

# Proces izrade i oblikovanja zvuka za računalnu animaciju

---

**Bobić, Andrea**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:742634>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-22**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**GRAFIČKI FAKULTET**

**ANDREA BOBIĆ**

**PROCES IZRADE I OBLIKOVANJA  
ZVUKA ZA RAČUNALNU  
ANIMACIJU**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2021.



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

**ANDREA BOBIĆ**

**PROCES IZRADE I OBLIKOVANJA  
ZVUKA ZA RAČUNALNU  
ANIMACIJU**

**DIPLOMSKI RAD**

Mentor:

doc. dr. sc. Tibor Skala

Studentica:

Andrea Bobić

Zagreb, 2021.



## SAŽETAK

Filmska publika, bili to ljudi koji filmove gledaju iz zabave ili oni koji ih gledaju iz ljubavi, rijetko kad aktivno i svjesno obračaju pažnju na filmski zvuk. Ipak, zvučna podloga filma znatno utječe na njegov doživljaj i emocije u filmskoj sceni. Ovaj diplomski rad bavit će se umijećem stvaranja zvučne slike za jedan originalni animirani film. Objasnit će se što je to animirani film i kako je nastao. Opisat će se početni koraci stvaranja računalnog, dvodimenzionalnog animiranog filma i prenošenja ideje u pokretnu sliku. Drugi dio bavit će se zvučnim dijelom filma. Opisat će se priroda zvuka, proći će se kroz povijest pojavljivanja zvuka u filmu, i objasniti njegova uloga. Objasnit će se kako snimati i pokazati kako u postprodukciji, manipulacijom snimljenog zvuka dobiti željeni zvučni zapis. Praktični dio detaljno će pokazati proces nastajanja zvučne slike za animirani film. Razradit će se početna ideja i opisati svi načini na koje će se ona pokušati prenijeti, kako slikom, tako i zvukom. Proći će se kroz postupak stvaranja knjige snimanja, gdje će se detaljno objasniti neke odluke za konkretnim kadrom, dužinom kadra, pokretom kamere, bojom, kontrastom i ostalim elementima filma u svrhu prenošenja ideje, pričanja priče, stvaranja željenih emocija, ugođaja i atmosfere u filmu. Drugi dio praktičnog dijela rada opisat će nastanak zvučnog zapisa za taj film. Prikazat će potragu za zvukovima, snimanje zvučnih efekata, glazbe i glasova za film. Objasnit će kako manipulirati tim snimljenim zvukovima i kako posložiti zvučnu podlogu da ona prenese ono bitno i da podupre vizualnu sliku. U prilog praktičnom dijelu rada neke odabrane scene iz knjige snimanja spojiti će se sa dizajniranim zvukom u *animatic*, grubu verziju filma i prvi korak stvaranja animacije u kojemu se slika i zvuk pojavljuju skupa.

Ključne riječi: računalna animacija, knjiga snimanja, zvučna slika filma, dizajn zvuka, zvučni efekti, frekvencije

## SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	TEORIJSKI DIO.....	2
2.1.	Animacija.....	2
2.1.1.	Povijesni razvoj.....	2
2.1.2.	Tehnike animiranja .....	5
2.2.	Zvuk u filmskoj industriji .....	7
2.2.1.	Pojava zvuka u igranom i animiranom filmu.....	7
2.2.2.	Mogućnosti filmske zvučne podloge .....	11
2.3.	Što je zvuk? .....	16
2.3.1.	Iz analognog vala u digitalan zapis zvuka .....	25
3.	PRAKTIČNI DIO .....	29
3.1.	Od ideje do knjige snimanja .....	29
3.2.	Dizajn zvučne slike.....	33
3.3.	Snimanje zvuka.....	34
3.4.	Spektralni prikaz zvuka .....	38
3.5.	Šum.....	41
3.6.	Kompresor efekt .....	43
3.7.	Frekvencije i ekvilajzeri .....	48
3.8.	Ambijentalna zvučna podloga .....	53
3.9.	Reverb, Delay i Echo.....	56
3.10.	Pokret.....	60
3.11.	Glazba.....	62
3.12.	Naknadne korekcije i stvaranje novih efekata .....	64
3.13.	Završne postavke .....	72
4.	ZAKLJUČAK.....	74
5.	LITERATURA .....	75
6.	POPIS MANJE POZNATIH RIJEČI I POJMOVA.....	77

## 1. UVOD

Animiranje je stvaranje iluzije pokreta. Sama riječ dolazi od latinske riječi *animatio*, što u doslovnom prijevodu znači produhoviti, darovati život, učiniti živim. Animatori od statičnih, ukočenih slika, njihovim nizanjem stvaraju iluziju gibanja i iluziju života. U samome početku ovoga umijeća neko se vrijeme zanemarivala važnost zvuka naspram te pokretne slike. No, vrlo brzo se uočila njegova važnost i utisak koji ostavlja na publiku. Dok snimanje, dizajniranje i reproduciranje zvuka još nije bilo moguće, u kinima je uz vizualnu sliku svirao orkestar. Ako pak ni to nije bilo moguće, pronašao bi se barem jedan pijanist koji bi glazbom pratio sliku i tako povećao njenu uvjerljivost i utisak na publiku. Danas, kada je vrlo lako snimati i manipulirati zvukom, kada neki animirani film nastaje, njegovoj se zvučnoj podlozi pridodaje jednaka važnost kao i vizualnoj slici. Od ideje do završnog rezultata, animiranog filma, postoji mnogo koraka kroz koje animator treba proći da bi svoju ideju realizirao. Oni se mogu grubo podijeliti na dva dijela, a to su postupci u stvaranju vizualne slike, i postupci u stvaranju zvučne slike za taj film. Kada razradom prve ideje nastane scenarij, a onda iz scenarija knjiga snimanja, sljedeći korak u izradi animiranog filma jest snimanje, pa slaganje, pa manipuliranje zvučnim zapisima. Ti će se koraci detaljno opisati, ali cilj nije samo prikazati tehničke procese i opisati donesene odluke, već ih i objasniti. Objasniti odluke za određenim kadrovima, bojama, motivima, teksturama i gibanjima kamere. Također i odabire različitih zvukova, njihova svrha i značenje te slaganje u jednu cjelinu prikladnu vizualnoj slici.

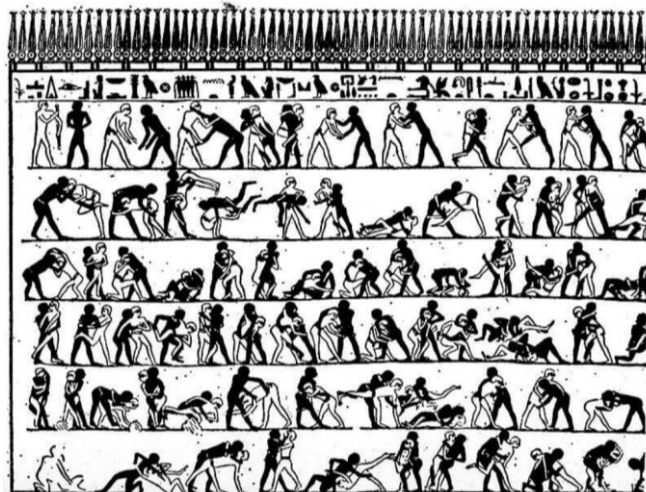
## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Animacija

#### 2.1.1. Povijesni razvoj

Još puno prije početka razvoja tehnologije i mogućnosti za stvaranjem iluzije pokreta brzom izmjenom sličica, ljudi su pokušavali svojim crtežima prenijeti ideju pokreta. Prvi primjeri datiraju čak iz starijeg kamenog doba. Špiljski crteži koji svojim statičnim linija opisuju, osim izgleda živih bića, i njihova kretanja. Isti motiv, najčešće životinje, ali nekada i ljude, crtali su više puta, prikazujući različite zamrznute trenutke pokreta. Nekada su ti crteži nacrtani jedni preko drugih, gdje se jasno vide različiti položaji nogu i priroda toga pokreta. Mogli su tako opisati biće koje hoda, trči ili skače. Drugi crteži poredani su jedni do drugih i mogu se kronološki pratiti. U mraku, pod plešućim svijetlom plamena, osvijetljavali su različite dijelove oslikane špilje i promatrali crteži po stijenama kako oživljavaju.

Osim špiljskih crteža, pokušaji prikaza pokreta pronađeni su i u nešto sofisticiranijim primjerima. Slika 1. prikazuje crteže murala egipatske grobnice, stare oko četiri tisuća godina, koji prikazuju dvoje ljudi u borbi. Svaki crtež pokazuje njihovu borbu u sljedećem trenutku.



*Slika 1: crtež hrvača na egipatskom muralu*

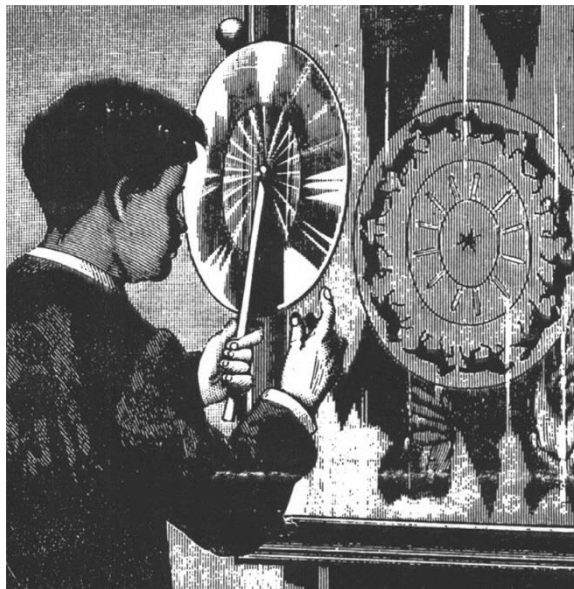
( izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_animation](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_animation))



Ako bi netko te crteže fotografirao jednog po jednog, te ih onda posložio kronološki, dobio bi jedan kratki animirani film dvojice hrvača. Točno je to temelj kasnije razvijene tradicionalne animacije koja nastaje na isti način, samo s većim brojem crteža.

Od ovakvih ranih pokušaja, pa do pojave prvog animiranog filma, prošlo je mnogo vremena u kojemu su nastali razni izumi čija je svrha bila oživjeti statičku sliku. Prvi takav uspješan pokušaj je iz 1824. godine, izum Johna Ayrtona Parisa, *thaumatrop*. Okrugli karton, ilustriran na obje strane, razapet između dva konopa. Dovoljno brzim okretanjem kartona u ljudskom oku se te dvije ilustracije spajaju u jednu. Iako ovo nije primjer pokretne slike, izrazito je bitan u nastanku animiranog filma jer demonstrira jedan od njegovih preduvjeta, a to je tromost ljudskog oka. Ljudsko oko ne može percipirati vizualne promjene brže od pedeset milisekundi, što znači, ako je promjena dvaju sličica brža od toga, oko vidi jednu sliku nastalu spajanjem te dvije.

Prvi uređaj koji jest stvarao iluziju pokreta nastao je 1831. godine, kada je Belgijski fizičar Joseph Plateau stvorio fenakistoskop ilustriran na slici 2. Okrugli karton sa ilustracijama na rubovima kruga, koji kada se zavrti ispred ogledala izgleda kao da su ilustracije na njemu oživjele.



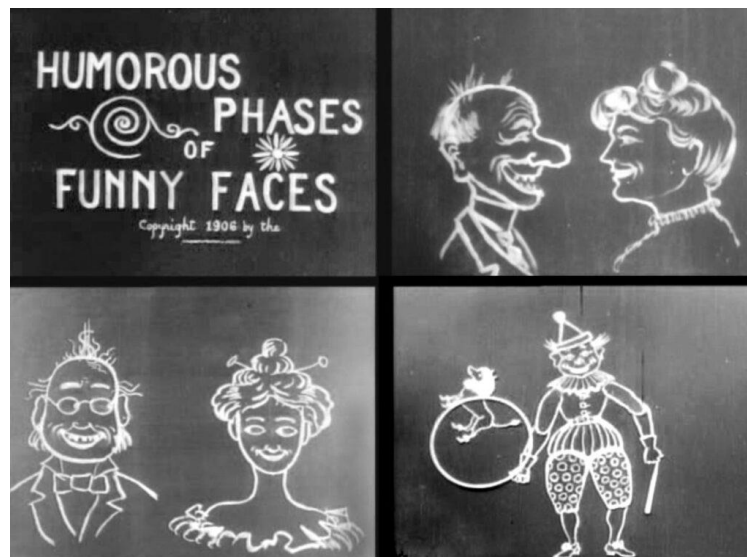
*Slika 2: Ilustracija fenakistoskopa*

(izvor: <https://ahistoryofstopmotion.wordpress.com/2013/06/19/the-phenakistoscope/>)

Ilustracije su poredane kronološki tako da opisuju neko gibanje čiji je početak isti kao i kraj, tako da animirani pokret može početi bilo kojom od tih ilustracija. Bliže centru kartona, izrezani su kvadratni otvori kroz koji bi korisnik gledao u ogledalo. Bez otvora bilo bi nemoguće vidjeti zasebne ilustracije, jer bi se tako brzom vrtnjom kartona sve sličice stopile u jednu mutnu sliku.

Ovaj uređaj pokrenuo je interes i razvoj brojnih drugih pokušaja animiranja. Redizajniranjem fenakistoscopa nastaje zoetrof, koji i bez ogledala stvara pokretnu sliku. Par godina kasnije stvorena je prva knjiga za listanje (eng. *flip book*) koja je svojom jednostavnošću inspirirala mnoge kasnije animatore.

Pojava animiranog filma kakvog poznajemo danas nastaje 1906. godine u djelu Jamesa Stuarta Blacktona, u prvoj stop-animaciji i prvoj animaciji uopće; *Duhovite faze smiješnih pokreta*. Dvije godine kasnije Emile Cohl je pokazao animirani film *Fanrasmagorie*. Rukom nacrtane ilustracije sa papira fotografiranjem prenosi na negativan film i tako stvara prvu animaciju napravljenu tradicionalnom tehnikom animiranja. 1910. godine animacija postaje zasebna grana i kreće njeno prikazivanje u kinima, što vodi do zlatnog doba animiranih filmova, sredinom 1920-ih, kada se vizualnoj iluziji pokreta pridružuje prikladno snimljena zvučna podloga.



Slika 3: isječci iz animiranog filma "Duhovite faze smiješnih pokreta" Jamesa Stuarta Blacktona

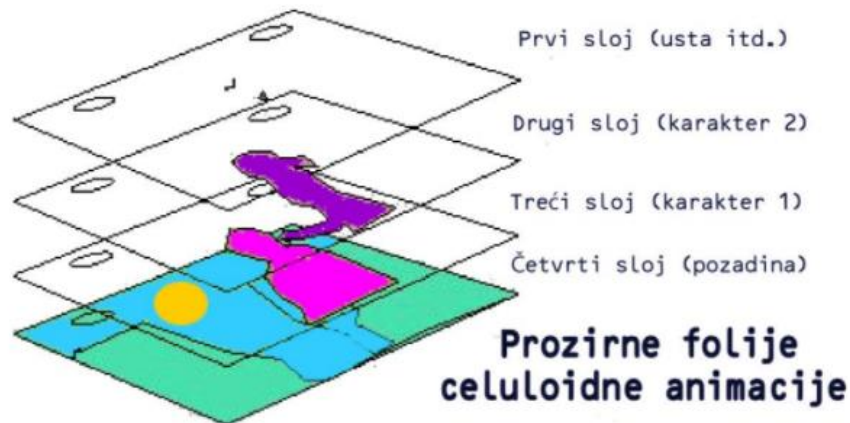
(izvor: <https://animaders.com/humorous-phases-of-funny-faces/>)

„Umjetnik je mogao predstaviti samu figuru, ako je htio, pomno bilježeći njene kretnje i radnje. Ili ju je pak mogao karikirati, satirizirati ju, ismijati ju. Nije bio ograničen na puke radnje; mogao je pokazati osjećaje, čuvstva, čak i najintimnije strahove. Mogao je snove vizionara učiniti stvarnima. Mogao je stvoriti lika na ekranu koji se nije samo pričinjao živim, nego i mislećim i slobodnim u odlukama. Iznad svega, na sveopće iznenađenje, ovo novo umijeće animacije imalo je moć učiniti da gledateljstvo zaista osjeti osjećaje crtane figure [16].“

### 2.1.2. Tehnike animiranja

Mnogo je tehnika animiranja koje su nastale od njenog prvog pojavljivanja. Kao što je već spomenuto, prva animacija i prva tehnika animiranja je stop animacija (eng. *stop motion*). Ona nastaje manipulacijom stvarnih predmeta u stvarnom prostoru. To mogu biti trodimenzionalni predmeti, može biti, takozvana izrezana animacija, stvorena rezanjem dvodimenzionalnih objekata, ili njeni likovi mogu biti ljudi. Objekti se namjeste u željeni položaj i fotografiraju. Između svakog fotografiranja potrebno je učiniti promjenu, koja će kasnije kada se fotografije budu pregledavale, stvoriti dojam živih objekata koji sami sebe pokreću.

Poslije stop animacije razvija se tradicionalna tehnika animiranja. U tradicionalnoj se tehnici animiranja svaka sličica ručno crta i prenosi na celuloide folije. Svi oni objekti koji će biti u pokretu se prenose na prozirne folije, a oni statički, kao pozadina, stavljaju se na dno i jedine su folije koje nisu prozirne.



*Slika 4: Prozirne celuloidne folije za animiranje*

(izvor: <https://www.cybercomputing.co.uk/ICT/Design/celdesign.htm>)

Folije se slažu jedna na drugu, fotografiraju posebnim kamerama i onda se zamjenjuju novima koje pokret prikazuju u sljedećem zamrznutom trenutku, ili nekad, kada se pokret sastoji samo od klizanja u lijevo, desno, gore, ili dole, folija se samo malo pomakne u određenu stranu i opet fotografira. Što su folije tanje, to ih se može u istom trenutku više koristiti jer manje mijenjaju boju pozadine.

Razvojem računalne tehnologije nastaje i računalna animacija. Iako se u samom početku koristila isključivo u znanstvene svrhe, 1960-ih, kada računala postaju šire dostupna, računalna dvodimenzionalna animacija postaje umjetnička grana i zbog brojnih mogućnosti koje otvara tadašnjim animatorima, vrlo brzo zamjenjuje tradicionalnu tehniku. Više nije potreban toliki broj ljudi da bi se stvorio animirani film. Neki postupci se automatiziraju i računalno generiraju, greške se mogu ispraviti znatno brže nego prije, a film se može pregledavati u svakom dijelu procesa. Sve promjene koje animator želi izvesti, može primijeniti bez da cijeli proces mora vraćati na početak. I možda najbitnije, svaki čovjek koji posjeduje računalo, može se samostalno okušati u ovome umijeću.

## *2.2. Zvuk u filmskoj industriji*

U počecima, publika filmske umjetnosti fascinirala se pokretnom slikom, a tijekom stvaranja filma, produkcija i postprodukcija potpuno su bile fokusirane na vizualnu sliku, zanemarujući važnost zvuka i ostavljajući jako malo vremena, na samom kraju postprodukcije za njegovo slaganje i dizajniranje. No, takav pristup zvuku u filmu nije dugo trajao, vrlo se brzo shvatila važnost zvuka, i sve više i češće se u filmskoj industriji istraživao njegov potencijal. Zvučna podloga u filmu, igranom ili animiranom, ima potencijala igrati jednako važnu ulogu u pričanju priče kao i vizualna slika, a možda još i važniju u buđenju i stvaranju emocija.

### *2.2.1. Pojava zvuka u igranom i animiranom filmu*

Nijemi su filmovi zapravo rijetko bili potpuno nijemi. Obično bi njihove projekcije pratio cijeli orkestar, ili ako to nije bilo moguće solo pijanist ili gitarist. Njihov glavni zadatak je bio stvoriti odgovarajući ugođaj, probuditi određene emocije i ispričati priču bez dijaloga. Svaku projekciju orkestar je morao svirati uživo, što je ograničavalo i kvalitetu i kvantitetu zvuka [2]. Osim orkestra, nekada bi i narator publici pričao priču uz projekciju. Kada je 1877. godine Thomas Alva Edison izumio fonograf, prvu tehnologiju za snimanje zvuka, filmska industrija za njega još nije bila spremna. Osim što se film već popularizirao i razvio svoj vizualni jezik, publika je bila zadovoljna glazbom izvođenom u živo, a mnoge su tehničke poteškoće onemogućavale spajanje fonografa sa slikom. Rani pokušaji zvučnog filma su često ispadali nespretni. Oprema je bila velika, teška, glasna i morala se držati u posebnim prostorijama, mikrofoni se nije mogao micati pa su scene često ispadale neprirodno statične. Praviti zvučne filmove bilo je riskantno i one koji su postojali zasjenili su nijemi filmovi koji su u to vrijeme postajali sve popularniji.

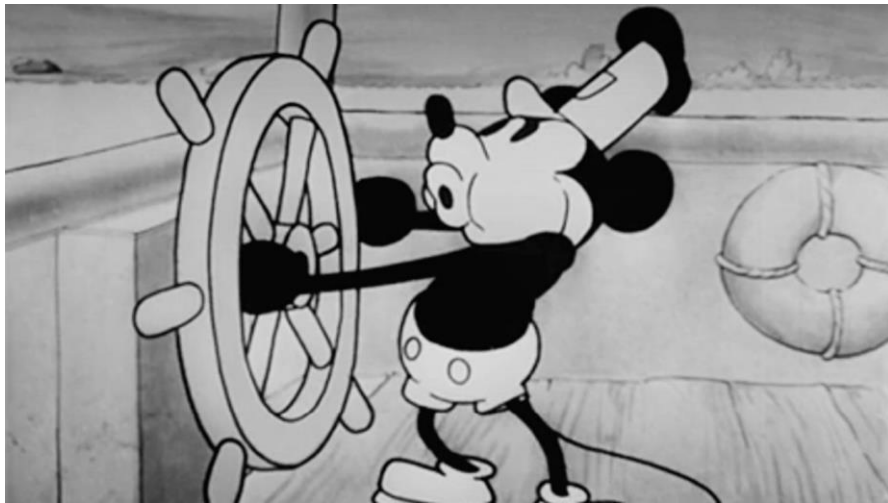


*Slika 5: Orkestar prati projekciju filma*  
(izvor: <https://bibliolore.org/silent-film-orchestra/>)

Warner Brothers prvi su koji u snimanju zvuka vide neku korist i potencijal. Iako su i oni mislili da glumcima nije potrebno dati glasove i da dijalog u filmu nikoga neće zanimati, odlučili su snimiti glazbenu podlogu za film. Na taj način sami su mogli birati glazbu, nisu ovisili o izvođačima i veličini pozornice, te je isti film u svim kinima imao i istu glazbenu podlogu. Njihovi novi filmovi zvali su se *Vitaphone* movies i ubrzo su osim glazbe krenuli snimati i neke zvučne efekte, kao zvonca, ili zamahe mačevima koji su opisivali vizualnu sliku na filmskom platnu. Kako *Vitaphone* filmovi postaju sve popularniji, tako Warner Brothers počinju snimati i pjevače i komičare dok pjevaju i pričaju šale. 1927. godine napravili su film s poznatim pjevačem Al Jolson-om pod imenom *The Jazz Singer*, koji je bio ogroman uspjeh i koji pokreće eru zvučnog filma.

Početak 1920-ih, Disney je počeo eksperimentirati sa snimanjem zvuka i 1928. objavljuje *Steamboat Willie*, prvu animaciju sa snimljenom zvučnom podlogom. Disneyevi animatori su morali naučiti raditi sa zvukom i stvoriti kretnje likova u odgovarajućem ritmu. Morali su stvoriti način rada kojim su mogli spojiti sliku i zvuk u

jedno [2]. Sljedeće godine Carl Stalling, pijanist koji je do tada svirao u orkestru koji je pratio projekcije animiranih filmova, pridružuje se Disneyevom studiju i svojim sviranjem ne stvara samo glazbu koja prati sliku, nego i "svira" zvučne efekte. 1930. godine otvara se mogućnost "slaganja zvuka". Do tada zvuk se snimao jednako kako se i čuo, linearno na jednoj traci, a sada su se otvorile razne nove mogućnosti snimanja, improviziranja i kompozicije zvučnih zapisa.



*Slika 6: Steamboat Willie*

(Izvor: <https://filmschoolrejects.com/mickey-mouse-steamboat-willie/>)

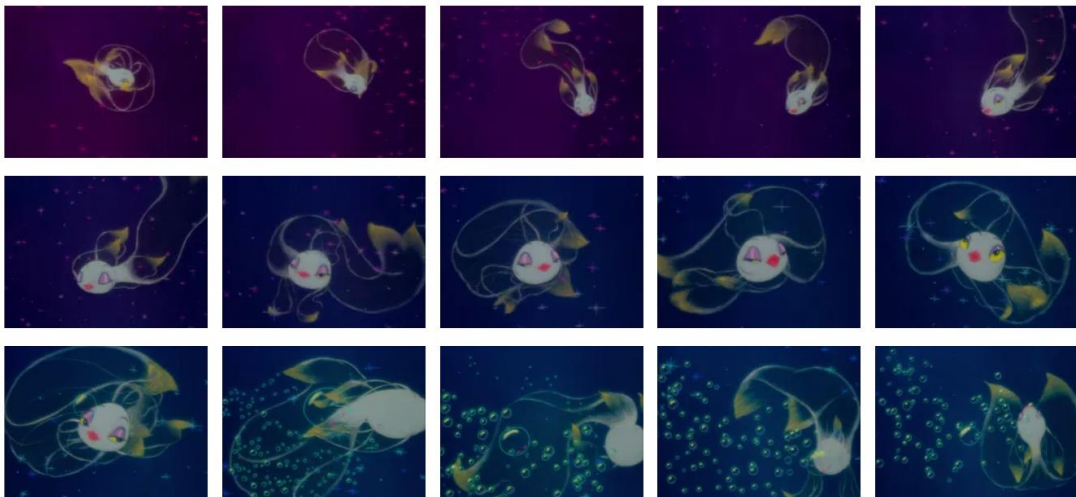
Nakon toga sinkroniziranje zvuka i slike postaje jednostavnije. U filmskoj se industriji krenulo eksperimentirati dizajniranjem zvučne podloge za film i ubrzo su se uz glazbu, krenuli snimati dijalozi i *foley* zvučni efekti.

