

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

**ANALÝZA SPEKTER ELEKTRICKÝCH KYTAR
VYROBENÝCH Z RŮZNÝCH MATERIÁLŮ**

ANALYSIS OF SPECTRA OF ELECTRIC GUITARS MADE OF VARIOUS MATERIALS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Eliška Zezulová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

MgA. Mgr. Ondřej Jirásek, Ph.D.

BRNO 2020

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Audio inženýrství**
specializace Zvuková produkce a nahrávání
Ústav telekomunikací

Studentka: Eliška Zezulová

ID: 203757

Ročník: 3

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Analýza spekter elektrických kytar vyrobených z různých materiálů

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Nejméně u dvou elektrických kytar vyrobených z různého dřeva či jiných umělých materiálů provedte spektrální analýzu akustického signálu, který generují struny, a spektrální analýzu elektrického signálu vystupujícího z kytary. Na kytáře mohou být použity kombinace jedno cívkových i dvou cívkových snímačů s různě nastavenými tónovými clonami. Porovnejte témbry a popište jejich rozdíly. Získaná elektro-akustická data dejte do souvislostí s mechanickými i elektrickými parametry nástrojů.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] Syrový, V.: Hudební akustika. Praha: AMU, 2003. ISBN 978-80-7331-127-8.

[2] Thomas J.: "Theoretical and practical studies on the behavior of electric guitar pick-up," Ph.D. thesis, Department of Electrical Engineering Acoustics Laboratory, Helsinki University of Technology, 1994.

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 11.8.2020

Vedoucí práce: MgA. Mgr. Ondřej Jirásek, Ph.D.

doc. Ing. Jiří Schimmel, Ph.D.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá spektrální analýzou dvou elektrických kytar. Elektrická kytara Cort X-6 se využívá pro tvrdší žánry hudby. Druhá kytara Fokus-H Strat je spíše rockově univerzálním typem nástroje. Práce se zabývá spektry tónů při použití různých snímačů a rozebírá je s využitím psycho-akustických veličin při vnímání zvukové barvy. Rozebírá odchylky ve spektru tónů při manipulaci s potenciometry tónové clony a hlasitosti. Měřené hodnoty tónové clony jsou rozděleny na třetiny rozsahu potenciometru. Hodnota hlasitosti byla snížena na polovinu. Následuje pohled na změnu ve spektru při použití tvrdšího trsátka. Konec práce je věnován odlišnosti barvy dvou tónů, které byly nahrány při stejných podmínkách. Jejich rozdíl je dán držením krku elektrické kytary.

Klíčová slova

Elektrická kytara, Cort X-6, Fokus-H Strat, spektrální analýza, FFT, LPC, tónová clona, harmonické složky, formanty

Abstract

Bachelor's thesis focuses on the spectral analysis of two electric guitars. The Cort X-6 electric guitar is used for harder genres of music. The second Fokus-H Strat guitar is more of a rock-universal type of instrument. The work deals with the spectrums of tones using various guitar pickups and analyzes them with the use of psychoacoustic measurements in the perception of timbre. It examines variations in the sound spectrum when there's a manipulation with tone and gain controls. The measured values of the tone control are divided into thirds of the potentiometer range. The volume has been halved. The following is a look at the change of sound spectrum when using a harder plectrum. The end of the work is devoted to the difference in colors of two tones that were recorded under the same conditions. Their difference lies in the way of holding the neck of an electric guitar.

Keywords

Electric guitar, Cort X-6, Fokus-H Strat, spectral analysis, FFT, LPC, tone control, harmonics, formants

ZEZULOVÁ, Eliška. *Analýza spekter elektrických kytar vyrobených z různých materiálů*. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/125881>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací. Vedoucí práce Ondřej Jirásek.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma *Analýza spekter elektrických kytar vyrobených z různých materiálů* jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou zde všechny citovány a uvedeny v seznamu literatury na konci této práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušila autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhla nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědoma následků porušení ustanovení §11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **11. 8. 2020**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce MgA. Mgr. Ondřeji Jiráskovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, pomoc a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Velice mu děkuji za jeho pevné nervy. Dále bych chtěla poděkovat doc. Ing. Jiřímu Schimmelovi, Ph.D. za jeho ochotu a pomoc při měření v bezodrazové komoře. Děkuji Adamu Poštolkovi a Michalu Kotoučkovi za výpůjčku jejich elektrických kytar. Poslední díky patří mé rodině, která mě podporovala i pomáhala.

V Brně dne: **11. 8. 2020**

.....
podpis autora

Obsah

Úvod.....	22
1. Historie a vývoj elektrické kytary	23
1.1 Stavba těla kytary	23
Krk kytary	23
1.2	23
1.3 Stavba a vlastnosti elektrické kytary	24
Kobylka elektrické kytary	24
1.4	24
Nultý pražec (ořech).....	25
1.5	25
Snímání zvuku elektrické kytary.....	25
1.6	25
Snímání zvuku elektrické kytary pomocí mikrofonu.....	25
1.6.1	25
Snímání zvuku elektrické kytary pomocí kontaktního mikrofonu.....	25
1.6.2–	25
Snímání zvuku elektrické kytary pomocí zapuštěného snímače.....	26
1.6.3	26
1.6.3.1 Materiály magnetických jader snímačů.....	26
1.6.3.2 Materiály cívek	26
1.6.3.3 Snímač single-coil	26
1.6.3.4 Snímač double-coil (humbecker)	27
1.6.3.5 Poloha snímačů.....	28
1.6.4 Kytarové potenciometry	28
2. Spektrální analýza	29
2.1 Harmonická analýza.....	29
3. Chování snímané struny	31
3.1 Zvuk stejného tónu hraného na odlišné struny v jiném bodě drnknutí	31
4. popis měření elektrických kytar	32

4.1	Parametry pro měření na elektrické kytáře Cort X-6	32
4.2	Parametry pro měření na elektrické kytáře Fokus-H Strat.....	33
5.	Analýzy spekter elektrických kytar akustického a snímaného zvuku při změně dynamiky	35
5.1	Analýza snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Cort X-6	35
5.2	Analýza snímače humbucker umístěného u kobyly kytary Fokus-H Strat....	43
5.3	Analýza snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6	49
5.4	Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat	52
5.5	Analýza snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6 .	56
5.6	Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat	60
6.	Analýzy spekter elektrických kytar se změnou tónové clony	65
6.1	Analýzy spekter elektrických kytar s tónovou clonou ve druhé třetině maximální hodnoty	65
6.1.1	Analýza spektra snímače humbucker u kobyly elektrické kytary Cort X-6	65
6.1.2	Analýza spektra snímače humbucker u kobyly elektrické kytary Fokus-H Strat	67
6.1.3	Analýza spektra snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6	68
6.1.4	Analýza spektra předního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat	69
6.1.5	Analýza spektra snímače humbucker u krku elektrické kytary Cort X-6.	70
6.1.6	Analýza spektra snímače single-coil u krku elektrické kytary Fokus-H Strat	71
6.2	Analýzy spekter elektrických kytar s tónovou clonou ve první třetině maximální hodnoty	72
6.2.1	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Cort X-6.....	72
6.2.2	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Fokus-H Strat.....	73

6.2.3	Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6	74
6.2.4	Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat	75
6.2.5	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6	76
6.2.6	Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat	77
6.3	Analýzy spekter elektrických kytar s tónovou clonou v minimální hodnotě... 78	
6.3.1	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6	78
6.3.2	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat	79
6.3.3	Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6	80
6.3.4	Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat	81
6.3.5	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6	82
6.3.6	Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat	83
7.	Analýzy spekter elektrických kytar při poloviční hodnotě hlasitostního potenciometru	84
7.1	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Cort X-6	84
7.2	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Fokus-H Strat	86
7.3	Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6.....	88
7.4	Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat	89
7.5	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6	90

7.6	Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat.....	92
8.	Analýzy spekter elektrických kytar při požití tvrdého trsátka	94
8.1	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Cort X-6	94
8.2	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Fokus-H Strat	96
8.3	Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6.....	97
8.4	Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat	99
8.5	Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6	100
8.6	Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat	102
9.	Porovnání spekter při držení krku kytary a při nadržení krku	104
9.1	Elektrická kytara Cort X-6	104
9.2	Elektrická kytara Fokus-H Strat.....	105
10.	Závěr	107

Seznam symbolů a zkratek

Symboly:

R	...	rezistance	$[\Omega]$
f	...	frekvence	$[\text{Hz}]$
a_0, a_k, b_k	...	Fourierovy koeficienty	$[-]$
t	...	čas	$[\text{s}]$
ω	...	úhlová rychlost	$[\text{rad.s}^{-1}]$
T	...	perioda	$[\text{s}^{-1}]$
m	...	stupeň predikace	$[-]$
a_k	...	předpokládaný koeficient	$[-]$

Zkratky:

$d. f$	...	dynamika <i>forte</i>
$d. p$	...	dynamika <i>piano</i>
zvuk mik.	...	zvuk mikrofonom
zvuk sn.	...	zvuk snímačem

Seznam obrázků

Obr. 1-1: Schéma snímače single-coil a humbucker, [5].....	27
Obr. 4-1: Měření kytary	33
Obr. 4-2: Elektrická kytara Fokus-H Strat.....	34
Obr. 5-1: Porovnání zvuků z mikrofonu dynamiky <i>forte</i> (červená barva) a dynamiky <i>piano</i> (modrá barva) tónu E, snímač humbucker u kobylky, Cort	36
Obr. 5-2: Porovnání zvuků ze snímače při dynamice <i>forte</i> (červená barva) a dynamice <i>piano</i> (modrá barva) tónu E, snímač humbucker u kobylky, Cort	37
Obr. 5-3: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice <i>forte</i> (červená barva) a dynamice <i>piano</i> (modrá barva) tónu g, snímač humbucker u kobylky, Cort	38
Obr. 5-4: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice <i>forte</i> (červená barva) a dynamice <i>piano</i> (modrá barva) tónu fis, snímač humbucker u kobylky, Cort	41
Obr. 5-5: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice <i>forte</i> (červená barva) a dynamice <i>piano</i> (modrá barva) tónu h, snímač humbucker u kobylky, Cort	42
Obr. 5-6: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice <i>forte</i> (červená barva) a dynamice <i>piano</i> (modrá barva) tónu E, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H	44
Obr. 5-7: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice <i>forte</i> (červená barva) dynamika <i>piano</i> (modrá barva) tónu g na struně G, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H	46
Obr. 5-8: Porovnání zvuků ze snímače při dynamice <i>forte</i> (červená barva) a dynamice <i>piano</i> (modrá barva) tónu g na struně G, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H	46
Obr. 6-1: Spektrogram tónu g na struně G při 2/3 maximální hodnoty tónové clony, snímač humbucker u kobylky, Cort.....	66
Obr. 6-2: Spektrogram tónu g na struně G při 2/3 maximální hodnoty tónové clony, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H	67
Obr. 6-3: Spektrogram tónu fis na struně H při 2/3 maximální hodnotě tónové clony, snímač single, Cort	68
Obr. 6-4: Spektrogram tónu fis na struně H při 2/3 max. hodnoty tónové clony, snímač single, Fokus-H Strat	69

Obr. 6-5: Spektrogram tónu g na struně G při 2/3 max. hodnoty tónové clony, snímač humbucker u krku, Cort.....	70
Obr. 6-6: Spektrogram tónu g na struně G při 2/3 max. hodnoty tónové clony, snímač single-coil u krku, Fokus-H.....	71
Obr. 6-7: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač humbucker u kobyly, Cort.....	72
Obr. 6-8: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H.....	73
Obr. 6-9: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač single-coil, Cort.....	74
Obr. 6-10: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnotě tónové clony, snímač single-coil, Fokus-H.....	75
Obr. 6-11: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač humbucker u krku, Cort.....	76
Obr. 6-12: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač single-coil u krku, Fokus-H.....	77
Obr. 6-13: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové clony, snímač humbucker u kobyly, Cort.....	78
Obr. 6-14: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové clony, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H.....	79
Obr. 6-15: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové clony, snímač single-coil, Cort.....	80
Obr. 6-16: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové cloně, snímač single-coil, Fokus-H.....	81
Obr. 6-17: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové cloně, snímač humbucker u krku, Cort.....	82
Obr. 6-18: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové cloně, snímač single-coil u krku, Fokus-H.....	83

Seznam tabulek

Tab. 5-1: Porovnání intenzit tónu E na struně E, snímač humbucker u kobyly, Cort	36
Tab. 5-2: Porovnání intenzit u tónu g na struně E, snímač humbucker u kobyly, Cort	38
Tab. 5-3: Porovnání intenzit u tónu g na struně G, snímač humbucker u kobyly, Cort	39
Tab. 5-3: Porovnání intenzit u tónu ais na struně G, snímač humbucker u kobyly, Cort	40
Tab. 5-4: Porovnání intenzit tónu fis na struně H, snímač humbucker u kobyly, Cort	40
Tab. 5-5: Porovnání intenzit tónu h, snímač humbucker u kobyly, Cort.....	42
Tab. 5-6: Porovnání intenzit tónu E na struně E, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H	43
Tab. 5-7: Porovnání intenzit tónu g na struně E, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H	45
Tab. 5-8: Porovnání intenzit tónu g na struně G, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H	45
Tab. 5-9: Porovnání intenzit tónu ais na struně G, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H	47
Tab. 5-10: Porovnání intenzit tónu fis na struně H, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H	48
Tab. 5-11: Porovnání intenzit tónu h na struně horní E, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H	48
Tab. 5-12: Porovnání intenzit tónu E na struně E, snímač single-coil, Cort.....	49
Tab. 5-13: Porovnání intenzit tónu g na struně E, snímač single-coil, Cort.....	50
Tab. 5-14: Porovnání intenzit tónů g na struně G, snímač single-coil, Cort.....	50
Tab. 5-15: Porovnání intenzit tónu ais na struně G, snímač single-coil, Cort	51
Tab. 5-16: Porovnání intenzit tónu fis ¹ na struně H, snímač single-coil, Cort	51
Tab. 5-17: Porovnání intenzit tónu h ¹ na struně horní E, snímač single-coil, Cort ..	52

Tab. 5-18: Porovnání intenzit tónu E na struně E, snímač single-coil, Fokus-H Strat	53
Tab. 5-19: Porovnání intenzit tónu g na struně E, snímač single-coil, Fokus-H Strat	53
Tab. 5-20: Porovnání intenzit tónu g na struně G, snímač single-coil, Fokus-H Strat	54
Tab. 5-21: Porovnání intenzit tónu ais ¹ na struně G, snímač single-coil, Fokus-H Strat	55
Tab. 5-22: Porovnání intenzit tónu fis ¹ na struně H, snímač single-coil, Fokus-H Strat	55
Tab. 5-23: Porovnání intenzit tónu h ¹ na struně horní E, snímač single-coil, Fokus-H Strat	56
Tab. 5-24: Porovnání intenzit tónu E na struně E, snímač humbucker u krku, Cort	57
Tab. 5-25: Porovnání intenzit tónu g na struně E, snímač humbucker u krku, Cort	57
Tab. 5-26: Porovnání intenzit tónu g na struně G, snímač humbucker u krku, Cort	58
Tab. 5-27: Porovnávání intenzit tónu ais na struně G, snímač humbucker u krku, Cort	59
Tab. 5-28: Porovnávání intenzit tónu fis na struně H, snímač humbucker u krku, Cort	59
Tab. 5-29: Porovnávání intenzit tónu h na struně horní E, snímač humbucker u krku, Cort	60
Tab. 5-30: Porovnávání intenzit tónu E na struně E, snímač single-coil u krku, Fokus-H	61
Tab. 5-31: Porovnávání intenzit tónu g na struně E, snímač single-coil u krku, Fokus-H	61
Tab. 5-32: Porovnávání intenzit tónu g na struně G, snímač single-coil u krku, Fokus-H	62
Tab. 5-33: Porovnávání intenzit tónu ais na struně G, snímač single-coil u krku, Fokus-H	63
Tab. 5-34: Porovnávání intenzit tónu fis na struně H, snímač single-coil u krku, Fokus-H	63

Tab. 5-35: Porovnávání intenzit tónu h na struně horní E, snímač single-coil u krku, Fokus-H	64
Tab. 7-1: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny E a g, snímač humbucker u kobylky, Cort	84
Tab. 7-2: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny g a ais, , snímač humbucker u kobylky, Cort	85
Tab. 7-3: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny fis a h, snímač humbucker u kobylky, Cort	85
Tab. 7-4: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny E a g, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H	86
Tab. 7-5: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny g a ais, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H	87
Tab. 7-6: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny fis a h, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H	87
Tab. 7-7: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny E a g, snímač single-coil, Cort	88
Tab. 7-8: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny g a ais, snímač single-coil, Cort	88
Tab. 7-9: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny fis a h, snímač single-coil, Cort	89
Tab. 7-10: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny E a g, snímač single-coil, Fokus-H.....	89
Tab. 7-11: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny g a ais, snímač single-coil, Fokus-H.....	90
Tab. 7-12: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny fis a h, snímač single-coil, Fokus-H.....	90
Tab. 7-13: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny E a g, snímač humbucker u krku, Cort	91
Tab. 7-14: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny g a ais, snímač humbucker u krku, Cort	91
Tab. 7-15: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny fis a h, snímač humbucker u krku, Cort	91

Tab. 7-16: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny E a g, snímač single-coil u krku, Fokus-H	92
Tab. 7-17: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny g a ais, snímač single-coil u krku, Fokus-H	92
Tab. 7-18: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a pianu, tóny fis a h, snímač single-coil u krku, Fokus-H	93
Tab. 8-1: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač humbucker u kobyly, Cort.....	94
Tab. 8-2: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač humbucker u kobyly, Cort	95
Tab. 8-3: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač humbucker u kobyly, Cort.....	95
Tab. 8-4: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H	96
Tab. 8-5: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H.....	96
Tab. 8-6: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H	97
Tab. 8-7: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač single-coil, Cort	97
Tab. 8-8: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač single-coil, Cort.....	98
Tab. 8-9: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač single-coil, Cort	98
Tab. 8-10: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač single-coil, Fokus-H	99
Tab. 8-11: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač single-coil, Fokus-H.....	99
Tab. 8-12: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač single-coil, Fokus-H.....	100
Tab. 8-13: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač humbucker u krku, Cort.....	100

Tab. 8-14: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač humbucker u krku, Cort	101
Tab. 8-15: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač humbucker u krku, Cort	101
Tab. 8-16: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač single-coil u krku, Fokus-H	102
Tab. 8-17: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač single-coil u krku, Fokus-H	102
Tab. 8-18: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač single-coil u krku, Fokus-H	103
Tab. 9-1: Porovnání intenzit harmonických složek bez držení krku kytary a s držením krku, tón H, Cort	104
Tab. 9-2: Porovnání intenzit harmonických složek bez držení krku kytary a s držením krku, tón d, Cort	105
Tab. 9-3: Porovnání intenzit harmonických složek bez držení krku kytary a s držením krku, tón H, Fokus-H	105
Tab. 9-4: Porovnání intenzit harmonických složek bez držení krku kytary a s držením krku, tón d, Fokus-H	106

ÚVOD

Otázka, zda je lepší užívat snímač humbucker u krku nebo u kobylinky, vytváří nekončící diskuze mezi kytaristy. Vnímání zvuku je u každého jedince subjektivní a jedinečné, proto ke shodě těchto dvou táborů asi nikdy nedojde. Můžeme tento rozpor opírat jen o subjektivní vnímání, ale tímto ztrácíme větší nadhled ohledně hry na elektrickou kytaru.

Tato práce se zabývá objektivním zkoumáním změny barvy zvuku podle použití typu snímače a jeho umístění na elektrické kytare. Porovnávají se zde dvě elektrické kytary různých značek. Elektrická kytara Cort X-6 svou konstrukcí vybízí k tvrdším hudebním žánrům. Kytara Fokus-H Strat se svou univerzálností hodí do každého žánru rock'n'rollu.

V první části práce jsou rozebrány části elektrické kytary. Popisuje se jejich dopad na výsledný zvuk. Nalézají se zde informace o změně ve zvuku při použití různých nultých pražců, kobylek a typů snímačů, ať už druhem, nebo materiálem.

Dalším bodem práce je teorie analýzy zvukových souborů. Vysvětluje se zde, jak se vyhodnocují výsledky a jaké jsou jim přiřazeny informace.

Důležitou částí je popis měření a zpracovávání vzorků. V této části jsou zapsány veškeré parametry kytar. Píše se zde také, jaké tóny, v který bodech, na kterých strunách byly použity pro měření.

Poté následují výsledky měření, které nám osvětlí rozdíly mezi jednotlivými druhy snímačů i v závislosti na poloze. V první části se věnujeme rozdílnosti barev tónů při různých dynamikách. Tyto výsledky jsou popsány u každého snímače s každou strunou zvlášť.

Dále jsou popsány změny při různých hodnotách tónové clony u každého snímače. Text je doplněn o spektrogramy tónů.

Změny ve spektru při polovině hlasitostního potenciometru jsou popsány v další části. Porovnávají se zde intenzity harmonických složek tónů zahrnutých v dynamice *piano* a při snížení hlasitosti na potenciometru o polovinu. Následuje porovnání spekter při použití tvrdšího trsátka. Výsledky měření končí s mým osobním bodem zájmu a tím je rozdílnost ve spektru při držení rukou krku kytary a při nedržení krku. Tato měření byla prováděna u sedmých pražců struny E a G.

1. HISTORIE A VÝVOJ ELEKTRICKÉ KYTARY

První kytary jsou datovány v Egyptě asi před 3000 lety. Jejimi předchůdci byly lyra a viola da mano. Z evropských států si kytaru velmi oblíbilo Španělsko. Ve 13. století se v jižním Španělsku vytváření kytar postupně stalo uměním. V Andalusii dává vzniknout hudebně-taneční kultuře flamenca. Od dvacátého století se kytara stává vysoce oblíbeným nástrojem. Pomohl tomu například vzestup popularity skupiny The Beatles. Kytara se stala nedílnou součástí klasické hudby, flamenca, folkové hudby, jazzu a rocku. [1]

Před příchodem elektromagnetických snímačů bylo trendem rozebírat sluchátkové reproduktory a vyjímat z nich membrány s cívkami. Následně se přimontovávaly ke kobyolkám španělských kytar.

1.1 Stavba těla kytary

Stavba kytary se liší velikostí, tvarem i počtem strun, a závisí také na stylu hudby. Rozlišujeme kytary akustické, elektroakustické či zcela elektrické. Prototypem akustické kytary jsou dvě hruškovitě zaoblené ploché dřevěné desky s ozvučnými žebry, mezi nimi jsou dva luby dřeva vytvářející dutou rezonující schránku. Tyto luby se lepí ve spojích ke koncovým blokům. Na horní hruškovité desce kytary je vyříznutý otvor pro lehčí pronikání zvukových vln do rezonující části kytary. Horní deska se většinou vytváří v tloušťce 2,5 mm. Spodní deska se vyrábí také o tloušťce 2,5 mm z tvrdého dřeva, např. mahagon, javor nebo růžové dřevo. Hruškovitý tvar kytary byl v minulosti vytvořen z předlohy smyčcových nástrojů. Můžeme vidět analogii mezi evropskou kytarou a tradičními asijskými strunnými nástroji, např. šamisen. [1]

1.2 Krk kytary

Pro ladění a změnu tónů je součástí kytary krk se strunami a ladící mechanikou. V historii se jako struny používaly střeva, žíně, šlachy a další pevné organické materiály. Nyní se používají struny kovové či nylonové. Struny dosahují většinou délky 65 cm. Ladí se na tóny E při frekvenci 82,41 Hz, A při 110 Hz, d při 146,83 Hz, g při 196 Hz, h při 246,94 Hz a e¹ při 329,63 Hz. Rezonující část struny začíná nultým pražcem a končí kobyolkou. Kobyłka uchycuje strunu kousek od trupu kytary. Na krku se nachází hmatník s pražci pro lehčí rozeznání tónů a akordů. Hmatník musí být z tvrdého dřeva, aby se předešlo poškození v důsledku hry na kytaru. [1]

1.3 Stavba a vlastnosti elektrické kytary

Elektrická kytara se mírně liší od kytary akustické. Tělo má buď pevné nebo vykotlané, avšak více se setkáváme s pevným druhem, díky čemuž je tělo mnohem užší. Jako materiál se používá především olše, dub, jasan, javor, mahagon nebo kombinace těchto dřev. Volba dřeva ovlivňuje zvuk kytary. Čím hustší je materiál, tím delší je přirozené držení tónu. Rezonance těla však nemá u elektrické kytary takový vliv jako u kytary akustické. [2]

Podle výzkumu elektrická kytara vytváří zvýšené výstupní napětí o 30 až 50 dB napříč 10 až 12800 Hz oproti napětí přenášené tělem kytary u hlubších strun. Výjimku tvoří kmitočet 700 Hz, kde napětí procházející tělem kytary dosahuje podobné úrovně jako celkové výstupní napětí, tato tvrzení pochází z výzkumu na elektrické kytáře Gibson Les Paul. [3]

U elektrických kytar se uchytilo využití javorového dřeva pro výrobu krků. Hmatník se nejvíce vyrábí z javoru nebo palisandru. Jen výjimečně má elektrická kytara mahagonový hmatník. V těle jsou otvory pro snímače a hlasitostní a tónové potenciometry.

První elektrické kytary byly vytvořeny v třicátých letech minulého století ve Spojených státech. Jejich výhoda měnitelnosti hlasitosti se stala velmi oblíbenou v jazzových orchestrech. Témbr kytary přestal být přehlušen ostatními nástroji. Jejich vývoj je spjat se jmény Lea Fendra a Lesa Paula. V roce 1948 dal Leo Fender na trh svou první pevnou kytaru Broadcaster, která připomínala banja v té době, využívala dva snímače single-coil. Kytara Broadcaster byla přejmenovaná na Telecaster. Mezi jejími rozdíly bylo vhodné táhlo, materiál použitý na hmatník, originální černý celuloid byl nahrazen laminátovým plastem, a ladící mechanika s drážkovým uchycením struny. Roku 1954 představil společně s firmou Gibson Stratocaster se třemi snímači typu single-coil místo dvěma. Stala se vysoce oblíbenou v rock'n'rollu a své milovníky má doposud. Tvar elektrických kytar není jednotný, spíše má doplnit obraz nástroje. [1]

1.4 Kobylka elektrické kytary

Kobylka je důležitou částí nástroje, protože přenáší vibrace strun na tělo kytary. Dělí se na tři základní typy.

Typem pro nejjednodušší manipulaci je pevná kobylka. Kobylka je společně se strunami pevně připevněná k tělu kytary. Struny se jednoduše ladí a kobylka se neseřizuje.

Další dva typy potřebují správné seřízení, jelikož kobylka se jemně pohybuje. K těmto kobylkám je připojena páka. U kobylky nazývané jednozvrtné tremolo se kobylka mírně pohne směrem do středu kytary. Páka snižuje výšku tónu.

Modernějším typem je kobylka jménem dvojzvrtné tremolo. Tento druh je schopný pohybu do obou stran, a tak se výška tónu snižuje nebo zvyšuje. Aby se struny nerozlad'ovaly, v kobylce se většinou nachází i mechanismus na uzamykání strun.

1.5 Nultý pražec (ořech)

Nultý pražec neboli ořech je jednou z nejdůležitějších částí kytary. Struna přiléhá k nultému pražci a od něj struna vibruje. Hlava smyčcových hudebních nástrojů je směřována dozadu. Struny se zalamují na nultém pražci. To způsobuje určitou barvu zvuku. U elektrických kytar se hlava většinou nezalamuje. Aby struny více přiléhaly k nultému pražci, může elektrická kytara mít přemostění nad strunami.

1.6 Snímání zvuku elektrické kytary

Tvorba zvuku začíná brnknutím prstu nebo trsátka o strunu. Tento pohyb vychýlí strunu z její polohy v klidu. Struna se rozvibruje a snaží se zpět dostat do ustálené polohy. Toto kmitání vytváří vlnění. U akustické nebo elektroakustické kytary vlny putující do ozvučného otvoru jsou zesíleny dřevěným tělem, avšak zvuk elektrické kytary se musí zesilovat pomocí mikrofону nebo elektromagnetického snímače. [1]

1.6.1 Snímání zvuku elektrické kytary pomocí mikrofону

Mikrofon transformuje zvukové vlny do elektrického signálu. Nejpoužívanějším typem je mikrofon pracující na pohybu membrány, která reaguje na tlak zvukové vlny.

