

OŠ Destrnik-Trnovska vas

Čudoviti svet orglanja

Druga področja - umetnost

raziskovalna naloga



Avtorji:

Ana Dvoršak

Anže Horvat

Katja Kos

Mentor: Ernest Kokot

Somentor: Milan Kunčič

ZAHVALA

Zahvaljujemo se mentorju Ernestu Kokotu, prof., ki nas je pri izdelavi usmerjal, dajal nasvete ter nas spodbujal. Za dodatno pomoč na področju fizike se zahvaljujemo tudi somentorju Milanu Kunčiču, prof., Romani Breznik, prof. ter Jeleni Novak prof. za prevod v angleščino. Zahvaljujemo pa se tudi Oglarski delavnici Maribor za izdelavo vzorcev in pomoč pri izvedbi meritve, saj smo meritve delali s pomočjo intonirnih orgel v njihovi delavnici.

POVZETEK

Ker nas zanima zgradba in delovanje orgel, smo se odločili, da jih podrobneje spoznamo. Ker v literaturi na nekatera vprašanja nismo zasledili odgovorov, smo se odločili, da raziskemo, kako temperatura vpliva na uglasitev orgel. Meritve temperature in višine uglasitve smo opravljali v cerkvi Sv. Trojice v Slovenskih Goricah. Ugotovili smo, da se višina uglasitve premo sorazmerno spreminja s spremembijo temperature. Tako se višina komornega tona A pri spremembah temperature 1 °C spremeni za 0,7 Hz. Poleg tega se nam je ob tem, da so v orglah piščali iz različnih materialov, porodilo vprašanje, kako material vpliva na barvo zvoka. Orglarski mojstri tudi danes delajo veliko po izkušnjah, ki se prenašajo iz roda v rod, nas pa so zanimale dejanske vrednosti jakosti sozvenecih frekvenc v spektru zvoka v odvisnosti od posameznih materialov. V Orglarski delavnici Maribor so nam naredili vzorce piščali enakih menzur iz različnih materialov in nam omogočili, da smo na njihovih intonirnih orglah izvedli meritve. Za merjenje smo uporabili aplikacije na telefonu, ki za naše delo dajo dovolj natančne rezultate. Prišli smo do zanimivih spoznanj. Ne samo da dobimo različno barvo zvoka pri kovinski in leseni piščali, ampak je tudi pri zvoku piščali iz različnih kovin velika razlika. Pri zvoku iz zlitine z višjim odstotkom kositra smo dobili višje vrednosti jakosti alikvotnih tonov kot pri mehkejšem materialu. Pri nižjem odstotku kositra pa smo dobili več osnovnega tona. Največ osnovnega tona smo dobili pri piščalih iz lesa, ki pa nam dajo manj alikvotov. To pomeni, da je za mehkejše registre smiselno uporabljati mehkejše materiale, za izdelavo registrov, ki nam morajo dati jasen zvok s svetlejšo barvo, pa material z višjim odstotkom kositra. Lesene piščali nam dajo zvok predvsem z veliko osnovnega tona. Naše meritve in spoznanja bodo služili tudi kot smernice v razmišljanju o izbiri registrov in materialov pri razvoju orgel v Orglarski delavnici Maribor.

Ključne besede: Orgle, piščali, uglasitev, material

SUMMARY

We are interested in the operation of the organ, so we decided to get to know them in more detail. Since we did not find answers to some questions in the literature, we decided to investigate how temperature affects organ tuning. The measurements of temperature and tuning height were performed in the church of Sv. Trojica in Slovenske Gorice. We found that the tuning height changes proportionally to the change in temperature. Thus, the pitch of the chamber tone A changes by 0,7 Hz when the temperature changes by 1°C. In addition, the fact that pipes in organ were made of different materials raised the question of how the material affects the colour of the sound. Even today, organ masters work a lot on the experience passed down from one generation to another. We were interested in the actual values of the strength of consonant frequencies in the sound spectrum depending on individual materials. In the Maribor Organ Workshop, they made pipe samples of the same beakers from different materials and enabled us to perform measurements of their intonation organs. For the measurement, we used applications on the phone, which give sufficiently accurate results for our work. We came to interesting conclusions. Not only do we get different sound colours for metal and wooden pipes, but there is also a big difference in the sound of pipes from different metals. In the case of sound from an alloy with a higher percentage of tin, we obtained higher values of the strength of aliquot tones than in the case of softer materials at a lower percentage of tin. However, we got more of basic tone. We got the most of basic tone from wooden pipes, which give us fewer aliquots. This means that it makes sense to use softer materials for softer registers and a material with a higher percentage of tin to make registers that should give us a clear sound with a lighter colour. Wooden pipes give us a sound mainly with a lot of basic tone. Our measurements and findings will also serve as guidelines in deciding about the choice of registers and materials in the development of the organ in the Maribor Organ Workshop.

Key words: Organ, pipes, tuning, material

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	8
1.1 Hipoteze in raziskovalna vprašanja	8
2.TEORETIČNI DEL.....	8
2.1 Zgodovina orgel	8
2.1.1 Od nastanka do 13. stoletja.....	8
2.1.2 Prodor orgel v cerkev	9
2.1.3 Razvoj med 13. in 15. stoletjem	9
2.1.4. Najstarejše ohranjene orgle	9
2.1.5. Zlata doba orgel.....	10
2.2 Orgle skozi čas v različnih deželah.....	10
2.2.1 Italijanske orgle	10
2.2.2 Francoske orgle	10
2.2.3 Španske orgle	10
2.2.4 Nemške orgle.....	11
2.2.5 Angleške orgle	11
2.2.6 Romantične orgle	12
2.2.7 Orgle v 20. stoletju	12
2.3 Orgle na Slovenskem	12
2.4 Zgradba orgel danes	13
2.4.1 Mehovje.....	13
2.4.2 Traktura	13
2.4.3 Sapnice	14
2.4.4 Piščali	14
2.4.5 Omara.....	14
2.4.6 Igralnik	15
3. METODE IN MATERIALI RAZISKAVE.....	15
3.1. Metoda pri raziskavi raziskovalnega vprašanja 1	15
3.2. Metoda pri raziskavi raziskovalnega vprašanja 2	15
3.2.1 Izdelava vzorcev lesenih piščali	16
3.2.2. Izdelava vzorcev kovinskih piščali.....	17
3.2.3 Meritve spektra zvoka pri posameznih piščalah	18
4. REZULTATI MERITEV IN RAZPRAVA.....	20
4.1.1 Rezultati meritev 1. raziskovalnega vprašanja	20
4.1.2. Razprava	22

4.2. Rezultati meritev 2. raziskovalnega vprašanja	22
4.2.1. Meritev na tonu c'	22
4.2.1.1. Piščal iz zlitine s 35% vsebnostjo kositra	22
4.2.1.2. Piščal iz zlitine s 70% vsebnostjo kositra	24
4.2.1.3 Piščal iz hrastovega lesa	26
4.2.1.4 Piščal iz smrekovega lesa.....	27
4.2.2. Meritve na tonu c"	29
4.2.2.1 Piščal iz zlitine s 35% vsebnostjo kositra	29
4.2.2.2. Piščal iz zlitine s 70% vsebnostjo kositra	31
4.2.2.3 Piščal iz hrastovega lesa	32
4.2.2.4 Piščal iz smrekovega lesa.....	34
4.2.3 Razprava	38
5. ZAKLJUČEK	39
6. VIRI IN LITERATURA	40

KAZALO SLIK

Slika 1: Italijanske orgle	10
Slika 2: Španske baročne orgle.....	11
Slika 3: Nemške orgle	11
Slika 4: Angleške orgle	12
Slika 5: Romantične orgle	12
Slika 6: Mehovi	13
Slika 7: Slikovni prikaz registrov	14
Slika 8: Orgle v cerkvi Sv. Trojice v Slov. gor.	15
Slika 9: Alikvotni toni tona C.....	16
Slika 10: Razrez lesa za piščali	16
Slika 11: Pomoč pri skobljanju	16
Slika 12: Čelno brušenje piščali	17
Slika 15: Dokončane lesene vzorčne piščali	17
Slika 13: Brušenje robov	17
Slika 14: Lakiranje piščali	17
Slika 16: Krojenje kovinskih piščali.....	18
Slika 17: Upogibanje pločevine	18
Slika 18: Upogibanje pločevine za nogo piščali.....	18
Slika 19: Vzorci kovinskih piščali.....	18
Slika 20: Izvajanje meritev za vsako piščal.....	19
Slika 21: Mladi raziskovalci: Ana Dvoršak, Anže Horvat in Katja Kos	39

KAZALO MERITEV

Meritev 1: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c'-35%Sn	22
Meritev 2: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c'-35%Sn.....	23
Meritev 3: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c'-35%Sn	23
Meritev 4: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c'-35%Sn.....	23
Meritev 5: Razlike med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c'-35%Sn.....	24
Meritev 6: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c'-70%Sn	24
Meritev 7: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c'-70%Sn.....	24
Meritev 8: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c'-70%Sn	25
Meritev 9: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c'-70%Sn.....	25
Meritev 10: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c'-70%Sn.....	25
Meritev 11: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c'-hrast.....	26
Meritev 12: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c'-hrast	26
Meritev 13: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c'-hrast.....	26
Meritev 14: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c'-hrast.....	27
Meritev 15: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c'-hrast	27
Meritev 16: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c'-smreka	27
Meritev 17: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c'-smreka.....	28
Meritev 18 : Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c'-smreka	28
Meritev 19: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c'-smreka.....	28
Meritev 20: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c'-smreka.....	29
Meritev 21: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c"-35%Sn	29
Meritev 22: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c"-35%Sn	29
Meritev 23: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-35%Sn	30
Meritev 24: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c"-35%Sn	30
Meritev 25: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c"-35%Sn	30
Meritev 26: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c"-70%Sn	31
Meritev 27: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c"-70%Sn	31
Meritev 28: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-70%Sn	31
Meritev 29: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c"-70%Sn	32
Meritev 30: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c"-70%Sn	32
Meritev 31: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c"-hrast	32
Meritev 32: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c"-hrast.....	33
Meritev 33: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-hrast	33
Meritev 34: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c"-hrast.....	33
Meritev 35: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-hrast	34
Meritev 36: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c"-smreka	34
Meritev 37: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c"-smreka	34
Meritev 38: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-smreka	35
Meritev 39: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c"-smreka	35
Meritev 40: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c"-smreka	35

KAZALO TABEL

Tabela 1: Rezultati meritev temperature in frekvence.....	20
Tabela 2: Razlika posameznih alikvotov do osnovnega tona v Hz	36
Tabela 3: Jakost osnovnega tona in posameznih alikvotov	36

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Temperatura po tednih	20
Graf 2: Višina uglasitve po tednih.....	21
Graf 3: Ovisnost višine komornega tona od temperature	21
Graf 4: Jakost alikvotnih tonov pri posameznih piščalih na tonu c'	36
Graf 5: Jakost alikvotnih tonov pri posameznih piščalih na tonu c"	37
Graf 6: Primerjava med jakostjo alikvotov na tonu c'	37
Graf 7: Primerjava med jakostjo alikvotov na tonu c"	38

1. UVOD

Pri pouku glasbene umetnosti smo se srečali s tedaj nam ne preveč poznanim instrumentom orgle. Pritegnila nas je veličina instrumenta, zato smo se odločili, da jih bomo podrobneje raziskali. Pričeli smo z manjšimi ogledi različnih orgel ter tako pobliže spoznali njihovo zgradbo in delovanje. Ob prvem obisku orglarske delavnice so nam mojstri razložili sam princip delovanja instrumenta. Med tem smo prišli do nekaterih vprašanj, na katera nismo dobili odgovora. Med izdelovalci je znano stališče, da mehkejši material piščali da bolj okrogel in nežen zvok, trši material pa svetlejši in bolj jasen zvok. Kakšne pa so dejanske vrednosti posameznih sozvenecih tonov v zvoku njihovih piščali, pa ni znano. Zato smo se odločili, da podrobneje preučimo spekter zvoka nastalega v piščalih iz različnih materialov. Raziskava bi bila smiselna tudi s stališča, ker bi rezultati služili kot smernice pri razvoju kakovosti orgel v delavnici. Ko smo se lotili raziskovanja, se nam je porodilo vprašanje, kako se spreminja zvok posamezne piščali v odvisnosti od temperature. Znano nam je bilo, da se višina tona spreminja, zato so nas zanimalo konkretne številčne vrednosti.

1.1 Hipoteze in raziskovalna vprašanja

Raziskovalno vprašanje 1: Za koliko se spremeni višina uglasitve ustničnih piščali v odvisnosti od temperature?

Raziskovalno vprašanje 2: Kako vpliva vrsta materiala, iz katerega je narejena orgelska piščal, na barvo tona?

Pri tem smo predpostavili 3 hipoteze.

Hipoteza 1: Po poslušanju posameznih registrov predpostavljam, da bo verjetno imel zvok lesenih piščalih temnejšo barvo od kovinskih (šibkejše alikvotne tone).