Jack Foley bavio se baseball-om, crtanjem, karikaturom, glumom i filmom dok je film bio tek nova pojava. Tada još nisu postojale podijeljene pozicije i funkcije, nije bilo scenarista niti kostimografa, dizajnera zvuka ili scenografa. Bili su ljudi, uključeni u projekt, koji su po svojem znanju i sposobnostima radili ono što je bilo potrebno [3]. Film za koji je Jack Foley osmislio tehniku koja će se kasnije nazvati po njemu je mjuzikl *Showboat* (1929). Kada je 1927. godine javnost prvi put vidjela *The Jazz Singer*, stvorio se velik pritisak na sve ostale studije koji su stvarali filmove da vizualnoj

slici pridruže prikladnu zvučnu podlogu. *Showboat* se prije toga planirao prikazivati kao nijemi film, što je danas možda neshvatljivo s obzirom na to da se radi o mjuziklu, no u ono vrijeme je to bilo normalno [3]. U zadnjem trenu donesena je odluka da se za njega ipak snimi i zvučna podloga. Na jednoj sceni, u isto vrijeme, uživo se na jednoj traci snimao orkestar koji je svirao prateći projekciju filma. Pokraj pozornice su stajali Jack Foley i svi ostali kojima je zadatak bio producirati zvučne efekte dok gledaju projekciju [4]. Jack i njegove kolege su pljeskali, hodali, skakali i pravili različite zvukove koji su im se činili prikladnima i koje su mogli proizvesti u danom trenutku. Poslije toga, pomoću svojega znanja o režiranju, glumi, pisanju i karikaturi, Jack nastavlja svoj put i stvara novonastalo umijeće *foley-a*.

Sredinom 30-ih godina, crtani likovi dobivaju svoje glasove, nastaju i danas poznati likovi prepoznatljivi po svojem glasu, kao na primjer Disneyev Donald Duck ili Warner Brotherov Porkey Pig.

Sljedeći veliki korak u razvoju zvuka u animaciji bila je Disneyeva *Fantasia* (1940), animacija koju prati glazba orkestra Leopolda Stokowskoga koji je do tada uživo pratio projekcije.



Slika 7: Isječci iz Disneyevog animiranog filma *Fantasia* (1940)

(Izvor: <https://animationscreenshots.com/fantasia-1940/page/13>)

Walt Disney nije bio zadovoljan "tankim" snimljenim zvukom orkestra i htio je bogat i dinamičan zvuk koji se tada mogao čuti jedino u živo. 1938. godine "Glazba iz jednog



zvučnika iza ekrana zvuči tanko, pištavo i napeto. Htjeli smo reproducirati prekrasna remek djela kako bi se publika osjećala kao da je na sceni skupa sa Stokowiskim [5]." Disney i Stokowski su krenuli eksperimentirati sa stereofonijom. Snimanje orkestra trajalo je sedam tjedana, snimao se sa trideset i tri mikrofona postavljenih oko orkestra i povezanih na osam strojeva za optičko snimanje zvuka [6]. Tako je nastao *fantasound*, prva stereo reprodukcija zvuka. Iste godine Disney otvara prvi studio animacije na svijetu sa studijima za snimanje zvuka u kojima se snimaju prepoznatljivi zvučni efekti koji se i danas koriste.

### 2.2.2. *Mogućnosti filmske zvučne podloge*

Ispravno iskorišten zvuk u igranom ili animiranom filmu može uvelike utjecati na realizam animacije, može voditi fokus publike, stvoriti atmosferu i ugođaj, pobliže opisati karakter likova, pojava, opisati dubinu, veličinu prostorije, materijale, pojasniti priču ili je učiniti dvosmislenom, pojačati ili smanjiti intenzitet događaja. Zvuk može u vizualno pretrpanoj sceni istaknuti točno ono najbitnije što publika mora primijetiti, ili odvući publiku od nekog vizualnog elementa i privući njihov fokus na sebe. Može opisati geografsku lokaciju ili vremenski period, postaviti tempo i stvoriti ritam, povezati likove i scene ili ih odvojiti, prikazati prolazak ili skok u vremenu, izglati naglo mijenjanje kadra, i još mnogo toga što nijema vizualna slika ne može sama ili može tek u nešto manjoj mjeri.

Na primjer, česta šala u animiranom filmu *The Simpson* je Homer koji trči obaviti nešto na što je ranije zaboravio. U tom trenu Homer izlazi iz kadra i kamera ga ne slijedi, već se čuje Homerovo trčanje niz stepenice, lupanje vrata na izlasku, paljenje auta, i motor auta kada napokon krene [7]. Iako se ništa od toga ne vidi, publici je potpuno jasno sve što se dogodilo van vidljivoga kadra. Ovo je dobar primjer kako zvuk sam daje dovoljno informacija o događaju, no zvuk zalupljenih vrata na Homerovom izlasku iz kuće ne priča samo činjenicu da je Homer izašao i zalupio vrata za sobom, već pokazuje i njegovo emocionalno stanje. Karakter toga zvuka nedvosmisleno govori da je Homer u velikoj žurbi.

U intervjuu 2006-e godine Jima McKeea, dizajnera zvuka za animaciju, on opisuje svoju potragu za zvukom vampirskog ugriza. Na kraju je upotrijebio zvuk prolijevanja ulja po vrućoj tavi. Ne samo da je taj zvuk dobro "sjeo" uz sliku, već je u publici probudio osjećaj nelagode i straha. Kao što je McKee objasnio, publika je upoznata s tim zvukom, i iako ga vjerojatno nije prepoznala, podsvjesno znaju što se dogodi kada se ulje prolije po vrućoj tavi, i svjesni su opasnosti i nelagode prskanja vrućega ulja po prostori [7].

Za razliku od igranoga filma, zvučna podloga u animiranom filmu napravljena je u potpunosti od samoga početka. Nema zvuka na kameri koji se može iskoristiti, ili snimljenoga dijaloga sa snimanja. Svaki zvuk je ili snimljen ispočetka ili izvađen iz knjižnice zvukova sa nekog prošlog projekta.

Čarolija dizajniranja zvučne podloge započinje u postprodukciji. Tri su glavne skupine zvukova kojima se dizajneri zvuka koriste; zvučni efekti, dijalozi i glazba [8]. Emocije u filmu se stvaraju i prenose kroz priču koristeći se bilo kojim tipom, ili najčešće, njihovom kombinacijom.

Uvod filma *Once Upon a Time in the West*, Sergio-a Leone-a, koji traje oko 13 minuta, sadrži samo *foley* zvučne efekte, s minimalno dijaloga i bez glazbe [3]. Kroz gotovo cijeli uvod čuje se ritmično škripanje vjetrenjače koje nije tu isključivo zbog fabule, već je njena bitnija svrha stvoriti jezu koja se ne vidi u samoj vizualnoj slici. Koraci likova su teški, a drvene daske po kojima hodaju škripe. Zvučni efekti publici pričaju priču, dopunjuju vizualnu sliku, opisuju likove i stvaraju atmosferu.

U sceni iz filma *All That Jazz*, glavni lik sjedi za stolom nasuprot njegove žene koja čita njegov zadnji scenarij. U kadru se vidi djevojka koja čita, ljudi koji se smiju i pričaju i ostale stvari koje publika očekuje i čuti, no iako se sve to vidi u kadrovima, sve je to potpuno nijemo. Ono što se čuje su subjektivni zvukovi glavnoga lika. Škripanje njegove stolice, tapkanje prstiju po metalnoj šipki, gašenje cigara, paljenje novog cigara, teško disanje. Ono što se vidi je glavni lik koji se preznojio i njegova žena koja čita scenarij i zabrinuto ga gleda. Nakon toga, zvuk počinje opet prikazivati objektivnu sliku i napokon se čuje smijeh ljudi, žena koja čita scenarij i film se nastavlja. Ovdje je na kreativan način, slikom, ali najviše zvukom, prikazan srčani udar glavnoga lika.



Slika 8: Kadrovi iz filma *All That Jazz*

(Izvor: [https://www.youtube.com/watch?v=3faxu-ZJILM&ab\\_channel=KCclendaniel](https://www.youtube.com/watch?v=3faxu-ZJILM&ab_channel=KCclendaniel))

Zvučna podloga scena bitki u filmu *Lord of the rings* je zvučno izrazito bogata, dijalozima, zvučnim efektima i glazbom. Ona podiže vizualnu sliku filma na potpuno novu razinu. Publici se čini da čuje i dijalog i glazbu i bitku punom jačinom, no kada bi se taj zvuk analizirao, vidjelo bi se s kojom je pažnjom dizajniran, tako da se u ključnim trenucima čuje ono bitno i da se prikaže važnost, veličina i kaos bitke, bez da ta zvučna podloga sama bude kaotična, ili čak da ometa gledanje filma [8].

No, zvučni efekti nisu pojava koja dolazi tek digitalizacijom zvuka, oni su dio filmova gotovo jednako dugo kao i glazba. U periodu nijemog filma dio orkestra je bio zadužen za zvukove koji su bili više nalik današnjim zvučnim efektima, nego dijelu skladbe. Glazbenici su koristili zvonca, ptice, pa čak i posuđe. Na instrumentima su se imitirale trube auta i brodova, a nogama konjska kopita.

U to se vrijeme također proizvode različite zviždaljke koje imitiraju trube brodova, lavež pasa, padanje kiše i slično. U Japanu su izvođači zvani *benshi* nerijetko postajali popularniji od glumaca u filmu [9]. Stajali su pokraj filmskog platna i davali glumcima glas, pripovjedali film i proizvodili različite zvučne efekte.

U početcima snimanja zvuka za film, mikrofoni su morali biti jako blizu glumcima da bi snimili njihove glasove. Ovakvo snimanje rezultiralo je neprirodnim zvukom bez jeke. Stoga su se gradile velike sobe s tvrdim zidovima u kojima se sa zvučnika puštao dijalog i u kojima bi se drugim mikrofonom snimale refleksije zvuka. Takve "komore za jeku" su bile korištene i za efekte na radiju, ali dok su si Hollywoodski studiji mogli priuštiti sobe posvećene samo stvaranju umjetne jeke, radio stanice nisu mogle. Zato su takve sobe često bile improvizirane: prema znanju o povijesti radija, kada je Orson Welles stvorio svoju poznatu emisiju *Was of the Worlds*, stavio je mikrofone u obližnju kupaonicu koji su snimali samo reflektirani zvuk [9]. Uskoro su primarne zamjene "komora za jeku" postale ovješene opruge ili tanke metalne ploče, spojene na zvučnik na jednom kraju prostorije i snimane mikrofonom na drugom kraju. Zvuk koji se odbijao od opruga i ploča zvučao je kao jeka u zatvorenoj prostoriji. U potrebi duže refleksije, kod simulacije velikih prostorija u kojima zvuk dugo putuje, zvuk se puštao kroz dugačke cijevi [9].

Danas, iako postoje mnogo jednostavniji načini za proizvođenje zvučnih efekata, njihova svrha je ista kao i tada.

Po stilu zvučne podloge, i njenom odnosu spram vizualne slike, Tomlinson Holman u svojoj knjizi *Sound for Digital Video (2005)* filmski zvuk dijeli na realizam, surealizam i *montage* stil [10]. Realizam je najdoslovniji pristup dizajniranju zvučne podloge. Tu zvuk jednostavno opisuje ono što se nalazi u sceni, iako su ti zvukovi često snimljeni u studiju i njihovi izvori nisu na filmskome platnu, svejedno, njihova svrha je pojačati realizam i opisati ono što se vidi. Primjeri takvih zvukova su *room tone*, dijalozi, ambijentalni zvukovi, koraci, muzika koju svira bend u sceni ili se čuje s radija itd.

Surealizam često opisuje subjektivne zvukove i najčešće se pojavljuje u scenama kada kamera predstavlja nečiji pogled, kada publika čuje "kroz nečije uši". Dobar primjer ovog stila je već spomenuta scena filma *All That Jazz*. Na ovaj način mogu se prikazati i snovi, nečije misli ili unutrašnje stanje lika, najčešće se koristeći specijalnim efektom *reverb* ali i mnogim drugim efektima.

Stil *Montage* odmiče se još i više od realiteta i najapstraktniji je oblik dizajnirana zvuka, u kojemu se često pojavljuje raskol između slike i zvuka. Primjer toga je kada muzika

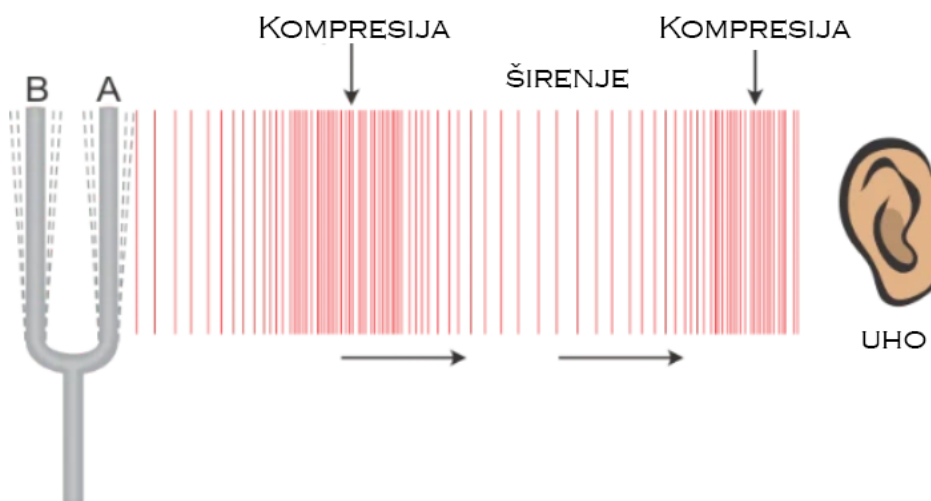
nadjača sve ostale zvukove u filmu i preuzme ulogu pričanja priče za koju bi inače bilo nužno napisati nove dijaloge.

Još jedna podjela zvuka u filmu, bitna za praktični dio rada koji će biti dalje opisan, je podjela na prizorne i neprizorne zvukove. Oni se razlikuju u tome tko ih čuje, to jest, jesu li izvori tih zvukova u sceni i čuju li ih likovi u sceni, ili su namijenjeni samo publici. Prizorni zvukovi, oni kojima je izvor zvuka zaista prikazan u sceni, opisuju realitet scene, likovi u sceni ih čuju i mogu reagirati na njih. To su na primjer dijalozi, kiša, otvaranje/zatvaranje vrata, glazba koja se čuje iz nekog radija itd. Neprizorni zvukovi su zvukovi koje čuje samo publika i tako im često daje informacije koje likovi u sceni nemaju. Naracija je odličan primjer neprizornog zvuka, ali to može biti i glazba čiji izvor ne postoji u sceni i likovi je ne čuju, ili na primjer u komedijama su to često zvukovi publike koja se smije (eng. *laughing tracks*).

### 2.3. Što je zvuk?

Snimati i manipulirati zvukom mnogo je lakše i intuitivnije s nekim osnovnim znanjem o fizikalnoj prirodi zvuka. Da bi nekog zvuka bilo, potrebna su tri uvjeta: izvor zvuka, kao na primjer žica gitare, koji će proizvesti akustičnu energiju, medij kroz koji će energija putovati, i uho do kojeg će doći i koje će ju interpretirati kao zvuk.

Kada žica na gitari zavibrira, ona gura i odmiče se od čestica zraka te ga time deformira, odnosno čestice zraka se počnu sabijati i razrjeđivati proporcionalno titranju žice. To repetitivno gibanje zraka se naziva zvučnim valom.

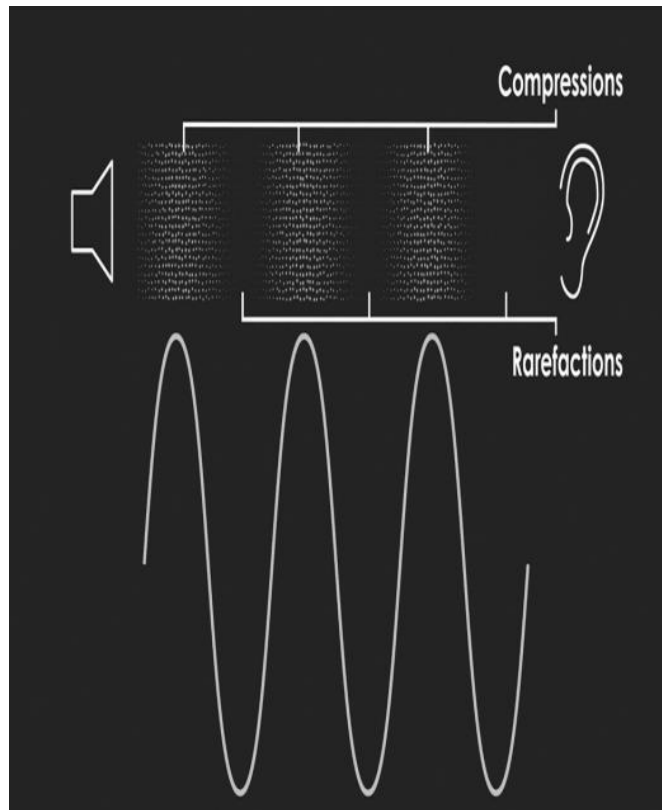


Slika 9: Prikaz gibanja zvučnog vala

(Izvor: <https://www.tuttee.co/blog/phys-sound-waves>)

Zvučni val je longitudinalni ili uzdužni val, što znači da se čestice zraka (ili nekog drugog medija kroz koji se valovi šire) gibaju u istom smjeru u kojemu val putuje. Kada tog pritiska na zrak nema i kada su njegove čestice međusobno jednako udaljene, nema gibanja u njemu i stoga nema ni zvuka. Čestice zraka zapravo ne putuju zajedno s valom, već osciliraju oko fiksne točke, a rezultat toga izgleda kao val koji se širi od izvora zvuka. Čim izvor zvuka zatitra, on uzrokuje promjenu tlaka u zraku. Pri

kompresiji tlak zraka raste, a pri širenju pada ispod atmosferskog tlaka. Grafički prikaz longitudinalnog vala prikazan je na slici 10.

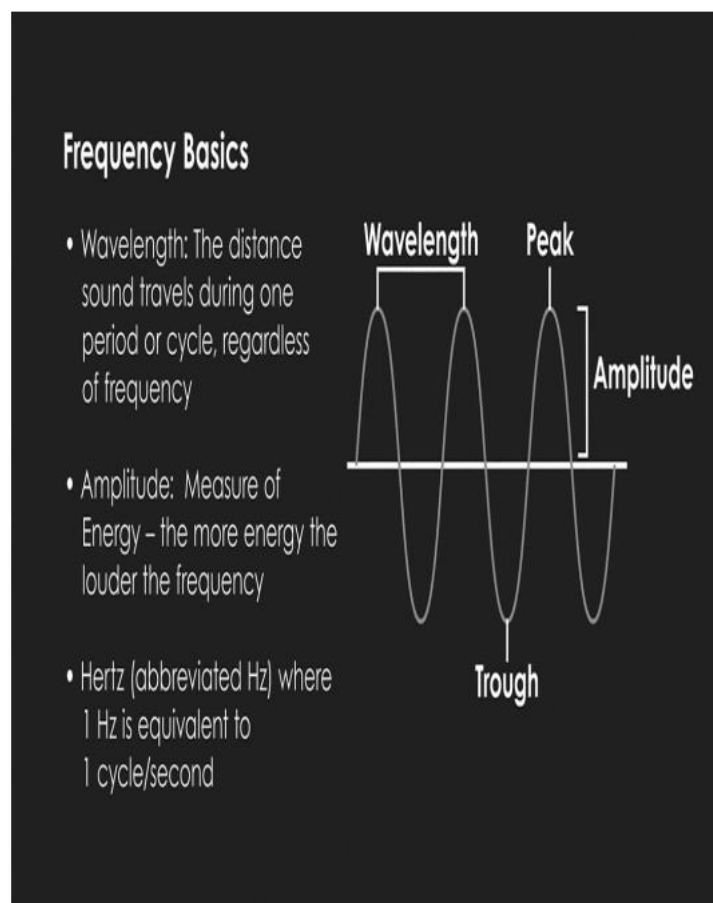


Slika 10: Grafički prikaz kompresije i razrjeđivanja zraka

(Izvor: Amy DeLouise and Cheryl Ottenritter, Routledge, 2020, *Nonfiction Sound and Story for film and video*)

Jedna kompresija i jedno razrjeđivanje čine jedan zvučni val, a najveće razlike u skoku i padu tlaka njegove amplitude. Amplituda predstavlja količinu energije u valu, a ljudsko ju uho percipira kao glasnoću. Što je amplituda i energija veća, zvuk je glasniji i dalje se širi [11].

Duljina između dva uzastopna najkomprimiranija ili najrjeđa dijela zraka kroz koji val prolazi, to jest između dvije amplitude vala, jest dužina jednog vala, odnosno valna duljina ( $\lambda$ ). Valna duljina ovisi o brzini kojom zvuk putuje, val koji putuje brzo mora imati amplitude koje su međusobno udaljenije od onoga vala koji putuje sporije. Na Slici 11 grafički je prikazana jedna valna duljina te gornje i donje amplitude toga zvučnog vala.

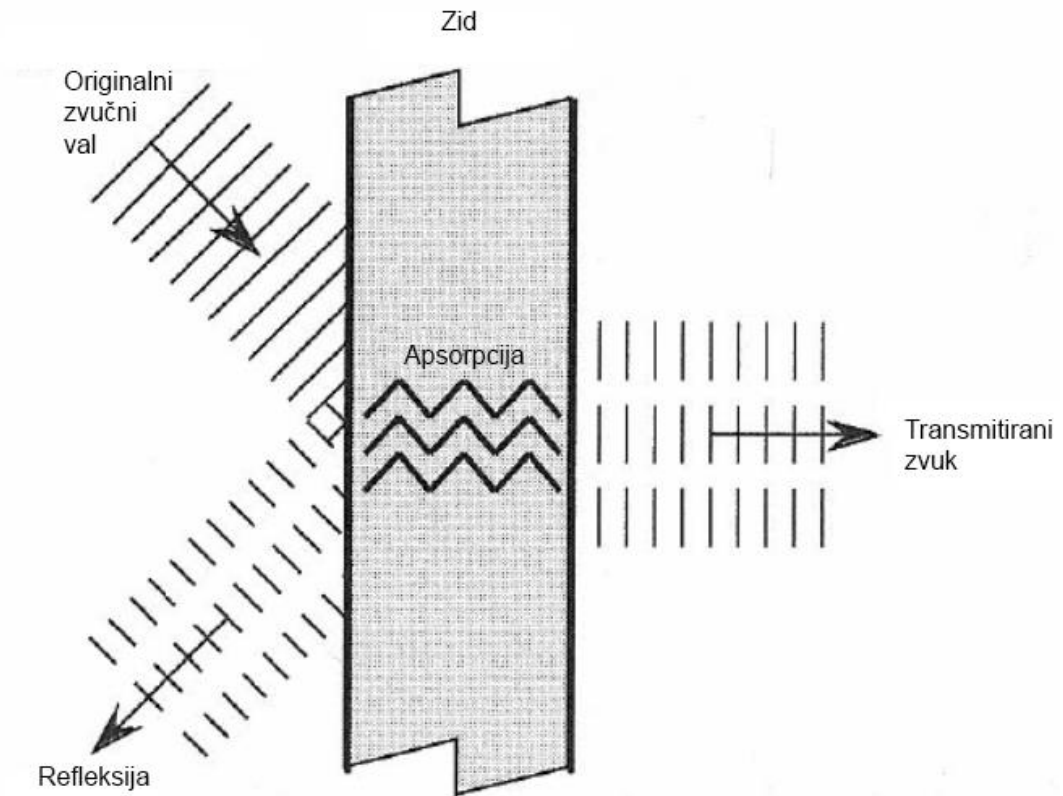


*Slika 11: Grafički prikaz amplituda i valne duljine zvučnoga vala  
(Izvor: Amy DeLouise and Cheryl Ottenritter, Routledge, 2020, Nonfiction Sound and Story for film and video)*

Kada zvučni val dođe do nekog drugog materijala od onog kroz kojeg se širio, dolazi do ogiba (difrakcija), odbijanja (refleksija) ili loma (refrakcija). Refleksija valova je izuzetno bitna pojava kod snimanja i dizajniranja zvuka za film. Što je površina o koju se zvuk odbija kruća, odbit će se više energije, a što je elastičnija, to će se više energije apsorbirati. Apsorpcija zvuka je pojava u kojoj energija zvučnih valova prelazi iz medija u kojoj se širila u novi medij. Na taj način se smanjuje intenzitet valova koji se reflektiraju od površinu istog materijala.

