

Sveučilište u Zadru

Odjel za informacijske znanosti

Preddiplomski sveučilišni studij informacijskih znanosti (jednopedmetni – redovni)



Božidar Bilušić

Digitalizacija glazbene građe

Završni rad

Zadar, 2016.

Sveučilište u Zadru

Odjel za informacijske znanosti

Preddiplomski sveučilišni studij informacijskih znanosti (jednopedmetni – redovni)

Digitalizacija glazbene građe

Završni rad

Student/ica:

Božidar Bilušić

Mentor/ica:

Doc. dr. sc. Jadranka Stojanovski

Zadar, 2016.



Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, Božidar Bilušić, ovime izjavljujem da je moj završni rad pod naslovom Digitalizacija glazbene građe rezultat mog vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mog rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mog rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 22. rujan 2016.

Sadržaj

Uvod.....	2
Teorijski dio	3
PREDNOSTI DIGITALNIH FORMATATA	3
Praktične prednosti.....	3
Prednosti pri katalogizaciji	4
AUDIO FORMATI	5
Osnove snimanja u PCM formatu	5
Prijelaz s PCM audio formata na MP3.....	6
Razvoj MP3 formata.....	7
Postulati psihoakustike	8
UTJECAJ TEHNOLOŠKE REVOLUCIJE NA RAZVOJ PRODUKCIJE.....	9
Analogno vs. digitalno.....	9
Budućnost	11
Glazba kao dio knjižnične građe.....	12
Eksperimentalni dio	13
UVOD.....	13
PROBLEM	14
HIPOTEZA	14
Materijali i metode	14
Statistički.....	14
Produksijski	14
POSTUPAK.....	15
REZULTATI	16
RASPRAVA	16
ZAKLJUČAK	17

Sažetak

Ovaj rad bavi se digitalizacijom glazbene građe. Naglasak je stavljen na formate digitalnih glazbenih zapisa koji se u današnje vrijeme najučestalije koriste, u prvom redu na MP3 format. Teorijski dio rada bavi se nastankom i razvojem MP3 formata, principima digitalizacije iz analognog zapisa. Naziv za format zvučnog zapisa dobivenog ovim procesom je PCM audio – Pulse Code Modulation. Danas u standardnoj uporabi, digitalni glazbeni format ima mnoge prednosti u odnosu na prethodni analogni zapis. Jedna bitna prednost u kontekstu knjižničarstva je ID3 tag, spremnik metapodataka kojeg svaki ovakav zapis sadržava i koji znatno ubrzava rad s podacima. S druge strane, glazbena struka često negoduje zbog slabe kvalitete MP3 formata uzrokovane težnjom smanjenja količine podataka koju zapis sadržava. Istraživački dio rada bavi se upravo tim pitanjem. Proveden je eksperiment zavisno složenog nacrtu s uzorkom od 12 ispitanika; 6 glazbenika i 6 neglazbenika s ciljem utvrđivanja razlikuju li oni analognu od digitalne snimke iste kompozicije, te koja im se više sviđa. Pokazalo se da analogno snimljene trake ljudi procjenjuju uhu ugodnijima od onih digitalnih, i da, prilikom upita o razlikovanju digitalnog i analognog zvučnog zapisa, glazbenici mahom pokazuju veću sposobnost za takvu distinkciju. Preciznije, 5 od 6 glazbenika uspješno je prepoznalo koja verzija je analogna a koja digitalna, dok su isto uspjela prepoznati 2 neglazbenika.

Ključne riječi: MP3; analogni glazbeni zapis; digitalni glazbeni zapis

Uvod

Postupak digitalizacije glazbene građe uvelike je olakšao prijenos, održavanje i sistematizaciju zvučnih zapisa i na taj način unaprijedio glazbenu industriju. Utjecaj digitalizacije nije stao samo na glazbenoj - imao je odjek i na mnoge druge, kako administrativne, tako i znanstvene djelatnosti. Digitalizacijom je glazba postala proizvod koje se lako i jeftino konzumira, i kao takva, ušla je u život čovjeka na potpuno nov način. Prije samo par desetljeća ideja o besplatnom pribavljanju kvalitetnih glazbenih uradaka bila je gotovo utopistička, ali danas je postala realnost – ljudi preslušavaju osobno izrađene “*playlist-e*” dok rade, dok se opuštaju, rekreiraju itd. Ukratko, laka dostupnost rezultirala je velikim porastom stope konzumiranja glazbenih zapisa u svijetu. Sve je ovo rezultiralo složenim domino efektom na industriju produciranja glazbe i glazbenog izdavaštva. Nadalje, izvršen je utjecaj i na same autore glazbe - svi ti tehnološki noviteti su pred glazbenike postavili dvojbu: prilagoditi se novonastaloj situaciji ili nastaviti biti vjeren tradicionalnim i provjerenim metodama?

Osnove svakog tržišta, pa tako i onog glazbenog, nalažu sljedeću logiku: veća i jeftinija dostupnost proizvoda nalaže pad kvalitete tog proizvoda. Takav scenarij se upravo dogodio s glazbom i njenom produkcijom. Postavlja se pitanje treba li se pri snimanju potpuno predati i posvetiti postizanju što kvalitetnije snimke, ako najveći broj slušatelja uopće neće biti u mogućnosti čuti kvalitetu postignutog zvuka, jer će je slušati u širokoprihvaćenim, komprimiranim, prilagođenim mrežnoj propusnosti i nekvalitetnim formatima? Mogu li nove generacije uopće uočiti razliku digitalnog zvučnog zapisa od onog analognog? To je jedno od pitanja koje će se u ovom istraživanju provjeriti eksperimentalnim putem.

Kvalitetu glazbenih zapisa trebale bi braniti kulturne, obrazovne i druge društvene institucije, u svrhu očuvanja primjerene razine kulture. Primjer institucije koja se brine da kvalitetna glazba bude dostupna građanima narodna je knjižnica. Narodne knjižnice trebale bi igrati veliku ulogu u populariziranju konzumiranja glazbe putem raspoloživih kanala. Postoje

brojni suvremeni formati sistematizacije digitalne glazbene građe u knjižnicama, koje ću pobliže opisati u nastavku rada. Nadalje, knjižnične glazbene zbirke bi trebale obilovati kvalitetnim digitalnim PCM audio formatom, koji ima brojne prednosti u odnosu na njegovog „mlađeg i neostvarenijeg brata“ – komprimirani MP3 format. Ipak, danas je situacija takva da MP3 format suvereno vlada glazbenom industrijom.