Existuje několik druhů mikrofónů a každý využívá odlišného principu, např. piezoelektrický mikrofon generuje napětí pomocí minerálů některých solí, membránou páskového mikrofónu je kovový pásek, u dynamického mikrofónu se jeho membrána pohybuje cívkou v magnetickém poli permanentního magnetu, princip kondenzátorového mikrofónu je založen na změně kapacity kondenzátoru při dopadu zvukové vlny. [1]

1.6.2 Snímání zvuku elektrické kytary pomocí kontaktního mikrofónu

Princip kontaktních mikrofónů je shodný s principem piezoelektrických mikrofónů. Malý blok z krystalického či keramického materiálu zakrývá obal z plastu nebo kovu. Tento blok je přichycen k tělu kytary. Když se zahraje tón, vibrující kytara přivádí blok do komprese nebo napnutí. Na bloku je hmota zavěšená na pružině, která díky své stagnaci vytváří silový tlak na blok, efekt síly pochází z Newtonova druhého pohybového zákona, a tím se zesiluje generované napětí.

1.6.3 Snímání zvuku elektrické kytary pomocí zapuštěného snímače

Snímač je mechanicko-elektrickým převodníkem fungujícím na principu magnetické indukce. Jádrem je permanentní magnet tvořící stabilní magnetické pole Φ . Vlnění struny mění jeho tok a tím indukuje střídavé napětí. Velikost napětí není natolik vysoká, aby signál měl dostatečný napěťový rozsah, proto se kolem magnetu instaluje cívka, kterou obaluje plastový nebo kovový kryt. Měděný drát omotávající cívku má v průměru kolem 0,063 mm.

Velkou oblíbenost mezi snímači má snímač Fender Stratocaster. Místo jednoho tenkého kvádru magnetu, rozděluje snímání na šest samostatných magnetických jader se stejnou magnetizací. Pod každou strunou se nalézá jedno jádro cívky, čím je blíže, tím vyšší je hlasitost tónu. Upevňují se na dva pláty vulkanizovaného vlákna z celulózy. Měděný drát je obtočen kolem magnetických jader.

1.6.3.1 Materiály magnetických jader snímačů

Magnetická jádra musí být z takových materiálů, aby proud procházel magnety v jednom směru, což moc nejde provést při použití obyčejného železa. Čisté železo si zase neudrží magnetickou vyrovnanost jako jiné kovy, proto se jádra nejvíce vyrábí ze slitiny hliníku, niklu a kobaltu. S přidáním mědi byla vytvořena slitina Alnico 5 poměru 8:14:20:3 těchto kovů, která se stala velice oblíbenou. Druhů slitin bylo vytvořeno spousty, byly i pokusy o alternativní keramické nebo piezoelektrické magnety. Snímače s keramickými jádry jsou citlivější než snímače se slitinovými jádry.

1.6.3.2 Materiály cívek

Dráty cívek pro snímače se vyrábí z tuhé a křehké mědi. Drát se vyrábí i z hliníku, zlata či dalších kovů, ale cena a dostupnost dělají z mědi prioritní materiál. Kvalita drátu určuje citlivost snímače. Vinutí cívky je zakryto plastovým krytem.

1.6.3.3 Snímač single-coil

Snímač typu single-coil je tvořen jednou cívkou s jádrem. V principu se podobá dynamickým mikrofonům. Snímač nereaguje na samotnou zvukovou vlnu, ale na změnu magnetického pole, která formuje výstupní napětí. Struny elektrické kytary prochází magnetickým polem snímače, jelikož jsou vyrobeny z oceli, pohyb struny manipuluje s magnetickým polem snímače. Jižní magnetický pól je přiveden blíže ke struně. Díky svým feromagnetickým schopnostem struna více přitahuje magnetické siločáry tohoto pólu. Po jejím vychýlení se zintenzivní také severní magnetický pól. Při pohybu ke

snímači se siločáry stáhnou k jádru, při pohybu od snímače se rozprostnou kolem jádra. Snímač je schopen snímat vlnění v celém frekvenčním rozsahu. Produkuje velmi zvonivý a silný zvuk, vytváří výrazné a čisté výšky, ale je velmi náchylný k zachycování ruchů.

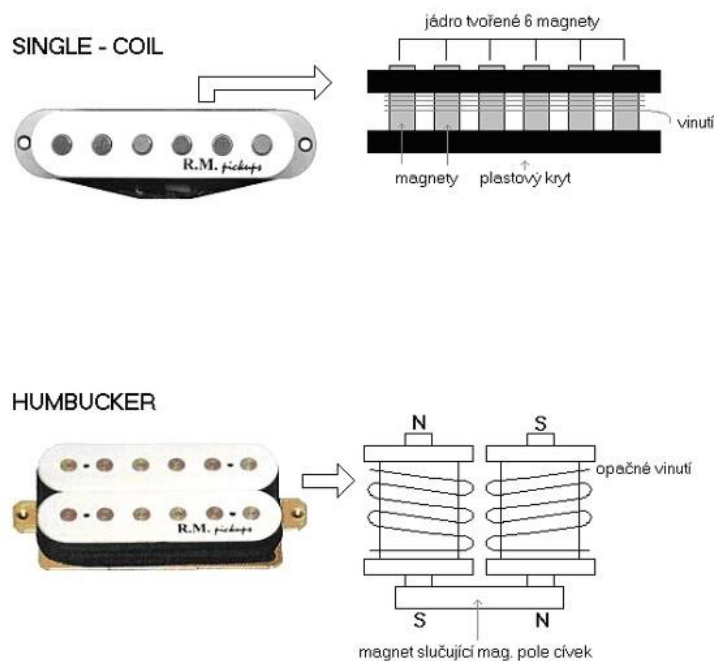
1.6.3.4 Snímač double-coil (humbucker)

Jelikož snímač single-coil kvůli své jedné cívce zachycuje i rušivé zvuky, vznikl snímač humbucker, jež tyto parazitní ruchy a šумы potlačuje. Zvuk není tak výrazný, avšak zahrnuje plnější a silnější středové a basové frekvence.

Oproti snímači single-coil má humbucker dvě cívky se společným jádrem. Opačné vinutí cívek vynuluje napětí mezi cívkami, protože napětí se nachází ve vzájemné protifázi. Takto se signál detekovaný cívkami posiluje a šum se zeslabuje. Aby se zamezilo zrušení napětí produkované strunou, magnetická jádra musí být naproti sobě opačné polarity. Na jedné straně snímače má první cívka magnetický severní pól, druhá cívka zase jižní pól. Opačná polarita mění signál zpět do fáze.

Cívky mohou být v sériovém i paralelním zapojení. Druh zapojení ovlivňuje chování snímače, to je založeno na hodnotě rezistence v obvodech. U sériového zapojení se ztrácí vyšší kmitočty, při paralelním zapojení není produkován hutný zvuk.

Obr. 1-1: Schéma snímače single-coil a humbucker, [5]



1.6.3.5 Poloha snímačů

Snímače se umisťují mezi krk a kobytku kytary. Snímač u kobytky ztrácí basové frekvence. Snímač blíže ke krku v zásadě potlačuje vyšší frekvence. Většina elektrických kytar má dva snímače, některé využívají i tři. Nižší kmitočty produkují vyšší napětí na snímačích u krku kytary. Přesná poloha a typ snímačů se v kruzích profesionálních i amatérských kytaristů neustále diskutuje a nepanuje na tuto problematiku shoda.

1.6.4 Kytarové potenciometry

Na elektrické kytare se nachází dva druhy potenciometrů, pro změnu hlasitosti a tónovou clonu. Potenciometr hlasitosti pracuje obvykle v rozsahu 100 k Ω až 1 M Ω .

Tónovou clonu tvoří rezistor a kondenzátor. Tónová clona je pasivním prvkem podobným ekvalizéru. Snížením hodnoty potenciometru se ubírají ze signálu vyšší kmitočty. Clona ubírá na průraznosti zvuku a přetváří ho do měkčí a hebké podoby. Největší dopad se nachází u tónů tvořených blíže k hlavě kytary. Pokud jsou na elektrické kytare dva potenciometry tónové clony, jsou přiřazeny k přednímu a středovému snímači.

2. SPEKTRÁLNÍ ANALÝZA

Zvuková spektrální analýza je spojována s barvou zvuku. Z praxe je známo, že pokud v místnosti plné lidí zahrajeme či přehrajeme nějaký zvuk a zeptáme se jakou má barvu, každý účastník použije jiná slova. Zvuková barva nám pomáhá v určení hudebního nástroje, který slyšíme. Vjem barvy tónu nebo zvuku je odrazem jeho fyzikální struktury v našem vědomí. *Barva tónu či zvuku tvoří zbývající část subjektivního vjemu po „odmyslení si“ vjemu výšky a hlasitosti.*

Spojité spektrum zobrazuje periodický signál jako nekonečně tenké čáry na frekvencích harmonických složek. Diskrétní spektrum je limitní případ spojitého spektra. Spektrum smíšené je spojením obou typů spekter. [2]

2.1 Harmonická analýza

Harmonické spektrum je založeno na sledu intervalů od konsonantní oktávy přes disonantní sekundu až k mikrointervalům. Periodický i neperiodický signál lze rozčlenit na tzv. harmonické složky, které reprezentují celočíselné násobky nosné frekvence, f , $2f$, $3f$, atd. Každý interval zastupuje jednu harmonickou složku. První toto využívá Fourierova řada. Je schopna zapsat periodický průběh funkce podle funkcí sinus a cosinus.

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos k\omega t + b_k \sin k\omega t) \quad (2.1)$$

pro $k = 1, 2, 3 \dots$ (pořadové číslo harmonické složky o frekvenci $k\omega$)

kde

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) dt \quad (2.2)$$

$$a_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos k\omega t \quad (2.3)$$

$$b_k = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin k\omega t \quad (2.4)$$

Pro harmonickou analýzu spektra se využívá Fourierova transformace, kterou lze chápat jako limitní případ Fourierovy řady. Digitální analýza pracuje s diskrétní podobou Fourierovy transformace DFT. Čas se stává nezávislou proměnou, nahrazuje ji frekvence. Krátkodobá Fourierova transformace STFT vytváří analýzu po krátkých úsecích. Rychlá Fourierova transformace FFT urychluje výpočet složek spektra. Vykreslené 2D grafy

mají na ose x frekvenci v hertzech v logaritmickém měřítku. Na ose y se nachází hodnoty intenzity L v decibelech.

Harmonické složky jsou rozděleny do tří pásem. První pásmo ovlivňuje barvu tónu. Obsahuje první až devátou harmonickou složku. Druhé pásmo produkuje sytost, průraznost a ostrost, je vnímán jako klast. V třetím pásmu jsou zbylé harmonické složky. Vytváří ostrou, cinkavou až kovovou a průraznou barvu zvuku.

Barevnost je dána intenzitami frekvencí prvního harmonického pásma. První harmonická složka neboli fundament je základní nosnou frekvencí tónu. Druhá složka nevytváří barvu tónu, pouze zesiluje fundament a přidává na mohutnosti zvuku, je totiž oktávou vůči fundamentu. Třetí složka přidává zvuku dutý až tupý charakter, její vysoká hodnota odkazuje k tělu nástroje. Sudé složky celkově generují jasný tón. Pátá složka obohacuje spektrum o nazalitu. Sedmá složka produkuje brysknost a lesk. Devátá složka je hraniční složkou pásma a zní cinkavým a bryskním zvukem.

Vjem barvy zvuku je ve statické interpretaci vjemem intervalových vztahů. [2]

Formantové oblasti jsou lokálními maximy ve spektru. Mohou být pevně dány tělem hudebního nástroje, nebo se mohou pohybovat. U formantových oblastí je měří jejich šířka, střed a celkové zesílení. Pokud se rezonanční dutina nástroje zvětšuje či zmenšuje, odráží se tato změna ve formantových oblastech.

Metoda lineární predikce neboli LPC analýza využívá principu předpokladu, že k -tý vzorek signálu se může zapsat pomocí lineární kombinace buzení a předchozích vzorků, kde předpokládaná hodnota je dána vzorcem:

$$\hat{s}(n) = \sum_{k=1}^p a_k s(n-k) \quad (2.5)$$

3. CHOVÁNÍ SNÍMANÉ STRUNY

Při drnknutí struny v polovině její délky se ztrácí druhá a každá další sudá složka. Vychýlení struny drnknutí připomíná trojúhelníkový tvar budoucího kmitání struny s odpovídajícím lichým spektrem. Při brnknutí v první pětina délky struny se formuje výsledný asymetrický tvar kmitů struny, ze spektra vymizí každá pátá složka. Vlnová délka módu kmitání je rovna dvojnásobku délky struny. [2]

3.1 Zvuk stejného tónu hraného na odlišné struny v jiném bodě drnknutí

Máme-li dva snímače, zvuk snímače blíže ke krku kytary bude mít větší intenzitu vyšších harmonických složek. Zvuk snímače blíže kobyly nemá totožný průběh jako snímače u krku, proto se tóny na jiném snímači zní různě. Polohou snímače u kobyly se posiluje šestnáctá, sedmnáctá a devatenáctá vyšší harmonická složka. Zeslabuje čtvrtou pátou a čtrnáctou harmonickou složku. V polovině části kytary snímané snímači se vytváří nárůst fundamentu a osmé a čtrnácté vyšší harmonické složky. Do této vzdálenosti je čtrnáctá harmonická složka potlačena, s větší vzdáleností od kobyly v rozdílu 20 mm střídavě její intenzita stoupá a klesá. Do patnácti milimetrů od kobyly je intenzita osmé harmonické vyšší než intenzita fundamentu. Při porovnávání intenzity vyšších harmonických složek stejného tónu u dvou různě naladěných strun se dozvídáme, že tón hraný při větší vzdálenosti od kobyly hojně obsahuje vyšší harmonické složky, než stejný tón zahráný blíže ke kobyly. Tón excitovaný při nižší délce struny rychle ztrácí vyšší harmonické složky. [4]

4. POPIS MĚŘENÍ ELEKTRICKÝCH KYTAR

Měření bylo uskutečněno v bezodrazové komoře na Fakultě elektrotechniky a komunikačních technologií VUT. Nahrával se zde současně signál kytarového snímače a měřicího mikrofonu Brüel&Kjær 4189 a zesilovače Brüel&Kjær Nexus. Mikrofon byl nastaven 10 cm od strun kytary. Obě cesty využívají stejný zesilovač. Nastavená úroveň na mikrofon byla 19,97 dBFS a na kabel z kytary 22,75 dBFS na zesilovači. Zahrané tóny byly nahrávány do softwaru Cubase 7 při vzorkovací frekvenci 48 kHz s rozsahem 24 bitů. Vzorky byly stříhány v softwaru Reaper a data byla zpracována v prostředí Matlab.

Byly nahrány tóny E, g, ais¹, fis¹ a h¹ na struhách E, g, h a e¹. Měření se uskutečnila na dvou elektrických kytarách, Cort X-6 a Fokus-H Strat. Využito bylo především nylonové trsátka značky BRAIN s tloušťkou 1,14 mm.

Byly nahrány tóny ve dvou dynamikách při plné hlasitosti. Dále se zaznamenávaly tóny při snížené hodnotě tónové clony. Měřilo se i s trsátkem DUNLOP ULTEX SHARP s tloušťkou 2,0 mm. Následujícím bodem měření byly zvuky při asi poloviční hlasitosti nastavené na potenciometru. Posledním bodem bylo měření při dotýkání se a nedotýkání se krku kytary u tónů H a d.

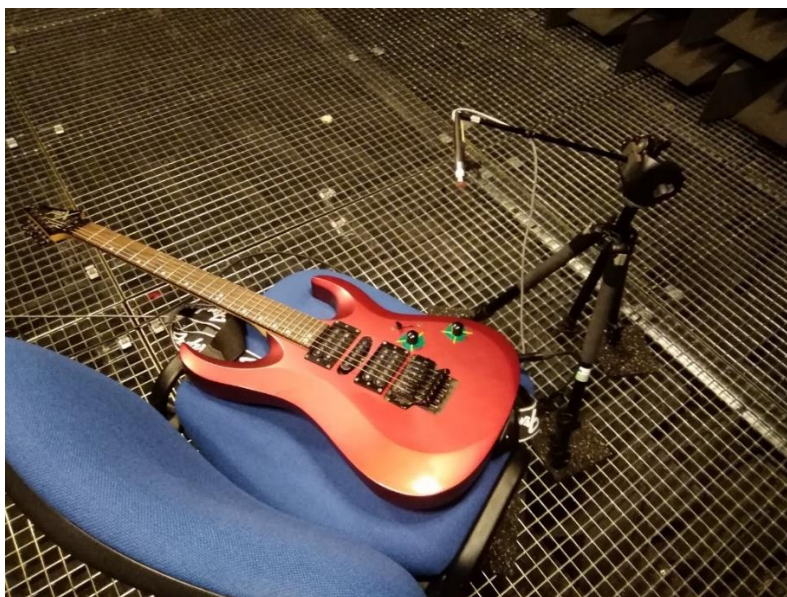
4.1 Parametry pro měření na elektrické kytáře Cort X-6

Elektrická kytara Cort X-6 vychází z konceptu Superstrat. Tělo kytary je vyrobeno z lípy. Krk kytary tvoří javor ve tvaru U s hmatníkem z palisandru se dvaceti čtyřmi jumbo pražci, délka menzury je 648 mm.

Cort X-6 využívá dva snímače typu humbucker, jeden u kobylky kytary a jeden u krku, a jeden snímač single-coil, který je umístěn mezi dvěma humbuckery. Model snímačů typu Humbucker je Bluebucker BBHGB, snímač typu single-coil je model BBMMSB. Zvuk elektrické kytary je ovládán dvěma potenciometry pro ovládání hlasitosti a tónové clony. Typem kobylky je dvojzvrtné tremolo.

Vzorky byly nahrávány ve vzdálenostech 520 mm, snímač humbucker u krku kytary, 560 mm, snímač single-coil, a 606 mm, snímač humbucker u kobylky, od nultého pražce. Body byly takto vybrány, protože jsou přesně nad středy snímačů. S nastaveným kobylkovým snímačem se ve spektru při hře na prázdnou E a g nezobrazí každá patnáctá složka, u tónu g a ais¹ každá šestá složka, u tónů fis¹ a h¹ každá desátá složka. U snímače single-coil se ve spektru při hře na prázdnou E a g neobjeví každá sedmá složka, u tónu g a ais¹ každá třetí složka, u tónů fis¹ a h¹ každá pátá složka. Ve spektru předního snímače při hře na prázdnou E a g bude chybět každá pátá složka, u tónu g a ais¹ každá sudá složka, u tónů fis¹ a h¹ každá třetí složka. U pěticestného přepínače snímačů byly vybrány polohy 1, 3 a 5.

Obr. 4-1: Měření kytary



4.2 Parametry pro měření na elektrické kytáře Fokus-H Strat

Fokus-H Strat je klasickým typem elektrické kytary jménem Stratocaster. Pro korpus kytary byla použita olše. Šroubovaný krk pochází ze žlutého kanadského javoru. Hmatník kytary s dvaceti dvěma pražci je vyroben z palisandru. Menzura je dlouhá 648 mm. Osazením snímačů je jeden humbucker u kobyly kytary a dva další snímače typu single-coil. Všechny snímače pochází z firmy Fokus-H. S parametry tónu se manipuluje pomocí ovladače hlasitosti a dvou ovladačů tónové clony.

Tóny byly zaznamenány ve vzdálenostech 495 mm, snímač single-coil u krku kytary, 555 mm, snímač single-coil uprostřed, a 615 mm, snímač humbucker, od nultého pražce. Tyto body leží taktéž nad středy snímačů. S nastaveným kobylovým snímačem se ve spektru při hře na prázdnou E a g nezobrazí každá sedmnáctá složka, u tónu g a ais^1 každá pátá složka, u tónů fis^1 a h^1 každá devátá složka. U středního snímače se ve spektru při hře na prázdnou E a g neobjeví každá sedmá složka, u tónu g a ais^1 každá sudá složka, u tónů fis^1 a h^1 každá čtvrtá složka. Ve spektru předního snímače při hře na prázdnou E a g bude chybět každá čtvrtá složka, u tónu g a ais^1 bude omezena každá složka, u tónů fis^1 a h^1 každá sudá složka. I u této kytary byly použity polohy 1, 3 a 5 pěticestného přepínače snímačů.

Obr. 4-2: Elektrická kytara Fokus-H Strat



5. ANALÝZY SPEKTER ELEKTRICKÝCH KYTAR AKUSTICKÉHO A SNÍMANÉHO ZVUKU PŘI ZMĚNĚ DYNAMIKY

Kromě oscilace vybrané struny a výšky tónu se spektra na elektrické kytáře liší i v závislosti na bodě excitace struny a poloze přepínače snímačů. Tato práce je především zaměřena na vliv snímačů při maximální tónové cloně, ale díky nahrávání akustického zvuku je možné porovnat i dopad místa excitace. Abychom mohli porovnat tato spektra, musíme se nejdříve zaměřit na každý snímač zvlášť u obou kytar. Barva tónů se mění i s dynamikou.

5.1 Analýza snímače humbucker umístěného u kobylky elektrické kytary Cort X-6

Struna E tón E

Z porovnání intenzit vyšších harmonických složek zvuku z mikrofonu při dynamice *forte* je vidět, že intenzita druhé vyšší harmonické složky má nižší hodnotu, a tak fundament tónu není tolik podpořen. V tónu zaznívá hodně dutosti. Ukazuje to třetí harmonická složka. V tónu E více zaznívá jeho brysknost a nazalita, sedmá a pátá harmonická složka než jeho jasnost, kterou dodává čtvrtá, šestá a osmá vyšší harmonická složka.

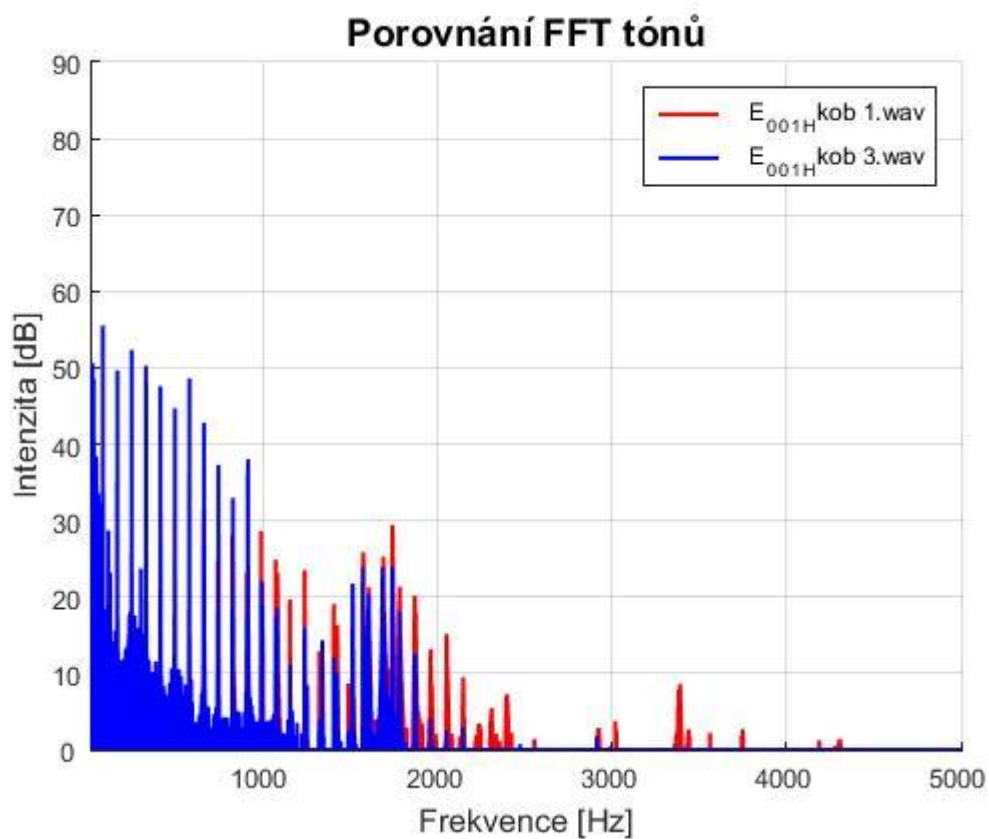
U snímače humbucker vzrůstá intenzita druhé vyšší harmonické složky, která podporuje fundament a dodává zvuku na větší mohutnosti. Výrazně je zde posílena tupost tónu. Zvuk výrazně ztrácí nazalitu a brysknost, ale získává na jasnosti. Intenzity vyšších harmonických složek elektrického zvuku se snižují více než u akustického.

Při menší dynamice akustický zvuk získává větší mohutnost. Ubývá na dutosti a nazalitě zvuku. Tón tvoří zřetelný lesk. Rozdíly mezi intenzitou deváté složky a fundamentu jsou minimální při rozdílnosti dynamiky. Zvuk snímače při nižší intenzitě nápadně podporuje dutost v tónu ještě více, než při dynamice *forte*. Jasnost tónu je redukována čtvrtou složkou, ale přitom posílena šestou. Tón získává odlišný charakter. Zcela postrádá nazalitu.

