
Amplifikace akordeonu:
výzkum a konstrukce
vnitřního mikrofonního systému



Roman Zabelov

*Amplification of accordion:
research and construction
of inner microphone system*

Abstract: This article focuses on the research that allowed the design and construction of a new internal microphone system for live production. The first part was based on trying as many different possible ways of internal picking up of the accordion sound as possible, comparing them and choosing the most suitable one.

The second part deals with finding the optimum number of microphones for both sides of the instrument and the final construction of the internal microphone system for the accordion.

Our goal was to get a mono signal within one hand. We have achieved the natural color of the instrument and at the same time we have opened several original and unconventional ways to picking up the accordion sound.

Keywords: amplification of accordion, inner microphone system for accordion

Úvod

Text, který právě čtete, se rodil v atmosféře neustálého hledání a je dosavadním souhrnem všech mých myšlenek týkajících se oblasti amplifikace akordeonu a obecně kontextu obohacení zvuku akordeonu.

Konstrukce akordeonu je poměrně dost komplikovaná. Akordeon je nástroj, který spadá do skupiny aerofonů. Pohybem měchů hráč vytváří vzduchový proud, který rozechvívá kovové jazýčky uvnitř nástroje. Zdroj zvuku je tedy lokalizován vždy v místě, kde se konkrétní jazýček(-čky) nachází. Zmáčknutím jednoho nebo více knoflíků hráč otevírá otvor, přes který výsledná akustická energie vyzařuje ven. Vzhledem k tomu, že na diskantové části nástroje se otvory nacházejí hned pod krytem, je cesta zvuku ven téměř prosta odrazů. Naopak u basové části nástroje jsou otvory umístěny uvnitř skříně mechaniky, což výslednou cestu zvuku ven prodlužuje.

Pro lepší představu uvedu konkrétní model nástroje, na kterém jsme prováděli všechny experimenty. Jedná se o moskevský bajan „Yupiter“, rok výroby je znám jen orientačně (2001–2003). „Yupiter“ je jednou z nejproslulejších akordeonových značek na světě. Mechanika tohoto nástroje je kovová.

Ve srovnání s ostatními nástroji je, dle mého názoru a zkušeností, relativně nesnadné akordeon snímat mikrofony. Jako aktivní hráč jsem prošel cestu od statických mikrofonů na stojanu přes mikrofony uchycené na těle nástroje až nakonec po mikrofony umístěné uvnitř nástroje, během níž jsem si uvědomil, že každý způsob snímání má svá pozitiva a negativa.¹ Mým cílem je najít optimální řešení pro vlastní tvůrčí aplikace. Je zřejmé, že nejpřirozenější barva nástroje se nachází venku, vždy je ale nutné mít na paměti zvukoprostorový a stylový kontext amplifikace.

Můžeme si představit dvě modelové situace během živé produkce: sólová hra a hra v rámci většího seskupení hudebníků. Pokud se jedná o sólovou produkci či o hru převážně pravou rukou (diskantová část nástroje) v rámci hudebního tělesa, které nevyžaduje vyšší úroveň hlasitosti zvuku, je situace poměrně jednoduchá. Národným příkladem může být světově známý francouzský akordeonista, skladatel a bandoneonista Richard Galliano.² Pro amplifikaci svého akordeonu používá stereofonní dvojici mikrofonů na stojanu. Aby usnadnil akustickou cestu zvuku, otevírá si kryt části obsluhované pravou rukou. Tím získává jeho nástroj lehkou, svébytnou a živou barvu. Pohybem a proměnou vzdálenosti mezi hráčem a mikrofonem vznikají pozoruhodné zvukové barvy. Výše zmíněný příklad nelze použít v kontextu např. rockové hudby. Z důvodu velké hlasitosti by docházelo k přeslechu, tj. snímání okolí akordeonu. V horším případě ke zpětné vazbě, která zase nedovolí nastavit

¹ Podrobnější popis jednotlivých typů mnou užívaných mikrofonů a způsobů snímání viz Raman Zabelou. *Využití amplifikovaného akordeonu v soudobé hudbě*. Bakalářská práce. Praha: Akademie múzických umění v Praze, Hudební a taneční fakulta, 2017.

² Jacques Aboucaya – Gary W. Kennedy. „Galliano, Richard“ [online]. *Grove Music Online*. 2003 [cit. 8. 12. 2019]. Dostupné z: <http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/J572900>.

optimální úroveň odposlechu. Proto se v takových situacích většinou využívají mikrofony umístěné uvnitř nástroje. Tím je zabezpečena izolace od okolí a vyšší úroveň vstupního signálu.³ Znovu tedy zdůrazňuji, že v mém výzkumu nejde o hledání přirozeného zvuku akordeonu, ale o řešení vnitřního způsobu snímání vyhovující mé vlastní tvůrčí estetice.

Jiným řešením může být využití MIDI akordeonu, avšak za cenu ztráty specifické zvukové kvality nástroje. Zásadní pro mě bylo vždy pracovat s akustickým nástrojem a zároveň se vyrovnat zvuku ostatních nástrojů.

V poslední době se vnitřní mikrofonní systémy pro akordeon objevují na trhu stále častěji. Zde uvádím několik příkladů seřazených dle popularity:

Musictech⁴ systém (MT-04N) a systém (MT-05-DN)

Limex⁵ systém (Micro Professional 4)

Totter – midi⁶ systém (TM-3-ACOUSTIC)

Acoustas⁷ systém (AMx11HD)

Nalbantov Electronics⁸ systém (Nalbantov AMP 6S)

Nejzásadnějším problémem většiny systémů jsou v nich zabudované mikrofony. Je s podivem, že většina firem vyrábějících mikrofonní systémy pro akordeon neuvádí specifikace použitých mikrofonů.⁹ V rámci své bakalářské práce jsem měl možnost prozkoumat a proměřit systém (TM-3-ACOUSTIC) od slovinské společnosti Totter-midi. Ještě než jsme započali výzkum, porovnali jsme mikrofonní vložky s běžně dostupnými produkty. Tak jsme zjistili, že se jedná o zcela obyčejné, nejlevnější mikrofonní vložky na trhu. Přesněji jde o vložky, které se běžně využívají např. v mobilních telefonech. Další nedokonalost těchto systémů spočívá v absenci konstrukčního řešení, které by zabráňovalo přenosu nežádoucích vibrací nástroje na mikrofonní lištu (jako je tomu např. u odpruženého držáku shock-mount u studiových mikrofonů). Také postrádám možnost vlastního nastavení rozestupu mezi jednotlivými mikrofony. Většinou mají tyto mikrofonní systémy jeden stereofonní výstup ve formě konektoru typu jack 6,3mm. Pohyb měchů ovlivňuje stabilitu konektoru tohoto typu, a může tak docházet k nežádoucímu praskání.

³ R. Zabelau. *Využití amplifikovaného akordeonu v soudobé hudbě*, s. 6

⁴ Firemní stránka *Musictech: Technology for music – Italy* [online]. [cit. 29. 8. 2019]. Dostupné z: <http://www.musictech-midi.it>.

⁵ Firemní stránka *Limex Microphone professional 4* [online]. [cit. 29. 8. 2019]. Dostupné z: <https://www.limex.eu>.

⁶ Firemní stránka *Totter Midi* [online]. [cit. 29. 8. 2019]. Dostupné z: <http://www.muzikant.si/index.html>.

⁷ Firemní stránka *Acoustas* [online]. [cit. 29. 8. 2019]. Dostupné z: <http://acoustas.com/about-us/>.

⁸ Firemní stránka *Nalbantov Electronics* [online]. [cit. 29. 9. 2019]. Dostupné z: <http://n-electronics.com>.

⁹ Důvodem může být ochrana výrobního tajemství, ale za pravděpodobnější považuji skutečný poměr výrobní a prodejní ceny produktu.