MP3 ili MPEG-1 *Audio Layer 3* najpopularniji je *lossy* audio digitalni format (format s manjkom informacija u odnosu na originalni zapis¹). Povijesno gledano, označio je kraj glazbene ere u kojoj je album bio uokvirena umjetnička cjelina dostupna slušateljima isključivo kupnjom nosača zvuka u pripadajućim glazbenim trgovinama. Ta praksa se djelomice nastavila kada se, na krilima tehnološke računalne revolucije, s vinilnih nosača zvuka prešlo na kompakt diskove koji su sadržavali zvučne zapise u PCM audio formatu. Konačni “udarac” kupovini glazbe na ograničenim nosačima zvuka zadala je pojava MP3 formata. Postoji vrlo dobar razlog zašto je tomu tako i zašto MP3 format suvereno vlada glazbenom industrijom kraja 20. i početka 21. stoljeća. Naime, svoju široku rasprostranjenost ovaj format duguje razvoju interneta i različitih programa za razmjenu datoteka. Izrazito je prihvaćen prvenstveno zbog ekonomičnosti i kompaktnosti podataka tog formata (štednja virtualnog prostora), kojima se stoga uvelike olakšava distribucija ovakvog digitalnog audio zapisa. MP3 format nam je u ovom slučaju poslužio samo kao jedan primjer kako je digitalizacija glazbene građe preporodila glazbenu industriju i pokorila je svojim brojnim i nezamjenjivim prednostima – prednostima koje rese sve vrste digitalnih formata.

Teorijski dio

PREDNOSTI DIGITALNIH FORMATA

Praktične prednosti

Prednost digitalnih formata leži prvenstveno u lakoći svakodnevnog korištenja. Dodatne su prednosti mogućnost njihovog lakšeg sistematiziranja, održavanja i upravljanja. Uspoređujući digitalne formate s prethodnim glazbenim formatima i njihovim pripadajućim nosačima zvuka (npr. vinilne ploče), upravljanje digitalnim formatom je znatno olakšano. Tako se primjerice, prilikom pohrane vinilnih ploča u knjižnicama trebalo paziti na brojne fizičke karakteristike okoliša, kao što su npr. temperatura, vlaga, svjetlo itd. Za primjer uzmimo

¹ Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MP3> (2016-07-01)

priručnik američke Kongresne knjižnice za upravljanje audio materijalima, gdje su eksplicitno navedeni koraci prilikom rukovanja s takvim nosačima zvuka: obavezno je pranje ruku prije doticaja s nosačem, pohrana na očišćenu površinu, eliminiranje rizika da hrana i piće dođu u doticaj s nosačem, nije dopušteno diranje površine prstima itd.

Prednosti pri katalogizaciji

Usporedno s ovim, održavanje zvučne građe u digitalnom formatu uvelike je olakšano jer su zapisi pohranjeni na tvrdi disk s kojega se neograničeno koriste uz pomoć različitih programa. Nadalje, za razliku od starijih nosača zvuka koje je trebalo ručno sistematizirati po kategorijama i sve to bilježiti u knjižničnu bazu podataka, sistematizacija digitalnih audio zapisa je mnogo jednostavnija jer su brojni metapodaci sadržani u samom zapisu i lako se “čitaju” uz pomoć odgovarajućih računalnih programa. Kao primjer možemo uzeti sustav za pohranu metapodataka „ID3 tags²“ pomoću kojeg se zvučni zapis može učitati u virtualnu bazu podataka preuzimanjem različitih podataka o zvučnom zapisu. Ovakav način olakšava izgradnju knjižnične baze podataka i čini je pristupačnijom njenim korisnicima.

U osnovi, ID3 je spremnik metapodataka za opisivanje audio zapisa, koji omogućuje pohranjivanje metapodataka o zvučnom zapisu u zvučni zapis kao takav. Funkcionira kod većine formata, od *Windows Audio Waveform*-a, do MPEG-1/2 layer I, MPEG-1/2 layer II, MPEG-1/2 layer II i MPEG-2.5 verzije. Dizajniran je da bude fleksibilan i u stanju pohraniti što je moguće više metapodataka koje bi korisniku trebale. ID3 sustav konstruiran je kao spremnik za nekolicinu blokova informacija koji se zovu okviri. Pri aktiviranju svakog od tih okvira postoji jedinstven i prethodno definiran identifikator koji pridonosi organiziranosti sustava za katalogiziranje.

ID3 oznaka omogućava tvorcu datoteka sustavni opis i organizaciju informacija o zapisu, kao što su npr. ime i prezime autora, ime i prezime kompozitora, ime i prezime producenta, naslov, ime pripadajućeg albuma, redni broj pjesme, žanr, itd. Odgovarajućim opisivanjem omogućili smo da se dijeljenjem datoteke istovremeno dijele i informacije o zvučnom zapisu (pjesmi). Ova prednost je posebno korisna za razmjenu putem interneta, gdje se glazbene datotoke raspačavaju neumorno i neprestano.

Sve je ovo pridonijelo približavanju glazbe široj populaciji pa su i knjižnice diljem svijeta prepoznale navedene koristi od digitalnih formata.

² Nillson, Mark. Id3v2, 1999. URL: <http://id3.org/d3v2.3.0> (2015-09-01)

AUDIO FORMATI

Osnove snimanja u PCM formatu

Prije nego što se prijeđe na opis MP3 kodiranja, opisat ću tradicionalnu formu digitalnog snimanja (*Pulse Code Modulation audio*³).

Većina sistema digitalnog snimanja djeluje na isti način: dolazeći zvučni signal ulazi u A-D pretvarač (analogno u digitalno). Taj pretvarač uzima uzorke signala u pravilnim intervalima i pohranjuje svaki od njih kao binarni broj. Kao rezultat dobiva se serija binarnih brojeva koja se zatim pohranjuje u spremnik iz kojeg se te informacije mogu ponovno preuzeti.

