegm.mb.ca/pdf/PD_Papers/ductal.pdf, s. 8.

⁸⁷ THIBAU, Thierry. UHPFRC prestressed beams as an alternative to composite steel-concrete decks: The example of Pinel Bridge (France). In: *Tailor Made Concrete Structures: New Solutions for our Society*. 1. London: CRC Press, 2008, s. 1077–1083. ISBN 978-0415475358, s. 1082.

⁸⁸ MODR, Antonín. *Hudební nástroje*. 9. vyd., (V Editio Bärenreiter Praha 1.). Praha: Editio Bärenreiter Praha, 2002. ISBN 978-80-86385-12-9, s. 172.

z optimálnější velikosti nástroje daného poměrem rozměrů coby průměr ku výšce a k předpokládané tloušťce korpusu. Vyzkoušený postup bude dále možno využít pro konstrukci dalších nástrojů soupravy, velkého bubnu a tom-tomů.⁸⁹

Návrh a výroba korpusu nástroje z netradičního materiálu typu UHPC představuje komplexní úlohu zahrnující volbu rozměrů nástroje a korpusu, návrh směsi materiálu, návrh a přípravu bednění, vlastní betonáž a v neposlední řadě též kompletaci celého nástroje. Všechny dílčí činnosti se vzájemně ovlivňují. Vzhledem k faktu, že v okamžiku, kdy vznikají tyto řádky, je současně připravována forma pro výrobu tohoto korpusu, nelze přímo dokumentovat všechny popsané práce. Jednotlivé postupy a aspekty se pokusím v menších či větších podrobnostech nastínit v dalších oddílech.

2.2.1. Návrh rozměrů

Dimenze navrhovaného nástroje jsou do značné míry determinovány rozměry standardně vyráběných bicích nástrojů. Důvodem je určitá unifikace, jejíž hlavní předností je možnost použití vybavení a příslušenství z celého spektra již vyráběných komponentů. Jedná se především o využití blan, obručí, strunění a nespočet dalšího příslušenství. Nicméně je možné opustit oblast systémových rozměrů, čímž se zajisté ztrácejí výše popsané výhody. Příkladem toho mohou být nástroje zhotovené tradičními výrobními postupy.⁹⁰ Nejen z ryze pragmatických výše popsaných důvodů jsem se rozhodl pro návrh malého bubnu průměru 14".⁹¹ Jedná se pravděpodobně o nejpoužívanější rozměr malého bubnu. S tím souvisí další důvod, kterým je množství existujících nástrojů tohoto rozměru, se kterými je plánováno výsledný produkt porovnat (podrobněji v oddílu 3.1). Průměr bubnu ovlivňuje především výšku zvuku nástroje. Vedle zvoleného průměru 14", jsou pro malé bubny běžné rozměry 10", 12", 13" a spíše raritní 15" a 16".

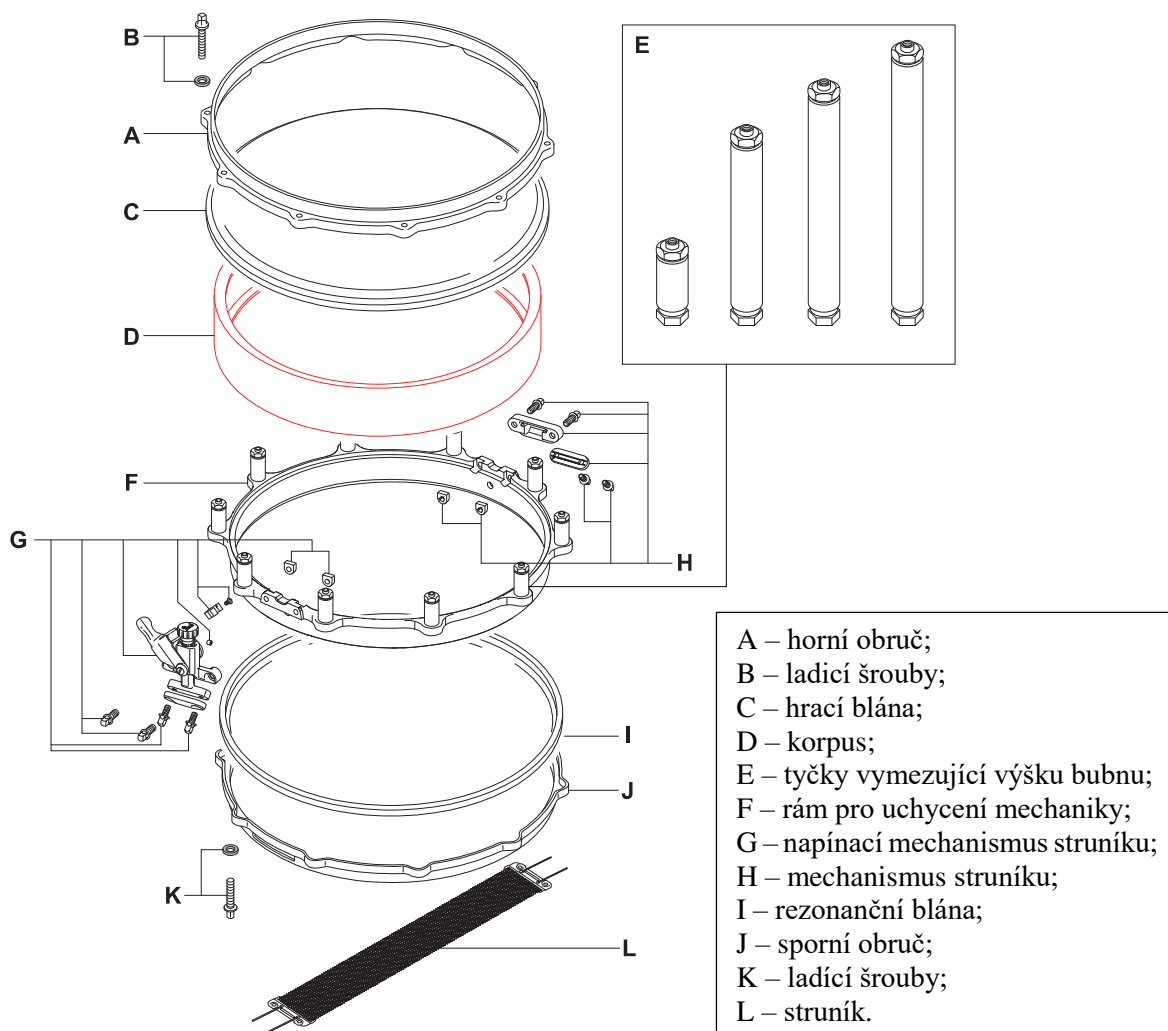
V počáteční fázi celého procesu výroby je zamýšleno ověřit vhodnost UHPC pro zmiňovanou aplikaci. Tomuto dílčímu záměru by proto měla odpovídat složitost konstrukce nástroje a s tím

⁸⁹ Konstrukce velkého bubnu a tom-tomů se z dnešního pohledu jeví jako komplikovanější. Bubny těchto rozměrů a z podobných materiálů (viz pozn. č. 69) zároveň nebyly dle dostupných pramenů prozatím realizovány.

⁹⁰ Nicméně doménou tradičních nástrojů, které se svými rozměry mnohdy vymykají instrumentům vyráběným sériově, je bezpochyby jejich zvuková i vizuální autenticita.

