

Psihološki i terminološki aspekti usklađivanja ritma

Lovrić, Mirta

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Academy of Music / Sveučilište u Zagrebu, Muzička akademija**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:116:421862>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-12**



Repository / Repozitorij:

[Academy of Music University of Zagreb Digital Repository - DRMA](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU MUZIČKA AKADEMIJA

II. ODSJEK ZA MUZIKOLOGIJU

MIRTA LOVRIĆ

PSIHOLOŠKI I TERMINOLOŠKI ASPEKTI

USKLAĐIVANJA RITMA

DIPLOMSKI RAD



ZAGREB, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU MUZIČKA AKADEMIJA

II. ODSJEK ZA MUZIKOLOGIJU

PSIHOLOŠKI I TERMINOLOŠKI ASPEKTI

USKLAĐIVANJA RITMA

DIPLOMSKI RAD

Mentorica: doc. dr. sc. Sanja Kiš Žuvela

Studentica: Mirta Lovrić

Ak. god. 2023./2024.

ZAGREB, 2023.

DIPLOMSKI RAD ODOBRILO MENTORICA

doc. dr. sc. Sanja Kiš Žuvela

Potpis

U Zagrebu 15. studenoga 2023.

Diplomski rad obranjen ocjenom

POVJERENSTVO:

doc. dr. sc. Monika Jurić Janjik, predsjednica

dr. sc. Helena Dukić, nasl. pred., članica

doc. dr. sc. Sanja Kiš Žuvela, mentorica, članica

OPASKA:

PAPIRNATA KOPIJA RADA DOSTAVLJENA JE ZA POHRANU KNJIŽNICI MUZIČKE
AKADEMIJE

Zahvala

Ovaj rad posvećujem svojim nećakinjama i nećacima te njihovim i svojim roditeljima, koji su omogućili da budemo danas u ovoj najvažnijoj točki vremena koja se zove sada.

Veliku zahvalnost dugujem svom kolegi još iz osnovnoglazbenoškolskih dana, prof. Krešimiru Seletkoviću, bez čijeg savjeta i angažmana do ovoga mog nastavka studija zasigurno ne bi došlo.

Zahvaljujem i svim svojim profesorima, nekadašnjima i ovima sada, bivšim kolegama, na razumijevanju i potpori i na svemu čemu su me po(d)učili.

Neizmjerne hvala mojoj dobroj prijateljici Mileni, bez čije ljubavi i pomoći nikada ne bih dogurala do samoga kraja svoga pothvata. Hvala i mojoj dragoj sestrični Zvezdani, koja je uvijek najbolje razumjela boli moje nediplomiranosti.

Konačno, nemoguće je riječima izraziti divljenje i zahvalu prema, blago rečeno, beskonačnom strpljenju koje mi je iskazala moja dugogodišnja kolegica i prijateljica, a sada i mentorica, doc. dr. sc. Sanja Kiš Žuvela. Njezino istovremeno razumijevanje stručne materije kao i same osobe studenta jednako je neizmjerne te bi bez njezine pomoći, savjeta, inteligencije, profesionalnosti i dobrote ovaj rad bio nezamisliv.

Mirta Lovrić

SAŽETAK

U ovome radu cilj je bio obraditi pojam *entrainment* u njegovim terminološkim i psihološkim aspektima. Pojam sam susrela u literaturi iz psihologije glazbe, ali bez valjanog prijevoda na hrvatski jezik. Tijekom definiranja naslova rada, termin smo prevele kao „usklađivanje ritma”. Međutim, s obzirom na kompleksnost i širinu njegova značenja i primjene, ostaje nedoumica treba li ga uopće prevoditi ili ostaviti na engleskome jeziku kao specifičan *terminus technicus* u različitim područjima primjene. Kako su u vrijeme određivanja teme rada bile na snazi različite mjere vezane uz borbu s minulom pandemijom, odlučile smo se za pregledni rad umjesto empirijskog istraživanja jer bi osim navedenih ograničenja došlo i do ograničenja u vezi uporabe specifične neuroznanstvene aparature. Međutim, različita su istraživanja poduzeta i poduzimana u različitim specijaliziranim institutima diljem svijeta, i to ne samo unazad tri godine, već unazad dva do tri desetljeća. U brojnoj literaturi određen je članak Martina Claytona i suradnika iz 2005. godine kao ishodišna točka za definiciju pojma *entrainment* i metodologiju njegova istraživanja. Pokušava se prikazati u kojim se smjerovima otišlo u istraživanju *entrainment* u glazbi nakon ovoga članka. Osobito u posljednjem desetljeću tehnološki napredak omogućuje eksplozivan rast i razvoj neuroznanosti koja inter- i transdisciplinarno povezuje najrazličitija područja pa tako i muzikološka istraživanja, istraživanja pokreta i plesa, a sve temeljeno i pomognuto snažnim mogućnostima matematičkih i računalnih analiza.

Ključne riječi: usklađivanje, koordinacija ritma, neuroznanost glazbe, psihologija glazbe

ABSTRACT

This thesis aims to present the notion of entrainment in its terminological and psychological aspects. Initially, I was introduced to it while reading the literature on the psychology of music, but it did not have a viable equivalent in the Croatian language. When we were defining the title of the thesis, we translated it as „rhythm coordination.” Nevertheless, considering the complexity and width of its meaning and application, the dilemma remains over whether this term should even be translated into Croatian or remain in its present English form as a specific technical term with different application areas. Furthermore, as various anti-pandemic measures have been in effect in Croatia during the process of defining the subject of the thesis, we have decided to settle on a review paper instead of an empirical investigation since our constraints would be twofold; on the one hand, we would have had the anti-pandemic measures and on the other, severe lack of the opportunity to use specific neuroscientific apparatus. Despite our constraints, different research has been conducted across various specialized institutes worldwide, not only during the last three years but also during the past couple of decades. In the vast literature I have encountered during the research, I have decided to take the article from 2005 by Martin Clayton and collaborators as a seminal point for the definition of entrainment and the subsequent methodology for its investigation. Following that decision, the thesis concept has been conceived of as an attempt to present the directions that rhythmic entrainment research has taken after this seminal article. We are witnesses to the explosive growth and development of neuroscience, especially during the past decade, and we see that both through the inter- and transdisciplinary approach, it connects the most differing areas, including the musicological research, movement and dance research, and all of that based and facilitated by powerful mathematical and computational analysis.

Keywords: entrainment, rhythmic coordination, neuroscience of music, psychology of music

SADRŽAJ

| | |
|---|-----------|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Povijest istraživanja i psihološki aspekti usklađivanja ritma | 4 |
| 2.1. Pojam <i>entrainment</i> | 4 |
| 2.2. Povijest pojma <i>entrainment</i>..... | 8 |
| 2.3. Fiziološki ritmovi | 12 |
| 2.3.1. Cirkadijani ritmovi i usklađivanje s podražajima iz okoliša | 14 |
| 2.3.2. Ultradijani ritmovi i interpersonalna usklađivanja..... | 16 |
| 2.4. Samousklađivanje (<i>Self-entrainment</i>) | 17 |
| 2.5. Entrainment i moždani valovi | 18 |
| 3. Ishodišna literatura, stanje istraživanja 2005. godine, daljnji koraci ... | 22 |
| 3.1. Neka područja primjene pojma <i>entrainment</i> prema Claytonu, Sager i Willu | 25 |
| 3.1.1. Socijalna psihologija | 25 |
| 3.1.2. Interakcija i komunikacija..... | 26 |
| 3.1.3. Kognitivna psihologija | 28 |
| 3.1.4. Glazba | 29 |
| 3.1.4.1. Metar | 30 |
| 3.1.4.2. Biomuzikologija..... | 31 |
| 3.1.4.3. Muzikoterapija | 32 |
| 3.1.4.4. Etnomuzikologija | 32 |
| 3.2. Metode i metodološki prijedlozi prema Claytonu, Sager i Willu..... | 34 |
| 3.2.1. Prikupljanje podataka / audiosnimanje / videosnimanje | 34 |
| 3.2.2. Analiza podataka..... | 38 |
| 3.2.3. Etnografija i interpretacija..... | 40 |
| 3.3. Nakon „Claytona” | 43 |
| 3.3.1. Etnomuzikologija, muzikologija, daljnji koraci | 48 |
| 4. Zaključak | 52 |
| 5. Bibliografija:..... | 60 |

1. Uvod

Možemo li reći da su ritam, mjera i doba sinonimi? Nipošto, naravno, ali u svakodnevnom govoru kažemo, „uhvati(ti) ritam”. Zapravo najčešće ne „hvatamo” specifično ritam, nego mjeru, odnosno dobe ili otkucaje. Odnos ritma i mjere (u glazbi kao i u jeziku/govoru) kompleksan je, ali uvjetno možemo reći da je mjera temeljni, a ritam viši pojam organizacije vremena. Međutim, na razini mozga, percepcije i senzomotoričke aktivacije, i jedno i drugo zahtijevaju upotrebu visokih kognitivnih funkcija. Zbog toga se dugo držalo da je „hvatanje ritma”, odnosno „detektiranje” dobe (*beat induction*) i kucanje na dobu (*tapping to the beat*) sposobnost svojstvena isključivo čovjeku. Znamo da se i životinje mogu gibati ritmično, no u posljednjem desetljeću studije su počele proučavati i percepciju otkucaja i sinkronizaciju s ritmom („hvatanje ritma”) kod životinja.

Gornjoj bismo trihotomiji mogli dodati i druge pojmove vezane za vremensku dimenziju glazbe, poput *groovea* i pulsa. Sve su to pojmovi koje poznajemo iz svakodnevnoga života s glazbom. Međutim, postoji jedan pojam s kojim sam se susrela relativno nedavno tijekom čitanja literature iz psihologije glazbe – pojam *entrainmenta*. S obzirom da nikako nisam mogla naći valjani prijevod ovoga izraza na hrvatskom jeziku, sve više mi je zvonio u glavi i nekako me intrigirao te sam ga predložila kao temu rada. Nisam ni slutila kako to uopće nije neka uobičajena riječ, koja tek opisuje jednu meni dobro poznatu i omiljenu aktivnost (tapkanje i/ili gibanje uz glazbu), već jedan pravi tehnički pojam, koji otvara nepregledno polje literature i znanstvenih radova iz različitih područja, od fizike i biologije do psihologije, biomuzikologije, područja umjetne inteligencije, neuroznanosti itd., počevši od rudimentarnih otkrića u fizici 17. stoljeća do sve više rastućeg istraživanja mozga u posljednjim desetljećima.