Na základě výzkumu shrnutého v mé bakalářské práci *Využití amplifikovaného akordeonu v soudobé hudbě*¹⁰ jsem dospěl k názoru, že není jiná možnost než si zkonstruovat vlastní mikrofonní systém. Mým cílem byl takový systém, který co možná nejvěrněji zesílí a předá přirozenou akustickou barvu akordeonu, ale zároveň umožní i v případě hlasitého okolí zpracovávat a popřípadě efektovat vnějšími vlivy neovlivněný akustický zvuk akordeonu.

Výzkum

První část výzkumu spočívala v otestování co nejvíce různých možných dostupných způsobů snímání zvuku akordeonu, jejich porovnání a volby toho nejhodnějšího, popřípadě kombinace. Kritéria pro výběr mikrofону byla stanovena takto:

- co nejmenší náchylnost ke zpětné vazbě,
- věrný a přirozený převod signálu a
- velikost potenciální mikrofonní vložky (z důvodů omezeného prostoru uvnitř nástroje).

Ve své bakalářské práci jsem srovnával různé komerčně dostupné vnitřní mikrofonní systémy. Tehdy mě překvapilo, že všechny obsahují kondenzátorové mikrofonní vložky. Pozdější výzkum ukázal, že ani jeden ze zkoumaných systémů nesplňuje výše formulovaná kritéria beze zbytku. Usuzoval jsem, že je to způsobeno nízkou kvalitou mikrofonních vložek a jejich nevhodnou (kulovou) charakteristikou. Zarazilo mě, že ani jeden systém neobsahoval dynamické mikrofonní vložky.¹¹ Proto bylo jedním z hlavních cílů našeho výzkumu vyzkoušení dostupných dynamických mikrofonních vložek, u kterých byl předpoklad, že (oproti kondenzátorovým) budou méně náchylné ke zpětné vazbě. Následně mělo dojít k návrhu a konstrukci vlastního mikrofonního systému pro vnitřní snímání zvuku.

Jako aktivní hráč na akordeon se už léta zabývám snímáním zvuku akordeonu a s přibývajícím praxí vzrůstá i moje povědomí o odlišnostech a specifikách každého jednotlivého způsobu snímání. Někdy je výsledek kvality snímaného zvuku nepředvídatelný a mnohdy se nezvyklá řešení ukazují jako překvapivě dobrá. Amplifikovaný zvuk akordeonu považuji za zvukový artefakt v konkrétním zvukoprostoru a stylu. Je tedy zřejmé, že v různých zvukových kontextech povedou k cíli, který jsem si vytyčil, odlišné cesty.

Všechny vzorky byly nahrávány do programu Avid Pro Tools 12.4, přes převodník Digidesign Digi 003 Rack+, v proměnné počáteční citlivosti (mikrofonní vstup). Kvalita pořízených vzorků byla 24 bit, 44,1 kHz, nenormalizováno, v dílčích případech byla použita úprava úrovně signálu (zisk) s přesnou hodnotou pro srovnání s ostatními vzorky. Poslech a vyhodnocování zpětné vazby na všech vzorcích byly provedeny přes níže zmíněný předzesilovač a aktivní poslechové monitory Yamaha MSP10 (stereo pár). Normovaná vstupní citlivost +4 dB, reproduktory byly umístěny v blízkém poslechovém poli (*near-field*).

¹⁰ R. Zabelau. *Využití amplifikovaného akordeonu v soudobé hudbě*.

¹¹ Nedávno se mi podařilo objevit systém HDSmusic, který využívá dynamické vložky na diskantovou část nástroje.

Vzdálenost monitoru (báze) 130 cm, vzdálenost od posluchače cca 150 cm, vzdálenost od nástroje 150–180 cm. Všechny experimenty byly prováděny ve Studiu elektronického zvuku HAMU.

Zabývali jsme se odděleně diskantovou (tj. pravou) a basovou (tj. levou) částí nástroje. V rámci jedné ruky, bas + diskant, jsme neuvažovali stereofonní přeuspořádání / směřování (*panning*), které by sice bylo možné, ale neodráží běžnou praxi, kdy je žádoucí mít možnost samostatně ovládat každou ruku zvlášť. Pro lepší poslech mixu více mikrofonů byly při experimentech jednotlivé mikrofony rozloženy po celém panoramatu. Ve výsledku ale bude mít každá ruka mono signál. Všechny vyzkoušené varianty snímání zvuku akordeonu se pokusím popsat níže v pořadí, ve kterém reálně probíhaly. Jejich hodnocení je vedeno z pozice mého vlastního subjektivního, estetického hlediska, neboť výsledný produkt je směřován k mé osobní tvůrčí aplikaci a zároveň spektra v blízkém poli nemají žádnou výpovědní hodnotu.

Pokud bych stručně formuloval základní body své estetiky, zajímá mne především hlasité zvukové prostředí a živá produkce. Amplifikací a využíváním nejrůznějších efektů se snažím obohatit přirozenou akustickou barvu akordeonu a zároveň se vyrovnat zvuku ostatních nástrojů. V rámci tělesa Zabelov Group jsem si začal klást otázku: Jak nejlépe izolovat zvuk svého nástroje od okolí? Mým ideálem je získat maximálně čistý zvuk nástroje izolovaný od okolí, který budu moci následně zpracovávat *real-time*.

Experiment č. 1: Piezoelektrický snímač

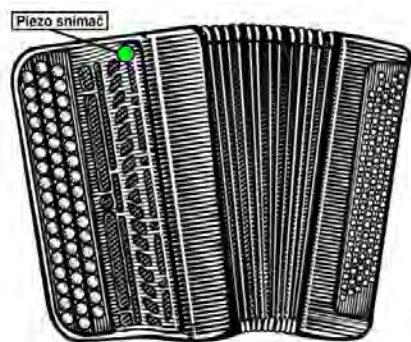
Jelikož akordeon spadá do kategorie aerofonů, byl úvodní experiment snímání vibrací pomocí piezoelektrického snímače považován za okrajový. Na začátku jsme upevnili piezoelektrický snímač¹² na kovový povrch přední části akordeonu, pro lepší představu uvádím nákres a fotografii níže. (*Obr. 1, 2*)

Výsledný zvuk měl spíše bzučivý charakter, s ořezem spodních frekvencí.¹³ Na daném způsobu snímání bylo zajímavé, jak výrazně se sejmulo klapání mechanických částí nástroje. V rámci zvukových možností akordeonu je tento perkusivní projev mimořádným zvukovým efektem. Akordeonový zvuk nemá ve své přirozenosti výrazný attack, zvuk je vždy vytvářen jemným vzduchovým proudem, který rozechvívá kovové jazýčky uvnitř nástroje. Lze si představit, že v určitém hudebním kontextu může tento způsob snímání vést k velmi zajímavému obohacení běžného zvuku nástroje.

Dalším krokem bylo upevnění dvou piezoelektrických snímačů dovnitř akordeonu na dřevěný povrch těla diskantové části, viz obrázky níže. (*Obr. 3, 4*)

¹² Michael Dickreiter. *Mikrofon-Aufnahmetechnik*. Stuttgart–Leipzig: S. Hirzel Verlag, 2003.

¹³ Testovací nahrávka č. 1, 2 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVHhJ3CdrX7VjUZH?ogsrc=32>.



Obr. 1 Umístění piezoelektrických snímačů, nákras

Obr. 2 Umístění piezoelektrických snímačů na diskantové části akordeonu, fotografie



Obr. 3 Umístění piezoelektrických snímačů uvnitř diskantové části nástroje, nákras

Obr. 4 Umístění piezoelektrických snímačů uvnitř diskantové části nástroje, fotografie



Charakter zvuku byl velmi podobný, i když možná o něco méně nazální.¹⁴ Mechanické klapání již nebylo tolik výrazné, zvuk byl o něco čistší. Výškové spektrum snímané piezoelektrickými snímači se později ukázalo v určitém směru jedinečné, protože ani dynamické, ani kondenzátorové mikrofony nedosahují v této frekvenční oblasti takového výsledku. Do budoucna by mohlo být zajímavé uvažovat o piezoelektrických snímačích jako o doplňku k jinému, univerzálnějšímu způsobu.