Hipoteza 2: Odstotek kositra v materialu ne bo vplival na barvo zvoka, saj sta zlitini na otip zelo podobni (poskusili smo z upogibanjem).

Hipoteza 3: Tudi vrsta lesa ne bo bistveno vplivala na barvo, saj gre za sorazmerno male piščali.

Za prvo raziskovalno vprašanje smo iskali odgovor s pomočjo meritev temperature in hkrati višine komornega tona orgel v cerkvi Sv. Trojice v Slov. gor. v različnih obdobjih.

Za drugo raziskovalno vprašanje nam je vzorce izdelala Orglarska delavnica Maribor. Za meritve nam je delavnica dala na razpolago intonirne orgle. Meritve smo izvajali s pomočjo aplikacij, ki so nam na voljo preko mobilnega telefona.

2. TEORETIČNI DEL

2.1 Zgodovina orgel

2.1.1 Od nastanka do 13. stoletja

Orgle veljajo za zelo star instrument, saj so prve izdelali okoli leta 246 pr. Kr. Izumil jih je Ktesibios iz Aleksandrije. Seveda so takrat glasbilo občudovali bolj tehniki kot glasbeniki, ker so veljale za tehnični izum. Prve orgle so se imenovali hydraulos, torej vodni aulos. Voda je služila za ustvarjanje tlaka v mehu. V 1. stoletju pr. Kr. so v Grčiji prirejali razna tekmovanja in podatki kažejo, da je bilo možno tekmovati tudi v igranju na orgle. Hidravlične orgle so čez 200 let od Grkov prevzeli Rimljani. Tamkaj

so veljale kot znak premožnosti. Veljalo je načelo, da se je mogel zvok orgel slišati 60 milj daleč, kar pomeni, da bi danes slišali zvok orgel iz Celja do Škofje Loke. Zaradi enormne glasnosti pa bi Celjani morali nositi ušesne čepke, kot jih je takrat uporabljal igralec. Tedaj so bile postavljene na prostem (cirkusi, gladiatorske igre, arene). Ni natančno znano, kdaj je vodno uravnavanje zračnega tlaka zamenjal kovaški meh. Kljub zamenjavi pa se je ime hydraulos ohranilo vse do visokega srednjega veka. Ko je cesar Konstantin leta 330 prestavil glavno mesto cesarstva iz Rima v Bizanc, je s tem na vzhod prenesel versko in kulturno življenje. Tako so na zahodu orgle izginile, na vzhodu pa so ves čas ostale žive. Na zahod so se ponovno vrnilе po zaslugi cesarja Konstantina, ki jih je podaril Frankovskemu kralju (Pipin Mali) kot znak oblasti in slave. V virih najdemo orgle kot najpomembnejši dogodek v letu 757 (pred tem glasbilo ni bilo bistveno poznano). Stare orgle so bile masivne, njihova traktura (povezava) je bila neokretna. Prav tako so bile tipke zelo široke, igranje nanje pa je zahtevalo precejšnjo moč. Na tipke so zato udarjali s pestmi in komolci. Zaradi primitivne tehnike igranja so bile zmožnosti instrumenta precej bolj okrnjene kot danes. Sicer se o samostojnem muziciraju niso pojavljale, toda so služile kot ohranjanje intonacije in spremljavo zpora.

2.1.2 Prodor orgel v cerkev

Dolgo časa so bile posvetno glasbilo (necerkveno), ker jih cerkev ni odobravala. Sprejela je zgolj petje, do instrumentov pa je imela odklonjeno stališče. Prve cerkvene orgle je postavil duhovnik Georg v stolni cerkvi v Aachnu, leta 826. Te orgle niso imele pedala, prav tako ni bilo možno igranje s prsti. Napredek instrumenta je potekal zelo počasi, saj so se izdelovanju posvečali zgolj menihi, ker so le ti imeli dovolj znanja. Uveljavile so se komaj v 14. stoletju. Tako so do leta 1300 stale v vseh pomembnejših samostanskih cerkvah. Milanski koncil je leta 1287 dokončno odločil rabo orgel pri bogoslužju.

2.1.3 Razvoj med 13. in 15. stoletjem

Do 14. stoletja je bilo igranje zelo težavno. Veliko olajšanje je bilo, ko so iznašli mehanski prenos, ki je omogočal poljubno razvrščanje piščali. Tipke so se posledično zmanjšale in postale približno današnje dimenzijs. V tem obdobju so ugotovili tudi, kako vpliva na zvok razmerje med širino in dolžino piščali, ki mu pravimo menzura. Pedalno klaviaturo so izumili pred letom 1300 (točna letnica ni znana). V večini primerov so bili pedali le obešeni, kar pomeni, da številne orgle niso imele samostojnih pedalnih registrov. Na Švedskem so v 14. stoletju poznali pedal s samostojnimi piščalimi. Pedalna klaviatura je obsegala le 8 tonov. V srednjem veku registrov še ni bilo možno vključevati in izključevati, zato je organist lahko igrал samo pleno (z vsemi registri). Možnost registracije je nastala šele v pozrem srednjem veku. Posamezni orgelski registri so se razvijali postopoma. Kaj je pravzaprav register? Register je skupina piščali od najnižjega do najvišjega tona v tonskem obsegu z enako barvo in enako glasnostjo. Na začetku so se razlikovali zgolj po glasnosti, ne pa tudi po barvi. Izkustvo o variiranju tonske barve zaradi različne gradnje piščali se je prav tako ustvarjalo skozi čas. Značilno je bilo tudi uvajanje lingvalnih oz. jezičnih piščali. Posebno odkritje je tudi register mikstura, ki daje krono orgelskemu zvoku.

2.1.4. Najstarejše ohranjene orgle

Najstarejše ohranjene orgle so našli leta 1931 v mestu Aquincum pri Budimpešti. Izkopali so jih izpod rimskega gasilskega doma. Spadajo med hidravlične orgle, arheologi domnevajo, da so iz leta 228. Imajo 4 registre po 13 piščali, torej skupaj 52 piščali.

2.1.5. Zlata doba orgel

Zlato dobo so doživele v baroku (17. in 18. stoletje). Največje orgle tistega časa so imele dva manuala. Imele so logično postavljeno registrsko dispozicijo, ki je temeljila na principalovi osnovi z bogato alikvotno piramido. Barok je tudi čas, v katerem se začnejo do tedaj bolj ali manj enake orgle po posameznih deželah različno razvijati. Dežele, ki so bile zemljepisno bolj oddaljene, so imele tudi večje razlike v orglah.

2.2 Orgle skozi čas v različnih deželah

2.2.1 Italijanske orgle

Italijanske orgle so bile prav posebne. Temeljile so na specifično obarvani miksturi, ki je bila razdeljena na posamezne registre. Sestavljal jih je ripieno (t.j. skupek številnih oktavnih in kvintnih registrov principalne skupine). Zraven ripiena so imeli še flavto 4' in 2' ter register voce umana (človeški glas). Vseboval je 2 niza principalnih piščali, ki so bile uglašene na minimalno različno frekvenco. So enomanualne. Klaviatura je razdeljena na in diskant in bas (melodija, spremljava). Glavni italijanski graditelji so bili Lorenzo di Giacomo da Prato, Družina Antegnati, Gasparini, Peter Nakič ter njegova učenca Callido in Dazzi.



Slika 1: Italijanske orgle

2.2.2 Francoske orgle

Na francoske orgle je imela velik vpliv visoko razvita nizozemska orgelska umetnost. Tamkaj so imele orgle že od 15. stoletja dalje glavno piščalje, torej velike orgle. Tipični predstavnik francoskega orglarstva je bil THIERRY. V zgodovinskih spisih, ki so nam dostopni, je konkretno opisano, kaj pomenijo posamezne registrske oznake v prvi polovici 17. stoletja.

2.2.3 Španske orgle

Podobno kot italijanske imajo tudi španske en manual. V nasprotju z italijanskimi pa so španske orgle bile zelo bogate v flavtnih in jezičniških registrih. Pedal je imel eno oktavo ter obsegal 2 registra.

Posebnost španskih orgel so jezičniki v vodoravni legi ter položaj orgel v stopnicah. Po dvoje orgel so postavili med stebre v prezbiterijih tako, da so si stale nasproti. Vsake orgle pa so imele tudi dvojni prospekt, proti glavnemu in proti stranski ladji.



Slika 2: Španske baročne orgle

2.2.4 Nemške orgle

Orgle v Nemčiji so obdržala glavna načela dobe; kontrastiranje v smislu terasne dinamike, torej piano-forte efekt, od hrbtnega pozitiva (Rüeckpositiv) in prsnega piščalja (Bruestwerk). V Nemčiji doseže orgelska umetnost vrhunec z instrumenti Gottfrida Silbermannia. V južnonemških krajih se je razvila specifična avstrijsko-češka šola, ki jo je izmed drugih reprezentiral (financiral) tudi Slovenec F.X. Križman.



Slika 3: Nemške orgle

2.2.5 Angleške orgle

Leta je 1335 kralj Henrick VIII pretrgal vezi z Rimom in se progglasil za vrhovnega poglavarja angleške cerkve. Do takrat so poznali enomanualne orgle z največ šestimi registri. Orgle so bile nezaželene, ker so bile poistovetene s katolištvtom, zato so jih v Londonu za časa kraljice Elizabete uničili, v vsem kraljestvu pa prepovedali. V 17. stoletju so se začele ponovno vračati. Nastale so dvomanualne z oznakama Great organ za glavni manual in Choir organ za drugi manual. Za angleško orgelsko glasbo v 17. stoletju je značilen zvok brez mikstur, jezičnikov in 16' registrov. V tem času je ustvarjal graditelj orgel Bernard Smith.



Slika 4: Angleške orgle

2.2.6 Romantične orgle

Romantične orgle v 19. stoletju so prestale velike spremembe. Z orglami so hoteli posneti simfonični orkester, saj se je v tistem času precej razbohotil. Ker so godala hrbtnica simfoničnega orkestra, so množili registre, ki posnemajo godala ter iz istega razloga tudi osnovne 8' na račun alikvotnih registrov. Glavni predstavnik izdelave romantičnih orgel je Francoz Aristide Cavaille-Coll.



Slika 5: Romantične orgle

2.2.7 Orgle v 20. stoletju

Na začetku 20. stoletja se začne preobrat z imenom »Alzaška reforma«. To gibanje je spodbudil nobelovec Albert Schweitzer. Ta je prvi opozoril na popolnost baročnih in neprimernost romantičnih orgel za izvajanje del J.S. Bacha. Cilj tega gibanja je bilo ohranjanje in uporabljanje baročnega stila. V 20. stoletju se poskuša izvajalska praksa približati karakterističnim stilom zgodovinskih obdobjij. Današnje koncertne so pogosto skupek baročnih, romantičnih in sodobnih instrumentov, da lahko nanje poustvarimo čim širšo paleto glasbe.

2.3 Orgle na Slovenskem

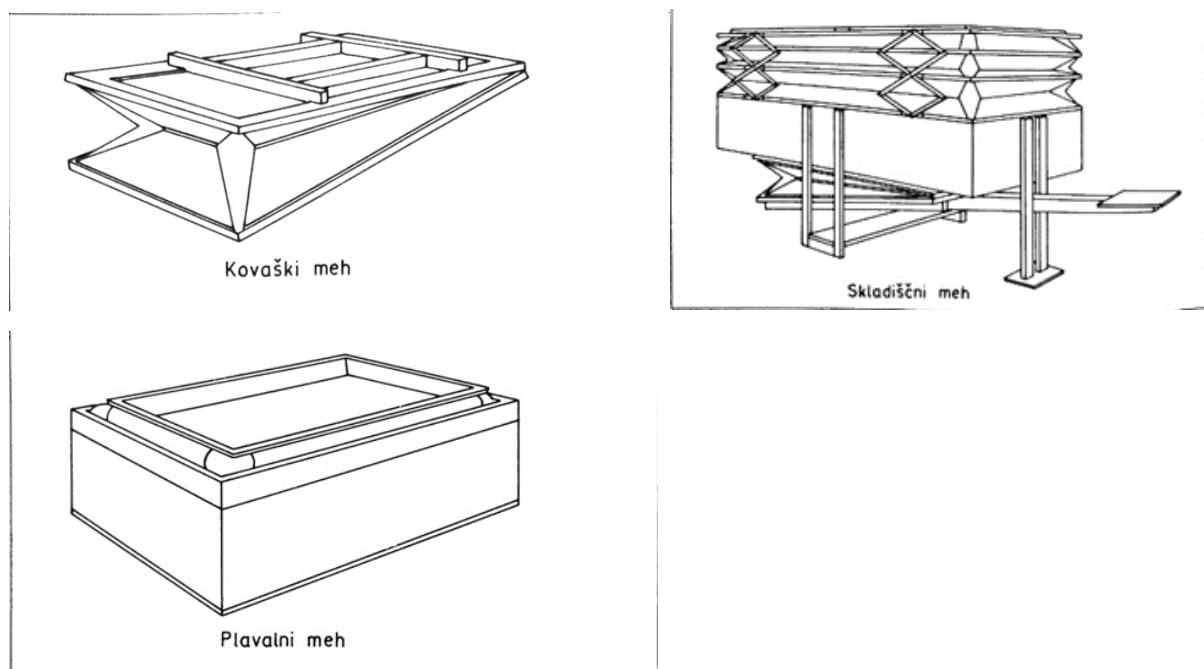
Ohranjena obsežna dokumentacija priča, da so se orgle uporabljale že v srednjem veku in renesansi. Svoj vrhunc in mednarodno veljavo so dosegle v 18. stoletju. Pomembna središča so bila v Ljubljani, Celju in Mariboru. Povezana so bila z imeni Franca Križmana, Janeza Mihaela Zajca, Marka Göbla, Ivana Steinhoferja, Jožeta Kučere in drugimi. Z nekaterimi poenostavtvami v 19. stoletju se je orglarstvo zelo osiromašilo. V drugi polovici 20. stoletja so se orglarji vrnili h gradnji predvsem mehanskih neobaročnih orgel. V zadnjem času pa vse več izdelujejo ponovno orgle v romantičnem in

simfoničnem stilu. Med najpomembnejšimi izdelovalci so Orglarska delavnica Maribor, Anton Škrabl, Tomaž Močnik ter nekateri manjši izdelovalci