Tijekom definiranja naslova rada termin smo prevele kao „usklađivanje ritma“. Međutim, s obzirom na kompleksnost i širinu njegova značenja, ostaje pitanje treba li se njegov naziv (pa čak i može li se valjano) prevesti ili ga možemo ostaviti u izvornome obliku kako sam ga i nalazila u literaturi. Rječničke definicije pojma *entrainment* donose nekoliko značenja iz različitih područja, no njegovo temeljno značenje jest povlačiti sa ili za sobom (etimološki, javlja se sredinom 16. stoljeća sa značenjem 'uvući (kao posljedicu)' (franc., *en* – u + *trainer* – vući). Jedno od značenja je također 'ukrcati se/koga na vlak'. U kemiji se rabi u značenju povući ili uvući (u tok) i dalje transportirati – npr. čestice plina ili tekućine.

U građevinskim znanostima rabi se sintagma *air entrainment* koja označava uvođenje mjehurića zraka u beton. U ritamskom smislu (glazbenom i drugom) termin *entrainment* označava proces u kome jedna stvar zadobiva isti uzorak ili ritam kao i neka druga. Tako u (krono)biologiji *entrainment* označava usklađivanje cirkadijanih ritmova organizama s vanjskim okolišem (izmjena dana i noći, plime i oseke, godišnjih doba).

Pojam *entrainment* koji će nas zanimati u ovome radu dolazi od jednoga „slučajnog“ fizikalnog otkrića iz 17. stoljeća. Pokušavajući riješiti problem određivanja zemljopisne dužine na moru, slavni nizozemski znanstvenik Christiaan Huygens 1660-ih izumio je sat s njihalom. Početna je ideja bila konstruirati dva takva sata; ako na moru jedan od njih prestane raditi, drugi će nastaviti. Radeći na njihovoj konstrukciji te ih objesivši na dvije kuke ugrađene u istu drvenu gredu primijetio je da su se pokreti obaju njihala u suprotnim smjerovima uskladili tako da su se njihovi zvukovi čuli istovremeno. Čak i ako bi ovo usklađivanje poremetio nekom smetnjom, za kratko vrijeme ono bi se ponovo uspostavilo. Tu je pojavu nazvao „*the sympathy of two clocks*“. Primijetio je da je bilo potrebno otprilike pola sata da se dogodi ovo antifazno usklađivanje. Konačno je zaključio da je razlog usklađivanja satova u neprimjetnom kretanju grede na koju su bili obješeni. Dakle, sinkronizacija ili *entrainment* u fizici (i biologiji) događa se između dvaju (ili više) sustava koji osciliraju. Ta je pojava također značajna i za sinkronizirani pljesak publike ili za tapkanje u ritmu neke glazbe.

No tek početkom 20. stoljeća i uslijed razvoja elektrotehnike i radija znanstvenici su uspjeli matematički objasniti Huygensovu sinkronizaciju satova. Međutim, istraživači glazbe i u prijašnjim su razdobljima, a osobito tijekom prošloga stoljeća, istraživali na koji način opažamo glazbu u vremenu i na koji način smo u stanju ići kroz vrijeme zajedno s glazbom. Istraživanja su polazila iz antropoloških ili etnomuzikoloških pozicija s jedne strane te glazbenopsiholoških s druge. Međutim, tijekom posljednjih dvaju desetljeća, usporedno s razvojem istraživanja mozga, došlo je i do posve novih pristupa istraživanju u muzikologiji, odnosno psihologiji glazbe, osobito onih koji koriste metode i saznanja iz neuroznanosti.

U neuroznanstvenim istraživanjima primjenjivali su se različiti metodološki pristupi i modeli te su došli do brojnih novih pojmova i koncepata kojima pokušavaju opisati i objasniti određene dijelove procesa *entrainment* (intrapersonalni *entrainment*, interpersonalni *entrainment*, *beat entrainment*, percepcija pulsa i NRT (*neural resonance theory*), *attentional dynamics theory*, *attending rhythms*, puls unutarnjeg sata, usklađivanje s oscilacijama neurona, *brain regions connectivity*, *brainwave entrainment*).

Tijekom potrage za literaturom često se javljala referenca na članak iz 2005. godine *In Time With the Music* Martina Claytona, Rebecce Darlene Sager i Uda Willa. Kada sam ga pročitala, shvatila sam da se radi o referentnom naslovu i da bi mi mogao pomoći u daljnjem istraživanju. Članak donosi definiciju i povijest ovoga pojma, nekoliko studija slučaja u kojima se istražuje pojam *entrainment* te na kraju daje precizne metodičke i metodološke upute za moguća daljnja istraživanja. S obzirom na to da su svo troje autora (između ostaloga) etnomuzikolozi, cijeli članak počiva na pojmu *entrainment* u etnomuzikološkim istraživanjima. Metodičke upute iz toga teksta, međutim, primjenjive su na različita istraživanja glazbe. Stoga sam odlučila da mi taj izvor postane svojevrsna ishodišna literatura prema kojoj ću koncipirati i ovaj rad. Budući da je članak objavljen 2005. godine, zanimalo me koliko novoga je donio te koliko je odjeka imao u istraživanjima u glazbi (etnomuzikološkim i drugim) koja su otad uslijedila. Pokušat ću to ilustrirati nekim primjerima te vidjeti koliko je članak bio vizionarski i koje bi mogle biti perspektive za budućnost glazbenih istraživanja *entrainment*.

2. Povijest istraživanja i psihološki aspekti usklađivanja ritma

2.1. Pojam *entrainment*¹

Pojam *entrainment* (usklađivanja/povlačenja/uvlačenja) susrećemo u nizu različitih područja, od kemije i fizike do geografije i građevinarstva, od hidrodinamike i meteorologije do biologije i biomuzikologije. O bilo kojem području da se radi, da bismo govorili o *entrainmentu*, uvijek su potrebne (barem) dvije odvojene tvari ili pojave u međudjelovanju, pri čemu se odvija proces u kome jedna od njih zadobiva uzorak ili ritam sličan ili jednak kao ova druga. Stoga ovu riječ možemo prevesti na različite načine, ovisno o području na koje se odnosi. Tako možemo govoriti o uvlačenju mjehurića zraka u beton ili o povlačenju jedne tekućine drugom.

U ovome radu usredotočujemo se na ono značenje *entrainment*² koje se odnosi na ritamske pojave, odnosno na usklađivanje ritmova (dvaju ili više njih), odnosno na proces ritamskog *entrainment*, usklađivanja među ritmovima. Ritamski *entrainment* ili ritamsko

¹ Mrežni prevoditelj *Google translate* donosi sljedeće prijevode: glagol *entrain* = povući, ući u vlak te imenicu *entrainment* = uvlačenje, dok prevoditelj *Glosbe* prevodi glagol *entrain* kao ukrcati se u vlak, povlačiti, povući, a imenicu *entrainment* kao povlačenje.

Rječnik *Merriam-Webster* nema posebnu natuknicu *entrainment*, nego je taj izraz naveden kao izvedenica glagola *entrain*. Glagol *entrain* ima dva značenja. Prvo značenje, i to kao prijelazni glagol, donosi četiri definicije: 1 – vući sa sobom ili za sobom; 2 – uvući (što, npr. čvrste čestice ili plin) u tok tekućine i transportirati; 3 – unijeti/inkorporirati (mjehuriće zraka) u beton; 4 – odrediti ili modificirati fazu ili period cirkadijanih ritmova potaknutih (*entrained by*) svjetlosnim ciklusom. Uz ovo značenje glagola navode se i imenica *entrainer* (onaj koji uzrokuje, izaziva *entrainment*) te imenica *entrainment*, no bez daljnjih objašnjenja. Drugo značenje donosi dvije definicije. Prva definira glagol *entrain* kao prijelazni sa značenjem 'ukrcati (koga/što) na vlak' te druga kao neprijelazni sa značenjem 'ukrcati se na vlak'. U oba slučaja dani su i oblici *entrained*, *entraining* i *entrains*.

Merriam-Webster nadalje nudi povijest i etimologiju pojma. Glagol u prvome značenju etimološki dolazi od srednjofrancuskog *entrainer*: od prefiksa en- i *trainer*, u značenju vući, povlačiti. Prva poznata upotreba glagola *entrain* datira iz 1568., i to u njegovu prvom značenju. Drugo značenje (i to prijelaznoga oblika glagola – ukrcati (koga/što) na vlak) javlja se 1878. godine. Usp. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/entrain>, pristup 23. svibnja 2023.

² Mrežno izdanje enciklopedijskog leksikona *Grove Music Dictionary* ne nudi zasebnu natuknicu za pojam *entrainment*, već je on objašnjen ili se spominje unutar teksta drugih natuknica. Potraga za glagolom *entrain* preusmjerava se na te iste natuknice. Pet je natuknica u kojima se pojavljuje riječ *entrainment*. Prva je naziv skladbe (*Entrainments*) Davida Deana Dunna iz natuknice o skladatelju iz 2013. godine, što je za nas zanemarivo. Preostale četiri natuknice su nam zanimljive: 1) natuknica *Rhythm* Justina Londona, 2) natuknica *Theory* (autori: David Carson Berry i Sherman Van Solkema), 3) natuknica *Animal music* (prva verzija (2001.) i revidirana verzija (2014.) te 4) natuknica *India, subcontinent of* (prva verzija (2001.) i revidirana verzija (2014.).

usklađivanje³ opisuje interakciju dvaju ritamskih procesa pri kojoj oni međusobno utječu jedan na drugoga na način da se jedan drugome prilagođavaju te u konačnici *zaključavaju*⁴ [*lock in*]⁵ u istoj fazi⁶ i/ili periodu⁷.