Reproduciranje je u suštini isti proces, ali u obrnutom smjeru: serija binarnih brojeva pohranjena u spremniku se prosljeđuje u D-A pretvarač (digitalno u analogno). Taj pretvarač uzima niz binarnih brojeva dobiven uzorkovanjem originalnog signala i koristi ga pri rekonstrukciji bliske aproksimacije tog signala, koji se tada proslijedi dalje kroz signalnu putanju u pojačalo, zvučnike, i čuje kao zvuk. Naziv za format zvučnog zapisa dobivenog ovim procesom je PCM audio.

Analogni signal koji ulazi u taj proces vrlo se jednostavno može objasniti kao val u koordinatnom sustavu, gdje apscisa označava vrijeme, a ordinata amplitudu (ton).

Najnapredniji sustavi pretvaranja (A-D i D-A) iznjedre zvukove koji se praktički uopće ne razlikuju od originalno snimljenog zapisa, ali opet većina tih sustava mora djelovati unutar određenih ograničenja - treba se postići kompromis između dvije ključne varijable: *bit rate* (frekvencije uzorkovanja) i *bit-depth* (broj bitova u svakom uzorku) varijable.

Frekvencija uzorkovanja označava broj koliko je puta nadolazeći zvučni signal bio izmjeren (njegov uzorak prikupljen) u određenom vremenu i specificirana je u kilohercima. Ova varijabla se može objasniti metaforom fotoaparata: zamislimo da vrijednost te varijable označava koliko fotoaparat može slikati slika u jednoj sekundi onda ih imenovati oznakom 0 ili 1. Primjerice, da bi se postigla CD kvaliteta, nužno je osigurati frekvenciju od 44,1 kHz, što bi prema ovoj usporedbi označavalo 44 100 slika u sekundi, 22050 po kanalu. Postavlja se pitanje što se događa između trenutaka kada se „uzimaju slike“? Te praznine također moraju biti ispunjene informacijama binarnog koda (nulama i jedinicama), da bi digitalizirani zvuk što vjernije predstavljao analogni (kontinuirani protok informacija). U statistici i matematici,

³ Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MP3> (2016-07-01)

taj se postupak zove ekstrapolacija⁴ (pretpostavljanje dispozicije određene točke u koordinatnom sustavu na temelju znanja o poziciji točke koja joj prethodi i koja je poslije nje u prethodno definiranoj krivulji).

Druga varijabla, nazvana *bit-depth*, predstavlja točnost kojom je svaki uzorak zvučnog signala „opisan“. S obzirom da A-D pretvarač pretvara zapis u binarni broj satkan od nula i jedinica, *bit-depth* predstavlja količinu tih brojeva – što je broj veći, to je više informacija (a time i kvaliteta bolja). Pojam je usko vezan s pojmom '*Bit rate*', naime vrijedi jednadžba: *Bit rate* = (*sampling rate*) × (*bit depth*) × (broj kanala).

Prijelaz s PCM audio formata na MP3

CD standard snimka pri početku 21. vijeka bila je ona koja uključuje 16-bitni sistem s frekvencijom uzorkovanja od 44.1 kHz, no tad se pojavio problem veličine datoteke takvog CD standarda. Naime, samo jedna minuta zvučnog zapisa takve kvalitete zauzimala je 10 MB prostora, što je postalo problematično pri pohrani i distribuciji takvih glazbenih zapisa putem računala i interneta. Da bi se otklonili ovi problemi, pribjeglo se metodi reduciranja veličine zvučnog zapisa uz što manji gubitak kvalitete snimke, što je bilo izvedivo na dva načina. Prvi način je redukcija frekvencije uzorkovanja. Primjerice, ako prepolovimo frekvenciju uzorkovanja, polovica mjera ulazećeg signala je izbrisana, i tako je veličina podataka prepolovljena. Gubitak se očituje u posljednjoj oktavi čujnoj ljudskom uhu (10-20 kHz) jer ista sadrži najmanje ključnih podataka za slušatelja, tj. u toj oktavi nije zastupljen gotovo niti jedan instrument, već samo njihovi viši harmonici. Ipak, iako ti podaci nisu ključni, postoji razlog zašto su na snimci i ne treba dodatno napominjati kako snimka, nakon ovog procesa postaje lišena svojih bitnih karakteristika.

Ovim se problemom bavi takozvani „*Shannon-Nyquist teorem*“, koji tvrdi kako je najviša frekvencija koja se može točno zabilježiti i čuti zapravo polovica od frekvencije uzorkovanja. Kod CD kvalitete čija je frekvencija uzorkovanja 44,1 kHz to nije problem, jer prepolovivši 44,1 kHz na lijevi i desni kanal dobivamo 22,5 kHz, frekvenciju višu od one koju naše uho može percipirati. S obzirom na to, takva snimka ostaje u punoj kvaliteti koja je i originalno snimljena, ali prilikom daljnjeg smanjenja (dijeljenja s 2) frekvencije uzorkovanja s ciljem uštede na prostoru diska, polovica te nove frekvencije uzorkovanja (22,5 kHz) jest 11,925 kHz. Na takvoj snimci se čuje degradacija kvalitete zvučnog zapisa. Drugi način

⁴ Hrvatski leksikon. URL:<http://www.hrleksikon.info/definicija/ekstrapolacija.html> (2015-09-01)

reduciranja veličine zvučnog zapisa je redukcija bit-depth varijable s 16 na 8 bitova. To rezultira samo jednim bajtom po uzorku, umjesto dva, što također smanjuje veličinu datoteke. Posljedica ovog postupka je gubitak na dinamici snimke, čime ona postaje neprirodna.

Razvoj MP3 formata

Povijest MP3 formata možemo pratiti još od ranih 70ih, kada se njemački profesor Dieter Seitzer⁵ po prvi puta uhvatio u koštac s problemom prijenosa govornog zapisa preko telefonske linije u visokoj kvaliteti. Kako je vrijeme odmicalo, pojavom ISDNa i optičkih kabela, taj problem je prestao biti prioritet i više nije bilo potrebe za naprednije kodiranje govornog zapisa, ali profesora Seitzera to nije pokolebalo nego inspiriralo da predmet svog istraživanja prebaci s govornog, na unaprjeđenje kodiranja glazbenog zapisa. Upravo njegovom zaslugom, krajem 70ih izumljen je prvi procesor digitalnog signala koji je bio u stanju komprimirati zvučni zapis. Paralelno tomu, Seitzerov student Karlheinz Brandenburg istražuje psihoakustične i psihofizičke odrednice čujnosti i zapaženo ih primjenjuje pri procesu audio kodiranja.

