

"Mladi raziskovalci Slovenije 2021"

55. srečanje

Kitara – inštrument neskončnih možnosti

Tehnika in tehnologija

Raziskovalna naloga

Osnovna šola Franceta Prešerna Maribor

Avtor: Vito Beton

Mentorica: Mojca Holler

Maribor, maj 2021

KAZALO

1	UVOD	7
2	PREGLED	7
3	METODE DELA	8
4	TEORETIČNI DEL	9
4.1	Klasična kitara	9
4.1.1	Zgradba klasične kitare	10
4.2	Akustična kitara	12
4.3	Bas kitara	13
4.4	Električna kitara	14
4.4.1	Zgradba električne kitare.....	15
5	PRAKTIČNI DEL	17
5.1	Izdelava ukulel	17
5.2	Izdelava električne kitare	20
5.2.1	Lesarski del	21
5.2.2	Električni del	39
5.3	3D tiskanje	44
5.4	Primerjava cen kitar	45
5.5	Primerjava zvoka	45
6	DRUŽBENA ODGOVORNOST	50
7	ZAKLJUČEK	51
8	VIRI IN LITERATURA	52

KAZALO SLIK

Slika 1: Lutnja. Vir (https://www.momus.si/wp-content/uploads/2018/03/S4aF3.jpg).....	9
Slika 2: Klasična kitara. (Vir: Lastni)	10
Slika 3: Deli kitare. Vir (https://sites.google.com/site/kitara3210/home/zgodovina-kitare/deli-kitare-1)	12
Slika 4: Akustična kitara. Vir (https://www.rmplus.si/klasicna-in-akusticna-kitara)	12
Slika 5: Bas kitara. (Vir: Lastni)	13
Slika 6: Prva električna kitara. Vir (https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_guitar)	14
Slika 7: Fender Stratocaster. Vir (https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_guitar)	15
Slika 8: Električna kitara. Vir (https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_guitar)	16
Slika 9: Barvanje ukulel. (Vir: Lastni)	17
Slika 10: Sestavljanje trupa in vratu. (Vir: Lastni).....	18
Slika 11: Ubiralka je zalepljena na vrat. (Vir: Lastni)	18
Slika 12: Glasbilo počasi dobiva pravo podobo. (Vir: Lastni).....	19
Slika 13: Mehanizem za uglaševanje strun. (Vir: Lastni)	19
Slika 14: Instrument je končan. (Vir: Lastni).....	20
Slika 15: Takšna bo moja kitara. (Vir: Lastni).....	21
Slika 16: Orehov les je pripravljen. (Vir: Lastni).....	22
Slika 17: Lesena kosa. (Vir: Lastni).....	23
Slika 18: Postavitev treh lesenih kosov. (Vir: Lastni).....	24
Slika 19: Lepljenje kosov lesa. (Vir: Lastni).....	24
Slika 20: Shema kitare. (Vir: Lastni)	26
Slika 21: Odprtini za magnetete. (Vir: Lastni).....	27
Slika 22: Kitara ima obliko. (Vir: Lastni)	27
Slika 23: Odprtine za komponente. (Vir: Lastni).....	28
Slika 24: Luknja za električni priključek iz notranje strani. (Vir: Lastni)	29
Slika 25: Luknja za električni priključek iz zunanje strani. (Vir: Lastni)	29
Slika 26: Prevrtani trup. (Vir: Lastni)	30
Slika 27: Odprtina za vrat. (Vir: Lastni)	30
Slika 28: Robovi so zbrušeni. (Vir: Lastni).....	31
Slika 29: Odprtina za stikalo. (Vir: Lastni)	31
Slika 30: Furnir. (Vir: Lastni)	32

Slika 31: Brušenje. (Vir: Lastni)	33
Slika 32: Pravokotnik iz furnirja. (Vir: Lastni)	33
Slika 33: Pokrov. (Vir: Lastni)	34
Slika 34: Luknje za ploščico. (Vir: Lastni)	34
Slika 35: Voskanje kitare. (Vir: Lastni)	35
Slika 36: Zaščita pred oljenjem. (Vir: Lastni)	36
Slika 37: Prelomna točka. (Vir: Lastni)	36
Slika 38: Mesto za mostiček. (Vir: Lastni)	38
Slika 39: Vijaki za mostiček. (Vir: Lastni)	38
Slika 40: Leseni del kitare je narejen. (Vir: Lastni)	39
Slika 41: Zaščita pred barvanjem. (Vir: Lastni)	39
Slika 42: Električna shema kitare. (Vir: https://guitarelectronics.com/2-humbuckers-3-way-lever-switch-1-volume-1-tone/)	40
Slika 43: Montaža navijalcev. (Vir: Lastni)	42
Slika 44: Končni izdelek. (Vir: Lastni)	43
Slika 45: Nadomestna gumba izdelana s 3D tiskalnikom. (Vir: Lastni)	44
Slika 46: Frekvenčna analiza tona a ¹ , zaigranega s kitaro, ki sem jo izdelal - kitara Vito Beton. (Vir: Lastni)	47
Slika 47: Frekvenčna analiza tona a ¹ , zaigranega s kitaro Harley Benton. (Vir: Lastni)	48
Slika 48: Frekvenčna analiza tona a ¹ , zaigranega s kitaro Vito Beton (levo) in s kitaro Harley Benton (desno). (Vir: Lastni)	49

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava cen kitar	45
--------------------------------	----

POVZETEK

V svoji raziskovalni nalogi sem opisoval kitaro in različne tipe kitar. Pri teoretičnem delu sem uporabljal predvsem literaturo iz splošne in domače knjižnice ter svetovnega spleta. Velik del opisa vseh vrst kitar sem povzel po pogovorih s svojim učiteljem kitare. V praktičnem delu raziskovalne naloge sem izdelal električno kitaro in ukulele. S tem sem preveril, ali imam dovolj znanja, da izdelam električno kitaro. S pomočjo 3D tiskalnika sem poskusil izdelati tudi rezervni del za kitaro. S tem sem ugotavljal ali je 3D tiskalnik lahko v pomoč pri izdelavi kitare oz. njenih delov.

Ugotovil sem, da je električno kitaro izdelati veliko težje, kot se zdi na prvi pogled in da je zagotovo ne bi uspel izdelati sam.

Ključne besede: kitara, električna kitara, ukulele, izdelava glasbil, 3D tiskalnik

SUMMARY

In my research paper, I described the guitar and different types of guitars. For my theoretical work, I mainly used literature from the public library, home library and the World Wide Web. I summarized most types of guitars after talking to my guitar teacher. For the practical part of the research project, I made ukuleles and an electric guitar. This helped me to understand, if I have enough knowledge to make an electric guitar. I also tried to make a spare part for the guitar with the help of a 3D printer. This helped me to determine whether a 3D printer can help in making a guitar or its parts.

I have found that an electric guitar is much harder to make than it seems at first glance and that I certainly would not have been able to make it without help.

Key words: guitar, electric guitar, ukulele, making musical instrument, 3D printer

ZAHVALA

Rad bi se zahvalil svoji mentorici, ki mi je pomagala z nasveti in me spodbujala pri pripravi naloge.

Neizmerno sem hvaležen mami in očetu, ki sta me spodbujala in pomagala pri izdelavi raziskovalne naloge.

Hvaležen sem tudi učitelju kitare, ki me je poučil o trikih pri izdelavi kitare, brez katerih izdelava kitare ne bi bila mogoča.

Veliko zahvalo dolgujem tudi mojstru, ki mi je kitaro nastavil tako, da je bilo nanjo lažje igrati.

Ne nazadnje se iz vsega srca zahvaljujem lesarskemu mojstru, ki me je vodil pri izdelavi lesenega dela kitare. Bil je izjemen mentor.

1 UVOD

Ideja za raziskovalno nalogo se mi je porodila že pred časom. To je bilo pred dvema letoma, ko sva se z učiteljem pogovarjala o njegovem prijatelju, ki je sam izdelal električno kitaro. Takrat me je prešinila misel, ali bi bil zmožen tudi jaz izdelati električno kitaro. Kitari sem posvetil dve raziskovalni nalogi, v katerih sem se počasi učil o zgradbi kitare, hkrati pa spoznaval težave izdelovanja raznih lesenih izdelkov. V letošnjem šolskem letu sem končno zbral pogum za izdelavo električne kitare.

2 PREGLED

V raziskovalni nalogi sem najprej opisal različne vrste kitar: električno, klasično, akustično in bas kitaro. Nato sem se osredotočil na električno kitaro in jo podrobno opisal. Tako sem se dotaknil vseh komponent. V nadaljevanju sem zbral podatke iz raznih virov, s katerimi sem opisal in primerjal izdelavo električnih kitar nekoč in danes. Premerjal sem načine dela, uporabljena orodja in materiale pri izdelavi le-te. Kasneje sem naštel tudi dejavnike, ki vplivajo na kakovost zvoka kitare. Nato sem se lotil dela.

Najprej sem sestavil ukulele. S tem sem preveril svoje znanje pri sestavljanju raznih komponent, kasneje pa sem izdelal tudi kitaro.

Pred začetkom izdelave kitare sem si postavil naslednje hipoteze:

- električno kitaro je mogoče izdelati z omejenim dostopom do orodja;
- doma narejena električna kitaro je cenejša od masovno proizvedenih;
- električno kitaro lahko naredimo z malo znanja o instrumentu;
- dele električne kitare lahko narediš s 3D tiskalnikom.

3 METODE DELA

Raziskovalno nalogo sem razdelil na dva dela: teoretični in praktični del.

V teoretičnem delu sem najprej zbral literaturo iz splošnih in domače knjižnice, veliko uporabnih podatkov pa sem našel na svetovnem spletu. Zaradi dopolnjevanja literature sem lahko poglavja celovito obdelal. Veliko uporabnih in pomembnih podatkov sem dobil tudi od ustih virov. To so bili moj učitelj kitare in osebe, ki so mi pomagale pri izdelavi kitare. Zaradi dodatnih virov sem proces lahko še bolje razumel, hkrati pa dodal poglavja, ki so kasneje dobila več smisla.

V praktičnem delu sem najprej sestavil ukulele. Nato pa sem se lotil izdelave električne kitare. Cilj izdelave teh instrumentov je bilo preizkušanje mojega znanja o kitari. Namen pa je bil tudi ta, da bi bolje spoznal sestavo električne kitare in da bi bolje razumel razne komponente kitare. Ne nazadnje pa sem na ta način svoji zbirki kitar dodal še eno kitaro.

Pred izdelavo električne kitare sem si zadal tudi nekaj hipotez, ki sem jih kasneje, z novo pridobljenimi znanji, potrdil oziroma ovrgel.