⁹¹ Rozměry bubnů, resp. jejich korpusů se zpravidla udávají v palcích, v anglosaské míře. Převod do metrické soustavy: 1" = 25,4 mm = 0,0254 m.

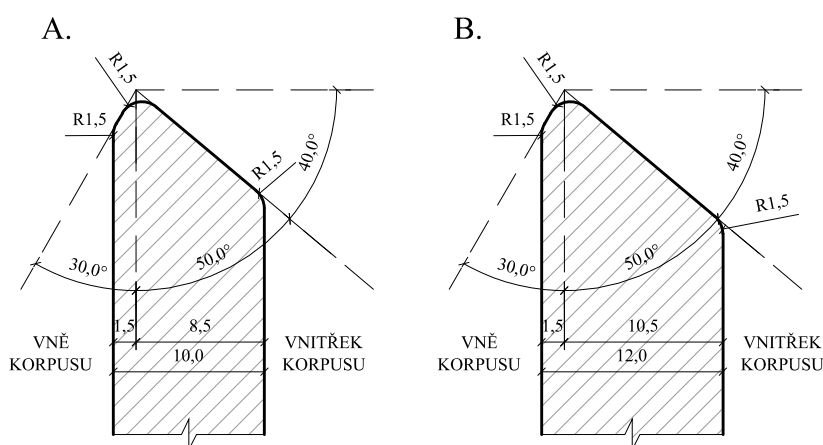
související realizace. Z počátku je snahou co nejvíce zjednodušit postup výroby a minimalizovat dodatečné úpravy korpusu po jeho odlití a odbednění, blíže viz oddíl 2.2.3. Z toho důvodu jsem se rozhodl využít mechaniku malého bubnu z produkce japonské společnosti *Pearl* s produktovým označením *Free Floating System* a novějším *Free Floater*. Přesnější popis nabízí obrázek (Obr. 17) s vyznačením všech komponentů. Jak již název napovídá, korpus malého bubnu je zde volně uchycen a oproti klasickým korpusům není tento nikterak navrtán a do těla korpusu není osazena žádná mechanika. Veškeré součásti jako i vzájemné propojení obou obrouč zajišťuje spodní ocelový rám (viz Obr. 17F), do kterého je také volně usazen korpus nástroje.



Obr. 17 Schéma malého bubnu včetně popisu mechanických součástí⁹²

⁹² Schéma převzato a upraveno z: op. cit. v pozn. č. 46.

Parametrem, který významně ovlivňuje hlasitost nástroje a artikulaci jeho zvuku, je výška korpusu. Se zvětšující se hloubkou korpusu se všeobecně zvyšuje hlasitost nástroje. Mělký korpus produkuje kratší zvuk s větší artikulací, což je dáno faktem, že povrch korpusu je menší a tak nemůže dosahovat takové rezonance jako korpus větší hloubky. Kratší vzdálenost mezi blánami u mělkých korpusů zapříčiňuje také rychlejší reakci rezonanční blány při úderu na hrací blánu.⁹³ Popsaný *Free floating system* umožňuje volbu mezi různými výškami korpusu a přitom využívá stále stejné vybavení, vyjma stavějících tyček (Obr. 17E). Výměnou těchto komponentů je možné dosáhnout výšky korpusu nástroje od 3,5" do 6,5", tedy přibližně od 8,9 cm do 16,5 cm.



Obr. 18 Tvar úložných hran korpusu v měřítku 2:1; A. tloušťka 10 mm, B. tloušťka 12 mm

Třetím rozměrem, který po průměru a výšce určuje hrubý tvar korpusu, je tloušťka stěny korpusu. Z hlediska zvukových vlastností se jedná o důležitý parametr. Tenčí korpusy snáze rezonují a dodávají bubnu tón. Naopak silnější korpusy napomáhají projekci bubnu a rezonují méně.⁹⁴ S ohledem na co nejnižší výslednou hmotnost korpusu a jeho rezonanci je žádoucí sílu stěny korpusu minimalizovat. Požadavky z hlediska proveditelnosti jsou však protichůdné a je upřednostňován korpus s větší tloušťkou. Řešení je kompromisní, kdy pro první aplikaci volím dvě různé tloušťky korpusů: 10 mm a 12 mm. První realizace ukáže, zdali má smysl tloušťku ještě dále zmenšovat.

Jak již bylo uvedeno výše (v oddílech 1.3.1 a 1.4), existují další parametry, které mohou příznivě ovlivnit rezonanci korpusu. Těmito parametry se pokusím do jisté míry kompenzovat

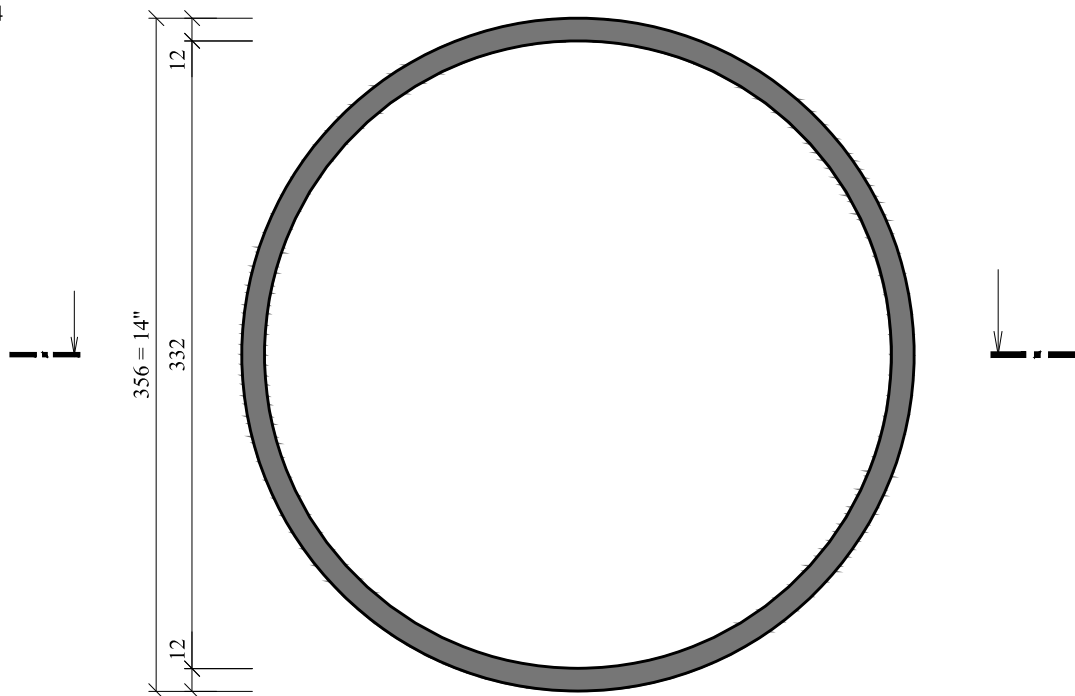
⁹³ Podrobněji popsáno v op. cit. v pozn. č. 42.

⁹⁴ Op. cit. v pozn. č. 42.

sílu stěny korpusu, která je větší, než bývá obvyklé. Jedná se o konstrukci úložných hran, která vychází z požadavků týkajících se betonáže. Navržená geometrie úložných hran je patrna z obrázku (Obr. 18). Rezonanční vlastnosti budou kompenzovány hladkostí povrchu UHPC, o čemž je dále pojednáno v oddíle 2.2.3 Návrh a výroba bednění. Ve prospěch rezonance korpusu hovoří fakt, že do těla korpusu nebudou vrtány žádné otvory pro umístění mechaniky a dalších komponentů. Korpus bude volně usazen do mechaniky *Free Floating System*.