Godine 1981. prvi kompakt disk (CD) je predstavljen svijetu. U nastavku burne prošlosti razvoja MP3 formata, značajne optimizacije algoritama zvučnog signala dovode do ubrzavanja sistema zaduženog za njegovo kodiranje, pa je tako krajem 90ih predstavljen MP3 format u kojemu je brzina kodiranja signala bila 64 kBit/s – brzina pri kojoj se po prvi put omogućila reprodukcija kvalitetnog zvučnog zapisa s kompakt diska.

MPEG (*Moving Picture Experts Group*) grupa godine 1992. objavljuje svoj prvi kompresijski standard zvan MPEG-1, za upotrebu kod video CD-ova, a prvo izdanje je izdano pod nazivom ISO/IEC 11172 u kolovozu 1993. Što se tiče audio formata kao takvog, za njega se specificiraju tri kodek (eng. *codec*) formata: razine 1, 2, i 3. Kodek je računalni program sposoban za kodiranje i dekodiranje digitalnog protoka informacija, tj. digitalnog signala. Na kraju se pokazalo da je najefikasniji od sva tri kodeka bio onaj posljednji - razina 3 od kuda potječe porijeklo broja u kratici MP3⁶.

Godine 1995. glasovanjem unutar užeg kruga uprave tvrtke Fraunhofer, gdje su bili zaposleni Seitzer i Brandenburg, članovi odbora jednoglasnom odlukom proglašavaju MP3 kao

⁵Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MP3> (2016-07-01)

⁶ Isto.

ekstenziju za „MPEG Layer 3“ datoteku. Iste godine, Fraunhofer tvrtka stavlja kodek razine 3 besplatno na korištenje. MP3 uskoro postaje najpopularniji način za skladištenje glazbe na relativno malene tvrde diskove računala i za prebacivanje glazbenih datoteka putem modemske veze od 28.8kbps i više.

Od 90ih pa na ovamo, s obzirom da je MP3 zapis zvuka postajao sve kvalitetniji, a brzina kodiranja sve brža, popularnost ovog formata dosegla je maksimum. Format MP3 je praktički postao standard za slušatelje glazbe diljem svijeta, a upravo zahvaljujući njemu dogodila se hiperinflacija glazbenih zapisa. Umjetnost glazbe je tako većini ljudi postala „besplatno“ dostupna. Konačni cilj idealnog PCM modela bio je digitalno reproducirati zvučni val nadolazećeg signala što je moguće točnije i preciznije. Ipak, audiofili su postavili pitanje koje baca sjenu na samu okosnicu tog modela – zahtjeva li reprodukcija zvuka preciznu reprodukciju zvučnog vala?

Postulati psihoakustike

Fenomen ljudske percepcije zvuka dugo je vremena bio istraživani u polju psihoakustike i psihofizike, a ono što se otkrilo imalo je ulogu prekretnice. Ljudski mozak stvara određeni otklon pri percepciji zvuka, pa tako možemo reći da signal koji živčane stanice u konačnici dovedu do frontalnog režnja ljudskog mozga nije precizna „fotokopija“ fizičke stvarnosti, nego pak subjektivna ljudska percepcija. Ta se percepcija kreira uzimajući u obzir frekvenciju, postojanje pozadinskih šumova, amplitudu, i još mnogo drugih varijabli. Iz tog razloga važno je korištenje postupka „perceptualnog kodiranja“ pri kojem se, umjesto pokušaja da se reproducira što vjerodostojnija verzija dolazećeg signala, određuju prioritetni aspekti signala koji će slušatelju biti narelevantniji za konačni dojam. To je bio Brandenburgov cilj i njegov najveći doprinos MP3 formatu.

Radom Karlheinz Brandemburga, „oca MP3 formata“ na scenu stupio pojam „irelevantnost određenih frekvencija“. Naime, Brandenburgov psihoakustični MP3 model zastupa stajalište kako cjeloviti i realni zapis dolazećeg signala koji sadržava PCM model nije potreban, jer veliki broj frekvencija koje sadržava takav zvučni zapis ljudsko uho uopće nije u stanju čuti. Taj argument psihoakustičari uzimaju kao razlog za uklanjanje tih frekvencija i stvaranje datoteke manje veličine. Velik broj audiofila se ne slaže s ovom postavkom, govoreći kako upravo te frekvencije, koje su okarakterizirane kao irelevantne, daju audio snimkama „ono nešto“ od ključnog značaja. Neki od njih idu kritiziraju čak i zapise s frekvencijom

uzorkovanja 44,1 kHz, jer tvrde da frekvencije iznad 22,05 kHz također pridonose važnu ulogu u konačnom akustičkom dojmu pjesme.

Zanimljiv doprinos ovoj tezi dao je student Sveučilišta u Virginiji Ryan McGuire. U njegovom projektu pod nazivom „Duh u MP3-ju“ praktički je oduzeo PCM audio signalu pjesme „Tom's Diner“ autorice Suzanne Vege kompletnu paletu frekvencija koja je ostala od te pjesme nakon što ju se saželo u MP3 format. Razlika koju je dobio prilično je misteriozna – sastoji se od jeka, uzdaha, šuškanja i sanjivih fragmenata veličanstvenog Veginog glasa. Sve ovo ukazuje da audiofili koji kritiziraju MP3 format imaju donekle pravo.⁷

UTJECAJ TEHNOLOŠKE REVOLUCIJE NA RAZVOJ PRODUKCIJE

Analogno vs. digitalno

Kako je buran razvoj glazbenog izdavaštva utjecao na produciranje glazbenih uradaka kao takvih? Kako su autori reagirali na tehnološke inovacije, prilagodbom ili držanjem uz tradicionalne pristupe? Treba li se uopće pri snimanju posvetiti postizanju što kvalitetnije snimke, ako širi krug slušatelja uopće neće biti u stanju čuti puninu postignutog zvuka, jer će je slušati u MP3 formatima, tj. izrazito sažetim verzijama originalnih PCM snimki? Treba li stoga iznaći novi način snimanja, koji će se više prilagoditi novom mediju, ili treba odbijati kompromitiranje kvalitete zvuka? Kako se nositi sa starim, analogno snimljenim snimkama (npr. vinilnim pločama) pri njihovu digitaliziranju u svrhu izgradnje knjižničnih glazbenih zbirki i katalogiziranja audio zapisa?