Ritamske su pojave mnogobrojne i nalazimo ih u različitim sferama života i znanosti, a svi ti različiti procesi opisuju se fizikalnim i matematičkim pojmovima (iz područja teorije dinamičkih sustava i teorije kaosa). Ritamska gibanja sežu od periodičnih gibanja nebeskih tijela do sasvim sićušnih mikroskopskih i molekularnih razina, kao što su ritmovi u stanicama ili u skupinama stanica živih bića. Osim što su ova gibanja samostalna, ona također mogu pod različitim uvjetima utjecati jedna na druga na različite načine; mogu se usklađivati, sinkronizirati, poravnati, poništavati itd. Kao što je već rečeno, zajednički naziv za ovakve pojave utjecaja jednoga ritma na drugi jest *entrainment* ili usklađivanje. Tako govorimo o usklađivanju moždanih valova sa željenom frekvencijom (*brainwave entrainment*), o sinkronizaciji organizama sa izvanjskim ritmom (biomuzikologija), o usklađivanju cirkadijanih sustava/ritmova organizama sa izvanjskim ritmovima svjetlosnoga ciklusa (*photoentrainment* u kronobiologiji) i dr.

Da bismo govorili o *entrainmentu*, tj. ritamskom usklađivanju potrebne su dvije osnovne komponente⁸: moraju postojati dva ili više autonomnih ritamskih procesa ili oscilatora⁹

³ U ovome ću radu osim pojma *entrainment* koristiti i pojam usklađivanje i/ili sintagmu ritamsko usklađivanje kao mogući prijevod ovoga *terminusa technicus* ili čak i njegovu potpunu zamjenu. Isto tako treba reći da je pojam usklađivanje pogodniji u kontekstu tematike rada, za razliku od pojmova sinkroniziranje ili rezonancija, koji nikako nisu istoznačni sa pojmom *entrainmenta*, o čemu će biti riječi u nastavku.

⁴ U hrvatskome jeziku zapravo ne koristimo ovaj doslovni prijevod, nego jednostavno govorimo da su (dva) periodična gibanja u fazi (maksimumi i minimumi krivulje vremenski se podudaraju) ili postoji otklon tj. fazni pomak (s obzirom da harmonijsko gibanje ili titranje prikazujemo kao gibanje po kružnici, vremenski pomak mjerimo kao otklon u kutovima pa tako fazni pomak može biti bilo koji kut veći od nultoga; ako je kut 180°, govorimo da su gibanja u protufazi ili u antifazi).

⁵ Usp. Clayton, Sager i Will 2005: 5.

⁶ faza. *Tehnički leksikon - 2007. (mrežno izdanje)*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2023. <https://tl.lzmk.hr/clanak/1795>, pristup 25. svibnja 2023.

⁷ Izrazi na hrvatskome jeziku koje koristimo u vezi harmonijskog titranja dio su temeljnoga znanja fizike i matematike. Neki se elementarni pojmovi i objašnjenja mogu naći na mrežnoj stranici: <https://edutorij-admin.api.carnet.hr/storage/extracted/a46bb23b-608e-45b5-b7f6-c952a83441fa/harmonijsko-titranje.html>. Pristup 25. svibnja 2023.

⁸ Clayton, Sager i Will 2005: 6.

⁹ „U fizici, fizikalni sustav koji titra mijenjajući jednu ili više fizikalnih veličina. Frekvencija titranja oscilatora ovisi o frekvenciji vanjske periodične sile ili, ako ne djeluje vanjska periodična sila, o svojstvima oscilatora, a ne ovisi o vrijednosti amplitude kojom oscilator titra.”. Usp. oscilator. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=45647>>, pristup 30. svibnja 2023.

i ti oscilatori moraju međusobno djelovati, odnosno biti u interakciji. Autonomnost procesa odnosi se na uvjet da oscilatori moraju moći oscilirati i kada se razdvoje. Moraju, dakle, imati unutarnji izvor energije za titranje (oscilaciju), odnosno nijedna od ovih dviju oscilacija ne smije biti prouzročena onom drugom. Primjerice, ako glazbena vilica proizvede zvučne valove u rezonantnoj kutiji, kada se vilica makne, i zvučni će valovi u kutiji (rezonancija)¹⁰ prestati. Rezonancija, dakle, sama po sebi nije *entrainment*,¹¹ odnosno nije svaki oblik sinkronizacije *entrainment*. Što se tiče međusobnoga djelovanja oscilatora, mogući su različiti oblici interakcija ili spajanja (*coupling*)¹². Većinom se radi o tzv. slabom uparivanju¹³ (kao kod Huygensovih satova).¹⁴ Naime, ako je uparivanje (pre)jako, oscilatori će izgubiti svoju individualnost¹⁵ te će se ujediniti u novi jedinstveni ritam i tada više ne možemo govoriti o *entrainmentu*.

Iz iskustva poznajemo (no možda tomu ne pridajemo osobitu pozornost) mnoge primjere prilagodbe ritamskih procesa jednih drugima: naši ciklusi budnosti i spavanja sinkroniziraju se s dnevnom izmjenom svjetla i mraka, ritam govora prilagođavamo jedan drugome tijekom razgovora, kriješnice koje zasvijetle sinkronizirano. Raspon fenomena ritamskog usklađivanja očito je širok te obuhvaća različite sustave i vremenske periode. No ono što im je zajedničko jest koordinacija vremenski strukturiranih događaja kroz interakciju.¹⁶ Upravo ta vremenska strukturiranost događaja podsjeća nas na glazbu i njeno glavno obilježje – vremensku protežnost – te uz koordinaciju istih (događaja) sugerira da bi *entrainment* mogao

¹⁰ Usp. rezonancija. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. Pristup 30. svibnja 2023. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=52667>>.

¹¹ Mrežno izdanje *Grove Music Dictionary* u prvoj rečenici definicije pojma upravo to potvrđuje: „A large amplitude of oscillation built up when a vibrating system is driven by an outside periodic force of frequency close to a natural frequency of the system.” (Campbell, Murray (2001). Resonance. *Grove Music Online. Oxford Music Online*. <https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/display/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000023236?rskey=Sqe8Fj&result=1>, pristup 30. svibnja 2023.)

¹² Riječ *coupling* možemo prevesti kao spajanje/povezivanje/uparivanje. Usp. Clayton, Sager i Will 2005: 6.

¹³ *Ibid.* Na temelju nekoliko studija slučaja koje donose u ovome članku autori zaključuju da je jedan od najvećih izazova u istraživanju *entrainment*a identificiranje i kvantificirana deskripcija 'slabih interakcija' [*weak interactions*]. To dakako ne znači da od istraživanja treba odustati. Dapače, u nastavku rada vidjet ćemo koliko se istraživanje *entrainment*a unazad dva desetljeća razgranalo od prvobitnih istraživanja.

¹⁴ Christiaan Huygens, nizozemski matematičar, fizičar, astronom i izumitelj (Hag, 14. IV. 1629. – Hag, 8. VII. 1695.) Usp. Huygens, Christiaan. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=26766>>, pristup 25. svibnja 2023. O Huygensovima satovima više će detalja biti rečeno u izlaganju povijesti otkrića ritamskoga usklađivanja.

¹⁵ Usp. Clayton, Sager i Will 2005: 6.

¹⁶ Usp. Clayton i dr. 2005: 26.

biti značajni sastavni dio glazbe i 'glazbenog ponašanja' (percepcije i izvođenja)¹⁷ te njihova proučavanja. Pokušamo li se sjetiti nekoga koordiniranog događaja vezanog uz glazbu, sigurno će nam na pamet pasti lupkanje nogom u ritmu¹⁸ glazbe. No to je tek jedan očiti primjer koordinacije uz glazbu. Istraživanje *entrainment* u glazbi obuhvaća daleko širi opseg pojava koje nastaju prilikom stvaranja glazbe.¹⁹ Da bismo ih uspjeli razumjeti pomoću pojma *entrainment*, bilo bi korisno znati kako sâm pojam funkcionira u ljudskom biološkom i društvenom djelovanju.

U ljudskome tijelu odvijaju se različiti (endogeni) ritamski procesi koje možemo proučavati: otkucaji srca, krvotok, disanje, kretanje, treptanje, izlučivanje hormona, ženski menstrualni ciklus. Oni također mogu djelovati međusobno na različite načine pa tako možemo govoriti o intrapersonalnom *entrainmentu* (usklađivanje ritmova u jednoj osobi) ili o interpersonalnom²⁰ ili društvenom *entrainmentu* (usklađivanje ritmova između dviju ili više osoba). Kada ovaj pojam primijenimo na istraživanje glazbe, intrapersonalno ritamsko usklađivanje odnosit će se na procese koji se događaju unutar jedne osobe tijekom percepcije i izvođenja glazbe, a zasigurno će biti područjem interesa psihologije glazbe ili neuroznanosti (neuromuzikologije). Ritamski procesi koji se odvijaju i međudjeluju unutar jedne osobe ili između dviju ili više osoba mogu biti predmetom proučavanja u svim granama muzikoloških istraživanja, u etnomuzikologiji i sistematskoj muzikologiji. Također se mogu proučavati i jedna ili više grupa pa u tome slučaju govorimo o intragrupnom ili intergrupnom ritamskom usklađivanju. Svim ovim metodologijama pridružuju se i druge znanosti i metode, osobito matematičke i računalne jer kao što je ranije rečeno, radi se o kompleksnim sustavima, za čiju

¹⁷ Sintagma 'glazbeno ponašanje' možda nije naj(s)p(re)tnija, ali želi se opisati ukupnost radnji koje sudjeluju u stvaranju glazbe (a percepcija je svakako neizostavni dio toga stvaranja). Sintagma bi se mogla eventualno zamijeniti pojmom *musicking* – 'glazbovanje'/'muziciranje' – koje označava glazbu kao proces. Pojam je skovao Christopher Small krajem 1990-ih želeći njime obuhvatiti sve radnje i ponašanja putem kojih sudjelujemo u glazbenoj izvedbi, od samoga izvođenja do probavanja ili vježbanja, od stvaranja materijala za izvedbu (skladanje) do plesanja. Usp. Small 1998: 9. Pojam '*musicking*' obuhvaća i sve odnose koji se odvijaju tijekom izvođenja, od odnosa između dviju osoba do odnosa pojedinca sa društvom, čovječanstva sa svijetom prirode ili čak i sa natprirodnim svijetom. Usp. *ibid.*, 13.