2.4 Zgradba orgel danes

2.4.1 Mehovje

Mehovje služi kot zalogovnik zraka, ki ga po kanalih pošilja v sapnice. Mehovi so bili nekoč zgrajeni tako, da so jih polnili ročno s pomočjo posebnega mehanizma. Te ljudi so imenovali kalkanti (lat. Carcare - stopiti). Bili so organistovi spremljevalci. V današnjem času polni mehovje električni motor z ventilatorjem. Mehovi so obteženi, da se v njih ustvari ustrezni zračni pritisk. Pritisak je potreben za nastanek zvoka. Izmed vrste mehov ločimo: kovaški meh, plavajoči meh, skladiščni meh (pod seboj ima navadno klinasti polnilni meh). Plavajoči meh uporabljamo v kombinaciji z ventilatorjem na elektromotorju.



Slika 6: Mehovi

2.4.2 Traktura

Kaj je in čemu služi traktura?

Je povezava med tipkami in ventili sapnic pod piščalmi. Ločimo mehansko, pnevmatsko in elektromagnetno trakturo. Njen namen je odpiranje ventilov, preko katerih steče zrak do ustreznih piščali. Mehanska traktura je povezava med tipkami in ventili, ki spuščajo zrak preko vzvodov in lesenih letvic. Pnevmatska traktura se je razvila ob koncu 19. stoletja. Pri tej trakturi je povezava med tipkami in ventili narejena s pomočjo tankih svinčenih cevi, po katerih ob pritisku na tipko steče krmilni zrak, ki dvigne usnjeno membrano, ta pa odpre ventil pod posamezno piščaljo. Električna traktura je povezava med tipko in elektromagnetno tuljavo, ki odpre ventil, speljana s pomočjo kabla.

2.4.3 Sapnice

Skozi sapnice pošilja organist v natančno določeno piščal stisnjen zrak, ki pripotuje iz meha. Prve sapnice so bile zabojne, v 17. stoletju so uporabljali vzmetne, danes pa v glavnem uporabljamo sapnice na poteg.

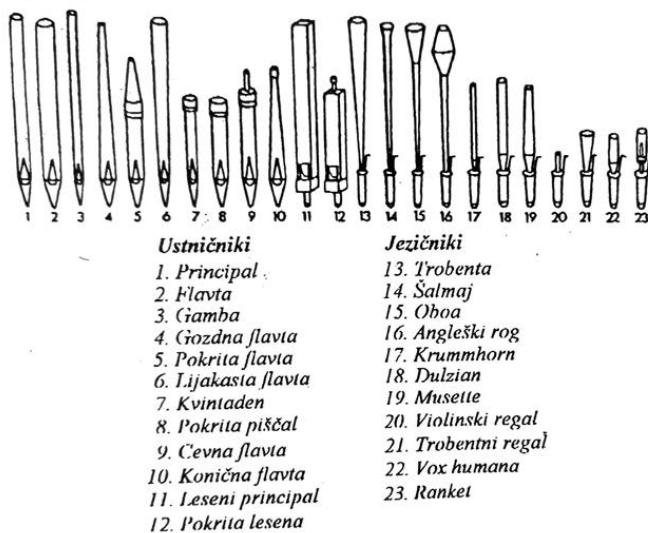
2.4.4 Piščali

Piščali so proizvajalke zvoka, delimo jih na ustnične (labialne) in jezične (lingualne).

Pri ustničnih piščalih (labialnih) se zrak, ki priteka skozi režo razcepi na ostrem robu zgornje ustnice, kar povzroči nihanje zračnega stebra v cevi.

Pri jezičniških piščalih (lingualnih) se zračni tok prekinja z jezičkom. Kot posledica nihanja jezička nastane zvok, ki je pri jezičnikih podoben zvoku različnih trobil, odvisen predvsem od oblike odmenvnika.

Piščali so v orglah razdeljene v skupine, ki jih imenujemo registri. Register je skupina piščali od najnižjega do najvišjega tona z enako barvo in enako glasnostjo. Poznamo veliko število najrazličnejših registrov, ki jih delimo v nekaj osnovnih skupin: principali, flavte, godala, alikvoti in jezičniki.



Slika 7: Slikovni prikaz registrov

Izbor registrov v posameznih orglah imenujemo dispozicija.

2.4.5 Omara

Omara ali ohišje je izdelano iz lesa. Na sprednji strani ima odprtine, v katerih stojijo pročelne piščali. Orgel ne zavaruje le pred prahom ampak je pomembna tudi za akustiko (zvok). Hkrati daje orglam tudi videz, ki mora sovpadati z arhitekturo prostora. V posameznih obdobjih so imela ohišja tudi določene posebnosti. Tako so na primer v renesansi in baroku dobila krilna vrata, kasneje so dobila izrezljano in pozlačeno ornamentiko ... Orgle so tudi edini instrument, narejen za točno določeni prostor.

2.4.6 Igralnik

Je eden najpomembnejših delov. Lahko bi rekli, da je komandna miza, preko katere organist upravlja orgle oz. na nje igra. Sestavljajo ga klaviature z belimi in črnimi tipkami, pedalna klaviatura, + gumbi oz. manubriji, ki jih potrebujemo za vklapljanje in izklapljanje registrov, v novejšem času pa tudi nekatera druga stikala za razna elektronska pomagala.

3. METODE IN MATERIALI RAZISKAVE

3.1. Metoda pri raziskavi raziskovalnega vprašanja 1

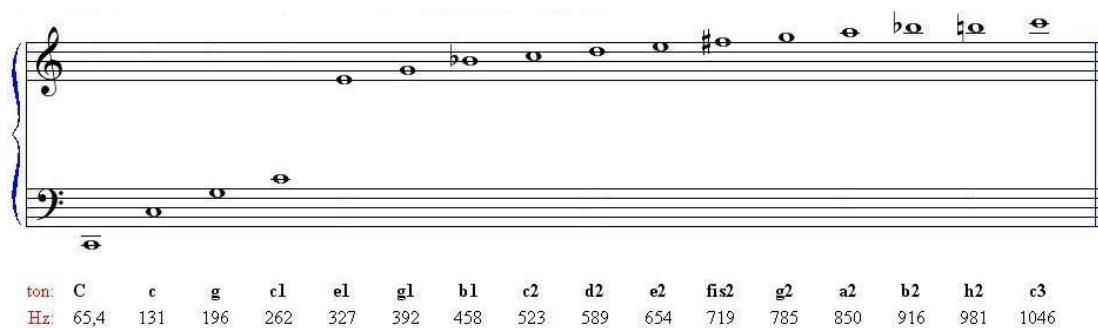
Zanimalo nas je, kako se spreminja uglasitev orgel v odvisnosti od temperature. Ker je večina piščali ustničnih, smo se osredotočili na le-te. Ker se uglasitev določa glede na višino komornega tona a', smo opravljali meritve le na tem tonu, in sicer na piščali a' Principala 8' v glavnem piščalju. Meritve temperature in hkrati višine komornega tona smo opravljali v različnih temperaturnih obdobjih na orglah v cerkvi Sv. Trojice v Slov. gor. Temperaturo smo merili z digitalnim sobnim termometrom, višino tona pa s pomočjo aparata za uglaševanje orgel znamke Marc Vogel CTS-5. Meritve smo opravljali tedensko ob nedeljah od 19. 9. 2021 do 27. 2. 2022 ob 11.30.



Slika 8: Orgle v cerkvi Sv. Trojice v Slov. gor.

3.2. Metoda pri raziskavi raziskovalnega vprašanja 2

Raziskovali smo vpliv materiala, iz katerega je narejena orgelska piščal, na barvo tona. Posebej nas je zanimalo, kako sestava materiala vpliva na zvočni spekter piščali oz. jakost posameznih alikvotnih tonov v primerjavi z osnovnim tonom. Alikvotni toni so sozveneči toni ob določenem osnovnem tonu in skupaj z njim tvorijo zven, tonsko zlitino, ki je ključna za barvo osnovnega tona. Njihov višinski red si sledi v decrescendu, kar pomeni, da je vsaki naslednji tišji.



Slika 9: Alikvotni toni tona C

Zaradi stroškov pri izdelavi vzorcev smo se osredotočili na tona c' in c'', ki se v glasbi najverjetneje tudi največkrat pojavlja. Za vsak ton so nam v Orglarski delavnici Maribor naredili po 4 vzorčne piščali, pri čemer smo tudi sami sodelovali (po 2 kovinski in 2 leseni). Kovinske piščali so narejene iz zlitine kositra in svinca, in sicer ena vsebuje 35 % kositra in 65 % svinca, druga pa 65 % kositra in 35 % svinca. Lesene pa so izdelane ena iz smrekovega, druga pa iz hrastovega lesa. Vse piščali enega tona so popolnoma enakih dimenziij (dolžine in preseka piščali) in imajo enak izrez ustnice. Mojster nam jih je intoniral pri zračnem pritisku 75mmVS, in sicer tako, da pojejo vse z jakostjo 80 db.

3.2.1 Izdelava vzorcev lesenih piščali

Za izdelavo lesenih piščali so bile potrebne naslednje operacije: razrezovanje lesa, skobljanje, krojenje, lepljenje, vrtanje, brušenje, premazovanje z vodnim lakom, intoniranje. Sami smo sodelovali predvsem pri ročnih operacijah



Slika 10: Razrez lesa za piščali, Hoče. 15. december 2022.



Slika 11: Pomoč pri skobljanju, Hoče. 15. december 2022.



Slika 12: Čelno brušenje piščali, Hoče. 15. december 2022.



Slika 13: Lakiranje piščali, Hoče. 15. december 2022.



Slika 14: Dokončane lesene vzorčne piščali, Hoče. 15. december 2022.



Slika 15: Brušenje robov, Hoče. 15. december 2022.

3.2.2. Izdelava vzorcev kovinskih piščali

Za izdelavo kovinskih piščali je bilo treba najprej vlti pločevino, nato pa jo stružiti na ustrezno debelino. Potem smo pločevino skrojili po določenih šablonah, upognili, spajkali, očistili in na koncu intonirali. Sami smo sodelovali pri krojenju in upogibanju.



Slika 16: Krojenje kovinskih piščali



Slika 18: Upogibanje pločevine za noge piščali



Slika 17: Upogibanje pločevine



Slika 19: Vzorci kovinskih piščali

3.2.3 Meritve spektra zvoka pri posameznih piščalih

Ko so bili vzorci izdelani, smo se lotili meritve. Vzorci so bili narejeni takih dolžin, ki ustrezajo tonu c' in c''. Natančnejši uglasitvi nismo posvečali pozornosti, saj je bilo za nas pomembno predvsem to, da sta dva po dva vzorca popolnoma enaka, saj nas je zanimala predvsem odvisnost zvoka od materiala. Piščali smo namestili na intonirne orgle in začeli testiranje. Meritve smo opravljali s pomočjo aplikacije Advanced Spectrum Analyzer na pametnem telefonu. Poleg osnovnega tona smo se osredotočili na merjenje jakosti frekvenc prvih petih alikvotov. Pri tonu c' so to c'', g'', c''', e''' in g''', pri tonu c'' pa c''', g''', c''''', e''''' in g'''''.