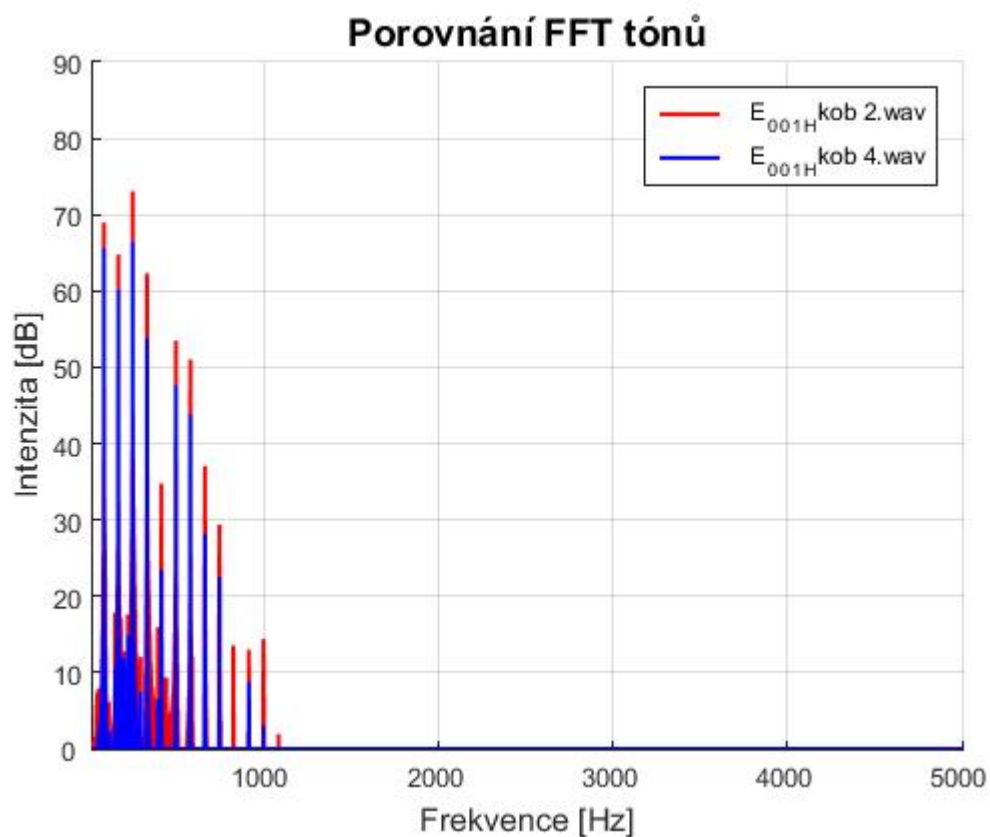
Tab. 5-1: Porovnání intenzit tónů E na struně E, snímač humbucker u kobyvky, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-6,79	-4,2	2,59	-5,85	-5,49	0,36
$3f$	-1,59	4,09	5,68	-3,16	0,72	3,88
$4f$	-5,37	-6,66	-1,29	-5,25	-11,83	-6,58
$5f$	-4,25	-34,25	-30	-7,92	-42,22	-34,3
$6f$	-7,87	-15,48	-7,61	-10,8	-18,02	-7,22
$7f$	-3,82	-17,93	-14,11	-6,92	-21,79	-14,87
$8f$	-8,92	-31,9	-22,98	-12,71	-37,43	-24,72
$9f$	-17,37	-39,4	-22,03	-18,23	-43,17	-24,94

Obr. 5-1: Porovnání zvuků z mikrofonu dynamiky *forte* (červená barva) a dynamiky *piano* (modrá barva) tónu E, snímač humbucker u kobyvky, Cort



Obr. 5-2: Porovnání zvuků ze snímače při dynamice *forte* (červená barva) a dynamice *piano* (modrá barva) tónu E, snímač humbucker u kobyly, Cort



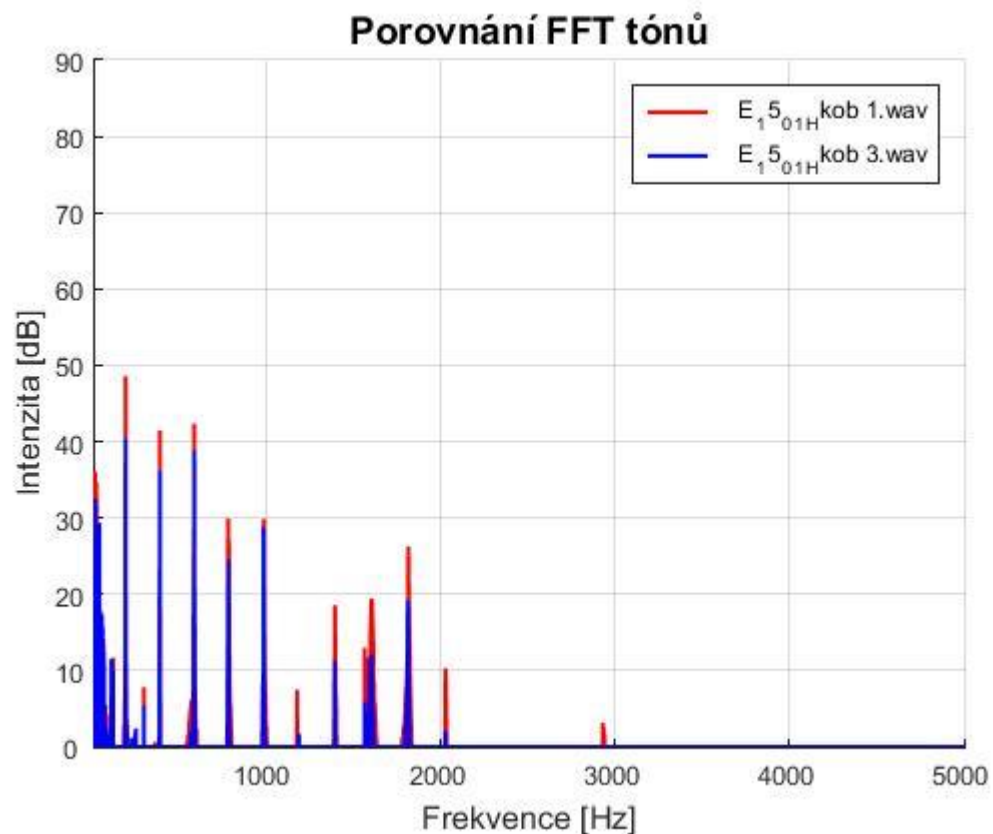
Struna E tón g

Tón není tolik nazální a nejvyšší hodnotu intenzity má fundament. Ze vzdálenosti mezi bodem excitace a stlačenou strunou E u patnáctého pražce nám vyplývá, že šestá harmonická složka je velmi potlačena. Zvuk získává neočekávanou cinkavost. Ve zvuku zachyceném snímačem fundament se jeví nejvýrazněji. Charakter tónu je redukován na pět harmonických složek. Tón nezní tak dutě jako u jiných vzorků. U akustického snímání zvuku se rozdíly mezi intenzitou fundamentu a vyšších harmonických složek snižují, zvuk získává plnější barvu.

Tab. 5-2: Porovnání intenzit u tónu g na struně E, snímač humbucker u kobyly, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. $d. f$	Zvuk sn. $d. f$	Porovnání	Zvuk mik. $d. p$	Zvuk sn. $d. p$	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-7,14	-20,2	-13,06	-4,78	-23,71	-18,93
$3f$	-6,22	-24,3	-18,08	-2,12	-25,4	-23,28
$4f$	-18,67	-51,42	-32,75	-15,95	-50,63	-34,68
$5f$	-18,85	-52,37	-33,52	-11,76	-51,25	-39,49
$6f$	-41,136	-	-	-38,728	-	-
$7f$	-30,04	-	-	-29,21	-	-
$8f$	-29,31	-	-	-28,7	-	-
$9f$	-22,34	-	-	-21,68	-	-

Obr. 5-3: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice *forte* (červená barva) a dynamice *piano* (modrá barva) tónu g, snímač humbucker u kobyly, Cort



Struna G tón g

Fundament tónu je utlumen oproti jiným složkám. Frekvenci tónu spíše vyzdvihují jeho oktávové složky. Ve zvuku je vyzdvihnout nazální a tupý charakter. Jasnost zvuku dodává osmou harmonickou složkou a doprovází ji zvonivý ráz. Při dynamice *piano* je jasnost tónu g redukována, naopak více zvoní. Barva tónu g nahrána snímačem je ochuzena o nazální a dutý zvuk. U elektrického obrazu dynamiky *piano* barevnost tónu g dostává spíše zvonivý charakter. Pátá harmonická složka, která má největší intenzitu mezi složkami, ve svém elektrickém obraze téměř neexistuje.

Tab. 5-3: Porovnání intenzit u tónu g na struně G, snímač humbucker u kobyly, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. d. f	Zvuk sn. d. f	Porovnání	Zvuk mik. d. p	Zvuk sn. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	9,14	3,16	-5,98	8,28	0,81	-7,47
$3f$	15,41	-3,28	-18,69	17,11	-5,4	-22,51
$4f$	6,19	-22,43	-28,62	6,76	-26,51	-33,27
$5f$	18,35	-46,48	-64,83	16,91	-52,859	-69,769
$6f$	8,08	-28,85	-36,93	2,46	-36,01	-38,47
$7f$	0,04	-35,9	-35,94	1,26	41,36	-42,62
$8f$	13,12	-39,74	-52,86	9	-47,269	-56,269
$9f$	3,79	-	-	6,54	-	-

Struna G tón ais¹

Tón ais¹ vysoce ztrácí svůj barevný charakter oproti tónu g. U patnáctého pražce struna G postrádá silnou intenzitu třetí a páté harmonické složky. Tón si uchovává vyšší intenzitu osmé a deváté složky. V jejím elektrickém obraze se projevují pouze první tři harmonické složky. Nejvýraznější je fundament. Při menší dynamice tón postrádá šestou, sedmou a osmou harmonickou složku, ale obsahuje devátou složku, která způsobuje brysknost. Nazální tón je vysoce potlačen. Vzhledem k měření by měla být potlačena šestá až sedmá harmonická složka ve spektru, ale více je potlačena sedmá.

Tab. 5-4: Porovnání intenzit u tónu ais na struně G, snímač humbucker u kobylky, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-8,63	-43,19	-34,56	-12,61	-45,4	-32,79
$3f$	-16	-45,95	-29,95	-18,9	-48,536	-29,636
$4f$	-19,53	-	-	-23,73	-	-
$5f$	-40,157	-	-	-	-	-
$6f$	-41,282	-	-	-	-	-
$7f$	-	-	-	-	-	-
$8f$	-36,23	-	-	-	-	-
$9f$	-40,709	-	-	-40,754	-	-

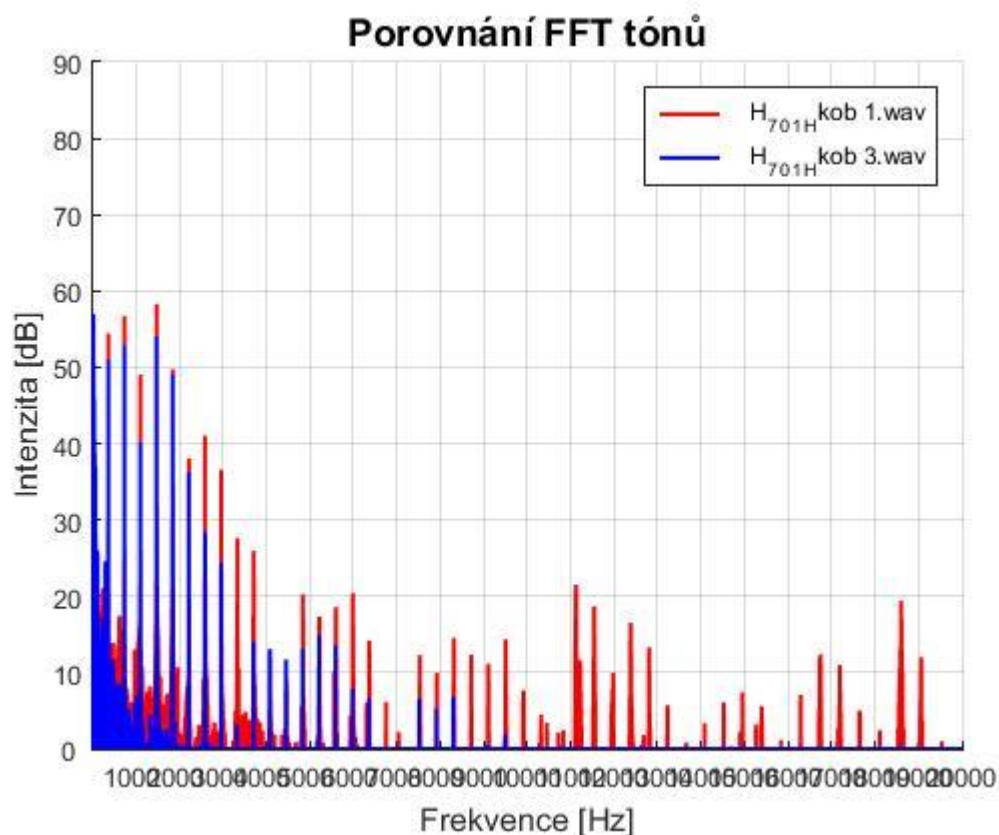
Struna H tón fis¹

U sedmého pražce na struně h je mohutnost fundamentu posílena jeho oktávou. Více než nazální charakter tón působí jasně i zvonivě. V nižší dynamice zvuk ještě více ztrácí třetí harmonickou složku. Přesto je více tlumený. Šestá složka, která je při dynamice *forte* více potlačena, má při *piano* větší dopad na výsledný zvuk. Ve zvuku produkovaném snímačem humbucker je obsaženo pouze prvních pět harmonických složek. Nejsilnější je fundament a poté jeho vyšší oktáva.

Tab. 5-5: Porovnání intenzit tónu fis na struně H, snímač humbucker u kobylky, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	2,28	-12,65	-14,93	1,78	-13,82	-15,6
$3f$	-5,41	-31,08	-25,67	-10,91	-34,73	-23,82
$4f$	3,72	-37,04	-40,76	2,97	-38,6	-41,57
$5f$	-4,72	-42,73	-38,01	-2,04	-41,39	-39,35
$6f$	-16,45	-	-	-14,83	-	-
$7f$	-13,43	-	-	-22,58	-	-
$8f$	-17,89	-	-	-26,71	-	-
$9f$	-26,85	-	-	-	-	-

Obr. 5-4: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice *forte* (červená barva) a dynamice *piano* (modrá barva) tónu fis, snímač humbucker u kobyly, Cort



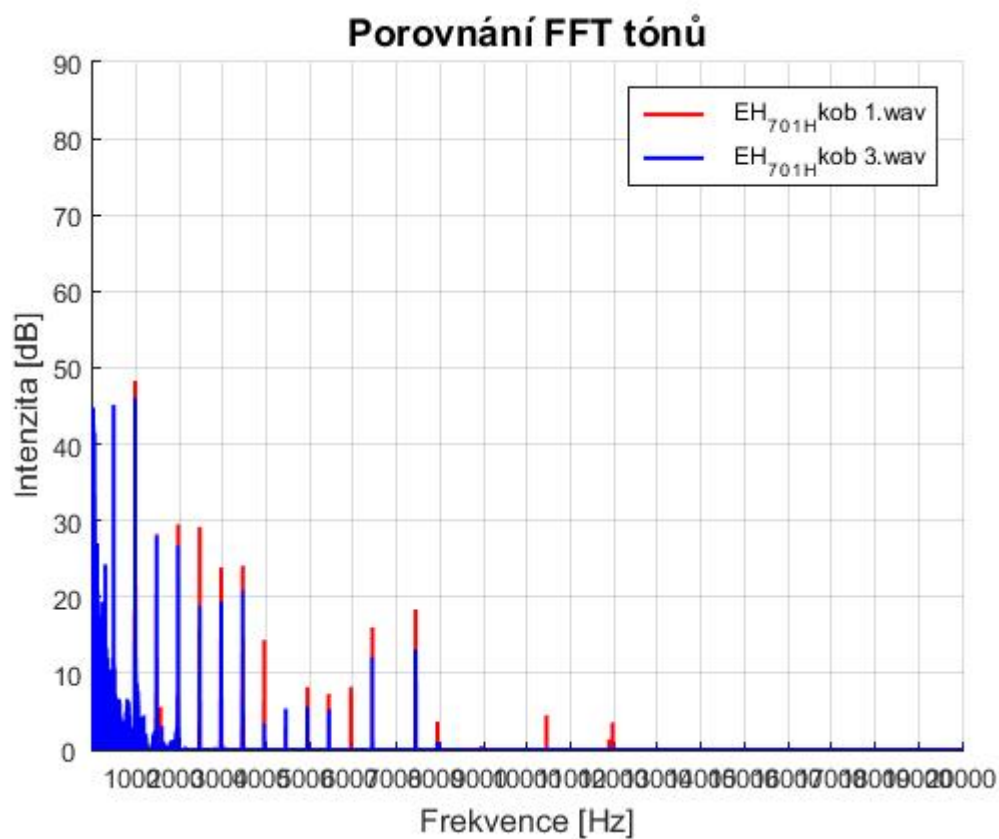
Struna horní E tón h^1

U tónu h^1 při dynamice *forte* se spektrum podobá tónu fis^1 . Tón postrádá nazalitu a dutost. Posílena je čtvrtá harmonická složka, ale tak jako u tónu fis^1 barva postrádá jasnost šesté a osmé složky. Přesto první harmonická složka tónu h^1 je více posílena svou vyšší oktávou. Akustický zvuk menší dynamiky získává více brysknosti, dutosti a vyrovnanější jasnosti. Jasnost není rozvíjena osmou harmonickou složkou. Nazální tónbr je redukován na minoritní postavení oproti lesku tónu. Charakter tónu zaznamenaného snímačem postrádá brysknost a nazalitu. Zvuk je ořezán jen na prvních pět harmonických složek při *forte*. U dynamiky *piano* se pouze projevuje druhá harmonická složka. Zvuk postrádá barevnost akustického vzoru.

Tab. 5-6: Porovnání intenzit tónu h, snímač humbucker u kobylky, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. d. <i>f</i>	Zvuk sn. d. <i>f</i>	Porovnání	Zvuk mik. d. <i>p</i>	Zvuk sn. d. <i>p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	4,25	-24,96	-29,21	0,86	-29,11	-29,97
$3f$	-15,78	-35,624	-19,844	-17,23	-	-
$4f$	-14,51	-28,27	-13,76	-18,89	-	-
$5f$	-14,86	-37,497	-22,637	-26,35	-	-
$6f$	-20,19	-	-	-25,84	-	-
$7f$	-19,95	-	-	-24,34	-	-
$8f$	-29,66	-	-	-41,731	-	-
$9f$	-41,28	-	-	-39,807	-	-

Obr. 5-5: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice *forte* (červená barva) a dynamice *piano* (modrá barva) tónu h, snímač humbucker u kobylky, Cort



5.2 Analýza snímače humbucker umístěného u kobylky kytary Fokus-H Strat

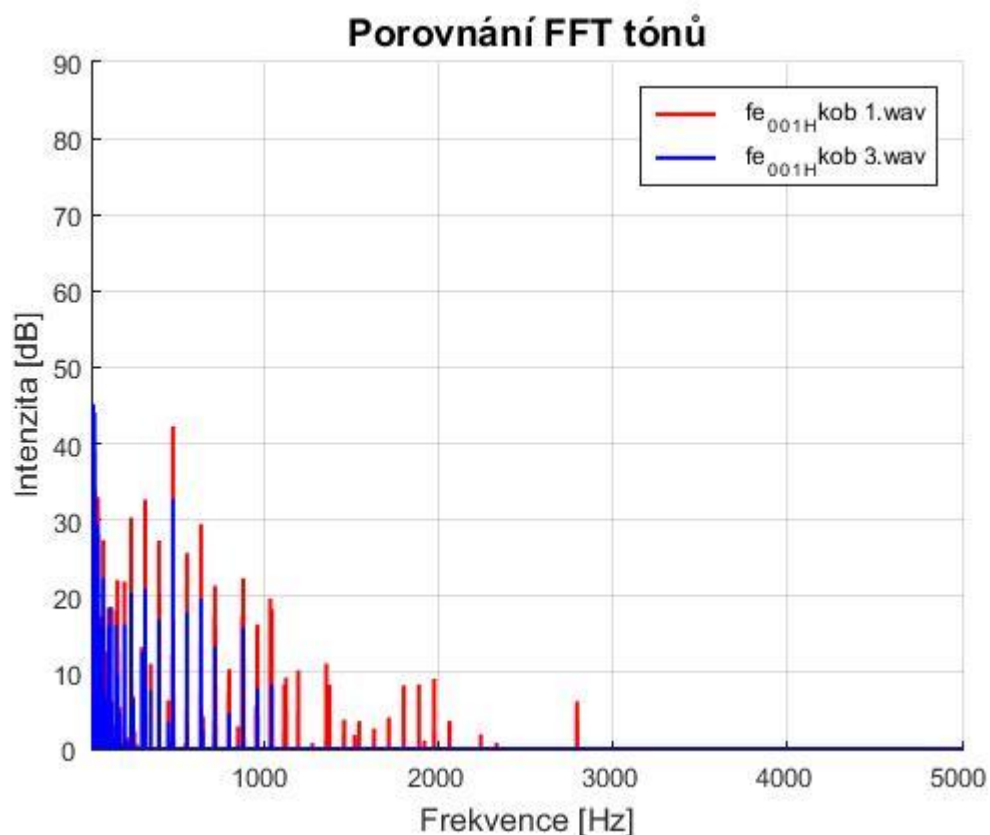
Struna E tón E

U zvuku z mikrofonu elektrické kytary Fokus-H Strat při dynamice forte se nejvíce projevuje pátá harmonická složka, tvořící nazální ráz. Zvuk má velmi jasnou a bryskní barvu. Charakter dutosti tónu je upozaděn oproti jasnosti čtvrté harmonické složky. V elektrickém obraze toto zvuku intenzita druhé složky značně převyšuje fundament. Dodává tónu mohutnost. Dalším významným aspektem zvuku je šestá harmonická složka doprovázená pátou, čtvrtou a třetí složkou. Nazálnost tónu není tolik podpořena snímačem. Zvuk si uchovává svůj zvonivý témbur. Snímač produkuje spíše jasnou barvu. U tónu E při nižší dynamice se jasná barva tónu dostává značně do popředí. Nazální charakter přestává být silným aspektem. Zastiňuje ho intenzita šesté harmonické složky. Zvonivý ráz u dynamiky piano významně rozvíjí spektrum tónu. Tento jev je však potlačen ve snímaném zvuku. U snímaného zvuku při dynamice *piano* se posiluje nazalita. Stává se tak důležitým aspektem spektra jako u akustického tónu v dynamice *forte*, ale intenzity harmonických složek jsou si velmi podobné. Spektrum se stává vyrovnanějším. Značná jasnost šesté a osmé složky je snímačem humbucker potlačena.

Tab. 5-7: Porovnání intenzit tónu E na struně E, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-5,23	7,57	12,8	-6,15	-1,01	5,14
$3f$	2,97	6,13	3,16	-1,87	1,54	3,41
$4f$	5,34	6,67	1,33	-1,4	-0,2	1,2
$5f$	14,94	6,69	-8,25	-5,44	3,08	8,52
$6f$	-1,68	6,89	8,57	10,36	2,94	-7,42
$7f$	2,11	1,99	-0,12	-4,51	-0,22	4,29
$8f$	-5,96	-2,44	3,52	-2,74	-2,32	0,42
$9f$	-16,91	-18,88	-1,97	-8,94	-20,25	-11,31

Obr. 5-6: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice *forte* (červená barva) a dynamice *piano* (modrá barva) tónu E, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H



Struna E tón g

Při pohledu do tabulky si lze povšimnout zajímavého úkazu. Bod excitace u humbuckeru umístěného u kobyly se nalézá mezi jednou šestinou a jednou sedminou délky stlačené struny. Bod je blíže k jedné šestině délky, tudíž, stejně jako u elektrické kytary Cort X-6 by intenzita šesté harmonické složky měla být značně omezena. Úkaz se jeví ve zvuku zaznamenaném snímačem humbucker. Tato složka totiž ve spektru chybí. V akustickém projevu tónu při dynamice *piano* je šestá složka zredukována. Při dynamice *forte* u akustického zvuku složka není potlačena, ale ve spektru chybí intenzita sedmé harmonické složky. Ta je obsažena ve snímaném zvuku. Brysknost sedmé složky obohacuje spektrum akustického zvuku u dynamiky *piano*. U snímaného zvuku je intenzita této složky opět snížena.

Snímač humbucker zvyšuje intenzitu vyšší oktávy od fundamentu. Při dynamice *piano* jsou hodnoty vyšších harmonických složek v porovnání s hodnotou fundamentu sniženy.

Tab. 5-8: Porovnání intenzit tónu g na struně E, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-13,42	-2,21	11,21	-14,96	-3,37	11,59
$3f$	-9,1	-8,71	0,39	-13,37	-10,72	2,65
$4f$	-16,34	-23,37	-7,03	-21,74	-26,52	-4,78
$5f$	-16,82	-30,1	-13,28	-24,63	-34,46	-9,83
$6f$	-25,9	-	-	-34,09	-	-
$7f$	-	-43,81	-	-28,924	-51,159	-22,235
$8f$	-33,416	-48,578	-15,162	-33,037	-48,155	-15,118
$9f$	-35,32	-53,209	-17,889	-	-	-19,95

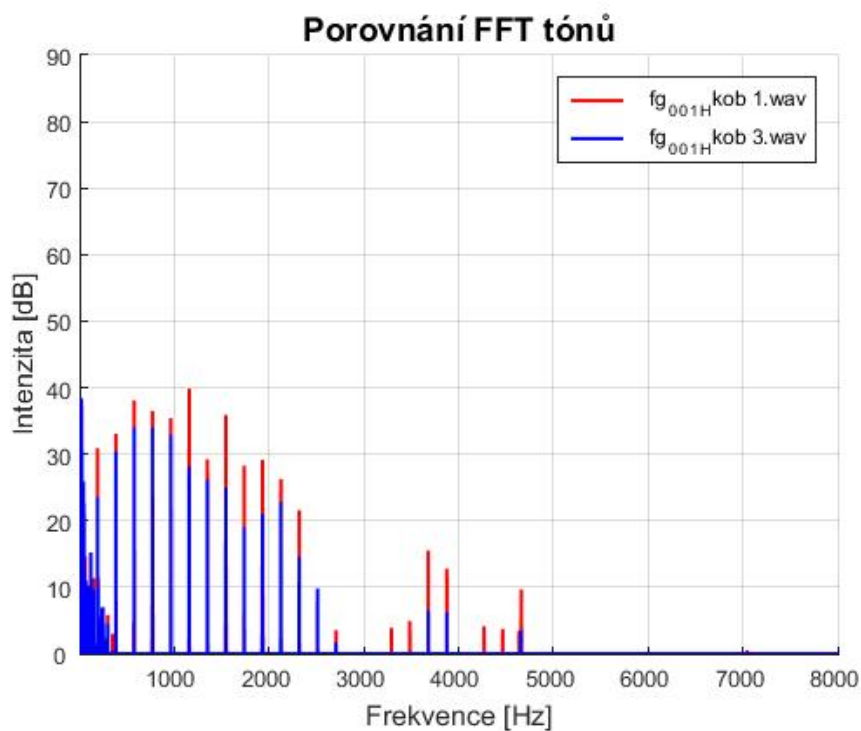
Struna G tón g

Prázdná struna g má především dutý a nazální charakter. Její zvuk z mikrofonu v dynamice *forte* nabývá bryskního rázu. Fundament je zastíněn vyššími harmonickými složkami. Mohutnost tónu první složky je posílena oktávami. Zvuk nahraný skrz snímač nedisponuje bryskností akustického vzorku. Snímač zesiluje nazalitu tónu, která se stává nejsilnějším aspektem spektra. Intenzita šesté složky je také zvětšená oproti fundamentu. V zvuku mikrofonu při menší dynamice je hodnota první harmonické složky ve velkém nepoměru s ostatními složkami. Zvuk nabírá na barvě, hlavně na dutém charakteru a lehce ztrácí zvonivost na úkor jasnosti zvuku. Fundament rozvíjí jeho vyšší oktávy. Snímač humbucker dodává akustickému zvuku nazální ráz. Zeslabuje intenzitu třetí a čtvrté harmonické složky a posiluje šestou. Snímaný tón má větší lesk.

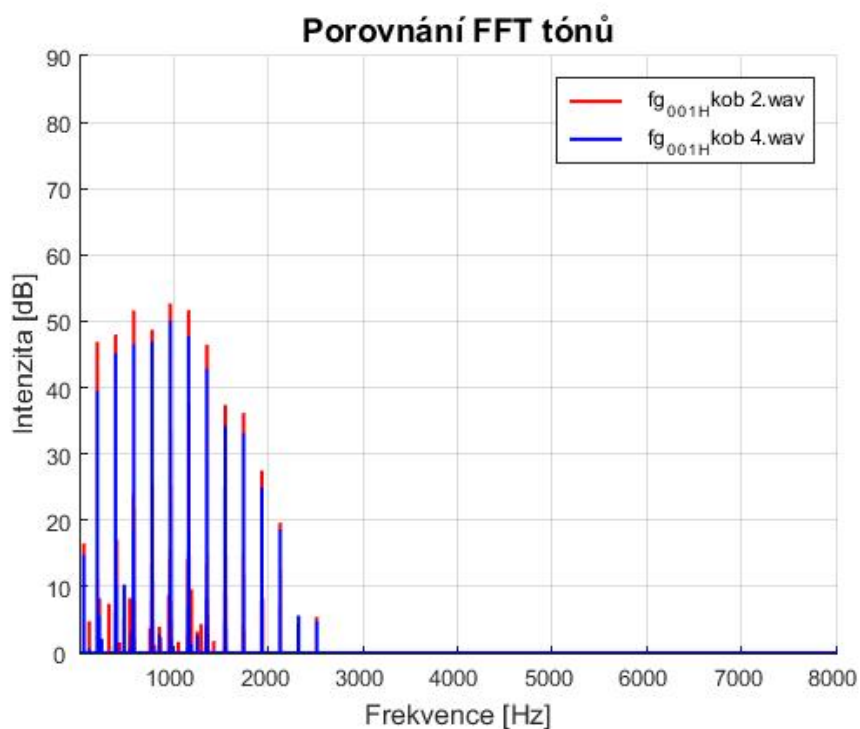
Tab. 5-10: Porovnání intenzit tónu g na struně G, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	2,16	1,06	-1,1	6,97	5,63	-1,34
$3f$	7,18	4,72	-2,46	10,51	6,99	-3,52
$4f$	5,58	1,78	-3,8	10,48	7,38	-3,1
$5f$	4,51	5,52	1,01	9,41	10,57	1,16
$6f$	-1,7	4,74	6,44	4,6	8,25	3,65
$7f$	4,97	-0,44	-5,41	2,68	3,33	0,65
$8f$	-2,65	-9,52	-6,87	1,13	-5,29	-6,42
$9f$	-2,26	-10,73	-8,47	-4,52	-6,38	-1,86

Obr. 5-7: Porovnání zvuků z mikrofonu při dynamice *forte* (červená barva) dynamika *piano* (modrá barva) tónu g na struně G, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H



Obr. 5-8: Porovnání zvuků ze snímače při dynamice *forte* (červená barva) a dynamice *piano* (modrá barva) tónu g na struně G, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H



Struna G tón ais¹

U tónu ais¹ nejsilněji zaznívá fundament. Právě kvůli bodu excitace tón postrádá šestou harmonickou složku, přesto jasnost ve zvuku je podtrhnuta čtvrtou. U dynamiky *forte* zvuk postrádá nazální ráz. Nejvíce se projevují první čtyři složky spektra. To obohacuje brysknost a lesk sedmé a deváté složky. Spektrum zvuku ze snímače postrádá ostatní složky od šesté harmonické. Při nižší dynamice se barva tónu příliš nemění, pouze trochu postrádá zvonivý charakter. Spektrum zvuku snímače má vyrovnanější charakter vůči fundamentu.