¹⁸ Na engleskome jeziku govori se '*tapping to the beat*', a ne '*tapping to the rhythm*', no ovo je uvriježeni izraz u nas. '*To the beat*' bi se odnosilo na lupkanje na dobu, a ne u ritmu. Definicije metra u glazbi kompleksne su i ne uvijek jednoznačne, osobito neglazbenicima. Usp. London 1993: 2ff.

¹⁹ Usp. Clayton i dr. 2005: 16ff. Autori ovoga za definiranje i istraživanje *entrainment* izuzetno važnoga članka sugeriraju što i kako bi se ta istraživanja trebala u budućnosti provoditi te i sami daju nekoliko primjera studija slučaja.

²⁰ Clayton navodi i pojmove *intraindividual* i *interindividual* s istim značenjem. Usp. Clayton 2012: 51.

je analizu²¹ potrebno razumijevanje (između ostaloga) teorije dinamičkih sustava te drugih sastavnica matematičke analize.

2.2. Povijest pojma *entrainment*

Pokušavajući riješiti problem određivanja zemljopisne dužine na moru²², Christiaan Huygens sredinom 1660-ih izumio je sat s njihalom²³. Početna je ideja bila konstruirati dva takva sata; ako na moru jedan od njih prestane raditi ili ga treba očistiti, drugi će nastaviti. Radeći na njihovoj konstrukciji te ih objesivši o dvije kuke ugrađene u istu drvenu gredu, primijetio je da su se pokreti obaju njihala uskladili tako da su se njihovi zvukovi čuli istovremeno. Čak i ako bi ovo usklađivanje poremetio nekom smetnjom, za kratko vrijeme ono bi se ponovo uspostavilo. Primijetio je da je bilo potrebno otprilike pola sata da se dogodi ponovo usklađivanje. U pismu svome ocu 1665. godine ovu je pojavu nazvao „*the sympathy of two clocks*“. Njihala su se sinkronizirala s istim periodom i amplitudom, ali su se kretala u suprotnom smjeru (pojava koju danas nazivamo protufaznom ili antifaznom sinkronizacijom.) Isprva je mislio da se njihala usklađuju kroza strujanje zraka među njima, no nakon daljnjih pokusa zaključio je da je razlog njihova usklađivanja u neprimjetnom kretanju grede na koju su satovi bili obješeni.

Huygensov magnum opus *Horologium oscillatorium*²⁴ (*Sat s njihalom*) sadržava detaljan opis građe i geometrije kojom objašnjava funkcionalnost takvoga sata. Uz Galileijevo djelo *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* i Newtonovo *Principia mathematica* to je vjerojatno jedna od tri najvažnije znanstvene knjige 17. stoljeća, međutim, ujedno i

²¹ Kim i dr. naglašavaju kako koncept *entrainment* zajedno s analizom audiopodataka može doprinijeti procjeni glazbenoga ponašanja, koja je ranije bila ograničena ponajviše na opisno istraživanje temeljeno na etnografskim podacima prikupljenima na terenu. Usp. Kim, Reifgerst i Rizzonelli 2019: 1.

²² Huygensa je angažiralo netom osnovano Kraljevsko društvo (*The Royal Society*). On je vjerovao da bi sat s njihalom mogao uspješno pokazivati vrijeme na moru, uz potrebne prilagodbe sata za takvo putovanje. Sir Robert Moray izvještava Društvo o Huygensovom pismu o zapažanjima kod dvaju svojih satova. No unatoč ovim pokušajima Huygensovi satovi nisu riješili problem određivanja zemljopisne dužine na moru. Usp. Bennett i dr. 2002: 563.

Tek je s izumom sata sa spiralnom oprugom i nemirnicom ovaj problem mogao biti riješen (u konstruiranju takvoga sata sudjelovao je sredinom 1670-ih godina i Huygens.) Sat s oprugom točniji je i praktičniji od sata s njihalom jer nije pod utjecajem gravitacije pa ostaje točan i kad ga se protrese ili rotira te je stoga pogodan za nošenje i putovanje. Usp. Willms 2017: 3.

²³ njihalo. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=44501>>, pristup 30. lipnja 2023.

²⁴ Usp. Huygens (1673/1986).

posljednja rasprava o mehanici koja se služi tradicionalnim geometrijskim dokazima. Petnaestak godina nakon *Horologiuma* Isaac Newton²⁵ tiska svoje *Principia* (1687.) u kojima objavljuje nova matematička sredstva za objašnjavanje i rješavanje ovakvih mehaničkih problema: infinitezimalni račun (kalkulus) i diferencijalne jednadžbe, koji ostaju dominantne matematičke metode tijekom 18. i 19. stoljeća. Proširene krajem 18. stoljeća Lagrangeovom mehanikom konačno će dovesti do novih kretanja u matematici sredinom 20. stoljeća. No Huygensove će opservacije na neki način sljedećih dvjestotinjak godina ostati u sjeni kao svojevrsan zasebni fenomen, koji se i neće moći objasniti do razvoja novih matematičkih pristupa početkom 20. stoljeća.²⁶ Danas je opće mjesto da je sinkronizacija oscilatora jedan od temeljnih koncepata u znanosti nelinearnih sustava.²⁷

U drugoj polovici 19. stoljeća britanski fizičar i nobelovac Lord Rayleigh²⁸ opisao je sinkronizaciju dviju orguljskih svirala koje proizvode zvukove iznimno male razlike u frekvenciji (1877.) Ako se dvije gotovo identične svirale nalaze jedna do druge, njihove će se frekvencije „poništiti” i čut će se jedva šapat; ako se između stavi barijera, čut će se jasno i glasno. (Markus Abel objašnjava da dvije svirale utječu jedna na drugu kroza zrak među njima; čak i ako se inicijalno ugone na malo drukčije frekvencije, one će se neprimjetno prilagoditi jedna drugoj dok na zazvuče posve istim tonom, no zrak u njima će zatirati upravo u suprotnom smjeru te će se dva suprotna zvučna vala poništiti skoro do kraja i rezultirati gotovo tišinom).²⁹ Rayleigh je uveo i razliku između prisilnih i slobodnih oscilacija. U to se vrijeme još nije mislilo da bi ove dvije pojave (Huygensova i Rayleighjeva) bile povezane. Tek u sljedećoj fazi razvoja matematičke misli doći će do opisivanja i razumijevanja onoga što su Huygens i Rayleigh primijetili.

²⁵ Huygens je pokušao objasniti antifazni pomak među satovima pomoću pomicanja grede na koju su bili obješeni, no njegova su matematička sredstva bila ograničena. U to je vrijeme Newton, bježeći od crne kuge, odselio u svoju ladanjsku kuću gdje je započeo rad na svojim *Principia*, koje će objaviti tek nakon petnaestak godina. Usp. Bennett i dr. 2002: 563.

²⁶ Huygensova zapažanja utjecala su na proučavanje usklađivanja ritmova i različitih faznih odnosa nelinearnih oscilatora u mnogim znanstvenim područjima, od neurobiologije i moždanih funkcija do životinjske lokomocije, supervodičke elektronike, fizike lasera itd. Usp. *Ibid.*

²⁷ Usp. Willm i dr. 2017: 2.

²⁸ Rayleigh, John William Strutt. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=52016>>, pristup 15. srpnja 2023.

²⁹ <https://insidescience.org/news/solving-pipe-organ-mystery>, pristup 15. srpnja 2023. Usp. i Abel, M. (2006). Synchronization of organ pipes, *J. Acoust. Soc. Am.*, 119/4, 2467-2475.

Francuski matematičar Henri Poincaré³⁰ (1854. – 1912.) krajem 19. stoljeća razvio je novi pristup za istraživanje ponašanja kompleksnih nelinearnih sustava: geometrijsku analizu.³¹ U prethodnome razdoblju, zapravo još od vremena Galileia i Newtona, klasična je fizika razvila metodu jednostavne analize i opisa fizičkoga svijeta nizom linearnih jednadžbi. U linearnom sustavu promjene jedne, neovisne varijable proizvode predvidljive promjene ovisne varijable. Ako su nam, dakle, poznati početni uvjeti sustava, možemo predvidjeti njegovo ponašanje. Znanost toga doba mislila je da na takav linearni način možemo opisati i razumjeti svijet pa čak i sustave poput Huygensovih satova. Jedan takav nelinearni sustav možemo linearnim jednadžbama opisati aproksimativno, no samo unutar ograničenog opsega nekoga njegovoga ponašanja. Npr. njihalo se može dobro opisati linearno ako se uzme malena amplituda njegova pomaka.

Drugi način pristupa kompleksnim sustavima bio je da bi se on razdijelio na manje dijelove te bi se svaki dio zasebno riješio. Rješenja bi se onda zbrojila i dobilo bi se konačno rješenje za cijeli sustav. Razlike između njegova stvarnog ponašanja i zbroja linearnih opisa dijelova držalo se zanemarivima. Međutim, početkom 20. stoljeća postalo je jasno da su razlike između linearnih i nelinearnih sustava značajne. Malene promjene jedne varijable u nelinearnom sustavu mogu izazvati velike, nepravilne promjene kod ovisne varijable te je on stoga nepredvidljiv. Konačno se shvatilo da mnogi sustavi u našem svijetu funkcioniraju upravo tako te da ih ima puno više nego se ranije mislilo. Zahvaljujući Poincaréovu doprinosu dinamici kompleksnih sustava matematika i fizika u prvoj polovici 20. stoljeća bavile su se uglavnom nelinearnim oscilatorima, koji su primjenu našli u području radija, radara, a kasnije i lasera. Appeltion i van der Pol 1920-ih su pokazali da frekvencija oscilatora može biti usklađena ili sinkronizirana slabim signalom malo drukčije frekvencije.

Nešto kasniji izum računala doveo je do još značajnijeg pomaka u teoriji nelinearnih sustava. Od 1960-ih počelo se eksperimentirati s nelinearnim jednadžbama s pomoću računalnih simulacija, što je dotada bilo nezamislivo, te su se stekli novi uvidi u ponašanje nelinearnih sustava. Konačno je razvoj matematike i fizike kaosa, odnosno teorije kaosa 1970-

³⁰ Henri Poincaré, francuski matematičar (Nancy, 29. IV. 1854 – Pariz, 17. VII. 1912). Usp. Poincaré, Henri. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=49010>>, pristup 15. srpnja 2023.