Važno je registrirati postojeću centralnu dualnost pri odabiru načina produciranja: snimati analognim (tradicionalnim) ili digitalnim (suvremenim) načinom? Kako je digitalno snimanje u radu već opisano, iznijet ćemo i osnovnu definiciju analognog snimanja: to je ona vrsta snimanja koja uključuje pohranu signala kao fizičke teksture na fonografski zapis.

Mladi autori i producenti su, naravno, većinom koristili novije načine produciranja, dok su se stariji glazbenici većinom držali uvriježenih standarda i postupaka. Uvijek su postojale i iznimke – autori koji su pustili da ih razvoj produkcije vodi dalje u njihovom

⁷ Fact; music news, new music. URL: <http://www.factmag.com/2015/02/19/listen-song-made-entirely-data-lost-compressing-suzanne-vegas-toms-diner-MP3/> (2015-09-01)

eksperimentiranju, bez straha od novoga. Obje strane imaju dobre argumente za svoja stajališta. Pristaše analognog pristupa tvrde npr. da su im snimke prirodnije, toplije i s više dinamike, a pristaše digitalnog snimanja tvrde da su revolucionarniji, da gledaju u budućnost te konačno, da kompletan postupak snimanja njihovim načinom traje puno kraće i umnogoma je jeftiniji. U sljedećem paragrafu kritički ćemo sagledati oba načina snimanja sa svim njihovim prednostima i nedostacima.

Izraz „analogno“ označava kontinuirani izvor informacija. Na ovo ćemo se osvrnuti u kontekstu audio zapisa i načina na koji se zvuk pretvara u električnu energiju, a potom pohranjuje na magnetski medij, tj. magnetsku traku (rečeni fonografski zapis). Ovakve snimke imaju „topliji“ ton te se kod njih odvija prirodna kompresija izazvana magnetskim poljem, koje igra važnu ulogu pri procesu snimanja. Negativna strana ovakvog načina snimanja je skupoća magnetskih traka, velika količina šuma kojeg stvara traka kao takva, održavanje samih uređaja i naposljetku dugotrajnost cijelog procesa.

S druge strane, mnogo stručnjaka tvrdi kako je digitalno snimanje preciznije od analognog, govoreći kako je upravo ta preciznost digitalnog signala razlog zašto primjećujemo „tvrdoću i oštrinu“ u dobivenim snimkama, suprotno od „topline i mekoće“ analognog zapisa, koji prema njima služi kao modifikator kakvoće zvuka zbog svojih nesavršenosti (koje nisu nužno uhu neugodne). Naime, tvrde kako je povratak na stare „vintage“ mikrofone zapravo samo bijeg od realnosti pravog i neobojenog zvučnog zapisa⁸. Istina je i da postoji veliki broj digitalne opreme koja jednostavno nije dovoljno kvalitetna i stvara zasićenje signala. Upravo je takva oprema zaslužna za učestalo kreiranje tog „oštrog i hladnog“ digitalnog zvuka. Takav zvuk se može dogoditi iz mnogo razloga; primjerice zbog preoštrg filtera, loše aparature za konverziju, slabe rezolucije itd.

Stavljanje osjetljivih A/D i D/A pretvarača u isto kućište s motorom pokretačem (primjerice mikseta s ugrađenim konverterima) također je loša praksa. S vremenom se ovakvi uređaji povlače s tržišta, „oštar i hladan zvuk“ postaje pristupačan cijenom a proces snimanja postaje lišen mukotrpnosti analognog procesa snimanja. Činjenica da se u digitalnom svijetu postiže sve veća rezolucija audio snimki (npr. 96 kHz/24 bit) ide u prilog naznakama prevladavanja digitalnih zapisa i otpremanja analognih u „podrume povjesnih starina“. Teško je predvidjeti budućnost, a kao što još uvijek postoji sklonost čitanja tiskanih (analognih) knjiga uza sve

⁸ Šesterikov, Božidar. Stereofonski radio-prijemnici. Beograd: Tehnička knjiga Beograd, 1977.

prednosti onih digitalnih, tako je prisutna određena magija u koloritu prisutnom u analognim trakama, kojeg se audiofilu još uvijek ne žele odreći.

Velik broj glazbenika još uvijek preferira analognu opciju. Upravo se zato lampaški mikrofoni (mikrofoni u kojima se koriste vakumske cijevi) i pretpojačala rašireno koriste, u mnogo slučajeva u kombinaciji s kvalitetnim digitalnim sistemom. Istraživanja su pokazala da svijet glazbenika, ali i laika, analogno snimljene zapise procjenjuju ljepšima, uhu ugodnijima, prirodnijima, prostornijima, dubljima, te čistijeg i transparentnijeg tona od većine dostupnih digitalnih zapisa. Možda je upravo kombinacija ova dva načina snimanja ključ za revoluciju kvalitete zvuka modernog doba i razvoj novog standarda za buduće audiofile. Da bi eksperimentalno provjerili ove postavke, podvrgnut ćemo uzorak od $N=12$ ispitanika dvostruko slijepom testu odabira između iste snimke u analognoj i digitalnoj verziji. Eksperiment se prvenstveno provodi kako bi se odgovorilo na glavno istraživačko pitanje: Treba li se pri snimanju potpuno posvetiti postizanju što kvalitetnije snimke, ako širi krug slušatelja uopće neće biti u stanju čuti punoću postignutog zvuka, jer će je slušati u MP3 formatima, tj. izrazito sažetim verzijama izvornih PCM snimki?

Budućnost

Možemo reći da je sva ova dosadašnja rasprava o borbi analognog i digitalnog signala rezervirana za glazbene i produkcijske stručnjake, a ne za prosječnog slušatelja laika. Budući da još uvijek nema konačnog odgovora na pitanje treba li se toliko pažnje posvećivati kvalitetnoj produkciji ukoliko će proizvod koristiti slušatelji koji upotrebljavaju sustave za prijenos zvuka loše kvalitete (e.g. prijenosna računala, pametni telefoni, tableti itd.), navest ćemo par argumenata koji će poslužiti kao rasprava na tu temu.