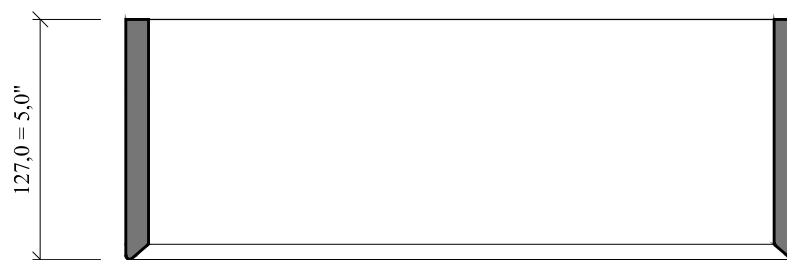
Půdorys

1:4



Řez

1:4



Obr. 19 Schéma korpusu z UHPC, rozměr 14" x 5", měřítko 1:4

2.2.2. Složení materiálu

Pro výrobu korpusu z UHPC bude použita směs s jistými specifikami, které vyplývají z geometrie a z požadavků na výsledný povrch korpusu. Hrubé kamenivo je vzhledem k potřebným vlastnostem UHPC a kvůli celkové tloušťce korpusu zcela odstraněno, drobné

kamenivo bude použito s maximální velikostí zrna 1 mm. Výztužná vlákna rovněž nebudou použita. Příklad možné směsi je uveden v tabulce (Tab. 8).

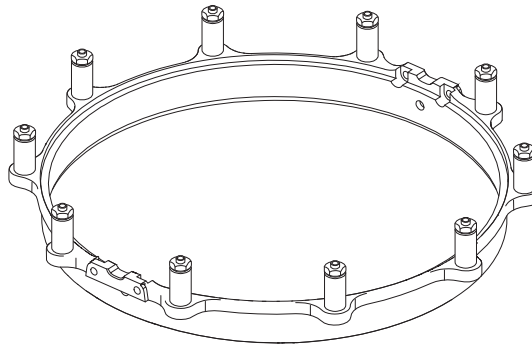
Tab. 8 Složení směsi UHPC⁹⁵

Složky	[kg/m ³]	Hmotnostní %
Portlandský cement	712	30,38
Drobné kamenivo	1020	43,52
Křemičitý úlet	231	9,86
Křemenná moučka	211	9,00
Přísada redukující vodu	30,7	1,31
Urychlovač	30	1,28
Voda	109	4,65

2.2.3. Návrh a výroba bednění

S ohledem na vysoké nároky na přesnost provedení úložných hran korpusu, která je zásadním předpokladem pro přenos vibrací z napnuté blány do korpusu (viz část 1.3.1), je nutné zvolit vhodný způsob výroby úložných hran, resp. celého korpusu. Při snaze eliminovat dodatečné úpravy hotového korpusu je nezbytné navrhnout postup, kdy bude celý korpus vč. úložných hran odlit z UHPC v jednom pracovním kroku. Při betonáži musí být dosaženo potřebné geometrické přesnosti jakožto i dostatečného probetonování všech míst korpusu. Těmto požadavkům musí přesně vyhovovat konstrukce bednění. Z popisu mechanického systému na obrázku (Obr. 17) vyplývá, že korpus je v přímém kontaktu pouze s hrací blánou, kdežto na opačném konci je korpus uložen do ocelového rámu, od kterého je izolován cca 2 milimetry silnou vrstvou plstěné izolace. Detailnější schéma rámu je uvedeno na obrázku (Obr. 20). Tento způsob uložení korpusu může zásadním způsobem zjednodušit konstrukci bednění a také samotný proces výroby. Dostačuje tím pádem odlít korpus pouze s jednou úložnou hranou, zatímco druhý okraj může být přímo zarovnan. Betonáž korpusu bude probíhat opačně, než je jeho finální orientace korpusu. Úložná hrana bude ve spodní části formy.

⁹⁵ Sestaveno na základě: TICHÝ, Jan et al. *Metodika 3: metodika pro výrobu prvků z UHPC a pro kontrolu jejich provedení*. Kloknerův ústav, ČVUT v Praze, 2015, 45 s., s. 4.



Obr. 20 Ocelový rám pro umístění korpusu⁹⁶

Návrh bednění musí reflektovat specifické chování materiálu UHPC jako je např. smršťování⁹⁷, ke kterému dochází již několik hodin po betonáži. To znamená v okamžiku, kdy je tuhnoucí směs v bednění. Vzhledem k malé tloušťce stěny korpusu by při betonáži do pevného a tuhého bednění vzniklo riziko potrhání korpusu. Vznik trhlin významnější velikosti může znamenat ovlivnění akustických, mechanických ale i estetických vlastností výsledného korpusu. Proto je pro konstrukci bednění vhodné využít materiál, který umožní případné smrštění korpusu bez vzniku trhlin. Vhodným materiálem může být hmota na bázi gummy, která bude dostatečně tuhá a stabilní, aby stále držela válcovitý tvar korpusu, zároveň ale do určité míry umožní příčné smrštění korpusu. Guma je zároveň vhodná pro vytvoření jemné povrchové úpravy, zvláště v místě úložné hrany, která bude v kontaktu s blánou. Hladký povrch je důležitý z hlediska rezonance korpusu.

K vytvoření výše popsané formy je jednak nutné vymezit prostor pro odlití tzv. negativu, do kterého bude během následného výrobního procesu ukládána čerstvá směs UHPC. Prostor bude vymezen dvojicí dřevěných dutých válců⁹⁸, které budou položeny na vodorovnou podložku. Následně bude zhotoven tzv. pozitiv, který bude tvarově shodný s výsledným korpusem. Pozitiv bude vyroben jako dřevěný korpus pomocí technologie CNC řezání. Tento korpus bude tvarově shodný s finálním korpusem. Na pozitiv pro výrobu formy nejsou kladeny nároky z hlediska akustiky. Zásadním požadavkem je však přesnost zpracování, zvláště v místech úložných hran. Korpus – pozitiv bude upevněn do prostoru mezi dva válce. Schéma a popis jednotlivých součástí potřebných pro výrobu formy je uveden na obrázku (Obr. 21). Na obrázku

⁹⁶ Schéma převzato a upraveno z: op. cit. v pozn. č. 46.

⁹⁷ Podle oddílu 2.1.2 existují efektivní metody, jak eliminovat smršťování UHPC. Vzhledem k poměrně specifické aplikaci se uplatnění těchto postupů nepředpokládá, alespoň nikoli na samém počátku vývoje.

⁹⁸ Lze použít např. dva dřevěné korpusy tom-tomů průměru 12" a 16".



Obr. 22 Prostorové znázornění výroby bednění/formy

2.2.4. Postup výroby⁹⁹

Se zhotovenou formou může začít výroba korpusu. Nejprve bude připravena bednicí forma. V případě opakovaného použití je třeba formu řádně zbavit veškerých zbytků ztvrdlého betonu a nečistot z předchozí výroby. Kvůli snazšímu vyjmutí odlitku z formy bude nanesen odbedňovací prostředek – olej. V závislosti na tuhosti formy může být nutné zajistit formu proti zdeformování tíhou směsi čerstvého UHPC. Vzhledem k faktu, že forma (navržená dle části 2.2.3) umožňuje odlít korpusů různé výšky, je vhodné odměřovat vzdálenost od vrchní části formy, alt. na stěně formy vyznačit rysky odpovídající dané výšce odlévaného korpusu.