³¹ nelinearni sustavi. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=43319>>, pristup 15. srpnja 2023.

ih našao svoju primjenu te izvršio znatan utjecaj i na druge grane znanosti: biologiju, društvene znanosti, neuroznanost i dr..

Novi pogledi na funkcioniranje mozga postali su značajni i za istraživanja u glazbi. Dva važna aspekta tih novih spoznaja bila su da je većina moždanih funkcija kooperativna, sinkronizirana aktivnost velikih, distribuiranih ansambala neurona te da je veliki dio ove sinkronizirane aktivnosti oscilatornoga karaktera. Oscilacije na razini neurona posljedica su njihovih elektrokemijskih značajki. Usklađivanje se događa od autoritmičnosti jedne živčane stanice do različitih usklađivanja cijelih grupa, odnosno ansambala neurona. Analogno možemo razmatrati i pri analizi ljudskih interakcija – od intrapersonalne razine do interpersonalne i društvene, a isto tako i pri analizi interakcija tijekom glazbene izvedbe.

2.3. Fiziološki ritmovi

Kako smo ranije vidjeli, Huygens se bavio mehaničkim sustavima te su se nakon njega znanstvenici bavili teorijom i primjenom *entrainment* u fizici i matematici. Međutim, za istraživanja u glazbi, osobito interpersonalna ili društvena, najkorisnija primjena pojma *entrainment* jest ona vezana za usklađivanje bioloških ritmova, osobito u čovjeka – od ritmova unutar individue do različitih kombinacija i interakcija ritmova između dviju ili više osoba.

Jednu od prvih primjena modela *entrainment* u biologiji nalazimo već u 18. stoljeću. Francuski fizičar Jean-Jacques d'Ortous de Mairan³² 1729. godine prvi je identificirao i proučavao svjetlosno ritamsko usklađivanje, odnosno sinkronizaciju sa ciklusom svjetla i mraka u biljaka³³. Osim usklađivanja s okolišnim znakovima (*environmental cues*), mnoge su studije³⁴ kod različitih životinjskih vrsta otkrile primjere uzajamnog usklađivanja (*mutual entrainment*), npr. cvrčci cvrče unisono, krijesnice zasvijetle sinkronizirano. Nizozemski je liječnik Engelbert Kaempfer nakon puta u Sijam (Tajland) 1680. godine opisao sinkronizaciju bioluminiscencije velikih populacija svjetlećih crva. Nakon ovih rudimentarnih koraka postalo je jasno da je kapacitet za *entrainment* prisutan u svih životinjskih i biljnih vrsta. Njegova očita važnost dovela je do intenzivnih istraživanja u biologiji posvećenih proučavanju prirode ritamskih procesa živih organizama objedinjenih pod nazivom kronobiologija³⁵.

Isto tako, mnoga medicinska istraživanja bave se ponašanjem endogenih fizioloških ritmova u čovjeka, npr. varijacijama tjelesne temperature tijekom 24-satnog ciklusa. *Entrainment* je kod ovih istraživanja posebno važan jer bitno je utvrditi koji se fiziološki ritmovi usklađuju s kojim podražajima i pod kojim uvjetima. Međutim, za istraživanje ponašanja ovakvih sustava potrebno je (kompleksno) matematičko modeliranje jer su interakcije ovih oscilatora nelinearne i potencijalno kaotične. Čak i da je odnos dvaju bioloških ritmova određen relativno jednostavnom matematičkom jednadžbom (npr. ako znamo konfiguraciju endogenog

³² De Mairan je dizajnirao eksperiment kojim je pokazao postojanje cirkadijanih ritmova u biljaka, koje možda pokreće unutarnji sat. Time je postavio temelje moderne kronobiologije. Usp. <https://srbr.org/the-birth-of-chronobiology-a-botanical-observation/>, pristup 30. srpnja 2023.

³³ Prije de Mairana švedski naturalist Carolus Linnaeus već je koristio cirkadijane ritmove biljaka. Pratio ih je i pomno bilježio godinama te 1751. godine dizajnirao tzv. *Horologium Florae*, cvjetni sat na kome bi biljke u vrtu pokazivale vrijeme otvaranjem svojih cvjetova u točno određeno doba dana. Usp. Evans i Silver 2016: 1850.

³⁴ Ancona i Chong, 1996; Strogatz i Stewart, 1993. Prema Clayton i dr. 2005.

³⁵ Usp. Reinberg, A. E. i dr. 2001.

ritma, usklađujućeg ritma³⁶ i intenzitet interakcije), ona je opet nelinearna i izlazno (*output*) ponašanje sustava opet može biti nepredvidljivo, odnosno predvidljivo samo u uskom rasponu zadanih uvjeta.

Nadalje, odnos *entrainment*, stabilnosti bioloških ritmova i zdravlja nije jednoznačan. Relativno stabilni i usklađeni biološki ritmovi mogu značiti zdravlje, npr. stabilan srčani ritam koji omogućuje *pacemaker* ili predvodnik (srčanoga ritma)³⁷, dok se asinkronija i nestabilnost ritamskih procesa može povezati s patologijom. Međutim, *entrainment* ne implicira uvijek stabilnost bioloških ritmova, a stabilnost ne znači uvijek zdravlje. Primjerice, stabilni moždani valovi mogu biti indikator patologije, npr. epilepsije, odnosno mogućeg epileptičnog napada,³⁸ dok su nestabilni valovi indikator zdravog stanja (mozga). Očito su za zdravlje mnogih sustava podjednako potrebne i određena doza fleksibilnosti i dinamičke ravnoteže. Mozak je upravo jedan takav stalno fleksibilan, a uravnotežen sustav, u kome se kontinuirano na različite načine (ritamski) usklađuju mreže oscilatora, s točno određenim rasporedom i ritmom prijenosa neuronskih impulsa, odnosno prijenosa (zadanih molekula) i međudjelovanja kako bi se održavalo tzv. fleksibilno stabilno stanje (ne prekruto, ne prestabilno, ne prepušteno).³⁹

Očito je da postoje zdravi i patološki načini usklađenosti, no ni to nije posve jednoznačno. Ako zdravo funkcioniranje nekog sustava zahtijeva određeni stupanj *entrainment*, onda njegov potpuni nedostatak, slabljenje ili pretjerano jačanje mogu dovesti do patološkog stanja. Najpoznatija su takva stanja u kojima je poremećeno 'normalno' usklađivanje (unutar jedne osobe ili između pojedinaca) epilepsija, Parkinsonova bolest i

³⁶ Prevela autorica. *Entraining rhythm* – usklađujući ritam, onaj koji usklađuje; *entrained rhythm* ili endogeni ritam – usklađeni ritam, onaj nad kojim se „vrši” usklađivanje, koga se povlači. Usp. bilj 47.

³⁷ Pacemaker, eng. *pace*: korak, brzina; *maker*: onaj koji čini, proizvodi. Usp. raspravu na: <https://bolje.hr/rijec/pacemaker-gt-srcani-elektrostimulator/180/>. Osobno mi se dobrim prijevodima čine: predvodnik (srčanoga ritma), srčani predvodnik, predvodnik sinoatrijskog čvora. Usp. <https://www.Plivazdravlje.hr/aktualno/clanak/34061/Aritmije-zasto-nastaju-i-kako-se-lijec.html>, pristup 5. kolovoza 2023. U gornjem tekstu misli se na stabilnost ritma srca, bilo da se radi o ugrađenom umjetnom *pacemakeru*/predvodniku ili o prirodnim samopobuđujućim stanicama predvodnika koje sudjeluju u određivanju srčanoga ritma. Više o stanicama prirodnoga predvodnika usp. Yaniv i dr. 2015.

³⁸ Walter 1950-ih donosi zanimljivu sliku o mozgu i epilepsiji. Promatrajući snimke mozga kod epileptičnih pacijenata za vrijeme tihe faze između dvaju napada, uvidio je da njihovi moždani ritmovi imaju tendenciju grupiranja u frekvencijske raspone ili opsege. Te je frekvencijske raspone usporedio sa durskim akordima koji se konstantno pojavljuju nasuprot trilerima i arpeggima normalne moždane aktivnosti. Ako bi se tomu harmoničnom grupiranju dodijelio dirigent, mogao bi mozak natjerati da se sinkronizira u velikom tuttiju, što bi za pacijenta značilo da se u kontroliranim uvjetima razvija grčeviti napad u punini svoga potencijala. Usp. Walter 1953: 87.

³⁹ Usp. Buszaki 2006: 334ff.

autizam.⁴⁰ Poremećajima iz spektra autizma od samih se početaka istraživanja pripisuje slab intuitivni osjećaj za vrijeme, odnosno za tajming⁴¹ (eng. *timing* – odabir pravoga trenutka). Taj se slab osjećaj može manifestirati kao nedostatak motorne koordinacije, koja onda može zahvaćati same pokrete osobe ili otežavati komunikaciju s drugima jer je svijest o ritmu konverzacije narušena i osoba ne zna kada treba replicirati. To i jest u skladu s kliničkom definicijom autizma kao oštećenja koje zahvaća socijalnu interakciju i komunikaciju.⁴² Muzikoterapija je razvila upotrebu ritamskog *entrainment*a kao uspješnog tretmana za neke poremećaje iz spektra autizma.⁴³

2.3.1. Cirkadijani ritmovi i usklađivanje s podražajima iz okoliša

Proučavanje usklađivanja ritmova (živih organizama) s podražajima iz okoliša postalo je nakon de Mairana važan dio kronobiologije, osobito izučavanja onih podražaja čiji je period ponavljanja (osciliranja) 24 sata – otuda pojam cirkadijani ritmovi⁴⁴. Neki su temeljni cirkadijani ritmovi izmjena spavanja i budnosti (uslijed izmjene svjetla i mraka), dnevni temperaturni ciklus i ritam endokrinoga sustava.