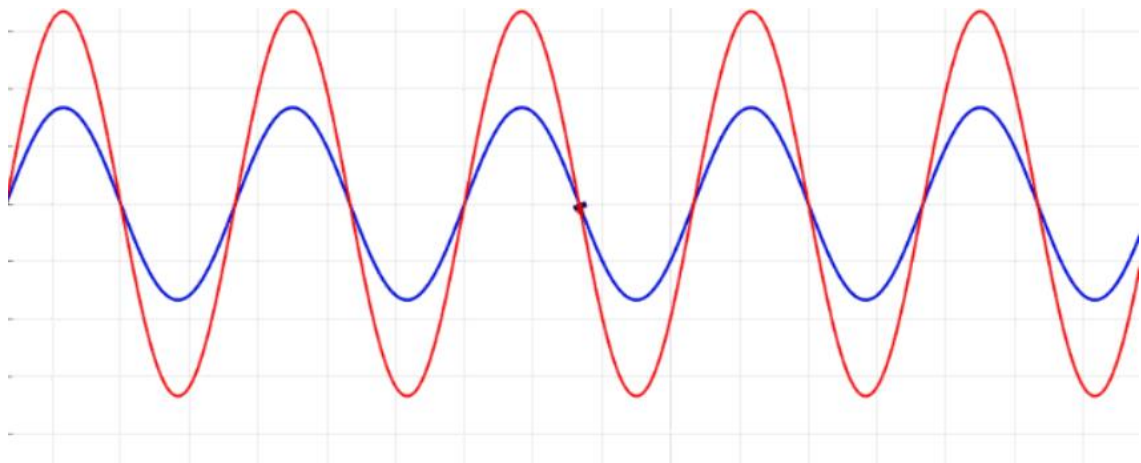
Kod snimanja zvuka poželjno je imati zidove koji apsorbiraju što više zvuka, kako mikrofoni ne bi uhvatili jeku koja se odbila od zidova. Mekani, elastični materijali sa hrapavom površinom su najbolje rješenje problema sa jekom, dok gusti, tvrdi i glatki materijali poput metala odbijaju većinu zvuka.



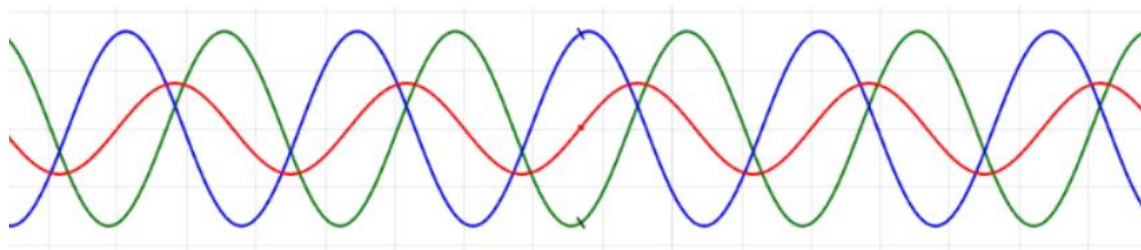


Slika 12: Prikaz refleksije, apsorpcije i transmisije zvučnog vala  
 (Izvor: <http://proaudioencyclopedia.com/acoustical-fundamentals/>)

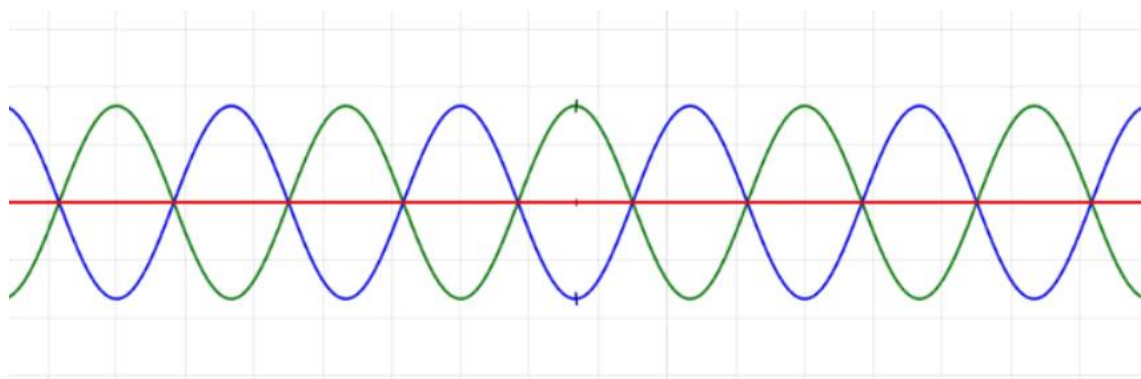
Kada dođe do refleksije u prostoru u kojemu se snima zvuk, u istom se mediju pojavljuje više valova. Kada se dva vala susretnu tako da im se gornja i donja amplituda u isto vrijeme nađu na istom mjestu onda su ti valovi u fazi. U slučaju da su im amplitude iste, one se zbrajaju i nastaje novi val jednake frekvencije a duplo veće amplitude. Poklope li im maksimum i minimum, valovi su u protufazi i međusobno će se poništiti, što rezultira nestankom zvuka. Ova dva slučaja puno su rjeđa od situacija gdje se valovi susreću na nasumičnim dijelovima. Tada se po istom principu njihove amplitude zbrajaju ili oduzimaju. Ovo je grafički prikazano na slikama 13, 14 i 15. Plava i zelena linija predstavljaju dva različita vala u interferenciji, a crvena linija njihov rezultatni val.



*Slika 13: Interferencija dva vala u fazi*



*Slika 14: Interferencija dva vala na nasumičnim dijelovima valne duljine*



*Slika 15: Interferencija dva vala u protufazi*

(Izvor: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Interferencija\\_valova#/media/Datoteka:Waventerference.gif](https://hr.wikipedia.org/wiki/Interferencija_valova#/media/Datoteka:Waventerference.gif))

Intenzitet zvuka mjeri se u decibelima. Jedan decibel zapravo znači jedna desetina Bela (B), a beli su logaritamski omjer snaga zvuka čija formula za računanje glasi:

$$B = \log_{10} \left( \frac{I_1}{I_2} \right)$$

Nula decibela ne znači da zvuka nema, već da je intenzitet zvuka čiji se decibeli žele izračunati (u navedenoj formuli označen sa  $I_1$ ) jednak intenzitetu referentnog zvuka ( $I_2$ ). Decibeli uvijek opisuju neku veličinu u odnosu na neku referentnu točku, a za tu točku se mogu uzimati različite vrijednosti. Najčešće je to intenzitet zvuka na pragu čujnosti ljudskoga uha.

Obzirom da je decibel jedna desetina Bela, iz gore navedene formule proizlazi formula:

$$dB = 10 \log_{10} \left( \frac{I_1}{I_2} \right)$$

gdje  $I$  predstavlja intenzitet zvučnoga vala koji se računa formulom:

$$I = \frac{P}{S} = \frac{W}{m^2}$$

Gdje je  $P$  snaga zvuka koja se izražava u watima ( $W$ ), a  $S$  površina kroz koju ta snaga prođe u jednoj sekundi.

Wati se računaju formulom:

$$W = \frac{J}{sec}$$

Što znači da je intenzitet zvuka snaga koja prolazi kroz jedan metar kvadratni, odnosno, broj Jula ( $J$ ) koji u jednoj sekundi prođe kroz metar kvadratni.

Za vrijednost broja  $I_2$  najčešće se uzima minimalni intenzitet zvuka koje ljudsko uho može čuti i on je  $10^{-12} \text{ W/m}^2$ . Zvučni valovi manjeg intenziteta ljudskom su uhu neprimjetni. Fascinantna je osjetljivost ljudskoga uha na zvuk,  $10^{-12} \text{ W/m}^2$  je broj koji pokazuje da na jednom metru kvadratnom zdravo ljudsko uho može čuti zvučni val intenziteta jedne bilijarde jednoga vata ( $W$ ).

Kada se uvrsti veličina  $I_2$ , dobije se formula:

$$dB = 10 \log_{10} \left( \frac{I_1}{\left(10^{-12} \frac{W}{m^2}\right)} \right)$$

Gornje granice čujnosti zapravo nema, jer bi u jednom trenutku prevelika snaga zvučnoga vala uništila ljudsko uho. Prag boli je oko jednog  $W/m^2$ , a prag čujnosti, kao što je rečeno, je  $10^{-12}$  to jest  $0.000000000001 W/m^2$ . Zbog tolikog su raspona decibeli logaritamska veličina, jer logaritamska jednadžba može veliki raspon smanjiti i uvelike olakšati i pojednostavniti računanje.

Čini se intuitivno zaključiti da je neki zvuk s duplo više decibela, duplo glasniji, duplog intenziteta ili duplo veće amplitude, no, decibeli nisu linearna skala, nego logaritamska i ona dosta dobro opisuje način na koje uho percipira zvuk. Kako se intenzitet zvuka povećava, potrebno je sve više i više snage da bi uho percipiralo tu istu promjenu kao glasnoću zvuka.

Na primjer, ako se neki zvuk želi duplo poglasniti, njegovi se decibeli neće poduplati, nego povećati za otprilike 3 dB, a udalji li se izvor zvuka za duplu udaljenost, decibeli će se smanjiti za oko 6 dB.

Glasnoća koju percipira ljudsko uho, osim o intenzitetu zvuka ovisi i o frekvenciji zvučnoga vala. Uho je najosjetljivije na frekvencije između dvije i četiri tisuće hertza, a van toga raspona osjetljivost postepeno opada.

Frekvencija zvuka je broj valova koji osciliraju u jednoj sekundi i mjeri se u Hertzima (Hz). Na primjer, ako u jednoj sekundi nekog zvuka, val zatitra 100 puta, onda je taj val frekvencije od 100 Hz. Ljudski glas funkcionira na isti način. Kada pjevač otpjeva ton A4, zrak iz njegovih pluća prolazi kroz grkljan, unutar kojega se nalaze dva mišića koja u jednoj sekundi moraju zatitrati 440 puta da bi nastao točno taj ton, točno te frekvencije.

Različite vrijednosti frekvencija zvučnih valova, ako su njihova titranja harmonična, ljudi doživljavaju kao različite tonove, a visina, trajanje, intenzitet i boja tona ovisi o nekoliko različitih karakteristika zvučnog vala. Visinu tona određuje frekvencija kojoj titra izvor zvuka. Niske se frekvencije čuju kao niži tonovi, a visoke kao viši. Njegovo trajanje ovisi o trajanju titranja. Intenzitet, to jest glasnoća ovisi o amplitudi vala, a boja,

osim o frekvencijama tona, uvelike ovisi o materijalu i obliku instrumenta ili izvora zvuka, te o načinu na koji se ton proizvodi.

Generalni raspon frekvencija koje ljudsko uho može čuti je od dvadeset hertza do dvadeset tisuća hertza, a unutar toga raspona, frekvencije se dijele na:

niske frekvencije: od 20 Hz do 200 Hz

srednje frekvencije: od 200 Hz do 5K Hz

visoke frekvencije: 5 Hz do 20K Hz

Frekvencije van navedenog raspona ljudsko uho ne čuje. Zvučni valovi frekvencija nižih od dvadeset hertza nazivaju se infrazvuk, a oni iznad dvadeset tisuća hertza ultrazvuk.

Niske se frekvencije doživljavaju kao težak, velik i snažan zvuk. Takav zvuk teže je proizvesti od zvukova visokih frekvencija, koji su tanji i lakši, a putuju mnogo brže i dalje od zvukova niskih frekvencija. Zvukovi niskih frekvencija lakše prolaze kroz vodu, zidove i druge materijale i često se mogu osjetiti prije nego čuti. U filmskoj industriji, zvukovi niskih frekvencija često se koriste da bi kod publike probudili osjećaj straha, prijetnje ili opasnosti, što je posljedica čovjekove unutarnje intuicije koja proizlazi iz toga da potresi, vulkanske erupcije i slične prirodne prijetnje proizvode takve zvukove niskih frekvencija. S druge strane, zvukovi kao pjev ptica ili cvrčaka, rezoniraju na visokim frekvencijama i često na ljude djeluju opuštajuće. No, navedeno nije uvijek pravilo, često se u horor filmovima mogu čuti vrlo visoki, kratki tonovi u brzom ritmu, ili jedan dugi jako visok ton koji na publiku djeluju nelagodno i signaliziraju opasnost.

Kada i izvor zvuka i uho koje ga percipira miruju, frekvencija zvučnog vala koja dolazi do uha jednaka je frekvenciji njegova izvora. Međutim, ako su izvor zvuka ili promatrač u relativnom gibanju, na način da se približavaju ili udaljavaju, onda dolazi do promjene frekvencija. Ova pojava naziva se *Dopplerov efekt* i kod dizajniranja zvučne podloge za film bitno je biti svjestan ove pojave u svrhu boljeg opisa realnosti scene. Različite

frekvencije zvučnih valova opažaju se kao različiti tonovi. Ako se izvor zvuka približava promatraču, onda taj zvuk zvuči kao da postaje sve viši, a kada se odmiče od njega, njegov ton postaje sve dublji.



*Slika 16: Ilustracija Dopplerovog efekta*

(Izvor: <https://forum.huawei.com/enterprise/en/what-is-the-doppler-effect/thread/510221-100305>)

U svakodnevnom životu *Dopplerov efekt* se može čuti kada pokraj promatrača prođe neko vozilo sa sirenom, ili se može vizualno vidjeti prateći ponašanje valova kod kretanja objekata ili bića po vodenim površinama.



*Slika 17: Dopplerov efekt valova na vodi*

(Izvor: <https://www.flickr.com/photos/sunshack/2552542952>)

Zvučni val opisan do sada je sinusoidni val, najjednostavniji oblik zvučnoga vala, koji se rijetko može naći u stvarnom životu, iako se danas mogu jednostavno proizvesti elektronski. Takvi valovi imaju izrazito čist zvuk jer imaju samo jednu frekvenciju. Većina zvukova u prirodi nastaju kombinacijom valova različitih frekvencija, što rezultira mnogo kompleksnijim valom. Što je val kompleksniji i što je manje repetitivan, to njegov zvuk zvuči sve više kao šum. Zvukovi koji imaju definiran ton također mogu biti jako kompleksni valovi, ali moraju biti repetitivni.

### *2.3.1. Iz analognog vala u digitalan zapis zvuka*

Da bi se mehanička pojava zvučnih valova mogla prenijeti u računalo i onda manipulacijom dizajnirati zvučnu sliku filma, on se mora najprije digitalizirati. Kada se zvuk snima, analogni zvučni valovi pretvaraju se u digitalan zapis. Digitalizacija analognog zvuka započinje mikrofonom, koji mehaničko gibanje zraka pretvara u električni signal. Ima različitih vrsta mikrofona, kojima se ovo postiže na različite načine.

Kod biranja mikrofona za projekt, bitno je uzeti u obzir njegove tri glavne značajke. Dio mikrofona koji transformira mehaničku energiju u električnu se zove pretvarač i on može biti dinamički ili kondenzatorski. Raspon frekvencija koje mikrofona može uhvatiti i smjer. Smjer opisuje usmjerenost osjetljivosti mikrofona i on može biti svesmjernan, jednosmjernan ili dvosmjernan. Tako svesmjerni mikrofoni hvataju zvukove iz svih smjerova, jednosmjerni samo sprijeda, a dvosmjerni su na primjer osjetljivi na zvukove sprijeda i straga, ali neosjetljivi na one koje dolaze sa strane.

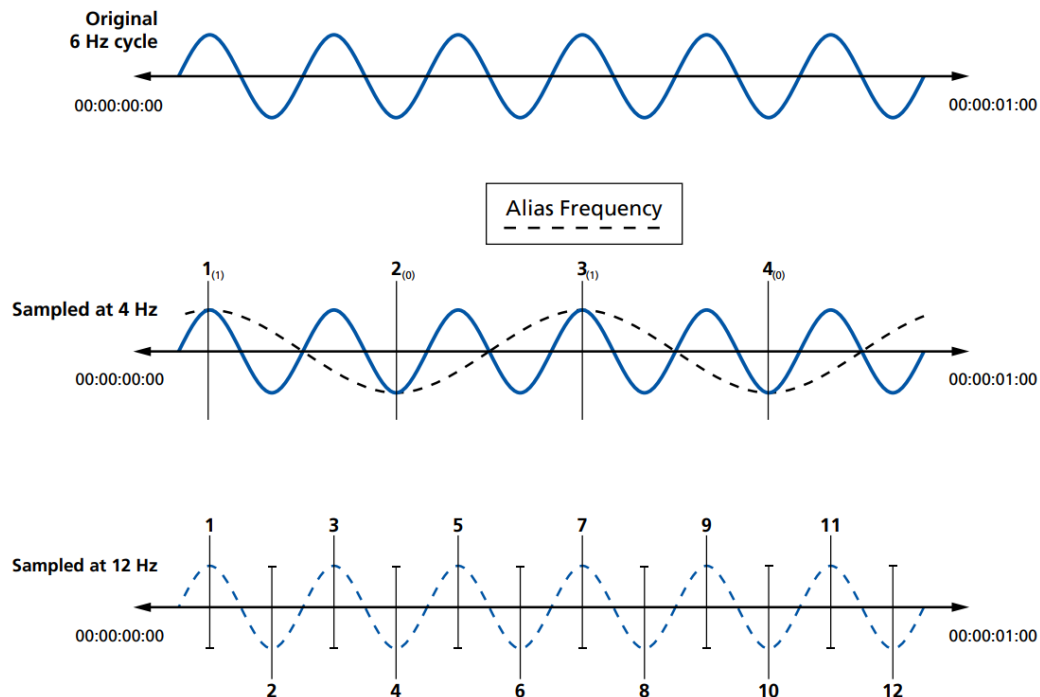
Kada zvučni val dođe do fleksibilne ovojnice u dinamičkom mikrofona, ona zbog pritiska zraka krene vibrirati istom frekvencijom. Ta ovojnica je zakačena na namotanu žicu oko koje je magnet. Osciliranjem namotane žice u magnetskom polju nastaje električni signal jakosti proporcionalne titranju elastične ovojnice, koji onda putuje do zvučne kartice koja taj analogni električni signal pretvara u digitalni zapis nula i jedinica.

Kondenzatorski mikrofoni su osjetljiviji mikrofoni od dinamičkih. Njihova membrana može brže titrati od one u dinamičkim mikrofona, pa stoga točnije hvata visoke frekvencije. Loša strana ovakvih mikrofona je što ne mogu dugo snimati jako glasne zvukove i što im je potrebna vanjska baterija da bi mogli snimati [8].

Zvuk koji dolazi do kondenzatorskog mikrofona uzrokuje titranje tanke metalne membrane, postavljene iznad tvrde metalne pločice. Titranjem električki vodljive membrane mijenja se naboj, jer malen broj elektrona može prelazi na pločicu. Vanjska baterija je potrebna zbog toga što su ove opisane promjene tako male.

*Sampling rate* (ili *sample rate*) je broj mjerenja jakosti električnih signala u jednoj sekundi. Što je taj broj veći, veća je sličnost analognog zvuka i njegovog digitalnog zapisa. Danas se najčešće snima sa 44 100 zapisa u jednoj sekundi. Razlog tome je što raspon frekvencija koje ljudsko uho može čuti ide do oko dvadeset tisuća hertza. Na slici 18 grafički je prikazano zapisivanje vala od 6 hertza.



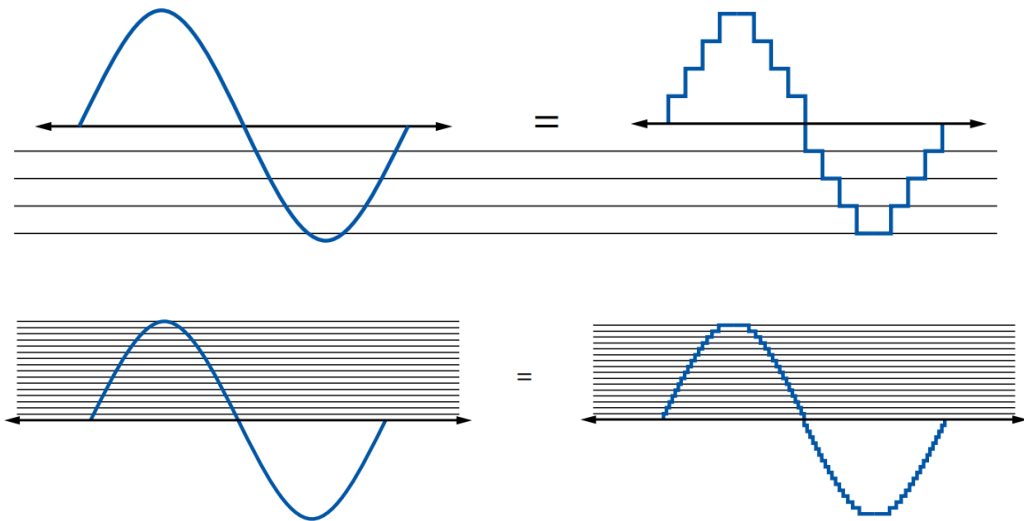


Slika 18: Grafički prikaz različitog Sampling rate-a zvučnog vala od 6 Hz  
(Izvor: Robin Beauchamp, Focal Press, 2013, *Designing sound for animation*)

Kao što je gore objašnjeno, to znači da taj val u jednoj sekundi zatitra šest puta, odnosno, nastaje šest gornjih i šest donjih amplituda. Ako bi se takav val pokušao digitalizirati tako da se njegove vrijednosti zapisuju četiri puta u sekundi, onda bi se, kao što je prikazano na drugom grafu slike 18, zapisao val od četiri hertza. Jedini način da se val zapiše točno, jest da se zapisuje minimalno duplo puta više od njegove frekvencije, jer je to jedini način da se zapišu i njegova gornja i donja amplituda (što se može vidjeti na trećem grafu slike 18).

Kod pretvaranja volta (mjerna jedinica za jakost struje) u digitalni zapis nula i jedinica, osim koliko se puta ta jakost mjeri u jednoj sekundi, bitna je i točnost kojom se mjeri. Volti električnog signala su proporcionalni tlaku u zraku kroz koji se zvučni val širi. Taj tlak ne skače s jednog cijelog broja na drugi, već se postepeno penje ili spušta. Digitalan zapis je zapis nula i jedinica, i nema vrijednosti između. Ili je nula, ili jedinica, prijelaz iz jednog u drugo je nemoguće zapisati. Zato je kod pretvaranja zvuka u digitalan zapis bitan i *bit depth*. Ovaj broj povezan je sa dinamičkim rasponom zvuka. *Bit depth* opisuje

broj raspoloživih vrijednosti od kojih jedan zapis može izabrati jednu i zapisati ju. Ako je broj volta električnog signala između dva raspoloživa broja, signal će se zaokružiti na jedan od ta dva raspoloživa, i zbog toga neće biti potpuno identičan izvornom analognom zvuku.



*Slika 19: Grafički prikaz visokog i niskog bit depth*

*(Izvor: Robin Beauchamp, Focal Press, 2013, Designing sound for animation)*

Što ima više tih raspoloživih vrijednosti, veći je *bit depth*, veći je broj amplituda koje se mogu zabilježiti jednom zapisom, pa je stoga veći i dinamički raspon snimljenoga zvuka. Razlika u rezoluciji snimanja s niskim i visokim *bit depth*-om grafički je prikazana na slici 19. U prvom primjeru na slici vidi se kako izgleda val zapisan niskim *bit depth*-om, a ispod njega je prikaz preciznijeg zapisa vala većim *bit depth*-om.

### 3. PRAKTIČNI DIO

#### 3.1. Od ideje do knjige snimanja

Ideja za ovu animaciju rodila se iz jednog nesvakidašnjeg pogleda na život. Na život kao igru čija su pravila promjenjiva i nepredvidiva. Igru koja se igra tako da se život živi u čuđenju, da mu se divi i da mu se u trenucima potpuno prepušta vodstvo. Napisana priča, iz koje se kasnije oblikovao scenarij, ne priča o nekom specifičnom liku s imenom i prezimenom. Ona prati život čovjeka, i trenutke u ljudskome životu koji mogu, ali ne moraju biti dio jednog, nekog individualnog ljudskog bića. Kao što je Andrei Tarkovsky u knjizi *Sculpting in Time* odgovorio na pitanje teme njegova filma *Zrcalo (Zerkalo)*: "O čemu je ovaj film? O čovjeku. Ne, ne o nekom jednom čovjeku čiji glas možemo čuti od iza scene, kojeg igra Innokentiy Smoktunovsky. To je film o tebi, tvome ocu, tvome djedu, o nekome tko će živjeti nakon tebe i tko je još uvijek "ti". O čovjeku koji živi na zemlji, koji je dio zemlje i kojeg je zemlja dio, o istini da čovjek svojim životom odgovara kako prošlosti tako i budućnosti. Ovaj film moraš gledati jednostavno, i slušati muziku Bacha i poeziju Arseniya Tarkovskog; gledaj ga kao što se gledaju zvijezde, ili more, kao što se divi krajoliku. Ovdje nema matematičke logike, jer ona ne može objasniti što čovjek jest i što znači njegov život [12]."

Jedan od glavnih motiva u ovom animiranom filmu je treptaj oka. Naspram veličine vječnosti života samoga, jedan ljudski život je tek trenutak, tek jedan treptaj oka. Ljudi se neprestano rađaju i umiru, a jedna smrt, koliko god bolna i teška, ne može zaustaviti i usporiti silovitu narav života koji uvijek ide dalje. Život rađa, uništava, ubija i neprestano stvara nove, uvijek različite živote. Iako je jedan individualni ljudski život tek kao treptaj oka, potpuno je nezamjenjiv, jedinstven i vrijedan svake boli ili ljubavi koju stvori.