Tab. 5-11: Porovnání intenzit tónu ais na struně G, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. d. <i>f</i>	Zvuk sn. d. <i>f</i>	Porovnání	Zvuk mik. d. <i>p</i>	Zvuk sn. d. <i>p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-7,85	-7,63	0,22	-7,57	-6,4	1,17
$3f$	-13,74	-17,66	-3,92	-14,16	-17,99	-3,83
$4f$	-12,6	-23,36	-10,76	-12,79	-24,28	-11,49
$5f$	-34,959	-39,84	-4,881	-31,311	-37,13	-5,819
$6f$	-	-	-	-38,52	-	-
$7f$	-32,595	-	-	-35,396	-	-
$8f$	-31,646	-	-	-35,333	-	-
$9f$	-32,736	-	-	-34,127	-	-

Struna H tón fis¹

U akustického zvuku tónu fis¹ vyšší oktáva fundamentu dodávají mohutnost. Nazální charakter je upozaděn. Výrazná jasnost při dynamice *forte* je zvýrazněna šestou harmonickou složkou. Jak v akustickém, tak ve snímaném zvuku chybí devátá složka. Ve snímaném obraze se tato složka stává méně důležitou vůči páté složce. Snímač snižuje rozdílnost intenzity této složky oproti fundamentu. Druhým nejvýraznějším prvkem je dutost zvuku, který je dán třetí harmonickou složkou. Při dynamice *piano* tónu fis¹ je znělejší oktáva oproti fundamentu. Spektrum obsahuje i devátou harmonickou složku a její zvonivý zvuk.

Tab. 5-12: Porovnání intenzit tónu fis na struně H, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-2,31	-6,3	-3,99	2,96	-1,16	-4,12
$3f$	-8,62	-0,44	8,18	-5,1	3,52	8,62
$4f$	-9,68	-14,49	-4,81	-4,44	-9,32	-4,88
$5f$	-22,05	-18,74	3,31	-21,277	-15,46	5,817
$6f$	-14,51	-27,78	-13,27	-7,14	-20,94	-13,8
$7f$	-18,66	-31,73	-13,07	-14,88	-27,23	-12,35
$8f$	-22,32	-42,89	-20,57	-20,83	-37,95	-17,12
$9f$	-	-	-	-29,705	-51,51	-21,805

Struna horní E tón h^1

U dynamiky *forte* neobsahují spektra zvuků osmou harmonickou složku, naopak u *piana* se objevuje. Dutost třetí harmonické složky výrazně zbarvuje charakter tónu h^1 . Akustický zvuk postrádá jasnost. Vytváří nazální a zvonivý ráz, který je snímačem upozaděn. Devátá složka se objevuje ve spektru akustického zvuku, ale v zaznamenaném zvuku chybí. Bryskní charakter u akustického zvuku při dynamice *piano* je důležitou složkou spektra.

Tab. 5-13: Porovnání intenzit tónu h na struně horní E, snímač humbucker u kobylky, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-16,01	-0,34	15,67	-13,67	2,63	16,3
$3f$	-9,05	-2,63	6,42	-4	2,24	6,24
$4f$	-28,29	-23,92	4,37	-17,6	-10,32	7,28
$5f$	-18,59	-24,67	-6,08	-15,4	-21,19	-5,79
$6f$	-33,553	-43,3	-9,747	-28,81	-39,86	-11,05
$7f$	-29,23	-44,07	-14,84	-29,393	-41,831	-12,438
$8f$	-	-	-	-27,774	-46,81	-19,036
$9f$	-30,972	-	-	-25,08	-	-24,91

5.3 Analýza snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6

Struna E tón E

Tón E na struně E zní výrazně tupě. Fundament je posílen oktávami tvořící jasnou barvu. U dynamiky *forte* se nazální charakter projevuje více než u dynamiky *piano*. Snímaný zvuk s vyšší dynamikou má slabou druhou harmonickou složku. Tón je barevný a částečně si zachovává zvonivost akustického vjemu. U dynamiky *piano* je intenzita sedmé harmonické složky ještě menší než u *forte*. Spektrum se stává vyrovnanějším a jasnějším.

Tab. 5-14: Porovnání intenzit tónu E na struně E, snímač single-coil, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. d. f	Zvuk sn. d. f	Porovnání	Zvuk mik. d. p	Zvuk sn. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-3,4	-12,13	-8,73	-4,76	-10,25	-5,49
$3f$	15,19	7,45	-7,74	10,25	5,41	-4,84
$4f$	2,76	2,25	-0,51	-3,08	-0,9	2,18
$5f$	0,42	-7,33	-7,75	-3,44	-8,95	-5,51
$6f$	-7,08	-24,37	-17,29	-8,14	-25,35	-17,21
$7f$	-17,35	-43,96	-26,61	-24,911	-43,19	-18,279
$8f$	-4,58	-47,505	-42,925	-12,94	-49,315	-36,375
$9f$	-16,51	-43,53	-27,02	-18,01	-41,66	-23,65

Struna G tón g

Nejvýraznější zvuk vytváří fundament. Zvuk z mikrofону dynamiky *forte* obsahuje pouze šest harmonických složek. Šestá složka je vysoce potlačena. Nejsilnějším aspektem zůstává třetí harmonická složka. Zvuk ze snímače tohoto vzorku má pouze pět harmonických složek, i zde je šestá složka zredukována. Zvuk není barevný, spíše jasný. Při dynamice *piano* chybí šestá, osmá a devátá složka, ale objevuje se lesk sedmé složky. Vzorek postrádá jasnost. Ve zvuku snímače obsahuje spektrum pět harmonických složek, z nichž nejvýznamnější je první a druhá složka.

Tab. 5-15: Porovnání intenzit tónu g na struně E, snímač single-coil, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-14,64	-14,92	-0,28	-15,9	-10,37	5,53
$3f$	-10,57	-46,58	-36,01	-19,03	-43,44	-24,41
$4f$	-19,22	-44,56	-25,34	-20,57	-46,74	-26,17
$5f$	-24,68	-60,72	-36,04	-21,64	-58,563	-36,923
$6f$	-33,179	-	-	-	-	-
$7f$	-	-	-	-28,89	-	-

Struna G tón g

Dutý a nazální charakter zvuku z mikrofonu tónu g není odražen do zvuku ze snímače. Zde je oktáva od fundamentu význačná. Mikrofonní zvonivý zvuk se nejvíce ve snímaném vzorku. V dynamice *piano* je tón více obohacen druhou a osmou harmonickou složkou, v dynamice *forte* zase čtvrtou a šestou složkou. Spektra snímaných zvuků jsou si podobná, u *forte* chybí devátá složka a u *piana* i sedmá složka spektra.

Tab. 5-16: Porovnání intenzit tónů g na struně G, snímač single-coil, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-1,23	2,98	4,21	3,62	4,38	0,76
$3f$	11,37	1,01	-10,36	9,7	3,63	-6,07
$4f$	-5,06	-10,45	-5,39	-7	-14,86	-7,86
$5f$	8,29	-20,97	-29,26	3,38	-27,04	-30,42
$6f$	-9,07	-35,91	-26,84	-15,63	-42,41	-26,78
$7f$	-13,29	-61,5858	-48,2958	-30,3	-	-
$8f$	-9,31	-52,724	-43,414	-5,84	-52,892	-47,052
$9f$	-8,88	-	-	-11,82	-	-

Struna G tón ais¹

Největší intenzitu ve spektru po fundamentu má první oktáva. Ve spektru akustického zvuku při *forte* chybí šestá a osmá harmonická složka. Brysknost a tupost se v tónu takřka nevyskytují. Při dynamice *piano* spektrum neobsahuje dutost třetí složky, jasnost šesté složky, ani zvonivý ráz deváté složky. Snímaný obraz tónu ais¹ zahrnuje pouze fundament a druhou vyšší harmonickou složku.

Tab. 5-17: Porovnání intenzit tónu ais na struně G, snímač single-coil, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-4,25	-28,22	-23,97	-3,39	-27,81	-24,42
$3f$	-33,248	-	-	-37,23	-	-
$4f$	-18,11	-	-	-15,56	-	-
$5f$	-27,58	-	-	-24,62	-	-
$6f$	-	-	-	-37,23	-	-
$7f$	-31,347	-	-	-29,018	-	-
$8f$	-	-	-	-32,37	-	-
$9f$	-35,832	-	-	-37,23	-	-

Struna H tón fis¹

Jak v akustickém, tak ve snímaném zvuku je fundament nejvíce posílen druhou složkou. U dynamiky *forte* fundament rozvíjí čtvrtá složka. Zvuk je obohacen o nazální ráz a tupější charakter. Ve zvuku produkovaném snímačem single-coil chybí osmá a devátá harmonická. Tón je lesklý, ale postrádá barevnost. Při dynamice *piano* spektrum postrádá devátou harmonickou složku, snížena je nazální barva a druhá oktáva od fundamentu. Zesílena je dutá barva. Snímaný obraz postrádá ještě pátou a osmou harmonickou složku.

Tab. 5-18: Porovnání intenzit tónu fis¹ na struně H, snímač single-coil, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	2,49	-7,04	-9,53	1,59	-10,2	-11,79
$3f$	-7,53	-31,16	-23,63	0,85	-25,84	-26,69
$4f$	-3,18	-39,98	-36,8	-8,01	-47,64	-39,63
$5f$	-4,99	-55,393	-50,403	-9,97	-	-
$6f$	-19,5	-56,614	-37,114	-12,17	-52,464	-40,294
$7f$	-18,28	-51,154	-32,874	-18	-53,934	-35,934
$8f$	-22,16	-	-	-22,344	-	-
$9f$	-	-	-	-	-	-

Struna horní E tón h^1

Fundament v akustickém spektru je upozaděn oproti druhé a třetí harmonické složce. Při dynamice *forte* zaznívá nazální a zvonivý tón. Při dynamice *piano* fundament není tolik rozvíjen druhou oktávou jako u *forte*. Snímaný zvuk je tvořen pouze prvními třemi harmonickými složkami. Hodnota intenzity fundamentu je nejvyšší.

Tab. 5-39: Porovnání intenzit tónu h^1 na struně horní E, snímač single-coil, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	10,49	-27,66	-38,15	12,38	-23,19	-35,57
$3f$	6,25	-44,142	-50,392	5,43	-42,53	-47,96
$4f$	-1,28			-7,9		
$5f$	-0,65			-13,41		
$6f$	-16,353			-12,819		
$7f$	-14,577			-19,103		

5.4 Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat

Struna E tón E

Tón E u snímače single-coil je bohatý na oktákové složky. Přitom nepostrádá dutý charakter. Nenachází se v něm hodnotná brysknost sedmé harmonické složky. U zvuku z mikrofonu dynamiky piano se nejvýraznějším aspektem stává fundament, který není zastíněn třetí a čtvrtou složkou. Po akustické stránce změna dynamiky nevytváří významné změny ve spektru. Zvuk ze snímače opisuje tvar jeho akustické předlohy. Snímač single-coil snižuje intenzity harmonických složek, které mají vyšší frekvenci než čtvrtá složka. Při nižší dynamice snímač podporuje fundament.

Tab. 5-40: Porovnání intenzit tónu E na struně E, snímač single-coil, Fokus-H Strat

Harmonická složka	Zvuk mik. $d. f$	Zvuk sn. $d. f$	Porovnání	Zvuk mik. $d. p$	Zvuk sn. $d. p$	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-8,3	0,9	9,2	-12,02	-6,73	5,29
$3f$	5,29	5,14	-0,15	0,96	0,62	-0,34
$4f$	0,41	0,09	-0,32	-2,89	-3,56	-0,67
$5f$	-2,39	-8,26	-5,87	-6,35	-11,73	-5,38
$6f$	-2,87	-25,12	-22,25	-7,68	-30,58	-22,9
$7f$	-21,89	-42,39	-20,5	-30,146	-50,979	-20,833
$8f$	-6,79	-30,17	-23,38	-13,86	-35,27	-21,41
$9f$	-13,63	-44,26	-30,63	-19,58	-49,677	-30,097

Struna E tón g

Zvuk tónu g na patnáctém pražci je založen na silném fundamentu. Jeho oktávy podporují mohutnost a jasnost zvuku. Ve zvuku ze snímače tónu se nalézá pouze pět harmonických složek. Nazální ráz obohacující tón z mikrofону se vytrácí ze zvuku ze snímače.

Tab. 5-21: Porovnání intenzit tónu g na struně E, snímač single-coil, Fokus-H Strat

Harmonická složka	Zvuk mik. $d. f$	Zvuk sn. $d. f$	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]
f	0		
$2f$	-21,02	-16,51	4,51
$3f$	-33,29	-46,44	-13,15
$4f$	-23,62	-48,05	-24,43
$5f$	-30,088	-63,278	-33,19
$6f$	-32,702	-	-
$7f$	-30,268	-	-

Struna G tón g

Fundament je značně rozvíjen sudými složkami. Při dynamice *forte* má nejnižší hodnotu sedmá složka, ale zvonivý zvuk lesklou barvu vynahrazuje. Významným aspektem se stává nazální charakter. Spektrum zvuku ze snímače je vyrovnanějším odrazem. Po fundamentu je zvuk nejvíce obohacen druhou harmonickou složkou. Dynamika *piano* snižuje intenzitu šesté složky. Rozdíl mezi hodnotou intenzity fundamentu a dalších tří složek je významnější než u dynamiky *forte*. Jeho snímaný zvuk obsahuje pět harmonických složek. Poměr intenzit fundamentu a druhé složky je pro akustický zvuk i jeho snímaný obraz přibližný.

Tab. 5-22: Porovnání intenzit tónu g na struně G, snímač single-coil, Fokus-H Strat

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	3,18	-0,59	-3,77	6,96	6,63	-0,33
$3f$	3,39	-6,16	-9,55	6,32	-3,36	-9,68
$4f$	2,35	-20,96	-23,31	7,66	-14,2	-21,86
$5f$	-4,36	-31,28	-26,92	-0,54	-27,48	-26,94
$6f$	-8,76	-50,716	-41,956	-15,39	-	-
$7f$	-15,98	-	-	-12,31	-	-
$8f$	-5,37	-55,789	-50,419	-8,81	-	-
$9f$	-9,4	-50,446	-41,046	-12,45	-	-

Struna G tón ais¹

Akustický zvuk je složen z prvních čtyřech harmonických složek, jejichž intenzita s frekvencí klesá. Zvonivou barvu dodává devátá harmonická složka doprovázená vyššími frekvencemi. Vzorek zvuku snímače obsahuje prvních pět harmonických složek.

Tab. 5-23: Porovnání intenzit tónu ais¹ na struně G, snímač single-coil, Fokus-H Strat

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]
f	0		
$2f$	-5,84	-16,51	-10,57
$3f$	-10,09	-46,44	-36,35
$4f$	-18,73	-48,05	-29,32
$5f$	-	-63,246	-
$6f$	-	-	-
$7f$	-	-	-
$8f$	-	-	-
$9f$	-28,718	-	-

Struna H tón fis¹

V tónu je značně potlačena čtvrtá harmonická složka. Zvýšená je hodnota šesté složky. Při nižší dynamice se vytváří zvonivý tón. Odstup fundamentu od frekvenčně vyšších složek je zvýrazněn. Zvuk ze snímače se skládá ze tří harmonických složek, jejichž intenzity postupně klesají.

Tab. 5-24: Porovnání intenzit tónu fis¹ na struně H, snímač single-coil, Fokus-H Strat

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	0,16	-19,54	-19,7	-2,67	-22,35	-19,68
$3f$	-15,88	-34,18	-18,3	-18,32	-36,15	-17,83
$4f$	-28,444	-	-	-31,156	-	-
$5f$	-32,75	-	-	-35,06	-	-
$6f$	-24,2	-	-	-24,91	-	-
$7f$	-	-	-	-35,06	-	-
$8f$	-30,977	-	-	-32,126	-	-
$9f$	-36,467	-	-	-	-	-

Struna horní E tón h^1

Při dynamice *forte* tón postrádá barevnost. Chybí sedmá a osmá harmonická složka. Dutost se v barvě tónu neprojevuje. Nazální ráz obohacuje obě mikrofonní spektra. V mikrofonním spektru dynamiky piano se nenalézají osmá a devátá harmonická složka. Odstup složek od fundamentu není tak značný jako u *forte*, především u druhé harmonické složky. Zvuk produkovaný snímačem je založen na prvních třech harmonických složkách a postrádá barvu.

Tab. 5-25: Porovnání intenzit tónu h^1 na struně horní E, snímač single-coil, Fokus-H Strat

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-20,57	-19,46	1,11	-8,24	-16,58	-8,34
$3f$	-42,149	-40,27	1,879	-24,6	32,79	-8,19
$4f$	-38,611	-	-	-27,42	-	-
$5f$	-32,15	-	-	-25,08	-	-
$6f$	-38,445	-	-	-20,01	-	-
$7f$	-	-	-	-32,641	-	-
$8f$	-	-	-	-	-	-
$9f$	-46,675	-	-	-	-	-

5.5 Analýza snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6

Struna E tón E

Tón E vytváří dutý a zvonivý charakter. Při menší dynamice se tento charakter stává výraznějším aspektem zvuku. Ubývá nazálního rázu, tón tvoří jasnější barvu a snímáný zvuk věrně odráží akustický vjem. Nepřenáší brysknost tónu, nazální ráz je ještě více potlačen. Zvuk produkovaný snímačem při nižší dynamice přibývá na barevnosti.

Tab. 5-26: Porovnání intenzit tónu E na struně E, snímač humbucker u krku, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-9,61	-19,22	-9,61	-6,5	-9,86	-3,36
$3f$	6,81	-3,71	-10,52	8,67	0,14	-8,53
$4f$	-9,36	-17,65	-8,29	-5,33	-13,89	-8,56
$5f$	-18,52	-42,4	-23,88	-25,72	-38,27	-12,55
$6f$	-17,59	-37,85	-20,26	-8,6	-28,11	-19,51
$7f$	-13,34	-41,28	-27,94	-5,51	-29,87	-24,36
$8f$	-19,47	-52,49	-33,02	-16	-44,59	-28,59
$9f$	-29,709	-59,561	-29,852	-28,331	-58,525	-30,194

Struna E tón g

Při stisknutí struny u patnáctého pražce je dutost tónu redukována. Zvuk je více zvonivý. Při dynamice *forte* tón ztrácí šestou a osmou harmonickou složku, v *piano* navíc chybí i devátá. Zvýrazněn je dutý a nazální charakter. Poměr mezi harmonickými složkami a fundamentem s nižší dynamikou vzrůstá. Snímaný zvuk dynamiky *piano* odráží akustické spektrum. Ve *forte* snímačem produkováný zvuk postrádá charakteristiku akustického spektra. Pro oba vzorky zaznamenané se snímačem je spektrum omezeno pouze na pět harmonických složek.

Tab. 5-27: Porovnání intenzit tónu g na struně E, snímač humbucker u krku, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-16,06	-29,5	-13,44	-18,17	-31,78	-13,61
$3f$	-10,12	-31,42	-21,3	-7,86	-29,87	-22,01
$4f$	-24	-56,56	-32,56	-29,083	-60,393	-31,31
$5f$	-19,31	-57,536	-38,226	-19,26	-57,329	-38,069
$6f$	-37,63	-	-	-	-	-
$7f$	-35,813	-	-	-32,698	-	-
$8f$	-	-	-	-	-	-
$9f$	-36,069	-	-	-	-	-

Struna G tón g

Tón prázdné struny i v bodě excitace u snímače humbucker obsahuje značný dutý charakter. Intenzita osmé harmonické složky převyšuje čtvrtou složku. Tón je zvonivý a mohutný. V *piano* dutý charakter tónu zřejmě převyšuje fundament. Tón získává větší barevnost a jasnost. Ve snímaném zvuku se ztrácí bryskní vjem. Jasnost tónu zde není natolik rozvinuta.

Tab. 5-28: Porovnání intenzit tónu g na struně G, snímač humbucker u krku, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-3,48	-1,62	1,86	2,79	-3,31	-6,1
$3f$	5,53	-6,95	-12,48	9,47	-4,24	-13,71
$4f$	-8,57	-31,47	-22,9	-7,03	-27,23	-20,2
$5f$	-18,43	-58,294	-39,864	-16,56	-57,86	-41,298
$6f$	-21,6	-45,86	-24,26	-14,28	-41,21	-26,93
$7f$	-12,23	-51,7	-39,47	-2,17	-42,95	-40,78
$8f$	-4,09	-49,48	-45,39	1,03	-45,48	-46,51
$9f$	-17,58	-	-	-13,94	-	-

Struna G tón ais¹

Akustický tón obsahuje prvních šest harmonických složek. Barva tónu je jasná. U *forte* se tvoří větší dutý charakter. Spektrum tónu v *piano* je složeno z prvních čtyř harmonických složek a osmé složky, která pouze lehce dobarvuje témb. Tón produkovaný snímačem pouští pouze tři složky, ale dutý ráz zůstává nevýrazně uchován v barvě.

Tab. 5-29: Porovnávání intenzit tónu ais na struně G, snímač humbucker u krku, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-17,06	-49,59	-32,53	-15,11	-53,111	-38,008
$3f$	-16,42	-45,15	-28,73	-18,98	-47,26	-28,28
$4f$	-21,35	-	-	-31,782	-	-
$5f$	-35,9	-	-	-	-	-
$6f$	-31,445	-	-	-	-	-
$7f$	-	-	-	-	-	-
$8f$	-	-	-	-34,71	-	-

Struna H tón fis¹

Tón postrádá dutost. V dynamice *forte* tón generuje zvonivý a jasný charakter. Podpořena je i nazalita a mohutnost tónu. Při nižší dynamice tón ztrácí šestou a devátou harmonickou složku. Snímaný zvuk je složen z pěti harmonických složek. Mohutnost fundamentu tvoří jeho vyšší oktávy.

Tab. 5-30: Porovnávání intenzit tónu fis na struně H, snímač humbucker u krku, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	2,71	-15,57	-18,28	-3	-19,61	-16,61
$3f$	-20,36	-52,933	-32,573	-18,34	-56,636	-38,296
$4f$	-2,51	-41,5	-38,99	-10,9	-48,85	-37,95
$5f$	-7,85	-49,11	-41,26	-9,91	-50,41	-40,5
$6f$	-25,914	-	-	-31,98	-	-
$7f$	-16,94	-	-	-25,69	-	-
$8f$	-24,76	-	-	-22,746	-	-
$9f$	-28,445	-	-	-	-	-

Struna horní E tón h^1

Fundament tónu z mikrofonu mohutní výraznou druhou harmonickou složkou. Barva má nazální charakter. Potlačena je šestá a osmá složka. Barevnost mikrofonního zvuku není odražena ve spektru produkovaném snímačem. Zcela zmizí dutý charakter. Spektrum neobsahuje jiné složky než první, druhou, čtvrtou a pátou složku spektra.

Tab. 5-31: Porovnávání intenzit tónu h na struně horní E, snímač humbucker u krku, Cort

Harmonická složka	Zvuk mik. $d. f$	Zvuk sn. $d. f$	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]
f	0		
$2f$	10,12	-27,12	-37,24
$3f$	-2,72	-56,4	-53,68
$4f$	2,22	-52,334	-54,554
$5f$	1,81	-49,355	-51,165
$6f$	-13,568	-	-
$7f$	-9,1	-	-
$8f$	-	-	-
$9f$	-17,279	-	-

5.6 Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat

Struna E tón E

U tónu E má největší intenzitu po fundamentu šestá vyšší harmonická složka. Silným prvkem tónu je jeho dutost. Fundament není silně podpořen jeho vyššími oktávami. Zřetelněji se projevuje nazální ráz zvuku. Zvuk produkovaný snímačem zmenšuje rozdíl intenzit první a druhé složky. Ostatní vyšší oktávy jsou ještě více potlačeny. Dutá barva akustického tónu se ve snímaném zvuku příliš nejeví. Při dynamice *piano* tón je tvořen bryskními aspekty. Vyšší oktávy od fundamentu se ještě méně projevují. Zvuk produkovaný snímačem single-coil při dynamice *piano* tvoří mohutnější a tupější spektrum než při dynamice *forte*. Další harmonické složky jsou upozaděny.

Tab. 5-32: Porovnávání intenzit tónu E na struně E, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-12,57	-4,69	7,88	-14,08	-3,99	10,09
$3f$	-3,34	-14,96	-11,62	-1,83	-8,91	-7,08
$4f$	-12,52	-39,73	-27,21	-17,19	-39,22	-22,03
$5f$	-8,1	-25,28	-17,18	-9,65	-11,7	-2,05
$6f$	3,29	-24,86	-28,15	5,08	-16,62	-21,7
$7f$	-14,87	-36,29	-21,42	-14,14	-31,9	-17,76
$8f$	-21,56	-62,919	-41,359	-19,09	-61,854	-42,764
$9f$	-26,89	-65,793	-38,903	-24,02	-62,812	-38,792

Struna E tón g

Při stisknutí struny E u patnáctého pražce se její charakter nemění. Fundament zřetelně zabarvuje dutý ráz. Téměř postrádá nazalitu. Spektrum akustického zvuku je složeno ze šesti harmonických složek. Při dynamice *piano* je výraznější odstup první harmonické složky od ostatních. Ve snímaném obraze těchto vzorků se ve spektru objevují pouze čtyři harmonické složky, z nichž druhá složka má největší intenzitu po fundamentu. Při dynamice *forte* byla zaznamenána nevýrazná hodnota sedmé složky, přinášející lesk.

Tab. 5-33: Porovnávání intenzit tónu g na struně E, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-28,45	-26,21	2,24	-31,429	-34,32	-2,891
$3f$	-19,1	-34,67	-15,57	-21,01	-36,69	-15,68
$4f$	-24,71	-52,54	-27,83	-27,967	-56,467	-28,5
$5f$	-33,266	-	-	-36,623	-	-
$6f$	-26,24	-	-	-31,84	-	-
$7f$	-	-67,195	-	-	-	-

Struna G tón g

U prázdné struny g je taktéž posílena šestá harmonická složka, přesto nejvýraznějším prvkem po fundamentu se stává druhá složka. Tón působí nazálním charakterem. Při dynamice *forte* je u akustického zvuku omezena dutá barva tónu. Při *piano* nejsou tak výrazné odstupky mezi složkami a fundamentem, tón se stává barevnějším. Více zvoní a přichází o svou jasnost. Ve snímaném zvuku je rozdíl mezi první a čtvrtou složkou razantnější. V dynamice *forte* je spektrum omezeno na sedm složek, jasnost šesté složky je potlačena. V dynamice *piano* je spektrum složeno ze šesti složek, tón je barevnější dutým a nazálním charakterem.

Tab. 5-34: Porovnávání intenzit tónu g na struně G, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-1,21	-5,12	-3,91	-0,81	-1,08	-0,27
$3f$	-16,46	-19,61	-3,15	-6,31	-17,49	-11,18
$4f$	-15,93	-50,26	-34,33	-17,36	-49,867	-32,507
$5f$	-14,67	-44,69	-30,02	-12,7	-36,8	-24,1
$6f$	-5,67	-47,84	-42,17	-2,07	-38,68	-36,61
$7f$	-25,98	-58,032	-32,052	-18,96	-55,45	-36,49
$8f$	-25,74	-	-	-30,341	-	-
$9f$	-24,97	-	-	-20,86	-	-

Struna G tón ais¹

Tón je lehce dotvořen šestou a čtvrtou složkou. Po fundamentu nejvíce zaznívá druhá harmonická složka. Při dynamice se poměr mezi první složkou a ostatními zvětšuje a jejich intenzity se stávají vyrovnanější. Ve spektru snímaného zvuku se objevují pouze čtyři harmonické složky.