Experiment č. 2: Dynamická sluchátka do uší

Jelikož je každý reproduktor ve své podstatě zároveň mikrofonom a naopak, zapojili jsme pokusně obyčejná sluchátka („špunty“ do uší) jako mikrofonom, viz foto níže. (Obr. 5, 6)

Kvalitativně nejsou sluchátka, ve srovnání s běžnými mikrofony, tak citlivá, a navíc mají značně nevyrovnanou frekvenční charakteristiku. Chtěli jsme však vyzkoušet dynamické mikrofony a tento typ sluchátek byl první dostupnou a nejlevnější variantou.

Z nahrávky je patrné, že zvuku chybějí vyšší oblasti zvukového spektra, má tudíž spíše středový charakter a poněkud připomíná zvuk za zavřenými dveřmi.¹⁵ Domnívám se, že daný způsob snímání zvuku bezpochyby může fungovat experimentálně jako doplněk ke konvenčním způsobům snímání, avšak v souvislosti s konstrukcí mikrofonního systému nejsou sluchátka vhodným řešením.



Obr. 5 Větší dynamické sluchátko na krytu diskantové části, fotografie



Obr. 6 Menší dynamické sluchátko na krytu diskantové části, fotografie

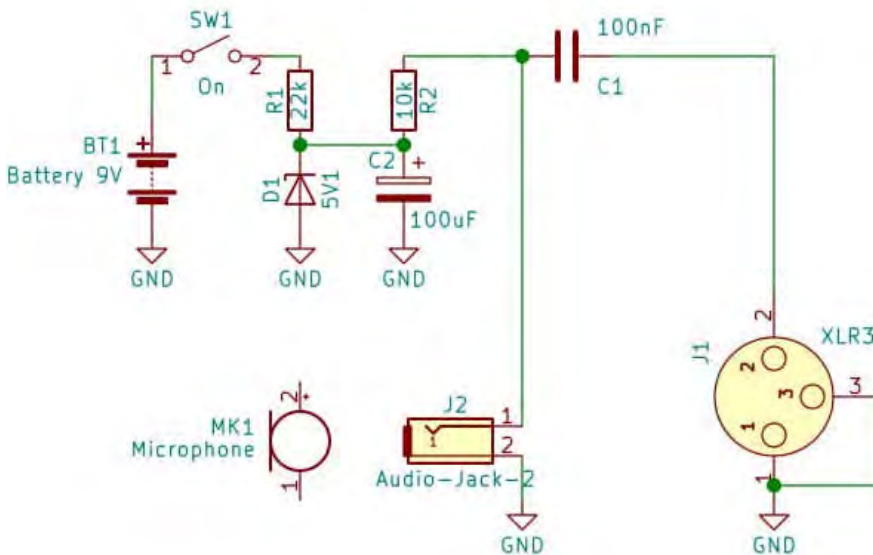
¹⁴ Testovací nahrávka č. 3 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvHhJ3CdrX7VjUUZH?ogsrc=32>.

¹⁵ Testovací nahrávka č. 4, 5 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvHhJ3CdrX7VjUUZH?ogsrc=32>.

Experiment č. 3: Sennheiser ME 2-II¹⁶, kondenzátorový, frekvenční rozsah: 30 Hz – 20 kHz

Malý klopový mikrofon s kulovou charakteristikou určený pro snímání lidského hlasu a hudebních nástrojů.

Tento experiment představoval v dosavadním průběhu výzkumu první velké překvapení. Mikrofony se projevily jako velmi kvalitní výrobek. Jimi sejmутý zvuk působí neočekávaně plně. Obsahuje krásné, silné basy, stejně jako středy a výšky. Zvuk z nahrávky připomíná reálný, přirozený akustický zvuk akordeonu.¹⁷ Zkouška zpětné vazby proběhla podobně úspěšně, náchylnost byla relativně malá. Akordeon byl nasměrován přímo na reproduktory, a i když zněl relativně nahlas, žádná vazba se neprojevila. Ozvala se až v extrémní hlasitosti, což znovu potvrdilo kvalitu mikrofonu **Sennheiser ME 2-II**. Na fotografiích je vidět schéma speciálně vyrobeného napáječe elektretového mikrofonu, umístění mikrofonu a zdroj napájení. (Obr. 7–11)¹⁸



Obr. 7 Schéma napáječe. Autor M. Guštar

¹⁶ „ME 2-II“ [online]. *Sennheiser.com* [cit. 22. 2. 2019]. Dostupné z: <https://en-us.sennheiser.com/mini-lavalier-microphone-clip-on-live-speech-vocals-instrument-miking-me-2>.

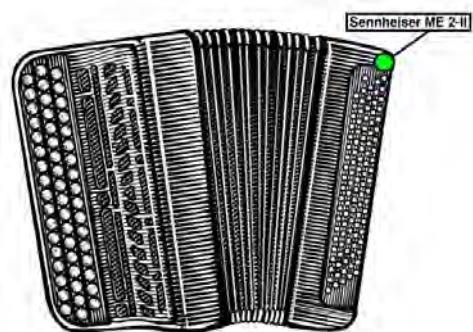
¹⁷ Testovací nahrávka č. 6–10 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVhHj3CdrX7VjUuzH?ogsrc=32>.

¹⁸ Zenerova dioda D1 spolu s odporem R1 stabilizuje napětí na cca 5 V, které je filtrováno kondenzátorem C2. Mikrofon je napájen přes odpor R2. Proměnný odběr mikrofonu vytváří na R2 změny napětí (výstupní signál). Kondenzátor C1 odděluje střídavou složku signálu přiváděného na výstupní konektor.



Obr. 8 Sennheiser ME 2-II na krytu diskantové části, fotografie

Obr. 9 Zdroj napájení, fotografie



Obr. 10 Sennheiser ME 2-II nahoře na basové části nástroje, nákres

Obr. 11 Sennheiser ME 2-II nahoře na basové části nástroje, fotografie



Experiment č. 4:

Sennheiser ME 4-N,¹⁹ kondenzátorový, frekvenční rozsah: 50 Hz – 18 kHz

Klopový mikrofon s kardioidní charakteristikou. Díky směrovosti je vhodný pro snímání (záznam) řeči jedné osoby nebo konkrétního nástroje v hlučném prostředí. Na zkoušku jsme mikrofon nainstalovali zevnitř krytu diskantové části a k mechanice na krytu basové části, viz obrázky níže. (Obr. 12, 13)



Obr. 12 Sennheiser ME 4-N na krytu diskantové části, fotografie



Obr. 13 Sennheiser ME 4-N na krytu basové části, fotografie

¹⁹ „ME 4-N“ [online]. *Sennheiser.com* [cit. 8. 3. 2019]. Dostupné z: <https://en-us.sennheiser.com/mini-lavalier-microphone-clip-on-live-speech-me-4>.

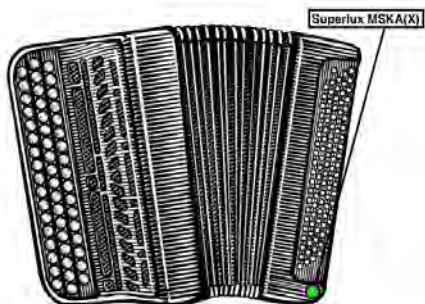
Stejně jako předchozí typ mikrofону **ME 4-N** potřebuje provozní napětí cca 5 V.

Záznam ukázal, že zvukově **ME 4-N** zdatně konkuruje svému předchůdci **ME 2-II**.²⁰ Působí velmi plně, má krásné výšky. Při poslechu si ovšem můžeme povšimnout jednoho podstatného rozdílu, týká se spodního rejstříku. To je bezpochyby dáno rozdílem frekvenčních rozsahů, které zase přímo souvisejí s odlišnou směrovou charakteristikou. Zatímco přenáší mikrofón **ME 2-II** širokou, velmi teplou barvu basu levé ruky, basy levé ruky snímané mikrofónem **ME 4-N** zní o něco chuději, jako by dostatečně nerezonovaly. Co se týče zpětné vazby, projevil se daný typ mikrofónu jako ještě odolnější. Mikrofóny **ME 2-II** a **ME 4-N** umožnily prozatím nejpřesvědčivější a nejvěrohodnější převod akustického signálu na elektrický.