*Peekaboo* je priča o jednom takvom životu. O životu koji se dogodio nekada na Zemlji ili se tek ima dogoditi. Priča o životu punom boli, tuge, uništavanja, ljepote, ljubavi i rađanja. O čudesnom ljudskome životu koji teče kao rijeka, koji svojim krajem najavljuje neki novi početak. Scene su se pokušale napisati tako da svaka može stajati

sama za sebe, ali da skupa stvaraju jednu koherentnu cjelinu. Razlog svake scene, kao nekog značajnog dijela života, nije van nje same i pronalazi se upravo u njoj.

Naslov animacije je *Peekaboo*, kao ime igre koja se igra s bebama, u kojoj se bebe iznenade i razvesele kada se osoba za koju je mislila da je nema, vrati. S tim motivom, i s prvim "treptajem" započinje i ova animacija. Prvi kadar je kadar iz prvoga lica jedne žene koja igra *Peekaboo* s bebom. Svaki put kada zatvori oči i prekrije lice rukama, kadar se zacrni, i kada ih otvori, u kadru se vidi i čuje beba. Zadnji put kada prekrije oči, u tom mraku se najprije zvukom, pa tek onda slikom prelazi na sljedeću scenu. Ovim prijelazom uvodi se u film u kojemu će gotovo svi prijelazi između scena funkcionirati na isti način. Kameru nešto prekrije, ili ulazi u mrak ili u neki objekt, kad se zacrni i u kojem mraku se sljedeća scena prvo čuje, pa tek onda vidi.

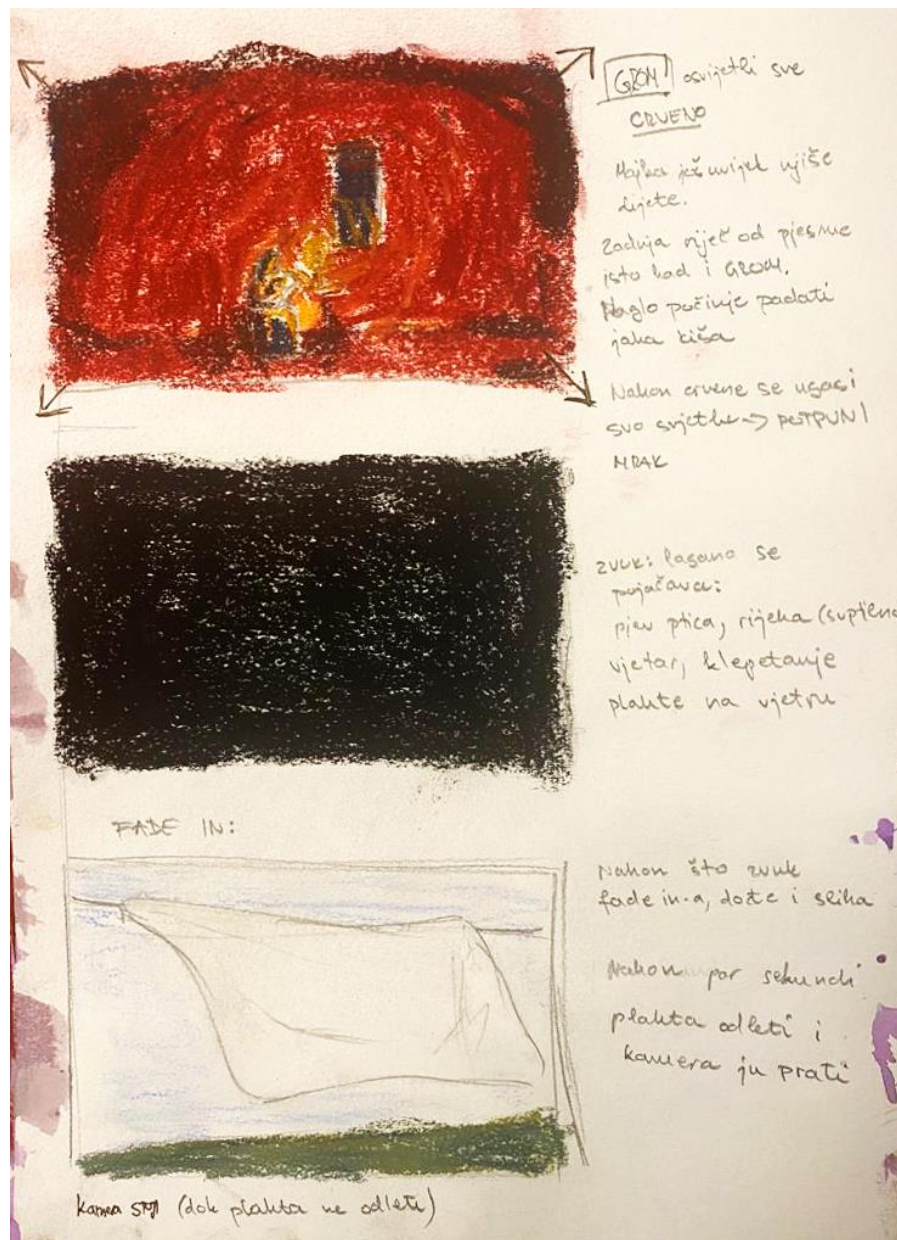
Za kretnje kamere, veliki uzor bili su filmovi Andreia Tarkovskog jer on uspijeva u svojim filmovima stvoriti dojam neprekinutog vremena. To postiže sporim, kontinuiranim kretanjama kamere, sa vrlo malo, često neprimjetnih rezova. Osim kamerom, motiv prolaska vremena se može vidjeti i u objektima istrošenih vremenom.

Kontrast života i smrti se u scenariju pojavljuje više puta. U obliku bogatog osunčanog stabla pod kojim se igraju djeca, i par scena kasnije, crnog mrtvog stabla na kojeg slijeće vrana. Možda najočiglednije, u prijelazu iz scena rata, u mrak, pa u čistu bijelu boju i zvuk ptica i djece u parku.

Zvučni motiv koji se ponavlja kroz animaciju je voda. Nekada u obliku rijeke, nekada morskih valova, a nekada kiše. Ovaj se motiv pojavljuje i kao prizorni, i kao neprizorni zvuk, ali uvijek suptilno, kao dio ambijentalnih zvukova scene.

U knjizi snimanja, uz standardne strjelice koje opisuju pokrete kamere, često se mogu naći bilješke o brzini, ili točnom trenutku početka ili kraja pokreta. Na primjer, u šestoj sceni, kada se kamera sporo odmiče od majke s djetetom u naručju, naznačeno je da je beba točno u centru kadra, u trenutku kada se kadar promjeni i pređe u vlak pun vojnika, kamera se istom brzinom krene približavati vojniku na kraju vlaka, koji je u samom centru kadra. Iako se i u samom crtežu može vidjeti tko je u centru kadra, zbog povezivanja ta dva lika, bilo je potrebno to naznačiti i bilješkom.

Osim oznaka za gibanja kamere i točnih trenutaka u kojima kadar počinje ili završava, na nekim dijelovima su opisane i boje koje prevladavaju scenom. Na primjer na samom kraju scene rata i početka sljedeće scene, gdje se iz nekih tamnih boja koje nisu unaprijed definirane, na trenutak prelazi u žarko crvenu koja osvaja gotovo cijeli kadar, zatim u mrak (crnu) pa u čistu bijelu boju plahte na vjetru koja dominira kadrom.



Slika 20: Dio knjige snimanja koji prikazuje prijelaz između dvije scene

Obzirom da mnogo scena započinje zvukom, često se mogu naći i bilješke koje opisuju taj zvuk, ili grubu procjenu trajanja tišine prije njih. Mogu se naći i bilješke o neprizornim zvukovima, uglavnom rijeke ili morskih valova. Ili u prijelazu sa sedme na osmu scenu, zapis o tome kako se kadar mijenja u istom momentu kada se čuje glasan krik vrane. Također, opisi ritma zvučne podloge, krešenda, naglog stajanja ili tihog početka itd.

Ova knjiga snimanja nije nastala istim redoslijedom kao njena priča. Razlog tome je što su neke scene zahtijevale puno više promišljanja od drugih, a neke su naknadno potpuno promijenjene. Tako je scena rata, koja se javlja u prvoj polovici filma, zapravo zapisana posljednja. Jedan od najvećih problema kod te scene bila je uspavanka koju majka pjeva bebi da je smiri. U nedostatku pjesme, scene su nekoliko puta bile definirane, pa izbrisane, pa opet zapisane inspirirane nekom drugom pjesmom itd. Na kraju je donesena odluka da će majka pjevati hrvatski prijevod jednog starogrčkog epitafa koji slavi život i koji se bavi temom kratkog trajanja ljudskog života. Jednom kada je pjesma napokon nađena, i scene su ubrzo nastale.

*Seikilov epitaf*

*Dok živiš, sjaji!*

*Ništa uopće ti ne žali*

*Život je tek jedan treptaj oka*

*A vrijeme svoj danak zahtijeva*

### 3.2. Dizajn zvučne slike

Nakon završetka pisanja knjige snimanja, a prije samog snimanja zvuka, bilo je vrijeme za definiranje zvučne podloge. Najprije su se, prolazeći kroz scenarij i knjigu snimanja morali zapisati svi zvukovi koji su se smatrali potrebnima. Zbog manjka iskustva, kod samog slaganja zvučne podloge, ispostavilo se da neki zvukovi ipak fale, ili da su nepotrebni. Takvi zvukovi su, uz još brojne ostale zvukove koje autorica nije bila u mogućnosti sama snimiti, bilo zbog opreme za snimanje ili zbog nedostupnosti izvora zvuka, potražili na internetu.

Jedna od glavnih stvari koje je bilo potrebno imati na pameti i koje su većinom bile zapisane već u samoj knjizi snimanja, su prijelazi između scena koji velikim dijelom ovisе o zvučnoj podlozi. U ovim se dijelovima filma zvukom najavlјivala i započinјala sljedeća scena, pa mu se stoga moralo dati mnogo pažnje kod dizajniranja i biranja.

Prijelaz između prve i druge scene namјerno je zvučno nasilan i glasan. Tu se čuje vlak koji prolazi tik ispred kamere čiji je zvuk mehanizma zvuk sa puno niskih frekvencija, koje su snažne i koje imaju moć protresti čovjeka jer ih povezuje sa opasnošću i čija je truba jako nasilna i glasna. Razlog tomu je osim bolnog rastanka koji se događa na kolodvoru, također i taj prvi nagli vremenski skok u pričanju priče koji će se kroz animaciju ponoviti još mnogo puta.

Prijelaz između pete i šeste scene zvučno je morao biti smirujuć i uvesti u novi život, da publici ponudi olakšanje poslije ratnih scena i prikaza smrti. Zato se još prije pojave slike, čuje pjev ptica, rijeka i djeca koja se smiju i igraju.

Predzadnja scena filma pokazuje glavnoga lika kako jaše divlјeg konja. U toj se sceni pak moralo paziti na ritam konjskog galopa, strašno brzog i divlјeg, kao i život koji nezaustavljivo juri naprijed, ali i na pravilnost ritma koja se može čuti i osjetiti i zbog koje je moguće jahati takvoga konja. Također, na samom kraju filma, u zadnjoj se sceni pazilo na to da zvučna podloga bude jako slična prvoj sceni, da bi se povezao život s početka filma sa smrt na njegovom kraju.

Što se manipulacije zvuka tiče, najzahtjevnija je scena u kojoj se paralelno odvijaju dvije priče; priča o majci koja smiruje i uspavljuje svoje dijete, i muškarcu koji prolazi kroz grozote rata. Povezanost te dvije priče se, osim kamerom, htjela postići i zvukom. Velika inspiracija za nju je scena početka bitke za grad Ozgiliath, iz filma *Gospodar Prstenova: Povratak Kralja*, u kojoj Denethor zahtjeva od Pipina da mu pjeva dok on proždrljivo jede. Kao i Pipinovo pjevanje, majčin glas kada ona krene pjevati svojem djetetu nema puno reverba i ostavlja dojam da je izvor zvuka u istom prostoru kao i kamera. Kada se kadar promijeni i krene prikazivati vojnike, pjesma više nije upućena djetetu koje majka uspavljuje nego publici koja gleda nadolazeće grozote života. Svi ostali zvukovi u sceni, kojih ima mnogo, moraju se stopiti u jednu pozadinu koja je prigušena i tiha. Pozadinu koja kontrastira riječima pjesme koju majka pjeva, ali koja ju niti u jednom trenutku nikako ne nadglasa i ne pobjeđuje.

### *3.3. Snimanje zvuka*

Velik dio zvukova za ovaj animirani film, snimila je osobno autorica rada. Kod snimanja bilo je potrebno riješiti se odjeka i jeke i barem donekle smanjiti šum. U tu svrhu, manja prostorija u stanu je bila pretvorena u privremeni kućni studio. Svi predmeti izbačeni su van i svi zidovi su se prekrili debelim dekama. Deke su u ovom slučaju služile za apsorpiranje zvuka, jer kao što je spomenuto, mnogo je lakše različitim manipulacijama kasnije simulirati refleksije zvuka, nego snimku sa odjekom očistiti od njega. Slika 22 pokazuje valni prikaz zvuka pljeska u improviziranom studiju, a slika 23, zvuk pljeska u prostoriji sa golim zidovima, koji znatno manje apsorpiraju zvuk.





*Slika 22: valni prikaz zvuka pljeska u improviziranom studiju*



*Slika 23: valni prikaz zvuka pljeska u prostoriji sa golim zidovima*

Na slikama se može primijetiti kako zvuk u improviziranom studiju kraće traje. To je zato što nema odjeka jer deke apsorbiraju veliku količinu zvuka pa on ne dolazi natrag do mikrofona.

Oprema koja se koristila kod snimanja i dizajniranja zvuka je: zvučna kartica *Focusrite Scarlett Solo 3rd Generation*, *Focusrite CM25 Condenser* mikrofoni i *Sennheiser HD 280 Pro* slušalice.

*Focusrite CM25 Condenser* mikrofoni su kondenzatorski mikrofoni. Kondenzatorskim mikrofoni mogu se snimati jako tihi, nježni zvukovi, poput disanja ili šaputanja. Usmjerenost je kardioidna, što znači da je osjetljivost mikrofona nešto veća na prednjoj strani nego na stražnjoj.

Nakon posloženog studija i nabavljene opreme, krenula je potraga za zvukovima. Najprije su se snimali zvukovi za koje je bilo vrlo lako naći izvor. Kao na primjer šuškanje odjeće kod kretanja, vjetar za čiji se zvuk puhalo u mikrofona, miješanje juhe za koju se snimalo miješanje vode u loncu, škripanje vrata i stolica i sl.

Za neke zvukove morao se pronaći kreativniji izvor. Kao na primjer za trubu vlaka je napravljen instrument od plastične čaše jogurta, balona i duge metalne cijevi. Za mehanizam vlaka koristila se kutija tjestenine. Primjetile su se razlike u zvuku koje proizvode različiti oblici tjestenina. Na kraju se iskoristila tjestenina šupljeg polukružnog oblika. Kartonskim pakiranjem se ritmično šuškalom različitom brzinom, a za vlak koji tek polazi sa kolodvora, šuškanje se postepeno ubrzavalo.

Koraci su bili posebno zahtjevni za snimati. U obzir je bilo potrebno uzeti i cipele u kojima se hodalo, njihov materijal i đon i podlogu po kojoj se hodalo. Neki koraci snimljeni su na metalnoj podlozi, neki na drvenoj, neki na parketu, a neki po papiru, lišću i zgužvanim sintetičkim mrežama. Najzahtjevniji koraci su koraci djevojčice koja igra školicu i recitira brojalicu. Razlog je taj što su ti koraci, odnosno skokovi po nacrtanim kvadratima školice morali biti u ritmu i duhu već snimljene brojalice. Nakon nekoliko pokušaja i ti koraci su snimljeni.

Kod snimanja glasa djevojčice koja recitira brojalicu, bilo je potrebno naći glas koji može proći kao glas djevojčice od oko 10 godina. Srećom, djevojka koja je davala glas već sama od sebe ima dosta djetinji glas, i također iskustva s glumom, tako da nije bilo potrebno puno pokušaja da se dođe do željenih rezultata.

U zvučnoj podlozi čiji se nastanak opisuje ima dosta zvukova koji su pronađeni na internetu i čije je korištenje dozvoljeno za nekomercijalnu uporabu. Svi takvi zvukovi su se morali dodatno obraditi da bi mogli funkcionirati zajedno u istoj sceni. Karakteristike snimljenih zvukova koji uvelike utječu na uvjerljivost scene i koje se moralo uzeti u obzir i mijenjati prije spajanja sa drugim zvukovima u sceni jesu na primjer; jeka u prostoriji u kojoj se zvuk snimao, šum specifičan za tu prostoriju, glasnoća zvuka, boja zvuka, frekvencije koje je korištena oprema mogla snimiti itd.

Jay Rose u svojoj knjizi *Audio Postproduction for Film and Video* navodi par odličnih savjeta za traženje zvučnih efekata na internetu. Kod traženja određenog zvuka, najefikasnije je upisivati što kraće riječi, na primjer, "*jet plane*" može pronaći "*jet airplane*", ali ne i obrnuto. Također napominje da isti izvor može različito nazivati iste stvari, kao na primjer "*car*" i "*automobile*". Da bi se smanji ponuđeni izvor, željeni zvuk se može bolje specificirati, pa umjesto na primjer "*dog*", upisati "*dog bark angry*" [9]. Ako željeni zvuk svejedno nije pronađen, može mu se pristupiti drugačije. Najprije se mogu potražiti stvari koje zvuče gotovo identično, ili slično. Na primjer zvuk zvona, ako ga se malo promijeni i ponavlja, može zvučati kao alarm [9]. No, zvuk se može i rastaviti na manje zvukove koji čine željeni zvuk, pa tražiti takve primjere i kasnije ih spajati.

Jednom kada je većina zvukova bila snimljena ili nađena na internetu, krenulo je njihovo slaganje. U ovom procesu je bilo potrebno stalno na pameti imati ugođaj koji se stvara, više nego predmete u sceni koji proizvode zvukove. Kod slaganja zvuka nužno se neprestano pitati pitanje "što želim čuti?". U procesu stvaranja zvučne podloge mnogo se puta dogodilo da je zvuk postao pre kaotičan i da se ono bitno izgubilo u tom kaosu. Odgovorom na spomenuto pitanje iskristaliziralo bi se koji to zvukovi moraju ostati u prvom planu, koji se moraju stopiti s pozadinom, a koje će se možda i potpuno izbaciti. Takav pristup slaganju zvučne scene, u kojemu se fokusira na ono što je bitno, mnogo je jednostavniji i efikasniji od pristupa u kojemu se samo daje zvuk svemu što se pojavljuje u sceni. Na primjer u drugoj sceni animiranog filma, najprije se slaganjem koraka prolaznika stvorila prevelika buka i nerazgovijetan kaos, pa se izbacilo više od dvije trećine snimljenih koraka, a naknadnom manipulacijom se svejedno stvorio dojam velike gužve.

Mnogo je načina i pristupa dizajniranju zvuka za animaciju, i obzirom da se radi o umijeću, ne postoji puno fiksnih pravila koje je nužno slijediti za dobar rezultat. No, ipak postoji već definiran redoslijed zadataka koji potencijalno može ubrzati i olakšati proces.

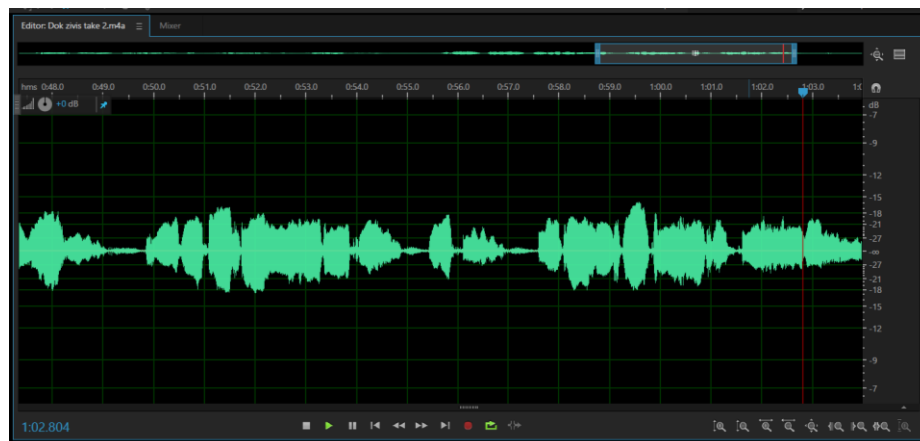
Po važnosti zvuka i po najjednostavnijem redoslijedu slaganja track-ova kod slaganja zvuka za određenu scenu, zvukovi se mogu posložiti sljedećim redoslijedom; najprije

dijalozi, odnosno svi ljudski glasovi, pa snimljeni efekti. Zatim ambijentalni i pozadinski zvukovi i na kraju glazba.

Navedeni redoslijed nije se strogo pratio cijelo vrijeme. Na primer, glazba u petoj sceni, koja služi kao podloga za uspavanku koju pjeva lik u animaciji, dizajnirala se prije dodavanja pozadinskih zvukova, ali glazba u sceni plesa oko vatre je ostavljena za kraj. Obzirom da dosta scena započinje atmosferskim zvukovima, time je započinjao i njihov dizajn. Najprije bi se složila pozadina, a zatim dijalog (u scenama gdje ga ima). Poslije toga, scenu po scenu su se slagali glavni zvučni efekti. Ovaj je dio slaganja zvukova trajao je najduže, jer su neki efekti trebali tek nastati manipulacijom postojećih zvukova. Poslije toga, zvučna podloga se opet pregledava pa se ubacuje još zvučnih efekata koji nedostaju i koji nisu toliko očiti i glasni.

### 3.4. Spektralni prikaz zvuka

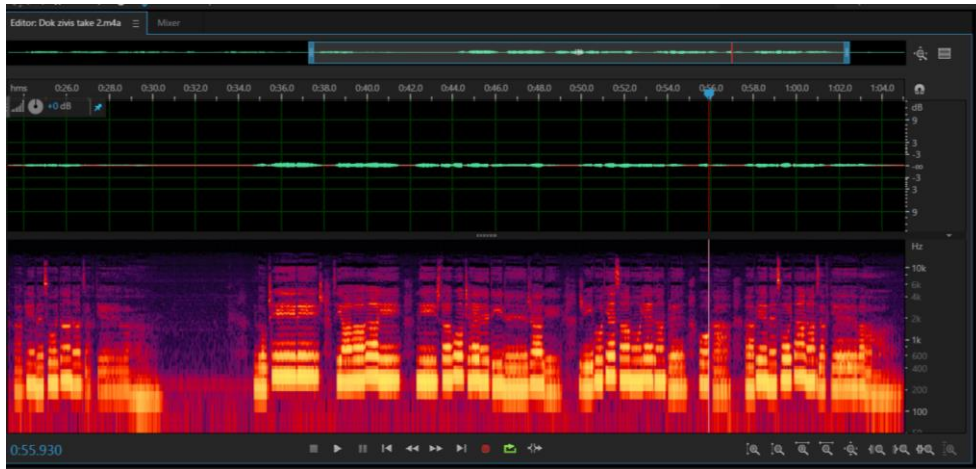
Prije opisivanja samih koraka manipulacije zvukom, potrebno je objasniti razliku između valnog i spektralnog prikaza zvuka koji se obrađuje.



*Slika 24: valni prikaz zvuka*

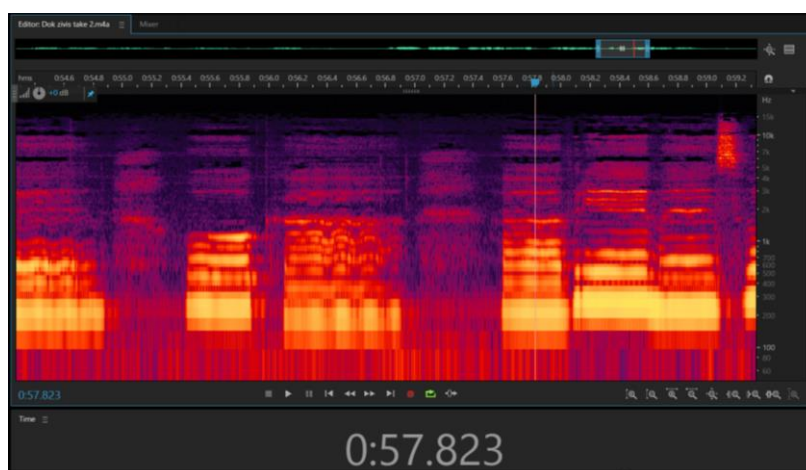
Valni prikaz zvuka ne daje dovoljno informacija potrebnih za manipulaciju i obradu zvuka. Na ovakvom prikazu os x predstavlja vrijeme, a os y glasnoću zvuka. Desno od prikaza zvuka je decibelna skala od  $-\infty$  do 0 dB. Iz ovog prikaza može se

vidjeti maksimalna glasnoća, razlike u glasnoći, može se otprilike vizualno vidjeti srednja vrijednost glasnoće i sl.