Tab. 5-35: Porovnávání intenzit tónu ais na struně G, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-10,03	-42,4	-32,37	-12,55	-37,67	-25,12
$3f$	-19,1	-56,678	-37,578	-12,72	-51,39	-38,67
$4f$	-23,85	-61,135	-37,285	-24,35	-62,736	-38,386
$5f$	-	-	-	-	-	-
$6f$	-32,381	-	-	-32,294	-	-
$7f$	-	-	-	-	-	-
$8f$	-41,041	-	-	-	-	-
$9f$	-40,229	-	-	-	-	-

Struna H tón fis¹

Tón postrádá dutý charakter. Jasnost tónu převažuje nad bryskností. Při dynamice *piano* se v akustickém zvuku více projevuje nazální ráz, ale zeslabený je dutý charakter. Vymizí devátá harmonická složka. Ve zvuku produkovaném snímačem se ve spektru objevují pouze čtyři složky, jejichž poměry intenzit se podobají jejich akustickým tónům. Zvuk při *forte* je minimálně dobarven osmou složkou.

Tab. 5-36: Porovnávání intenzit tónu fis na struně H, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. <i>d. f</i>	Zvuk sn. <i>d. f</i>	Porovnání	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Zvuk sn. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-1,88	-28,83	-26,95	-0,32	-27,05	-26,73
$3f$	-14,68	-46,5	-31,82	-27,334	-59,439	-32,105
$4f$	-22,17	-55,99	-33,82	-24,2	-57,306	-33,106
$5f$	-27,04	-	-	-8,48	-	-
$6f$	-22,32	-	-	-21,47	-	-
$7f$	-25,39	-	-	-24,98	-	-
$8f$	-26,79	-65,744	-38,954	-31,224	-	-
$9f$	-32,866	-	-	-	-	-

Struna horní E tón h^1

Jasnost mikrofonního zvuku tvoří oktavové složky fundamentu. I u struny e^1 je snížený nazální a dutý charakter oproti strunám E a g. Spektrum zvuku produkovaném snímačem je omezeno na pět harmonických složek. Snímač vytváří větší odstup fundamentu od vyšších složek. Zeslabený nazální a dutý charakter akustického zvuku je věrně přenesen.

Tab. 5-37: Porovnávání intenzit tónu h na struně horní E, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Harmonická složka	Zvuk mik. $d. f$	Zvuk sn. $d. f$	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]
f	0		
$2f$	-7,95	-21,78	-13,83
$3f$	-15,42	-41,7	-26,28
$4f$	-4,86	-39,39	-34,53
$5f$	-22,04	-53,769	-31,729
$6f$	-15,44		
$7f$	-20,29		
$8f$	-24,12		
$9f$	-24,4		

6. ANALÝZY SPEKTER ELEKTRICKÝCH KYTAR SE ZMĚNOU TÓNOVÉ CLONY

Součástí měření bylo pozorovat změny ve spektru při zvětšující se číselné hodnoty tónové clony. Pro tyto účely nejlépe poslouží spektrogram.

6.1 Analýzy spekter elektrických kytar s tónovou clonou ve druhé třetině maximální hodnoty

6.1.1 Analýza spektra snímače humbucker u kobyly elektrické kytary Cort X-6

Spektrum tónu E se pojí do jednoho celku. Druhé pásmo harmonických složek se vytrácí cca do půl sekundy. Třetí pásmo vytváří svůj šumivý efekt pouze do druhé desetiny sekundy.

Dutý charakter tónu g na struně E se po půl druhé vteřiny vytrácí. Nazální ráz do vteřiny vymizí. Brysknost tónu se ve zvuku neuchová do třetí desetiny vteřiny.

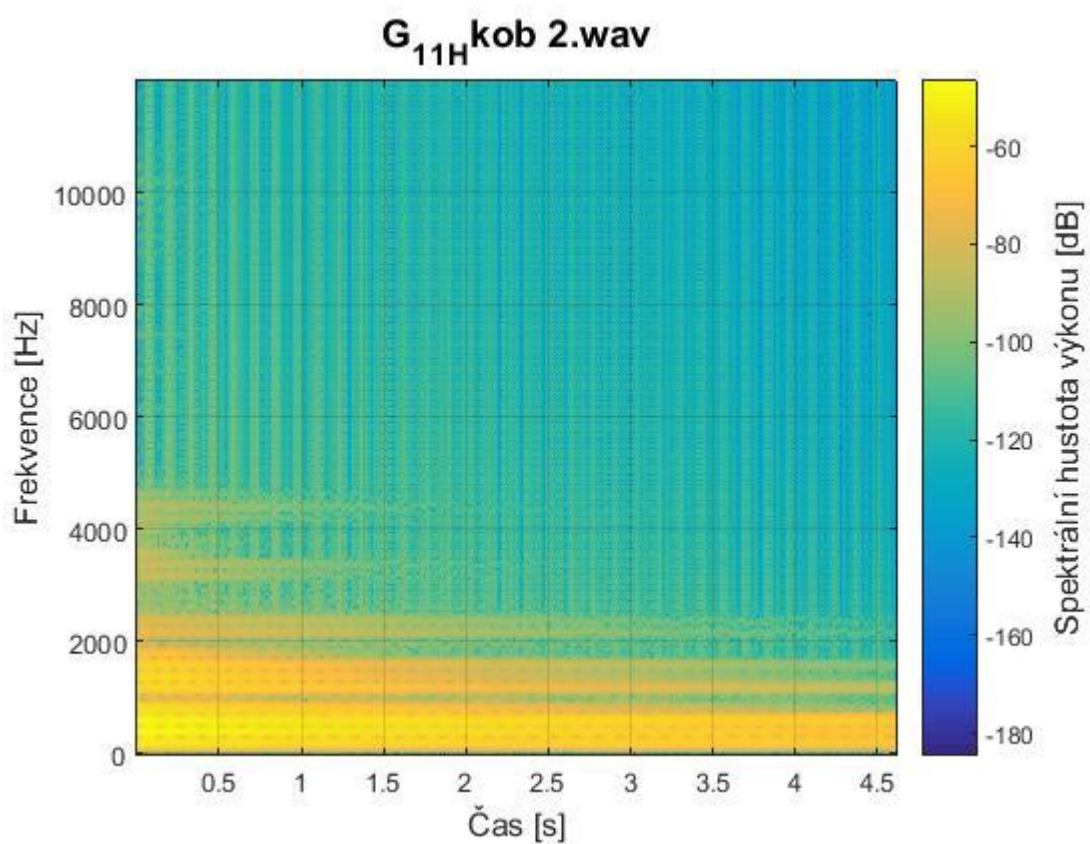
Při zahrání na prázdnou strunu g se ve spektru více objevují i oktákové složky fundamentu. Tón si po dlouhou dobu zachovává svou barevnost. Sytý tón způsobený druhým pásmem trvá až vteřinu a půl.

Intenzity sudých harmonických složek tónu ais¹ na struně g se v čase rychle zeslabují. Druhá harmonická složka nepřetrvává ve zvuku tak dlouho, jako třetí.

U tónu fis¹ se devátá harmonická složka objevuje až po desetině vteřiny a její zvonivost přetrvává déle než osmá a sedmá harmonická složka. Barvy prvních pěti harmonických složek formují tón více, jak čtyři sekundy.

U tónu h¹ je barva zvuku v čase dána první, druhou, čtvrtou a patou složkou. Zbylé složky se rychle ztrácejí ze spektra.

Obr. 6-1: Spektrogram tónu g na struně G při 2/3 maximální hodnoty tónové clony, snímač humbucker u kobylky, Cort



6.1.2 Analýza spektra snímače humbucker u kobyly

elektrické kytary Fokus-H Strat

U tónu E je druhé harmonické pásmo neznělé po vteřině a půl. Třetí pásmo zbarvuje spektrum jen na milisekundový okamžik.

Druhé pásmo u tónu g na struně E vytváří sytější zvuk po několik vteřin. První čtyři harmonické složky v čase mírně ztrácí svou intenzitu.

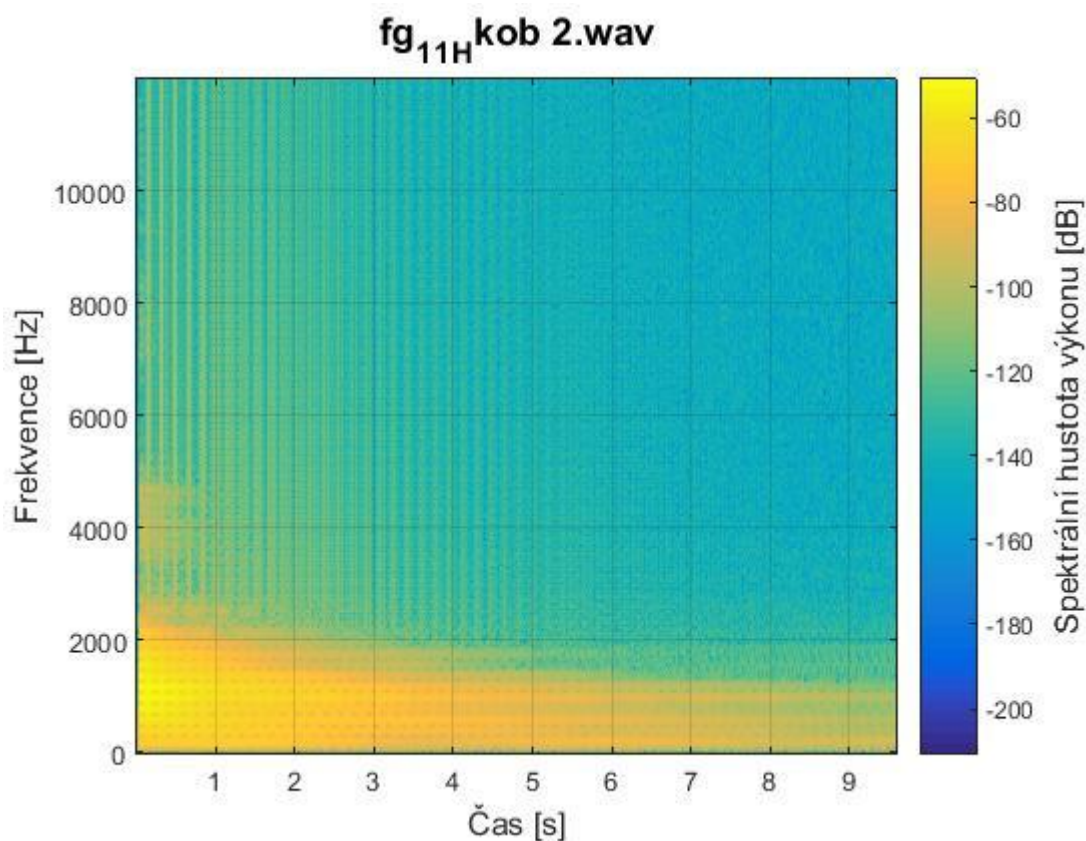
U tónu g se spektrální hustota výkonu shlukuje kolem páté harmonické složky. Druhé harmonické pásmo se po půl vteřině vytrácí z barvy tónu. Spektrum je v čase barevné.

Intenzita třetí harmonické složky u tónu ais¹ před první vteřinou klesá a po první vteřině se opět zvyšuje. V čase se na tónu podílí pět harmonických složek. Jejich intenzity se postupně snižují.

V tónu fis¹ je spektrální hustota výkonu nejnižší u třetí a čtvrté harmonické složky. Od čtvrté po vyšší složky intenzity rapidně klesají. Na barvě tónu se nejvíce podílí první tři složky

U tónu h¹ tón brzy postupně ztrácí harmonické složky. Brysknost zvuku je však brzy upozaděna.

Obr. 6-2: Spektrogram tónu g na struně G při 2/3 maximální hodnoty tónové clony, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H

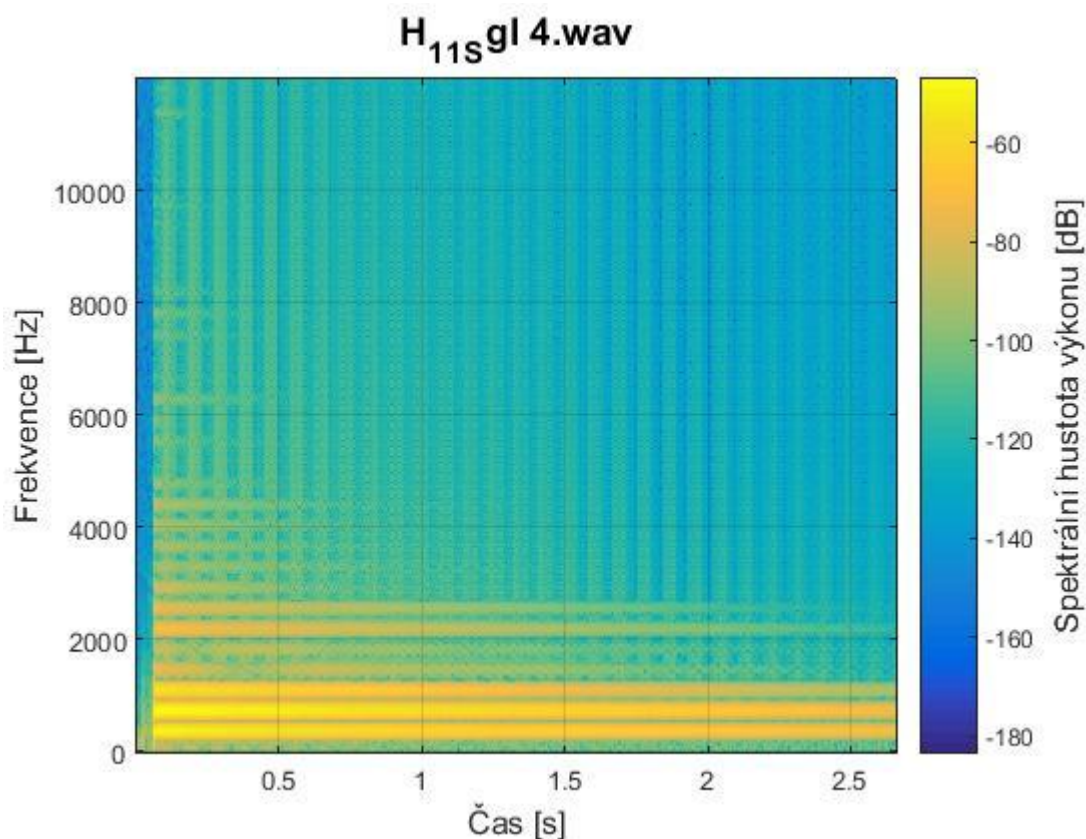


6.1.3 Analýza spektra snímače single-coil elektrické kytary

Cort X-6

Snímač single-coil společně s tónovou clonou přináší delší trvání druhého a třetího harmonického pásma. Především druhé harmonické pásmo přináší sytou barvu tónu po několik vteřin. U tónu g na struně E se dutý charakter neobjevuje ve spektru. Šestá a devátá složka ve spektru zcela chybí. S časem zaznívá fundament a jeho oktáva. U prázdné struny g se kolem sedmé složky snižuje hodnota intenzit harmonických složek. Ve spektru se tvoří čtyři pásma, ty dlouho dodávají barvu tónu. U patnáctého pražce struny g tón postrádá barevnost třetí, šesté a deváté harmonické složky. V čase přetrvává pouze fundament a jeho oktáva. U tónu fis¹ ze spektra mizí čtvrtá a pátá složka. Šestá a sedmá složka zůstávají v čase společně s první, druhou a třetí složkou. Intenzita každé páté složky u tónu h¹ se téměř nevyskytuje. Tón rychle ztrácí svůj dutý ráz a tvoří jasnou barvu.

Obr. 6-3: Spektrogram tónu fis na struně H při 2/3 maximální hodnotě tónové clony, snímač single, Cort



6.1.4 Analýza spektra předního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat

U snímače single-coil na kytare Fokus-H Strat se při tónu E vytváří několik pásem, které po několik sekund zbarvují spektrum. Pásma se objevují kvůli bodu excitace v asi jedné šestině struny, a tak ze spektra vymizí každá šestá složka.

U patnáctého pražce struny E se vytrácí každá třetí složka. Největší hustota výkonu je složena z první a druhé složky. U snímače single-coil déle posilují barevnost zvuku spektrální složky nad 1 kHz.

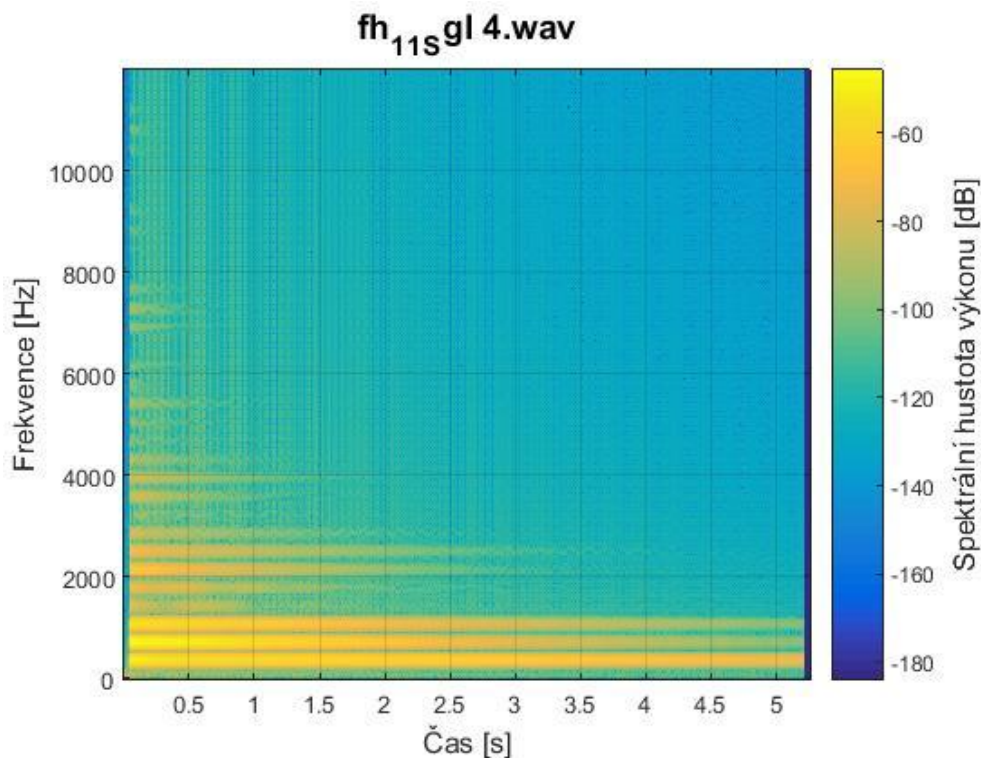
Pásma obohacující spektrum jsou obsažena i u prázdné struny g. Tato pásma jsou produkována absencí každé sedmé složky. Zbylé vyšší složky se projevují zásluhou snímače po delší dobu.

Spektrální hustota výkonu u patnáctého pražce struny g je nejvýraznější u první, druhé a čtvrté harmonické složky. Intenzita čtvrté složky v čase pozvolna klesá. U druhé složky se rapidně snižuje.

U tónu fis je barva tvořena především prvními třemi složkami. Šestá a sedmá složka po několik vteřin dobarvují spektrum. Více jsou podpořeny i složky druhého harmonického pásma.

Sytý charakter složek druhého pásma přetrvává v tónu až po vteřinu. Devátá harmonická složka se ve spektru objevuje až po asi padesáti milisekundách.

Obr. 6-4: Spektrogram tónu fis na struně H při 2/3 max. hodnoty tónové clony, snímač single, Fokus-H Strat



6.1.5 Analýza spektra snímače humbucker u krku elektrické kytary Cort X-6

U tónu E chybí každá pátá složka. Spektrum tak tvoří pásma vyšších harmonických složek. Snímač humbucker zeslabuje druhou polovinu prvního harmonického pásma, od šesté po devátou složku, kolem první vteřiny, ale po tomto čase se intenzity těchto složek zase zvyšují.

U patnáctého pražce struny E tón postrádá barevnost. Čtyři harmonické složky se podílí na tónu, ale jejich intenzity rapidně klesají v čase.

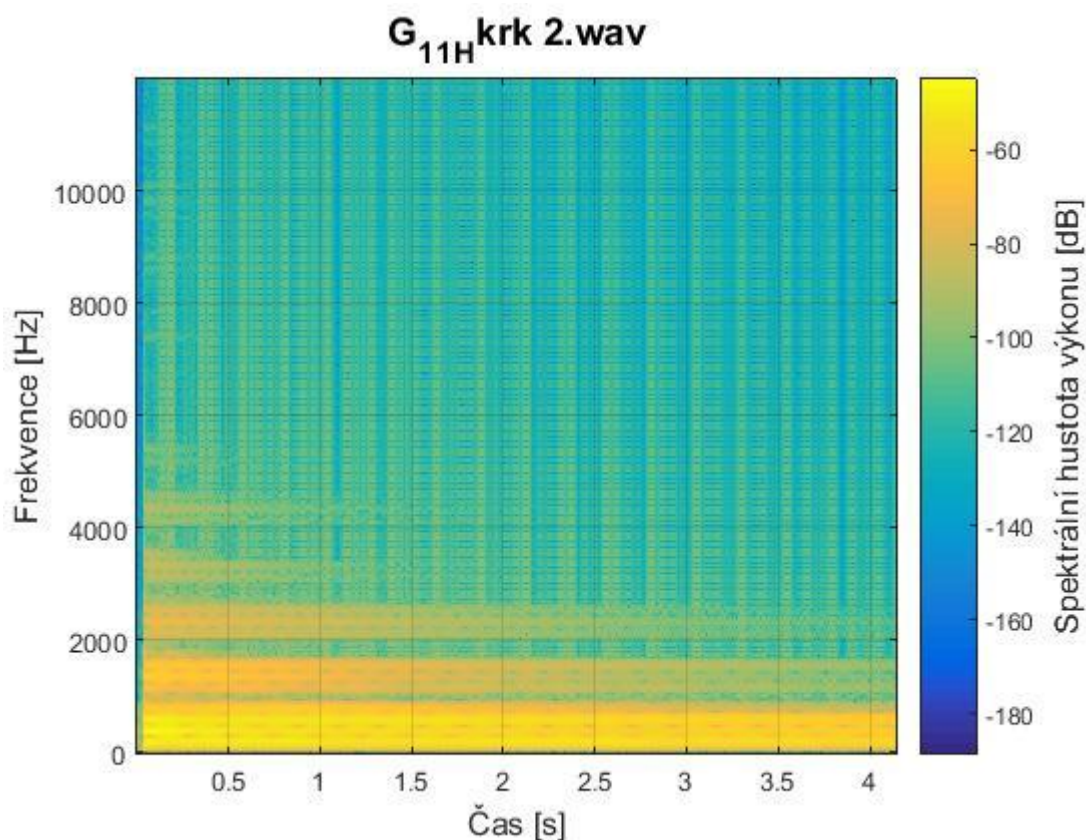
Barevnost prázdné struny G je po několik vteřin neměnná. Vytrácí se druhá polovina druhého harmonického pásma a třetí pásmo, obě zmizí do jedné sekundy.

U tónu patnáctého pražce struny G se do první vteřiny vytratí všechny složky, kromě fundamentu.

Na struně H tónu fis^1 současně zní první a druhá složka spektra. Čtvrtá a pátá složka je utištěna do třetí vteřiny.

Tón h^1 má podobný průběh v čase jako tón fis^1 , ale intenzita druhé harmonické složky rychle upadá.

Obr. 6-5: Spektrogram tónu g na struně G při 2/3 max. hodnoty tónové clony, snímač humbucker u krku, Cort



6.1.6 Analýza spektra snímače single-coil u krku elektrické kytary Fokus-H Strat

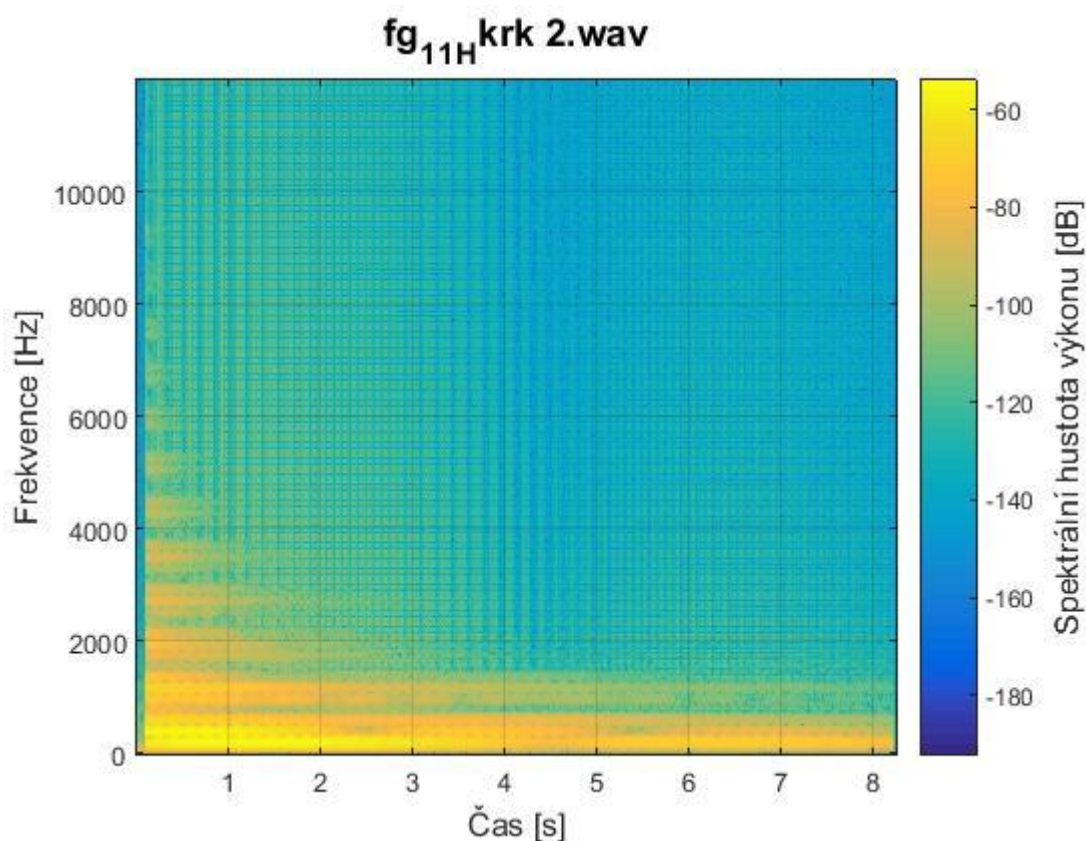
Snímač single-coil napomáhá společně s tónovou clonou delšímu trvání druhého a třetího pásma v čase. U tónu E ovlivňuje zvuk druhé harmonické pásma po několik vteřin.

Při stisknutí struny E u patnáctého pražce se tento jev také objevuje.

Prázdná struna G má velké množství harmonických složek, které se projevují do půldruhé vteřiny. Spektrum je rozsáhlé. Pomalu sice barvy druhého a třetího pásma opouští tón, ale první harmonické pásma si po dlouhou dobu udržuje mezi sebou poměry intenzit.

U tónu fis^1 vymizí do druhé vteřiny jakékoliv harmonické složky kromě fundamentu. To stejné platí i pro tón fis^1 a h^1 . U fis^1 mohutnost fundamentu končí později. U h^1 v čase dodává jasnou barvu tónu i čtvrtá harmonická složka.