4 TEORETIČNI DEL

Beseda kitara je k nam prišla iz Španije, kjer so jo imenovali guitarra. Beseda guitarra izhaja iz latinščine – chitara, le-ta pa izhaja iz starogrške besede kithara. Vse besede pa najverjetneje izvirajo iz perzijske besede sihtar¹. (Beton, 2019)

4.1 Klasična kitara

Čeprav se je prva klasična kitara, podobna modernim klasičnim kitaram, pojavila komaj v 19. stoletju, je prvi predhodnik kitare prišel v Evropo okoli leta 40 našega štetja iz arabskih dežel. Kitara je prišla v Grčijo, kjer je imela prav posebno vlogo, saj so Grki verjeli, da ima glasba blagodejni učinek na telo in duha. (Rus, 2009)

Tako je Platon² zapisal: “Država mora biti zgrajena na temeljih glasbe, čim boljša je glasba, tem boljša država, ki jo nosi.” (Arko, 2020)

Od 5. do 10. stoletja sta v Evropi prevladovali lira in pandura. Za panduro je značilno, da je imela obliko malo pomanjšane lutnje s tremi strunami. Brenkala so doživela velik prodor na trg s pojavom prvih lutenj. To je bilo v 13. stoletju. (Rus, 2009)



Slika 1: Lutnja. Vir (<https://www.momus.si/wp-content/uploads/2018/03/S4aF3.jpg>)

¹ Tar je perzijska beseda, ki pomeni struno. (Wikipedija, 2018)

² Plátón, starogrški filozof, * 27. maj 427 pr. n. št., Atene, Grčija, † 347 pr. n. št., Atene. Platon je bil Sokratov učenec, Aristotelov učitelj ter ustanovitelj Akademije v Atenah. (Wikipedija, 2021)

Najpomembnejši inovator klasičnih kitar je bil Španec Antonio Torres Jurado. Določil je dolžino strun, število prečk in sistem notranjih reber. Takšna vrsta kitare je prevladovala 150 let, njej podobne kitare uporabljamo še danes. (Kreča, 2010)



Slika 2: Klasična kitara. (Vir: Lastni)

4.1.1 Zgradba klasične kitare

Klasična kitara je sestavljena precej drugače kot električna kitara, vendar ima nekatere sestavne dele še vedno precej podobne. Sestavljena je iz dveh večjih delov:

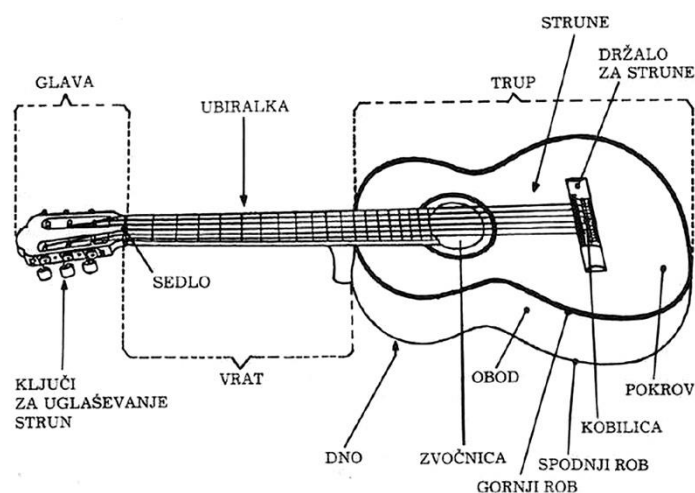
- vrat,
- trup.

Vrat je sestavljen iz glave in preostalega dela vratu. Na glavi je šest navijalk, ki služijo uglaševanju kitare. Glavo in ubiralčko ločuje sedlo, ki postavi strune vzporedno. Sedla so na različnih kitarah narejena iz različnih materialov. Najpogostejši material je plastika. Plastika je uporabljena na cenejših kitarah, na dražjih kitarah je uporabljen karbon. Na vratu je tudi ubiralčka, narejena iz palisandrovega lesa, medtem ko je na dražjih kitarah iz ebenovine. Na ubiralčki so vstavljene tudi prečke, večinoma iz nerjavečega jekla. Prečke so razporejene kromatično (po pol tonih). Večina klasičnih kitar ima devetnajst prečk, le nekatere imajo tudi dvajseto prečko na prvi in drugi struni. Vrat je po večini zaobljen v obliki črke C.

Trup in vrat se stikata na mestu dvanajste prečke oz. na polovici dolžine strun. Trup ima obliko osmice, saj se s tem izboljša ton in pridobi glasnejši zvok. Je votel in je sestavljen iz resonančnega pokrova z resonančno odprtino in ostalih strani kitare, ki nimajo posebnega imena. Resonančne odprtine so lahko izdelane iz smreke ali cedre. Za flamenko kitare pa se uporablja tudi cipresa, ki kitari ojača nižje frekvence. Na dražjih klasičnih kitarah se lahko uporabi tehnika oblikovanje resonančne odprtine imenovana double-top (dvojna ploskev). Za ta način je značilno, da je resonančna odprtina sestavljena iz dveh ploskev. Najpogostejši način izdelovanja double-top resonančne odprtine je, da je spodnji del resonančne odprtine izdelan iz cedre, zgornji del pa je izdelan iz smreke. Posledica tega načina je dober zven kitare (mešanica med obema vrstama lesa) in ojačan zvok. Uporabijo se lahko vse vrste lesa, dokler so precej lahke in prožne. Za zven kitare pa ni pomembno samo vrsta uporabljenega lesa, ampak tudi rebra postavljena na notranji strani resonančne odprtine. Rebra povzročajo, da se zvok (nihanje zraka) odbija na različne načine. Tako dobimo dodatne frekvence, ki določijo zven kitare. Ostala dela kitare (zadnji in stranski del) sta ponavadi sestavljena iz mahagonijevega ali palisandrovega lesa. Izbira tega lesa ni tako pomembna kot tista za resonančno ploščo⁴. Na resonančni plošči se nahaja tudi kobilica z mostičkom, ki je na veliki večini kitar prilepljena. Na kobilico pritrdiš strune. Mostiček pa deluje kot upora za strune ter določa višino strun. (Kralj, 2021)

Na kakovost zvoka najbolj vplivajo rebra, ki so postavljena na notranji strani resonančne odprtine in izbrana vrsta lesa. Na natančnost not pa vplivajo tudi uporabljene strune in mostiček ter sedlo. Za strune, narejene iz karbona, morata biti mostiček in sedlo oblikovana drugače kot za strune, narejene iz najlona. Če mostiček in sedlo nista pravilno oblikovana, se dogaja, da četudi je struna uglašena točno, se na dvanajstem polju (oktavni ponovitvi tona) ton malenkost razlikuje od osnovnega tona. To lahko povzroča velike težave pri akordih, ki jih zaradi slabo oblikovanega sedla in mostička ni mogoče zaigrati točno. Posledično zvenijo razglašeno. (Ardlej, 1990)

⁴ To je dokazal španski tesar Antonijo Torres Jurado, ki je izdelal kitaro, pri kateri je naredil resonančno odprtino iz smreke, ostali del trupa pa iz papirja. Ko je končal z izdelavo in je zaigral prve note, je kitara zvenela precej dobro. Op.avtorja.



Slika 3: Deli kitare. Vir (<https://sites.google.com/site/kitara3210/home/zgodovina-kitare/deli-kitare-1>)

4.2 Akustična kitara

Akustična kitara je mešanica klasične in električne kitare. Razvijala se je skupaj z razvojem blues in jazz glasbe. Ker ima tanjše strune in ožji vrat, je nanjo lažje zaigrati različne ritmične elemente. Kovinske strune pa so kitaristom omogočile ojačitev zvoka. Vse to so prednosti akustične kitare. (Černe, 2009)



Slika 4: Akustična kitara. Vir (<https://www.rmplus.si/klasicna-in-akusticna-kitara>)

Iz opisa prednosti, ki jih ima akustična kitara, je mogoče razbrati, da je akustična kitara zelo podobna klasični. Tako imajo nekatere kitare skupno obliko trupa, nekatere pa se malenkost razlikujejo, saj imajo na spodnji strani narejen izrez, ki omogoča lažji dostop do višjih prečk. Pri akustičnih kitarah se vrat in trup ne stikata na dvanajstem polju, ampak se večina stika na štirinajsti prečki, kar omogoča lažje doseganje višjih polj. To povzroči, da je most pritrjen bližje

resonančni odprtini. Tudi način pritrdjevanja strun je različen. Namesto zavezovanje strun, kot jih poznamo na klasični kitari, je mehanizem narejen tako, da je za vsako struno narejena luknjica, v katero se namestijo količki. Ko menjavamo strune, damo struno v to luknjo in jo s količkom zaščitimo, da ne pade ven. Večina akustičnih kitar ima na spodnji strani resonančne odprtine plastičen del, imenovan "pick guard", ki ščiti les in premaz lesa pred poškodbami, saj se na akustične kitare igra tudi s trzalicami⁵. Glede ostalih zadev sta si klasična in akustična kitara precej podobni. Edina opazna razlika so oznake na ubiralki, ki označujejo prečke in pripomorejo k lažji orientaciji pri igranju.

4.3 Bas kitara

Bas kitara je podobna električni kitari, saj ima poln trup, navijalke, magnete, ipd. Razlikuje se le v tem, da ima namesto šestih tanjših strun štiri debelejše. Uglasitev te kitare je enaka uglasitvi najnižjih štirih strun na klasični, električni ali akustični kitari (E, A, D, G). (Černe, 2009)



Slika 5: Bas kitara. (Vir: Lastni)

⁵ Trzalica je plastičen predmet, navadno trikotne oblike, uporaben za igranje kitare. Omogoča hitrejšje ter bolj poudarjeno igranje, saj je zvok, ki ga odda struna, svetlejši ter bolj jasen. Navadno se jo drži med palcem in kazalcem. (Wikipedija, 2021)

4.4 Električna kitara

Električna kitara je nastala kot nadgradnja klasične in akustične kitare. Njen razvoj so spodbudili kitaristi jazz glasbe, ki je bila v tistem času v polnem zagonu. Obstoječe kitare več niso zadoščale, saj se je jazz začel igrati v večjih prostorih kot samo v sobah. Tako so kitaristi ugotovili, da so obstoječe kitare pretihe. Prva električna kitara je bila izdelana leta 1931. Izdelalo jo je podjetje Rickenbacker Company.



Slika 6: Prva električna kitara. Vir (https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_guitar)

To je takoj vzbudilo zanimanje pri raznih glasbenih virtuozih in poznavalcih. Kitara ni imela možnosti, da bi zamenjala akustične kitare, saj je imela veliko problemov. Tako električne kitare niso prevzele trga. To se je začelo spreminjati leta 1933, ko je Orville Gibson predlagal izdelavo pol akustične kitare. Ta ideja je doživela veliko kritik, a tudi pohval. To je povzročilo zamudo pri izdelovanju prve pol akustične kitare. Prva pol akustična kitara, ki jo je Orville Gibson poimenoval električna španka, je leta 1935 prišla iz tovarne Gibson. Ta kitara je bila zelo podobna klasični kitari. Razlikovala se je le v tem, da je imela dva odvzemnika (pickupa). Izkazalo se je, da tudi ta kitara ni popolna, kar je prizadelo tovarni in povzročilo upočasnitev vseh tovarn električnih kitar. Neuspešnost električnih kitar se je nadaljevala še 15 let, vse do takrat, ko je leta 1950 Leo Fender izdelal prvo komercialno uspešno kitaro, ki jo je poimenoval Fender Esquier ali Telecaster.