Nema osnova očekivati da će prosječnom slušatelju pop hita biti relevantno je li snimka koju sluša zakinuta za niske frekvencije koje osigurava analogni zapis, ukoliko taj hit sluša preko svog pametnog telefona. Opravdano je stoga pitati se čemu se onda uopće upuštati u podvig postizanja što prirodnije snimke, kad je znatno lakše prekomjerno istaknuti srednji dio frekvencijskog spektra koji je najistaknutiji pri reprodukciji od strane zvučnika mobilnih uređaja. Također se možemo pitati čemu se truditi postići prirodan zvučni zapis, ako će se ta snimka pretežito slušati preko popularne web aplikacije zvane „Youtube“, koja u sebi ima integriran normalizator zvuka, koji poprilično iskrivi zvučnu sliku. Ova razmatranja treba također sagledati u svjetlu trendova izumiranja kupovine nosača zvuka, kulturu legalnog

preuzimanja PCM formata glazbenog zapisa, ali i posuđivanja PCM građe u narodnim knjižnicama.

Glazba kao dio knjižnične građe

Obzirom da tehnologija nezaustavljivo napreduje, postoji velika vjerojatnost da u budućnosti neće biti potrebe preko interneta slušati pjesmu u izrazito sažetom MP3 obliku, već u punoj PCM kvaliteti. Pretpostavke za takvo što bile bi pojava jeftinih diskova velikog kapaciteta (TB), bežičnih ili žičanih posrednika pri prijenosu podataka koje bi karakterizirala puno veća brzina (nadolazeće verzije USB portova, danas već standardni USB 3.0., *Thunderbolt*, sve veće propusnosti mreže itd.), kada ne bi bilo potrebe za reduciranjem jedne PCM audio minute od 10 MB u puno manju MP3 verziju. Naravno, postoje i druge ekonomske, socijalne, psihološke i druge pretpostavke kao što su npr. promjena kulture slušanja i kupovanja glazbe, obrazovanje građana o pravilnom i kvalitetnom konzumiranju glazbe itd⁹.

U tom je segmentu bitna uloga kulturnih institucija poput narodnih knjižnica. Ellen Tise, predsjednica Međunarodne federacije Knjižničarskih udruženja i institucija u jednom svom intervjuu obrazlaže ulogu koju moderna knjižnica mora preuzeti u današnjem okružju sveopće dostupnosti informacija:

„U prvom redu, mislim da je jedan od glavnih izazova za knjižnice taj, da uopće postanu priznate kao „institucije znanja“. Kao što je poznato, s obzirom na količinu informacija koje su u najvećem broju slučajeva slobodno dostupne putem interneta i drugih medija, knjižnice više ne mogu tvrditi da su glavni ponuđač pristupa znanju, a osim toga, moraju se neprekidno nadmetati s novim medijima ili generatorima znanja.

*Drugi veliki izazov koji se postavlja pred knjižnice, stvaranje je resursa znanja potrebnih ili očekivanih od njihovih korisnika. U tom smislu, knjižnice se moraju okrenuti novim zadacima i ulogama: one same moraju postati generatori znanja, objavljivanjem u opće dostupnim forumima, razvijanjem digitalnih knjižnica i institucionalnih online-arhiva, te promicanjem metode otvorenog pristupa kao alternativne metode za poboljšanje pristupa znanju.“*¹⁰

⁹ Care, Handling, and Storage of Audio Visual Materials, 2000. URL: <http://www.loc.gov/preservation/care/record.html> (2015-09-01)

¹⁰ Goethe institut. URL: <http://www.goethe.de/ins/hr/hr/zag/kul/mag/dbz/5648063.html> (2016-07-01)

Dva dijela ove izjave su od presudne važnosti za definiranje uloge knjižnica u promicanju slušanja glazbe: dio koji govori o ulozi knjižnice koja društvu služi kao generator znanja i dio koji implicira razvoj digitalnih knjižnica (digitalnih glazbenih zbirki).

Na koji način knjižnica može sudjelovati kao „generator znanja“ kad je glazba u pitanju? Prvenstveno, uloga narodne knjižnice trebala bi biti pomoć mladim i neetabliranim glazbenicima pri izdavanju svojih prvih glazbenih uradaka, na način da im knjižnica osigura uslugu legalnog izdavaštva. Knjižnica bi tako bila važan faktor u promicanju glazbene kulture i obrazovanju mladih te poticanju slobodnog umjetničkog izražaja. Kada bi knjižnice nudile npr. natječaje za izdavanje glazbe, omogućile svim mladim autorima legalan proboj na tržište, to bi za posljedicu svakako imalo unaprjeđenje u kvaliteti produkcije. U tom bi se slučaju nadležne kulturne institucije države umrežile na način da spoje mlade autore s pripadajućim profesionalnim studijima, što bi se moglo izravno subvencionirati od strane resora ministarstva kulture. Ulaganje takve vrste je mnogo plodonosnije za razvoj kulture jer ne uključuje ulaganje isključivo u staru kulturnu glazbenu baštinu, nego i u žive, buduće baštinike narodne umjetnosti, koji će tako biti potaknuti nastaviti razvoj izričaja. Upravo tako bi knjižnica mogla ispuniti jednu od svojih uloga „generatora znanja“.

Dio u kojem Ellen Tise govori o nužnoj digitalizaciji knjižnica, također je vrlo važan. Ukoliko bi knjižnica uložila u digitalizaciju ili nabavku kvalitetno digitalizirane analogne građe (poštivajući pravne, etičke i strukovne norme), odgovarajuće je katalogizirala, te je predstavila na interaktivan način, kulturna baština, bilo domaća autohtona ili inozemna, bila bi dostupnija novim generacijama, među kojima bi se zasigurno našli i poneki od prethodno opisanih pripadnika skupine mladih i neetabliranih autora. U današnje vrijeme posvemašnje dostupnosti informacija, prisutan je svojevrsni nedostatak didaktičke uloge – uloge koju su obično obnašali preci prilikom podučavanja o baštini. Knjižnice bi mogle preuzeti ulogu interaktivnog podučavanja o aspektima, žanrovima, pravcima i strujama u glazbi. Digitalne glazbene zbirke jedan su pod preduvjeta takove uloge knjižnica.