Experiment č. 5:

Superlux MSKA(X)²¹, frekvenční rozsah: 80 Hz – 12 kHz

Dynamický mikrofón se směrovou charakteristikou superkardioida. V zásadě se jedná o jeden z nejběžnějších druhů mikrofónů standardně využívaných pro amplifikaci zpěvu. Velikost mikrofónní vložky je už na hranici možnosti umístění uvnitř nástroje. Asi by bylo těžko možné z nich sestavit celý vnitřní mikrofónní systém pro akordeon, ale v rámci úplnosti našeho výzkumu jsme jej nechtěli opomenout. Nákres a fotografie instalace mikrofónu v basové části nástroje jsou níže. (Obr. 14, 15)



Obr. 14 Superlux MSKA(X) dole uvnitř basové části nástroje, nákres



Obr. 15 Superlux MSKA(X) dole uvnitř basové části nástroje, fotografie

²⁰ Testovací nahrávka č. 11–14 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVhHJ3CdrX7VjUZZH?ogsrc=32>.

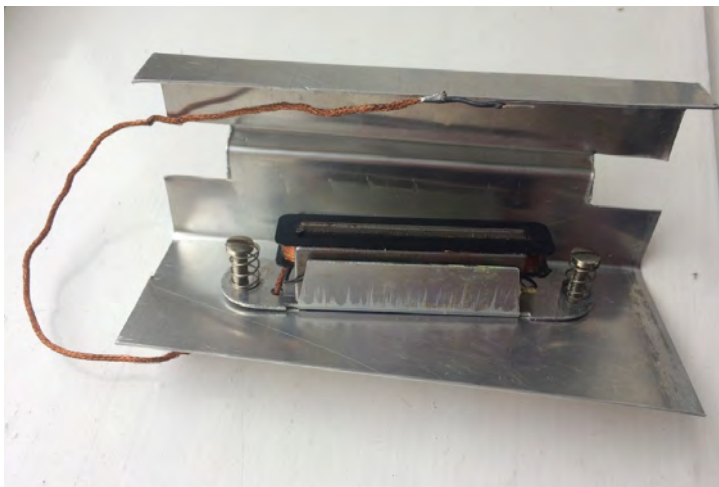
²¹ „SUPERLUX MSKA(X)“ [online]. *Kytary.cz*. [cit. 6. 12. 2016]. Dostupné z: <https://kytary.cz/superlux-mskax/HN157551/>.

Výsledný zvuk nahrávky působí velmi nekvalitně, zvuk je nazální, jakoby pod dekou.²² Chybí jiskřivější výšky a celkově je zvuk spektrálně velmi nevyrovnaný. Dynamické mikrofony se obecně využívají v takových situacích, kdy se vyžaduje odolnost vůči zpětné vazbě. Bohužel přišlo zklamání. Experiment dopadl neuspokojivě. Ve srovnání s mikrofony **Sennheiser ME 2-II** a **ME 4-N** se dynamický mikrofon **Superlux MSKA(X)** dostal do zpětné vazby poměrně rychle, a nastavená kritéria tedy nesplnil.

Experiment č. 6: Basový elektromagnetický snímač Tesla

Během výzkumu jsme přišli na jeden velmi originální způsob snímání zvuku akordeonu. Jelikož zvuk akordeonu vytvářejí chvějící se kovové jazýčky, napadlo nás vyzkoušet, jak se bude chovat klasický kytarový elektromagnetický snímač. Z důvodu absence místa uvnitř nástroje bylo od začátku zřejmé, že nainstalovat snímače na celý rozsah akordeonu jednoduše není možné.²³ Jednalo se ryze o pokus, který ukáže, zda je daný způsob snímání vůbec smysluplný.

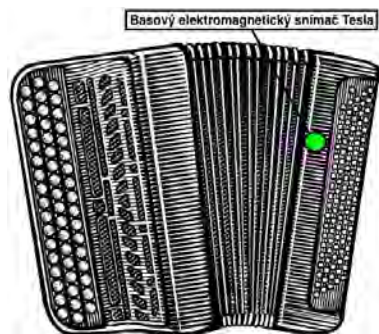
Basový elektromagnetický snímač **Tesla** jsme vymontovali z basové kytary. Pro lepší uchycení uvnitř nástroje jsem navrhnul jednoduchý držák. Fotografie držáku, umístění a nákres viz níže. (Obr. 16–18)



Obr. 16 Basový elektromagnetický snímač **Tesla** + držák, fotografie

²² Testovací nahrávka č. 15–17 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVHhJ3CdrX7VjUJZH?ogsrc=32>.

²³ Museli bychom sestrojili vlastní snímač, který by vyhověl omezeným prostorovým dispozicím nástroje.



Obr. 17 Elektromagnetický snímač Tesla uvnitř basové části nástroje, náčrtek



Obr. 18 Elektromagnetický snímač Tesla uvnitř basové části nástroje, fotografie

Výsledný zvuk má velmi zajímavou barvu.²⁴ Jedná se o přímé snímání mechanických kmitů, což je (pokud vím) u akordeonu zatím zcela neprobádaný přístup. Na jednu stranu spolehlivě určíme jeho akustický zdroj, na druhou stranu se poněkud podobá syntetickému zvuku syntezátoru. Zpětná vazba je v tomto případě zcela vyloučená.

Experiment č. 7: Shure WH20,²⁵ frekvenční rozsah: 50–15000 Hz

Dynamický mikrofon Shure WH20 nás zaujal kardioidní směrovou charakteristikou a malými rozměry. Daný mikrofon je určen přednostně pro amplifikaci mluveného slova. Dalo se tedy očekávat, že spodní frekvenční pásmo bude potlačeno, a naopak vyšší středové bude zdůrazněno, protože má největší podíl na srozumitelnosti řeči. Nás ale nejvíce zajímala odolnost vůči zpětné vazbě. Fotografie uchycení mikrofonu a náčrty jsou níže. (Obr. 19–20)

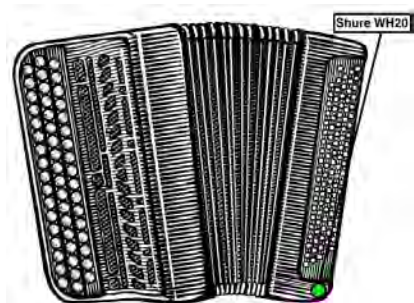
Zvukově se **Shure WH20** hodně podobá mikrofonu **Superlux MSKA(X)**.²⁶ Jeho zvuk je spíše středový, nazální. Jediný podstatný rozdíl se ukázal ve snímání basové části akordeonu. Zde působí **Superlux MSKA(X)** o něco plněji, i když ani on nedosahuje potřebné kvality. Co se týče zpětné vazby, přišlo opět překvapení. Ve srovnání s mikrofony **Sennheiser ME 2-II** a **ME 4-N**, což jsou prozatím nejlepší typy (a to nejen ve zpětné

²⁴ Testovací nahrávka č. 18 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVHhJ3CdrX7VjUUZH?ogsrc=32>.

²⁵ „Shure WH20 User Manual“ [online]. *Manualslib.com*. [cit. 5. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/152268/Shure-Wh20.html>.

²⁶ Testovací nahrávka č. 19, 20 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVHhJ3CdrX7VjUUZH?ogsrc=32>.

Obr. 19 Shure WH20 na krytu diskantové části nástroje, fotografie



Obr. 20 Shure WH20 dole uvnitř basové části nástroje, nákres

Obr. 21 Shure WH20 dole uvnitř basové části nástroje, fotografie



vazbě, ale i ve zvuku), se mikrofon **Shure WH20** dostal do zpětné vazby poměrně rychle. Je tedy zřejmé, že ani tento dynamický mikrofon není vhodný.