Příprava směsi čerstvého UHPC vyžaduje velkou dávku přesnosti a měla by být prováděna zkušenou osobou v adekvátních podmínkách. Pozornost musí být věnována podmínkám, ve kterých jsou skladovány suroviny. Vlastnosti čerstvého i výsledného UHPC jsou silně odvislé od přesnosti dávkování jednotlivých složek¹⁰⁰, vlastností složek a zvládnutého procesu míchání, které musí být přesně načasováno. Na korpus z UHPC jsou kladeny vysoké požadavky z hlediska struktury povrchu. Nejen v těchto zásadách je rozdíl oproti přípravě běžného betonu, na jehož přípravu nejsou kladeny tak vysoké požadavky.

Čerstvá směs UHPC má velmi řídkou konzistenci a do formy korpusu ji lze jednoduše nalít. Uložení čerstvého UHPC by mělo probíhat bezprostředně po míchání, uvádí se do 90 minut od

⁹⁹ Shrnutí na základě: op. cit. v pozn. č. 95, s. 6–7 a 12–13.

¹⁰⁰ Složky jsou dávkovány s přesností na ± 1 %.

kontaktu cementu s vodou. Vzhledem ke složení UHPC (viz oddíl 2.2.2) s absencí výztužných vláken je v omezené míře vhodné provést vibrování formy, které usnadní únik vzduchu ze směsi a které tím pádem napomáhá výsledné struktuře povrchu korpusu. Povrch spodní hrany korpusu, který není bedněný, musí být dokonale rovně vyhlazen, aby byl zajištěn kontakt korpusu s ocelovým rámem. Po betonáži musí být zajištěny stabilní podmínky a dle potřeby musí být korpus náležitě ošetřován.



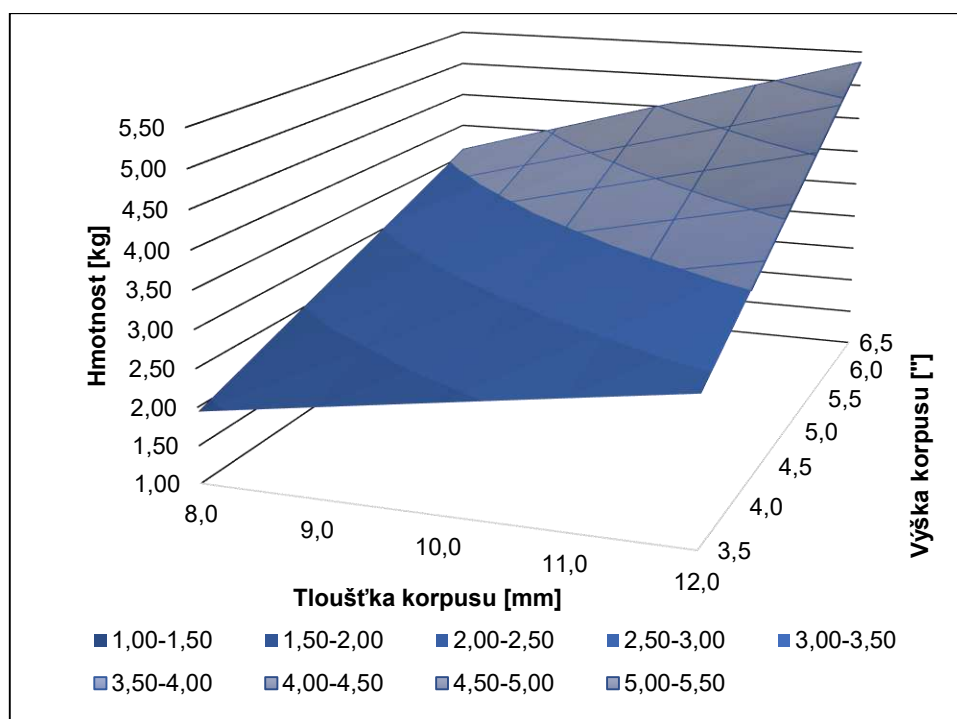
Obr. 23 Vizualizace dokončeného korpusu z UHPC

Po vyjmutí UHPC korpusu z formy jsou překontrolovány hrany a velmi jemné nepřesnosti mohou být upraveny pomocí k tomu určených nástrojů. Po očištění korpusu může být sestaven kompletní malý buben. Vzhledem k využití mechanice *Free Floating System* se jedná především o usazení korpusu do kovového rámu a o správnou volbu výškových tyček (viz Obr. 17). Po usazení hrací blány na korpus následuje ladění bubnu a poté je buben připraven.

2.3. Vlastnosti malých bubnů vyrobených z materiálu UHPC

Jedním z nejvíce hodnocených parametrů malého bubnu z UHPC je vlastní hmotnost korpusu. Objemová hmotnost UHPC (viz 2.1.2) je přibližně čtyřnásobná oproti objemové hmotnosti dřeva, čemuž odpovídá celková váha korpusu. Vzájemný vztah mezi výškou, silou stěny a celkovou hmotností nabízí obrázek (Obr. 24). Pro korpus malého bubnu s rozměry 14"x5" a stěnou tloušťky 12 mm je výsledná hmotnost 4,113 kg. Nutno podotknout, že se jedná pouze o hmotnost korpusu, ke které se dále přičítá hmotnost obou blan, struníku a především mechaniky.

Po zvukové stránce lze předpokládat, že buben bude mít po dokončení akustické vlastnosti, které vyplní pomyslnou mezeru mezi vlastnostmi bubnů zhotovených z oceli a ze dřeva. Dle již vyrobených nástrojů, které se svými materiálovými vlastnostmi nejvíce blíží nástrojům s korpusem z UHPC¹⁰¹, lze odhadnout některé zvukové vlastnosti. Dle zmíněných zkušeností je očekáván sušší zvuk s nadprůměrnou hlasitostí. Tyto vlastnosti je však možné (alespoň do určité míry) ovlivnit volbou a úpravou celé řady parametrů, které byly popsány v rámci kapitol této práce. Pro funkční výsledek v podobě hotového malého bubnu se taktéž přepokládá všeobecné zvládnutí výroby z technologického hlediska.



Obr. 24 Hmotnost korpusu z UHPC průměru 14" podle výšky a tloušťky korpusu

¹⁰¹ Viz op. cit. v pozn. č. 68.

3. Hodnocení vlastností bicích nástrojů

V této kapitole jsou shrnuty některé způsoby zkoušení vlastností bicích nástrojů, resp. jejich dílčích komponentů, a možnosti jejich vzájemného srovnávání. Dále jsou popsány bicí nástroje určené k porovnání, parametry těchto nástrojů, které mají vliv na mechanické a akustické vlastnosti. Tato kapitola je zde zařazena především kvůli uvedení vybraných veličin, které popisují objektivní vlastnosti materiálů a také nástrojů jako celku. Díky následné analýze vybraných parametrů a vyhodnocení jejich vlivu na zvuk nástroje, bude možné dále upravovat návrh korpusu z UHPC a v ideálním případě tak dosáhnout co nejlepších akustických vlastností malého bubnu.