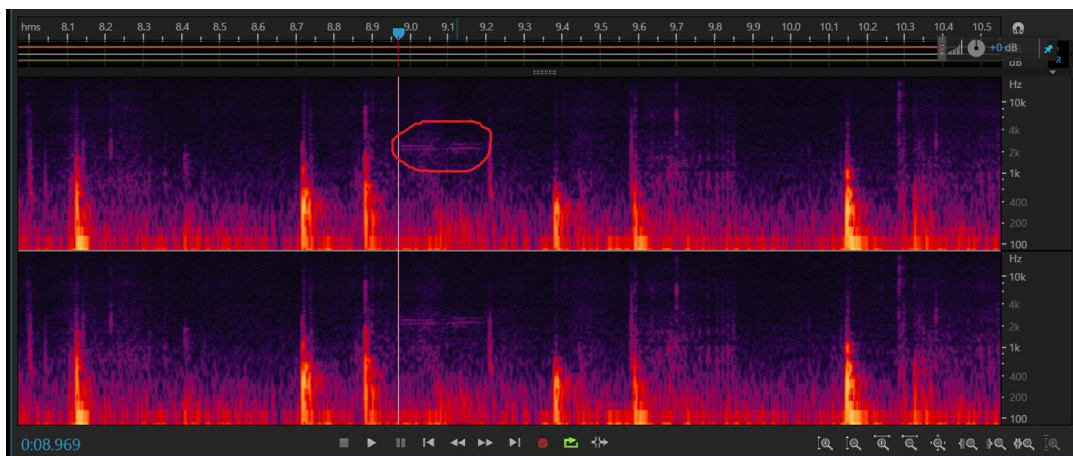
*Slika 25: spektralni prikaz zvuka*

Spektralni prikaz zvuka dizajneru nudi mnogo više informacija. Os x također predstavlja vrijeme, ali os y predstavlja frekvencije zvučnih valova, od 20 Hz do 20 000 Hz. Intenzitet boje pokazuje glasnoću tih frekvencija, pa su tako najsvjetliji dijelovi prikaza najglasniji dijelovi, a najtamniji, crni dijelovi su dijelovi bez ikakva zvuka, odnosno na slici 26, na mjestu gdje se nalazi kursor, može se vidjeti da se u 57.800 sekundi zvučnoga zapisa najglasnije čuje zvuk frekvencija između 200 Hz i 300 Hz, malo manje frekvencija između 300 Hz i 1 kHz, dok na primjer zvuka frekvencija iznad 10 kHz uopće nema.



*Slika 26: spektralni prikaz zvuka*

Promatrajući spektralni prikaz zvuka, moguće je locirati i manipulacijom poglasniti ili stišati različite zvukove u snimci koji nisu poželjni. Razlog tomu je što ako se snima nečiji glas, a u isto vrijeme mikrofonski slučajno snimi na primjer zvonjavu mobitela, zvukovi ljudskoga glasa i zvonjenja mobitela su različitih frekvencija, pa se na ovaj način može locirati i saznati koje su to neželjene frekvencije i izbrisati ih. Na slici 27 prikazan je spektralni prikaz zvučnog zapisa i zaokružen zvuk zvonjave mobitela koji se čuje na snimci. Zbog toga se zvučni dizajneri puno češće koriste spektralnim od valnog prikaza zvuka. Spomenuti primjer je primjer nekonzistentnog šuma. Ne konzistentni šum je zvuk koji se javlja u snimci zvuka, a koji nije namjerno snimljen i koji je nepoželjan. Na spektralnom prikazu moguće je alatom *healing brush* obrisati te frekvencije u tom određenom trenutku. Kada se snimka mijenja na ovaj način, potrebno je koristiti najmanju moguću veličinu alata *healing brush* da bi proces ostao neprimjetan i da se ne bi izbrisale frekvencije zvuka koji je potreban ili frekvencije koje su konzistentne kroz ostatak snimke.



Slika 27: spektralni prikaz zvuka na kojemu se vizualno vidi zvonjava mobitela

### 3.5. Šum

Konzistentan šum je zvuk koji se proteže kroz cijelu snimku i koji je nastao zbog okoliša u kojemu se zvuk snimao. Najčešće, pa i u snimanju koje se ovdje opisuje, to su zvukovi jako niskih frekvencija. Njih bi bilo nemoguće obrisati alatom *healing brush*, a u programu Adobe Audition postoje dva različita načina na koja se ovaj problem može riješiti. To su manualni i automatski način. Manualni način se koristi samo u situacijama u kojima je šum zaista glasan i kada ga ima puno.

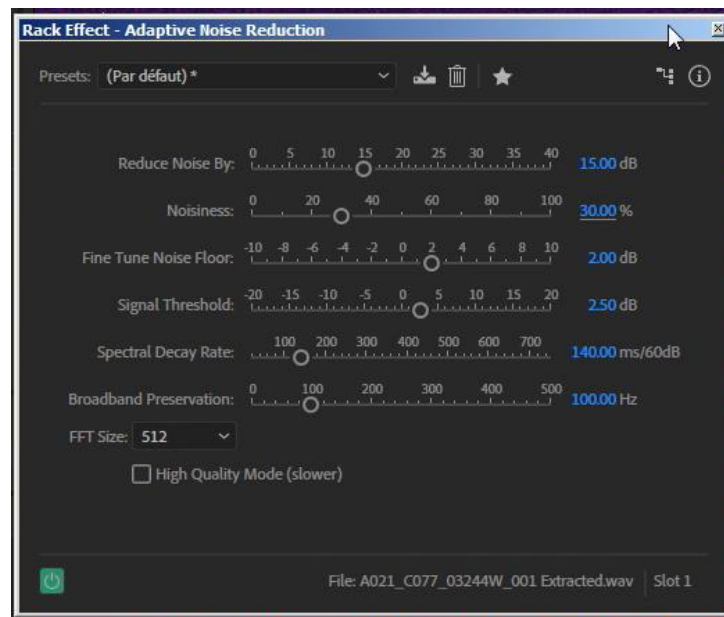
Kod snimanja bilo čega, potrebno je na početku ostaviti oko pet sekundi bez ikakva namjerna zvuka. Na taj način, snimka u sebi ima taj prostor u kojemu se čuje samo šum, pa ga je moguće definirati i pronaći kroz cijelu snimku. Iako se za oba načina mora ostaviti tih par sekundi snimke, glavna razlika između automatskog i manualnog načina je ta što se u manualnom mora označiti dio snimke koji sadrži samo šum, a automatski ga pronalazi sam.

Manualan način rješavanja šuma u Adobe Audition-u se zove *Noise Reduction Process*. Osim označavanja dijela snimke koji sadrži samo šum, potrebno je taj dio, opcijom *Capture noise print* definirati kao šum kojega se želi stišati. Zatim označiti cijelu snimku i aplicirati *Noise Reduction Process*. Kada se rješava šuma na ovaj način, vrlo je bitno misliti na moguće neželjene posljedice, posebno kod snimanja vokala, a to je njegov utjecaj na glavni zvuk u snimci. Zbog toga se ovaj proces ponavlja više puta u malim koracima, sa preslušavanjem snimke između svakog puta.

Automatski način u Adobe Auditionu je *Adaptive Noise Reduction*. Korištenjem ovog procesa moguće je manipulirati s nekoliko parametara. Razlika koja se može odmah uočiti su maksimalne vrijednosti koje su dosta niže od onih ponuđenih u *Noise Reduction Process*, pa je zbog toga teže uništiti snimku i lakše preciznije manipulirati. Neki od najbitnijih parametara su:

*Reduce Noise by* je parametar s kojim se kontrolira broj decibela za koji će se zahvaćeni šum stišati. *Noisiness* je parametar s kojim se može odrediti postotak zvuka, kojega je efekt *Adaptive Noise Reduction* definirao kao šum, na koji će cijeli efekt djelovati. Parametrom *Fine Tune Noise Floor* može se označiti broj decibela ispod kojega će sav

zvuk tiši od definiranog broja biti izbrisan iz snimke. Zvuk glasniji od onoga definiranog parametrom *Signal Threshold* će ostati nepromijenjen. *FFT Size* (*Fast Fourier Transform*) definira koliko se različitih raspona frekvencija analizira i ima jako velik utjecaj na kvalitetu apliciranog efekta. Sa većim brojem, zvuk je podijeljen na više raspona i preciznije analiziran. Najčešće se biraju niže vrijednosti za rješavanje šuma u kojemu ima mnogo kratkih zvukova kao klikova, dok su veće vrijednosti dobre za riješiti se šuma sa duljim i sporijim zvukovima.



Slika 28: parametri efekta *Adaptive Noise Reduction*

Jako puno snimki u ovoj zvučnoj podlozi snimljene su u gore opisanom improviziranom kućnom studiju, a snimke snimljene na istoj lokaciji često imaju isti šum. Zbog toga je korisno spremiti jednom napravljen proces i aplicirati ga na sve takve snimke. U programu Adobe Audition to se postiže opcijom *Start Recording Favourites*.

Dok je spomenuta opcija aktivna, napravljen je *Adaptive noise reduction*, namješteni su svi njegovi parametri i opcijom *Stop recording Favourites*, definiran je proces, koji se sada opcijom *Batch process*, može primijeniti na sve ostale snimke snimljene u studiju. Greška koja se lako može dogoditi u primjenjivanju *Batch processa*, je da se isti efekt ponovno primjeni na istu snimku, a da bi se to izbjeglo, potrebno je jednostavno tu snimku izbaciti s popisa. Prije apliciranja efekta, u *export* parametrima snimke se po potrebi mogu iz *mono* prebaciti u *stereo* snimke.

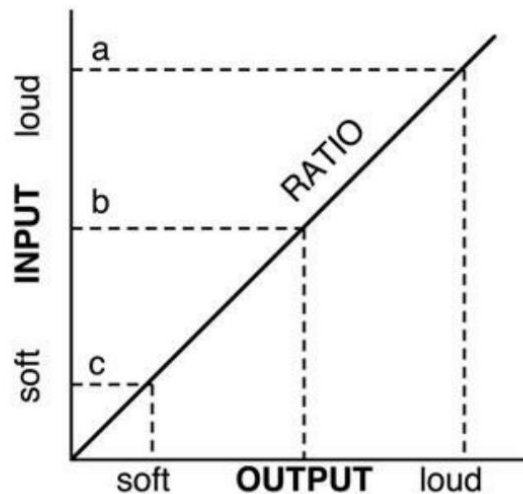


### 3.6. Kompresor efekt

Kompresiranjem zvučnog zapisa smanjuje se njegov dinamički raspon, to jest smanjuju se razlike između glasnih i tihih zvukova u snimci. Glasnim se zvukovima smanjuju decibeli, a tihim povećavaju. Zbog toga se kompresori moraju oprezno koristiti i to nakon rješavanja šuma iz snimke, jer postoji mogućnost da se kod smanjivanja nekog signala poveća glasnoća šuma.

Neke od stvari koje se mogu postići su dodavanje snage glasu, mijenjanje glasnoća raspona frekvencija zvuka, promijeniti boju zvuka i slično.

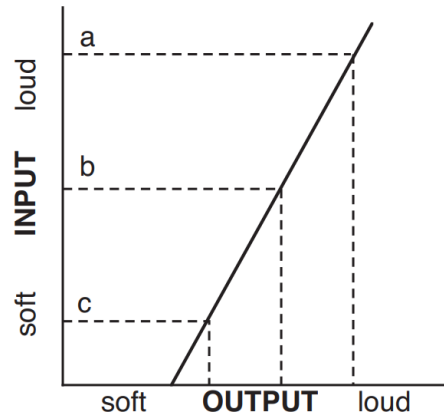
Način na koji kompresor funkcionira najlakše je objasniti kroz njegovih pet parametara. Graf na slici 29 prikazuje odnos ulaznog zvučnog zapisa prije kompresiranja (*input*) i onog poslije (*output*). Na osima x i y raspodijeljena je glasnoća zvuka, od tihog (*soft*) do glasnog (*loud*). Njihov odnos je 1:1 jer još uvijek nikakva promjena nije učinjena.



Slika 29: grafički prikaz odnosa ulaznog i izlaznog zvuka

(Izvor: Jay Rose, Focal Press, 2015, *Producing great sound for film and video*)

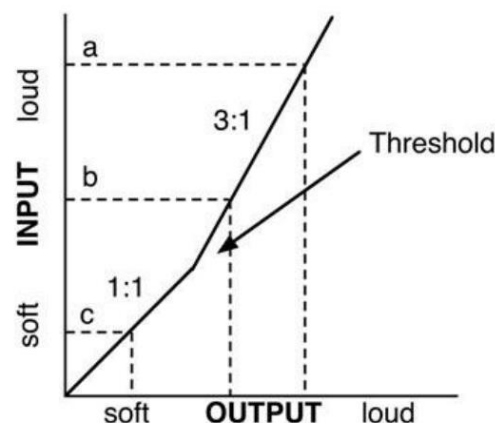
*Ratio* je parametar kojim se kontrolira količina kompresiranja zvuka. Na grafu slike 29 ratio je 1:1, pa je stoga glasnoća kompresiranog zvuka jednaka onoj prije kompresiranja. Graf na slici 30 opisuje promjenu koja se događa kada je ratio 3:1 i pokazuje kako na svaka 3 dB kompresor pojačava signal za 1 dB.



*Slika 30: grafički prikaz odnosa ulaznog i izlaznog zvuka kada je Ratio 3:1*

*(Izvor: Jay Rose, Focal Press, 2015, Producing great sound for film and video)*

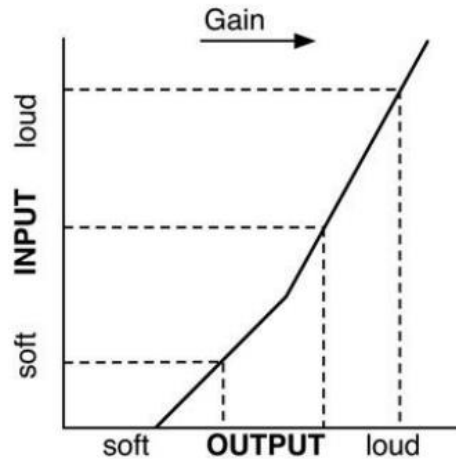
Problem vidljiv na slici 30 je što su se sada poglasnili i oni jako tihi dijelovi snimke, koji su najčešće šum. Definiranjem vrijednosti parametra *Threshold* se postavlja vrijednost decibela ispod kojega svi zvukovi tiši od te vrijednosti ostaju iste glasnoće, odnosno, *Ratio* za njih ostaje 1:1. Grafički prikaz toga može se vidjeti na slici 31.



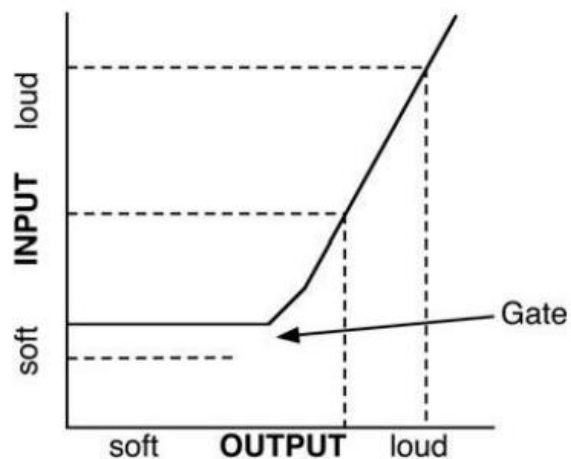
*Slika 31: grafički prikaz odnosa ulaznog i izlaznog zvuka s parametrom Threshold*

*(Izvor: Jay Rose, Focal Press, 2015, Producing great sound for film and video)*

*Gain*, *make up* ili *output gain* sve su nazivi koji se mogu naći u različitim efektima i različitim softverima za isti parametar, kojim se nadoknađuje glasnoća izgubljena tijekom kompresiranja zvuka, za određeni broj decibela. *Gate* je parametar s kojim je moguće *Gain* parametru postaviti granicu, ispod koje će sav zvuk tiši od postavljenog broja decibela ostati jednake jačine kao u *input*-u.



Slika 32: grafički prikaz odnosa ulaznog i izlaznog zvuka s parametrom *Gain*  
(Izvor: Jay Rose, Focal Press, 2015, *Producing great sound for film and video*)



Slika 33: grafički prikaz odnosa ulaznog i izlaznog zvuka s parametrom *Gate*  
(Izvor: Jay Rose, Focal Press, 2015, *Producing great sound for film and video*)

Ako je cilj kompresiranja regulirati samo najglasnije dijelove snimke, a dinamički raspon ostaviti manje-više jednakim, onda je za *Threshold* i *Ratio* najbolje odabrati visoke vrijednosti, jer će se onda samo oni najglasniji dijelovi snimke stišati. No, ako se želi smanjiti cijeli dinamički raspon snimke, onda su prikladnije manje vrijednosti ova dva parametra.

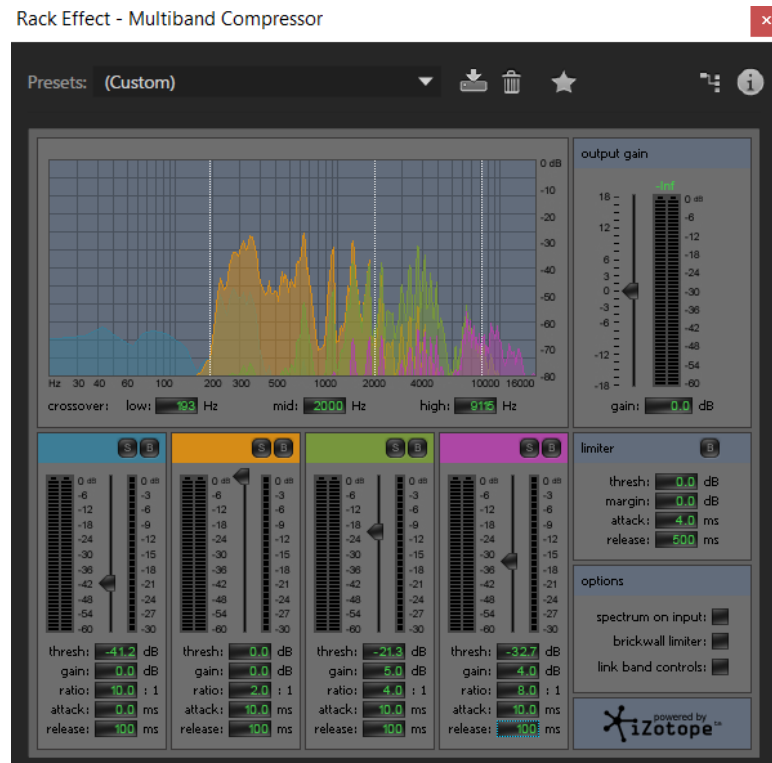
*Attack* i *Release* su parametri kojim se određuje koliko će brzo kompresor djelovati na zvuk glasniji od onog definiranog parametrom *Threshold* i koliko će brzo, nakon stišavanja zvuka ispod te granice, prestati kompresirati zvuk.

Brzi *Attack* će na vrijeme spriječiti zvuk da pređe definiranu granicu, ali često može i uništiti dojam koji se htio postići takvim zvukom. Sporiji *Attack* dopušta zvuku da ostavi jednako snažan dojam, a cijeloj snimci ipak smanjuje dinamički raspon. Prespori *Attack* najviše štete radi na snimkama ljudskih glasova, jer se onda kod riječi koje počinju suglasnicima ti suglasnici čine preizraženim u odnosu na ostatak riječi i samoglasnike u njoj, pa često stvara dojam nekog tko pljuje dok govori. Prebrz *Release* produžuje jeku i pojačava zvuk na njegovom kraju, kada se on prirodno stišava [13].

U Adobe Auditionu postoje mnogi efekti kojima je moguće kompresirati zvučni zapis. Svi oni pružaju mogućnost kompresiranja upravljajući s pet glavnih parametara. Ovdje se najčešće koristio efekt *Multiband Compression*, zbog njegove mogućnosti odvojenog tretiranja različitih raspona frekvencija, i mogućnosti određivanja tih raspona.

Na slici 34 mogu se vidjeti vrijednosti parametara primijenjenih na snimljeni glas djevojčice koja recitira brojalicu. Obzirom da se radi o mladom ženskom glasu, prvi raspon frekvencija je do 200 Hz, i on se dosta stišao. Kada bi se snimka preslušavala, u tom rasponu frekvencija ima izrazito malo glasa, ali malo i šuma. *Ratio* je visok, a *Attack* momentalan. Sljedeći raspon je raspon u kojemu je baza glasa i njega nije bilo potrebno dirati. U trećem rasponu su frekvencije koje glasu daju boju i kojih ima više u ženskom nego u muškom glasu. Tu su se kompresirali samo najglasniji dijelovi snimke, ali su se oni i nadoknadili parametrom *Gain* i to čak malo više nego što je potrebno, kako bi se ovaj raspon frekvencija blago pojačao. *Ratio* nije pre velik, a *Attack* je 10 ms. Razlog tolikom *Attack*-u je taj što se ovdje radi o brojalici koja se recitira u nekom

ritmu. Sa vrijednosti parametra *Attack* koja nije momentalna, osjećaj ritma ostaje naglašen. Zadnji Raspon frekvencija sadrži isto vrlo malo glasa, ali koji nije izrazito ugodan uhu, pa se stoga blago kompresirao.



Slika 34: parametri efekta Multiband Compressor primijenjenih na snimljeni glas

### 3.7. Frekvencije i ekvilajzeri

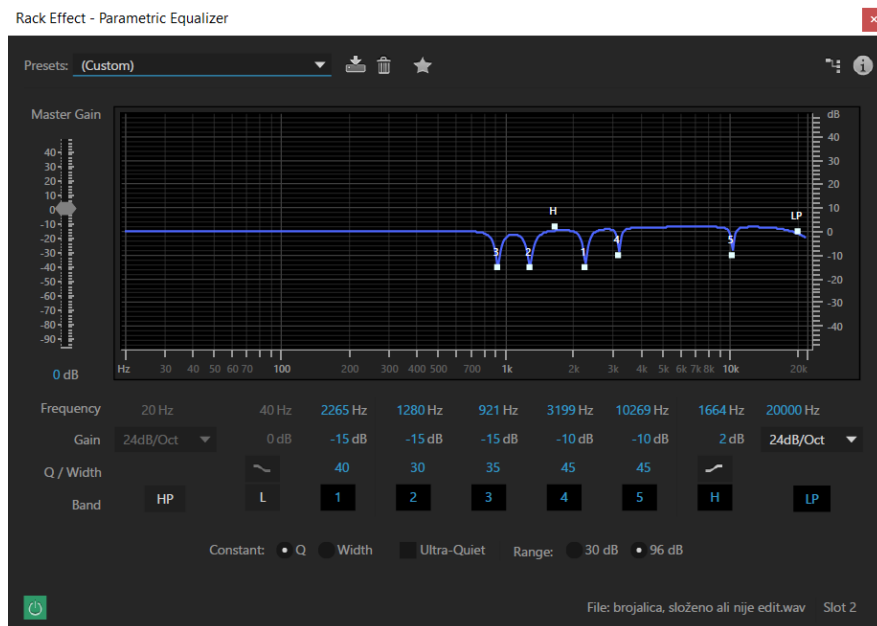
Ženski glasovi počinju na frekvencijama oko 150 Hz ili 200 Hz, a muški na nešto dubljim frekvencijama, od oko 100 Hz. Kod snimanja dijaloga, svi zvukovi nižih frekvencija su najčešće neželjeni šum. Srž i boja glasa uglavnom se nalaze na frekvencijama između 1000 i 3000 Hz. Kada se manipulacijom zvuka želi naglasiti određena karakterna crta lika, ove informacije su jako korisne. Ako se glas želi pretvoriti u "neviniji" i mlađi glas, mogu se pojačati visoke frekvencije glasa, a ako je karakter lika čvrst i samouvjeren, ako se na primjer radi o nekom vođi koji zapovijeda, mogu se pojačati niže frekvencije, no sa svijesti o tome da se kod ženskih likova manipulira frekvencijama iznad 150 Hz, a kod muških iznad 100 Hz, jer se u protivnom, u većini slučajeva pojačava šum u snimci, a ne baza glasa.

Ekvilajzeri (eng. *equalizers*) su efekti kojima se može manipulirati točno određenim frekvencijama u spektru, locirati one koji smetaju i smanjiti ih za određen broj decibela ili one korisne i poželjne pojačati te tako promijeniti boju snimljenoga zvuka. Ekvilajzeri se međusobno razlikuju po mogućnosti odabiranja jedne frekvencije ili raspona frekvencija i rasponu decibela kojim se može manipulirati.

Preciznost biranja frekvencija je osobito bitna kod dizajniranja ljudskih glasova, jer se često korisne i nepoželjne frekvencije nalaze jako blizu jedna drugoj. Ovim efektima se može povećati razumljivost zvuka ili glasa, smanjiti ili povećati doživljaj zvuka, promijeniti zvukove koji se čuju u isto vrijeme na način da svi ostanu razgovijetni i da se međusobno ne poništavaju (osobito bitno u slučajevima gdje se istovremeno čuju glazba i ljudski glas), promijeniti karakter i boju zvuka, popraviti određene distorzije i donekle očistiti zvuk od šuma i smetnji, promijeniti zvuk tako da zvuči kao da dolazi iz vode, telefona, gramofona ili nekog drugog uređaja. Sve se to postiže manipuliranjem onih frekvencija koje već postoje u snimci, što znači da ekvilajzeri ne mogu dodati nepostojeće frekvencije, odnosno, ako neki snimljeni zvuk u sebi nema dubokih frekvencija, ekvilajzer nije efekt kojim se može takav zvuk učiniti velikim i strašnim [13]. Ako bi se na primjer htjelo povećati i ojačati glas djeteta, pojačavanjem niskih frekvencija bi se samo povećao šum, a glas bi kraj tog šuma djelovao još slabije.

Svi ekvilajzer efekti pružaju mogućnost kontroliranja glasnoće određenih frekvencija, većina dopušta i biranje središnje frekvencije, oko koje će se promjena događati, a kod nekih se može manipulirati i propusnim opsegom, ili koeficijentom promjene. Propusni opseg, najčešće označen slovom  $Q$  definira oštrinu kojom ekvilajzer bira frekvenciju, odnosno širinu raspona oko odabrane frekvencije. Visoki  $Q$  znači vrlo mali raspon i jako preciznu manipulaciju, a niski  $Q$  utječe na veći broj susjednih frekvencija.