Experiment č. 8: Mikrofonní systém Totter Midi TM3²⁷ – ACOUSTIC

Kontrolní opakované porovnání dosažených dílčích výsledků s komerčním mikrofonním systémem TM3 – ACOUSTIC od slovinského výrobce Totter Midi. (Obr. 22)

²⁷ Totter Midi [online]. [cit. 9. 12. 2016]. Dostupné z: <https://totter-midi.com>.



Obr. 22 Totter Midi TM3, fotografie

Využívám tento systém ve své koncertní činnosti už léta, a teprve teď, po provedení výše popsaných experimentů, si začínám uvědomovat, jak chabý je jeho výsledný zvuk.²⁸ Všechny dosud odzkoušené způsoby snímání, a to i přes uvedené výhody, lze považovat za lepší nebo přinejmenším srovnatelné!

Shrnutí dosažených výsledků a stanovení další fáze výzkumu

Ani jeden ze zvolených dynamických mikrofonů se kvalitativně nevyrovnal mikrofonům kondenzátorovým.

Poté, co jsme vyzkoušeli všechny dostupné snímače a mikrofony, jsme došli k závěru, že kritéria stanovená na počátku splnily prozatím jenom následující dva typy:

1. **Sennheiser ME 4-N**, kondenzátorový s kardioidní směrovou charakteristikou
2. **Sennheiser ME 2-II**, kondenzátorový s kulovou charakteristikou

Kardioidní mikrofon **Sennheiser ME 4-N** se projevil jako nejvhodnější pro snímání zvuku diskantové části akordeonu. Díky svojí směrovosti je o něco odolnější vůči vnějšímu hluku, což je v případě otevřené melodické části pravé ruky akordeonu velmi výhodné. Pro basovou část akordeonu se naopak, a to především z konstrukčních důvodů těla nástroje, jeví jako nejvhodnější kulový mikrofon **Sennheiser ME 2-II**. Abychom zachytili akustické prostředí basové části nástroje, zvolili jsme kulový mikrofon, který snímá veškeré odrazy uvnitř uzavřené skříně, zatímco pole kardioidního mikrofonu je omezené.

Další fázi výzkumu jsme zaměřili na hledání optimálního počtu mikrofonů pro diskantovou i basovou část nástroje a na definitivní rozhodnutí o využití konkrétních typů mikrofonů a jejich umístění.

Výzkum umístění a ideálního typu mikrofonu

Naplnění optimismem a s velkým entuziasmem jsme se pustili do prvního prototypu mikrofonu pro diskantovou část akordeonu. Změřili jsme šířku nástroje a následně vyrobili jednoduchý hliníkový držák na mikrofony. Pět kardioidních mikrofonů **Sennheiser ME 4-N**

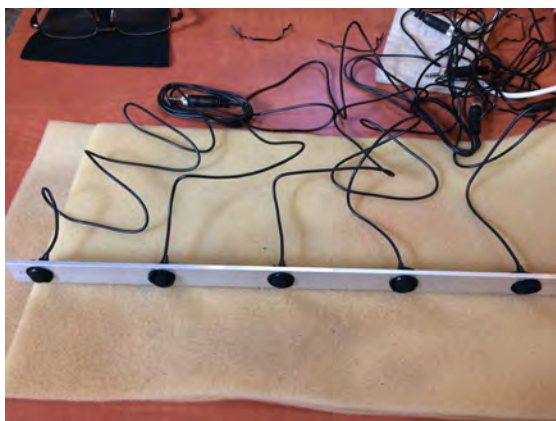
²⁸ Testovací nahrávka č. 21 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVHhJ3CdrX7VjUUZH?ogsrc=32>.

jsme rozmístili v pravidelných rozestupech po celé šířce nástroje od nejvyšších tónů (mic. č. 1) směrem k nejnižším (mic. č. 5), viz foto níže. (Obr. 23, 24)

Následovalo hořké zklamání. Už s pouhými pěti mikrofony zněl zvuk nerealisticky, s překvapivě ochuzeným spektrem.²⁹ Poslechli jsme si předešlé testovací nahrávky pořízené jedním mikrofonom stejného typu, které mají krásný, plný zvuk. Poté jsme poslouchali každý z pětice mikrofonů zvlášť a opět byl zvuk přirozeně čistý. Ukazuje se tedy, že hřebenový filtr,³⁰ který vzniká paralelním zapojením více mikrofonů umístěných vedle sebe, je v blízkém poli tak výrazný, že výsledný zvuk zcela znehodnocuje. Ovšem tím naše problémy neskončily. Ke hřebenovému filtru se náhodou připojil tzv. „Proximity efekt“.³¹ Tento jev vzniká u směrových mikrofonů v blízkém poli a projevuje se zesílením basových frekvencí.



Obr. 23 Pět kardioidních mikrofonů **Sennheiser ME 4-N** na diskantové části, fotografie



Obr. 24 Pět kardioidních mikrofonů **Sennheiser ME 4-N**, fotografie

Existuje několik způsobů, jak předejít problémům s hřebenovým filtrem:

1. rozmístění mikrofonů v nepravidelných rozestupech
2. otočení fáze
3. ekvalizace
4. využití extrémního počtu mikrofonů a tím minimalizovat jeho vznik

²⁹ Testovací nahrávka č. 22 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVHhJ3CdrX7VjUZZH?ogsrc=32>.

³⁰ Petr Hartmann. *Snímání bicí sady*. Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Výpočetní a informační centrum, 2014, s. 19.

³¹ „Microphone basics (5): What is the Proximity Effect“ [online]. *Neumann.Berlin*. [cit. 16. 10. 2018]. Dostupné z: <https://www.neumann.com/homestudio/en/what-is-the-proximity-effect>.

Pokus s posouváním mikrofonů nic zásadního nepřinesl. Díky nahrávce jsme ovšem mohli provést jednoduchý test s otočením fáze. Vyzkoušeli jsme nejrůznější kombinace, nejrealističtější zvuk poskytly následující dvě varianty:

1. otočená fáze u mikrofonu č. 1³²
2. otočená fáze u mikrofonu č. 1 a 3³³

Přesto nás výsledný zvuk nepřesvědčil a obecně nedosahoval požadované kvality. Zkoušeli jsme pracovat s menším počtem mikrofonů a také s dynamickými poměry mezi nimi, avšak nic z toho nebylo lepší než jeden samotný mikrofon. Nutno podotknout, že jeden směrový mikrofon bohužel nedokáže pokrýt celou šířku nástroje. Všechny tyto zkušenosti nás navedly na další experimenty, zejména s kombinováním odlišných směrových charakteristik dvou vybraných mikrofonů.

Jako první se nabízelo vyzkoušet variaci na klasický studiový přístup, kdy máme jeden blízký mikrofonní spot a k tomu dvojici vzdálenějších mikrofonů pro pokrytí šíře.³⁴ My ovšem máme všechny tři mikrofony uvnitř nástroje a pracujeme s jejich dynamickými poměry. Doprostřed jsme umístili směrový **ME 4-N** a ze stran vždy po jednom kulovém **ME 2-II**. Zvuk se značně pročistil! Prozatím to byla asi nejlepší varianta ze všech, i když byla v rozsahu nástroje patrná barevně odlišná oblast v poli prostředního mikrofonu. Další kombinace vypadala takto: doprostřed a na okraje byly rozmístěny tři kulové mikrofony **ME 2-II** a mezi ně dva směrové **ME 4-N**. Na první poslech tato varianta zněla hůře.³⁵ Varianta s menším počtem mikrofonů měla čistší zvuk.

Poslední a rozhodující bylo srovnání prve jmenované varianty (kombinace dvou kulových **ME 2-II** a jednoho směrového mikrofonu **ME 4-N**) se kulovými mikrofony **ME 2-II**³⁶ (prostřední mikrofon má otočenou fázi a je ztišený o -6 dB). Obě varianty jsme vyhodnotili jako použitelné, avšak z důvodů lepšího pokrytí celé šíře nástroje jsme se přiklonili k poslední jmenovanému řešení.

Další výzkum byl nasměrován na basovou část akordeonu. Ta je specifická tím, že ve srovnání s pravou částí je konstrukčně o něco zavřenější. Vycházející zvuk má delší cestu ven kvůli složitějšímu uspořádání mechaniky levé části nástroje. V důsledku toho se zvuk uvnitř nástroje vícenásobně odráží.