3.1. Porovnávané parametry malých bubnů

Bicími nástroji určenými ke srovnání jsou v rámci této práce malé bubny. Hlavním zájmovým komponentem je korpus malého bubnu a materiál pro jeho výrobu. Zároveň je však možné posuzovat další části, které mohou zásadně ovlivňovat zvuk bubnu (viz 1.3 a 1.4). V rámci srovnávání jednotlivých bubnů se jeví jako vhodný postup měnit pouze jeden parametr (např. materiál nebo jeden z rozměrů) a sledovat vliv změny na vybranou veličinu (např. hmotnost, frekvenci). Počet různých kombinací K při srovnávání n počtu parametrů je určen vztahem (3.1). Přehled některých parametrů a jejich vzájemné kombinace ukazuje tabulka (Tab. 9). Je patrné, že reálně není možné vytvořit všechny tyto kombinace.

Tab. 9 Kombinace při srovnávání komponentů malých bubnů

	materiál korpusu	tloušťka stěny korpusu	výška korpusu	materiál ráfků	materiál struníku
materiál korpusu	•	•	•	•	•
tloušťka stěny korpusu	•	•	•	•	•
výška korpusu	•	•	•	•	•
materiál ráfků	•	•	•	•	•
materiál struníku	•	•	•	•	•

$$K = (n - 1)! = (5 - 1)! = 10, \quad (3.1)$$

Konstrukce navrhovaného malého bubnu, která je popsána v rámci oddílu 2.2.1, umožňuje výměnu korpusu nástroje, zatímco všechny ostatní komponenty zůstávají neměnné. Vzhledem k široké paletě dostupných materiálů se nabízí mnoho vzájemných kombinací pro srovnání. V tabulce (Tab. 10) jsou uvedena provedení malých bubnů lišící se materiálem a výškou korpusu. Tabulka dále zobrazuje možné kombinace s předpokladem, že se jedná pouze o jeden proměnný parametr. Např. březový korpus může být porovnáván s ocelovým a s korpusem z UHPC, jelikož mají všechny hloubku 3,5".

Tab. 10 Materiálové a rozměrové kombinace při srovnávání malých bubnů¹⁰²

		3,5" stainless steel	5,0" brass	6,5" phosphor bronze	3,5" birch	5,0" maple	6,5" maple/mahogany	3,5" UHPC	5,0" UHPC	6,5" UHPC
stainless steel	3,5"				•			•		
brass	5,0"					•			•	
phosphor bronze	6,5"						•			•
birch	3,5"	•						•		
maple	5,0"		•						•	
maple/mahogany	6,5"			•						•
UHPC	3,5"	•			•					
UHPC	5,0"		•			•				
UHPC	6,5"			•			•			

Pro co nejobektivnější srovnání dvou a více nástrojů, které se liší některým z parametrů popsaných výše, se předpokládá použití shodného způsobu ladění, využití stejných blan, totožný princip uchycení bubnu a dalších.

¹⁰² Informace o rozměrech a materiálech korpusů převzaty z: Free Floating. In: *Pearl: Snares* [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://pearldrums.com/products/snares/free-floating-task/>. Pro srovnání se dále nabízí použít i starší modely korpusů kompatibilních s tímto výrobkem od firmy *Pearl*, které nejsou v aktuálním katalogu a které by rozšířily paletu rozměrů.

3.2. Akustické vlastnosti nástrojů a jejich měření

„Akustická měření hudebních nástrojů mohou absolutizovat pouze obecně interpretovatelné vlastnosti, jako např. závislost velikosti akustického tlaku v definovaném bodě v prostoru v závislosti na frekvenci, nikoliv však jednoznačné přiřazení této závislosti subjektivnímu vjemu, který právě tuto závislost odráží. Měření však mohou absolutizovat rozdíly mezi těmito závislostmi u různých nástrojů a tyto rozdíly pak dávat do souvislosti s obdobnými relativními vztahy mezi odpovídajícími subjektivními vjemy. Obecným smyslem akustických měření hudebních nástrojů je získávání takových objektivních kvantitativních údajů, které mají přímý či nepřímý vztah ke zvukové kvalitě nástrojů v subjektivním slova smyslu.“¹⁰³

Každému akustickému zdroji (v tomto případě hudebnímu nástroji) náleží soubor akustických vlastností, které lze definovat různými způsoby měření. V následujících oddílech jsou uvedeny některé charakteristiky hudebních nástrojů, které lze měřit u malých bubnů. Tyto charakteristiky se mohou stát předmětem dalšího srovnávání nástrojů. Kromě níže uvedených postupů analýzy vlastností bubnů nelze opomenout ten z nejjednodušších způsobů subjektivního hodnocení zvukové kvality, a to poslech hudebního nástroje. Dalším důležitým aspektem je, zdali poslech probíhá z pozice hráče, nebo z pozice posluchače. S hodnocením zvukové kvality nástrojů na základě poslechu úzce souvisí předchozí zvukové zkušenosti a v neposlední řadě také paměť posluchače.

3.2.1. Směrovost vyzařování hudebních nástrojů¹⁰⁴

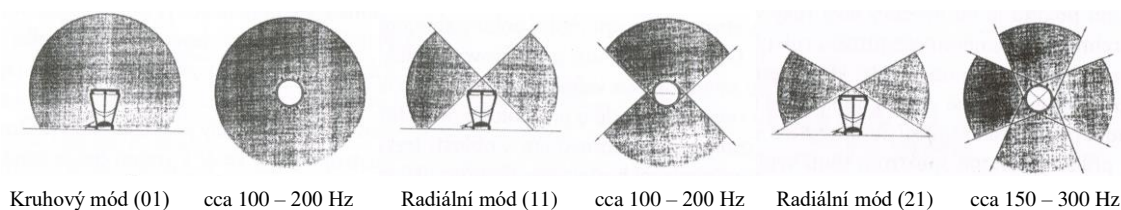
Směrovost vyzařování je jednou ze základních vlastností každého akustického zdroje - hudebního nástroje. Směrové vyzařovací charakteristiky definují rozložení akustického pole v prostoru okolo hudebního nástroje v závislosti na frekvenci. „Zvuky vytvářené přirozeným zdrojem hudebního zvuku [...] jsou vlivem omezených motorických schopností člověka [...] jen obtížně opakovatelné. Protože zvuky vytvářené umělým buzením hudebního nástroje, které může být dlouhodobě stabilní, jsou často svým charakterem velmi odlišné od skutečných a též proto, že vliv postavy a držení nástroje jsou jen obtížně napodobitelné, není možné v těchto situacích k popisu frekvenčně-směrového vyzařování použít jeden mikrofon postupně

¹⁰³ Viz op. cit. v pozn. č. 49, s. 366.

¹⁰⁴ Shrnutí na základě: OTČENÁŠEK, Zdeněk, Ondřej MORAVEC, Rudolf JINDRA a Vladimír JAKEŠ. *Popis směrovosti vyzařování hudebních nástrojů*. Praha: Akademie múzických umění v Praze, Hudební fakulta, Zvukové studio, 19 s. a op. cit. v pozn. č. 49, s. 342.

přemísťovaný v prostoru kolem zdroje. K popisu směrovosti u zdroje, jehož zvuk je proměnný v čase, je nezbytné použít simultánní záznam sítí velkého množství mikrofonů, které jsou rozmístěny na vhodně vybraných pozicích.“¹⁰⁵

Směrové charakteristiky jsou zpravidla zaznamenávány v bodech umístěných podél kulové plochy, v jejímž středu je umístěn zdroj. V případě měření v bezodrazové¹⁰⁶ místnosti je možné použít pro umístění mikrofonů ploch jednodušších tvarů a výsledky následně přepočítat. Příklady hlavních směrů vyzařování membrány jsou na obrázku (Obr. 25) s rozlišením jednotlivých módů kmitání blány (kruhový, pro který je charakteristické všesměrné vyzařování, a radiální s charakterem ryze směrovým, který lze ovlivnit změnou napětí blány a způsobem buzení).