Ta kitara je razbila led v evoluciji električnih kitar, saj so se po njej zgledovali mnogi izdelovalci kitar, vendar nihče ni prišel niti blizu Telecasterja. To je veljalo vse do leta 1954, ko sta bili izdelani dve danes najbolj prepoznavni kitari. Iz podjetja Fender je prišla kitara imenovana Stratocaster, iz tovarne Kalamazu pa kitara Gibson Les Paul. Tako se je električna kitara začela izjemno hitro razvijati in se širiti povsod po svetu. Po letu 1955 je iz raznih tovarn prišlo še več znanih modelov kitar. Nekatere najbolj znanih so Fender Jaguar, Mark VI in Mark XII. (Černe, 2009)



Slika 7: Fender Stratocaster. Vir (https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_guitar)

Prve električne kitare so bile pomanjkljivo narejene, saj je bilo to čisto novo področje. Prva dobro narejena električna kitara je bila kitara Telecaster. Le ta je imela svojo značilno obliko s trdnim trupom in enim enojnim magnetom - singlecoil. (Černe, 2009) (Keymusic, brez datuma)

4.4.1 Zgradba električne kitare

Električna kitara je za razliko od klasičnih in akustičnih kitar sestavljena precej drugače. Namesto da bi bila votla, je izdelana iz polnega lesa. Posledično je velika razlika tudi v zvoku kitare, ki je brez ojačevalcev zelo tanek in tih. Tako kot ostale kitare je električna kitara razdeljena na dva večja dela:

- trup,
- vrat.

Trup je načeloma zgrajen iz dveh ali več kosov lesa. Oblika ni podobna klasični kitari, saj ne vpliva toliko na zven tona. Na trupu se nahajajo magneti, ki so najpomembnejši del proizvodnje zvoka na električni kitari. Ko struna zavibrira, se vibracija pretvori v električni signal, ki se nato

v ojačevalcu pretvori v zvok. Ton in glasnost kitare lahko nastavljamo z različnimi potenciometri, ki so pritrjeni na trup kitare. Število magnetov in potenci metrov v električnih kitarah ni enotno, saj se razlikuje od zvrsti glasbe, ki ji je kitara namenjena. Na trupu je tudi stikalo, s katerim lahko menjamo delujoče magnete, če želimo dobiti drugačen zven na kitari.

Vrat je razdeljen na dva dela. Na glavi kitare so nameščeni navijalci. Glavo in drugi del vratu ločuje sedlo, ki postavi strune vzporedno in je zaslužno za velik del zvoka. Na drugem delu vratu je ubiralka s prečkami. Prečke so razporejene po kromatičnem zaporedju (po poltonih). Na vratu so tudi razne oznake, ki pomagajo pri orientaciji na kitari. Vrat je največkrat ukrivljen v obliki črke C, vendar si izdelovalci kitar pri tem niso enotni. Kitara je lahko narejena iz različnih materialov. Nekateri proizvajalci uporabljajo mahagonijev les, nekateri češnjevoga. Vrsta lesa ima močno vlogo pri tonu kitare. (Kralj, 2021)



Slika 8: Električna kitara. Vir (https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_guitar)

5 PRAKTIČNI DEL

5.1 Izdelava ukulele

Ko sem začel delati raziskovalno nalogo, sem se spomnil na božično darilo, ki sem ga dobil pred dvema letoma. Odložil sem ga v omaro in nanj pozabil. Poiskal sem ga in odločitev je padla. Ukulele bom izdelal kot preizkus svojega znanja pri izdelavi instrumentov.

Paket je prišel z že sestavljenim vratom, trupom in z deli, ki jih je bilo treba sestaviti.

Začel sem z barvanjem ukulele. Ker doma nisem imel druge barve kot črno in zaradi okoliščin nisem barve mogel kupiti v trgovini, sem uporabil barvo, ki sem jo imel pri roki.



Slika 9: Barvanje ukulele. (Vir: Lastni)

Nanesel sem dva tanka sloja barve in počakal, da se posuši. Ko se je barva posušila, sem se lotil sestavljanja ukulele. Postopek je bil precej bolj zamuden, kot sem mislil, saj se je lepilo moralo sušiti okoli 8 ur.

Najprej sem sestavil vrat ter trup in ju zlepil.



Slika 10: Sestavljanje trupa in vratu. (Vir: Lastni)

Ko se je lepilo posušilo, sem na vrat zalepil ubiralko. Ker sem paket pospravil v omaro brez kakršne koli posebne skrbi, se je vrat žal ukrivil, kar je povzročilo, da se ubiralka ni natančno prilegala vratu.



Slika 11: Ubiralka je zalepljena na vrat. (Vir: Lastni)

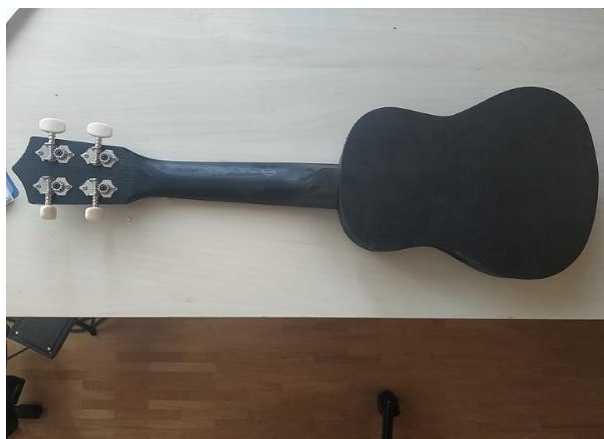
Ko se je lepilo posušilo, sem izmeril razdaljo, ki mora biti med mostičkom in resonančno odprtino. Znašala je 7,9 cm. Ker ni bilo nobenega podatka, kako oddaljena mora biti kobilica od roba resonančne ploskve, sem najprej izmeril širino ploskve in jo delil z dve. Tako sem dobil sredino resonančne ploskve. Nato sem zmeril širino mostička. Tudi to sem delil z dve in tako sem dobil točko, kamor moram prilepiti mostiček. Ko sem jo prvič poskusil prilepiti, sem ugotovil, da sem jo postavil postrani. Zato sem takoj odstranil mostiček in poskusil zadevo poravnati. Za ta korak v navodilih ni bilo navedene metode, zato sem se moral znajti s

poskušanjem. Po nekaj poskusih mi je končno uspelo postaviti mostiček vodoravno⁶. Ko se je lepilo posušilo, sem mostiček močno pritrdil z vijakoma, ki naredita kobilico še bolj stabilno. Na mostiček sem kasneje zalepil še kobilico.



Slika 12: Glasbilo počasi dobiva pravo podobo. (Vir: Lastni)

Ko sem končal s tem korakom, sem zalepil še sedlo. Sedlo se je moralo dotikati ubiralke. Nato sem pritrdil še vse štiri mehanizme za uglaševanje.



Slika 13: Mehanizem za uglaševanje strun. (Vir: Lastni)

Mehanizmi za uglaševanje so na zadnji strani pritrjeni z dvema vijakoma. Na daljši del mehanizma za uglaševanje sem dal še plastične ploščice, ki so zakrile odvečno luknjo. Nato

⁶ Če ga ne bi postavil vodoravno, bi s tem spremenil razmerje v dolžini strun in zaradi tega povzročil to, da bi bile ukulele vedno razglašene. Op. avtorja.

sem na ukulele vpel strune, ki so mi delale kar nekaj težav pri prepoznavanju, katera sodi kam, saj niso bile označene. Tako sem se zatekel na svetovni splet, kjer sem izvedel, da morajo biti strune postavljene v zaporedju G, C, E, A (2. najtanjša, najdebelejša, 2. najdebelejša in najtanjša). Strune sem kasneje še uglasil in ukulele so bile narejene. (Gruhn, 1994)



Slika 14: Instrument je končan. (Vir: Lastni)

5.2 Izdelava električne kitare

Preden sem začel izdelovati električno kitaro, sem se moral domisliti oblike in strukture kitare. Tako sem obrisal eno izmed svojih kitar in obliko kasneje izpopolnil. Ko sem dobil želeno obliko, je bil čas, da naredim grobo zgradbo kitare. Tako sem le obrisal magnete in mostiček. Sledila je odločitev, koliko in kakšne vrste magnetov bom dal na kitaro. Na to vprašanje sem odgovoril s vprašanjem, katero zvrst glasbe bom igral. Ker najbolj uživam v poslušanju glasbene zvrsti “metal”⁷, sem se odločil za postavitev dveh “humbuckerjev”, saj je to najbolj pogosta postavitev magnetov na “metalskih” kitarah. Ko sem se odločil za magnete in ostale dele kitare, sem vse potrebno naročil v spletnih trgovinah. Tako sem kupil komponente nižjega cenovnega razreda, saj če bi kupoval boljše komponente, bi moral plačati več kot 1000 evrov. Naročil sem dva “humbuckerja”, vrat oblike C in kobilico, ki se uporablja predvsem na kitarah oblike Les Paul. Za to kobilico sem se odločil, ker se mi je princip zdel najlažji za izdelavo.

⁷ Metal (ali heavy metal) je glasbena zvrst, ki se je v poznih šestdesetih in zgodnjih sedemdesetih razvila iz hard rocka.^[1] Iz psihedeličnega rocka in blues rocka so skupine potegnile močan in težek zvok kitar in bobnov, ki ga zaznamujejo močne distorzije in hitri kitarški soli. (Wikipedija, 2021)

Naročil sem še dva potenciometra (enega za glasnost zvoka in drugega za zven tona) ter priključek, v katerega priključimo kabel.



Slika 15: Takšna bo moja kitara. (Vir: Lastni)

Ko sem dobil vse komponente, sem moral najti lesarsko delavnico, v kateri bi lahko izdelal kitaro, saj doma nimamo vseh potrebnih orodij za izdelavo kitare. Ko sem jo našel, se je pojavil še en problem, ki se je glasil, kje bom našel les.

Ta problem se je hitro rešil, saj je imel mojster, s pomočjo katerega sem naredil kitaro, na zalogi kar nekaj lesa.

5.2.1 Lesarski del

Za električne kitare se uporabljajo različne vrste lesa, ki imajo svoje značilnosti. Naštel bom nekaj najbolj uporabljenih lesov v kitarski industriji.

- Jelša je eden od tistih lesov, ki se je začela uporabljati že v začetku izdelovanja kitar. Zanj je značilno visoka resonanca in bogata odzivnost srednjih frekvenc. Za dražje kitare se uporablja tudi močvirna jelša, ki je kot nekakšna nadgradnja jelše, saj ima odlične lastnosti. Pri močvirni jelši moramo biti pozorni, da je les dobro osušen, saj je drugače pretežek.