Eksperimentalni dio

UVOD

Cilj ovog istraživanja je ispitati razlikuju li ljudi digitalne i analogne zvučne zapise. Prethodno iznesene teoretske postavke o tome kako je analogno „toplije i uhu ugodnije“, a digitalno „hladnije i sterilnije“ željelo se empirijski ispitati. Istraživanje se odvijalo u

prostorijama šibenskog glazbenog studija „Punkerton“, koje je u vlasništvu samog autora ovog rada, a kao predmet slušanja, poslužila je pjesma „Gabriela“ izvođača Teodor, koja je prethodno bila snimljena i u digitalnom i u analognom obliku, koristeći profesionalnu studijsku opremu (vidi u odjeljku “pribor“). Autor ovog rada i istraživanja je pjesmu „Gabriela“ aranžirao i snimio na oba navedena načina, a pjesma je odabrana zbog svog moderniziranog *retro* prizvuka, koji otežava razlikovanje starijeg i suvremenijeg formata. Novi *retro* stil poznat je po koketiranju s *vintage* zvukom na suvremen način. Ovo je znatno bolji izbor od npr. pjesme producirane na suvremeni način, lišene „živih“ instrumenata, kao i od stare pjesme kod koje vrstu analogne produkcije odaje sam duh vremena koji levitira snimkom, njenom tematikom i načinom sviranja.

PROBLEM

- Ispitati u kojoj mjeri se ispitanicima sviđa pjesma (ocjena kvalitete) u digitalnom, a u kojoj mjeri u analognom obliku.
- Ispitati jesu li ispitanici u stanju razlikovati digitalni od analognog audio zapisa.

HIPOTEZA

- Ocjena kvalitete digitalne snimljene pjesme će se statistički značajno razlikovati od one analogno snimljene, a analogno snimljena pjesma procijenit će se kvalitetnijom.
- Ispitanici koji se bave glazbom će u većoj mjeri razlikovati digitalne snimke od analognih.

Materijali i metode

Statistički

- Upitnik o kvaliteti glazbenog zapisa koji uključuje skalu za zaokruživanje od 1 do 10 (ordinalna mjerna ljestvica) i odabir je li reproducirani zapis analogno ili digitalno snimljen.
- Računalni program SPSS „*Statistical Package for the Social Science*“

Produksijski

- Mikseta: Midas Venice F-24
- DAW: Focusrite Saffire pro 40 Firewire (8ch)
- Outboard: Dbx 166 xl, TL Audio Indigo series valve compressor, Tascam PE-40 parametric EQ, Yamaha SPX 990, LEXICON Alex reverb, Roland RE 301 chorus/echo/spring

- Mikrofoni:
Beyerdynamic M 58, Beyerdynamic Opus 53, Beyerdynamic Opus 65, Beyerdynamic Opus 67 (3x), AKG c1000s (3x), AKG c3000s (2x), Shure SM58 (4x), Shure SM57 (3x), Shure Beta 57, Shure Beta 58 (4x), Audix CX 112, Sennheiser MD 441 (2x), Sennheiser e845
- Bubanj:
Gretsch Catalina Club (24-13-16-18)

POSTUPAK

Proveden je eksperiment zavisno složenog nacrtu s uzorkom od 12 ispitanika, s prebivalištem u Šibensko – kninskoj županiji. Ispitanike se podijelilo u dvije eksperimentalne skupine po sljedećem ključu: 6 osoba koji se aktivno bave muziciranjem i 6 laika koji su s glazbom u doticaju samo kao slušatelji. Razlog za ovakav odabir ispitanika je mogućnost korištenja varijable glazbenog iskustva i procijene mogućeg utjecaja na sposobnost razlikovanja dviju vrsta glazbenih zapisa o kojima se u našem eksperimentu radi. Vjerojatnije je za očekivati da će glazbenici biti malo uspješniji pri razlikovanju analognih i digitalnih zapisa. Eksperiment je proveden u takozvanoj „dvostruko slijepoj varijanti“, koja implicira da prilikom prezentiranja zvučnih zapisa ni eksperimentator, ni ispitanik ne znaju koji zapis svira. Tako se postupilo kako bi se izbjeglo efekt nesvjesnog djelovanja eksperimentatora na ispitanika. Naime, u brojnim eksperimentima se pokazalo da eksperimentatori često pokazuju svojevrsnu pristranost na način da gestikulacijom i neverbalnim govorom nesvjesno upućuju ispitanike na odabir odgovora. Svakom ispitaniku je po slučajnom slijedu jednom puštena digitalna snimka, a dan kasnije analogna (ili obrnuto). Vremenska stanka od jednog dana je uzeta kako bi se izbjegao efekt primarnosti – psihološki efekt koji pokazuje kako ispitanici više pažnje posvete informacijama koje su im prezentirane prve, jer ih podsvjesno smatraju važnijima; pa u kasnijim procjenama tim prvim informacijama daju veću težinu.

Odabrana pjesma je napisana je u duru, s osnovnim tonalitetom D, 4/4 mjerom i tempom 90. Žanrovski pripada u američki *folk rock*. Versifikacijski gledano, pjesma je pisana u vezanim desetercima, s rimom a-b-c-b. Sastoji se od 4 katrena.

Prilikom ulaska u studio, ispitanici su bili smješteni na fotelju, uručen im je set visokokvalitetnih slušalica te dana sljedeća uputa:

„Poštovani, pred Vama se nalazi zadatak procjene kvalitete zvučnog zapisa. Nakon što PAŽLJIVO pročitate uputu stavite slušalice na uši i udobno se naslonite na sjedalo. Nakon

toga, izgovorom riječi „sad“, dajte znak da se iz režije pokrene pjesma. Na Vama je da, nakon što pažljivo poslušate pjesmu, procijenite njenu produkcijsku kvalitetu zaokruživanjem jednog broja od 1 do 10, na upitniku kojeg ćete pronaći na sljedećoj stranici.“

Objema skupinama je, nakon izvršenja ovog zadatka, bio upućen i drugi upitnik, na kojemu je uputa glasila ovako:

„Poštovani, molimo Vas da procijenite je li pjesma koju ste maloprije čuli bila digitalnog ili analognog formata.“

Ova se uputa zadala tek drugi dan eksperimenta, gdje bi se svakom ispitaniku, nakon prezentacije drugog formata, opet pustila snimka koju su čuli jučer, kako bi ih mogli bolje procijeniti.