Obr. 25 Hlavní směry vyzařování tympánu¹⁰⁷

3.2.2. Módy kmitání¹⁰⁸

Další sledovanou charakteristikou jsou vlastní módy kmitání. Díky pulsnímu elektronickému speckle interferometru (ESPI) je možné porovnávat různé módy kmitání pro mechanické struktury s jedním nebo s více prvky. Proto je zařízení vhodné pro sledování módů malého bubnu, který lze z tohoto pohledu rozdělit na 3 prvky (úderová blána, rezonanční blána a tělo bubnu – korpus). Zařízení ESPI využívající osvětlení laserového světla k zachycení určitého jevu (např. maximální výchylky blány), které je dále rozšířeno na sledování časového vývoje kmitání

¹⁰⁵ OTČENÁŠEK, Zdeněk, Ondřej MORAVEC, Rudolf JINDRA a Vladimír JAKEŠ. *Popis směrovosti vyzařování hudebních nástrojů*. Praha: Akademie múzických umění v Praze, Hudební fakulta, Zvukové studio, s. 1.

¹⁰⁶ Speciálně upravená místnost, kde je minimalizován vliv odražených vln a doba dozvuku je takřka nulová.

¹⁰⁷ Převzato a upraveno na základě: op. cit. v pozn. č. 49, s. 361.

¹⁰⁸ Shrnutí na základě: OTČENÁŠEK, Zdeněk, Ondřej MORAVEC, Pavel DLASK a Martin ŠVEJDA. *Metodika objektivního měření akustických změn při restaurování dřevěných píšťal historických varhan*. Praha: Akademie múzických umění v Praze, Hudební fakulta, Výzkumné centrum MARC, 39 s. a OTČENÁŠEK, Zdeněk. *ESPI animační metoda umožňující při umělém harmonickém buzení porovnání různých módů kmitání pro mechanické struktury jedno i víceprvkové*, Praha: Akademie múzických umění v Praze, Hudební fakulta, Zvukové studio, 10 s.

a to, jak na různých frekvencích, tak na různých částech hudebního nástroje. Tímto způsobem lze vzájemně porovnávat kmitání na různých frekvencích.

Výsledkem bezkontaktního měření je animace, která zachycuje stav kmitání v závislosti na čase. Animace stavů kmitání mj. dovoluje např. i výrobcům hudebních nástrojů, kteří nejsou odborníky na mechanická kmitání, intuitivní pohled na kmitající části nástroje a usnadňuje tak jejich spolupráci při inovativních zásazích do konstrukce nástroje. Proto se jeví tato metoda jako více než vhodná pro porovnání korpusů vyrobených z UHPC s korpusy již běžně vyráběnými. Je tak možné sledovat parametry, které ovlivňují kmitání bubnu. Porovnávat je možné jak samotné materiály, tak pouze samotný UHPC s měnícím se dalším parametrem (např. silou stěny korpusu, u které se předpokládá, že bude mít na kmitání nástroje zásadní vliv), jak již bylo popsáno v oddílu 3.1.

Důležitým aspektem při měření je zajištění opakovatelnosti a neměnnosti buzení nástroje a tak eliminovat lidský faktor. Proto je nutné použít automatické buzení – zařízení, které bude předepsanou silou a v určeném čase rozeznívat nástroj. Módy vlastních kmitů měřené membrány je třeba budit krátkým úderem (pulem). Zařízení umožňuje též analýzu samotného úderu z hlediska časového vývoje. Vzhledem k této možnosti je třeba použít impulsní kladívko, jehož konec bude nahrazen např. paličkou. Palička svým dopadem nesmí poškodit blánu. Síla úderu musí být pouze přiměřená, aby vlastní kmity vybudila, ale nepoškodila blánu.

3.3. Mechanické a fyzikální parametry

V souvislosti se zvukovými vlastnostmi nástroje může být nutné sledovat další mechanické vlastnosti jeho materiálů. Principy měření a vyhodnocování dále jmenovaných veličin sahají mimo rozsah tohoto textu, ale považují za vhodné zmínit jejich důležitost. Příkladem je hmotnost, příp. objemová hmotnost bubnu, resp. jednotlivých komponentů. Vhodným ukazatelem u bubnů s korpusy z UHPC může být poměr hmotnosti korpusu k hmotnosti celého nástroje. Vliv hmotnosti na akustické vlastnosti bubnu je zmíněn v oddílech 1.3.1 a 1.4.

Pro popis některých akustických veličin (např. rychlost šíření zvuku v materiálu) mohou být podstatné další mechanické vlastnosti. Jedná se např. o pevnost materiálu pro různé způsoby namáhání (tah, tlak, smyk, ohyb, kroucení a další), které korespondují s namáháním komponentů nástroje během jeho rozeznívání. Dalšími vlastnostmi mohou být obecně modul

pružnosti, tvrdost materiálu. Pro zjišťování těchto parametrů se používají destruktivní i nedestruktivní metody zkoušení, na základě kterých je předmět během zkoušky buď zničen, nebo je možné ho dále využívat. Napnutí membrány je spojeno především s laděním obou blan s cílem dosáhnout požadovaného zvuku. Napětí blány a jeho měření, resp. výpočet, jsou však důležité z hlediska dalších akustických jevů (frekvence, výchylka membrány, módy kmitání, doba dozvuku, zvukové spektrum a další), které jistě s laděním nástroje úzce souvisí.

Závěr

Bakalářská práce byla věnována problematice materiálů a technologií, které se využívají při výrobě bicích nástrojů. Práce byla blíže zaměřena na materiál *Ultra High Performance Concrete* a na možnosti jeho využití pro výrobu blanzvučných bicích nástrojů. V úvodní části byly shrnuty základní poznatky z oblasti historie a klasifikace bicích nástrojů se zaměřením na membranofony. Navazující oddíly pojednávají o konvenčních materiálech pro jednotlivé komponenty bubnů a o akustických principech bicích nástrojů se zaměřením na vlivy mechanicko-fyzikálních vlastností materiálů a používaných technologií na výsledné zvukové vlastnosti bicích nástrojů.

Cílem práce bylo pojednat o možnostech UHPC jako o materiálu pro výrobu malých bubnů a aplikovat získané poznatky na návrh konstrukce korpusu z tohoto materiálu. Ve druhé kapitole byly nejprve shrnuty vlastnosti UHPC a jeho dosavadní aplikace. Podrobně bylo pojednáno o návrhu geometrie korpusu malého bubnu, se kterým úzce souvisí návrh a výroba formy jakožto způsob výroby celého korpusu. Závěrečná část práce je věnována hodnocení malých bubnů a jejich možnému srovnávání. Zmíněny byly vybrané veličiny, které popisují objektivní akustické vlastnosti materiálů a také nástrojů jako celku.

Za přínos práce lze považovat uplatnění nabytých poznatků o konvenčních materiálech a používaných technologiích pro návrh parametrů korpusu malého bubnu a jeho výrobního postupu. Popsané postupy mohou být dále využity při realizaci nástrojů z materiálu UHPC nebo z materiálů na podobné bázi. Realizace nástroje pomůže zodpovědět základní otázky. Ty se týkají proveditelnosti výroby nástroje, skutečných zvukových kvalit a jeho reálné uplatnitelnosti v praxi. Tyto otázky vyvstaly během teoretické přípravy popsané v této práci. Za předpokladu úspěšné realizace může být dalším přínosem rozšíření zvukové palety bicích nástrojů o zvukové charakteristiky nového materiálu, jehož dosavadní aplikace stojí mimo hudební oblast.