- Jesen je les, ki ima zelo podobne vrline kot jelša. Razlikuje se le v teksturi, zato ga lahko velikokrat opazimo na kitarah, ki niso prebarvane.
- Mahagonij je pogost les za izdelavo kitaro oblik Les Paul, saj je srednje trd in zato dobro prenaša razne praske in poškodbe, ima pa tudi obogatene srednje in nizke frekvence. Znan je tudi po odlični resonanci.
- Lipa je poznana zaradi svoje odzivnosti in bogatih srednjih frekvenc. Ker je pa mehak les, se ne uporablja za vratove.
- Javor se ponavadi uporablja za vratove, saj je precej trd les. Zanj je tudi značilno to, da ima obogatene visoke frekvence.
- Palisander in ebenovina se uporabljata predvsem za ubiralke kitar. Oba lesa sta precej trda in s tem preprečujeta razne poškodbe, dobro pa se obneseta tudi pri visokih frekvencah. (Muziker, 2021)

Pri izbiri lesa žal nisem imel največje ponudbe, saj sem lahko izbiral med orehom, jelšo in hruško. Hruško sem takoj izločil, ker sem ugotovil, da bi bila kitara pretežka. Tako sem začel izbirati med jelšo in orehom. Jelša mi je bila bolj všeč, saj je bila lepo gladka. Lahko bi jo bilo lažje lakirati in prebarvati, vendar se je izkazalo, da je bil les napaden in posledično neuporaben. Tako je ostal le še oreh.



Slika 16: Orehov les je pripravljen. (Vir: Lastni)

Ko sva z mojstrom izbrala pravi del lesa, sva ga začela oblikovati. Najprej sva ga odrezala na robovih, tako da je dobil obliko pravokotnika. Nato sva skoblala⁸ les, dokler nisva prišla do površine, ko na lesu ni bilo nobenih napak. Ko nama je to uspelo, sva les prežagala na polovico. Tako sva združila dva kosa lesa skupaj in s tem preprečila zvijanje (letnice na obeh kosih lesa so potekale v obratno smer). Zvijanje se lahko prepreči tudi tako, da desko stabiliziramo s tanjšim kosom lesa, ki ga prilepimo na zadnjo stran.



Slika 17: Lesena kosa. (Vir: Lastni)

Ko je bilo to narejeno, sva se soočila z novim izzivom. Ta nama je pokazal, da sta deski prekratki za kitaro. Zagato sva rešila z uporabo še enega kosa lesa, ki sva ga vstavila med oba prvotna kosa. To nama je sicer povzročalo kar nekaj težav, saj sva morala poiskati kos lesa, ki je bil enake debeline in dovolj širok, da bova nanj lahko pritrdila celoten vrat. Vrat namreč ni smel biti pritrjen na dveh različnih ploskvah, saj bi vijaki, s katerimi bi pritrtil vrat na trup kitare, lahko ločili že zalepljene kose lesa. Tako sva z veliko poskušanja in spreminjanja oblike

⁸ Skobljanje je postopek obdelave, pri kateri opravlja glavno gibanje obdelovanec. Gibanje je sestavljeno iz delovnega in povratnega giba. Orodje opravlja le podajalno gibanje in gibanje v globino. Glavno gibanje je prekinjajoče, saj vsakemu delovnemu gibu sledi pospešen povratni gib. S tem postopkom izdelujemo predvsem dolge, ravne predmete. (Wikipedija, 2021)

srednjega dela, končno prišla do zadovoljive širine in postavitve. Srednji kos lesa je moral biti v obliki trapeza, saj sva tako lahko vrat spravila le na srednji kos lesa.



Slika 18: Postavitev treh lesenih kosov. (Vir: Lastni)

Ko sva že mislila, da sva za ta dan končala z izzivi in bova začela lepiti kose lesa, se je pojavil še en. Ugotovila sva, da je bila v lesu grča. Z njo sva se ubadala kar dolgo časa, vendar sva izziv rešila z drugačno postavite kitare. Tisti del lesa, ki je imel napako, sva odstranila in iz njega naredila odprtino, kamor se namestijo magneti. Ko sva vse kose in šablono natančno namestila, sva jih zlepila skupaj, ju obtežila in jih pustila nekaj dni, da se je lepilo posušilo.



Slika 19: Lepljenje kosov lesa. (Vir: Lastni)

Ko se je lepilo posušilo, se je začelo delo, po katerem je kitara začela dobivati obliko. Najprej sem moral narediti natančnejšo shemo kitare. Pri tem postopku sem si delo zelo zakompliciral, saj bi lahko načrt vzel kar iz spleta, kar bi bilo hitreje in lažje. Vendar noben načrt, ki sem ga našel, ni imel take oblike kot sem si jo sam želel, zato sem naredil svoj načrt. Ko sem se bolj poglobil v obliko in izdelavo sheme, sem ugotovil, da sem prvo shemo naredil izjemno površno in neurejeno. Tako sem si najprej pripravil trši papir, ki ga je lažje obrisati. Nato sem začel z obrisovanjem oblike kitare. Ko sem to naredil, sem ugotovil, da sem del, v katerega bi moral priti vrat, narisal poševno, kar bi bilo videti zelo čudno.

Tako sem najprej narisal stik vratu in trupa, ki se je ujemal z ostalim delom trupa. Ko je bilo to narejeno, sem razdelil trup na dva dela in kasneje narisal središčnico, na kateri sem postavil tudi magnet. Za postavitev magnetov sem potreboval kar nekaj časa, saj sem najprej mislil, da je zgornji in spodnji del magnetov enakih dimenzij. Vendar sem po nekaj neuspešnih poskusov končno ugotovil, da je spodnji del magnetov malenkost širši kot zgornji. Tako sem risal prostor za magnet. Glede na spodnjo stran le-teh. Magnet sem razdelil na dva dela, nato sem na eno stran narisal polovico magnet, na drugi strani pa sem samo prerisal obliko, tako sem dobil dva ista dela. To sem ponovil tudi z drugim magnetom.

Še preden sem končal s shemo, sem preveril, ali sta magnet postavljeni v prostoru pred mostičkom. Mostiček sem postavil na 32 cm od dvanajste prečke na ubiralki¹⁰. Na mestu, kjer bo mostiček, sem naredil črto, ki je bila pravokotna na črto, ki razdeli kitaro na dva dela. Ko sem vse označil z debelejšo črto, sem izrezal odprtini za magnet tako, da sem ju lahko kasneje uporabil za zarisovanje na kitari. Izrezal sem tudi obliko kitare, kasneje pa sem dodal tudi mesta, kjer bosta potenciometra in stikalo za izbiro magnetov.

¹⁰ Dvanajsta prečka predstavlja polovico dolžine strun na kitarah, zato mora biti mostiček oddaljen enako dolžino od dvanajste prečke kot sedlo. Op. avtorja.



Slika 20: Shema kitare. (Vir: Lastni)

Ko je bila shema končana, sem jo prerisal na vezano ploščo le zato, da bi lažje obdeloval les, iz katerega bom izdelal kitaro. Tako sem na vezani plošči izrezal mesto za magnetne in prostor, kjer se bo vrat stikal s trupom.

Nastalo šablono sem namestil na plošče oreha in jih z vijaki pritrdil na odvečen del lesa, ki sem ga kasneje izrezal. Tako sem zarisal mesto za magnetne in začel z delom.

Najprej sem zvrtil luknjo na robu prostora za magnetne s svedrom premera 1,5 cm. To sem storil na vseh štirih koncih obeh magnetov. Kasneje sem zvrtil še luknji na vseh štirih robovih magnetov s svedrom premera 0,5 cm. To je pomagalo pri tem, da sem na koncu imel lepše zavite robove. Ko je bila luknja zvrtna na vseh štirih kotih, sem začel rezkati¹¹.

Tukaj se vidi, zakaj sem naredil šablono, saj sem s to šablono (ki je bila debelejša) lažje rezkal, saj je imel rezkalnik plošček, ki je omogočil, da sem lahko rezkal brez skrbi, da ne bi bilo ravno. Ta postopek sem ponovil na obeh odprtinah za magnetne. Odprtino za magnetne sem naredil 14 cm globoko.

¹¹ Rezkanje je postopek odrezavanja, pri katerem opravlja orodje – rezkalo - rotacijsko glavno gibanje, podajalna gibanja pa so lahko premočrtna ali rotacijska. Ponavadi opravlja podajalna gibanja obdelovanec. Pri večini obdelovalnih postopkov (struženju, vrtanju...) je smer podajanja pravokotna na smer rezanja. Pri rezkanju pa se - če zasledujemo posamezen zob rezkala - lega smeri rezanja proti podajalni smeri neprestano spreminja.



Slika 21: Odprtini za magneti. (Vir: Lastni)

Po tem sem zarisal obliko kitare in jo tudi grobo izrezal. Tu ni bilo potrebno natančno izrezati, saj smo morali potem pobrusiti, da naredimo obliko kitare bolj natančno.



Slika 22: Kitara ima obliko. (Vir: Lastni)

Ko sem imel izrezano približno obliko kitare, sem na les narisal, kam bodo prišli potenciometra in stikalo.

Nato sem izvrtal dve luknji za mesti potenciometrov. Uporabil sem sveder debeline 0,9 cm. To luknjo sem zvrtil skozi celoten trup kitare, saj sem tako lažje vedel, kje kasneje rezkati odprtino. Nato sem na krajih stikala zvrtil luknjo z najmanjšim svedrom, ki sem ga našel (0,2 cm). Tudi s tem svedrom sem želel zvrtili luknjo skozi kitaro, vendar je bil sveder prekratek, tako, da sem ostal pri tem, da je bila luknja zvrtna le nekje do sredine trupa. Ko sem imel to narejeno, sem se pripravil, da bi rezkal še odprtino, kjer bom zvezal vse magneti in stikala. Ko sem si zarisoval obliko in velikost odprtine, sem ugotovil, da sem potenciometer postavil preveč ob rob kitare.

Tako da je bil rob odprtine, v kateri bom zvezal vse magnetne, debel le 0,5 cm. Vedel sem, da ne morem storiti kaj dosti, tako da sem se kar sprijaznil s tem. Luknjo sem oblikoval čim večjo, saj nisem izkušen v vezanju komponent na kitari in zato sem pustil raje več prostora kot premalo. Odločil sem se, da bo odprtina globoka 3,5 cm.

Ko sem si zamislil velikost odprtine, sem naredil šablono, s katero bo rezkanje lažje. Ko je bila šablona narejena, sem se pripravil na rezkanje in nastavljal rezkalnik na globino 3,5 cm. Po končanem delu, sem ugotovil, da sta luknji preplitvi, saj potenciometroma ni uspelo priti skozi luknji. Tako sem luknji dodatno zrezkal za 0,5 cm.



Slika 23: Odprtine za komponente. (Vir: Lastni)

Tako sem po testu, če gredo vse komponente skozi luknje, začel načrtovati luknjo za kabelski priključek. To je bilo bolj zahtevno, kot sem si predstavljal, saj sem želel imeti na vseh straneh enako široke stene. Najprej se sploh nisem zmenil za komplikacijo in sem šel kar zvrtil luknjo premera 0,8 cm. Po vrtnanju sem ugotovil, da je stena, skozi katero naj bi šel priključek predebela, zato sem začel z vrtnanjem večje luknje iz notranje strani odprtine. Dosegel sem kar nekaj napredka, vendar še vedno ni uspelo spraviti priključka skozi steno. Zato sem se domislil, da bi ponovil postopek še z zunanje strani. Vzel sem sveder debeline 1,5 cm in začel vrtati luknjo z zunanje strani. Končno mi je uspelo spraviti priključek skozi steno.