Jak jsme zmínili výše, pro snímání zvuku basové části akordeonu se nejlépe osvědčil kulový mikrofon **ME 2-II**. Naším prvním dílčím cílem bylo najít optimální počet mikrofonů.

Experiment s jedním mikrofonem potvrdil, že co se týče snímání zvuku basové části nástroje, je i jeden mikrofon schopen poměrně dobře a bez větších propadů zvuk sejmout,

³² Testovací nahrávka č. 23 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVHHJ3CdrX7VjUZH?ogsrc=32>.

³³ Testovací nahrávka č.24 [online]. Dostupné z: Tamtéž.

³⁴ Testovací nahrávka č.25 [online]. Dostupné z: Tamtéž.

³⁵ Testovací nahrávka č.26 [online]. Dostupné z: Tamtéž.

³⁶ Testovací nahrávka č.27,28 [online]. Dostupné z: Tamtéž.

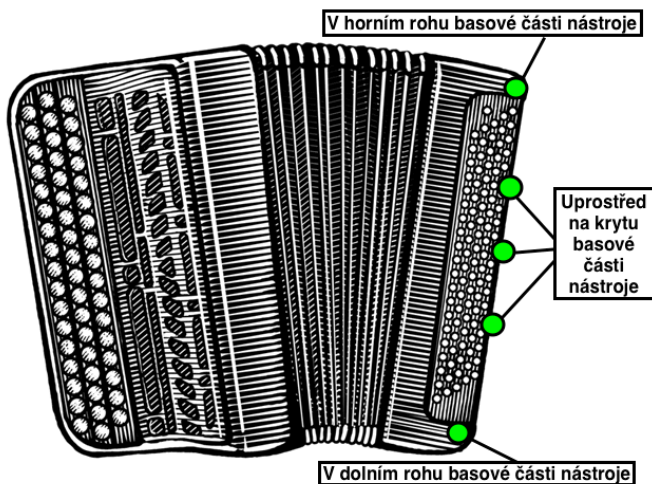
což na diskantové části akordeonu v tak blízkém poli není téměř možné. Experiment se dvěma mikrofony ukázal, že zvuk je o něco vyrovnanější a bohatší ve spodním frekvenčním pásmu.³⁷ Tato varianta se jevila jako optimální, dokud jsme nevyzkoušeli variantu se třemi mikrofony.³⁸ Byl to nejčistší a nejpřesvědčivější zvuk, kterého jsme doposud dosáhli.

Tyto výsledky nás navedly na ideu flexibilního počtu použitých mikrofonů. Toto řešení přispívá k větší variabilitě zvuku, dle konkrétního kontextu a požadavků. Dále jsme se zaměřili na hledání definitivního umístění mikrofonů v basové části nástroje.

Vyzkoušeli jsme různé pozice mikrofonů:

1. V horním rohu basové části nástroje
2. V dolním rohu basové části nástroje
3. Uprostřed na krytu basové části nástroje

Viz fotografie níže. (Obr. 25)



Obr. 25 Pozice mikrofonů, nákres

Mikrofony jsme různě otáčeli a poslouchali výsledný zvuk. Mikrofony umístěné v rozích měly spíše krabicový zvuk, čemuž jistě přispěly odrazy zvukových vln. Mikrofony rozmístěné na krytu zněly mnohem přirozeněji. Stejně jako na části pravé ruky akordeonu přispěly k lepšímu zvuku nepravidelné rozestupy mezi mikrofony.

³⁷ Testovací nahrávka č. 29, 30 [online]. Dostupné z: <https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVHhJ3CdrX7VjUZZH?ogsrc=32>.

³⁸ Testovací nahrávka č. 31, 32 [online]. Dostupné z: Tamtéž.

Shrnutí a konstrukce

Nejlépe se osvědčily následující varianty:

Diskantová část nástroje:

A) Dva mikrofony s kulovou charakteristikou **Sennheiser ME 2-II** a jeden směrový mikrofon **Sennheiser ME 4-N**

B) Tři kondenzátorové mikrofony s kulovou charakteristikou **Sennheiser ME 2-II**

Basová část nástroje:

A) Dva kondenzátorové mikrofony s kulovou charakteristikou **Sennheiser ME 2-II**

B) Tři kondenzátorové mikrofony s kulovou charakteristikou **Sennheiser ME 2-II**

Ve finále jsme si zvolili pro diskantovou část nástroje variantu B), tj. tři kondenzátorové mikrofony s kulovou charakteristikou **Sennheiser ME 2-II**. Výsledný zvuk jsme vyhodnotili jako nejrealističtější, a zároveň nejvyrovnanější ve všech pásmech nástroje. Co se týče části basové, rozhodli jsme se, že pro větší bohatost zvuku budeme kombinovat obě dvě varianty. Pomocí dynamického ovládání prostředního mikrofону lze mezi variantami jednoduše přepínat.

Na fotografiích níže uvádím kompletní schéma speciálně vyrobeného předzesilovače, reálný obrázek předzesilovače a mikrofony pro diskantovou část. (Obr. 26–29)