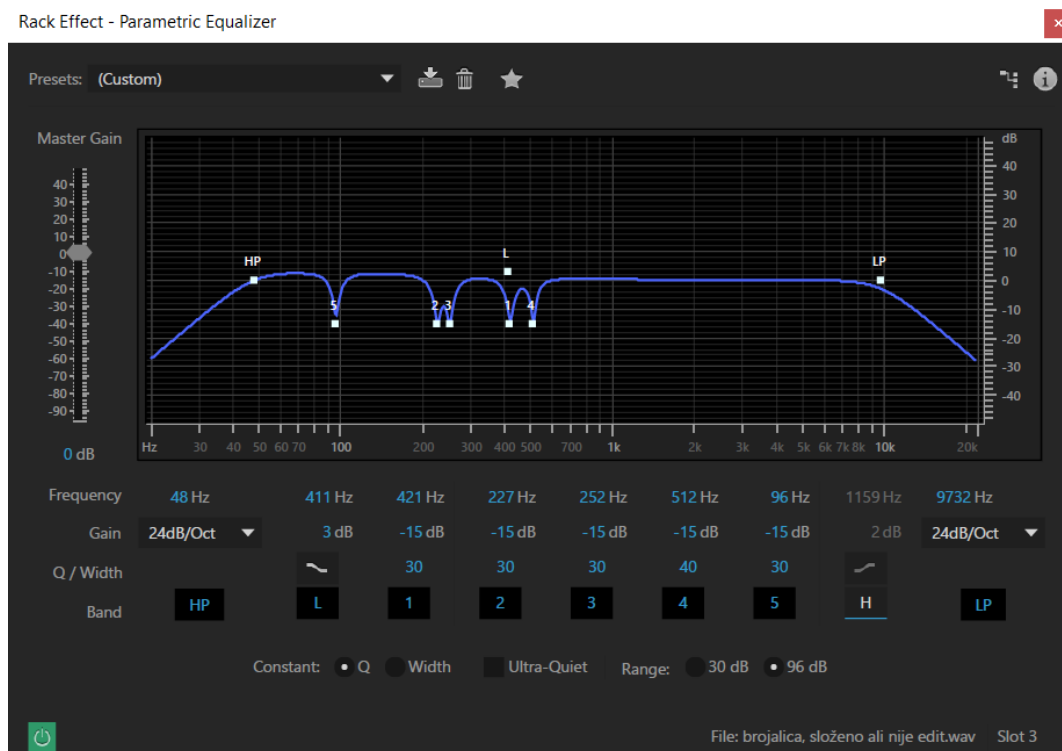
U ovom se radu najčešće koristio efekt *Parametric Equalizer*, kojim se može fino i precizno manipulirati zvukom. Kada se radi o ljudskom glasu, dosta je bitno znati točnu frekvenciju, ili točan raspon koji se želi poglasniti ili stišati. Da bi se ona našla, najprije se parametri  $Q$  i *Gain* povećaju do maksimuma (*Gain* ne mora biti do maksimuma, ali mora biti znatno glasniji od originalne snimke). Zatim se pokrene zvuk i precizno i sporo mijenjaju frekvencije, sve dok se ne pronađe ona frekvencija koja radi problem. Obično se problematične frekvencije lako pronađu jer svojom glasnoćom i neugodnim pištanjem primjetno iskaču od ostalih. Obzirom da njih može biti puno, a *Parametric Equaliser* pruža mogućnost biranja samo njih pet, isti efekt se primjenjuje više puta ali za nove frekvencije. Na slici 35 prikazana je primjena ovoga efekta na glas djevojčice koja recitira brojalicu.



Slika 35: efekt *Parametric Equalizer* primijenjen na snimljeni glas

Uzroci ovakvih problematičnih frekvencija mogu biti osim u prostoru u kojemu se snima i u samom mikrofону. U oba slučaja nemoguće je unaprijed znati gdje se u spektru te frekvencije točno nalaze. Kada se radi o ljudskom glasu, postoje neka slova koja često stvaraju probleme i pištav zvuk. Ona se obično mogu pronaći između 1000 Hz i 5000 Hz. Nakon lociranja problematične frekvencije smanjuje se njena glasnoća, a točan broj decibela ovisi o konkretnom zvuku. Radi li se o ljudskom glasu i frekvencijama koje se nalaze unutar raspona frekvencija toga glasa, potpuno smanjivanje glasnoće može znatno utjecati na boju i karakter. Zbog toga se tu primjenjuju suptilnije promjene. Kod ostalih zvukova, ako je parametar  $Q$  jako visok, *Gain* se može smanjiti i do kraja.

Sve ovakve promjene uglavnom se događaju između 200 Hz i 10 000 Hz, a kod ljudskog glasa uglavnom ispod 3000 Hz. Frekvencije van tog raspona mijenjaju se jedino kada se želi riješiti neki neželjeni šum i to *High Pass* i *Low Pass* filterima, koji se nalaze u istom efektu. Njihova primjena može se vidjeti na slici 36.

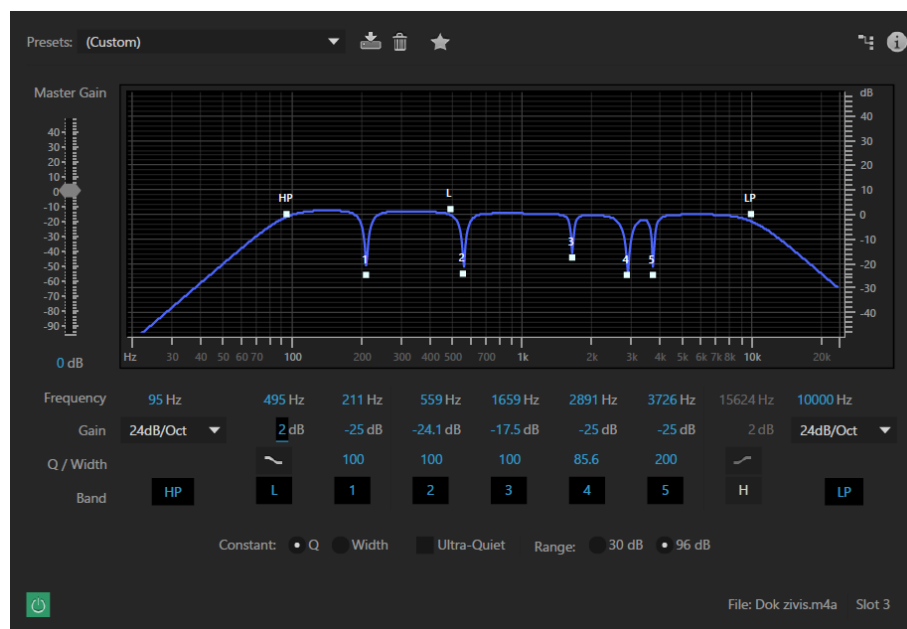


Slika 36: efekt Parametric Equalizer primijenjen drugi put na istu snimku, s dodanim High Pass i low Pass filterima i s blago pojačanim niskim frekvencijama



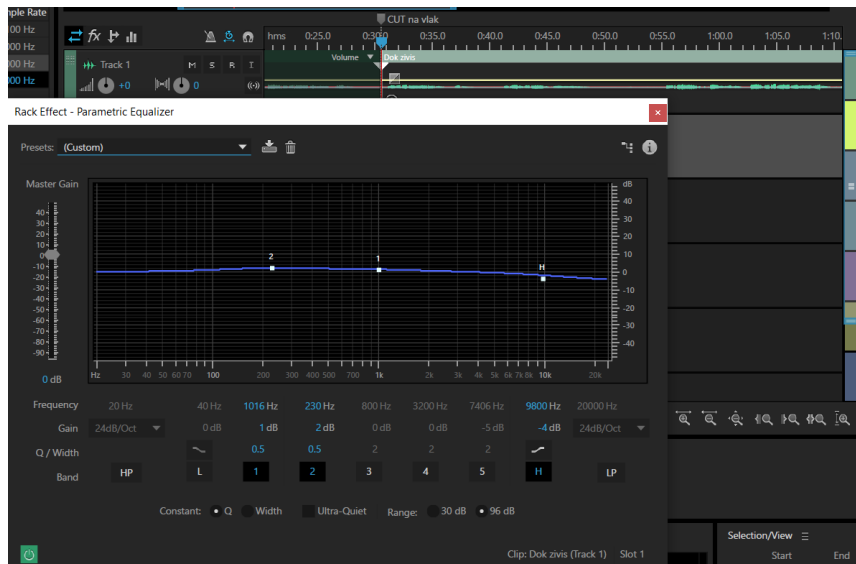
Poslije čišćenja nepoželjnih frekvencija, istim efektom se pojačavaju one frekvencije koje glasu (ili nekom drugom zvuku) daju ono što jest poželjno. Na opisanom primjeru glasa djevojčice, blago se povećao intenzitet frekvencija iznad 1664 Hz, što se može vidjeti na slici 35. Također, izbacivanjem nižih problematičnih frekvencija izgubilo se nešto boje i čvrstoće u glasu, pa se i taj raspon frekvencija morao nadoknaditi, a to se može vidjeti na slici 36. Efekt *Parametric Equalizer* u sebi ima opciju u kojoj se potrebno samo odabrati frekvenciju, pa će se sve frekvencije iznad ili ispod postepeno pojačavati do definiranog broja decibela. U drugim efektima ili drugim programima, ista se stvar može napraviti tako da se parametar  $Q$  namjesti dosta nisko, pa da djeluje na cijeli raspon frekvencija u kojima se nalazi željena boja. Bitno je ovakve stvari mijenjati u malim koracima jer se u protivnom često izgubi realitet snimke ili se previše osjeti manipulacija, a što se tiče ljudskoga glasa, najčešće pravilo je ne pojačavati ništa za više od 6 dB.

S druge strane, za uspavanku u petoj sceni su se pojačale niže frekvencije, oko 500 Hz, da bi glasu dale čvrstoću i toplinu. Osim zbog čvrstoće i topline, također i zbog toga što niske frekvencije dalje i dulje putuju, a ovome se glasu htjelo dati moć i stvoriti dojam da se čuje posvuda.



Slika 37: efekt *Parametric Equalizer* primijenjen na snimljenu uspavanku

Razlog tako malenog pojačavanja tih nižih frekvencija je taj što se kasnije ova snimka podijelila na dvije snimke, gdje druga počinje onda kada se promjeni kadar iz sobe s majkom koja pjeva, na vlak s vojnicima. Na taj drugi dio snimke su se onda posebno još pojačale donje frekvencije, kao što se može vidjeti na slici 38.



Slika 38: efekt Parametric Equalizer primijenjen na drugi dio uspavanke

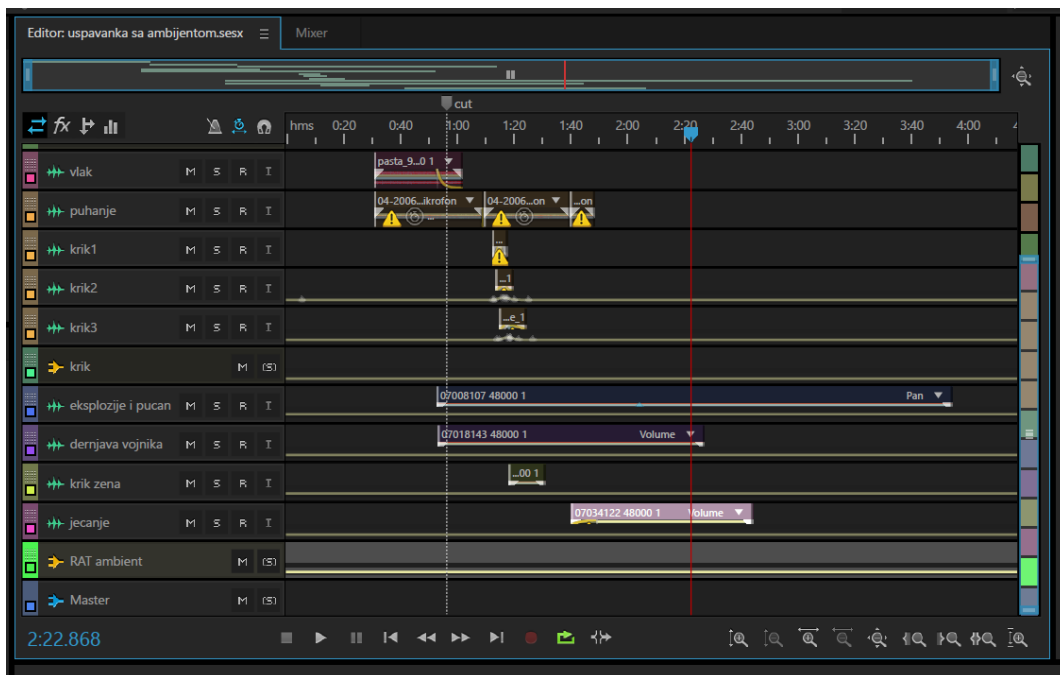
Iako u ovom projektu nije slučaj, često se isti lik pojavljuje više puta kroz film pa stoga ima i više različitih snimki istoga glasa. Tada je moguće spremati postavke ovog efekta, i automatski ih primijeniti na sve ostale snimke istog glasa. Ili čak spremati više primijenjenih efekata i primjenjivati ih na druge snimke.

### 3.8. Ambijentalna zvučna podloga

"Ambijent je poput umjetne prisutnosti ili *tona sobe*: to je zvuk dizajnera koji drži niti priče okoline filma. To je kao ono što scenograf radi, pruža okruženje u kojemu će film živjeti" [10]. Ambijent je neutralan zvuk koji često od strane publike ostaje nezapažen, no kada ga ne bi bilo, njegov nedostatak bi se odmah primijetio. Razlog tomu je taj što je potpuna tišina neprirodna, i što svaka prostorija ili eksterijer imaju svoj zvuk, odnosno ambijent. U kući se možda čuje frižider, a na ulici prolaznici i promet.

Na *room tone* je potrebno misliti već kod snimanja. Prije samog snimanja, mikrofoni se namjesti u poziciju iz koje će se snimati efekti ili dijalozi i par sekundi, do nekoliko minuta se snima zvuk te prostorije. Da bi se taj šum produžio na potrebno vrijeme, snimke se mogu kopirati, poslagati jedne iza drugih i pomoću *cross-fades* stvoriti dojam neprekinutog, prirodnog zvuka. Također, moguće je snimku izmanipulirati da se vrti unazad, odnosno od repa do glave (rep snimke je njen kraj, a glava početak), tada se snimke mogu poredati tako da prva snimka teče od glave do repa, druga od repa do glave itd. Ova metoda posebno je korisna kod šumova i zvukova koji mijenjaju ton, kao na primjer morski valovi ili buka prometne ceste. Treća mogućnost je različite zapise zvuka ambijenta, različite dužine, jedan za drugim. Cilj svih ovih pristupa je sakriti ponavljanje zvuka i ostaviti dojam jednog neprekinutog snimanja.

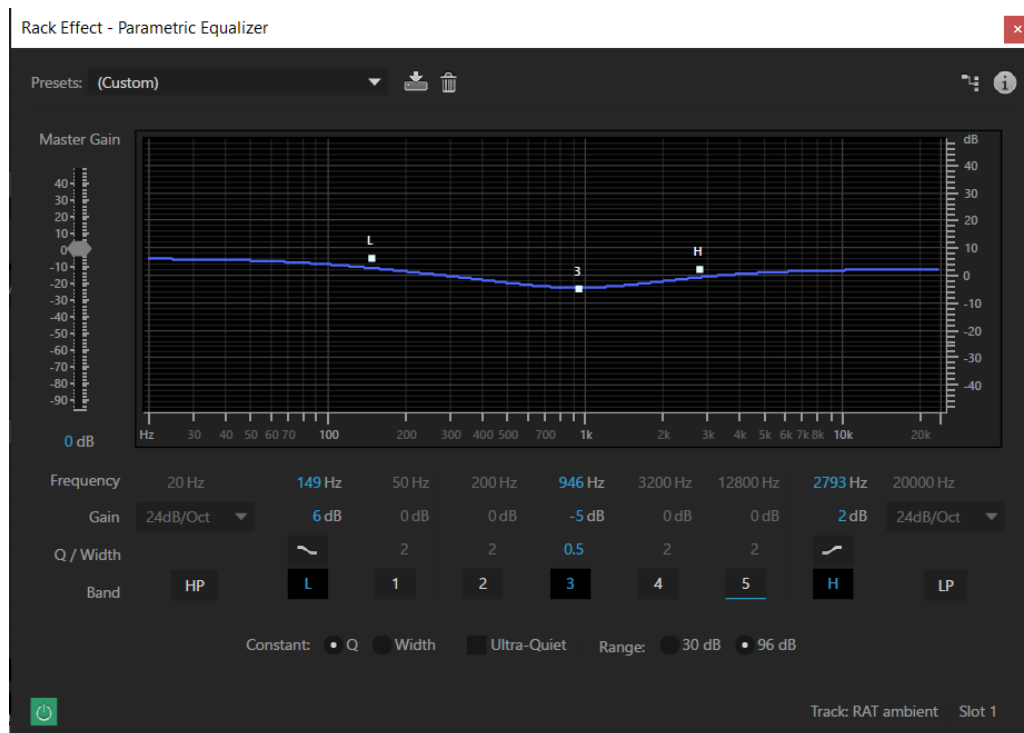
Ambijentalni zvuk za ovu animaciju većinom je složen od zvukova pronađenih na internetu, u kombinaciji sa par snimljenih. Za ambijentalnu pozadinu uspavanke u šestoj sceni koristilo se mnogo pronađenih zvukova kao na primjer visak, stupanje vojnika, pucjava, eksplozije, dernjava itd. Uz te zvukove koristilo se i par snimljenih zvukova kao na primjer snimljeno puhanje u mikrofoni koje je bogato niskim frekvencijama i stvara jezu. Također, za neke efekte se manipuliralo snimljenim vokalima, koji nakon manipulacije više nisu zvučali toliko kao ljudski glasovi. Dio procesa slaganja tih zvukova može se vidjeti na slici 39.



Slika 39: slaganje ambijentalnog zvuka za šestu scenu

Obzirom da je većina zvukova pronađena na internetu, bilo je potrebno prikladno namjestiti glasnoću svakog zvuka posebno da bi se stvorila koherentna cjelina.

Nakon posložene podloge ubacio se vokal koji pjeva uspavanku. Da se ne bi izgubila razgovijetnost, ali još i više zbog toga što se htio stvoriti dojam da pjesma nadvladava grozote rata, pomoću efekta *Parametric Equalizer* su se ambijentalnoj podlozi stišale frekvencije u kojima se nalazi ljudski glas, a pojačale niže i više frekvencije. Način na koji se to postiglo vidi se na slici 40.



Slika 40: postavke efekta *Parametric Equalizer* primijenjenog na ambijentalnu bus traku

Osim spomenutog efekta, na *bus* traku koja je rezultat svih ambijentalnih zvukova su se primijenili i efekti *Reverb* i *Chorus*.

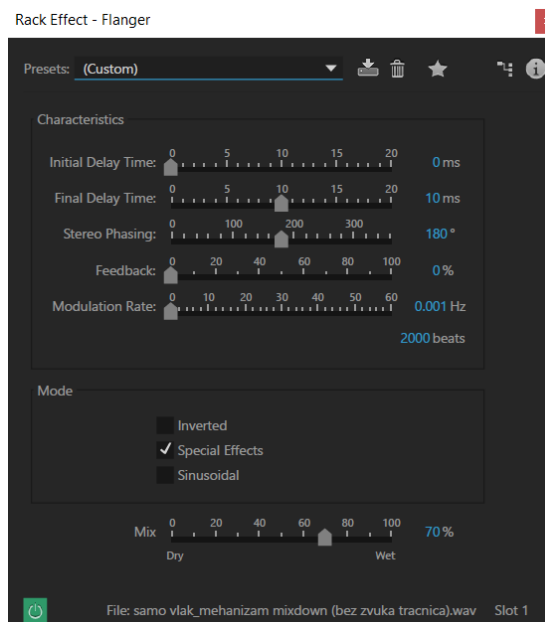
Za razliku od opisanog primjera, ambijentalni zvukovi za sljedeću scenu u ovom animiranom filmu opisuju stvarnost, pa se njihovom dizajniranju moralo tako i pristupiti. Na kraju scene kamera prelazi iz jednog ambijenta u drugi, to jest iz seoskog eksterijera u kuću. Takvu promjenu i zvuk mora popratiti, a to se postiglo blagim dodavanjem efekta *Reverb* nakon ulaska u interijer. Obzirom da se radi o drvenoj kući, sa drvenim namještajem, a drvo apsorbira visoke frekvencije brže od niskih, postavke *Reverb* efekta su se prikladno namjestile.

### 3.9. Reverb, Delay i Echo

Ekvilajzer efekti i kompresori opisani do sada se najčešće koriste za korekciju, ili za suptilno mijenjanje boje zvuka. Dobijeni rezultati su zvukovi koji se publici najčešće čine prirodnima i neiskusno uho, bez primera zvuka prije korekcije, uglavnom ne primjećuje da se zvukom uopće manipuliralo. *Reverb, Delay i Echo*, o kojima će se dalje govoriti mogu se koristiti suptilno i u malim količina daju dojam zvuka koji se kreće i dojam veličine prostorije u kojoj je zvuk, ali se mogu koristiti i za stvaranje fantastičnih efekata. podvodnih zvukova i slično.

*Reverberation* je efekt koji simulira refleksiju zvučnog vala, odjekivanje zvuka. Tih refleksija može biti tisuće i one dolaze nasumično. Nemaju neki određen ritam niti broj. *Echo* s druge strane je zvuk koji se ponavlja u jednakim vremenskim odmacima poslije izvornog zvuka. *Delay* je samo jedno ponavljanje izvornog zvuka [9].

Efektom *Delay i Flanger* može se postići puno zanimljivih stvari, dodati vibrato nekom glasu, stvoriti *whoosh* zvuk koji daje zvuku dojam kretanja ili stvoriti dojam da je zvuk pod vodom. Ovaj se efekt na primjer koristio za simulaciju mehanizma vlaka, što je povećalo dojam kretanja. Njegova primjena vidi se na slici 41.



Slika 41: postavke efekta Flanger primijenjenog na mehanizam vlaka

Odjekivanje (eng. *reverberation*) je zvuk koji se još uvijek čuje i nakon što je njegov izvor prestao proizvoditi taj zvuk. Do te pojave dolazi zbog refleksije zvučnih valova po različitim površinama i traje sve dok te površine ili medij kroz koji se val širi ne apsorbiraju svu energiju. Te refleksije su vremenski toliko blizu jedna drugoj da se čuju kao jedan kontinuirani zvuk, a ne više odvojenih zvukova. Trajanje odjeka ovisi o veličini prostorije, materijalu o kojega se zvuk odbija i samim frekvencijama zvučnoga vala.

U ovom projektu su svi zvukovi koje je autorica sama snimila, kao što je već spomenuto, snimljeni u prostoriji obloženoj dekama. Posljedica toga je zvuk bez odjeka, odnosno bez, ili s jako malo, reflektiranog zvuka koji je uspio doći do mikrofona. Takvi zvukovi, bez ili malo jeke zvuče "suho" i neprirodno. Stoga se u postprodukciji, specijalnim efektima, gotovo svim zvukovima dodao efekt *Reverb*, koji umjetno simulira zvuk refleksije zvučnih valova.

Kod dodavanja efekta *Reverba* najbitnije je paziti na veličinu prostorije u koju se zvuk želi smjestiti, njen materijal i materijal predmeta u njoj te udaljenost slušatelja. Ako se želi postići realizam, poslije namještanja različitih parametara, često je najbolje efekt stišati toliko da je neprimjetan nekome tko ga ne sluša aktivno. Na ovo je posebno bitno paziti kod ljudskih glasova, jer za razliku od snažnih zvučnih efekata koji mogu dobro zvučati i uz velik *Reverb* ako je dobro postavljen, veliki *Reverb* na ljudskome glasu se lakše primijeti i može zvučati neprirodno. Radi li se o bliskom kadru, reverb mora biti kraći, ali može biti malo glasniji. Ako se u istoj sceni prelazi između bliskih i širokih kadrova, *reverb*, posebno na dijalozima, ne bi smio skakati jednako kako i kamera, jer bi se ta razlika previše primijetila i izgubio bi se kontinuitet scene. U tom slučaju promjene moraju biti suptilnije ili nekada potpuno zanemarene, osim ako se radi o zaista velikim razlikama u udaljenosti. U ovoj se animaciji posebno pazilo na to. Iako ima jako malo mijenjanja kadrova u istoj sceni, uvijek se vodilo računa da ih se poveže zvukom, tako da publika što manje primijeti promjenu kadra. Iznimke su kadrovi koji prelaze iz trećeg u prvo lice, gdje se pokušao i zvukom dočarati pogled određenog lika.

Ovakvi efekti se obično stavljaju na *Bus* traku, jer tako utječu na sve zvukove u sceni, a ako se kasnije nešto želi mijenjati, nije potrebno promjenu raditi na svakoj traci posebno.

Da bi se efekt *Reverb* mogao pravilno koristiti, potrebno je razumjeti nekoliko njegovih parametara. *Pre-delay*, ili u nekim drugim programima *Initial Delay* je parametar kojim se određuje vrijeme početka reflektiranih zvukova, a te rane refleksije utječu najviše na dojam veličine prostorije i gdje se u njoj nalazi onaj koji ih čuje.

Često efekti imaju i parametar *Room Size* kojim se kontrolira dužina *Reverba*. Veće prostorije uzrokuju duže refleksije sa kasnijim početkom jer zvučni valovi moraju prijeći duži put do površina od koje će se odbiti i onda do uha slušatelja.