Obr. 6-6: Spektrogram tónu g na struně G při 2/3 max. hodnoty tónové clony, snímač single-coil u krku, Fokus-H



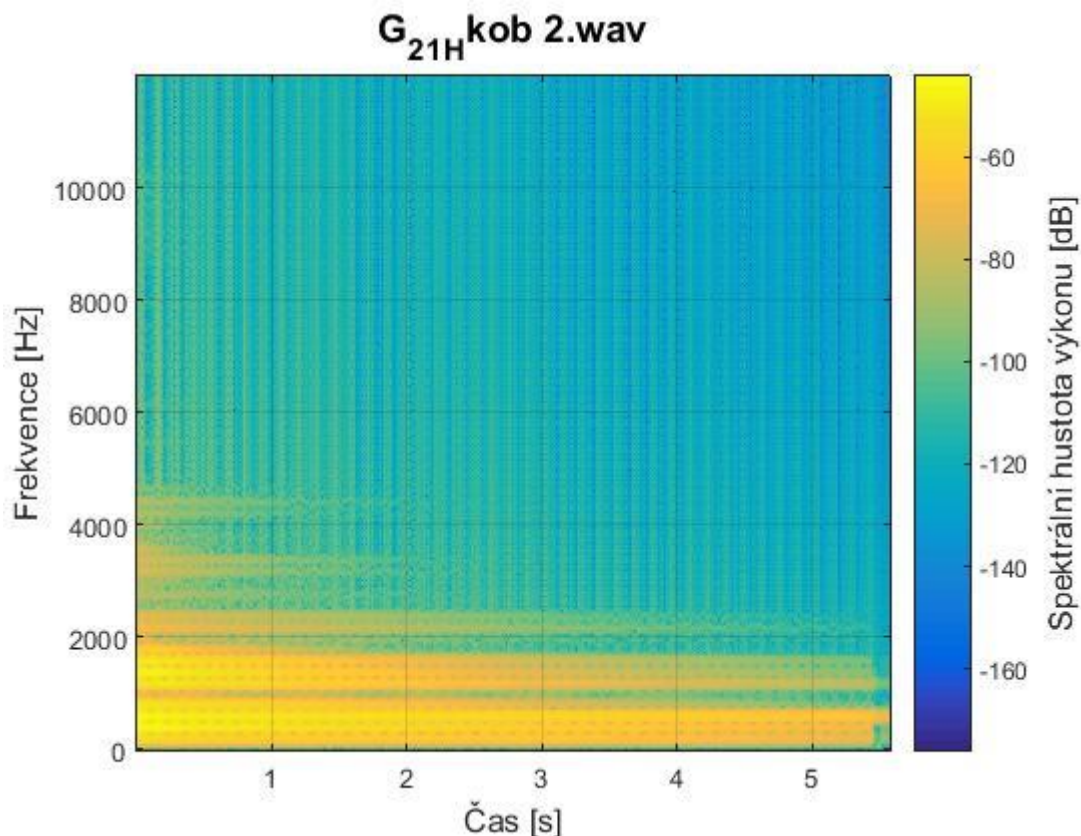
6.2 Analýzy spekter elektrických kytar s tónovou clonou ve první třetině maximální hodnoty

6.2.1 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Cort X-6

U tónu E přetrvává formantová oblast kolem 1,5 kHz téměř vteřinu. Do první čtvrtiny vteřiny se tato oblast projevuje nejvýrazněji. První harmonické pásmo působí na zvuk po delší dobu než zvuk při tónové cloně s hodnotou v její první třetině. Podobný průběh má i tón g na struně E. Druhé harmonické pásmo je rozděleno na dvě formantové oblasti. Spektrum tónu prázdné struny g je obrazem tónu E, jen se změnil kmitočet harmonických složek. U tónu ais se po zvětšení hodnoty potenciometru tónové clony prodloužila v čase intenzita složek.

Tón fis¹ po více jak čtyři vteřiny doprovází pět harmonických složek. Frekvenčně vyšší složky zmizí do půl druhé vteřiny. U tónu h¹ se projevuje podobný jev, pouze nejsilnějšími složkami po fundamentu v čase je druhá, čtvrtá a pátá složka.

Obr. 6-7: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač humbucker u kobyly, Cort



6.2.2 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyčky elektrické kytary Fokus-H Strat

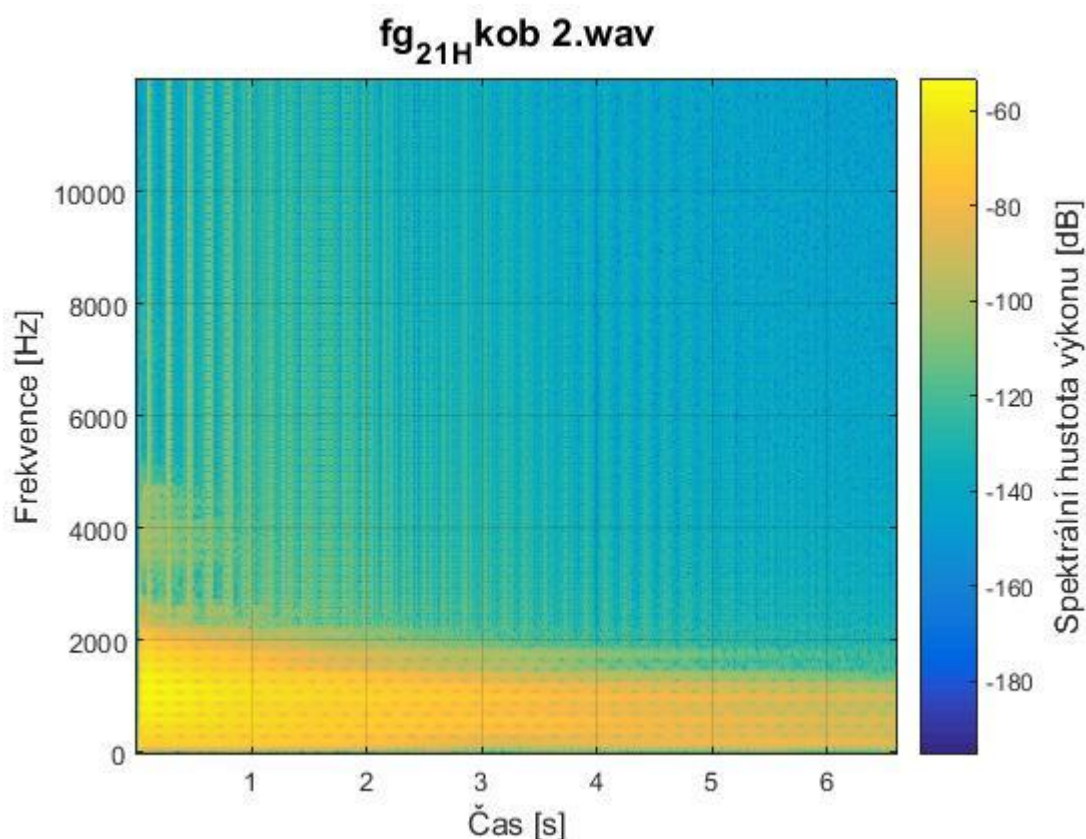
Snímač kytary Fokus-H Strat s přidáním tónové clony při nižších frekvencích silně prolíná jednotlivé harmonické složky. Formantová oblast u tónu E přetrvává více jak dvě vteřiny.

U patnáctého pražce struny E formantová oblast tónu dotváří charakter tónu déle než tři a půl vteřiny. Formantová oblast prázdné struny G se ve spektru vytrácí do první vteřiny zvuku.

U tónu a_1^1 podobný formant zmizí do půl sekundy. Šestá a sedmá harmonická složka obohacuje spektrum až do páté vteřiny. Formantová oblast se téměř nedá postřehnout.

U tónu h^1 se objevuje podobný charakter, ale přetrvává zde pátá harmonická složka.

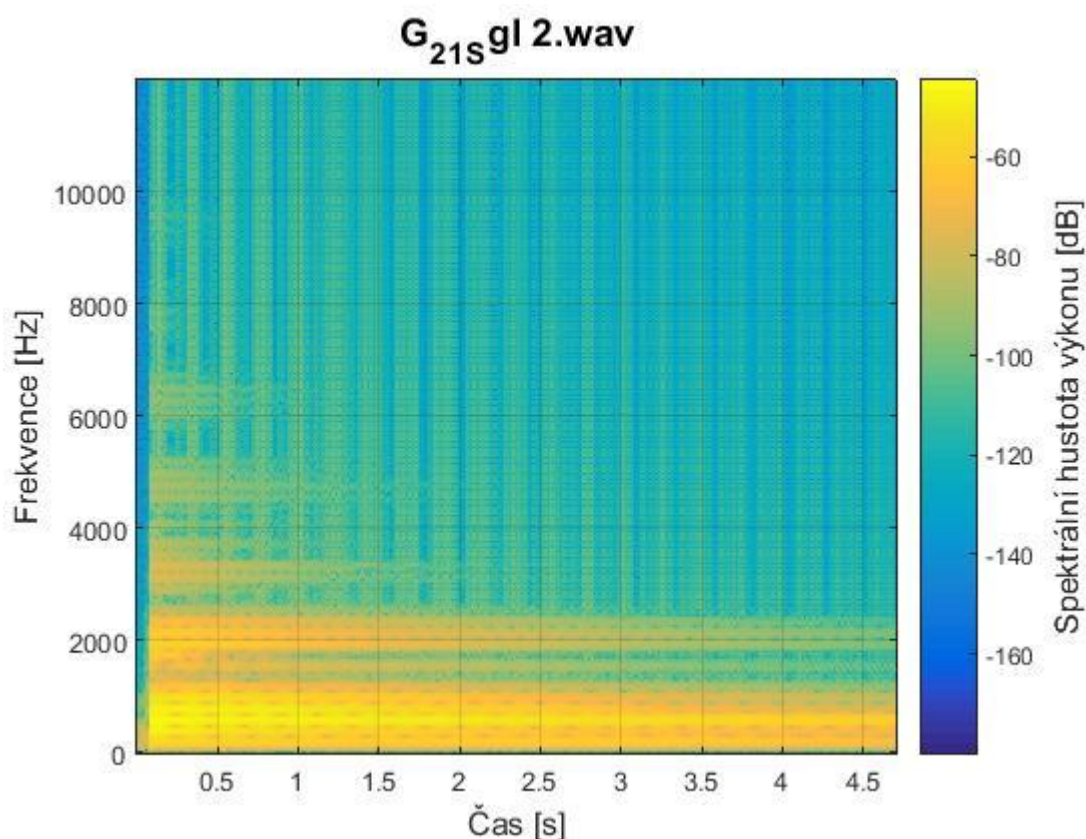
Obr. 6-8: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač humbucker u kobyčky, Fokus-H



6.2.3 Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6

U snímače single-coil se při tvorbě tónu vytvoří všechna tři pásma, ale jejich intenzita v čase významně rychle klesá oproti snímači humbucker. U tónu E se frekvence pásem v čase třepotají. Při patnáctém pražci struny E lze vidět, jak spektrum obsahuje vyšší harmonická pásma a složky vyšší než 0,6 kHz. U prázdné struny G se druhé harmonické pásmo podílí na zvuku i ve čtvrté vteřině. Charaktery ostatních formantových oblastí opouštějí zvuk po první vteřině. Změna hodnoty na potenciometru tónové clony se u tónu a_1^1 nejeví zásadně. Spektra tónů f_1^1 a h^1 jsou si zřetelně podobná. Oba tóny mají nevýraznou čtvrtou a pátou složku. U h^1 tón po třech vteřinách tvoří jen fundament s jeho vyšší oktávou. U f_1^1 první tři složky rovnoměrně produkují témbro.

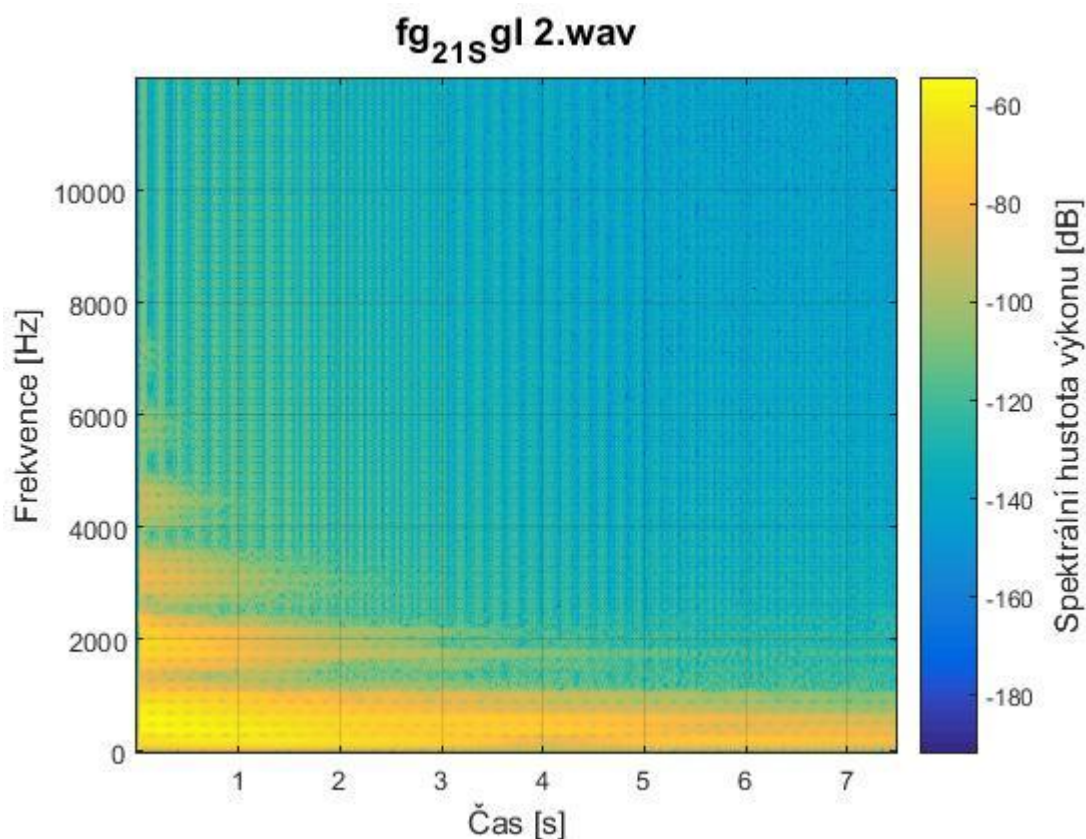
Obr. 6-9: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač single-coil, Cort



6.2.4 Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat

U kytary Fokus-H Strat snímač single-coil ve spojení s tónovou clonou napomáhá formantovým oblastem k trvalejšímu působení. U tónu E jsou to až čtyři vteřiny. U tónu g na struně E pouze více než dvě vteřiny. Při prázdné struně G druhá formantová oblast doplňuje spektrum až šest vteřin a třetí oblast až dvě vteřiny. Ale při stisknutí struny u patnáctého pražce po druhé vteřině zní jen fundament. Při porovnání spektrogramů tónů fis¹ a h¹ se rozdíl nalézá pouze ve frekvencích harmonických složek. Formantová oblast, kterou obsahuje pátá, šestá a sedmá harmonická složka, do třetí vteřiny vymizí.

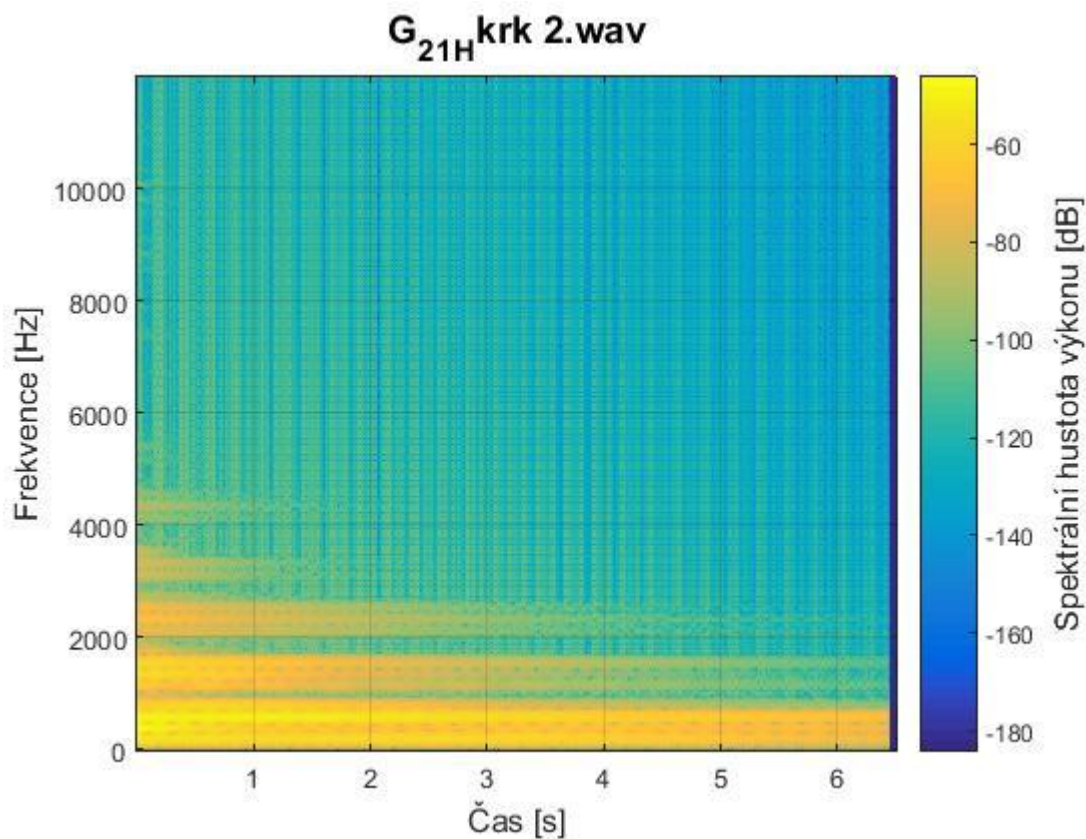
Obr. 6-10: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnotě tónové clony, snímač single-coil, Fokus-H



6.2.5 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6

U snímače humbucker jsou formantové oblasti od sebe výrazně oddělena. Třetí a čtvrtá formantová oblast u tónu E zmizí do půl sekundy. Druhá oblast chybí ve spektru ve čtvrté sekundě. Tón g struny G obsahuje druhou formantovou oblast více jak šest vteřin, třetí oblast ho doplňuje přes čtyři vteřiny. U tónu ais¹ mizí sudé harmonické složky, po vteřině a půl zaznívá pouze fundament. Tóny fis¹ a h¹ si v čase udržují svou barevnost do čtvrté vteřiny.

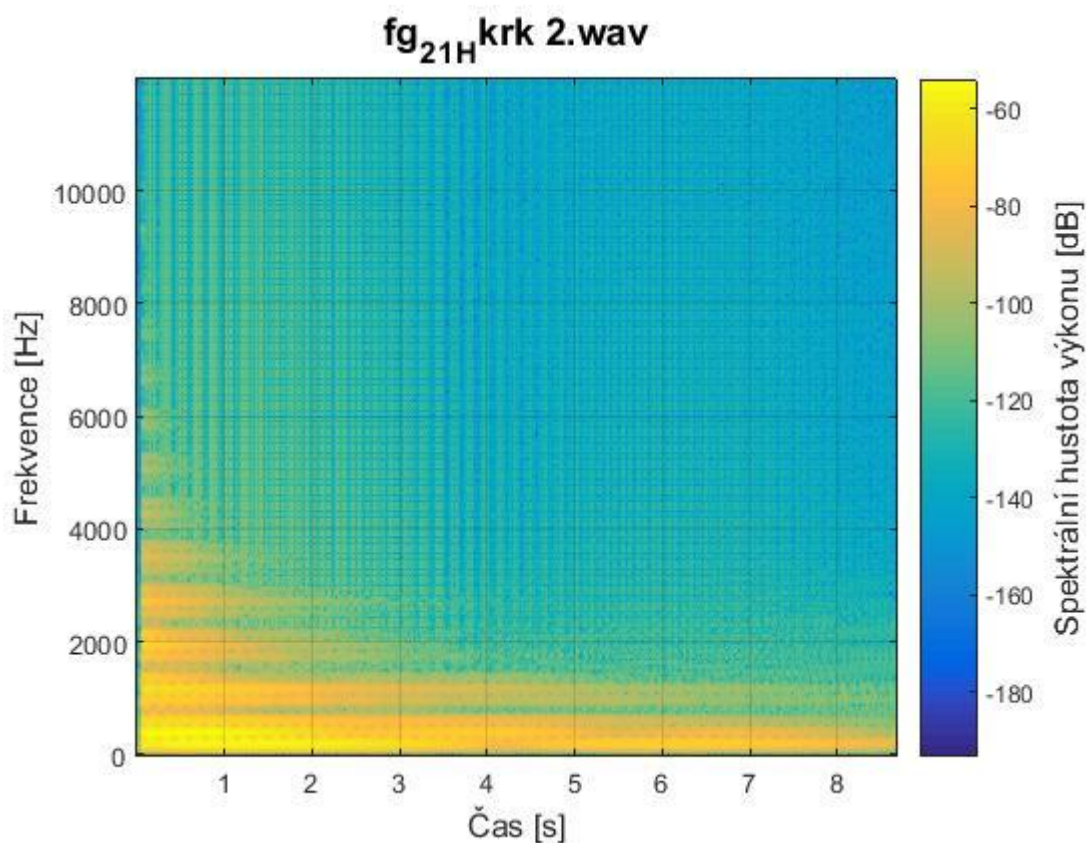
Obr. 6-11: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač humbucker u krku, Cort



6.2.6 Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat

Formantové složky u tónu E splývají dohromady. Třetí formantová oblast se ztrácí po sekundě. U patnáctého pražce tato oblast zmizí v půl sekundě. U struny E intenzita druhé oblasti se snižuje až do šesté sekundy. Tón g na struně G si svou barevnost udržuje dvě vteřiny. U tónu na patnáctém pražci této struny po druhé vteřině zmizí harmonické složky až na fundament. Tóny fis^1 a h^1 se snímačem humbucker nejdéle udrží fundament, barvy se vytratí po třetí vteřině. Ve spektru tónu fis^1 zaznívá formantová oblast okolo 4 kHz. Šestá a sedmá harmonická složka doplňuje spektrum před dvě sekundy.

Obr. 6-12: Spektrogram tónu g na struně G při 1/3 max. hodnoty tónové clony, snímač single-coil u krku, Fokus-H



6.3 Analýzy spekter elektrických kytar s tónovou clonou v minimální hodnotě

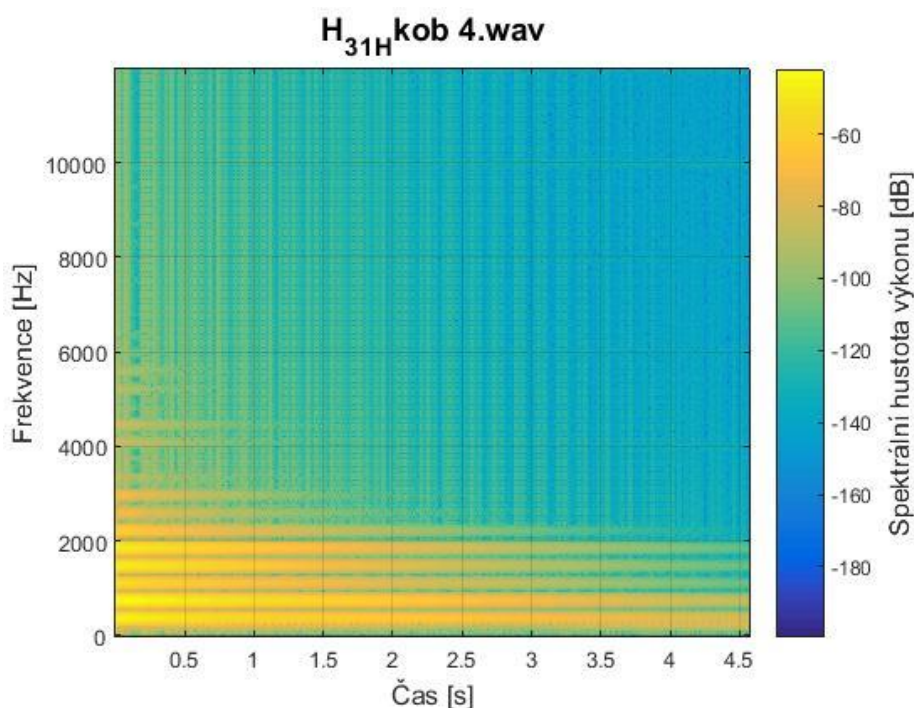
6.3.1 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6

Druhé harmonické pásmo tónu E při použití maximální hodnoty clony přináší ostrost až vteřinu po rozeznění struny. Hodnoty druhé poloviny prvního harmonického pásma lehce kolísají kolem časů 3,8; 5,4 a 6,8 sekund. Jejich barva ale přetrvává v tónu po více jak osm vteřin. Ve spektru tónu g na struně E jsou nejintenzivnější liché složky prvního harmonického pásma. Brysknost opouští tón po půl vteřině. Nazální charakter přetrvává déle než vteřinu. Dutost tónu je potlačována po druhé vteřině.

Prázdná struna G s maximální hodnotou clony produkuje dlouhotrvající barevný zvuk. Dvě frekvenčně nejvyšší formantové oblasti dodávají tónu šum a ostrost po dobu delší než 1,5 sekund. Tón po více než pět vteřin obsahuje třetí formantovou oblast. U patnáctého pražce na této struně jsou nejintenzivnějšími složkami první a třetí harmonická. Druhá a pátá složka se podílí na malé barvitosti tónu.

Spektrogramy tónů fis^1 a h^1 jsou si dosti podobné. Prvních šest harmonických složek tvoří tón po několik vteřin, intenzity formantových oblastí do vteřiny zmizí. U tónu fis^1 jsou nejsilnějšími složkami v čase fundament a jeho oktáva. U tónu h^1 dodává mohutnost a jasnost ještě druhá oktáva od fundamentu.

Obr. 6-13: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové clony, snímač humbucker u kobylky, Cort



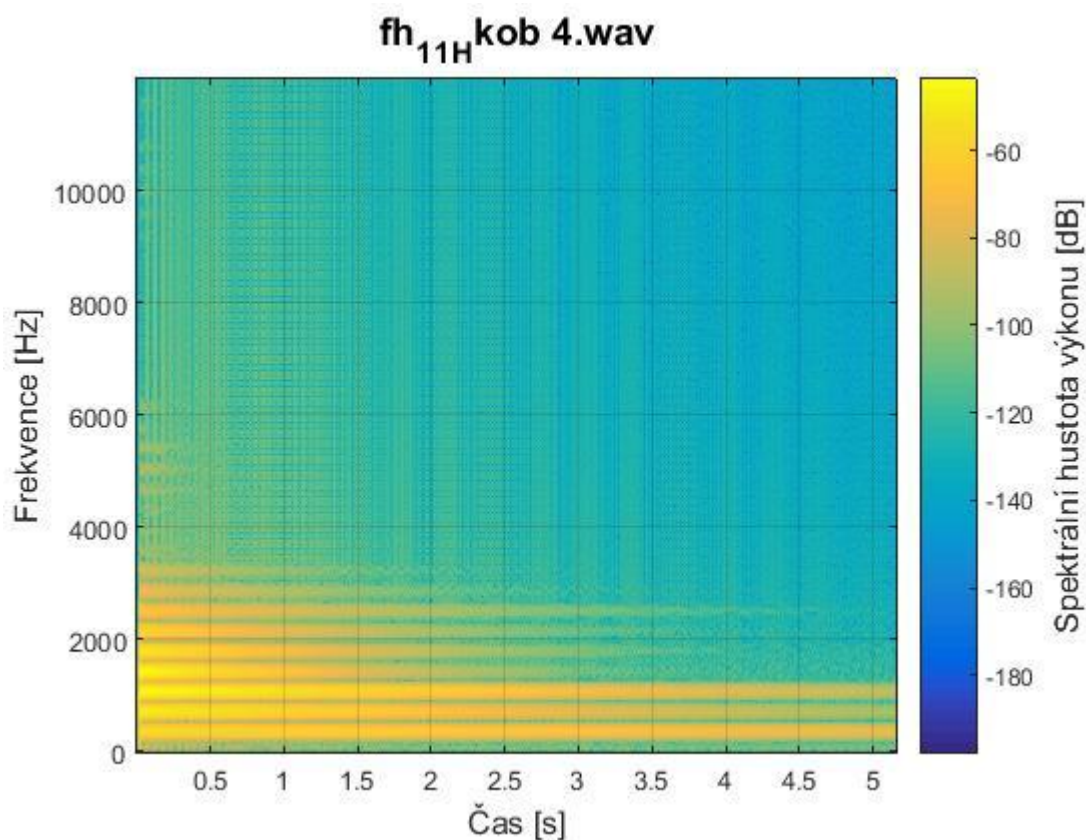
6.3.2 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat

Druhé harmonické pásmo tónu E přetrvává více jak dvě vteřiny. Složky prvního harmonického pásma splývají dohromady. U tónu g na struně E formantová oblast zní půl vteřiny. S délkou tónu se zvuk omezuje na tři harmonické složky.