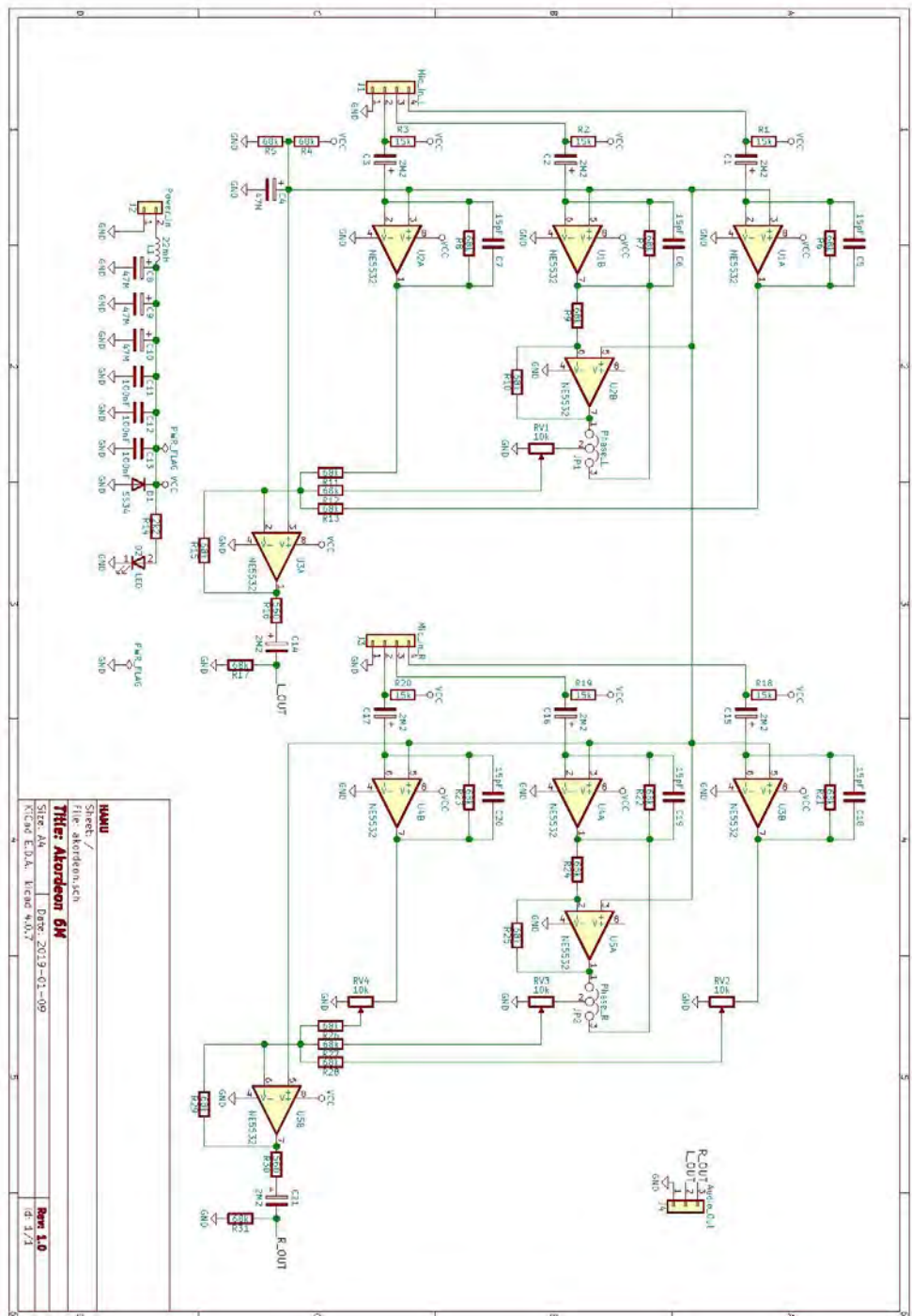


Obr. 27 Předzesilovač přední strana, fotografie

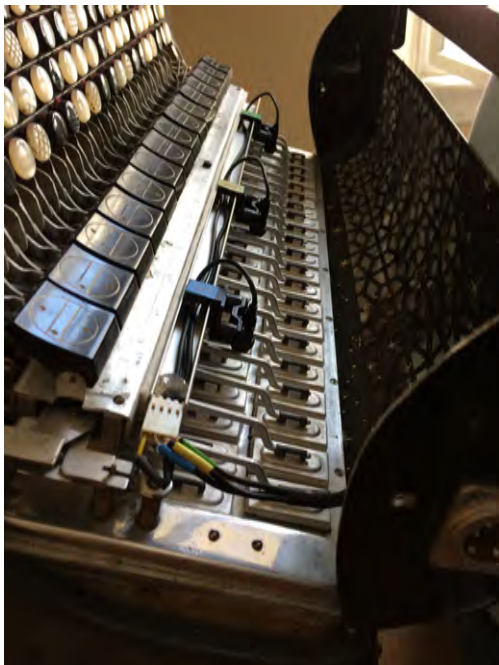


Obr. 28 Předzesilovač zadní strana, fotografie

Obr. 26 Schéma předzesilovače ►



| | |
|--------------------------|---------------------------|
| HWU | Sheet: / |
| | file: akordeon.sch |
| Ther: Akordeon HW | Date: 2013-01-09 |
| | Site: Ah |
| | Kic-Ad E.O.A. KiCad 4.0.7 |
| Rev: 1.0 | Sheet 1 / 1 |



Obr. 29 Mikrofonní lišta

Obr. 30 Mikrofonní systém na diskantové části nástroje

Závěr

Nyní shrnu výsledky téměř ročního výzkumu. Přes veškeré peripetie a neočekávané momenty, experimenty poskytly řadu důležitých poznatků.

V rozporu s původními předpoklady se ukázalo, že žádná z dostupných dynamických mikrofonních vložek nesplnila stanovená kritéria (věrnost zvuku, rozměry a odolnost vůči zpětné vazbě). Z provedených experimentů vyplynulo, že v dostupné cenové kategorii jsou nevhodnější kondenzátorové mikrofony Sennheiser. Z důvodů lepšího pokrytí celé šíře nástroje, relativně vysoké odolnosti vůči zpětné vazbě a realistického podání zvuku nástroje jsme se přiklonili k variantě využívající tři kulových mikrofonů **Sennheiser ME 2-II** na diskantovou a rovněž na basovou část nástroje. Je paradoxní, že jsme dospěli ke zdánlivě velmi podobnému řešení, jaké používá mnou výše kritizovaný systém Totter midi (pět kulových mikrofonů na liště uvnitř nástroje). Výsledky našeho řešení jsou však nesrovnatelně lepší, a to z následujících důvodů:

- vyšší kvalita mikrofonních vložek,
- možnost otáčení fáze,
- plynulé nastavení dynamických poměrů mezi mikrofony a
- jejich umístění.

Abychom předešli problémům s hřebenovým filtrem, mají prostřední mikrofony na obou částech nástroje otočenou fází a k tomu jsou rozmístěny v nepravidelných rozestupech od sebe. Zároveň je předzesilovač navržen takovým způsobem, že v případě zájmu hráče o další experimenty je možné otáčet fází u všech mikrofonů.

Pro ovládání hlasitosti jednotlivých mikrofonů diskantové části nástroje jsou na speciálně vyrobeném předzesilovači umístěny tři potenciometry. Jelikož se pro basovou část nástroje osvědčily dva způsoby (první se třemi mikrofony pro přirozený plný zvuk; druhý se dvěma mikrofony, který má bohatší zvuk ve spodním frekvenčním pásmu), je na předzesilovači jeden potenciometr ovládající prostřední mikrofon, čímž lze plynule měnit poměr hlasitosti, případně množství zapojených mikrofonů. Přispívá to k větší variabilitě a bohatosti zvuku.

Dosáhli jsme přirozené barvy nástroje a zároveň naznačili několik originálních a ne-tradičních způsobů snímání nástroje. Jedním z nich je snímání zvuku elektromagnetickým snímačem. Tento opravdu nekonvenční způsob snímání má kromě nezaměnitelné zvukovosti obrovskou praktickou výhodu, jelikož zcela vylučuje zpětnou vazbu. Daný pokus v rámci našeho projektu byl spíše doplňujícím experimentem, který otevřel další možnosti vývoje výzkumu vnitřního snímání akordeonu. Dle mého názoru má tento způsob velký potenciál a bylo by rozhodně zajímavé zkonstruovat nástroj s elektromagnetickým snímáním, který předejde všem potížím se zpětnou vazbou a otevře nový zvukově originální svět. Další, neméně originální, ale zato o hodně jednodušší je snímání zvuku piezoelektrickým snímačem. Tento kontaktní způsob snímání přibližuje jakoby pod drobnohledem všechno, co se děje uvnitř nástroje: mechanické klapání, různé šумы a údery, skřípání měchu a další perkusivní složky zvuku akordeonu, které jsou za normálních okolností mimo slyšitelný dosah posluchače.

Naším cílem bylo získat v rámci jedné ruky (diskantové nebo basové části nástroje) monofonní signál. Budoucí výzkum může být zaměřen na práci s dvou či vícestopým signálem, což jednak může pomoci lépe eliminovat hřebenový filtr, ale zároveň i poskytuje další možnosti práce s panoramatem ve stereu, potažmo s multikanálovými systémy.

Závěrem bych rád zmínil, že jsem myšlenku využití dynamických vložek zcela neopustil. Například se mi podařilo vyzkoušet systém HDS,³⁹ který tohoto typu využívá na diskantovou část nástroje. Dlužno podotknout, že vlastnosti systému HDS jsou vynikající a jsou výsledkem celoživotních zkušeností jeho konstruktéra Franze Schmida. Na druhou stranu systém HDS neumožňuje žádnou další variabilitu. Je tedy zřejmé, že můj výzkum není u konce.

³⁹ *HDSmusic* [online]. [cit. 5. 6. 2016]. Dostupné z: <https://www.hdsmusic.de>.