Slika 20: Izvajanje meritev za vsako piščal

4. REZULTATI MERITEV IN RAZPRAVA

4.1.1 Rezultati meritve 1. raziskovalnega vprašanja

Tabela 1: Rezultati meritve temperature in frekvence

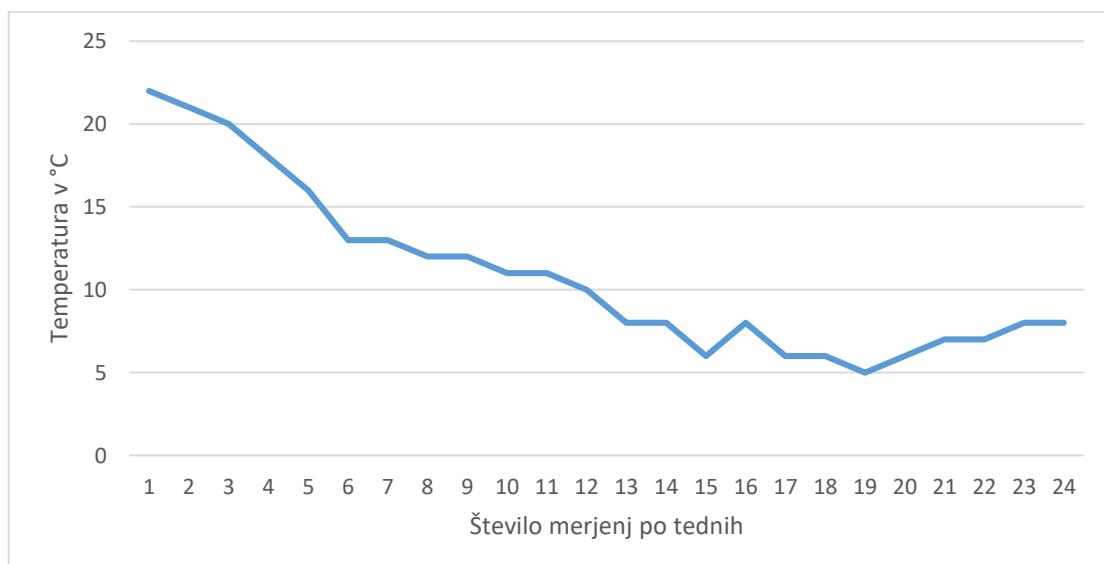
Zaporedna št. meritve	1	2	3	4	5	6
Datum	19.9.2021	26.9.2021	3.10.2021	10.10.2021	17.10.2021	24.10.2021
Temperatura v °C	22	21	20	18,2	16,3	13,8
Višina tona v Hz	443	442	441,5	440	438,9	437,1

Zaporedna št. meritve	7	8	9	10	11	12
Datum	31.10.2021	7.11.2021	14.11.2021	21.11.2021	28.11.2021	5.12.2021
Temperatura v °C	13,4	12,1	11,9	11,2	11,6	10,2
Višina tona v Hz	436,9	436	435,5	435,1	435,5	435

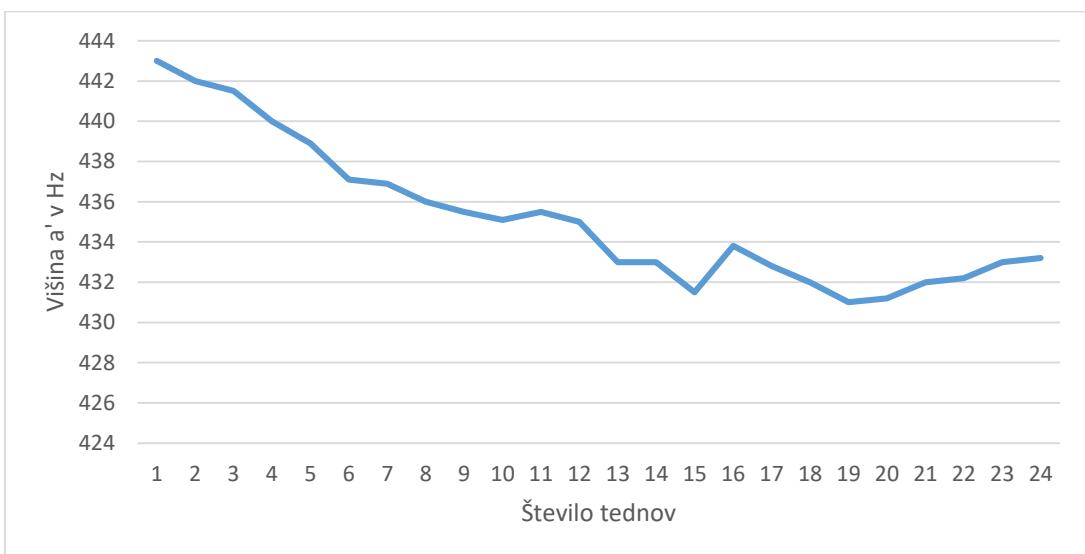
Zaporedna št. meritve	13	14	15	16	17	18
Datum	12.12.2021	19.12.2021	26.12.2021	2.1.2022	9.1.2022	16.1.2022
Temperatura v °C	8	8	6	8,3	6,8	6,4
Višina tona v Hz	433	433	431,5	433,8	432,8	432

Zaporedna št. meritve	19	20	21	22	23	24
Datum	23.1.2022	30.1.2022	6.2.2022	13.2.2022	20.2.2022	27.2.2022
Temperatura v °C	5,8	5,2	6,8	7,3	8,1	8,6
Višina tona v Hz	431	431,2	432	432,2	433	433,2

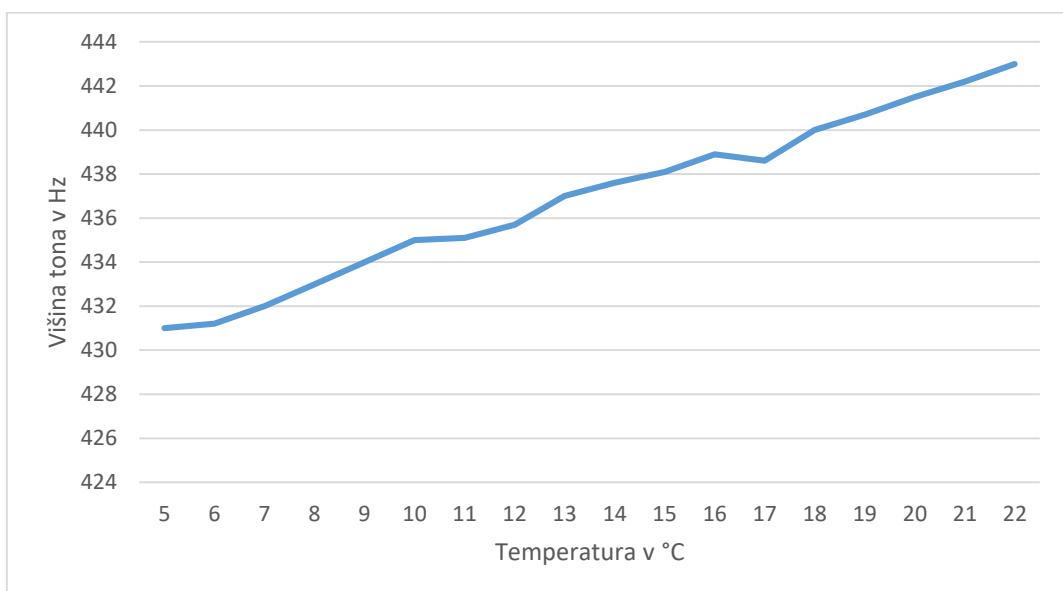
Graf 1: Temperatura po tednih



Graf 2: Višina uglasitve po tednih



Graf 3: Odvisnost višine komornega tona od temperature



4.1.2. Razprava

Iz tabele je razvidno, da se je od meseca septembra do konca februarja temperatura v prostoru, v katerem stojijo orgle, gibala med 5 in 22 stopinjami C. Spreminjala se je tudi višina komornega tona a', in sicer od 431 do 443 Hz, kar pomeni, da temperatura dejansko vpliva na uglasitev. Višja je bila temperatura, višja je bila frekvenca, kar pomeni, da se z višanjem temperature veča tudi frekvenca. Iz grafa 3 bi lahko rekli, da sta temperatura in frekvenca med seboj premo sorazmerni. Majhna odstopanja od premice v grafu so najverjetneje zaradi nenatančnih meritev temperature. Temperaturo smo namreč lahko merili le v prostoru, ne pa na točno tistem mestu, kjer piščal stoji, ker stoji v orglah. Če delimo razliko v frekvenci z razliko v temperaturi (vzeli smo največji in najmanjši vrednosti), dobimo, da se s spremembou temperature za 1 °C spremeni frekvenca za 0,7 Hz.

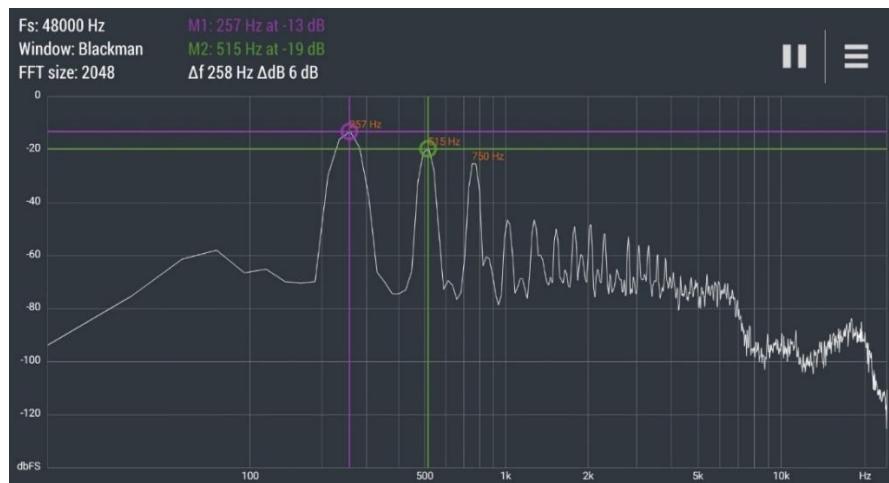
$$\Delta(f) = (443 \text{ Hz} - 431 \text{ Hz}) / (22 \text{ }^{\circ}\text{C} - 5 \text{ }^{\circ}\text{C}) = 0,7058 \text{ Hz}$$

Rezultat smo zaokrožili na 0,7 Hz, saj zaradi natančnosti meritev, ki smo jih imeli na voljo, ne moremo reči, da so naslednje decimalke pravilne. Vseeno menimo, da smo že z rezultatom natančnosti na eno decimalko dosegli željen rezultat.

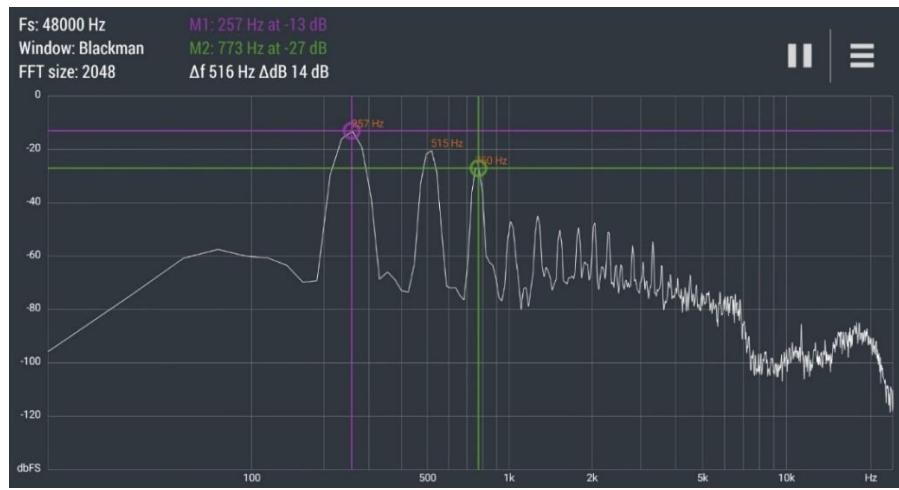
4.2. Rezultati meritev 2. raziskovalnega vprašanja

4.2.1. Meritev na tonu c'

4.2.1.1. Piščal iz zlitine s 35% vsebnostjo kositra



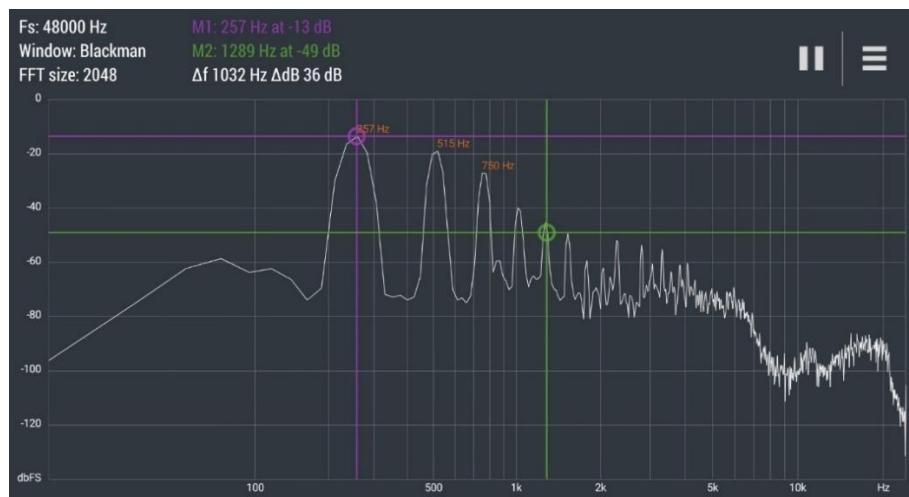
Meritev 1: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c'-35%Sn