Parametrom *Diffusion* se kontrolira raspršivanje zvučnih valova. Na primjer, prostorija sa puno stvari i puno namještaja imati će visok *Diffusion*, a prazna prostorija bez namještaja jako nizak. Preveliki brojevi na zvuk djeluju tako da on zvuči daleko ili, ovisno i o drugim parametrima, jezivo. Malo difuzije čini *Reverb* ujednačenijim i jednostavnijim. S ovim parametrom se može mijenjati dojam udaljenosti od izvora zvuka, bez mijenjanja trajanja efekta.

Frekvencije *Reverb*-a opisuju materijale u prostoriji. One se kontroliraju parametrima *Damping LF (low frequency)* i *Damping HF (high frequency)*, u nekim drugim *reverb* efektima i drugim programima *High Frequency Cut* i *Low Frequency Cut* ili samo *High Pass Cutoff*. Kod određivanja ovih parametara mora se imati na umu o kakvoj se prostoriji radi. Na primjer, kao što je već spomenuto, u sedmoj sceni koja se događa u seoskoj kući, podovi, zidovi i većina namještaja su drveni, a drvo apsorbira visoke frekvencije, dok niske reflektira. Stoga je bilo potrebno stvoriti *Reverb* koji prema kraju ima sve manje visokih frekvencija, jer one niske moraju trajati duže. S druge strane, prva i zadnja scena smještene su u kući sa žbukanim zidovima, koji stvaraju svjetlije refleksije, sa više visokih frekvencija.

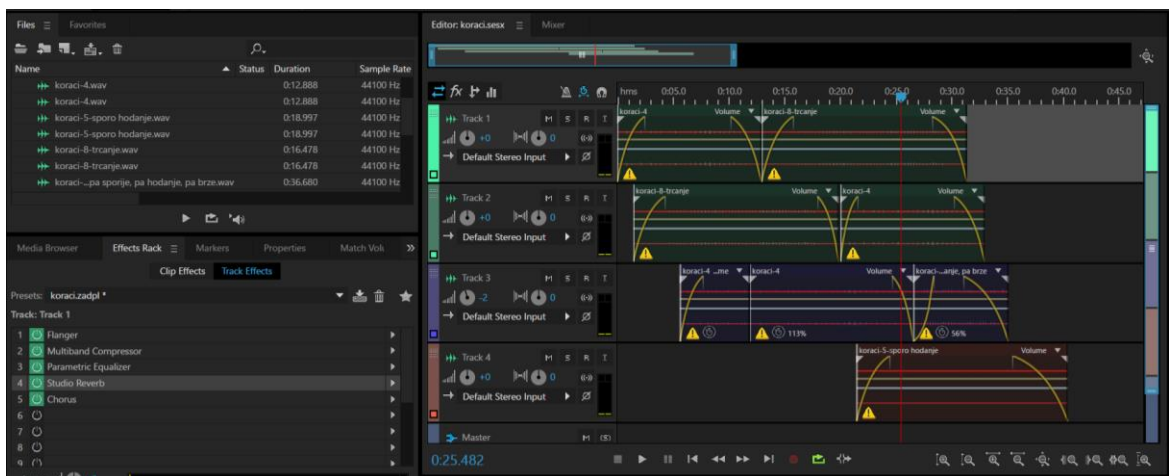
*Mix* je parametar kojim se kontrolira količina izvornog i umjetno reflektiranog zvuka. Isti parametar u nekim efektima se zove *Output level*, ili *Wet* i *Dry*, gdje je *Wet* reflektirani, a *Dry* originalni zvuk.

Za ovu animaciju se najčešće koristio efekt *Convolution Reverb*, sa iznimkama gdje cilj nije bio opisati stvaran prostor. Ovaj efekt koristi snimke snimljene u stvarnim prostorima, analizira zvuk i stvara odgovarajući *Reverb*. Nudi nekoliko već postavljenih opcija, kojima je nekad potrebna samo mala korekcija da zvuk bez ikakvog odjeka



pretvore u zvuk koji dolazi iz na primjer špilje ili učionice. Također, iako se u ovoj zvučnoj podlozi to nije koristilo, moguće je ubaciti autorsku snimku koju će program izanalizirati i napraviti odgovarajući joj *reverb*.

U drugoj sceni animacije bilo je potrebno stvoriti zvuk gužve na kolodvoru. Zbog ugođaja koji se htio stvoriti, ljudski glasovi su jako stišani, a dojam gužve stvaraju koraci. Kada se prvi put pristupilo ovoj sceni, mnogobrojni koraci su stvorili zvučni kaos. Smanjio se broj snimki koje se koriste i efektom *Chorus* su se obogatili one snimke koje su ostale. Efektom *Flanger* se povećao dojam trodimenzionalnog prostora i kretanja u njemu, a efektima *Multiband Compressor* i *Parametric Equalizer* su se kontrolirale frekvencije snimljenih koraka. Svim snimka su parametri nabrojanih efekata isti ili jako slični, ali zbog pokušaja postizanja dubine, parametri efekta *Reverb* se ipak malo više razlikuju. Snimke koje su glasnije, imaju više originalnog zvuka a manje *Reverba*, a tiše snimke imaju više ovog efekta. Navedeno se kontroliralo parametrima *Wet* i *Dry*.



Slika 42: Slaganje zvučova koraka i primijenjeni efekti

U šestoj sceni animacije koristio se ovaj efekt u svrhu postizanja intimnog prostora. Ovdje scena prikazuje djevojčicu koja igra igru školice i skače po nacrtanim brojevima dok recitira brojalicu. Cilj je bio da se publika osjeća kao da je u nekom intimnom prostoru u kojemu su samo publika i djevojčica koja oduvijek i zauvijek igra ovu igru i

u kojemu ništa drugo ne postoji. Obzirom da se scena događa vani na otvorenom, ionako nema mnogo *Reverba*, ali jednom kada joj se kamera posve približi, *Reverb* potpuno nestaje kako bi se stvorio dojam blizine.

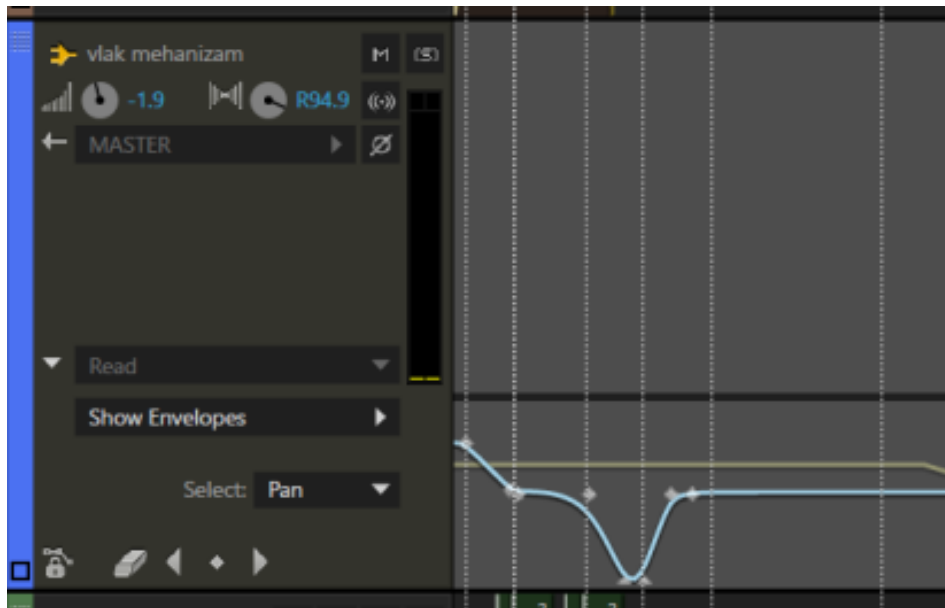
Kod dizajniranja uspavanke u petoj sceni, namjerno se dodalo mnogo *Reverba*. Scena počinje sa majkom koja pjeva pjesmu svojoj bebi, i tu, na samom početku nema previše ovog efekta jer je cilj bio ostaviti dojam stvarnog prostora. Dva stiha kasnije, u sceni nisu više majka i dijete, već vlak pun vojnika. Tu se dodalo više ovog efekta, a još dva stiha kasnije, u kadru se ne prikazuje ni jedna specifična osoba nego grozote rata. Na tom dijelu je vokalu dodano mnogo *Reverba*. Htio se stvoriti dojam glasa koji putuje cijelom planetom i koji se čuje u cijelom svemiru. Osim ovog efekta, da bi pjesma finije stala i ostala zvučati u ušima i nakon svojeg kraja, dodan je i efekt *Echo* koji graciozno završava pjesmu.

### 3.10. *Pokret*

Korištenjem zvučnih efekata može se opisati i naglasiti određeni vizualni element u sceni. Zvukom je moguće voditi oko publike, manipulacijom glasnoće, *panning*-om, jekom, kašnjenjem zvuka itd. Može se opisati prostor u kojoj je scena, što se često koristi u filmovima kada se na primjer prikazuju nečiji snovi, pa se zvuku dodaje mnogo jeke.

Druga scena ove animacije započinje prolaskom vlaka, tik ispred kamere, koji otkriva sljedeću lokaciju; kolodvor. Ovo je jedna od scena gdje se zvukom želi opisati stvarnost prostora pa stoga velikim dijelom zvuk služi slici, a ne obrnuto.

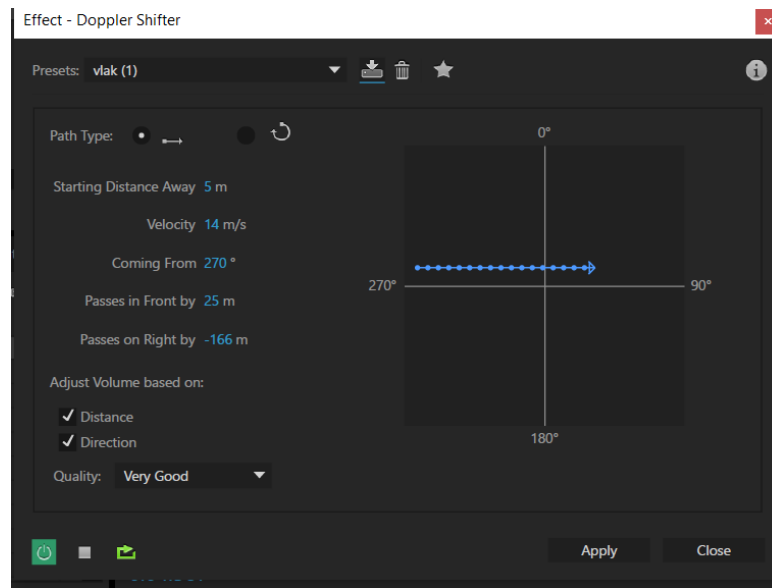
Na zvuku treskanja pakiranja tjestenine, koji imitira mehanizam vlaka, i improviziranom instrumentu (truba vlaka), korišteno je par efekata. Osim opisanog *Flanger* efekta, koristio se i *Panning* koji opisuje kretanje toga vlaka: on dolazi kameri s lijeva, prolazi ispred nje i odlazi na desno.



Slika 43: Efekt panning na zvuku mehanizma vlaka

Osim *panning*-a, korišten je i *Reverb*, koji je izraženiji što je vlak udaljeniji, te možda najbitniji efekt; *Doppler effect*.

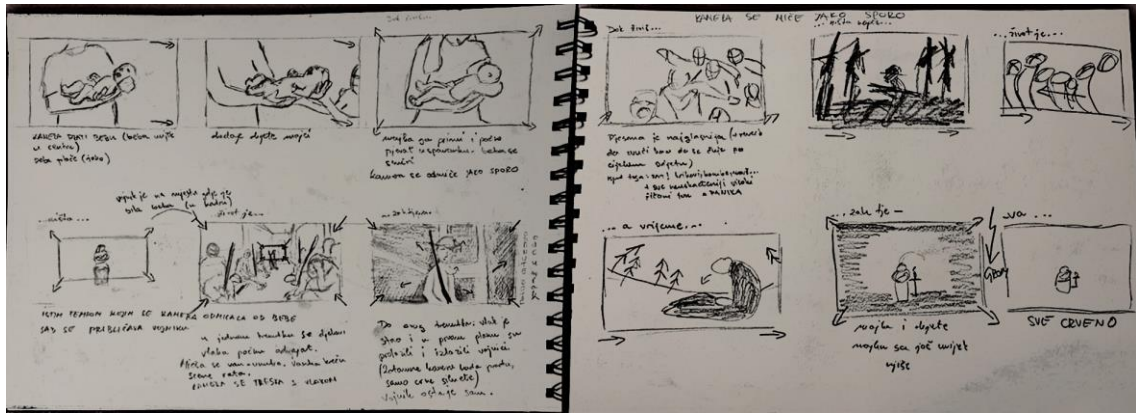
U Adobe Auditionu, Dopplerov efekt se ne može primijeniti kod slaganja svih zvukova, već se mora posebno primjenjivati na jednome zvuku. Obzirom da se truba vlaka sastoji od više različitih snimki, a i mehanizam od dvije snimke, ovi su se zvukovi morali složiti i eksportirati da bi se na njima mogao primijeniti efekt *Doppler Shifter*. Kod namještanja ovoga efekta treba uzeti u obzir nekoliko parametara; *Starting Distance Away* definira udaljenost s koje efekt počinje djelovati, a *Velocity* brzinu efekta. Tijekom namještanja ova dva parametra valja razmišljati i o tome u kojemu dijelu snimke objekt prolazi točno ispred kamere. *Coming From* definira smijer kojim se efekt, to jest objekt širi, što se može i vizualno predočiti tijekom namještanja. U ovom slučaju to je 270°. Osim mijenjanja tona zvuka, ovaj efekt nudi i da, prikladno namještenim navedenim parametrima, automatski promijeni i glasnoću snimke, tako da je najglasnija tamo gdje se čini da objekt prolazi ispred kamere. Namještene postavke mogu se vidjeti na slici 44.



Slika 44: Efekt Doppler Shifter primijenjen na zvuk vlaka

### 3.11. Glazba

Šesta scena animacije posebna je po tome što sadrži glazbu i što riječi pjesme pjeva jedan od bitnih likova u animaciji. Pristup dizajniranju i slike i zvučne podloge bilo je malo drugačiji od onoga za ostatak animacije. Ovdje zvuk, odnosno pjesma diktira kada će biti prijelaz na sljedeću scenu ili sljedeći kadar. Diktira trajanje cijele scene i intenzivnost vizualnih slika. Lik majke koja pjeva pjesmu i same riječi pjesme, ono je što pokreće cijelu scenu, ono koje u sebi ima glavnu poruku i koje priča priču. Pjesma se sastoji od jedne kitice koja se ponavlja dva puta, drugi put za jedan stupanj više. Tu pjesmu majka pjeva svojoj bebi da je smiri i uspava. Tijekom prva dva stiha, u sceni se vide majka i dijete i jasno je kome i zašto je upućena pjesma. Druga dva stiha više nisu upućena samo bebi, već i mladom vojniku koji je na putu za bojište. Kada kitica krene ispočetka, više se ne prati niti priča o majci niti o vojniku, prikazuju se strahote rata i smrti. Tada cijeli drugi dio pjesme više nije upućen niti jednom specifičnom liku iz priče, nego publici. Na slici 45 može se vidjeti dio knjige snimanja koji prikazuje objašnjeno.



Slika 45: Dio knjige snimanja sa zapisanim djelovima pjesme

Tek nakon što je pjesma za ovu scenu nađena i nakon što ju se razradilo na ovaj način, skice, ilustraciji i ideje je napokon bilo moguće konkretizirati i dodati u knjigu snimanja.

Prva dva stiha imaju jako malo efekata. Efekti koji su primijenjeni od samog početka pjesme su oni efekti objašnjeni ranije koji su potrebni svakom snimljenom glasu. Kroz drugi dio pjesme počinju se dodavati efekti, kao reverb koji taj glas pomiče u neki drugi prostor, i echo, koji na samom kraju, uz zvuk groma ostaje zvučati u uhu publike i nestaje tek nakon što se kadar zacrni i scena završi.

Kada se u zvučnoj podlozi moraju razaznati drugi zvukovi osim glazbe, najefikasniji način da se to postigne, bez neprirodnih smanjivanja i pojačavanja glasnoće glazbe, je manipulacija frekvencijama. Najprije je potrebno locirati frekvencije zvuka koji se želi istaknuti uz glazbu, što se može postići promatrajući spektralni prikaz zvuka, ili bilo kojim efektom koji u svom *dialog box*-u prikazuje glasnoću frekvencija u tom zvuku. U slučaju ljudskog glasa, kao što je već spomenuto, to će biti frekvencije između 1000 Hz i 3000 Hz. Nakon što se znaju najznačajnije frekvencije toga zvuka, ako se te iste frekvencije u zapisu glazbe malo stišaju, automatski će se zvuk kojeg se želi bolje čuti lakše razaznati kada se obje snimke slušaju u isto vrijeme.

### 3.12. Naknadne korekcije i stvaranje novih efekata

Procesi opisani u prethodnom tekstu su procesi koji se najčešće koriste u gotovo svim projektima slaganja i dizajniranja zvučne podloge za animirani ali i igrani film. No, svaki projekt ima svoje karakteristike, zadatke i probleme koje valja riješiti prije završetka dizajniranja finalne zvučne podloge. U daljnjem će se tekstu govoriti o nekim postupcima i otkrivenim savjetima, specifičnima za ovaj film i korištene snimke.

Tijekom snimanja glasa djevojke koja je glumila djevojčicu i recitirala brojalicu, i tijekom prvih preslušavanja snimke, zbog manjka iskustva u ovome postupku, neki problemi se nisu odmah primijetili. Kasnije, kada je te snimke trebalo staviti sa ostalim zvukovima i stvoriti scenu, svi problemi su odmah postali očiti. Jedan od takvih problema su klikovi u govoru koji se u stvarnome životu ne čuju tako glasno, a kad ih ima, ljudske uši su se naučile zanemarivati takve male kratke zvukove. Na snimci, takvi se zvukovi odmah primijete, a ne postoji neki automatski način na koji se mogu riješiti. Srećom, ovakvih klikova nije bilo previše. Oni su se rješavali potpunim brisanjem zvuka, ili zamjenjivanjem za neki drugi dio snimke. Svaki put, taj dio snimke morao se pažljivo pronaći i zalijepiti na točno mjesto, da se ne bi uništio stvoreni ritam. Da se ovim postupkom ne bi dogodio novi klik, kojemu uzrok nije stvaran glas, već pogreške rezanju i lijepljenju, dijelovi su se slagali jedni za drugim uvijek na mjestima gdje je amplituda vala 0.

Drugi problem sa istom snimkom bio je taj što se na kraju, kada se birala snimka koja će se iskoristiti, zaključilo da različiti dijelovi brojalice zvuče najbolje na različitim snimkama, konkretno na dvije snimke, i to one koje se nisu snimale jedna za drugom, nego u različito vrijeme. Zbog odmaka vremena i snimanja ostalih zvučnih efekata između snimanja glasa djevojke, postavke na opremi za snimanje nisu bile potpuno iste, pa ni snimljeni zvuk ne zvuči isto. Ovaj se problem riješio koristeći se efektom *Parametric Equalizer*, ali obzirom na to da se na tom mjestu svakako mijenja kadar i cijela zvučna podloga, ova promjena nije tako strašna.

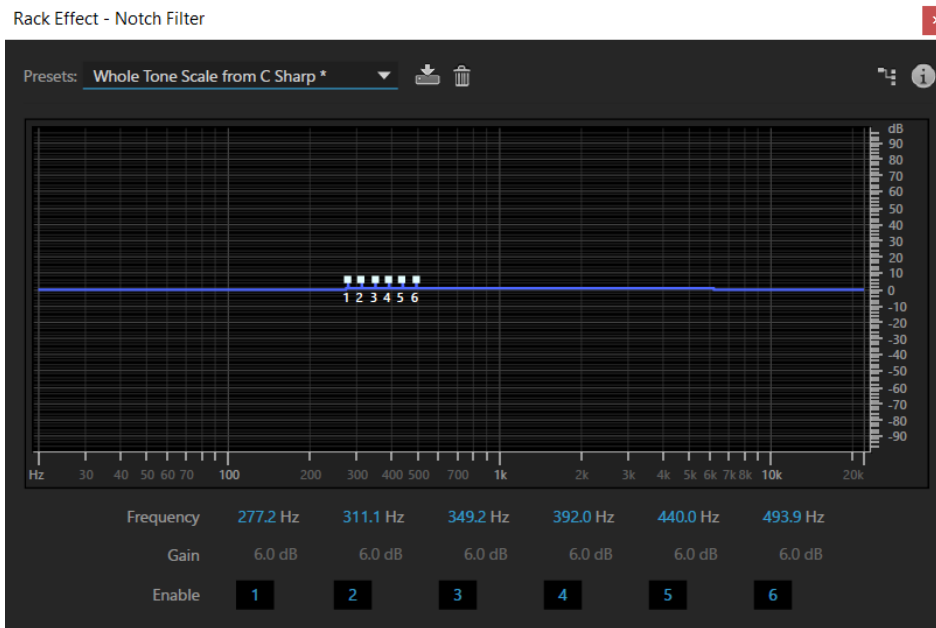
Izrecitirana brojlica ima jasan i oštar ritam. Svaka fraza bi trebala započinjati jednakom silinom i samouvjerenošću u glasu. Preslušavajući složenu snimku puno puta,

primijenila se promjena u samouvjerenosti tona i glasa djevojke, koja se možda ne može primijetiti tijekom prvog slušanja, ali ispravak ovakve greške daje zanimljive rezultate. Početak treće strofe zvuči nešto blaže od početka ostalih strofa. Brisanjem jedne stotinke (može se izbrisati i više njih, ali svakako znatno manje od cijele sekunde) početka prve riječi postigla se željena samouvjerenost u snimljenome glasu.

Različiti karakteri različito rukuju sa objektima, i u zvučnoj podlozi može se puno toga reći i emocionalnom stanju lika specifičnim zvukom. Pri kraju sedme scene kada majka i dječak ulaze u kuću, zvuk kvake na vratima nađen je na internetu. Snimka koja se koristila dobro opisuje samu kvaku i vrata, ali ne i dječaka koji užurbano u razigrano ulazi u kuću. Zvuk je bio prespor. Ovakvi mehanički zvukovi se mogu ubrzavati, ili usporavati do određene mjere, bez da im se promijeni ton i bez da se ta promjena može primijetiti. Nađeni zvuk je blago ubrzan i odjednom savršeno opisuje karakter dječaka.

Usporavanje ili ubrzavanje snimke koristio se nekoliko puta u ovome radu. Na primjer kod mehanizma vlaka, gdje se snimka ubrzala, ili kod grmljavine gdje se snimljeni zvuk usporio. Kod grmljavine se s istim efektom promijenio i ton i boja zvuka, što je snimljeni zvuk učinio još sličnijim pravome gromu. Također, zvukovi kiše, rijeke ili morskih valova mogu se jako usporavati ili ubrzavati a da i dalje zvuče kao voda.

Efektom *Notch Filter*, jako sličnom efektu *Parametric Equalizer*, uspješno su se simulirali neki zanimljivi zvučni efekti korišteni kao ambijentalni zvukovi. Na primjer kod zvukova vjetra i zvukova koraka na kolodvoru. Kod koraka na kolodvoru malo su se pojačale frekvencije koje čine C skalu, pa su koraci odjednom zvučali kao da stvaraju melodiju. Doduše kaotičnu, ali prikladnu slici kaotične gužve.



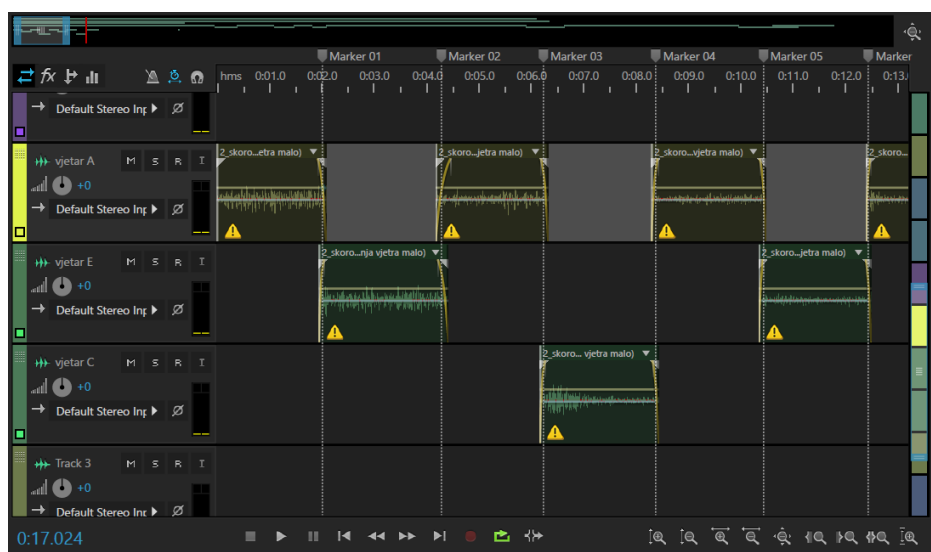
Slika 46: Efekt Notch Filter primijenjen na snimljene korake

Snimljenim puhanjem u mikrofon, koje se koristilo kao zvuk vjetra, za različite scene različito se manipuliralo. Za šestu scenu se koristio kao efekt koji opisuje atmosferu, pa su se niske frekvencije pojačale, a srednje, u kojima živi ljudski glas, stišale. Kasnije, u sceni plahte na vjetru napravio se suprotan proces, gdje su se jako niske frekvencije stišale, da ne bi budile neugodnost u publici, a one srednje istaknule, jer su najugodnije ljudskome uhu. To se može vidjeti na slici 47, a na slici 48 prikazan je isti zvuk koji se rezao i stavljao na različite trake. Svaka ta traka ima drugačije postavke efekta *Notch filter*, pa se različitom kombinacijom i redosljedom stvara melodija.