Izmjena dana i noći, odnosno svjetla i mraka primjer je asimetričnoga *entrainment*a.⁴⁵ Osoba ne može utjecati na „usklađiteljski“ ritam te je tijelo „prisiljeno“ prilagoditi se izvanjskim uvjetima. Kada jedan ritam utječe na drugi, on se naziva *entraining rhythm* ili *Zeitgeber*⁴⁶, a usklađeni/prilagođeni se ritam naziva *entrained rhythm*.⁴⁷

⁴⁰ Usp. <https://www.nimh.nih.gov/health/topics/autism-spectrum-disorders-asd>, pristup 30. kolovoza 2023.

⁴¹ Condon 1982, prema Clayton i dr. 2005. Recentnija istraživanja preispituju ove stavove. Usp. Beker i dr. 2021.

⁴² Priručnik mentalnih poremećaja DSM-5 Američkoga psihijatrijskog udruženja u definiciji poremećaja iz spektra autizma (PAS ili ASD (*autism spectrum disorder*)) opisuje ga, između ostaloga, kao stalne poteškoće u socijalnoj komunikaciji i interakciji te ograničene i repetitivne obrasce ponašanja, aktivnosti i interesa. Usp. DSM5 2013.

⁴³ Usp. Ke i dr. 2022.

⁴⁴ Lat. *circa*: oko, otprilike; *dies*: dan. Struna IHJJ-a donosi pojam cirkadijalni, dočim Enciklopedija LZMK-a navodi cirkadijani. Usp. <http://struna.ihjj.hr/naziv/cirkadijalni-ritam/23866/>. LZMK donosi i pojam cirkadijurni. Usp. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=11932>>, pristup 30. srpnja 2023. U ovome radu rabimo terminologiju prema udžbeniku *Temelji neuroznanosti*, usp. Judaš i Kostović 1997.

⁴⁵ Clayton i dr. 2005: 12.

⁴⁶ Pojam je skovao jedan od pionira kronobiologije Jürgen Aschoff (1913. – 1998.). Usp. Aschoff 1954. Usp. i: sinkronizatori. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=56142>>, pristup 30. srpnja 2023.

⁴⁷ *Ibid: bilj. 6.* „Ponekad se rabe i [...] nazivi *master* i *slave*.“ Možda se čini da su ovi nazivi karakterističniji za računalni i audiofilski žargon, no s njima sam se često sretala i u neuroznanstvenoj literaturi. Usp. Van Laake 2018.) Nadalje, Clayton i dr. govore *adjusted rhythm* za ritam na koji se utječe. Pojmove sam slobodno prevela

Za istraživanja u glazbi možda su najzanimljiviji modeli usklađivanja sa⁴⁸ svjetlosnim ciklusima jer možemo povući paralelu s *entrainmentom* na slušne ključeve (*auditory cues*). Mehanizam ovoga procesa intenzivno se istraživao tijekom 20. stoljeća, a osobito u njegovoj drugoj polovici, u doba uzleta neuroznanosti. Osnovno pitanje ovakvih istraživanja zasigurno je bilo na koji se način ovo usklađivanje odvija u organizmu, prvenstveno u mozgu, odnosno na što vanjski podražaji djeluju. Očito je bilo da postoji neka vrsta sata u mozgu koji određuje daljnji elektrokemijski neuronski put. Pitanje je također bilo ima li mozak jedan ili više takvih *pacemakera*, tj. oscilatora i gdje bi se on(i) mogli u mozgu nalaziti.

Na neka od ovih pitanja se i odgovorilo. Još 1970-ih Moore⁴⁹ i sur. otkrili su da usklađivanje cirkadijanih ritmova ovisi o *entrainmentu pacemakera* lociranoga u dijelu mozga koji zovemo suprahijazmatska jezgra. Putem optičkoga živca u mozak ulazi informacija o izlaganju svjetlu i time se uspostavlja endogeni ritam *pacemakera*. Taj središnji *pacemaker* zatim povlači za sobom⁵⁰ više drugih oscilatora koji reguliraju različite fiziološke sustave. Zahvaljujući Mooreu i suradnicima, ali i drugim laboratorijima, danas su ova otkrića opće mjesto, kao i saznanja o međudjelovanju suprahijazmatske jezgre i epifize u ciklusu budnosti i spavanja.⁵¹ Osim ovih neuroanatomskih otkrića, napredak tehnologije, osobito u posljednjih desetak godina, omogućio je još preciznija istraživanja tako da je 2017. godine za otkriće

kao uskladiteljski i usklađeni. (Imala sam i ideje poput uritmitelj i uritmljeni (te pripadajuće glagole uritmiti i uritmljavati), no to bi moglo značiti da jedna pojava ima ritam, a druga nema pa joj ova prva da ritam, uritmi je. Slična dva pojma bili bi oritmitelj i oritmljeni (te pripadajući glagoli oritmiti i oritmljavati), ali ova dva oblika možda još i jače asociraju na to da jedna pojava uopće nema ritam pa joj ga ova druga da, oritmi je.) Nije lako na hrvatskome jeziku dočarati pasiv izraza *entrainment*, *entrained by* ili *entrained to* gdje netko nekoga povlači, vuče za sobom ili preuzima, a drugi biva povučen, prilagođen prvome. Glagolska imenica usklađivanje sadrži manje toga pasiva, a više ima dozu suradnje dviju pojava, odnosno ritmova. Uistinu se radi o suradnji, ali istovremeno i o preuzimanju/povlačenju slabijega jačim.

⁴⁸ *Ibid.* Clayton i dr. govore *entrain to*, a ne *entrain with*.

⁴⁹ Američki neurolog Robert Y. Moore (r. 1931). Usp. Weaver 1998: 101ff, 108. Tekst je retrospektivni povodom 25. obljetnice otkrića suprahijazmatske jezgre kao središnjega cirkadijanog sata te sa puno izvora pojašnjava kako je došlo do samoga otkrića i do promišljanja o vezi SCN-a (*suprachiasmatic nucleus* ili *nucleus suprachiasmaticus*) i cirkadijanih ritmova općenito. Kraticu SCN rabim prema udžbeniku Judaš i Kostović: „Endogeni biološki sat u sisavaca i čovjeka je suprahijazmatska jezgra (SCN)”. Usp. Judaš i Kostović 1997: 365.

⁵⁰ Prevela autorica. Uritmljuje – prema *entrains*.

⁵¹ Usp. Van Laake i dr. 2018.

molekularnih mehanizama koji kontroliraju cirkadijane ritmove trima američkim znanstvenicima⁵² dodijeljena Nobelova nagrada za fiziologiju.⁵³

2.3.2. Ultradijani ritmovi i interpersonalna usklađivanja

Osim dnevnih ritmova, kronobiolozi su se bavili i ultradijanim ritmovima⁵⁴ – ritmovima perioda kraćeg od jednoga dana. Moguć raspon njihovih perioda seže od nekoliko milisekunda do dvanaest sati, no najčešće se odnosi na raspon od nekoliko minuta do nekoliko sati. Primjeri su brojni, poput srčanog ciklusa, disanja, REM i drugih faza spavanja itd.

Ni ultradijani ni cirkadijani ritmovi nisu jednostavni, što i sami znamo iz svakodnevice, jer periodi aktivnosti i odmora nisu ujednačeni i mijenjaju se iz dana u dan. Kao i kod drugih kompleksnih sustava, mogu se predvidjeti samo za uske raspone vrijednosti⁵⁵. No ono što je sigurno jest da se cirkadijani ritmovi usklađuju sa ciklusom svjetla (i tame) i imaju slične periode za sve vrste (organizama), dočim kod ultradijanih za različite vrste duljina perioda

⁵² Usp. https://www.biologists.com/nobel_circadian_rhythm/, pristup 5. kolovoza 2023. Ista mrežna stranica ispod teksta o laureatima donosi niz članaka o najrazličitijim istraživanjima cirkadijanih ritmova od kraja 1980-ih nadalje, točnije članke kojima je spomenuto društvo (*The Company of Biologists*) bilo izdavač.

⁵³ Promotrimo jedan kuriozum. Novo brzorastuće područje u medicini je i bioelektronička medicina, koja razvija metode liječenja bolesti korištenjem električnih impulsa umjesto lijekova. Liječenje se postiže pomoću malog implantiranog uređaja koji generira i isporučuje ciljane periodične električne pulseve duž postojećih fizioloških puteva kako bi se izazvali biološki odgovori tijela. Stvara se učinak borbe protiv bolesti koji se temelji na mehanizmima sličnima terapiji lijekovima. Iako zvuči kao znanstvena fantastika, električni implantati za moždanu i živčanu stimulaciju naširoko se koriste kod nekih stanja, poput epilepsije, Parkinsonove bolesti i kontrole mjehura, a potencijalne daljnje primjene su za stimulaciju pamćenja, poboljšanje vida, jačanje slabog hoda itd. Usp. Arnold 2018.

Dok „obična” znanost, međutim, ide svojim tokom takoreći, vojna industrija uvijek „gazi” nekoliko koraka naprijed. Američka agencija za razvoj naprednih vojnih tehnologija DARPA pokrenula je novi napredni alat za privikavanje i zaštitu za spremnost u okolišu (*ADvanced Acclimation and Protection Tool for Environmental Readiness – ADAPTER*) te u sklopu tog programa razvija putni adapter (*travel adapter*) za ljudsko tijelo – bioelektronički nosač koji se može ugraditi ili progutati i koji vojnicima može omogućiti kontrolu nad vlastitom fiziologijom. Integrirani sustav dizajniran je za usklađivanje cirkadijanog ritma vojnika, tj. ciklusa spavanja – bilo u novu vremensku zonu ili povratak na normalan obrazac spavanja nakon noćnih misija – kao i za eliminiranje in vivo pet najvećih bakterijskih uzročnika putnog proljeva uslijed gutanja kontaminirane hrane i vode.

Usp. <https://www.darpa.mil/news-events/2020-04-06>, pristup 28. kolovoza 2023.