Slika 24: Luknja za električni priključek iz notranje strani. (Vir: Lastni)

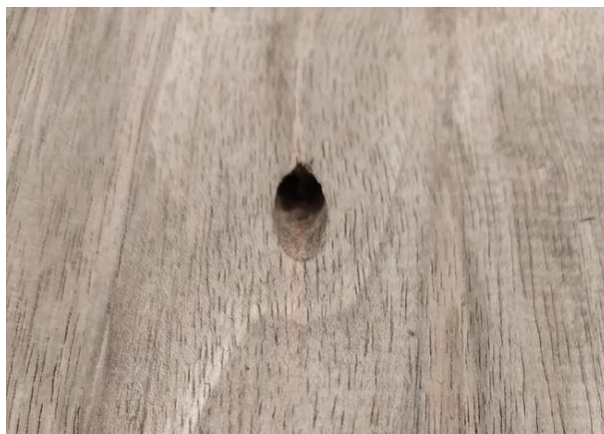


Slika 25: Luknja za električni priključek iz zunanje strani. (Vir: Lastni)

Ko je bilo to narejeno, sem želel izrezati mesto za stikalo. Z mojstrom sva menila, da je odprtino najlažje izdelati z lok žago (žago, ki je v obliki loka in ima na nesklenjeni strani pripet list z žagico). Žal nisva našla lista za žago, zato sva se odločila, da bova to opravila kasneje. Lotila sva se povezave magnetov za odprtino, ki sva jo ravnokar zrezkala. Najprej sva pogledala iz katere strani magnetov prihaja ven kabel. Ugotovila sva, da na obeh magnetih prihaja iz desne strani spodaj. Najprej sva povezala magnet pri mostičku. Za to opravilo sva izbrala ročni vrtalnik z zelo dolgim svedrom. Začela sva vrtati in hkrati upala, da ne zgrešiva oz. prevrtava trupa, saj se tako dolgi svedri mnogokrat zvijajo.

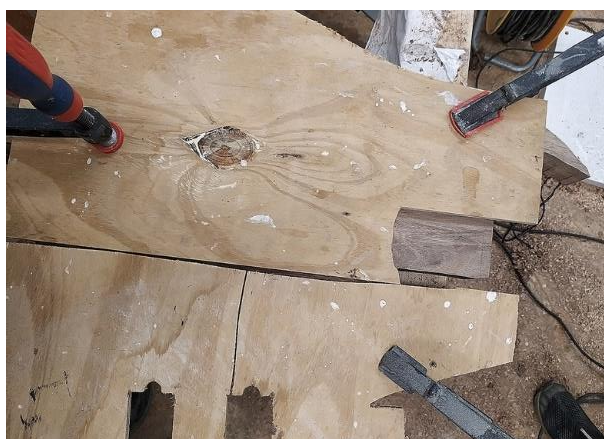
Ko sva predrla les, sva ugotovila, da je luknja nastala komaj v odprtini, vendar sva si oddahnila, saj nisva naredila nobene napake. Tako sva začela razmišljati, kako bi povezala še drugi magnet. Tukaj sva imela dve možnosti. Ali ju poveževa neposredno, ali pa poveževa zgornji magnet s spodnjim in tako bi žice potovale po isti luknji.

Izbrala sva prvo opcijo, ki se je izkazala za neuspešno, saj se nama je sveder precej zvil in prodril v trup kitare.



Slika 26: Prevertani trup. (Vir: Lastni)

Ko sva to videla, sva takoj nadaljevala z delom, ki je bilo lažje (najprej sva povezala oba magneta). To nama je kar hitro uspelo. Tako sva iz lesa, ki sva ga odrezala pri oblikovanju trupa, izrezala nekakšen količek, ki sva ga namazala z lepilom in zabila v nastalo luknjo, ki sva jo pustila, da se suši nekaj dni. Tako sva začela delati izreznino za vrat. Izdelave le-te sva se lotila tako, da sva najprej obrisala vrat na že narejen trup. Tudi v tem primeru sva mislila uporabiti rezkalnik tako, da sva naredila šablono. Ko je bila šablona narejena, sva začela meriti globino, ki sva jo morala zrezkati, da sva vstavila vrat. Le ta je znašala 2 cm. Rezkalnika sva tako nastavila na takšno globino in zrezkala to odprtino.



Slika 27: Odprtina za vrat. (Vir: Lastni)

Tako je bil ta del končan. Ko je bila odprtina narejena, sva začela brusiti robove kitare. S tem sva poudarila obliko kitare, ki je bila, kljub lepše zbrušnim robovom, videti preveč škatlasto.



Slika 28: Robovi so zbrušeni. (Vir: Lastni)

Ko sva zbrusila robove, sva začela delati odprtino za stikalo. Najprej sva jo izrezala z lok žagico, nato pa sva jo še povečala z lesno pilo.



Slika 29: Odprtina za stikalo. (Vir: Lastni)

Nato sva začela razmišljati o pokrovu, ki bi prišel na zadnjo odprtino. Spomnila sva se na nekaj možnosti. Lahko bi uporabila plastiko ali kakšen plastiki podobni material oz. bi uporabila leseno ploskev. Odločil sem se za leseno ploskev. Le to je bilo treba sestaviti iz več furnirjev (tanjših plosk lesa).



Slika 30: Furnir. (Vir: Lastni)

Odločal sem se med ameriškim orehom in jelšo. Ker mora biti ploskev zlepljena iz približno 3. plasti, sem se odločil, da bo na zgornji strani ameriški oreh, saj je imel najbolj podobno strukturo kot oreh, ki je bil uporabljen za trup kitare. Za spodnji del in sredino sem se odločil za furnir jelše, saj je bila tanjša in tako je bila nastavitev ploskve bolj enostavna. Takoj po tem sva izmerila velikost odprtine. Na vsakem robu sva dodala približno 2 cm, saj sva si tako lahko vzela več prostora za pritrditev pokrova. Tako sva z lepilom za les zlepila vse tri furnirje, jih obežila in jih pustila, da se posušijo. Ko sva obežila furnir, sva začela rezkati obod okoli odprtine, ki bo delovala tako, da bo lahko furnir lepše ležal in ga bo lažje pritrditi.

Ko sva naredila to luknjo, sva začela razmišljati, kako bova zaokrožila rob kitare. Rob sva zaokrožila kar močno, saj je kitare s tem robom bila videti veliko manj škatlasta. Zaobljenje robov ni nujen korak, saj deluje le na zunanji izgled. Ko je bil rob zrezkan, se je na njem poznalo kar nekaj nepravilnosti, saj je rezkalnik za seboj pustil ogorelo sled. Sled sem lahko odstranil le z ročnim brušenjem lesa, saj bi s strojnim lahko prehitro šel čez mejo, ki bi povzročila, da rob ne bi bil povsod enako zaobljen. V trgovini z orodjem sem kupil 2 brusna papirja, enega z oznako 180 in drugega z oznako 280. Te številke povedo, kako hrapav je papir (manjša kot je številka, bolj je hrapav). Ko sem nakupil papirje, sem začel brusiti robove kitare z bolj hrapavim brusnim papirjem. Najprej sem se želel znebiti zagorelih sledi.



Slika 31: Brušenje. (Vir: Lastni)

Za to delo je bilo potrebnega veliko časa, saj sem moral odstraniti celotno plast lesa. Ko nisem več videl niti ene sledi, sem začel brusiti vso površino kitare, dokler se mi ni zdelo, da je bila površina dovolj gladka, da lahko začnem uporabljati drugačen brusni papir. Ko sem s finejšim brusnim papirjem zbrusil kitaro in je vsaka stran izgledala lepo gladka, sem z vlažno krpo potegnil po vseh straneh kitare. To je povzročilo, da so se lesna vlakna ponovno dvignila. Tako sem počakal, da je les vpil vlago in ko na površini nisem čutil več vlage, sem jo še enkrat zbrusil z brusnim papirjem 280.

Nato sem se lotil izdelovanja pokrova prostora za elektroniko (zadnjo odprtino). Izdelal sem ga iz več slojev furnirja, zlepljenih v pravokotno obliko.



Slika 32: Pravokotnik iz furnirja. (Vir: Lastni)

Najprej sem jih izrezal v pravokotnik. Nato sem na kos papirja izrisal obliko odprtine, vendar sem si pri risanju odprtine pustil malo več maneverskega prostora (narisal sem večji pokrov kot

bi mogel biti). Nato sem to obliko prerisal na furnir. Ko sem obliko izrezal, sem na vseh straneh enakomerno pobrusil višek lesa in pokrov je bil narejen.



Slika 33: Pokrov. (Vir: Lastni)

Ko sem mislil, da sem s trupom kitare že končal in jo moram samo še povoskati, sem se spomnil, da imam problem s pritrditvijo vratu na trup. Imel sem kovinsko ploščico s štirimi luknjami, v katere naj bi prišli vijaki, vendar je bila ploščica preširoka, saj sem preveč zaoblil rob in je zaradi tega rob ploščice gledal čez rob lesa. Vijake pa nisem mogel samo priviti v les, saj sem imel napačne vijake (takšne, ki so les potiskali stran in sem se bal, da bi se kos lesa razcefral in odpadel). Po premisleku sem se odločil, da bom ploščico poglobil v les, tako da bo ploščica na enaki ravni z lesom. To sem naredil tako, da sem na les obrisal ploščico in izdelal šablono. Nato sem z rezkarjem obdelal površino do globine 0,5 cm.



Slika 34: Luknje za ploščico. (Vir: Lastni)

Ko sem preveril, ali globina rezkanega dela ustreza ploščici, sem se začel ukvarjati z obliko glave na vratu. Vrat sem kupil zato, ker nisem imel znanja, ki je potrebno, da bi ga sam izdelal. Izdelava vratu je namreč izjemno zahtevna zato, ker mora biti krivina na zadnji strani vratu popolno izravnana. Pomembno je tudi to, da so prečke pravilno oddaljene druga od druge, kar pa zahteva več orodij, ki jih nisem imel. Ker sem imel obliko trupa precej koničasto, sem se odločil, da se mora vrat skladati s trupom. Ko mi je oblika postala všeč, sem jo izrezal in pobrusil.

Takoj po tem sem začel voskati kitaro. Za to sem uporabil mešanico voska in olja, ki se ga da kupiti v trgovini. Najprej sem povoskal trup kitare. To je bilo kar zahtevno, saj nisem razmislil, kako bom kitaro držal med voskanjem, saj je ne morem nasloniti na že povoskan del. Tako sem v trup privil vijak in okoli njega obesil kovinsko palico, ki sem jo kasneje držal med voskanjem kitare.



Slika 35: Voskanje kitare. (Vir: Lastni)

Nato je nastopilo delo na vratu kitare. Odločil sem se, da bom voskal le glavo, preostali del vratu pa bom naoljil. Najprej sem zaščitil celotno ubiralko z lepilnim trakom. Kasneje pa sem z lepilnim trakom označil še prelomno točko.



Slika 36: Zaščita pred oljenjem. (Vir: Lastni)



Slika 37: Prelomna točka. (Vir: Lastni)

Tako sem povoskal še glavo kitare. Vosek sem pustil posušiti za približno en dan in postopek ponovil štirikrat. Ostali del vratu sem naoljil. Za to sem uporabil laneno olje, ki ima skoraj enaki učinek kot tungovo olje¹².