Slika 47: Efekt Parametric Equalizer primijenjen na zvuk vjetra

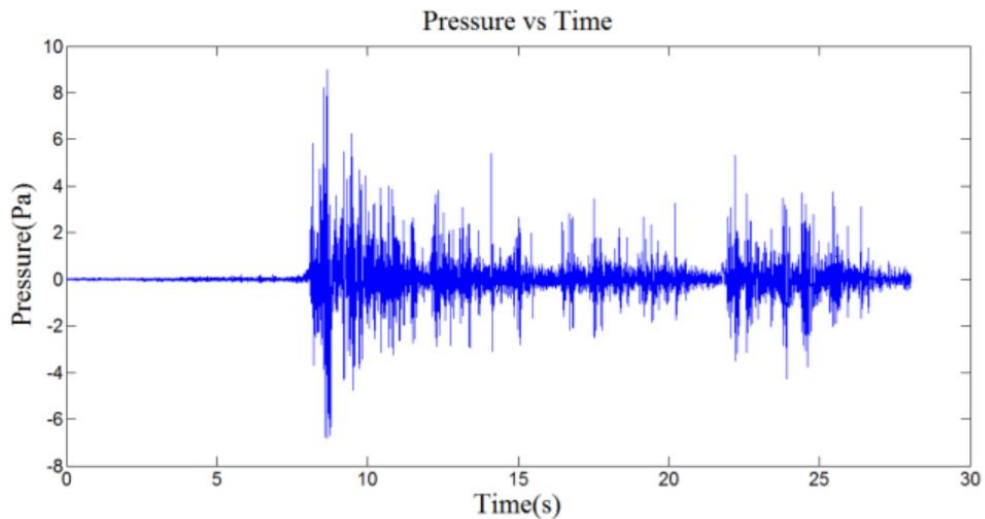




*Slika 48: rezanje zvuka vjetra*

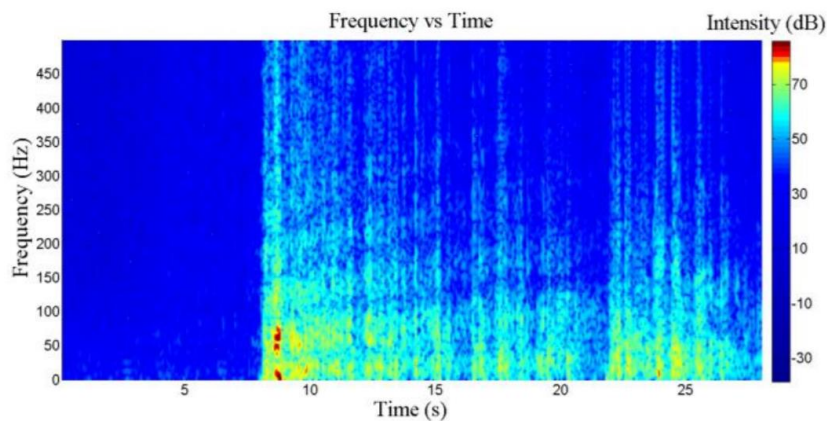
Foley zvučni efekti često su spoj različitih snimljenih zvukova. Osobito kod zvukova koji se ne mogu pronaći u stvarnome životu. Što film više opisuje neki izmišljeni, nemogući svijet, to je tih zvukova više. No, i stvarni zvukovi se mogu imitirati na drugačiji način ako im se kreativno pristupi. U ovom je projektu jedan od najzahtjevnijih zvučnih efekata bio zvuk groma. Zbog nedostatka iskustva i opreme, pravi grom se nije mogao snimiti, pa se taj efekt pokušao simulirati pomoću vrlo tankog aluminijskog lima. Zbog manjka iskustva, u početku snimanja nije se znalo točno kako manipulirati tim limom da bi se dobio željeni efekt. Zbog toga, nakon početka snimanja, limom se treslo, mahalo i manipuliralo na mnogo raznih načina, i naknadno preslušavala snimka, da bi se iz nje izrezao dio koji najviše podsjeća na zvuk groma.

Taj zvuk se nije tražio samo slušanjem snimljenog materijala, već i gledanjem, to jest uspoređivanjem valnog i spektralnog prikaza zvuka pravoga groma. Na slici 49 može se vidjeti valni prikaz zvuka stvarnoga groma, gdje os x predstavlja vrijeme, a os y tlak. Slika 50 opisuje spektralni prikaz istoga zvuka.



*Slika 49: valni prikaz zvuka groma*

*(Izvor: Sidath Abegunawardana, Department of Physics, University of Colombo, Sri Lanka: Frequency Analysis of Thunder Features)*

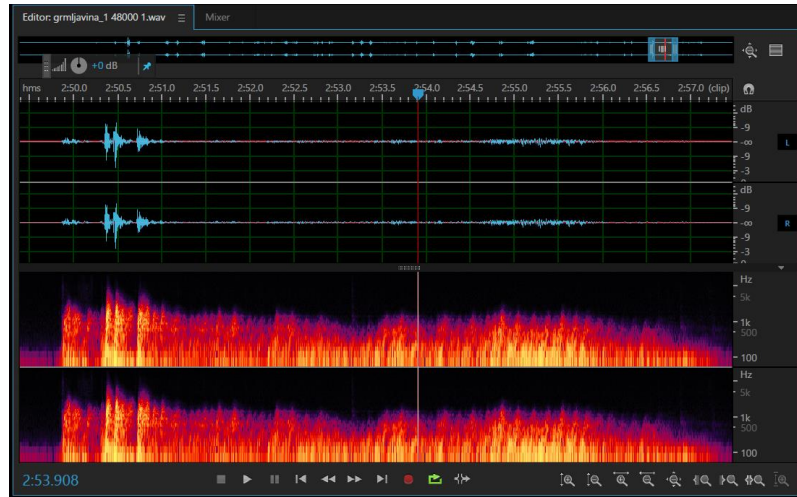


*Slika 50: spektralni prikaz zvuka groma*

*(Izvor: Sidath Abegunawardana, Department of Physics, University of Colombo, Sri Lanka: Frequency Analysis of Thunder Features)*

Najglasniji, nagli dio zvuka groma obično prati glasan zvuk koji mijenja frekvenciju i amplitudu. Zatim postaje nepravilan zvuk umjerene amplitude, te naposljetku, prije sljedećeg glasnog dijela, relativno slab zvuk dugog trajanja niskih frekvencija [15]. Nadalje, amplitude visokih frekvencija se smanjuju brže od onih niskih frekvencija [15].

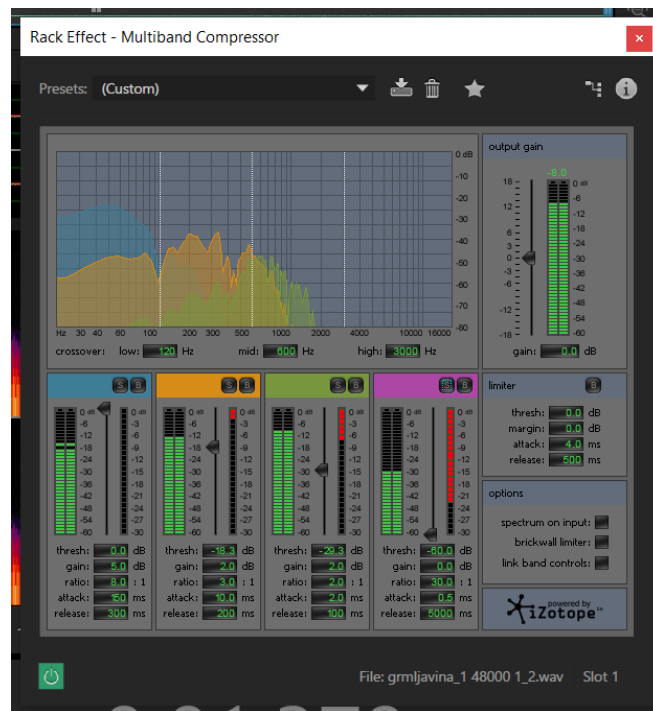
Ovakvo ponašanje zvučnih valova pokušalo se manipulacijom imitirati i sa snimljenim zvukom aluminijskog lima. Slika 51 prikazuje dio snimke koji je izrezan iz ostatka i na kojemu su se onda primjenjivali razni efekti.



Slika 51: valni i spektralni prikaz snimljenog zvuka aluminijskog lima

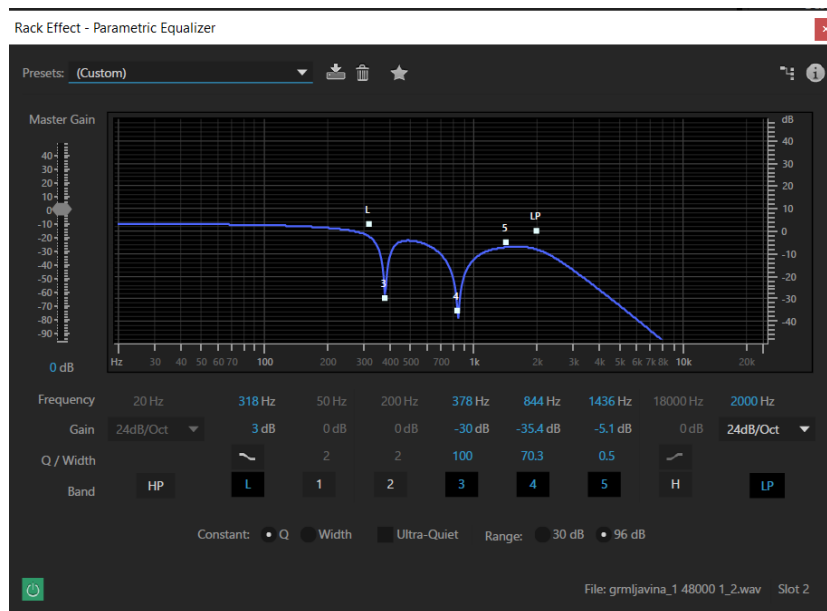
Prije kompresiranja i primjenjivanja efekta *Parametric Equalizer*, snimkom se manipuliralo na način da su se neki dijelovi snimke izbrisali, neki kopirali i lijepili na druge dijelove i slično. Kod ovakvih postupaka bitno je gledati u valni prikaz zvuka, jer se vrlo lako može stvoriti neprirodan zvuk klika na mjestima gdje se rezalo originalnu snimku, ili na rubovima zalijepljenog, novog dijela snimke. Kako se klik ne bi dogodio, valni prikaz zvuka mora se povećati i naći dio vala koji je iste amplitude kao dio s kojim će se spojiti. To je najjednostavnije na mjestima gdje je vrijednost nula.

Nakon opisanog procesa, efektom *Multiband Compressor* su se mijenjali frekvencijski rasponi, na način vidljiv na slici 52. Najniže frekvencije su se dodatno pojačale, a najviše dramatično smanjile.



Slika 52: parametri efekta Multiband Compressor primijenjenog na snimljeni zvuk aluminijskog lima

Nadalje, efektom Parametric Equalizer se učinila slična stvar, ali su se također stišale neke problematične frekvencije. To se može vidjeti na slici 53.



Slika 53: parametri efekta Parametric Equalizer primijenjenog na snimljeni zvuk aluminijskog lima

Može se uočiti u koliko se većoj mjeri ova dva efekta koriste na snimljenim zvučnim efektima u odnosu na snimljene glasove. Nakon njihove primjene, efektom *Stretch and Pitch* se snimka produžila i snizio joj se ton. Valni i spektralni prikaz snimljenoga zvuka nakon primijenjenog opisanog procesa može se vidjeti na slici 54 i usporediti sa slikom 51 koja prikazuje isti zvuk prije promjena.

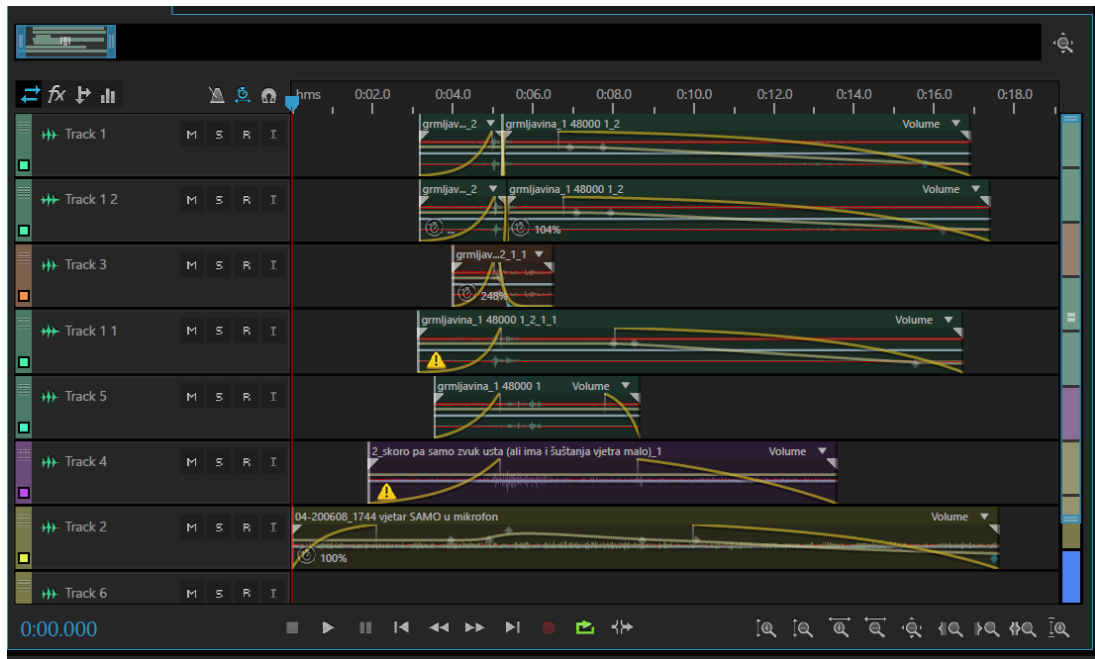


*Slika 54: valni i spektralni prikaz snimljenog zvuka lima nakon primjenjivanja efekata Multiband Compressor, Parametric Equalizer i Stretch and Pitch*

Tijekom uspoređivanja najočitije su promjene nastale rezanjem i lijepljenjem dijelova zvuka, ali se može i jasno vidjeti promjena u frekvencijama, a nešto iskusnije oko, i u glasnoći. Iako ovaj zvuk sada mnogo više podsjeća na pravi grom, potrebno je još nekoliko efekata da bi on to stvarno i postao.

Tome zvuku dodani su još i snimljeni zvukovi puhanja u mikrofon, jedan bogat dosta niskim frekvencijama, a drugi malo višim, ali također ispod 600 Hz. Ta dva zvuka skupa zvuče jako slično onome zvuku koji ostane nakon prvog udara munje. Originalni zvuk koji se koristio duplicirao se nekoliko puta i mijenjala mu se brzina. osim njega, koristila se i još jedna drugačija snimka aluminijskog lima. Na svaku se traku posebno manipuliralo efektima, uglavnom efektima *Multiband Compressor* i *Parametric*

*Equalizer*, a na *Master* traku se dodao i efekt *Reverb*. Kako na kraju izgledaju ti posloženi efekti može se vidjeti na slici 55.



Slika 55: Slaganje zvuka groma

### 3.13. Završne postavke

Audio producent Jay Rose, u svojoj knjizi *Producing Great Sound for Film and Video*, daje jedan odličan i bitan savjet: "Kada misliš da je zvučna slika gotova, uzmi pauzu. Vrati se (najidealnije poslije obroka ili sljedeći dan) i pregledaj je bez zaustavljanja. Udobno se smjesti u zamračenu sobu, uzmi olovku i papir i otvori štopericu na ekranu. Ovo je također dobro vrijeme za pozvati režisera, producenta ili nekog drugog na pregled. Pusti snimku od početka, ali čuješ li nešto upitno nemoj zaustavljati. Zapiši bilješku i vrijeme i nastavi slušati. Nevjerojatno je koliko malenih stvari se može primijetiti u cijeloj dužini filma, čak i ako se na zvučnoj slici radilo tjednima: razlike u glasnoći postanu očitije kada se scenu gleda u kontekstu; nespretna uređivanja i slučajne klikove lakše je uočiti jer nisi koncentriran na neki drugi detalj iste snimke. Nakon što je snimka gotova, vrati se i popravi zapisano [13]." Iako Jay Rose govori o završnom

procesu, ovaj se postupak primjenjivao više puta, ne samo za cijelu zvučnu sliku animiranog filma, već i za svaku učinjenu scenu pojedinačno. Efekt složenoga zvuka ne može se doživjeti bez njegova konteksta. Zvuk groma na primjer, nakon prvotnog dizajniranja nije zvučao dovoljno moćno, pa se bile potrebne dodatne korekcije. Neke scene bile su malo glasnije od drugih, a neki efekti, spojeni sa ostatkom zvuka, su se izgubili. Ispravljanje ovakvih grešaka nije tehnički kompliciran posao, ali zahtjeva mnogo koncentracije i aktivnog slušanja. Zvučna slika mora kroz cijelo svoje trajanje biti konzistentna, kako glasnoćom, tako i bojama, mora teći. Ona priča priču, a ne dijelove različitih scena.

Na samome kraju, kada je sve posloženo i kada je zvučna slika gotova, postoji još nekoliko stvari koje se moraju uzeti u obzir, i koje ovise o pojedinačnim platformama na koje se animirani film planira prikazivati ili slati. Jedna od takvih stvari je maksimalna glasnoća, koja se vrlo jednostavno može odrediti koristeći se efektom *Limitera*, i primjenjujući ga na *Master* traku. Taj limit je najčešće -6 dB, a rjeđe -3 dB. Čak i kada su svi tehnički zahtjevi ispunjeni, završna verzija zvučne slike filma neće na svakoj projekciji zvučati isto. Različita kina, televizori, projekcije, mobiteli i računala imaju različite zvučnike sa različitim reprodukcijским karakteristikama. Jedan način na koji se ovaj problem može bar donekle kontrolirati je da se tijekom dizajniranja povremeno poslušaju zvučna slika i na nekim jeftinim zvučnicima znatno lošije kvalitete i da im se zvuk donekle prilagodi kako se ne bi izgubili barem oni najbitniji dijelovi.

#### 4. ZAKLJUČAK

Oko osam mjeseci nakon začeća započinje razvoj uha u embriju čovjeka. Dakle, još i prije rođenja u čovjeku se pojavljuje osjet sluha. Pored osnovnog osjeta dodira, sluh je čovjekov najprvotniji susret s okolinom, no s vremenom postaje potisnut važnošću vida u dodiru sa svijetom [1]. U najranijim začetcima filma također se očituje prevlast vida nad ostalim osjetima, zaokupljenost publike vizualnom slikom i zaborav na njenu zvučnost. Taj se nedostatak vrlo brzo primjećuje i nadomješta glazbenom pratnjom. S daljnjim razvojem i napretkom tehničkih mogućnosti otvorio se nov prostor za stvaralaštvo u filmu. Izrada zvučne slike, kako za igrani tako i za animirani film, preuzima nezamjenjivu ulogu određivanja tona i atmosfere pojedine scene. Tako zvučna slika filma postaje još jedan medij i materijal za filmski jezik.

Opisani postupci i navedeni primjeri u radu tek su mali dio procesa stvaranja zvučne slike za animirani film. Tehnički zahtjevi opisani u tekstu dani su kako bi se bolje razumjelo i opisalo svrhu korištenog zvuka, njegovu ulogu i zadaću u filmu, tj. način na koji podupire sliku i s njome zajednički priča priču. Ili nekada upravo i obrnuto, kada je vizualna slika ta koja podupire ono što se priča zvukom.

Prenošenje priče u animirani dvodimenzionalni film zahtjeva mnogo strpljenja, vremena i smisla za detalje. Svakoj se sceni pristupilo na ovaj način, i svaka je tražila odgovore na pitanja o kadriranju, svjetlu, pokretu kamere i dužini kadra, pa o crtežu, o stilu, liniji i bojama, a također i o drugim filmskim elementima, kao što su karakteri, dijalozi, zvučni efekti, glazba i ostali, od kojih neki tek trebaju nastati.

Od same ideje, preko knjige snimanja, do dizajniranja zvuka, vizualna i zvučna slika filma stoje odvojeno. Po završetku izrade zvučne slike, otvara se mogućnost njihova spajanja u *animatics*. Ako knjiga snimanja već nije u digitalnom zapisu, treba ju skenirati, nakon čega dotada nijema slika može biti oživljena, a zvučna slika napokon dobiva točno određen prikaz onoga što se dotada pri slušanju moglo samo zamišljati i nagađati. Zvuk film oživljava, budi emocije i vodi uši, oči i srca publike.



## 5. LITERATURA

- [1] Walter Murch (1995). *Sound Design: The Dancing Shadow Projections 4: film-makers on film-making*, Faber & Faber, London
- [2] Mikhail Lebedev *Animation and Sound*, dostupno na [https://www.academia.edu/34632939/Animation\\_and\\_Sound](https://www.academia.edu/34632939/Animation_and_Sound) 01.07.2021.
- [3] Vanessa Theme Ament (2009). *The Foley Grail: The Art of Performing Sound for Film, Games and Animation*, Focal Press, Burlington
- [4] David Lewis Yewdall (2013). *Practical art of motion picture sound*, Focal Press, Waltham
- [5] Andrew R. Boone (1941) *Popular Science; Micky Mouse goes classical*, Vol. 138, No. 1, (siječanj, 1941) 65-67
- [6] *Fantasound*, dostupno na: <https://disney.fandom.com/wiki/Fantasound> 20.07.2021.
- [7] Todd Brunner (2006). *Product sound design: how animation leads the way*, diplomski rad, School of art and design, Pratt Institue
- [8] Ric Viers (2008). *The Sound Effects Bible*, Michael Wiese Productions
- [9] Jay Rose (2008). *Audio Postproduction for Film and Video*, Focal Press, Burlington
- [10] Tomlinson Holman (2005). *Sound for Digital Video*, Focal Press, Burlington, USA
- [11] Amy Delouise, Cheryl Ottenritter (2020). *Nonfiction Sound and Story for film and video*, Routledge, New York
- [12] Andrey Tarkovsky, Kitty Hunter-Blair (1987) *Sculpting in Time*, University of Texas Press, Austin
- [13] Jay Rose (2015). *Producing great sound for film and video: expert tips from preproduction to final mix*, Focal Press, Burlington
- [14] Sidath Abegunawardana (2016). *Frequency Analysis of Thunder Features*, Department of Physics, University of Colombo, Sri Lanka

[15] OuYang Yuhua and Yuan Ping (2012). *Audible thunder characteristic and the relation between peak frequency and lightning parameters*, College of Physics and Electronic Engineering, Northwest Normal University, China

[16] Thomas F. and Johnston O. (1984). *The Illusion of Life, Disney Animation*, Abbeville Press Edition, New York

## 6. POPIS MANJE POZNATIH RIJEČI I POJMOVA

**Animatics** – animirana knjiga snimanja spojena sa zvučnom slikom

**Foley** – naknadno snimljeni zvučni efekti za film

**Adobe Audition** – računalni program za dizajniranje zvuka

**Healing brush** – alat kojim se mogu ispraviti greške u spektralnom prikazu zvuka

**Noise Reduction Process** – efekt za brisanje šuma iz snimke

**Capture noise print** – efekt kojim se označava dio snimke koji sadrži samo šum

**Adaptive Noise Reduction** – efekt koji automatski briše šum iz snimke

**Reduce Noise by** - parametar s kojim se kontrolira broj decibela za koji će se zahvaćeni šum stišati

**Noisiness** - parametar s kojim se može odrediti postotak zvuka na koji će efekt djelovati

**FFT Size (Fast Fourier Transform)** – parametar kojim se definira veličina raspona frekvencija

**Start Recording Favourites** – efekt kojim se može snimiti primjenjivanje ostalih efekata

**Batch process** – efekt kojim se primjenjuju efekti snimljeni efektom *Start Recording Favourites*

**Mono** – reprodukcija zvuka kroz jedan kanal

**Stereo** – reprodukcija zvuka kroz više kanala

**Input** – ulazni zvuk

**Output** – izlazni zvuk

**Gain, Make Up, Output Gain** – parametar kojim se nadoknađuje glasnoća izgubljena tijekom primjenjivanja nekog efekta

**Attack** – brzina kojim kompresor djeluje na neki zvuk

**Release** – brzina kojom kompresor prestaje djelovati na neki zvuk

**Multiband Compression** - efekt kojim se može kontrolirano kompresirati zvuk

**Parametric Equalizer** – efekt kojim se može manipulirati specifičnom frekvencijom u nekom zvuku

**Q** – propusni opseg, to jest parametar kojim se određuje širina raspona oko odabrane frekvencije

**Reverb** – efekt koji simulira refleksije zvučnih valova, to jest odjekivanje zvuka

**Chorus** – efekt koji simulira višeglasje

**Echo** – efekt koji simulira jeku

**Wet** – parametar kojim se kontrolira količina primijenjenog efekta

**Dry** – parametar kojim se kontrolira količina zvuka prije primjenjivanja nekog efekta

**Panning** – efekt kojim se kontrolira količina zvuka koja izlazi na lijevi i desni zvučnik

**Notch Filter** – efekt kojim se pojačavaju ili smanjuju specifične frekvencije u nekom zvuku

**Master** - cjelokupan zvuk projekta sa svim primijenjenim efektima