Tón g na prázdné struně obsahuje formantovou oblast jednu vteřinu. Spektrum je silně zabarvené více jak sedm vteřin, po páté vteřině zmizí první polovina druhého harmonického pásma. U tónu ais¹ se do třetí vteřiny ztratí třetí, čtvrtá a pátá složka. Druhá harmonická složka obohacuje zvuk o vteřinu déle. Tón fis¹ má podobný průběh, ale do třetí vteřiny se vytratí složky od čtvrté harmonické a výše. První a třetí harmonická složka se podílejí na spektru i po několika sekundách, druhá složka mizí po páté vteřině.

Tón h¹ vytváří nádherné plné spektrum, při zaznění tónu se objeví všechny harmonická pásma. Zmizí až po páté vteřině, ale první harmonické pásmo se udrží ve spektru více jak vteřinu.

Obr. 6-14: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové clony, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H

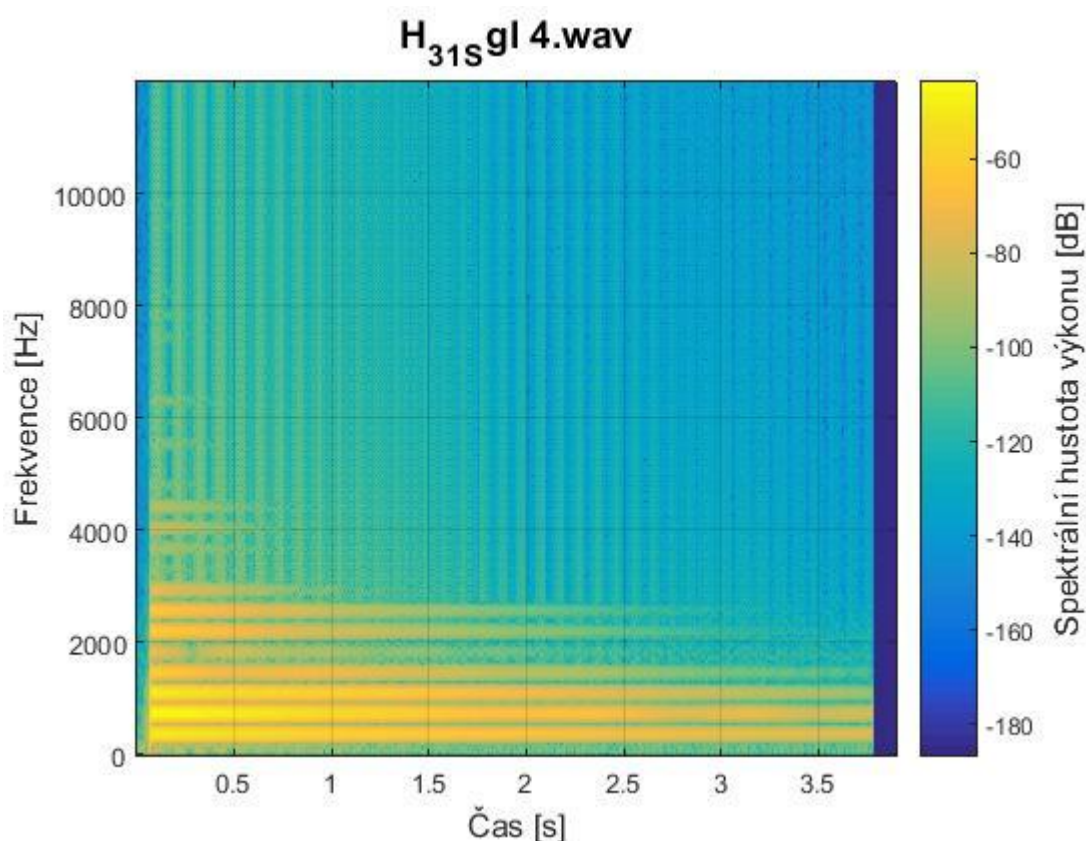


6.3.3 Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6

U tónu E se vytváří čtyři formantové oblasti. Kolem druhé desetiny sekundy zmizí třetí a čtvrtá oblast a znovu se poté objeví. Druhá oblast není obsažena ve spektru po 0,5 sekundy. První formantová oblast se ve spektru ztrácí a objevuje do třetí vteřiny. U patnáctého pražce s použitím snímače single-coil se při rozeznění struny objeví více formantových složek než u snímače humbucker. Prázdná struna G získává na stejném principu další tři dlouhotrvající formantové oblasti. Při tónu ais se však nejvíce rozdílnosti v barvě zvuku.

Spektrogramy fis^1 a h^1 jsou si také podobné, jejich formantové oblasti se déle vyskytují v čase.

Obr. 6-15: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové clony, snímač single-coil, Cort

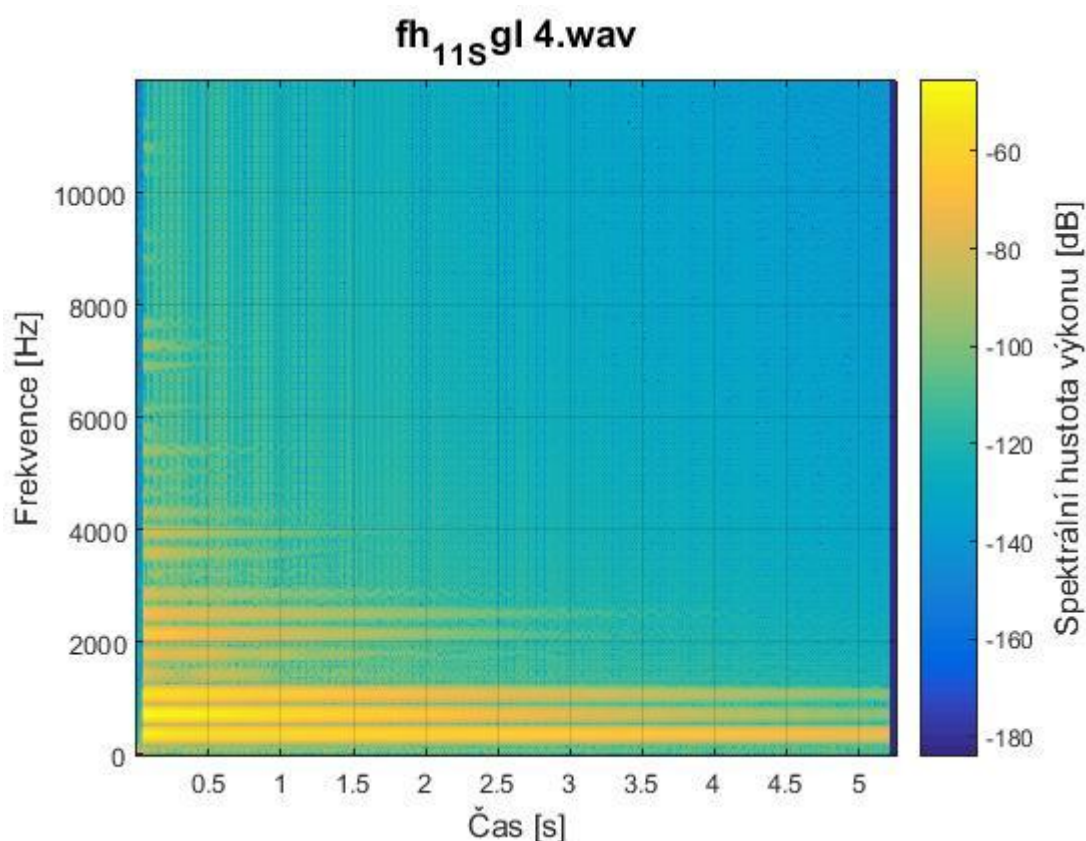


6.3.4 Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat

Snímač single-coil zřejmě lépe reaguje na tónovou clonu než snímač elektrické kytary Cort X-6. Na tónu E se objevuje šest formantových oblastí. První oblast doprovází po pět sekund první harmonické pásmo. Druhá oblast zostrňuje tón po tři sekundy. Třetí a čtvrtá oblast dodávají tónu šumovou složku déle než jednu vteřinu. Na tónu g na struně E se neobjevuje tolik formantových oblastí, v tónu přetrvávají pouze první a druhá harmonická složka.

Jako prázdná struna E tak i prázdná struna G je tvořena více dlouhotrvajícími formantovými oblastmi v čase. Vyšší harmonické složky tónu ais¹ získávají snímačem větší intenzitu při rozeznění struny, ale do druhé vteřiny zvuk ztrácí svou barevnost. Tóny fis¹ a h¹ mají blízký barevný charakter. Čtvrtá, osmá a devátá harmonická složka se projevuje při rozeznění struny, potom upadá.

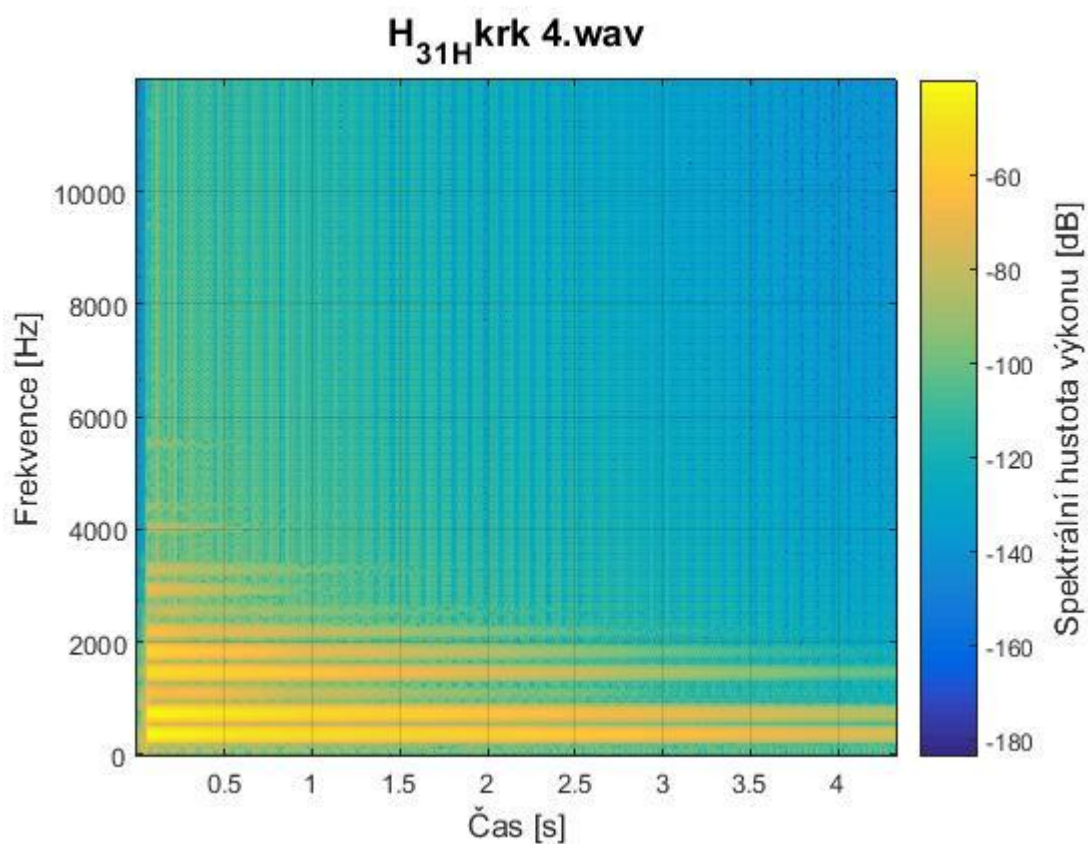
Obr. 6-16: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové cloně, snímač single-coil, Fokus-H



6.3.5 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6

Změna ve spektru tónu E není rozdílná oproti snímači single-coil. U prázdné struny G třetí formantová oblast obohacuje spektrum déle než čtyři vteřiny. Průběh tónu a_1^1 není rozdílný oproti jiným vzorkům na této kytarě. Drobné rozdíly se nalézají i u tónů f_1^1 a h^1 .

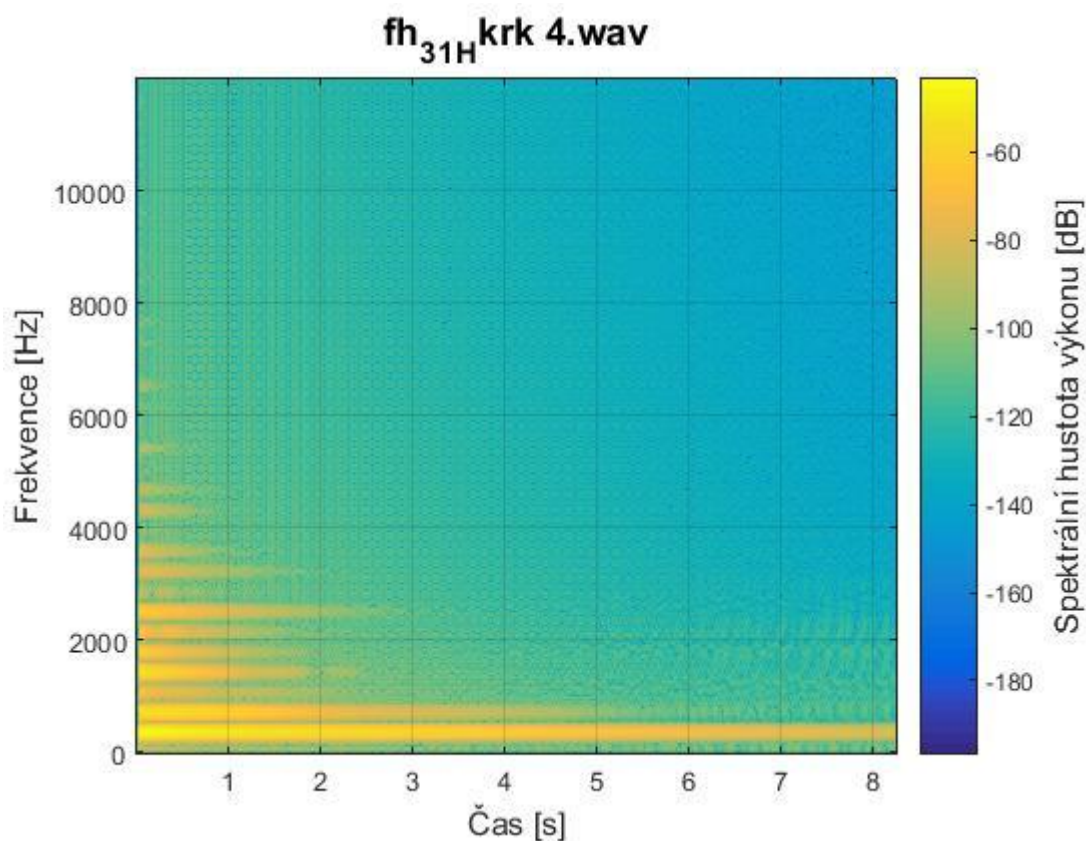
Obr. 6-17: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové cloně, snímač humbucker u krku, Cort



6.3.6 Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat

Spektra tónů prázdných strun jsou obohacena o velké množství formantových oblastí. Tři formantové oblasti se podílejí na zvuku po tři vteřiny. Při zmáčknutí struny u patnáctého pražce se do třetí vteřiny vytratí vyšší harmonické složky kromě fundamentu. U tónu ais^1 a fis^1 jsou některé složky výraznější do vteřiny. Na tónu h^1 lze při porovnání dvou snímačů single-coil najít, jak snímač blíže ke krku kytary není utvářen tolika vyššími harmonickými složkami, tón svým průběhem spíše připomíná snímač humbucker. Rozdíl leží v druhé a třetí harmonické složce, jejichž intenzity po třetí vteřině upadají.

Obr. 6-18: Spektrogram tónu fis na struně H při minimální tónové cloně, snímač single-coil u krku, Fokus-H



7. ANALÝZY SPEKTER ELEKTRICKÝCH KYTAR PŘI POLOVIČNÍ HODNOTĚ HLASITOSTNÍHO POTENCIOMETRU

V této kapitole je popsán rozdíl mezi tónem při dynamice *piano* a při poloviční hodnotě hlasitosti. Spektra jsou si podobnější, než kdyby se porovnával tón při poloviční hlasitosti a dynamice *forte*.

7.1 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Cort X-6

Spektrum se po snížení hlasitosti elektrické kytary podobá spektru při změně dynamiky. U tónu E se poměry mezi fundamentem a vyššími harmonickými složkami zvětšují. Druhá složka je slabší a třetí a čtvrtá složka silněji zbarvují tón. V tónu se více objevuje nazální charakter. Sílí i jasný a zvonivý ráz. Ve spektru tónu g na struně G se nachází pouze tři složky, fundament je majoritním aspektem tónu stejně jako při dynamice *piano*. Prázdná struna G obsahuje čtyři harmonické složky, zvuk fundamentu podporuje jeho oktáva, která se výrazně neprojevuje. Poměry mezi složkami jsou menší. Spektrum tónu ais¹ se podobá tónu g na struně E, rozdíl mezi fundamentem a zbylými složkami je ještě hlubší, ale složky více zasahují do barvy tónu než při nižší dynamice. U fis¹ druhá harmonická složka dosahuje třetiny hodnoty fundamentu. Dutý charakter tohoto tónu příliš nezaznívá, poměry mezi fundamentem a složkami jsou podobné jako u dynamiky *piano*, ale spektrum je omezené. Spektrum tónu h¹ je omezeno na dvě harmonické složky. Intenzita oktávy dosahuje pětiny hodnoty fundamentu, což je méně než u dynamiky *piano*.

Tab. 7-1: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny E a g, snímač humbucker u kobyly, Cort

Tón	E			g		
Harmonická složka	Zvuk - 1/2 hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - 1/2 hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-8,96	-5,49	3,47	-22,8	-23,71	-0,91
$3f$	3,17	0,72	-2,45	-27,13	-25,4	1,73
$4f$	1,42	-11,83	-13,25	-	-50,63	-
$5f$	-35	-42,22	-7,22	-	-51,25	-
$6f$	-14,45	-18,02	-3,57	-	-	-
$7f$	-20,63	-21,79	-1,16	-	-	-
$8f$	-35,23	-37,43	-2,2	-	-	-
$9f$	-44,113	-43,17	0,943	-	-	-

Tab. 7-2: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny g a ais, snímač humbucker u kobylky, Cort

Tón	G			ais1		
Harmonická složka	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Porovnání	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	1,76	0,81	-0,95	-39,246	-45,4	-6,154
$3f$	-6,95	-5,4	1,55	-39,905	-48,536	-8,631
$4f$	-23,6	-26,51	-2,91	-	-	-
$5f$	-	-52,859	-	-	-	-
$6f$	-	-36,01	-	-	-	-
$7f$	-	-41,36	-	-	-	-
$8f$	-	-47,269	-	-	-	-
$9f$	-	-54,55	-	-	-	-

Tab. 7-3: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny fis a h, snímač humbucker u kobylky, Cort

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Porovnání	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-12,64	-13,82	-1,18	-25,139	-29,11	-3,971
$3f$	-34,518	-34,73	-0,212	-	-	-
$4f$	-	-38,6	-1,26	-	-	-
$5f$	-	-41,39	-4,05	-	-	-

7.2 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobylinky elektrické kytary Fokus-H Strat

U tónů prázdných strun je zvuk barevnější než tón v dynamice *piano*, ale méně barevný než ve *forte*. Tón E má velmi dutý a nazální charakter doplněný mohutností a jasností sudých harmonických složek. Tón dokonce více zvoní při ubrání hlasitosti. Jasnost tónu g na struně G se zmenšuje po ubrání hlasitosti. Ztrácí se silný nazální a dutý charakter. Spektra tónů tvořených u patnáctého pražce jsou vymezena pěti harmonickými složkami. Jejich intenzity se podobají intenzitě pěti složek u dynamiky *piano*. Jasnost tónu g je posílena. Dutý ráz tónu fis¹ a h¹ je upozaděn při změně hlasitosti. Zvuk více zvoní.

Tab. 7-4: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny E a g, snímač humbucker u kobylinky, Fokus-H

Tón	E			g		
Harmonická složka	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. d. <i>p</i>	Porovnání	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. d. <i>p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	2,63	-1,01	-3,64	-5,34	-3,37	1,97
$3f$	6,27	1,54	-4,73	-14,29	-10,72	3,57
$4f$	2,64	-0,2	-2,84	-25,84	-26,52	-0,68
$5f$	6,41	3,08	-3,33	-35,538	-34,46	1,078
$6f$	5,77	2,94	-2,83	-	-	-
$7f$	0,36	-0,22	-0,58	-	-51,159	-
$8f$	-2,96	-2,32	0,64	-	-48,155	-
$9f$	-18,04	-20,25	-2,21	-	-51,109	-

Tab. 7-5: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny g a ais, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H

Tón	g			ais1		
Harmonická složka	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	3,69	5,63	1,94	-9,48	-6,4	3,08
$3f$	1,72	6,99	5,27	-25,12	-17,99	7,13
$4f$	0,59	7,38	6,79	-28,85	-24,28	4,57
$5f$	1,91	10,57	8,66	-39,01	-37,13	1,88
$6f$	-1,14	8,25	9,39	-	-	-
$7f$	-6,01	3,33	9,34	-	-	-
$8f$	-12,64	-5,29	7,35	-	-	-
$9f$	-13,98	-6,38	7,6	-	-	-

Tab. 7-6: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny fis a h, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-4,03	-1,16	2,87	-4,99	2,63	7,62
$3f$	-5,3	3,52	8,82	-15,11	2,24	17,35
$4f$	-18,08	-9,32	8,76	-19,28	-10,32	8,96
$5f$	-20,04	-15,46	4,58	-25,84	-21,19	4,65
$6f$	-25,46	-20,94	4,52	-28,29	-39,86	-11,57
$7f$	-28,11	-27,23	0,88	-38,251	-41,831	-3,58
$8f$	-38,045	-37,95	0,095	-	-46,81	-
$9f$	-	-51,51	-6,31	-	-	-

7.3 Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6

Při snížení hlasitosti, u tónu E oproti dynamice *piano*, přináší jasnost více čtvrtá harmonická složka než další sudé složky. Tón postrádá nazální témbr. U tónu g na struně G se ve spektru objevují čtyři složky, z nichž intenzity třetí a čtvrté složky jsou oproti fundamentu zvýšeny. Z šesti složek se skládá spektrum prázdné struny G. Podíl mezi fundamentem a jeho oktávou vzroste, ale další sudé složky dodávají tónu větší jasnost. Rozdíly mezi fundamentem a vyššími harmonickými složkami u tónů ais^1 , fis^1 a h^1 se s ubráním hlasitosti zvětšují, kromě druhé složky u fis^1 , její intenzita se v poměru k fundamentu zvyšuje.

Tab. 7-7: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny E a g, snímač single-coil, Cort

Tón	E			g		
Harmonická složka	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-13,43	-10,25	3,18	-10,36	-10,37	-0,01
$3f$	5,29	5,41	0,12	-41,622	-43,44	-1,818
$4f$	0,2	-0,9	-1,1	-45,756	-46,74	-0,984
$5f$	-21,98	-8,95	13,03	-	-58,563	-
$6f$	-41,404	-25,35	16,054	-	-	-
$7f$	-44,975	-43,19	1,785	-	-	-
$8f$	-43,041	-49,315	-6,274	-	-	-
$9f$	-47,502	-41,66	5,842	-	-	-

Tab. 7-8: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny g a ais , snímač single-coil, Cort

Tón	g			ais^1		
Harmonická složka	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-4,15	4,38	8,53	-28,9	-27,81	1,09
$3f$	2,03	3,63	1,6	-	-	-
$4f$	-12,85	-14,86	-2,01	-	-	-
$5f$	-25,58	-27,04	-1,46	-	-	-
$6f$	-41,5885	-42,41	-0,8215	-	-	-
$7f$	-	-	-	-	-	-
$8f$	-	-52,892	-	-	-	-

Tab. 7-9: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny fis a h, snímač single-coil, Cort

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-9,27	-10,2	-0,93	-24,28	-23,19	1,09
$3f$	-27,64	-25,84	1,8	-	-42,53	-
$4f$	-	-47,64	-	-	-	-
$5f$	-	-58,4	-	-	-	-
$6f$	-	-52,464	-	-	-	-
$7f$	-	-53,934	-	-	-	-

7.4 Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat

U tónu E se ve spektru nacházejí menší rozdíly mezi složkami než u dynamiky *piano*. Zvuk mohutní a zvoní, je mu ubrán nazální charakter. U prázdné struny G se objevuje opačný efekt. Tóny g, ais¹, fis¹ a h¹ přicházejí o svou barevnost oproti tónům při dynamice *forte*, ztrácí harmonické složky. U tónu g na struně E a tónu fis¹ se ale zvyšuje poměr druhé harmonické složky vůči fundamentu.

Tab. 7-10: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny E a g, snímač single-coil, Fokus-H

Tón	E			g		
Harmonická složka	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-2,09	-6,73	-4,64	-12,25	-16,51	-4,26
$3f$	2,34	0,62	-1,72	-47,28	-46,44	0,84
$4f$	-2,04	-3,56	-1,52	-45,44	-48,05	-2,61
$5f$	-13,02	-11,73	1,29	-	-63,278	-
$6f$	-29,13	-30,58	-1,45	-	-	-
$7f$	-44,42	-50,979	-6,559	-	-	-
$8f$	-36,08	-35,27	0,81	-	-	-
$9f$	-49,722	-49,677	0,045	-	-	-

Tab. 7-11: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny g a ais, snímač single-coil, Fokus-H

Tón	g			ais1		
Harmonická složka	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	3,16	6,63	3,47	-39,2	-16,51	22,69
$3f$	-6,45	-3,36	3,09	-	-46,44	-
$4f$	-20,99	-14,2	6,79	-	-48,05	-
$5f$	-33,76	-27,48	6,28	-	-63,246	-

Tab. 7-12: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a *piano*, tóny fis a h, snímač single-coil, Fokus-H

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk piano	Porovnání	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk piano	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-19,75	-22,35	-2,6	-22,66	-16,58	6,08
$3f$	-39,84	-36,15	3,69	-42,997	-32,79	10,207

7.5 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6

Složky spektra tónu E se projevují více při snížené hlasitosti než při dynamice *piano*, ale intenzita druhé složky je redukována. U patnáctého pražce struny E se redukuje nazální tón. Změna hlasitosti u prázdné struny G přináší menší témbr, ale zvyšuje se čtvrtá a pátá harmonická složka. U tónu ais¹ se při snížení hlasitosti ozývá jen fundament. Druhé složky tónů fis¹ a h¹ jsou vyzdvihnuty na úkor ztráty ostatních harmonických.

Tab. 7-13: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny E a g, snímač humbucker u krku, Cort

Tón	E			g		
Harmonická složka	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-11,58	-9,86	1,72	-31,43	-31,78	-0,35
$3f$	1,63	0,14	-1,49	-34,41	-29,87	4,54
$4f$	-12,11	-13,89	-1,78	-	-60,393	-
$5f$	-37,16	-38,27	-1,11	-	-57,329	-
$6f$	-24,16	-28,11	-3,95	-	-	-
$7f$	-28,97	-29,87	-0,9	-	-	-
$8f$	-42,86	-44,59	-1,73	-	-	-
$9f$	-51,378	-58,525	-7,147	-	-	-

Tab. 7-14: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny g a ais, snímač humbucker u krku, Cort

Tón	g			ais1		
Harmonická složka	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-8,06	-3,31	4,75	-	-53,115	-
$3f$	-6,26	-4,24	2,02	-	-	-
$4f$	-26,93	-27,23	-0,3	-	-	-
$5f$	-46,83	-57,858	-11,028	-	-	-
$6f$	-45,158	-41,21	3,948	-	-	-
$7f$	-	-42,95	-	-	-	-
$8f$	-	-45,48	-	-	-	-

Tab. 7-15: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny fis a h, snímač humbucker u krku, Cort

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání	Zvuk - $\frac{1}{2}$ hlasitosti	Zvuk mik. d. p	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-13,71	-19,61	-5,9	-26,11	-27,12	-1,01
$3f$	-	-56,636	-	-	-56,4	-
$4f$	-	-48,85	-	-	-52,334	-
$5f$	-	-50,41	-	-	-49,355	-

7.6 Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat

Tón E získává při snížení hlasitosti silnější tímbr než při dynamice *piano*. Pátá a šestá harmonická složka je zeslabena. Při stisknutí struny u patnáctého prázce se tento jev objevuje taktéž. U prázdné struny G se tón méně zabarvuje. Tón *ais*¹ se zase skládá jen z fundamentu. U tónů *fis*¹ a *h*¹ se rozdíl mezi první a druhou harmonickou složkou prohlubuje oproti dynamice *piano*.