Ko je bil vrat osemkrat premazan z oljem, sem se lotil postavljanja mostu. Za most sem si izbral takega, ki se uporablja na kitarah oblike Les Paul (torej dvodelni most). To obliko sem izbral zato, ker ga je najlažje namestiti. Dozdevalo se mi je, da bo tudi dobro bil videti.

Za ta most je treba izvrtati štiri luknje. Dve za sprednji del (kobilico) in dve za zadnji del. Še preden začnemo vrtati luknje, je treba na trup kitare pritrditi vrat in preveriti, ali se strune, kobilica in magnet ujemajo. To sem naredil tako, da sem vzel dve vrvici in ju zavezal na mesto, na katerem naj bi bili mehanizmi za uglasjevanje kitare. Ko sem pritrdil obe vrvici, sem vsako

¹² Tungovo olje se pridobiva iz plodov tungovca (družina Euphorbiaceae), razširjenega v vzhodni Aziji in južni, v zadnjem času pa tudi severni Ameriki. Od naravnih olj je tungovo olje najbolj odporno proti vodi. Zagotavlja trd, a žilav in fleksibilen premaz, ki je popolnoma vodotesen.

potegnil skozi odprtine, narejene za prvo in šesto struno (najdebelejšo in najtanjšo) na mesto na katerem bi moral biti magnet, ki sem ga tudi tam pritržil. Nato sem nepritrjen most nastavil na primerno oddaljenost od kobilice.

Na moji kitari ta razdalja znaša 84 cm. Razdalja se lahko razlikuje glede na oddaljenost kobilice in dvanajstega polja. Dvanajsta prečka na kitari pove, da je to polovica dolžine strun. To lahko preverimo tako, da prst položimo na struno nad dvanajsto prečko in nato zaigramo struno. Na ta način nam zazveni flažolet¹³.

Tako sem most postavil na želeno mesto in strune napeljal skozi vdrtine, ki so namenjene prvi in šesti struni. Nato sem iz višine pogledal kitaro in ocenil, ali sta obe vrvici vzporedni z robom vratu in ali sta obe enako oddaljeni od roba. Pogledal pa sem tudi, ali sta vrvici pravilno nastavljeni na širino magnetov. Pri usklajevanju teh dveh podatkov sem naletel na težavo, saj sem odprtino za vrat narobe izrezal. To je imelo velike posledice, saj mi ni uspelo vrvic pravilno nastaviti. Zato sem se odločil, da bom to popravil z dletom. Po dolgem oblikovanju lesa sem končno prišel do zadovoljivih rezultatov. Le tako sem lahko vrat pravilno nastavil. Takoj sem zavil vrat na svoje mesto in označil mesto, kjer bo pritrjen mostiček. Tudi pri mostičku sem imel več možnosti. Lahko sem se odločal med stabilnimi in nestabilnimi mostički. Nestabilni so tisti, s katerimi lahko spreminjaš intonacijo kitare. Najpogostejša sta tremolo, ki lahko intonacijo spreminja le navzdol in je pritrjen s šestimi vijaki in pa t. i. "Floyd rose", ki lahko spreminja intonacijo v obe smeri. Ker pa sem se odločil, da bo moja kitara preprosta, sem se odločil za stabilni mostiček, ki se večinoma uporablja na kitarah oblike Les Paul. Le-ta je sestavljen iz mostička in t.i. "tailpieca" - sedla. Nato sem zvrtil luknjo s svedrom debeline 7. Po vrtnanju lukenj sem vstavil količka, ki bosta držala mostiček na mestu.

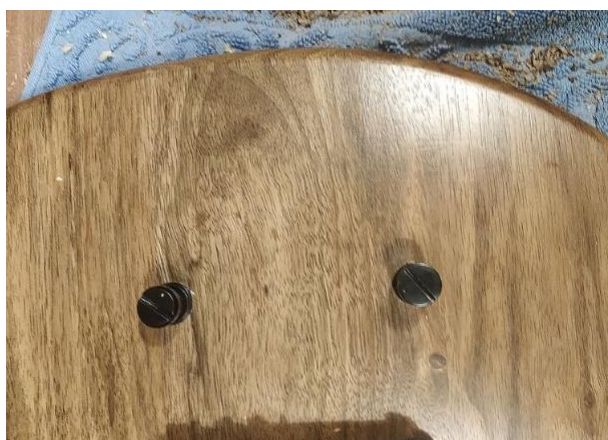
¹³ Flažoletni ton je v glasbeni terminologiji ton, ki ga lahko zaigramo na strunskih glasbilih in aerofonih. Na strunskih glasbilih ga dobimo tako, da zabrenkamo na struno, pri čemer se s prstom druge roke dotikamo enega od vozlov strune. Tako dobimo višje harmonske tone strune. Najpogostejši flažoleti se izvajajo na dvanajstem in sedmem polju ubiralke, ki ustrežata polovici in tretjini strune. Četrtni ustreza peto polje.



Slika 38: Mesto za mostiček. (Vir: Lastni)

Količkov ni treba zalepiti oz. ju kakorkoli drugače pritrčiti, saj sila strun potiska mostiček navzdol.

Nato sem se lotil pritrjevanja zadnjega dela. Za ta del ni pomembno, kako oddaljen je od dvanajste prečke, pomembno je le, da je vzporeden z mostičkom in da ni preblizu mostička. Tako sem zvrtil luknji z istim svedrom in pritrčil še zadnji del.



Slika 39: Vijaki za mostiček. (Vir: Lastni)



Slika 40: Leseni del kitare je narejen. (Vir: Lastni)

5.2.2 Električni del

Takoj zatem sem se lotil električnega dela. Najprej sem moral odprtino, v kateri bom vse zvezal, premazati s posebno barvo ali pa jo prelepiti s samolepilnim bakrenim trakom. Ker nobenega nisem našel v bližnjih trgovinah, sem se odločil za grafitni sprej, ki deluje enako učinkovito in ga je bilo veliko lažje dobiti. Ta korak sem naredil zato, da bi zmanjšal nepotreben šum, ki bi nastajal med igranjem. Najprej sem kitaro ustrezno zaščiten, saj nisem želel, da s sprejem zamažem kitaro. To sem dosegel z uporabo lepilnega traku in vreč.



Slika 41: Zaščita pred barvanjem. (Vir: Lastni)

Odprtino sem poškrpil z grafitnim sprejem. Ta postopek sem moral ponoviti tudi na spodnjem delu pokrova, ki bo prekrival vso elektroniko. Ko se je sprej posušil, sem se lotil vezanja elektronike. Najprej sem potreboval shemo vezanja. Našel sem jo na svetovnem spletu.

kontakta na levi strani. To določa, v kateri poziciji mora stikalo biti, da se bo aktiviral željen magnet.

Žico sem pritr dil s tehniko spajkanja¹⁴, isto žico magneta, ki je bližje mostičku, sem pritr dil na zadnja dva kontakta na desni strani stikala. Preostali žici sem spajkal na vrh potenciometra, ki bo določeval glasnost.

Nato sem vzel eno izmed žic, ki sem jo našel doma, in jo pritr dil na prvo mesto na desni strani in zadnji kontakt na levi strani stikala. To žičko sem pritr dil tudi na zadnji kontakt potenciometra za glasnost in na sredinski kontakt potenciometra za barvo tona.

Sedaj je prišel čas za pritr ditev kondenzatorja, ki sem ga prejel v paketu. Ta določa kakovost in barvo tona. Kondenzator sem prispajkal na prvi kontakt potenciometra za oblikovanje tona in na vrh potenciometra za glasnost. S tem je bilo vezanje skoraj končano. Edino, kar me je še čakalo, je bilo, da sem vzel eno izmed žičk, in jo prispajkal na kontakt vhodnega priključka, ki ni bil dvignjen. To žičko je bilo treba pritr diti na vrh potenciometra za glasnost. Drugo žičko, ki sem jo prispajkal na dvignjen kontakt vhodnega priključka, pa sem prispajkal na sredinski kontakt potenciometra za glasnost. Tako je bilo vezanje končano.

Na tej točki sem že videl konec, saj mi je preostalo samo že pritr ditev vratu in pokrovčka za elektroniko. Privijačiti pa sem moral tudi magnete. Za magnete sem uporabil lesne vijake, ki so prišli v kompletu z magneti. Nanje sem sam nastavlil tudi vzmeti, s katerimi bom lahko nastavljal višino magnetov. Ti vijaki so bili dovolj ozki, da sem jih lahko samo privil v les in ni bilo treba nobenega vrtanja. Ko so bili magneti pritrjeni, sem se lotil pritrjevanja pokrovčka za elektroniko. Za to sem uporabil štiri vijake, za katere sem najprej moral zvr tati luknjo. Tako sem zvr tjal štiri luknje s svedrom debeline 2 in takoj za tem privil vijake na prej izvrtane luknje. Začel sem razmišljati, kako bom privil vrat, da bo vrat točno na pravem mestu. Tako sem najprej zvr tjal luknje, v katere naj bi bili vijaki prišli. Preden sem začel vijačiti, sem zvr tjal luknje s svedrom debeline 6. Nato je oče držal vrat na mestu, medtem ko sem jaz začel vijačil. Po nekaj

¹⁴ Spajkanje ali lotanje je postopek, pri katerem s staljeno kovino povežemo različne kose kovin. Torej je to primerna tehnika za ljudi, ki želijo vodovodno napeljavo povezati sami (spajkanje lahko uporabimo tudi pri popravljanju kolesa, igrač in drugega).

napetih minutah je bil vrat končno pritrjen. Ko je bil pritrjen, sem se lotil nastavljanja navijalcev.

Tudi pri navijalcih je veliko možnosti, ki se razlikujejo po zanesljivosti. Obstajajo čisto navadni navijalci, ki svoje delo kar dobro opravijo, vendar se rado zgodi, da se kitara zelo hitro razglasi. Ker sem sam imel prav to težavo, sem se odločil, da bom kupil dražje in kvalitetnejše navijalce z mehanizmom imenovanim "Locking tuners". Le ti imajo dodaten mehanizem, ki pripomore k konstantnosti intonacije kitare, saj z le zavojem dodatnega dela onemogočiš razglasevanje. Ker nisem vedel, kako bi jih poravnal, sem si pomagal s trikotnikom.



Slika 43: Montaža navijalcev. (Vir: Lastni)

Tako sem ga nastavil na odprtine navijalcev. Vanje je namenjen vijak, ki bo držal navijalce na mestu. Ko sem vse nastavil tako kot sem želel, sem začel zavijati vijake. Ker so bili tako majhni, za njih ni bilo potrebno narediti luknje. Ko so bili vsi vijaki pritrjeni z vijaki, sem jih pritrdil še iz druge strani.

Kitara je bila končana. In to je končni izdelek, pripravljen za muziciranje.



Slika 44: Končni izdelek. (Vir: Lastni)

5.3 3D tiskanje

Ker sem želel preveriti s čim lahko nadomestim poškodovane gube na potenciometrih, sem izkoristil stričev 3D tiskalnik.