Seznam obrázků

- Obr. 1** Umístění piezoelektrických snímačů, nákres
Obr. 2 Umístění piezoelektrických snímačů na diskantovou část, fotografie
Obr. 3 Umístění piezoelektrických snímačů uvnitř diskantové části, nákres
Obr. 4 Umístění piezoelektrických snímačů uvnitř diskantové části, fotografie
Obr. 5 Větší dynamické sluchátko na krytu diskantové části, fotografie
Obr. 6 Menší dynamické sluchátko na krytu diskantové části, fotografie
Obr. 7 Schéma napáječe
Obr. 8 Sennheiser ME 2-II na krytu diskantové části, fotografie
Obr. 9 Zdroj napájení, fotografie
Obr. 10 Sennheiser ME 2-II nahoře na basové části nástroje, nákres
Obr. 11 Sennheiser ME 2-II nahoře na basové části nástroje, fotografie
Obr. 12 Sennheiser ME 4-N na krytu diskantové části, fotografie
Obr. 13 Sennheiser ME 4-N na krytu basové části, fotografie
Obr. 14 Superlux MSKA(X) dole uvnitř basové části nástroje, nákres
Obr. 15 Superlux MSKA(X) dole uvnitř basové části nástroje, fotografie
Obr. 16 Basový elektromagnetický snímač Tesla + držák, fotografie
Obr. 17 Elektromagnetický snímač Tesla uvnitř basové části nástroje, nákres
Obr. 18 Elektromagnetický snímač Tesla uvnitř basové části nástroje, fotografie
Obr. 19 Shure WH20 na krytu diskantové části nástroje, fotografie
Obr. 20 Shure WH20 dole uvnitř basové části nástroje, nákres
Obr. 21 Shure WH20 dole uvnitř basové části nástroje, fotografie
Obr. 22 Totter Midi TM3, fotografie
Obr. 23 5 kardioidních mikrofonů Sennheiser ME 4-N na diskantové části, fotografie
Obr. 24 5 kardioidních mikrofonů Sennheiser ME 4-N, fotografie
Obr. 25 Pozice mikrofonů, nákres
Obr. 26 Schéma předzesilovače
Obr. 27 Předzesilovač přední strana, fotografie
Obr. 28 Předzesilovač zadní strana, fotografie
Obr. 29 Mikrofonní lišta
Obr. 30 Mikrofonní systém na diskantové části nástroje

Seznam testovacích nahrávek

1. (stereo) piezo snímače na kovu 1, vlevo menší snímač, vpravo větší
2. (stereo) piezo snímače na kovu 2, vlevo menší snímač, vpravo větší
3. (stereo) 2x stejné piezo snímače na dřevě
4. (mono) větší dynamické sluchátko diskantová část nástroje, na krytu
5. (mono) menší dynamické sluchátko diskantová část nástroje, na krytu
6. (mono) Sennheiser ME2 diskantová část nástroje, na krytu
7. (mono) Sennheiser ME2 basová část nástroje, dole
8. (mono) Sennheiser ME2 basová část nástroje, uprostřed, melodický bas
9. (mono) Sennheiser ME2 basová část nástroje, nahoře
10. (mono) Sennheiser ME2 basová část nástroje, uprostřed, standard bas hlasitější část, melodický bas tišší
11. (mono) Sennheiser ME4 diskantová část nástroje
12. (mono) Sennheiser ME4 basová část nástroje, dole
13. (mono) Sennheiser ME4 basová část nástroje, nahoře
14. (mono) Sennheiser ME4 basová část nástroje, uprostřed, jiné nasměrování
15. (mono) Superlux diskantová část nástroje 1
16. (mono) Superlux diskantová část nástroje 2
17. (mono) Superlux basová část nástroje, dole
18. (mono) Kytarový snímač
19. (mono) Shure WH20XLR diskantová část nástroje

20. (mono) Shure WH20XLR basová část nástroje
21. (stereo) Totter Midi TM3, diskantová část vpravo, basová část vlevo
22. (stereo) Systém 1: 5× Sennheiser ME4 diskantová část nástroje, v panorámatu rozmístěné pravidelně po celé šířce, zleva doprava, od 5 k 1.
23. (stereo) Systém 1: 5× Sennheiser ME4 diskantová část nástroje, otočena fáze mic. 1, stejné rozmístění
24. (stereo) Systém 1: 5× Sennheiser ME4 diskantová část nástroje, otočena fáze mic.1–3, stejné rozmístění
25. (stereo) Systém 2: mic. Sennheiser ME2, 1 vpravo, 5 vlevo, mic. 3 Sennheiser ME4 uprostřed
26. (stereo) Systém 3: mic. Sennheiser ME2, 1 vpravo, 3 uprostřed, 5 vlevo, mic. Sennheiser ME4, 2 mezi 1 a 3, 4 mezi 3 a 5
27. (stereo) Systém 4: mic. Sennheiser ME2, 1 vpravo, 3 uprostřed, 5 vlevo
28. (stereo) Systém 4: mic. Sennheiser ME2, 1 vpravo, 3 uprostřed, 5 vlevo, otočena fáze mic. 3 (-6 dB)
29. (stereo) Systém 1: basová část nástroje 2× Sennheiser ME2, nahoře a dole
30. (stereo) Systém 2: basová část nástroje 2× Sennheiser ME2
31. (stereo) Systém 1: basová část nástroje 3× Sennheiser ME2
32. (stereo) Systém 1: basová část nástroje 3× Sennheiser ME2, jiné nasměrování

Literatura

- Aboucaya, Jacques – Gary W. Kennedy. „Galliano, Richard“ [online]. *Grove Music Online*. 2003 [cit. 8. 12. 2019]. Dostupné z: <http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/J572900>.
- Acoustas* [online]. [cit. 29. 8. 2019]. Dostupné z: <http://acoustas.com/about-us/>.
- Dickreiter, Michael. *Mikrofon-Aufnahmetechnik*. Stuttgart-Leipzig: S. Hirzel Verlag, 2003.
- Hartmann, Petr. *Snímání bicí sady*. Bakalářská práce. Praha: Česká vysoké učení technické v Praze, Výpočetní a informační centrum, 2014.
- HDSmusic* [online]. [cit. 5. 6. 2019]. Dostupné z: <https://www.hdsmusic.de>.
- Limex Microphone professional 4* [online]. [cit. 29. 8. 2019]. Dostupné z: <https://www.limex.eu>.
- „Microphone basics (5): What is the Proximity Effect“ [online]. *Neumann.Berlin*. [cit. 16. 10. 2018]. Dostupné z: <https://www.neumann.com/homestudio/en/what-is-the-proximity-effect>.
- Musictech: Technology for music – Italy* [online]. [cit. 29. 8. 2019]. Dostupné z: <http://www.musictech-midi.it>.
- Nalbantov Electronics* [online]. [cit. 29. 9. 2019]. Dostupné z: <http://n-electronics.com>.
- Sennheiser* [online]. [cit. 22. 2. 2019]. Dostupné z: <https://en-us.sennheiser.com/mini-lavalier-microphone-clip-on-live-speech-vocals-instrument-miking-me-2>.
- „Shure WH20 User Manual“ [online]. *Manualslib.com* [cit. 5. 3. 2019] Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/152268/Shure-WH20.html>.
- Totter Midi* [online]. [cit. 29. 8. 2019]. Dostupné z: <http://www.muzikant.si/index.html>.
- Zabelou, Raman. *Využití amplifikovaného akordeonu v soudobé hudbě*. Bakalářská práce. Praha: Akademie múzických umění v Praze, Hudební a taneční fakulta, 2017.

Testovací nahrávky viz:

<https://drive.google.com/drive/folders/1yz-xRoTDJeBcDXNvVHhJ3CdrX7VjUUIZH>

Pod vedením mého školitele Slavomíra Hořínky a ve spolupráci s Ondřejem Urbanem a Milanem Guštarem z Katedry zvukové tvorby HAMU byl proveden výzkum, na jehož základě bylo možné navrhnout a následně zkonstruovat nový vnitřní mikrofonní systém určený pro živou produkci.

Předkládaná studie vznikla v rámci Grantu 2018 HAMU TA 13/SGS Hořínka/Zabelov.

Roman Zabelov (*1989) je aktivní hudebník – akordeonista – a skladatel. Pochází z malé vesnice Žiliči v Bělorusku, vystudoval akordeon na státní konzervatoři N. A. Rimského-Korsakova (Mogilev, Bělorusko) a následně absolvoval dva roky na Běloruské státní hudební akademii. V roce 2010 nastoupil na Pražskou konzervatoř, kde vystudoval akordeon a skladbu. V současné době studuje skladbu v 5. ročníku na Akademii múzických umění v Praze ve třídě Slavomíra Hořínky. Založil autorský projekt Zabelov Group, s nímž pravidelně vystupuje, mimo jiné i v představení *Královna víl*, které vzniklo ve spolupráci s tanečním souborem 420people.

www.zabelovgroup.com