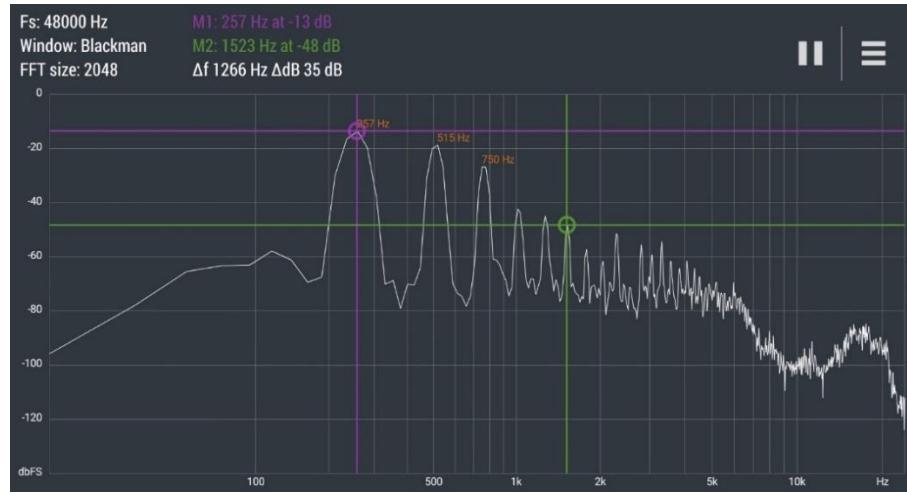
Meritev 2: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c'-35%Sn



Meritev 3: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c'-35%Sn



Meritev 4: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c'-35%Sn

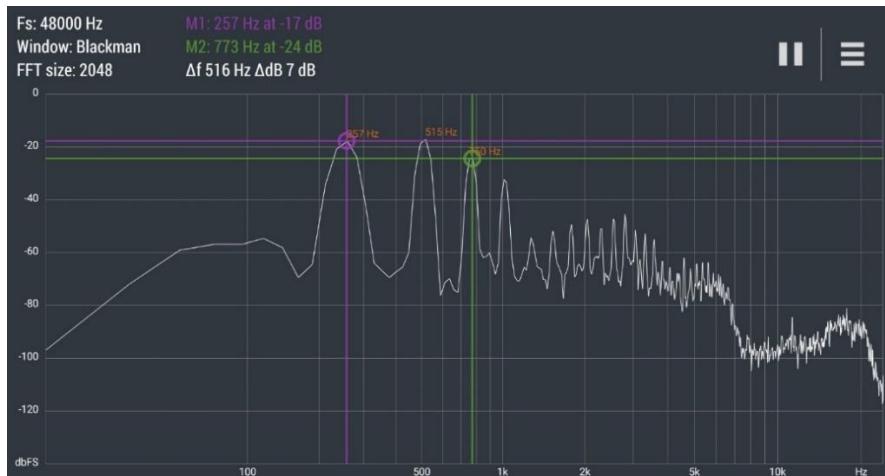


Meritev 5: Razlike med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c'-35%Sn

4.2.1.2. Piščal iz zlitine s 70% vsebnostjo kositra



Meritev 6: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c'-70%Sn



Meritev 7: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c'-70%Sn



Meritev 8: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c'-70%Sn

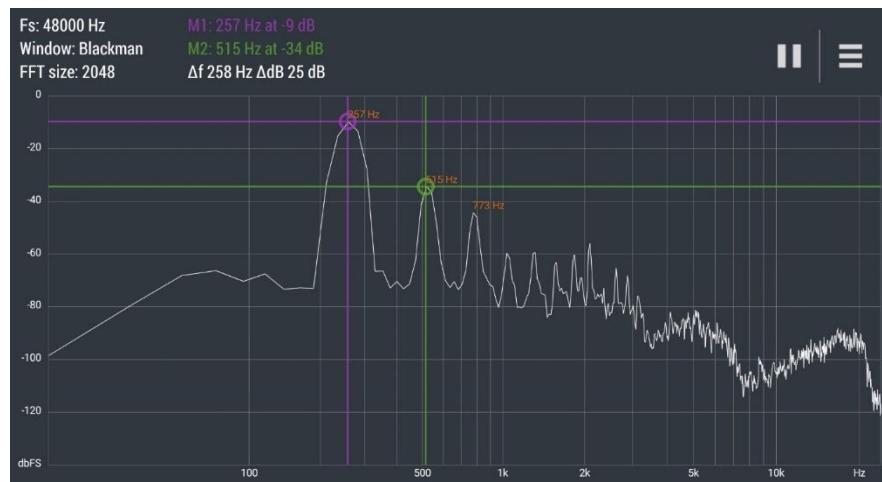


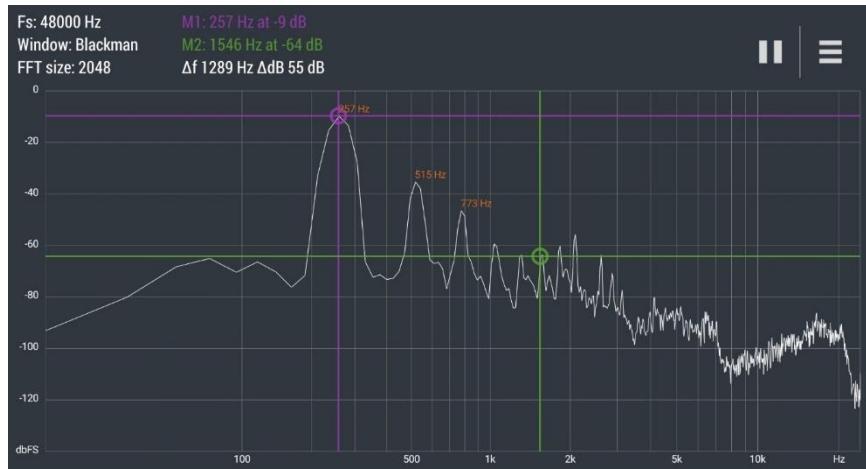
Meritev 9: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c'-70%Sn



Meritev 10: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c'-70%Sn

4.2.1.3 Piščal iz hrastovega lesa

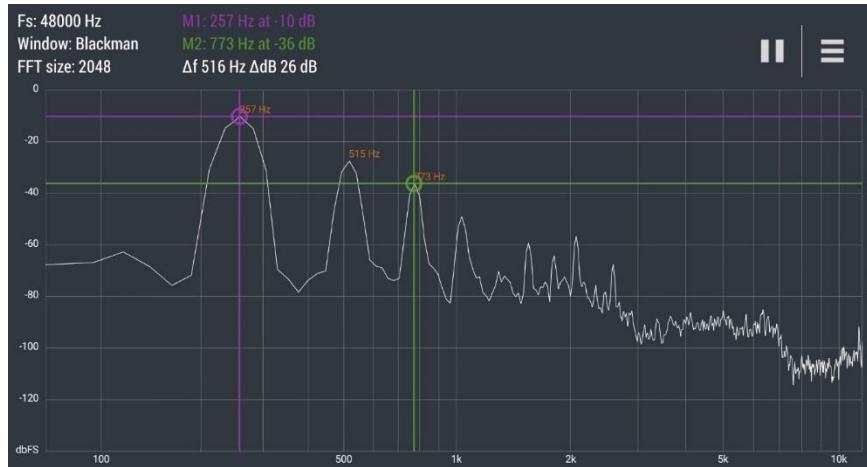




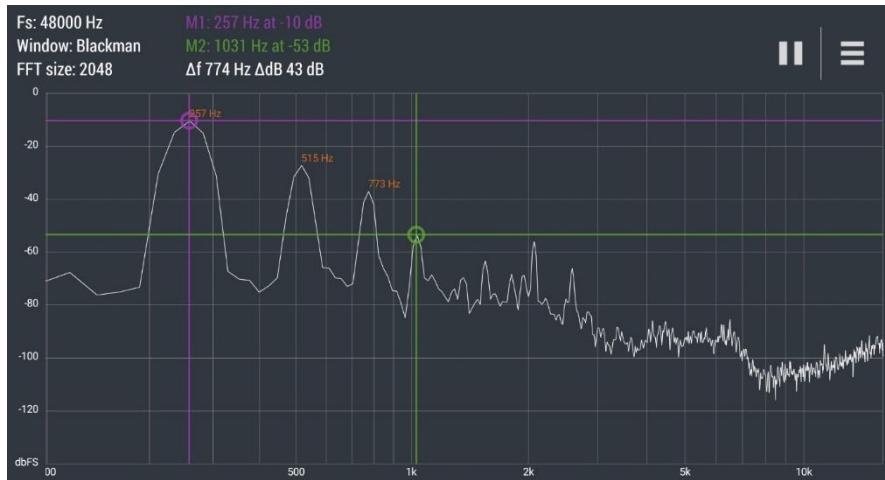
4.2.1.4 Piščal iz smrekovega lesa



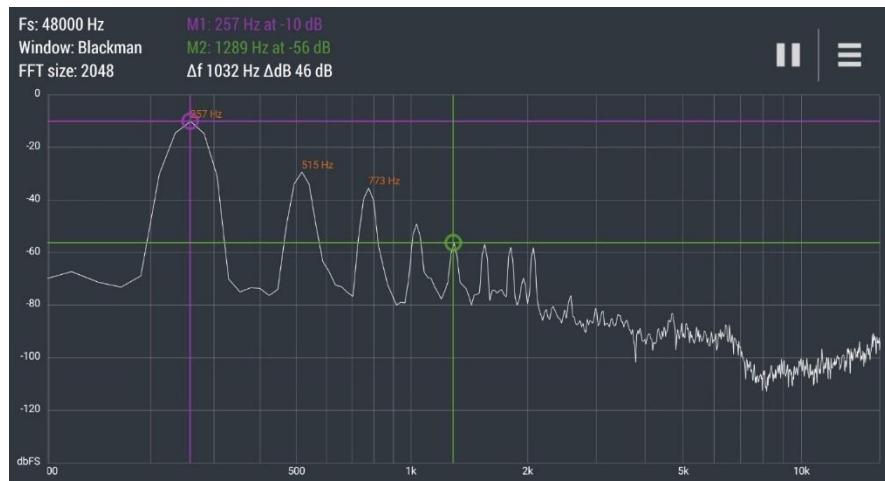
Meritev 16: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c'-smreka



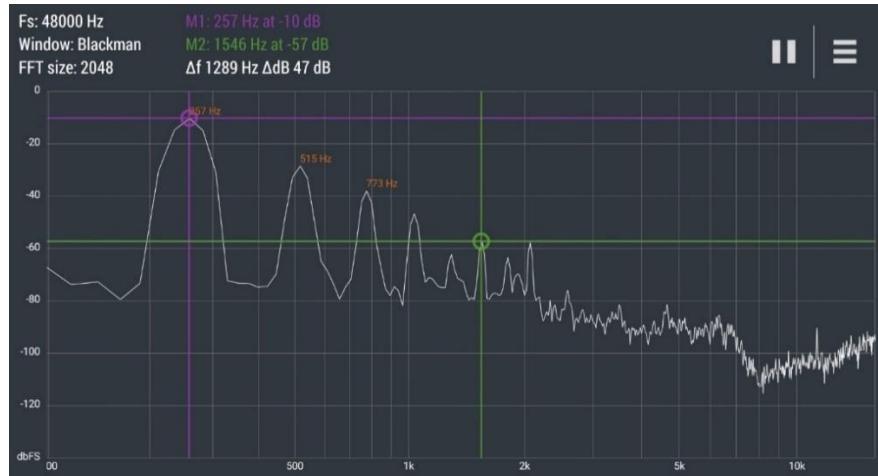
Meritev 17: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c'-smreka