Obstaja več načinov 3D tiskanja, dva sta prevladujoča. Prvi je ta, ki material s podobnimi lastnostmi kot jih ima plastika, stopi v tanke cevke in jih nalaga na produkt. Taki 3D tiskalniki se ponavadi uporabljajo za projekte večjih dimenzij, saj so z njimi že natisnili hišo, v kateri se bi praktično lahko živelo. Sam sem uporabil drugo vrsto 3D tiskalnikov, imenovano DLP tiskalnik (digital light processing). Njihova prednost je ta, da so hitrejši in bolj zanesljivi, saj nimajo skoraj nič premikajočih se delov. Ti tiskalniki lahko natisnejo veliko ploskev naenkrat in so zato izjemno učinkoviti.

Tako sem najprej poiskal načrt na spletu in ga takoj prenesel na 3D tiskalnik. V nastavek smo vlili tekočino, ki se strdi, ko nanjo posveti UV svetloba. 3D tiskalnik smo nato pokrili s steklom, ki ne prepušča UV svetlobe, saj je škodljiva za oči. Tako smo bili pripravljene, da tiskalnik začne delati. Ko je tiskalnik končal, smo ven vzeli nastala gumba in ju posušili. Ko v njiju ni bilo nič več tekočine, smo ju položili v močno koncentriran alkohol. Tam smo ju pustili nekaj minut in ju nato vzeli ven ter posušili. Ko sta bila posušena, smo ju dali v še eno močnejšo UV napravo. Ta postopek je nujen zato, ker se v njem gumba utrdita. Takoj, ko je bil postopek končan, sta bila gumba pripravljena za uporabo.



Slika 45: Nadomestna gumba izdelana s 3D tiskalnikom. (Vir: Lastni)

5.4 Primerjava cen kitar

V tem poglavju sem ugotavljal, ali je moja kitara cenejša od masovno proizvedenih. Tako sem primerjal dve svoji masovno proizvedeni kitari z mojo kitaro. Za primerjavo sem uporabil kitaro znamke Yamaha, model Pacifica in kitaro znamke Harley Benton, model Fusion - II.

Tabela 1: Primerjava cen kitar

	Moja kitara	Pacifica	Fusion - II
Cena lesa	75 EUR	X	X
Čas izdelave/urna postavka	72 ur á 6 EUR = 430 EUR	X	X
Električni deli	200 EUR	X	X
Cena skupaj	705 EUR	228 EUR	349 EUR

Po raziskavi treh od glavnih dejavnikov pri ceni kitare sem ugotovil, da je cena moje kitare daleč izstopala. Velik del cene moje kitare je prispevala cena dela, ki sem jo računal po minimalni plači v trenutnem obdobju. Le ta je znašala 6 evrov na uro. Ker pa mi je bila izdelava kitare v velik užitek, sem se odločil, da bom stroške dela znižal na 100 EUR. Ni se mi zdelo primerno, da bi svoje delo računal v skupni znesek. Res pa je, da ekonomske računice v tem primeru ni. Tako je moja kitara stala 375 EUR, kar pove, da je bila moja kitara dražja od obeh kitar v moji zbirki. Če bi primerjal malenkost dražje kitare približno enake kvalitete, pa je moja kitara (seveda s postavko odštetega dela) vseeno cenejša.

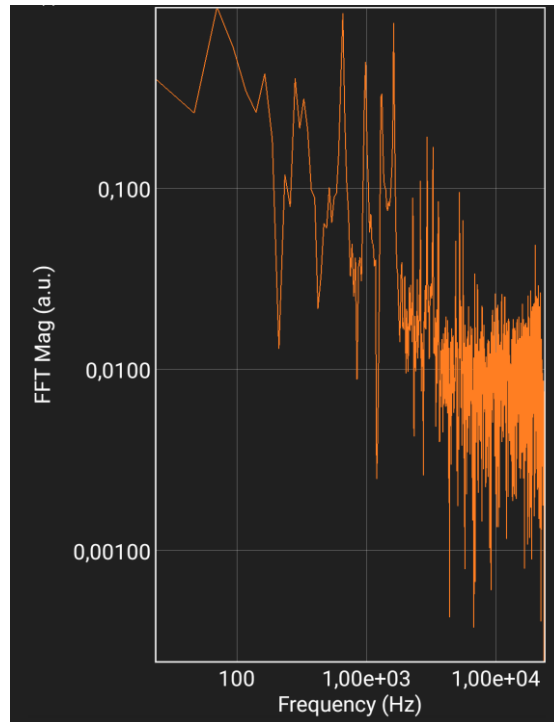
5.5 Primerjava zvoka

Kaj je dober in kaj je slab zvok inštrumenta? To je izjemno subjektivno področje, vendar so se znanstveniki odločili, da bodo tudi zvok znanstveno analizirali. Kot vemo, je zvok mehansko valovanje, ki se v našem primeru vzdolžno širi po zraku. Zvok lahko razstavimo v vsoto posameznih sinusnih komponent nihanj in ga opredelimo z njihovo frekvenco in amplitudo. Zvok lahko sestavlja valovanje z eno frekvenco ali pa ga tvori valovanje več frekvenc. Zvok, ki ga tvori samo ena frekvenca, imenujemo ton. Zvok, ki ga sestavlja več frekvenc, pa imenujemo zven. V tem primeru imajo lahko posamezne frekvence sinusnih nihanj različne amplitude.

Če želimo analizirati zvok, je torej potrebno ugotoviti, kakšni sinusni signali tvorijo obravnavan zvok. Ugotoviti je treba njihove frekvence in njihove amplitude. Temu pravimo tudi frekvenčna analiza. Na spletu je na razpolago veliko orodij, ki omogočajo izvedbo frekvenčne analize zvoka. Večina jih temelji na uporabi pametnega telefona. Potrebno je samo naložiti program na telefon in že lahko opravimo frekvenčno analizo zvokov v okolici. Vgrajeni mikrofoni uporabimo za snemanje zvoka, pametni telefon pa izmerjeni signal analizira oz. ugotovi, iz katerih sinusnih signalov je sestavljen. Ugotovljene frekvence in amplitude nam programska aplikacija nariše v graf in prikaže na zaslonu telefona. Iz grafa lahko enostavno odčitamo, katere frekvence so v analiziranem zvoku in kakšne so njihove amplitude.

Za analizo zvoka sem uporabil program Phyphox, ki so ga naredili na RWTH Aachen University. Phyphox je kratica za Physical Phone Experiments in omogoča izvedbo različnih preizkusov, povezanih z zvokom. Mene je zanimalo predvsem, kako lahko s tem programom ugotovim frekvenčni spekter zvoka, ki ga daje moja kitara.

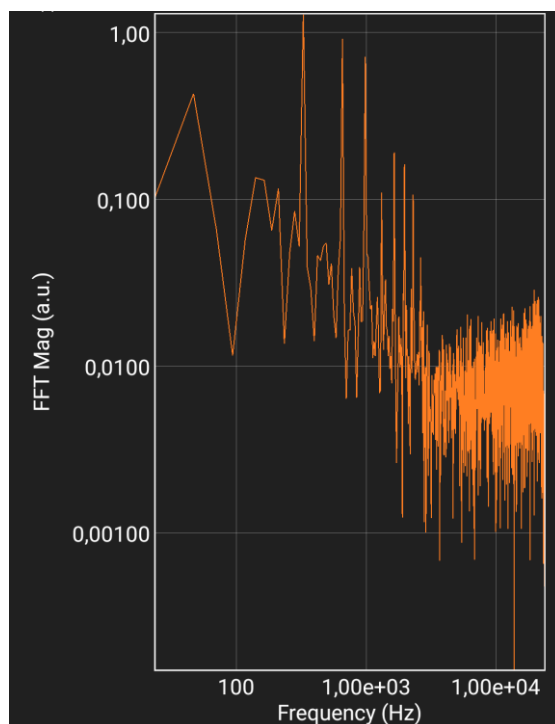
Na moj pametni telefon sem naložil program Phyphox. Kitaro, ki sem jo izdelal, sem priključil na ojačevalce in začel s preizkusom. Kitaro sem uglasil in zaigral ton a^1 . Vem, da ima ta ton frekvenco 440 Hz. Predvideval sem, da bo rezultat frekvenčne analize pokazal, da je v zvoku samo frekvenca 440 Hz. Rezultat frekvenčne analize je prikazan na sliki 46.



Slika 46: Frekvenčna analiza tona a¹, zaigranega s kitaro, ki sem jo izdelal - kitara Vito Beton. (Vir: Lastni)

Rezultat me je presenetil. Na grafu so prikazani vrhovi, ki označujejo amplitude (glasnost) posameznih frekvenc. Višji kot je vrh, glasnejša je frekvenca. Če je vrhov malo, pomeni, da je zvok čist (t. j. ton), če pa jih je veliko, pa pomeni, da je v zvok pomešanih še več frekvenc (imamo zven). Pričakoval sem, da bom na grafu imel prikazano, da je moj zvok sestavljen samo iz sinusnega signala s frekvenco 440 Hz, ostalih frekvenc pa v zvoku ne bo. Vendar ni tako. Zvok, ki ga daje izdelana kitara, sestavlja več frekvenc. Frekvenca 440 Hz ne izstopa izrazito. Vidim, da imajo visoke frekvence nizke amplitude, kar je pričakovano, nepričakovan pa je bil spekter nizkih frekvenc.

Seveda sem takoj želel preveriti, kakšen zvok daje kupljena kitara znamke Harley Benton. Sedaj sem preizkus ponovil s profesionalno kitaro. Tudi to kitaro sem uglasil in zaigral a¹. S Phyphox programom sem analiziral zaigran ton. Rezultat je prikazan na sliki 47.

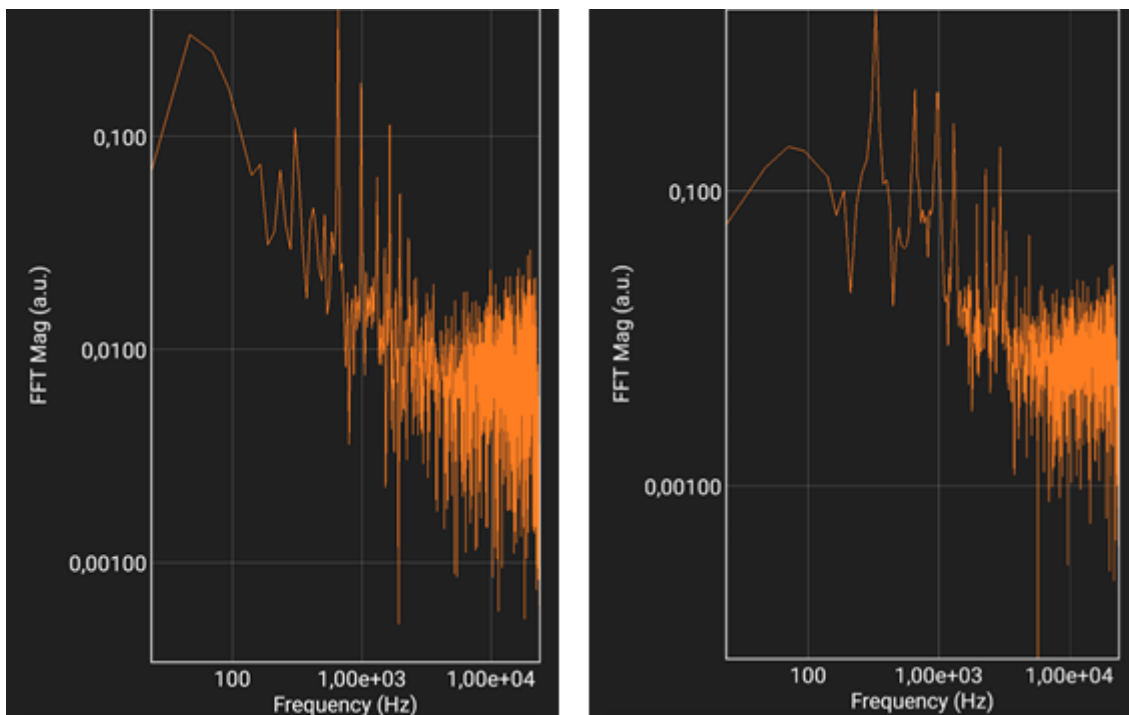


Slika 47: Frekvenčna analiza tona a^1 , zaigranega s kitaro Harley Benton. (Vir: Lastni)

Kot vidimo, tudi na tem grafu nimamo samo ene frekvence, vsekakor pa je drugih frekvenc manj oziroma je amplituda osnovne frekvence višja kot je amplituda drugih frekvenc.