V další fázi řešení problematiky bude nutné optimalizovat geometrii korpusu, což předpokládá minimalizaci tloušťky korpusu a možnou úpravu úložných hran. K tomu může posloužit analýza vybraných parametrů primárně vyrobených exemplářů a vyhodnocení vlivu těchto parametrů na akustické vlastnosti celého nástroje.

Seznamy obrázků a tabulek

Seznam obrázků a ilustrací

Obr. 1 Double Drumming – malý a velký buben obsluhován jedním hráčem	13
Obr. 2 Pedál k velkému bubnu novodobé konstrukce od firmy Ludwig z roku 1909	14
Obr. 3 Bicí souprava z 30. let 20. století vč. čínských tom-tomů	15
Obr. 4 Max Roach a bicí sada typická pro bebop	16
Obr. 5 Provedení úložných hran korpusů	20
Obr. 6 Příklady tvarového řešení úložných hran kovových ohýbaných korpusů	22
Obr. 7 Rám pro vysoušení kůže	24
Obr. 8 Druhy blan živočišného původu	25
Obr. 9 Popis prvků syntetické blány	26
Obr. 10 ocelové ráfky: A – ohýbaný ráfek, B – litý ráfek	27
Obr. 11 Mechanické součásti bubnů	28
Obr. 12 Obecný model hudebního nástroje	30
Obr. 13 Využití obecného modelu hudebního nástroje na příkladu malého bubnu	31
Obr. 14 Znázornění periodického opakování perkusivních impulzů	32
Obr. 15 Malý buben od firmy DW, rozměr 14" x 5,5"	33
Obr. 16 Srovnání prvků z různých materiálů se stejným momentem únosnosti průřezu	37
Obr. 17 Schéma malého bubnu včetně popisu mechanických součástí	39
Obr. 18 Tvar úložných hran korpusu v měřítku 2:1; A. tloušťka 10 mm, B. tloušťka 12 mm	40
Obr. 19 Schéma korpusu z UHPC, rozměr 14" x 5", měřítko 1:4	41
Obr. 20 Ocelový rám pro umístění korpusu	43
Obr. 21 Znázornění výroby formy, měřítko 1:4	44
Obr. 22 Prostorové znázornění výroby bednění/formy	45

Obr. 23 Vizualizace dokončeného korpusu z UHPC	46
Obr. 24 Hmotnost korpusu z UHPC průměru 14" podle výšky a tloušťky korpusu	47
Obr. 25 Hlavní směry vyzařování tympánu	51

Seznam tabulek

Tab. 1: Základní skupiny hudebních nástrojů dle Hornbostela a Sachse.....	17
Tab. 2 Rozšíření Hornbostelovy a Sachsovy klasifikace membranofonů	18
Tab. 3 Klasifikace bicích idiofonů jako rozšíření Hornbostelova a Sachsova systému ...	19
Tab. 4 Přehled dřevin používaných k výrobě korpusů.....	21
Tab. 5 Přehled základních kovů používaných k výrobě korpusů	22
Tab. 6 Přehled některých syntetických materiálů používaných k výrobě korpusů.....	23
Tab. 7 Příklad složení směsí běžného, vysokohodnotného a ultra-vysokohodnotného betonu.....	35
Tab. 8 Složení směsi UHPC.....	42
Tab. 9 Kombinace při srovnávání komponentů malých bubnů	48
Tab. 10 Materiálové a rozměrové kombinace při srovnávání malých bubnů	49

Bibliografie

Tištěné zdroje

BUCK, Jonathan J., David L. MCDOWELL a Min ZHOU. Effect of microstructure on load-carrying and energy-dissipation capacities of UHPC. *Cement and Concrete Research*. 2013, **43**, s. 34–50.

DE LARRARD, François a T. SEDRAN. Optimization of ultra-high-performance concrete by the use of a packing model. *Cement and Concrete Research*. 1994, **24**(6), s. 997–1009.

DE LARRARD, François a Thierry SEDRAN. Mixture-proportioning of high-performance concrete. *Cement and Concrete Research*. 2002, **32**(11), s. 1699–1704.

DEAN, Matt. *The Drum: A History*. Lanham, Md.: Scarecrow Press, 2012, 472 s. ISBN 08-108-8170-5.

GRAYBEAL, Benjamin A a J. L. HARTMAN. Ultra-high performance concrete material properties. In: *Conference: Transportation Research Board 2003*. Washington, D. C., 2003, s. 1–8.

HARDY, Howard C. a James E. ANCELL. Comparison of the Acoustical Performance of Calfskin and Plastic Drumheads. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1961, **33**(10), 1391–1395. DOI: 10.1121/1.1908449. ISSN 0001-4966.

KOLÍSKO, Jiří et al. *Metodika 1: Metodika pro návrh UHPC a pro materiállové zkoušky*. Kloknerův ústav, ČVUT v Praze, 2015, 32 s.

KURFÜRST, Pavel. *Hudební nástroje*. Praha: Togga, 2002, 1176 s. ISBN 80-902-9121-X.

MASON, Bernard S. *Drums Tom Toms Rattles: Primitive Percussion Instruments for Modern Use*. New York: A.S. Barnes & Company, 1938, 216 s.

MODR, Antonín. *Hudební nástroje*. 9. vyd., (V Editio Bärenreiter Praha 1.). Praha: Editio Bärenreiter Praha, 2002. ISBN 978-80-86385-12-9.

OBATA, Jûichi a Takehiko TESIMA. Experimental Studies on the Sound and Vibration of Drum. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1935, **6**(4), 267–273. DOI: 10.1121/1.1915746. ISSN 0001-4966.

OTČENÁŠEK, Zdeněk, Ondřej MORAVEC, Pavel DLASK a Martin ŠVEJDA. *Metodika objektivního měření akustických změn při restaurování dřevěných píšťal historických varhan*. Praha: Akademie múzických umění v Praze, Hudební fakulta, Výzkumné centrum MARC, 39 s.

OTČENÁŠEK, Zdeněk, Ondřej MORAVEC, Rudolf JINDRA a Vladimír JAKEŠ. *Popis směřovosti vyzařování hudebních nástrojů*. Praha: Akademie múzických umění v Praze, Hudební fakulta, Zvukové studio, 19 s.

OTČENÁŠEK, Zdeněk. *ESPI animační metoda umožňující při umělém harmonickém buzení porovnání různých módů kmitání pro mechanické struktury jedno i víceprvkové*, Praha: Akademie múzických umění v Praze, Hudební fakulta, Zvukové studio, 10 s.

QIAN, C. X. a P. STROEVEN. Development of hybrid polypropylene-steel fibre-reinforced concrete. *Cement and Concrete Research*. 2000, **30**(1), s. 63–69.

RAHDALL, R. B. *Frequency Analysis*. 3. vyd. Naerum: Bruel & Kjaer, 1993, 343 s. ISBN 87-873-5507-8.

RICHARD, Pierre a Marcel CHEYREZY. Composition of reactive powder concretes. *Cement and Concrete Research*. 1995, **25**(7), s. 1501–1511.

ROSS, Robert J. *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*. Madison, WI: U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010, 509 s. Centennial Edition. ISBN 978-1484859704.