REZULTATI

Skupina A (skupina od 6 glazbenika) je pokazala da veću ocjenu kvalitete daju analogno snimljenim glazbenim zapisima, i to uz statističku značajnost od $t = 8.7304$ (uz stupnjeve slobode $df = 5$; $p < 0,03$). Aritmetička sredina procjene kvalitete snimke u prvoj situaciji, u kojoj je glazbenicima puštena digitalna snimka, bila je $M = 4.00$ (standardna devijacija $SD = 0,89$), a u drugoj situaciji (puštanje analogne snimke), $M = 8,17$ ($SD = 1,17$).

Skupina B (skupina od 6 neglazbenika) je također pokazala da veću ocjenu kvalitete daju analogno snimljenim glazbenim zapisima, i to uz malo manju statističku značajnost od $t = 5.4772$ (uz stupnjeve slobode $df = 5$; $p < 0,03$). Aritmetička sredina procjene kvalitete snimke u prvoj situaciji, u kojoj je neglazbenicima puštena digitalna snimka, bila je $M = 4.33$ (standardna devijacija $SD = 0,82$), a u drugoj situaciji (puštanje analogne snimke), $M = 6,33$ ($SD = 1,21$).

Što se tiče sposobnosti razlike analogne od digitalne snimke, uspjeh neglazbenika bio je 2/6, a uspjeh glazbenika 5/6, što je u skladu s prethodno iznesenim rezultatima.

RASPRAVA

Rezultati potvrđuju i prvu i drugu hipotezu. Pokazalo se kako i glazbenici, ali i neglazbenici procjenjuju analognu snimku pjesme kvalitetnijom. Veći *t-score* glazbenika potvrđuje i onaj segment naše hipoteze da će na tu sposobnost utjecati njihovo duže glazbeno iskustvo. U skladu s tim postulatom je i naša druga hipoteza, koja je također potvrđena, a govori o tome kako će glazbenici biti učinkovitiji pri razlikovanju analognih od digitalnih glazbenih zapisa.

ZAKLJUČAK

Pokazalo se da analogno snimljene trake ljudi procjenjuju uhu ugodnijima od onih digitalnih, i da, prilikom upita o razlikovanju digitalnog i analognog zvučnog zapisa, glazbenici mahom pokazuju veću sposobnost za takvu distinkciju. Današnji D/A i A/D konverteri došli su do vrhunca svog mogućeg napretka. Cijenom od nekoliko tisuća eura zagarantirana je savršena konverzija u digitalni zapis. Laboratorijskim istraživanjima lako se može utvrditi odstupanje tog, konvertiranog zapisa od onog originalnog, bilo da se radi o mikrofonskom ili linijsko signalu u fazi produkcije, ili o gotovom glazbenom proizvodu. Takvo istraživanje uvijek će dati rezultat u korist digitalnog jer analogni uređaji ne mogu podnijeti toliko dinamike ni prenijeti toliko frekvencijski spektar kao digitalni. Ipak, u svijetu glazbe nastavljaju se rasprave, a legendarni proizvođači analognih snimača kao primjerice *Studer* otvaraju nove pogone za proizvodnju svojih starih modela uređaja. Praktična implikacija ovih rezultata je sljedeća:

Glazbena industrija i nadležne kulturne institucije moraju revidirati svoj odnos prema analognim glazbenim zapisima, i to na način da ih se vrati u aktivnu uporabu paralelno s digitalnom građom.

LITERATURA

1. Care, Handling, and Storage of Audio Visual Materials, 2000.
URL:<http://www.loc.gov/preservation/care/record.html> (2015-09-01)
2. Digital Domain. URL: <http://www.digido.com/articles-and-demos12/13-bob-katz/27-back-to-analog.html> (2015-09-01)
3. Fact; music news, new music. URL:<http://www.factmag.com/2015/02/19/listen-song-made-entirely-data-lost-compressing-suzanne-vegas-toms-diner-MP3/> (2015-09-01)
4. Goethe institut. URL: <http://www.goethe.de/ins/hr/hr/zag/kul/mag/dbz/5648063.html> (2016-07-01)
5. Henry, Alan. Five Best Digital-to-Analog Converters (DACs).2013. URL:
<http://lifelacker.com/five-best-digital-to-analog-converters-dacs-483393503> (2015-09-01)
6. Hrvatski leksikon. URL:<http://www.hrleksikon.info/definicija/ekstrapolacija.html> (2015-09-01)
7. Nillson, Mark. Id3v2, 1999. URL: <http://id3.org/d3v2.3.0> (2015-09-01)
8. Rose, Joel; Ganz, Jacob. The MP3; A History Of Innovation And Betrayal. // The Record 3, 3 (2011). URL:
<http://www.npr.org/sections/therecord/2011/03/23/134622940/the-mp3-a-history-of-innovation-and-betrayal> (2016-06-03)
9. Šesterikov, Božidar. Stereofonski radio-prijemnici. Beograd: Tehnička knjiga Beograd, 1977.
10. Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Analog-to-digital_converter (2015-09-01)
11. Wikipedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MP3> (2016-07-01)

Digitalization of musical materials

This paper focuses on the digitization of music materials. Emphasis is placed on the formats that are most used nowadays, primarily the MP3 format. The theoretical part deals with the emergence and development of the MP3 format, and the principles of digitization of analog records. Today, the digital music format, like MP3, has many advantages compared to the analog format. One important advantage in the context of the libraries is ID3 tag, a metadata repository that every such record contains and which significantly speeds up work with the data. On the other hand, the music profession often offends the bad quality of the MP3 format. The research part of the work deals with this issue. 12 respondents; 6 musicians and 6 average listeners were asked to determine whether they hear the difference between the analog and digital recordings of the same composition. It turned out that analog tapes are more enjoyable than digital, and that, when asked about the distinction between digital and analog sound track, musicians mostly showed a greater capacity for such distinction. More specifically, 5 out of 6 musicians successfully recognized version of the analog and digital while only 2 non-musicians managed to identify the same. As expected, musicians were more precise than non-musicians in the test.

Keywords: MP3; Analog audio materials; Digital audio material

Prilozi:

Tablica

a(glazbenik)b(neglazbenik)	digitalno	analogno
1a	3	6
2a	10	10
3a	3	10
4a	4	7
5a	1	9
6a	3	7
1b	4	4
2b	4	5
3b	5	6
4b	2	8
5b	6	7
6b	5	8