Meritev 18 : Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c'-smreka

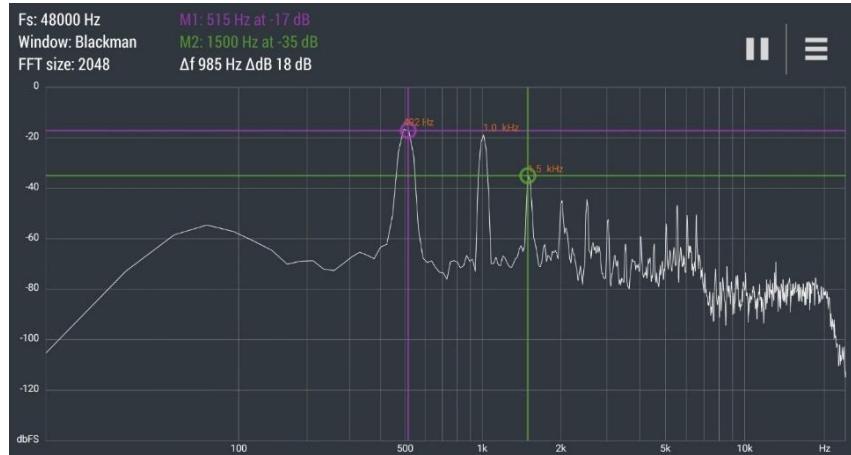
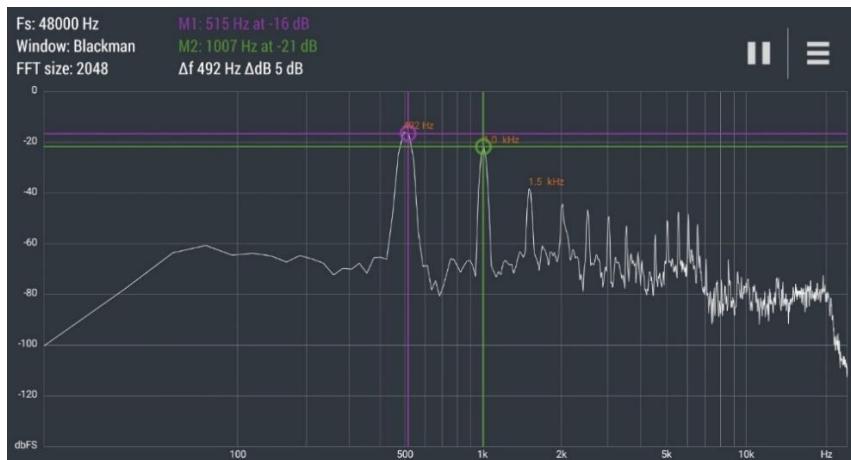


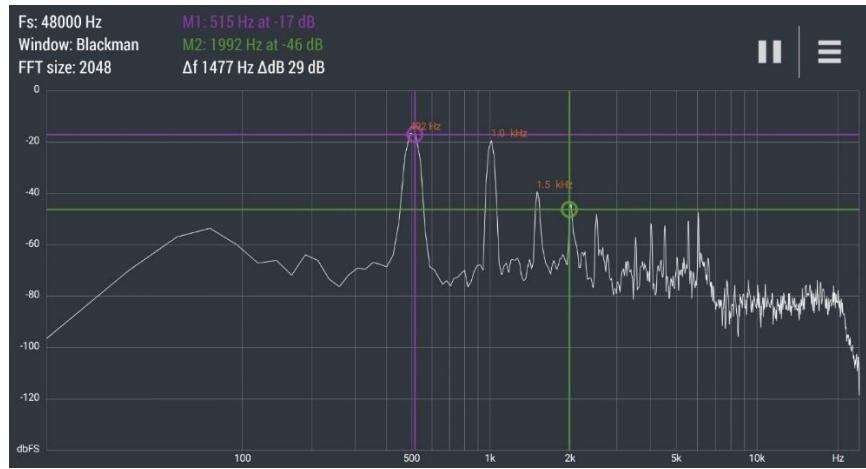
Meritev 19: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c'-smreka



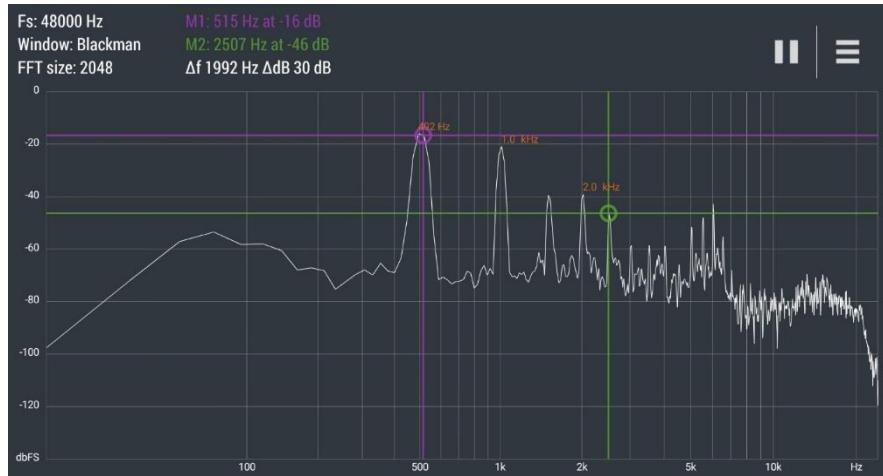
4.2.2. Meritve na tonu c"

4.2.2.1 Piščal iz zlitine s 35% vsebnostjo kositra

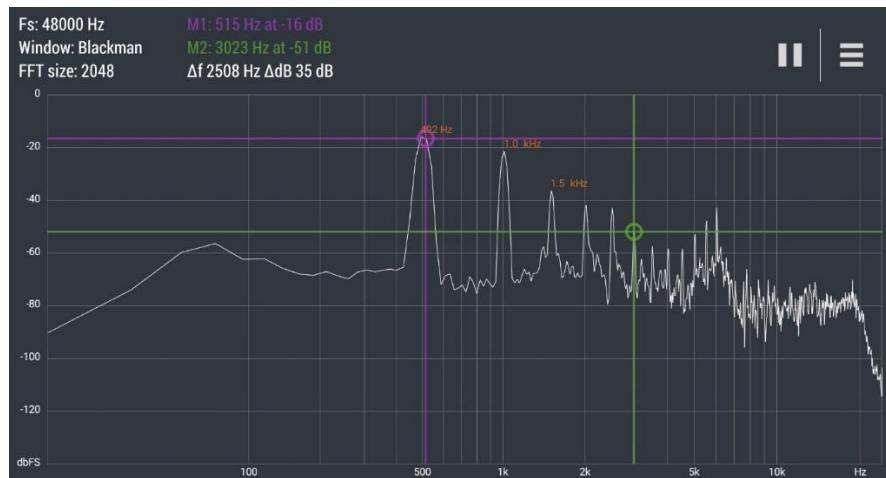




Meritev 23: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-35%Sn

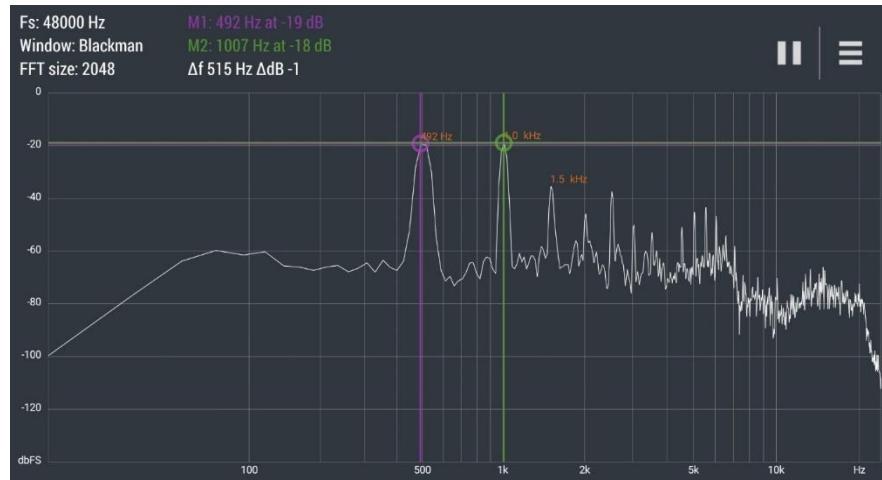


Meritev 24: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c"-35%Sn

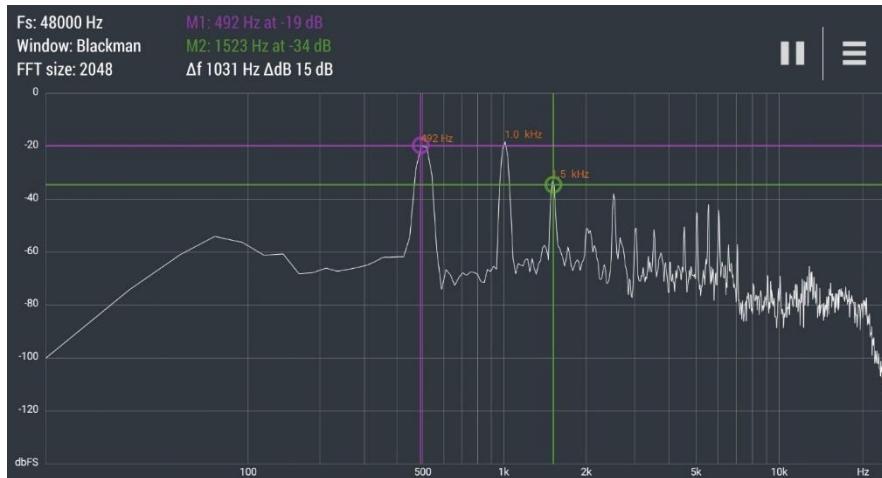


Meritev 25: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c"-35%Sn

4.2.2.2. Piščal iz zlitine s 70% vsebnostjo kositra



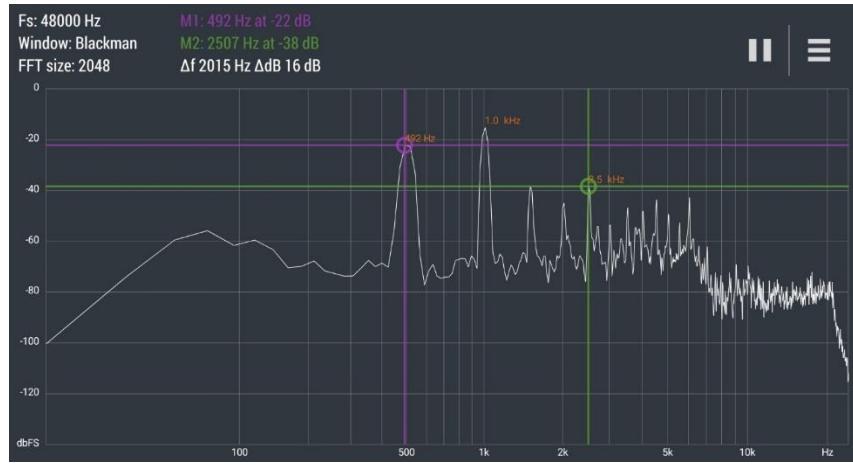
Meritev 26: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c"-70%Sn



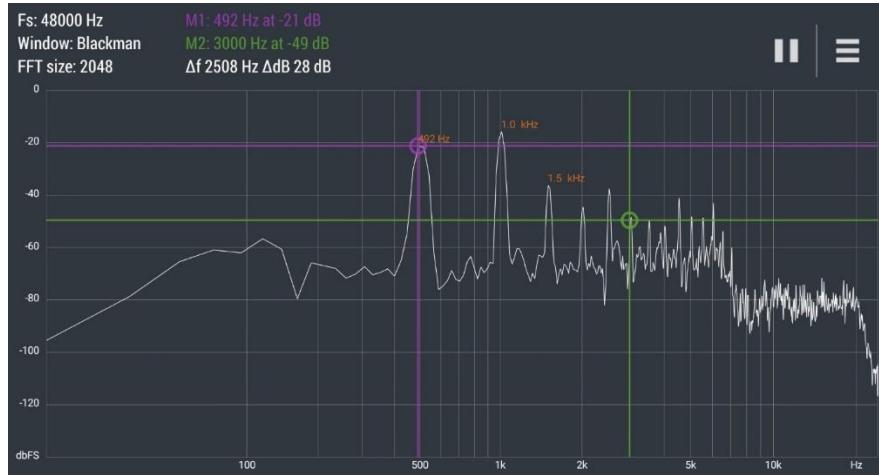
Meritev 27: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c"-70%Sn



Meritev 28: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-70%Sn



Meritev 29: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c"-70%Sn



Meritev 30: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c"-70%Sn

4.2.2.3 Piščal iz hrastovega lesa



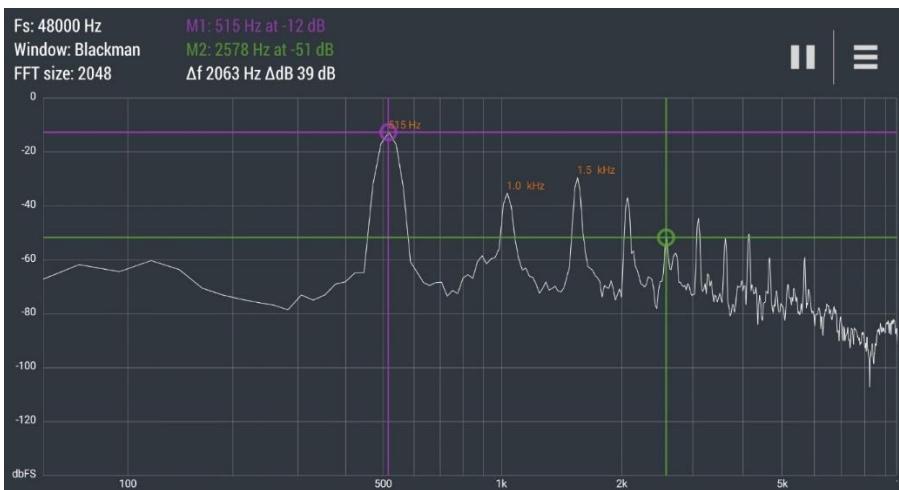
Meritev 31: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c"-hrast