Tab. 7-16: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny E a g, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Tón	E			g		
	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. d. <i>p</i>	Porovnání	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. d. <i>p</i>	Porovnání
	<i>L</i> ₁ [dB]	<i>L</i> ₂ [dB]	<i>L</i> ₁ - <i>L</i> ₂ [dB]	<i>L</i> ₃ [dB]	<i>L</i> ₄ [dB]	<i>L</i> ₃ - <i>L</i> ₄ [dB]
<i>f</i>	0					
<i>2f</i>	-2,66	-3,99	-1,33	-29,04	-34,32	-5,28
<i>3f</i>	-7,15	-8,91	-1,76	-33,71	-36,69	-2,98
<i>4f</i>	-36,22	-39,22	-3	-52,864	-56,467	-3,603
<i>5f</i>	-21,23	-11,7	9,53	-	-	-
<i>6f</i>	-17,46	-16,62	0,84	-	-	-
<i>7f</i>	-30,75	-31,9	-1,15	-	-	-
<i>8f</i>	-52,377	-61,854	-9,477	-	-	-
<i>9f</i>	-48,783	-62,812	-14,029	-	-	-

Tab. 7-17: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny g a *ais*, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Tón	g			<i>ais</i> ¹		
	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. d. <i>p</i>	Porovnání	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. d. <i>p</i>	Porovnání
	<i>L</i> ₁ [dB]	<i>L</i> ₂ [dB]	<i>L</i> ₁ - <i>L</i> ₂ [dB]	<i>L</i> ₃ [dB]	<i>L</i> ₄ [dB]	<i>L</i> ₃ - <i>L</i> ₄ [dB]
<i>f</i>	0					
<i>2f</i>	-5,63	-1,08	4,55	-	-37,67	-
<i>3f</i>	-20,7	-17,49	3,21	-	-51,39	-
<i>4f</i>	-49,077	-49,867	-0,79	-	-62,736	-
<i>5f</i>	-43,344	-36,8	6,544	-	-	-
<i>6f</i>	-44,82	-38,68	6,14	-	-	-
<i>7f</i>	-	-55,45	-	-	-	-

Tab. 7-18: Porovnání intenzit složek při 1/2 hlasitosti a dynamice *piano*, tóny fis a h, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Porovnání	Zvuk - ½ hlasitosti	Zvuk mik. <i>d. p</i>	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-30,16	-27,05	3,11	-33,44	-21,78	11,66
$3f$	-	-59,439	-	-	-41,7	-
$4f$	-	-57,306	-	-	-39,39	-
$5f$	-	-	-	-	-53,769	-

8. ANALÝZY SPEKTER ELEKTRICKÝCH KYTAR PŘI POŽITÍ TVRDÉHO TRSÁTKA

Tóny tvořené tvrdým trsátkem byly porovnány s tóny produkované snímačem při dynamice *forte*.

8.1 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobyly elektrické kytary Cort X-6

Tvrďší trsátko u tónů prázdných strun prohlubuje rozdíl mezi fundamentem a vyššími harmonickými složkami. Tento jev se nejvíce objevuje u druhých harmonických složek. U tónu g na struně E tento princip neplatí, dokonce tón s použitím tvrdšího trsátka získává nazálnější charakter. U tónu h¹ je posílena čtvrtá složka. Poměr mezi fundamentem a vyššími harmonickými složkami se u tónů ais¹ a fis¹ naopak zmenšuje.

Tab. 8-1: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač humbucker u kobyly, Cort

Tón	E			g		
Harmonická složka	Tvrďší trsátko	Měkkčí trsátko	Porovnání	Tvrďší trsátko	Měkkčí trsátko	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-18,24	-4,2	14,04	-21,48	-20,2	1,28
$3f$	2,55	4,09	1,54	-27,7	-24,3	3,4
$4f$	-9,33	-6,66	2,67	-56,192	-51,42	4,772
$5f$	-41,06	-34,25	6,81	-55,33	-52,37	2,96
$6f$	-19,4	-15,48	3,92	-	-	-
$7f$	-24	-17,93	6,07	-	-	-
$8f$	-44,63	-31,9	12,73	-	-	-
$9f$	-50,17	-39,4	10,77	-	-	-

Tab. 8-2: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač humbucker u kobyly, Cort

Tón	G			ais1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-2,14	3,16	5,3	-41,79	-43,19	-1,4
$3f$	-6,21	-3,28	2,93	-42,16	-45,95	-3,79
$4f$	-25,64	-22,43	3,21	-	-	-
$5f$	-49,49	-46,48	3,01	-	-	-
$6f$	-32,61	-28,85	3,76	-	-	-
$7f$	-37,24	-35,9	1,34	-	-	-
$8f$	-42,52	-39,74	2,78	-	-	-
$9f$	-58,67	-	-	-	-	-

Tab. 8-3: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač humbucker u kobyly, Cort

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-5,92	-12,65	-6,73	-27,03	-24,96	2,07
$3f$	-29,49	-31,08	-1,59	-44,751	-35,624	9,127
$4f$	-34,25	-37,04	-2,79	-42,51	-28,27	14,24
$5f$	-42,16	-42,73	-0,57	-48,363	-37,497	10,866

8.2 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u kobylinky elektrické kytary Fokus-H Strat

U tónů prázdných strun E a G se tvrdým trsátkem nevytváří tolik mohutné a jasné barvy zvuku, tón nabývá zvonivého charakteru. U tónů patnáctého prahce se zvyšuje rozdíl intenzit fundamentu a ostatních složek. Výjimku tvoří čtvrtá, pátá a šestá harmonická složka. Tvrdší trsátko produkuje jasnější, mohutnější a dutější zvuk u tónu fis¹. Dutý charakter je u tónu h¹ redukován na úkor jeho jasnosti.

Tab. 8-4: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač humbucker u kobylinky, Fokus-H

Tón	E			g		
Harmonická složka	Tvrdší trsátko	Měkkčí trsátko	Porovnání	Tvrdší trsátko	Měkkčí trsátko	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	2,6	7,57	4,97	-3,43	-2,21	1,22
$3f$	9,33	6,13	-3,2	-10,58	-8,71	1,87
$4f$	7,27	6,67	-0,6	-21,11	-23,37	-2,26
$5f$	9,44	6,69	-2,75	-29,8	-30,1	-0,3
$6f$	9,14	6,89	-2,25	-54,033	-56,5	-2,467
$7f$	5,33	1,99	-3,34	-45,11	-43,81	1,3
$8f$	2,63	-2,44	-5,07	-48,799	-48,578	0,221
$9f$	-14,64	-18,88	-4,24	-54,909	-53,209	1,7

Tab. 8-5: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač humbucker u kobylinky, Fokus-H

Tón	g			ais1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátko	Měkkčí trsátko	Porovnání	Tvrdší trsátko	Měkkčí trsátko	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	1,81	1,06	-0,75	-10,76	-7,63	3,13
$3f$	5,18	4,72	-0,46	-17,05	-17,66	-0,61
$4f$	3,75	1,78	-1,97	-22,02	-23,36	-1,34
$5f$	8,48	5,52	-2,96	-38,96	-39,84	-0,88
$6f$	4,63	4,74	0,11	-	-	-
$7f$	-2,42	-0,44	1,98	-	-	-
$8f$	-10,88	-9,52	1,36	-	-	-
$9f$	-14,54	-10,73	3,81	-	-	-

Tab. 8-6: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač humbucker u kobyly, Fokus-H

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	1,25	-6,3	-7,55	1,27	-0,34	-1,61
$3f$	3,43	-0,44	-3,87	-11,4	-2,63	8,77
$4f$	-13,98	-14,49	-0,51	-17,77	-23,92	-6,15
$5f$	-28,63	-18,74	9,89	-29,91	-24,67	5,24
$6f$	-29,91	-27,78	2,13	-33,86	-43,3	-9,44
$7f$	-32,17	-31,73	0,44	-46,35	-44,07	2,28
$8f$	-41,27	-42,89	-1,62	-	-	-
$9f$	-55,497	-	-	-	-	-

8.3 Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Cort X-6

Barvy tónu E jsou plnější při použití tvrdšího trsátka, silně je posílena jasnost i brysknost tónu. Intenzity druhé a třetí harmonické složky se zvyšují v poměru k fundamentu u tónu g na struně E. U prázdné struny G přibude dutého charakteru tónu, ale ubývá jasnost šesté složky. Výraznější dutá složka také obohacuje spektrum tónu fis¹, přidává se k němu i jasnost šesté složky. U spektra tónu h¹ se změnou tvrdosti trsátka objevila čtvrtá harmonická složka. Zvuk je totiž barevnější.

Tab. 8-7: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač single-coil, Cort

Tón	E			g		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-5,06	-12,13	-7,07	-11,21	-14,92	-3,71
$3f$	9,61	7,45	-2,16	-43,63	-46,58	-2,95
$4f$	1,28	2,25	0,97	-49,19	-44,56	4,63
$5f$	-3,62	-7,33	-3,71	-	-60,72	-
$6f$	-18,12	-24,37	-6,25	-	-	-
$7f$	-34,74	-43,96	-9,22	-	-	-
$8f$	-39,3	-47,505	-8,205	-	-	-
$9f$	-33,26	-43,53	-10,27	-	-	-

Tab. 8-8: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač single-coil, Cort

Tón	g			ais1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	2,38	2,98	0,6	-27,09	-28,22	-1,13
$3f$	2,51	1,01	-1,5	-	-	-
$4f$	-10,39	-10,45	-0,06	-	-	-
$5f$	-21,98	-20,97	1,01	-	-	-
$6f$	-38,66	-35,91	2,75	-	-	-
$7f$	-60,89	-61,5858	-0,6962	-	-	-
$8f$	-52,82	-52,724	0,096	-	-	-

Tab. 8-9: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač single-coil, Cort

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-5,71	-7,04	-1,33	-20,09	-27,66	-7,57
$3f$	-21,39	-31,16	-9,77	-41,69	-44,142	-2,452
$4f$	-45,56	-39,98	5,58	-48,328	-	-
$5f$	-57,4	-55,393	2,007	-	-	-
$6f$	-48,499	-56,614	-8,115	-	-	-
$7f$	-50,223	-51,154	-0,931	-	-	-

8.4 Analýza spektra středního snímače single-coil elektrické kytary Fokus-H Strat

Tvrďší trsátka dodává tónům větší barevnost. U tónu E je navíc silnější nazální charakter. Tón g na struně E se více projasňuje čtvrtou harmonickou složkou. Spektrum prázdné struny G je téměř neměnné. Zvuk se trochu projasní a získá nazální ráz. Spektrum tónu ais^1 obsahuje tři harmonické složky s většími hodnotovými rozestupy mezi sebou. Spektra tónů fis^1 a h^1 jsou si opět podobná, skládají se ze třech složek a sedmé harmonické složky, která se nenabízí ve spektru tónu s měkčím trsátkem. Rozdíly mezi složkami a fundamentem se tvrdým trsátkem redukuje.

Tab. 8-10: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač single-coil, Fokus-H

Tón	E			g		
Harmonická složka	Tvrďší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrďší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	4,82	0,9	-3,92	-10,17	-16,51	-6,34
$3f$	8,64	5,14	-3,5	-44,28	-46,44	-2,16
$4f$	4,67	0,09	-4,58	-41,27	-48,05	-6,78
$5f$	-1,23	-8,26	-7,03	-55,557	-63,278	-7,721
$6f$	-19,82	-25,12	-5,3	-	-	-
$7f$	-36,78	-42,39	-5,61	-	-	-
$8f$	-21,64	-30,17	-8,53	-	-	-
$9f$	-38,12	-44,26	-6,14	-	-	-

Tab. 8-11: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais , snímač single-coil, Fokus-H

Tón	g			ais^1		
Harmonická složka	Tvrďší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrďší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	0,06	-0,59	-0,65	-35,16	-16,51	18,65
$3f$	-6,83	-6,16	0,67	-56,304	-46,44	9,864
$4f$	-20,62	-20,96	-0,34	-	-48,05	-
$5f$	-29,34	-31,28	-1,94	-	-63,246	-
$6f$	-52,74	-50,716	2,024	-	-	-
$7f$	-	-	-	-	-	-
$8f$	-56,063	-55,789	0,2744	-	-	-
$9f$	-51,263	-50,446	0,817	-	-	-

Tab. 8-12: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač single-coil, Fokus-H

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-17,38	-19,54	-2,16	-16,73	-19,46	-2,73
$3f$	-32,51	-34,18	-1,67	-38,39	-40,27	-1,88
$4f$	-	-	-	-	-	-
$5f$	-	-	-	-	-	-
$6f$	-64,472	-	-	56,3327	-	-

8.5 Analýza spektra snímače humbucker umístěného u krku elektrické kytary Cort X-6

Zvuk prázdných strun je barvitější, především získává nazálnější, jasnější a zvonivější charakter. Tvrdší trsátka redukuje jasnost a mohutnost u tónů produkovaných strunou stlačenou u patnáctého pražce. Ve spektru tónu fis¹ se objevuje šestá harmonická složka. Tón navíc získává nazálnější charakter. Tón h¹, kde chybí třetí harmonická složka ve spektrech zní jasněji a nazálněji, než když je zahráný měkkým trsátkem.

Tab. 8-13: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač humbucker u krku, Cort

Tón	E			g		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkčí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-15,93	-19,22	-3,29	-31,24	-29,5	1,74
$3f$	0,57	-3,71	-4,28	-32,03	-31,42	0,61
$4f$	-14,57	-17,65	-3,08	-60,289	-56,56	3,729
$5f$	-42,27	-42,4	-0,13	-57,382	-57,536	-0,154
$6f$	-31,92	-37,85	-5,93	-	-	-
$7f$	-32,24	-41,28	-9,04	-	-	-
$8f$	-46,33	-52,49	-6,16	-	-	-
$9f$	-58,681	-59,561	-0,88	-	-	-

Tab. 8-14: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač humbucker u krku, Cort

Tón	g			ais1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátko	Měkčí trsátko	Porovnání	Tvrdší trsátko	Měkčí trsátko	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-2,71	-1,62	1,09	-50,54	-49,59	0,95
$3f$	-7,07	-6,95	0,12	-46,78	-45,15	1,63
$4f$	-27,49	-31,47	-3,98	-	-	-
$5f$	-58,416	-58,294	0,122	-	-	-
$6f$	-41,91	-45,86	-3,95	-	-	-
$7f$	-46,93	-51,7	-4,77	-	-	-
$8f$	-45,82	-49,48	-3,66	-	-	-

Tab. 8-15: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač humbucker u krku, Cort

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátko	Měkčí trsátko	Porovnání	Tvrdší trsátko	Měkčí trsátko	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-13,12	-15,57	-2,45	-25,73	-27,12	-1,39
$3f$	-49,36	-52,933	-3,573	-56,06	-56,4	-0,34
$4f$	-42,68	-41,5	1,18	-48,533	-52,334	-3,801
$5f$	-41,53	-49,11	-7,58	-45,69	-49,355	-3,665
$6f$	-	-	-	-	-	-
	59,6372	-	-	-	-	-

8.6 Analýza spektra snímače single-coil umístěného u krku elektrické kytary Fokus-H Strat

Tón E získává jasnější a brysknější ráz. Při stlačení struny E u patnáctého pražce se zvýrazní barvy třetí a čtvrté harmonické složky. U prázdné struny G se zvuk více projasňuje díky šesté složce, ale je mu ubráno na mohutnosti druhou složkou. Ve vyšších polohách tvrdší trsátka ubírá dutý a nazální ráz. Ve spektru tónu fis¹ se neobjevuje osmá harmonická složka. Jasnost a mohutnost tónu h¹ je značně trsátkem omezena.

Tab. 8-16: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny E a g, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Tón	E			g		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkkí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkkí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-0,51	-4,69	-4,18	-25,48	-26,21	-0,73
$3f$	-7,43	-14,96	-7,53	-30,3	-34,67	-4,37
$4f$	-37,15	-39,73	-2,58	-48,9	-52,54	-3,64
$5f$	-19	-25,28	-6,28	-65,948	-	-
$6f$	-15,93	-24,86	-8,93	-65,724	-	-
$7f$	-27,54	-36,29	-8,75	-	-67,195	-
$8f$	-57,16	-62,919	-5,759	-	-	-
$9f$	-60,828	-65,793	-4,965	-	-	-

Tab. 8-17: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny g a ais, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Tón	g			ais1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátka	Měkkí trsátka	Porovnání	Tvrdší trsátka	Měkkí trsátka	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-9,01	-5,12	3,89	-43,81	-42,4	1,41
$3f$	-20,79	-19,61	1,18	-57,614	-56,678	0,936
$4f$	-48,64	-50,26	-1,62	-62,262	-61,135	1,127
$5f$	-41,82	-44,69	-2,87	-	-	-
$6f$	-41,27	-47,84	-6,57	-	-	-
$7f$	-57,961	-58,032	-0,071	-	-	-

Tab. 8-18: Porovnání intenzit složek s použitím tvrdého a měkkého trsátka, tóny fis a h, snímač single-coil u krku, Fokus-H

Tón	fis1			h1		
Harmonická složka	Tvrdší trsátko	Měkčí trsátko	Porovnání	Tvrdší trsátko	Měkčí trsátko	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-25,93	-28,83	-2,9	-29,4	-21,78	-
$3f$	-59,82	-46,5	13,32	-53,918	-41,7	-
$4f$	-54,71	-55,99	-1,28	-46,08	-39,39	-
$5f$	-	-	-	-58,63	-53,769	-
$6f$	-	-	-	-	-	-
$7f$	-	-	-	-	-	-
$8f$	-	-65,744	-	-	-	-

9. POROVNÁNÍ SPEKTER PŘI DRŽENÍ KRKU KYTARY A PŘI NEDRŽENÍ KRKU

Při nahrávání vzorků nebylo nemožné si nevšimnout změny ve zvuku při držení dlaní krku kytary a při pouhém zmáčknutí struny.

Proto je tato kapitola součástí práce, jde o můj poznatek, založený na logice. Měření jsou u nastavených středních snímačů single-coil.

9.1 Elektrická kytara Cort X-6

U akustického tónu H, při držení krku kytary, se zvýšila hodnota intenzity šesté harmonické složky a v tónu se ubrala zvonivost sedmé a deváté složky. U tónu d hraného na struně G se zvýšila třetí, šestá, osmá a devátá harmonická složka. Snížila se intenzita páté složky. Všechny změny se podepisují ve zvuku, který produkují snímače.

Tab. 9-1: Porovnání intenzit harmonických složek bez držení krku kytary a s držením krku, tón H, Cort

Harmonická složka	Akustický zvuk bez držení krku	Snímaný zvuk bez držení krku	Porovnání	Akustický zvuk s držením krku	Snímaný zvuk s držením krku	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	4,12	0,62	-3,5	2,99	-0,81	-3,8
$3f$	-12,15	-20,17	-8,02	-13,51	-20,16	-6,65
$4f$	-16	-30,37	-14,37	-17,86	-28,59	-10,73
$5f$	-21,66	-49,74	-28,08	-22,4	-49,11	-26,71
$6f$	-23,685	-49,45	-25,765	-20,27	-41,99	-21,72
$7f$	-22,32	-50,14	-27,82	-25,438	-54,62	-29,182
$8f$	-26,662	-	-	-28,916	-	-
$9f$	-21,1	-	-	-23,21	-	-

Tab. 9-2: Porovnání intenzit harmonických složek bez držení krku kytary a s držením krku, tón d, Cort

Harmonická složka	Akustický zvuk bez držení krku	Snímaný zvuk bez držení krku	Porovnání	Akustický zvuk s držením krku	Snímaný zvuk s držením krku	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	2,61	8,89	6,28	5,75	12,33	6,58
$3f$	-8,51	-13,16	-4,65	-0,81	-5,4	-4,59
$4f$	-21,36	-38,85	-17,49	-17,54	-30,63	-13,09
$5f$	-21,37	-	-	-20,85	-50,13	-29,28
$6f$	-16,15	-	-	-8,17	-50,13	-41,96
$7f$	-16,1	-	-	-14,06	-40,148	-26,088
$8f$	-29,118	-	-	-20,76	-49,6051	-28,8451
$9f$	-	-	-	-28,173	-	-

9.2 Elektrická kytara Fokus-H Strat

U tónu H se při držení krku kytary zvyšuje hodnota intenzity druhé, čtvrté a sedmé složky, výrazněji se snižuje pátá a osmá složka spektra. Tón d je při držení krku kytary mnohem jasnější, je to dáno oktávovými složkami fundamentu. Rozdíly se odráží v intenzitách harmonických složek zvuku, který produkuje snímač.

Tab. 9-3: Porovnání intenzit harmonických složek bez držení krku kytary a s držením krku, tón H, Fokus-H

Harmonická složka	Akustický zvuk bez držení krku	Snímaný zvuk bez držení krku	Porovnání	Akustický zvuk bez držení krku	Snímaný zvuk bez držení krku	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-9,45	-14,73	-5,28	-0,92	-7,5	-6,58
$3f$	10,34	-5,58	-15,92	9,08	-7,83	-16,91
$4f$	-0,45	-44,54	-44,09	2,32	-40,09	-42,41
$5f$	-14,65	-45,49	-30,84	-16,46	-44,83	-28,37
$6f$	-6,63	-48,23	-41,6	-7,35	-40,28	-32,93
$7f$	-12,4	-52,13	-39,73	-11,47	-44,91	-33,44
$8f$	-12,02	-59,544	-47,524	-15,27	-62,342	-47,072

Tab. 9-4: Porovnání intenzit harmonických složek bez držení krku kytary a s držením krku, tón d, Fokus-H

Harmonická složka	Akustický zvuk bez držení krku	Snímaný zvuk bez držení krku	Porovnání	Akustický zvuk bez držení krku	Snímaný zvuk bez držení krku	Porovnání
	L_1 [dB]	L_2 [dB]	L_1-L_2 [dB]	L_3 [dB]	L_4 [dB]	L_3-L_4 [dB]
f	0					
$2f$	-7,07	-11,42	-4,35	-3,87	-9,8	-5,93
$3f$	-30,164	-39,86	-9,696	-31,43	-40,78	-9,35
$4f$	-30,547	-58,936	-28,389	-20,78	-54,05	-33,27
$5f$	-	-57,959	-	-24,01	-56,152	-32,142
$6f$	-	-54,04	-	-	-57,182	-

10. ZÁVĚR

V popisu měření nástrojů bylo popsáno, které harmonické složky se nebudou objevovat ve snímaném spektru. Elektrická kytara Cort X-6 byla velkým překvapením, neboť se mnohokrát stalo, že harmonická složka, která se objevila v snímačem produkovaném zvuku, se neobjevila ve zvuku akustickém a naopak. Její výsledky jsou pozoruhodné. Vzhledem k její ceně není patrné moc rozdílů mezi jejími snímači. Elektrická kytara Cort X-6 je skutečně nástrojem pro tvrdší žánry hudby. Její tóny nebyly tak barevné a plné jako u kytary Fokus-H Strat, přesto u všech snímačů byla ve spektru zvýrazněná třetí harmonická složka. U tónů prázdných strun v dynamice *piano* hraných u snímače humbucker u kobylky se akusticky méně projevuje fundament než ostatní harmonické složky. U tónů na patnáctém pražci se vyskytuje velký odstup fundamentu od ostatních harmonických složek. Prázdná struna G vytvářela plná a barevná spektra. V anýze tónu fis je kupodivu více podpořena čtvrtá složka. U snímače single-coil mají tóny, které jsou hrané v *pianu* větší barvu než tóny hrané ve *forte*. Prázdná struna E, která byla nahrána snímačem humbucker u krku kytary, měla také v *pianu* plnější barvu. Spektra snímače měly potlačenou pátou nazální složku. Tóny fis a h se chovaly velmi podobně.

U elektrické kytary Fokus-H se více projevovalo její tělo a možná právě olše vytváří takovou změnu ve spektru. Snímače kytary zajisté plní svou roli. S nastavením snímače humbucker u kobylky kytary zaznívá barevný tón. Ve spektrech snímače je podpořena třetí harmonická složka. U tónu E ve *forte* je zdůrazněna pátá složka, ale u produkovaného zvuku šestá. Tóny fis a h v *pianu* mají ve spektru více harmonických složek než ve *forte*. U snímače single-coil byla znovu zvýšená intenzita třetí složky. Fundament tónů fis a h v *pianu* zmohutněl jeho oktávovými složkami. Snímač humbecker u krku kytary neměl zvýšené hodnoty třetí složky, ale šesté.

Při snižování hodnoty tónové clony se začínají více projevovat vyšší harmonické složky a objevují se formantové oblasti. S nejnižší hodnotou tónové clony tyto formantové oblasti zabarvují tón až po vteřiny. U předních snímačů single-coil se změny projevovaly nejvíce. Tóny fis a h si byly ve spektrech podobné. Snímač humbucker u kobylky kytary Fokus-H Strat nevytvářel četné formantové oblasti jako kytara Cort X-6. Elektrická kytara Fokus-H udržela vyšší intenzitu složek v delším časovém úseku.

Tón s poloviční hlasitostí má větší poměr mezi fundamentem a vyššími harmonickými složkami než v dynamice *piano*. Tón se chová jako při spojení dynamiky *forte* a *piano*. U tónu E a u snímačů humbucker umístěných u kobytek má bohatší barvu zvuk s poloviční hlasitostí nežli v *piano*. U ostatních tónů je tento jev opačný. Oba snímače single-coil kytary Fokús-H Strat reagují shodně jako snímače humbucker.

Při použití tvrdého trsátka se více projevují barevné harmonické složky. Intenzity těchto složek ve spektru jsou v poměru k fundamentu více vzdálené. Tvrdé trsátko tvoří ve vyšších polohách spektrum s potlačenými vyššími harmonickými složkami.

Jedním z cílů této práce bylo zjistit, jestli se objeví rozdíl v barvě kytary při dotyku dlaní krku kytary a při nedotýkání se. Když držíme krk kytary, mění se barva spektra, dokonce se zde objevují i složky, které nejsou v tom spektru při nedotýkání se krku kytary. Takže se vytváří hypotéza, že různí lidé hrající na stejnou elektrickou kytaru získají různou barvu zvuku. Toto tvrzení je notoricky známé u akustických hudebních nástrojů. Tato tematika by zasloužila více pozornosti, avšak za specifitějších podmínek měření.

Literatura

- [1] Thomas J.: *Theoretical and practical studies on the behavior of electric guitar pick-up*, Ph.D. thesis, Department of Electrical Engineering Acoustics Laboratory, Helsinki University of Technology, 1994.
- [2] Syrový, V.: *Hudební akustika*. Praha: AMU, 2003. ISBN 978-80-7331-127-8
- [3] Elliott, A. S., Magill, J., Kendric, P.: *Vibro-electric transfer path analysis of a solid body electric guitar* [online]. Manchester: University of Salford, 2018 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <http://usir.salford.ac.uk/50028/>
- [4] Kaieda, S., Kawai, K., Yano, T., Ando, Y.: *A study on measures of timbre of electric guitar sounds in terms of power spectrum and auto correlation function*. [online] Kobe, Kumamoto, 2009 [cit. 2020-05-07]. Dostupné z: <http://www.jtdweb.org/>
- [5] LUCAS. *cs.wikipedia.org* [online]. [cit. 11.8.2020]. Dostupný na WWW: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Schema_kytary.JPG#/media/Soubor:Schema_kytary.JPG

Seznam příloh

A Obsah CD

A Obsah CD

Matlab skripty

Tabulky

Grafy

Vzorky