⁵⁴ Kako je rečeno u bilj. 44, u hrvatskome su očito moguće obje inačice, cirkadijalno i cirkadijano. Kada sam, međutim, po toj analogiji pokušala pronaći naziv ultradijalno, nisam ga mogla naći. U medicinskim radovima na hrvatskome jeziku kao i u relevantnim hrvatskim terminološkim priručnicima rabe se pojmovi cirkadijani, ultradijani i infradijani (ritam), prema engleskome (a iz latinskoga) *circadian*, *ultradian* i *infradian*. (Infradijani ritmovi su ritmovi perioda dužeg od 24 sata, npr. cirkalunarni (*circalunar*) ritam – period od 1 mjeseca ili cirkannualni (*circannual*) ritam – period od jedne godine, no takvi ritmovi neće nam trebati u ovome radu). Usp. Ljubičić 2021: 24 te Judaš i Kostović 1997: 191.

⁵⁵ Sing 1992, prema Clayton i dr. 2005.

varira s tjelesnom masom (npr. broj otkucaja srca miša dvadeset je puta veći nego u slona, dok mu je maksimalna duljina dvadeset puta manja.)⁵⁶ Bez obzira na određenu objektivnost i/ili subjektivnost ovih ritmova⁵⁷, Clayton i dr. drže da u slučaju društvenih interakcija različiti pojedinci međusobno usklađuju svoje „subjektivne, fiziološke ritmove”. Stoga je bolje govoriti o različitim načinima usklađivanja: *asimetrični entrainment* na okolišne znakove na cirkadijanoj razini i *simetrični entrainment* sa drugim pojedincima na ultradijanoj razini. Međusobno usklađivanje sa drugima još se naziva *društveni* ili *socijalni entrainment* i bit će od velikoga značaja za istraživanja u glazbi.

2.4. Samousklađivanje⁵⁸ (*Self-entrainment*)

Već smo na početku rekli da su za ritamsko usklađivanje, tj. *entrainment*, potrebne dvije ritamske pojave. No to ne uključuje nužno izvanjski podražaj, bilo okolišni ili druge osobe (interpersonalni). Možemo se uskladiti i sa samima sobom na način da se dva ili više tjelesnih oscilatornih sustava ritamski usklade. Npr. disanje i otkucaji srca mogu se uskladiti, osobito pri fizičkoj aktivnosti (npr. kod profesionalnih plivača). Ili se pokreti ruku usklade s pokretima nogu tijekom hodanja; tako nam je lakše jer postizemo bolju ravnotežu, a napor je manji. I samo hodanje – pokreti nogu, usklađeni su, ali upravo u protufazi. Neka od ovih usklađivanja događaju se zbog same fizičke, mehaničke povezanosti među oscilatorima – ruke i noge vezane su za trup pa je logično da će se uskladiti tijekom kretanja, prvenstveno zbog ravnoteže. No kad bi povezivanje među ritmovima bilo strogo mehaničko, *entrainment* bi nestao jer bi oscilatori izgubili samostalnost i stvorili novi, ujedinjeni ritam.

⁵⁶ Gerkema prema Clayton i dr. 2005: 13.

⁵⁷ *Ibid.* Clayton i dr. navode tvrdnju Gerkeme da cirkadijani ritmovi odražavaju 'objektivno, okolišno vrijeme', a unutarnji ultradijani 'subjektivno, fiziološko vrijeme' (Gerkema, M. P. (2002). *Ultradian Rhythms*. U: V. Kumar (Ur.), *Biological rhythms* (str. 207- 215). Berlin: Springer-Verlag.)

⁵⁸ Ovo je još jedan pojam koji nisam mogla naći ni u kakvim relevantnim priručnicima. Nisam ga izmislila; rabi se u neformalnim tekstovima na Internetu, no činio mi se kao logičan prijevod engleskoga termina. Pojam samousklađivanje jedino sam srela u natuknici 'agrobiocenoza' u Enciklopediji LZMK, no u smislu „[...] tzv. samousklađivanje ili autoregulacija”. Usp. agrobiocenoza. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=882>>, pristup 05. kolovoza 2023.

2.5. *Entrainment* i moždani valovi

Algoritam mrežnoga servisa Youtube zasigurno nam je ponekad predložio video iz područja tzv. *brain entrainment*. Ideja je da se s pomoću slušanja (najbolje sa slušalicama) kombinacija zvukova, pulsiranja i šumova određenih frekvencija ostvari *entrainment* sa frekvencijama moždanih valova, odnosno da frekvencije moždanih valova počnu slijediti izvanjske frekvencije. Time bi se trebala postići uravnoteženost, smirenje i različite druge dobrobiti za mozak i opće blagostanje.

Tehnika snimanja električne aktivnosti ljudskoga mozga izumljena je 1875. godine iz neurofizioloških snimanja životinja Richarda Catona da bi je u elektroencefalografiju (EEG, električno snimanje ljudskoga mozga) uveo Hans Berger kasnih 1920-ih godina.⁵⁹ Otkrio je da se snimljena aktivnost može opisati četirima frekvencijskim pojasevima: *delta* (1-4 Hz), *theta* (4-8 Hz), *alpha* (8-12 Hz) i *beta* (13-30 Hz).

EEG-uređaj bilježi elektroencefalogram, grafičke prikaze nizova valova koji prikazuju električnu aktivnost različitih dijelova mozga. Mozak je kontinuirano aktivan od najsitnije mikroskopske razine do makroskopske, od jednoga neurona do cijelih skupina neurona, što se može detektirati EEG-uređajem. Oscilacije neurona ritamski su ili repetitivni obrasci neuronske elektrokemijske aktivnosti. Mogu se odvijati samo u jednom neuronu ili u interakciji s drugim neuronima. U neuronu oscilacije mogu biti na staničnoj membrani kao oscilacija membranskih potencijala ili kao ritamski obrazac akcijskih potencijala⁶⁰ što onda proizvodi oscilatornu aktivnost postsinaptičkih neurona.

Skupine neurona mogu sinkronizirati svoju aktivnost, a ako se skupi dovoljno velik broj takvih sinkroniziranih neurona, oscilacije se mogu vidjeti i makroskopski, odnosno zabilježiti kao encefalogram. Neuronska aktivnost koju otkriva EEG zbroj je ekscitatornih i inhibitornih postsinaptičkih akcijskih potencijala relativno velikih grupa neurona koji se aktiviraju sinkronizirano u dubokim jezgrama talamusa (odnosno sinkronizira se ritam prijenosa potencijala),⁶¹ a stupanj sinkroniciteta odražava se u amplitudi i formira EEG. Drži se da

⁵⁹ Usp. Quigley 2022.

⁶⁰ Akcijski potencijal ili akcijska struja, akcijske struje. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=1102>>, pristup 22. srpnja 2023.

⁶¹ Često sam u literaturi na engleskome jeziku sretala pojam *firing* ili izraz *neuronal firing*. Isprva sam to pokušavala prevesti kao paljenje ili neuronsko paljenje, no nisam našla takve izraze u hrvatskoj literaturi. Poslije

spontane izboje koje bilježi EEG proizvode piramidni neuroni moždane kore čija je orijentacija okomita na površinu mozga.⁶²

Temeljni problem u vezi EEG-a jest da moždana aktivnost može biti opterećena drugim električnim aktivnostima koje se događaju u tijelu ili u okolišu. Već slaba moždana struja mora proći mnogostrukih bioloških filtere (mozak, cerebrospinalnu tekućinu, ovojnice, lubanju, kožu) prije nego što dođe na mjesto gdje je snima EEG-uređaj, a aktivnost EEG-a može se proširiti puno dalje od smjera izvornoga izboja potencijala. Osim toga, druge električne aktivnosti (mišići kože glave, oči, jezik, čak i srce) proizvode velike strujne potencijale⁶³ koji mogu ili opteretiti cerebralnu aktivnost ili je učiniti nejasnom. Može se dogoditi i da se elektrode za snimanje privremeno odvoje ili da čak počnu imitirati moždane ritmove ili udare pa se zapis time dodatno zamuti. Stoga su EEG-ovi nepotpune bilješke moždanih aktivnosti. No neke se stvari danas ipak sa sigurnošću znaju, primjerice karakteristične promjene EEG-a tijekom epileptičnog napada jednake su kod gotovo svih pacijenata.⁶⁴ EEG se još koristi i za druge indikacije, npr. za monitoriranje dubine anestezije tijekom kirurških zahvata.

Također je poznato još od Bergerova doba da neki EEG-ovi odražavaju određena mentalna stanja. Ako dominiraju beta valovi (13-30 Hz) niske amplitude, radi se o aktivnom, budnom stanju, dočim alfa valovi (8-12 Hz) s većim amplitudama dominiraju u opuštenim stanjima. U ranim danima EEG-a otkriveno da se neki alfa i beta valovi mogu sinkronizirati sa frekvencijom eksternog podražaja jarkoga stroboskopskog svjetla. Britanski znanstvenici Adrian i Matthews 1934. godine⁶⁵ otkrili su da valovi koje bilježi EEG ne dolaze iz cijele kore velikog mozga, nego samo iz jednoga dijela. Također su promišljali da električni potencijal dolazi od spontane ritamske aktivnosti grupe kortikalnih stanica. Te se stanice aktiviraju sinkronizirano kada ih se ne remeti (npr. ako su oči zatvorene), no vizualna aktivnost poremeti ovaj ritam jer se stanice ekscitiraju mnogobrojnim drugim podražajima te sinkronizacija nestaje. Otkrili su i da se alfa ritam moždanih valova može 'navoditi' naviše ili naniže od

sam mislila da bi se moglo reći ispaljivanje, u smislu ispaljivanja električnog impulsa od jednog neurona prema drugome. No na kraju sam uvidjela da u hrvatskome ne prevodimo ove izraze doslovno, nego koristimo sintagmu 'prijenos (živčanog) impulsa', pri čemu je impuls akcijski potencijal pa možemo reći i 'prijenos potencijala'. Usp. Judaš i Kostović 1997: 54.

⁶² <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK390346/>, pristup 22. srpnja 2023.

⁶³ *Ibid.*

⁶⁴ *Ibid.*

⁶⁵ Adrian i Matthews 1934.

njegove prirodne frekvencije putem svjetlosne stimulacije (fotostimulacije.) Konačno je engleski neurofiziolog Gray Walter izvijestio da kod određenih usklađujućih⁶⁶ frekvencija izvanjskih podražaja (kao što je npr. trepereće svjetlo) njegovi pacijenti ulaze u stanje slično transu i doživljavaju duboki mir i vizije poput sna.⁶⁷ Kasnije je otkriveno da ne samo stroboskopsko svjetlo, nego i ritmični zvukovi mogu proizvesti takve efekte.