Dobljena rezultata sta me zelo presenetila. Če je pričakovano, da moja prva izdelana kitara ne bo imela popolnoma čistega zvoka, pa bi od profesionalne kitare resnično pričakoval, da ko zaigram a^1 , v resnici proizvedem samo zvok s frekvenco 440 Hz.

Nato sem se spomnil, da je zvok čistejši, če ga ne ojačamo, zato sem naredil preizkus brez ojačevalnika. Rezultati so pokazali, da ima sedaj osnovna frekvenca višjo amplitudo od drugih frekvenc, vendar to odstopanje ni bistveno boljše kot v primeru preizkusa kitar z ojačevalnikom. Rezultati so prikazani so na sliki 48.



Slika 48: Frekvenčna analiza tona a^1 , zaigranega s kitaro Vito Beton (levo) in s kitaro Harley Benton (desno).
(Vir: Lastni)

Iz slik je razvidno, da je ton, zaigran s kitaro Harley Benton bolj čist (druge frekvence imajo manjše amplitude), vendar tudi moja kitara ne zaostaja pretirano. Seveda pa je to šele moja prva kitara in potrudil se bom, da bo naslednja boljša.

6 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Sem zelo radoveden, zvedav in inovativen mlad človek. To je bil tudi razlog, da sem se lotil raziskovalne naloge. Hkrati sem nadarjen kitarist, ki obožuje kitare. Hotel sem narediti svojo kitaro, jo dodati zbirki, ki jo imam in ne nazadnje z igranjem bogatiti sebe in druge.

Trudil sem se biti družbeno odgovoren do virov, ki sem jih uporabljal v svoji nalogi, saj sem z njimi ravnal skrbno in odgovorno. Uporabljal sem jih transparentno in jasno.

S svojim raziskovalnim delom sem pomembno vplival na svoj lastni razvoj raziskovalca, ustvarjalca in glasbenika, hkrati pa sem ozavestil, opogumil in spodbudil nekatere moje sošolce, da so postali ustvarjalni in so se začeli ukvarjati s svojimi projekti.

7 ZAKLJUČEK

V svoji raziskovalni nalogi sem želel narediti ukulele in električno kitaro. Zraven praktičnega dela sem opisal tudi štiri vrste kitar, ki prevladujejo v današnjem svetu.

Pri raziskovalni nalogi sem si zadal 4 hipoteze:

- električno kitaro je mogoče izdelati z omejenim dostopom do orodja;
- doma narejena električna kitara je cenejša od masovno proizvedenih;
- električno kitaro lahko naredimo z malo znanja o instrumentu;
- dele električne kitare lahko narediš s 3D tiskalnikom.

Prvo hipotezo, ki se glasi **Električno kitaro je mogoče izdelati z omejenim dostopom do orodja** sem **potrdil**, a po izdelovanju kitare sem ugotovil, da je izdelava kitare z omejenim izborom orodja mogoča, a veliko bolj dolgotrajna.

Druga hipoteza pravi **Doma narejena električna kitara je cenejša od masovno proizvedenih**. To hipotezo ne potrdim ter ne ovržem, saj je kitara dražja od masovno izdelanih kitar moji lasti, ki so v približno enakem kvalitetnem razredu. Hkrati pa je cenejša od masovno izdelanih kitar na trgu. Seveda pa je njena emocionalna vrednost neprecenljiva.

Medtem pa tretjo zastavljeno hipotezo **Električno kitaro lahko naredimo z malo znanja o instrumentu ovržem**, saj pravi, da lahko električno kitaro narediš z zelo malo znanja o njej. To se je izkazalo za neresnično, saj sem med izdelavo električne kitare naletel na kar nekaj izzivov, ki sem jih uspel rešiti le s pomočjo mojega učitelja za kitaro ter lesarskega mojstra.

Zadnjo hipotezo, ki pravi **Dele električne kitare lahko narediš s 3D tiskalnikom**, ne potrdim in niti ne ovržem, saj sem prepričan, da nekatere dele lahko izdelamo s tiskalnikom, vendar mu ne bi zaupal vloge tiskanja nekaterih ključnih delov, saj se mi zdi, da material ni dovolj čvrst.

Zaključil bi pa s tem, da je bila izdelava kitare izjemno težka in zapleten, a je bila definitivno vredna, saj mi je prinesla potrditev, da zmorem, hkrati pa sem dobil odličen izdelek, ki ga z veseljem igram.

8 VIRI IN LITERATURA

- Akustika. [b. d.]. *Wikipedia*, prosta enciklopedija. [on line]. Dostopno na URL naslovu https://sl.wikipedia.org/wiki/Akustika#%C5%A0irjenja_valov%3A_frekvenca (11. 5. 2021).
- Ardley, N. 1990. *Glasbila*. Murska Sobota: Pomurska založba.
- Arko, D. [b. d.]. *Glasba iz ljubezni je ljubezen*. (elektronski vir). Dostopno na URL naslovu <https://www.stanislav.si/glasbena-sola/o-glasbeni-soli/> (16.3.2021).
- Beton, V. 2019. *Kdor zlate strune brati zna*. Maribor: Osnovna šola Franceta Prešerna.
- Černe, M. 2009. *Električna kitara*. [on line]. Dostopno na URL naslovu https://dijaski.net/gradivo/gla_ref_elektricna_kitara_01 (12. 1. 2021).
- Dumpster-Wood-Electric-Guitar*. [b. d.]. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://www.instructables.com/Dumpster-Wood-Electric-Guitar-Using-Basic-Hand-Too/> (12. 2. 2021).
- Flažolet. [b. d.]. *Wikipedia*, prosta enciklopedija. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://sl.wikipedia.org/wiki/Flažolet> (3. 3. 2021).
- Gibson Les PaulGuitars. [b. d.]. *Keymusic*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://www.keymusic.com/gibson-les-paul/> (3. 2. 2021).
- Gruhn, George. 1994. *Electric guitars and basses*. San Francisco: Library of Congress.
- Kako izbrati električno kitaro. [b. d.]. *Muziker*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://www.muziker.si/kako-izbrati-elektricno-kitaro> (8. 5. 2021).
- Kitara. [s. d.]. *Wikipedija*, prosta enciklopedija. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://sl.wikipedia.org/wiki/Kitara> (21. 2. 2021).
- Knob "Moog" style. [b. d.]. *Myminifactory*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://www.myminifactory.com/object/3d-print-knob-moog-style-47842>, (15. 1. 2021).
- Kreča, M., Polhe, N. & Zazijal, T. 2010. *Zgodovina klasične kitare v Sloveniji*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://www.knjiznicacelje.si/raziskovalne/4201003844.pdf> (18. 1. 2021).
- Laneno olje v sebi skriva številne pozitivne lastnosti. [b. d.]. *Bodieko*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://www.bodieko.si/laneno-olje> (19. 2. 2021).
- Šolski center Novo mesto. [b. d.]. *Lotanje*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <http://egradivo.ecnm.si/SIV/lotanje.html> (12.1.2021).

- Metal. [b. d.] *Wikipedija*, prosta enciklopedija. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://sl.wikipedia.org/wiki/Metal> (25.2.2021).
- Platon. [b. d.]. *Wikipedija*, prosta enciklopedija. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://sl.wikipedia.org/wiki/Platon> (15. 2. 2021).
- Prah, N. (2008/2009). *Električne kitare*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <http://enanic.splet.arnes.si/files/2016/10/Kitare.pdf> (8. 5. 2021).
- Srednja tehniška šola Koper. [b. d.]. *Rezkanje (frezanje)*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <http://www2.sts.si/arhiv/tehno/projekt2/r1.htm> (15.2.2021).
- Rus, L. *Njeno veličanstvo kitara in njeni podaniki*. 2009. Ljubljana: Forma 7.
- Spajkanje. [b. d.]. *Wikipedija*, prosta enciklopedija.[on line]. Dostopno na URL naslovu <https://sl.wikipedia.org/wiki/Spajkanje> (13. 1. 2021).
- Srednja tehniška šola Koper. [b. d.]. *Skobljanje in pehanje*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <http://www2.sts.si/arhiv/tehno/projekt2/sk1.htm>, (13. 1. 2021).
- Šavli, J., Šuligoj, L. [b. d.]. *Skoraj vse o kitarah*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://sites.google.com/site/skorajvseokitarah/> (17.1.2021).
- Trzalica*. [b. d.]. *Wikipedija*, prosta enciklopedija. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://sl.wikipedia.org/wiki/Trzalica> (22.2.2021).
- Tungovo olje*. [b. d.]. [on line]. Dostopno na URL naslovu <http://www.samson-kamnik.si/sl/tungovo-olje> (23. 2. 2021).
- Phyphox. [b. d.]. *Your smartphone is a mobile lab*. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://phyphox.org/> (11. 5. 2021).
- Zvok. [b. d.]. *Wikipedija*, prosta enciklopedija. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://sl.wikipedia.org/wiki/Zvok> (11. 5. 2021).
- 2 Humbuckers/3_Way Lever Switch/1 Volume/1 Tone*. [b. d.]. [on line]. Dostopno na URL naslovu <https://guitarelectronics.com/2-humbuckers-3-way-lever-switch-1-volume-1-tone/> (13.12.2020).

Ustni viri:

- Klinc Martin, Konservatorsko Restavratorski Atelje Ptuj.
- Kralj Stojan, akademski glasbenik, Konservatorij za glasbo Maribor.
- Škof Jože, Joz - Servis kitar Maribor.

Slikovni viri:

Akustična kitara: (26. 2. 2021) <https://www.rmplus.si/klasicna-in-akusticna-kitara>.

Deli kitare: (26. 2. 2021) <https://sites.google.com/site/kitara3210/home/zgodovina-kitare/deli-kitare-1>.

Električna kitara: (2. 3. 2021) https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_guitar.

Fender Stratocaster: (2.3. 2021) https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_guitar.

Lutnja: (2. 3. 2021) <https://www.momus.si/wp-content/uploads/2018/03/S4aF3.jpg>.

Prva električna kitara: (2. 3. 2021) https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_guitar.