ROSSING, Thomas D. Acoustical behavior of a bass drum. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1987, **82**(S1), S69–S69. DOI: 10.1121/1.2024940. ISSN 0001-4966.

ROSSING, Thomas D. Acoustics of Drums. *Physics Today*. 1992, **45**(3), 40–47. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.881333>.

ROSSING, Thomas D., Ingolf BORK, Huan ZHAO a Dell O. FYSTROM. Acoustics of snare drums. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1992, **92**(1), 84–94. DOI: 10.1121/1.404080. ISSN 0001-4966.

SACHS, Curt. *The history of musical instruments*. Mineola, N. Y.: Dover Publications, 2006. ISBN 04-864-5265-4.

SHI, Caijun, Zemei WU, Jianfan XIAO, Dehui WANG, Zhengyu HUANG a Zhi FANG. A review on ultra high performance concrete: Part I. Raw materials and mixture design. In: *Construction and Building Materials*. 2015, **101**, s. 741–751.

SPASOJEVIC, Ana. *Structural implications of ultra-high performance fiber reinforced concrete in bridge design*. Lausanne, 2008. Disertační práce. École polytechnique fédérale de Lausanne.

SYROVÝ, Václav. *Hudební akustika*. Praha: Akademie múzických umění, 2003. Akustická knihovna (Akademie múzických umění v Praze. Hudební fakulta. Zvukové studio). ISBN 80-733-1901-2.

ŠEBESTÍK, Bohdan. *Postupy při výrobě bicích nástrojů firmy Hanuš & Heřt*. Brno, 2001. Diplomová práce. JAMU v Brně.

THIBAUX, Thierry. UHPFRC prestressed beams as an alternative to composite steel-concrete decks: The example of Pinel Bridge (France). In: *Tailor Made Concrete Structures: New Solutions for our Society*. 1. London: CRC Press, 2008, s. 1077–1083. ISBN 978-0415475358.

TICHÝ, Jan et al. *Metodika 3: metodika pro výrobu prvků z UHPC a pro kontrolu jejich provedení*. Kloknerův ústav, ČVUT v Praze, 2015, 45 s.

WANG, Chong, Changhui YANG, Fang LIU, Chaojun WAN a Xincheng PU. Preparation of Ultra-High Performance Concrete with common technology and materials. *Cement and Concrete Composites*. 2012, **34**(4), s. 538–544.

Elektronické zdroje

AUGUSTYN, Adam. Polyethylene terephthalate. *Encyclopaedia Britannica* [online]. 2018 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/polyethylene-terephthalate>.

AZZARTO, Fran. What You Need to Know About...Drum Shells. *Modern Drummer* [online]. 2011 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <https://www.moderndrummer.com/2015/02/need-know-drum-shells/>.

BLADES, J. et al. Drum. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.51410>.

BROWN, H. a F. PALMER. Aerophone. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.00242>.

BROWN, H. a F. PALMER. Chordophone. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.05673>.

BROWN, H. a F. PALMER. Idiophone. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.50024>.

BROWN, H. a F. PALMER. Membranophone. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.18370>.

BROWN, T. D. Drum set. In: *Grove Music Online* [online]. 2003 [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.J130700>.

Decade Maple and Export Series Setup Manual. In: *Pearl* [online]. 2015 [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: http://www.pearleurope.com/fileadmin/Assembly_Guides/Decade_Export_KitManual_2015_E_.pdf

Drum: The Manufacturing Process. *How Products Are Made: Volume 4* [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <http://www.madehow.com/Volume-4/Drum.html>.

Free Floating. In: *Pearl: Snares* [online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: <https://pearldrums.com/products/snares/free-floating-task/>.

History. *Remo* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <https://remo.com/company/history/>.

HONAJZER, Ivo. Dřevo pro výrobu. *Drumcenter* [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <http://www.drumcenter.cz/view-471.html>.

JARRETT, Dendy. DW Drums Concrete Snare Drum: Concrete ... for real ... In: *Harmony Central* [online]. 2014 [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: <https://www.harmonycentral.com/expert-reviews/expert-review-dws-concrete-snare-drum>.

JOHNSON, Scott. *Prof. Sound's Drum Tuning Bible* [online]. 3. vyd. 2005 [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://circularscience.com/wp-content/uploads/2015/09/Drum-tuning-bible.pdf>.

KERNAN, T. J. Drum set. In: *Grove Music Online* [online]. 2013 [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.A2240738>.

Pearl Drums Spare Parts Catalog. In: *Pearl* [online]. 2016 [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://pearldrums.com/support/spare-parts-catalog/2016-spare-parts-catalog.pdf>.

PERRY, V. A Revolutionary New Material for New Solutions. In: *Association of Professional Engineers and Geoscientists of the Province of Manitoba (APEGM)* [online]. 2006 [cit. 2018-09-13]. Dostupné z: http://www.apegm.mb.ca/pdf/PD_Papers/ductal.pdf.

Roadster Throne 1000 Series Manual. In: *Pearl* [online]. 2015 [cit. 2019-04-18]. Dostupné z: http://www.pearleurope.com/fileadmin/Assembly_Guides/D-1000_manual.pdf.

Ultra vysokohodnotný beton (UHPC). In: *eBeton: Slovník pojmů* [online]. [cit. 2019-04-13]. Dostupné z: <http://www.ebeton.cz/pojmy/ultra-vysokohodnotny-beton-uhpc>.

WACHSMANN, K., M. KARTOMI, E. HORNBOSTEL a C. SACHS. Instruments, classification of. In: *Grove Music Online* [online]. 2001 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.13818>.

What You Need to Know About... Bearing Edges. *Modern Drummer* [online]. 2013 [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://www.moderndrummer.com/2014/12/need-know-bearing-edges/>.

Obrázky

Collector's Series® Concrete Snare. In: *DW Drums: Snares* [online]. [cit. 2019-04-26].
Dostupné z: <http://www.dwdrums.com/images/snares/coll-stone.jpg>.

GLASS, Daniel. A demonstration of Double Drumming. In: *Vic Firth: History* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: http://www.vicfirth.com/drumset-history/TL_img/02.jpg.

GLASS, Daniel. Original Ludwig pedal. In: *Vic Firth: History* [online]. [cit. 2019-04-27].
Dostupné z: http://www.vicfirth.com/drumset-history/TL_img/10.jpg.

Know-How Is The Difference In Drumheads. In: *Remo* [online]. [cit. 2019-04-25]. Dostupné
z: <http://remo-production.s3.amazonaws.com/media/experience/2016-03-01/12bada1d-666c-4f71-b2d1-d98203010f87.jpg>.

Ludwig Calf Skin Head. In: *Reverb* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné
z: https://images.reverb.com/image/upload/s--PapJ9cnT--/f_auto,t_large/v1548874860/uz8xplxslr8m3otqj5vi.jpg.

Max Roach. In: *Drummerworld: Drummers: Max Roach* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné
z: <http://www.drummerworld.com/drummerworld/maxroach550kjggsdd.jpg>.

Polliacks Medium Wooden Hand Drum. In: *Polliacks Music* [online]. [cit. 2019-04-24].
Dostupné z: <https://www.polliacks.co.za/percussion/43-polliacks-medium-wooden-hand-drum.html>.

ROGERS, Tracey. Build Your Own Frame Drum. In: *White Feather* [online]. [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: <http://whitefeatherarts.com/wp-content/uploads/2016/09/drum-making.jpg>.