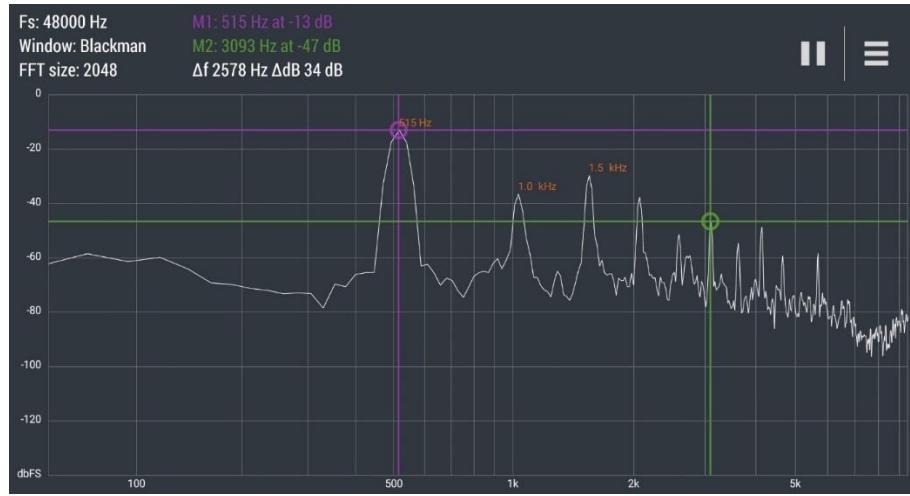
Meritev 32: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c"-hrast



Meritev 33: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-hrast



Meritev 34: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c"-hrast

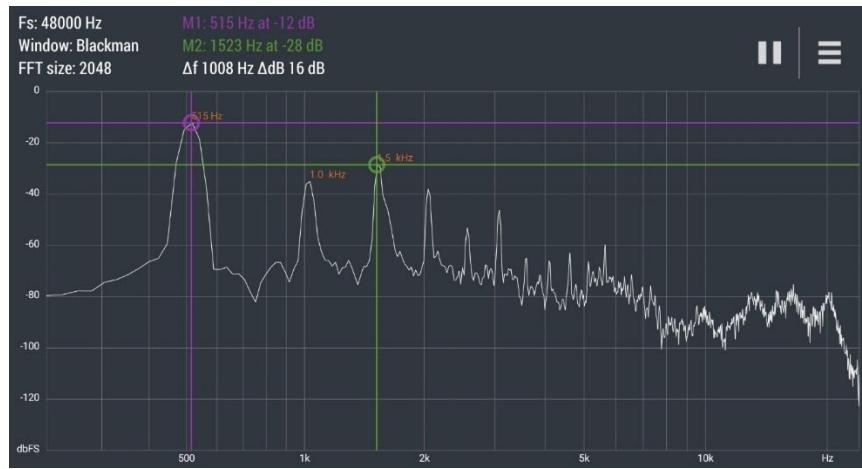


Meritev 35: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-hrast

4.2.2.4 Piščal iz smrekovega lesa



Meritev 36: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo-c"-smreka



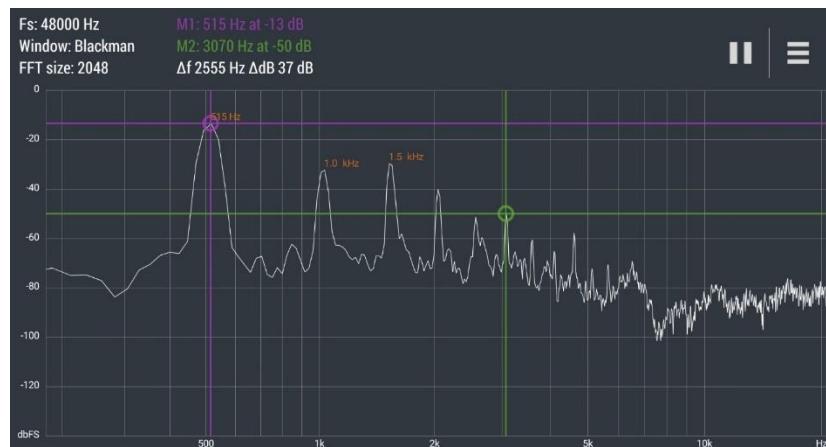
Meritev 37: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto-c"-smreka



Meritev 38: Razlika med jakostjo osnovnega tona in oktavo 2-c"-smreka



Meritev 39: Razlika med jakostjo osnovnega tona in terco-c"-smreka



Meritev 40: Razlika med jakostjo osnovnega tona in kvinto 2-c"-smreka

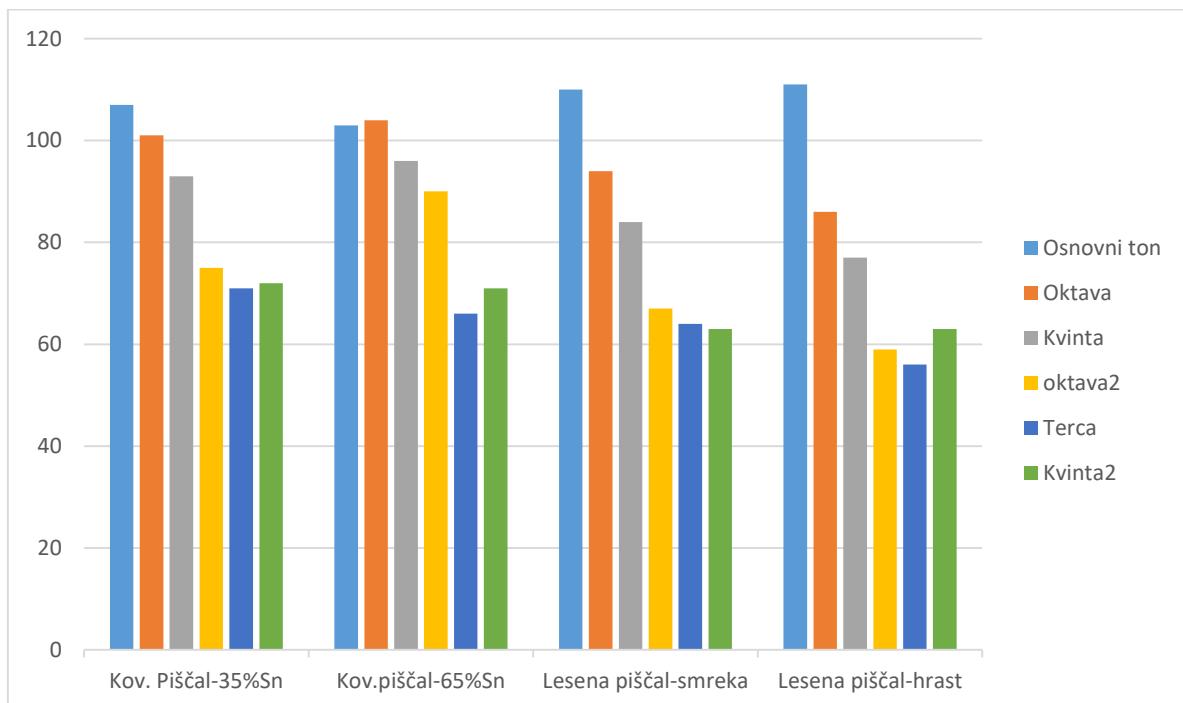
Tabela 2: Razlika posameznih alikvotov do osnovnega tona v Hz

	oktava	kvinta	oktava	terca	kvinta
C' 35%Sn	6	14	32	36	36
c'70%Sn	1	7	13	37	32
c' iz smreke	16	26	43	46	47
c' iz hrasta	25	34	52	55	48
C" 35%Sn	5	-18	29	30	35
c"70%Sn	-1	15	21	16	28
c" iz smreke	25	16	29	45	37
c" iz hrasta	19	18	22	39	34

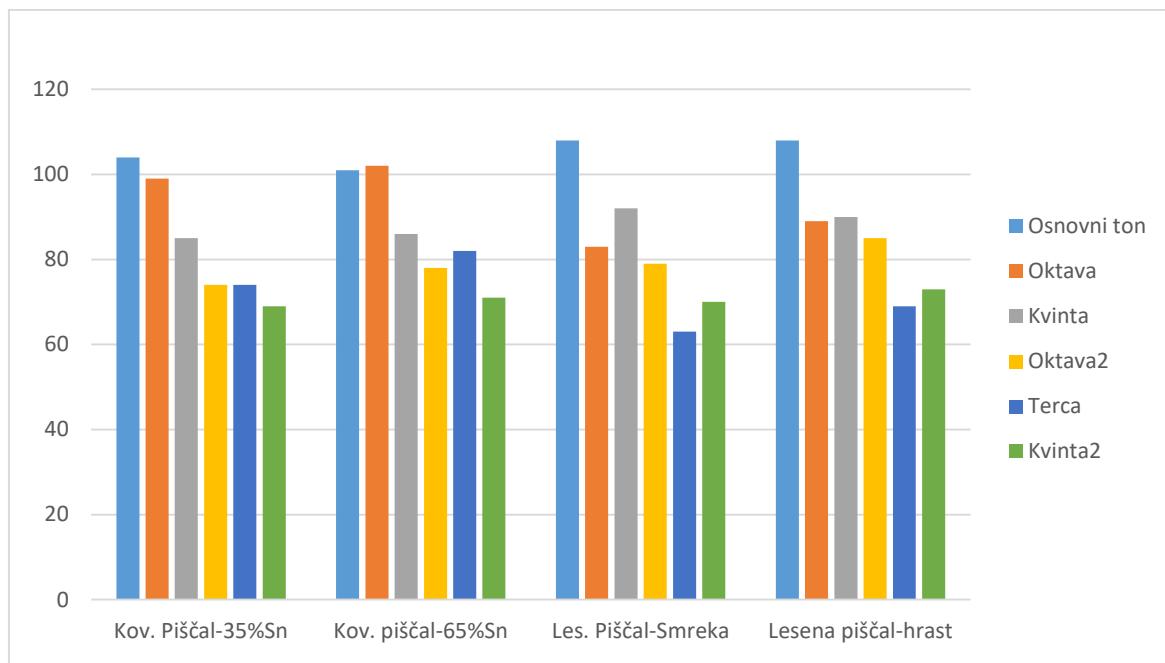
Tabela 3: Jakost osnovnega tona in posameznih alikvotov

	osnovni ton	oktava	kvinta	oktava	terca	kvinta
C' 35%Sn	107	101	93	75	71	72
c'70%Sn	103	104	96	90	66	71
c' iz smreke	110	94	84	67	64	63
c' iz hrasta	111	86	77	59	56	63
C" 35%Sn	104	99	85	74	74	69
c"70%Sn	101	102	86	78	82	71
c" iz smreke	108	83	92	79	63	70
c" iz hrasta	108	89	90	85	69	73

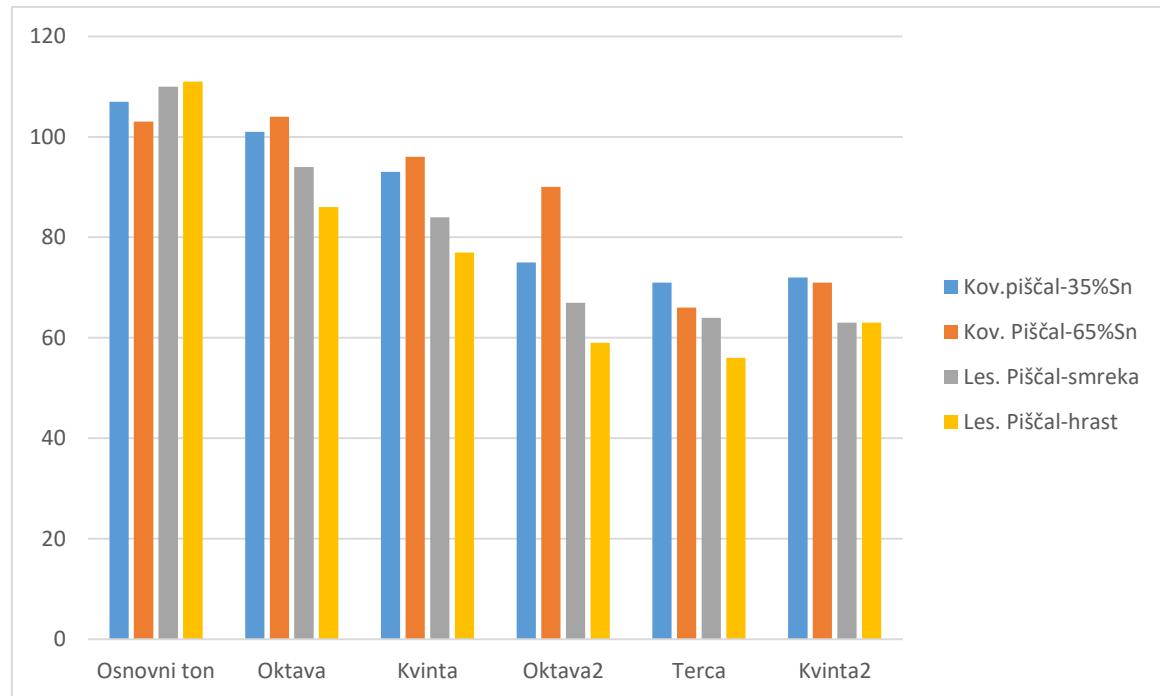
Graf 4: Jakost alikvotnih tonov pri posameznih piščalih na tonu c'



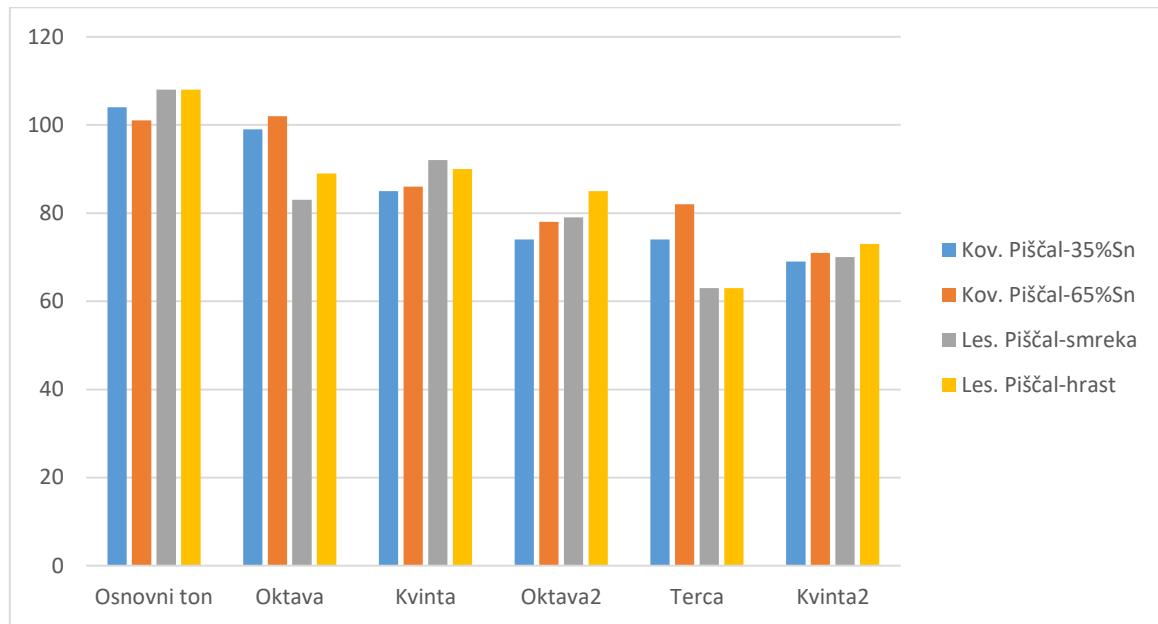
Graf 5: Jakost alikvotnih tonov pri posameznih piščalih na tonu c"



Graf 6: Primerjava med jakostjo alikvotov na tonu c'



Graf 7: Primerjava med jakostjo alikvotov na tonu c"



4.2.3 Razprava

Iz posnetkov meritev lahko vidimo, da so spektri zvoka zelo podobni. Na vsaki sliki vidimo na videz enako obliko, približno enako nazobčano. Če si pobližje pogledamo posamezne frekvence vrhov, dejansko vidimo, da je vidna pri vsaki meritvi cela paleta alikvotnih tonov. Če pa pobližje pogledamo razlike v jakosti alikvotov, napisane na vrhu slik, in vrednosti jakosti frekvenc vnesemo v grafe, pa opazimo, da je precejšnja razlika med spektrom zvoka v posameznih piščalih. Tako lahko iz grafa 4 vidimo, da je pri lesenih piščalih jakost alikvotov veliko manjša kot pri kovinskih, kar smo tudi predvidevali. Podobno vidimo tudi iz grafa 5 na tonu c", le da so tam razlike nekoliko manjše, razen na prvem alikvotu, kjer je razlika zelo očitna. Je pa nam raziskava ovrgla predvidevanja, da z merilnimi pripomočki, ki so nam na razpolago, ne bo kakšne razlike med zvokom dveh kovinskih in potem med zvokom dveh lesenih piščali iz različnega lesa. Posebej pri kovinskih smo ugotovili, da so alikvoti pri tršem materialu (70%Sn) veliko močnejši kot pri nekoliko mehkejšem. Prvi alikvot je pravzaprav celo enakovreden osnovnemu tonu. Pri leseni piščali smo dosegli prav nasprotni učinek. Razlika v spektru ni velika, je pa zanimivo to, da sta prvi in drugi alikvot pri smrekovi piščali, ki je mehkejša od hrastove, celo nekoliko glasnejša kot pri piščali iz hrasta. Ko smo iskali odgovor, zakaj tako, se nam je porodilo vprašanje, da najverjetneje zaradi dobrih resonančnih lastnosti smrekovega lesa. Tega nismo mogli natančneje raziskati, vsekakor pa bi lahko bila to tema za nadaljnje raziskovanje.

Lepo primerjavo nam dasta tudi grafa 6 in 7. Iz njiju lahko razberemo, da so prav vsi alikvoti pri lesenih piščalih tiše zastopani kot pri kovinskih. Nam pa dajo lesene precej več osnovnega tona od kovinskih.

Če primerjamo med seboj obe kovinski piščali, so prvi trije alikvoti pri piščali s 65 % kositra bistveno močnejši kot pri piščali s 35 % kositram. Četrти in peti alikvot nista več tako pomembna, saj sta bistveno tišja. Pri piščali z nižjim odstotkom kositra pa dobimo več osnovnega tona kot pri višjem odstotku.

Če primerjamo med seboj lesene piščali, v grafu 6 in 7 vidimo, da nam piščali iz obeh vrst lesa dasta enako glasen osnovni ton, ki je bistveno močnejši od tistega v kovinskih. Nam pa smrekova da glasnejše alikvote kot hrastova. Pri c" je situacija nekoliko drugačna (graf 7). Pri tem tonu je pri smrekovi piščali glasnejša samo kvinta, oktavi pa sta glasnejši pri hrastovi, kar nam da jasen ton. Zakaj je razlika med tonom c' in c" nam ni uspelo dokazati, najverjetneje pa drži hipoteza, da zaradi resonančnih lastnosti smreke. Pri c" so namreč piščali tako male, da rezonanca materiala več nima tolikšnega vpliva.

5. ZAKLJUČEK

Iz razprave lahko razberemo sledeče:

Pri prvem raziskovalnem vprašanju smo ugotovili, da temperatura dejansko vpliva na višino uglastitve orgel. Za samo orgelsko koncertiranje to ni pomembno. Ker je pozimi uglastitev nižja, je za spremljanje pevskih skupin to celo dobrodošlo, saj pevci v hladnem težje više pojo. Moramo pa biti zelo pazljivi, ko spremljamo katerega drugega instrumentalista, ker je z vsako stopinjo nižjo temperaturo za 0,7 Hz (gledano na komorni ton) nižja uglastitev orgel. Lahko se zgodi, da instrumentalist, ki ga želimo spremljati, tako nizko ne more uglastiti svojega instrumenta.

Pri drugem raziskovalnem vprašanju smo ugotovili, da material, iz katerega je narejena orgelska piščal, vpliva na barvo zvoka. Kar se tiče kovinskih piščali, nam piščali z višjim odstotkom kositra dajo močnejše alikvotne tone, kar pomeni svetlejši, lesketajoč zvok. Zato je tršo zlitino smiselno uporabljati za piščali, ki morajo dati jasen zven (npr. principali, godala). Kovina z nižjim odstotkom kositra nam da manj alikvotnih tonov in več osnovnega tona, zato jo je primernejše uporabljati za piščali, ki nam morajo dati mehkejši, bolj poln in okrogel zvok (npr. flavte). Lesene piščali nam dajo veliko več osnovnega tona od kovinskih, zato je smiselno, da so leseni registri posebej dobro zastopani v orglah, ki stojijo v prostoru s slabšo akustiko, saj nam dajo bolj masiven zvok z veliko osnovnega tona kot oporo zvenu celotnih orgel.



Slika 21: Mladi raziskovalci Ana Dvoršak, Anže Horvat in Katja Kos

6. VIRI IN LITERATURA

- Škulj, E. (1996). Orglarstvo. Ljubljana: Družina.
- Zapušek E. (1992). Priročnik za predmet organografija. Velenje: Glasbena šola Fran Koron-Koželjski.
- Škerjanc L. M. (1964). Nauk o instrumentih. Ljubljana: DZS.
- Adelung W. (1991). Einführung in den Orgelbau. Wiesbaden: Beritkopf & Härtel
- Orglarska delavnica Maribor (ustni vir).
- http://orglarska.lj.rkc.si/wp-content/Orglarcek_1_2018_tisk.pdf

Viri slik:

Slika 1:

https://www.google.com/search?q=italian+organ+stembridge&tbo=isch&ved=2ahUKEwjOnobL_qT2AhWEBnCKHtGBuwQ2-cCegQIAA&oq=italian+organ+stembridge&gs_lcp=CgNpbWcQAz0HCCMQ7wMQJzoECAAQEz0ICAAQCB AeEBM6BggAEB4QE1DcBljMF2CUG2gAcAB4AIABlwGIAZ0KkgEDNi42mAEEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=pRseYo64PISN3AOBJZngDg&bih=730&biw=1344&rlz=1C1GCEA_enSI921SI921#imgrc=hLNxwOEKpnOVCM

Slika 2:

https://www.google.com/search?q=italian+organ+stembridge&tbo=isch&ved=2ahUKEwjOnobL_qT2AhWEBnCKHtGBuwQ2-cCegQIAA&oq=italian+organ+stembridge&gs_lcp=CgNpbWcQAz0HCCMQ7wMQJzoECAAQEz0ICAAQCB AeEBM6BggAEB4QE1DcBljMF2CUG2gAcAB4AIABlwGIAZ0KkgEDNi42mAEEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=pRseYo64PISN3AOBJZngDg&bih=730&biw=1344&rlz=1C1GCEA_enSI921SI921#imgrc=hLNxwOEKpnOVCM

Slika3:

https://www.google.com/search?q=deutschland+organ&tbo=isch&ved=2ahUKEwjB6eng_aT2AhVbFMAKHZZMA2oQ2-cCegQIAA&oq=deutschland+organ&gs_lcp=CgNpbWcQAz0HCCMQ7wMQJzoICAAQCBAeEBM6CggjEO8DEOoCECc6CAgAELEDEIMBOgUIABCABDoECAAQAz0LCAAQgAQQsQM QgwE6CAgAEIAEELEDOgQlABBD OqQIA BAEoOgQIA BATOgYIA BAKEBhQwgVYu0dg5EtoAXAAeAKAAYYBiAGeFZIBBDI3LjOYAQCgAQGqAQtn d3Mtd2l6LWltZ7ABCsABAQ&sclient=img&ei=xxoeYoHqDduogAaWmY3QBg&bih=730&biw=1344&rlz=1C1GCEA_enSI921SI921#imgrc=0cIEStXSrKDt8M

Slika 4:

https://www.google.com/search?q=Great+organ&tbo=isch&ved=2ahUKEwj82K6H_qT2AhUki_0HfURCIEQ2-cCegQIAA&oq=Great+organ&gs_lcp=CgNpbWcQAz0ECAAQEzIECAAQEzIECAAQEzIECAAQEzIECAAQEzIICAAQCBAeEBM6CggjBAeEBMyCAgAEAgQHhATMggIABAIEB4QEzIICAAQCBAeEBMyCAgAEAgQHhATMggIABAIEB4QEz0KCCMQ7wMQ6glQJzoHCCMQ7wMQJzoFCAAQgAQ6BAgAEAM6CwgAEIAEELEDEIMBOgQIA BAEUABYmS5g80JoAXAAeACAAXSIAagIk gEDOC4zmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWewAQR AAQE&sclient=img&ei=G BseYvzsAqSW9u8P9aOoiAU&bih=730&biw=1344&rlz=1C1GCEA_enSI921SI921#imgrc=VaCCGUGhy3FcaM

Slika 5: Škulj, E. (1996). Orglarstvo. Ljubljana: Družina.

Slika 6: Škulj, E. (1996). Orglarstvo. Ljubljana: Družina.

Slika 7: Škulj, E. (1996). Orglarstvo. Ljubljana: Družina.

Slika 8: <https://foto-zgodbe.blogspot.com/2017/08/sveta-trojica-v-slovenskih-goricah.html>

Slika 9: Zapušek E. (1992). Priročnik za predmet organografija. Velenje: Glasbena šola Fran Koron-Koželjski.

Slika 10: lastni arhiv

Slika 11: lastni arhiv

Slika 12: lastni arhiv

Slika 13: lastni arhiv

Slika 14: lastni arhiv

Slika 15: lastni arhiv

Slika 16: lastni arhiv

Slika 17: lastni arhiv

Slika 18: lastni arhiv

Slika 19: lastni arhiv

Slika 20: lastni arhiv

Slika 21: lastni arhiv