U međuvremenu liječnik William Kroger istraživao je zašto operateri na radaru zapadaju u trans tijekom posla. Zaključio je da ih ritmično bljeskanje radara odvlači u trans. Potaknut ovim otkrićem u suradnji s tvrtkom *Schneider Instrument Company of Ohio* konstruirao je i proizveo prvi elektronički klinički fotostimulator *Brainwave Synchronizer*. Ksenonsko stroboskopsko svjetlo moglo se namjestiti na jednu od standardnih frekvencija moždanih valova. Instrument se koristio tijekom 1960-ih u analgetičke svrhe za žene tijekom poroda ili kao pomoć za opću anesteziju. Međutim, nakon što se uvidjelo da isto tako može izazvati epileptične napade, prestao se koristiti.⁶⁸

U vrijeme Claytonova članka iz 2005. godine autori zaključuju da, iako je proučavanje obrazaca moždanih valova dobra prilika za istraživanje, ograničenja na koja su takva istraživanja do tada nailazila dopustila su samo općenite zaključke o utjecaju glazbenih fenomena na promjenu mentalnih stanja.⁶⁹ Autori ne spominju različite komercijalne pokušaje koji su kreirali ili kreiraju proizvode (programme različitih slušnih ili audiovizualnih podražaja uz vođene meditacije ili vizualizacije) koji koriste princip *entrainment* kako bi utjecali na frekvenciju moždanih valova u svrhu opuštanja, uvođenja u hipnozu, za poboljšanje kognicije, učenja, protiv glavobolje, depresije, tjeskobe itd.

Među poznatim su takvim programima Silvina metoda (prema autoru Joséu Silvi) i *Monroe Gateway Experience*. Silvina metoda⁷⁰ funkcionira na ideji da se rješenja problema mogu pronaći u kreativnim stanjima, a njima se najbolje može pristupiti dok dominiraju alfa

⁶⁶ *Entrainment frequencies*. U engleskome se ponekad javlja u funkciji pridjevskega atributa, a nekad glagolske imenice ili imenice.

⁶⁷ Usp. Walter 1953: 98.

⁶⁸ Usp. <https://www.woodlibrarymuseum.org/museum/brainwave-synchronizer/>, pristup 22. srpnja 2023.

⁶⁹ Usp. Clayton i dr. 2005: 8.

⁷⁰ Usp. <https://silvamethod.com/>, pristup 22. srpnja 2023.

valovi ('dok smo u alfa stanju').⁷¹ Program zvučnim stimulansima i vođenim vizualizacijama uvodi⁷² u opušteno 'alfa stanje' (ali posve budno i svjesno) gdje osoba dalje radi na kreativnim rješenjima i idejama. Program Instituta Monroe putem posebno dizajniranih vježbi binauralne sinkronizacije moždanih polutki (koje je razvio Robert A. Monroe) pokušava ostvariti proširena stanja svijesti.⁷³

U popularnoj *self-help* psihologiji na internetu već je godinama veliko područje videa sa zvukovima već spomenutoga *brainwave entrainment*, *solfeggio frequencies* i tzv. binauralnih udara ili frekvencija (*binaural beats/frequencies*). Prve dvije vrste intervencija počivaju na hipotezi usklađivanja moždanih valova s izvanjskim zvučnim podražajima (*brainwave entrainment hypothesis*), dok se kod treće radi o jednoj slušnoj iluziji. Kada se, naime, dvije različite frekvencije ne prevelike razlike reproduciraju svaka na zasebno uho (a sa slušalicama se to još bolje postiže), u mozgu se doživljava treća frekvencija, koja je razlika ovih dviju frekvencija. Binauralni udari mogu se percipirati u rasponu od 1 do 30 Hz, što je ujedno i raspon standardnih frekvencija EEG-a.⁷⁴

⁷¹ Opće mentalno stanje ima učinka na spontane alfa ritmove. Kada se omogući dovoljno vremena za potpuno opuštanje i otpuštanje briga i napetosti, ritmična aktivnost mozga može se mjeriti. Spontani alfa ritmovi različito se manifestiraju među različitim osobama, a te su razlike neki istraživači čak pripisivali različitim tipovima ličnosti. Usp. Walter 1953: 55.

⁷² S obzirom da je više načina na koje se mogu blokirati postojeći alfa ritmovi, neki su istraživači ispitivali suprotan učinak – kako postići alfa stanje putem senzorne stimulacije. Otkrili su da se alfa češće javlja prilikom prijelaza iz relaksacije u budnost (i obratno), npr. netom nakon buđenja ili netom prije nego što zaspemo. Usp. Quigley 2022.

⁷³ <https://www.monroeinstitute.org/products/gateway-experience>, pristup 22. srpnja 2023.

⁷⁴ Za pregled studija o binauralnim udarima (binaural beats) usp. Ingendoh i dr. 2023.

3. Ishodišna literatura, stanje istraživanja 2005. godine, daljnji koraci

Kao što smo vidjeli u prethodnome dijelu rada, često smo spominjali tekst britanskoga etnomuzikologa Martina Claytona i suradnika⁷⁵. Ne bez razloga. Tijekom potrage za literaturom (koja nije bila nužno toliko duga koliko je iznjedrila izvora, tako da je tijekom procesa istraživanja njihovo gomilanje bilo teško zaustaviti) često se u navodima javljao upravo ovaj tekst. Riječ je o opsežnom članku (sedamdesetak stranica teksta i otprilike isto toliko stranica komentara) koji je najprije bio objavljen kao ciljni članak (*target article*). U njemu se veoma jasno definira pojam *entrainment*, njegov povijesni razvoj kroz različite znanosti i discipline, donosi se primjena pojma *entrainment* u različitim mogućim područjima istraživanja u glazbi, a autori navode i rezultate vlastitih istraživanja, odnosno nekoliko studija slučaja u etnomuzikologiji. Cijelim ovim člankom praktički pokušavaju pokazati na koji način pojam *entrainment* otvara novi put za istraživanja u etnomuzikologiji (kvantitativna istraživanja, za razliku od kvalitativnih, etnografskih deskriptivnih koja još i tada – 2005. – dominiraju područjem etnomuzikologije).⁷⁶ Na kraju se daju detaljne metodološke smjernice za daljnja istraživanja, koja nadilaze uže područje etnomuzikološkog interesa i mogu se primijeniti na bilo koja istraživanja u glazbi, o čemu će biti riječi dalje u radu.

Koncepcija članka usto otvara prostor za otvorenu raspravu pozivajući eminentne stručnjake da daju svoje komentare. Tako su u nastavku članka objavljeni i komentari i odgovori autora na iste komentare. Na kraju je članak recenziran i objavljen (zajedno s komentarima i odgovorima na komentare) u godišnjaku *EME*⁷⁷ u svome konačnom obliku (koji se zapravo ne razlikuje bitno od izvornoga ciljnog članka.

⁷⁵ Clayton, Sager i Will 2005.

⁷⁶ Paradoks je da je vremenska analiza koja se predlaže u istraživanju *entrainment* posve suprotna metadiskurzivnim etnomuzikološkim metodama. *Entrainment* zahtijeva empirijsko istraživanje nečega što se ne može verbalizirati, za razliku od dominantne etnomuzikološke metode u kojoj je primarno verbalno kazivanje sudionika. Usp. *ibid.*, 41.

⁷⁷ „Godišnjak *European Meetings in Ethnomusicology* (EME), izvorno *East European Meetings in Ethnomusicology*, osnovao je rumunjski etnomuzikolog Marin Marian-Bălașa kao godišnjak recenziranih članaka Rumunjskoga etnomuzikološkog društva. Od 2005. godine postao je službenim časopisom ESEM-a – European Seminar in Ethnomusicology – kojega je 1981. godine u Belfastu osnovao John Blacking kao platformu za razmjenu informacija o novostima, obavijestima, znanstvenim radovima, mogućim zaposlenjima itd. među muzikolozima, studentima i drugim zainteresiranim. Od tada je koncipiran kao dvosveščana publikacija – u

Kako su u vrijeme definiranja teme ovoga rada bile na snazi različite mjere vezane uz borbu s minulom pandemijom, poput nastave na daljinu u školama ili na fakultetima te različite druge restrikcije u vezi korištenja institucija, odlučile smo se za pregledni rad umjesto empirijskog istraživanja jer bi osim navedenih ograničenja došlo i do ograničenja u vezi uporabe specifične neuroznanstvene aparature. Ne znajući puno o ovome pojmu, krenula sam takoreći nasumično u odabir građe. Sami početak potrage bio je prije svega terminološki te sam se stoga uputila prema našim temeljnim priručnicima, a to su mrežni priručnici *Grove Dictionary* i *MGG*. U *MGG*-u ovoga pojma nema, dok se u *Groveu* javlja na pet mjesta⁷⁸. Stoga sam se obratila i *JSTOR*-u te sam od tamo krenula s proučavanjem literature koja bi nas zanimala s muzikološke pozicije, s obzirom da se pojam rabi (znanstveno) u nizu drugih područja, od kemije i kemijske tehnologije do građevine, rudarstva itd.

Pri pronalasku literature došlo je do gotovo eksponencijalnoga rasta; ona se iz dana u dan samo povećavala tako da je trebalo staviti određeni okvir, odnosno ograničenje za obradu. Kroz iščitavanje tekstova (osobito članaka sa *JSTOR*-a) primijetila sam da se neka imena autora ponavljaju tako da je to postala početna ideja vodilja – vidjeti koji su autori najzastupljeniji, odnosno najaktivniji u bavljenju ovim pojmom te koja su područja kojima su se bavili. U najširem potezu to su svakako: etnomuzikologija, odnosno proučavanje *entrainment* kao fenomena na razini zajedničkog muziciranja (Martin Clayton), zatim proučavanje ponašanja životinja i njihovih reakcija i mehanizama reakcije na ritamske glazbene podražaje (Aniruddh Patel) te bavljenje ritmom i vremenom u glazbi (Justin London). Kao što sam rekla, tekst Martina Claytona i suradnika iz 2005. godine često se javljao u navodima. Nakon čitanja dobila sam ideju da to možda bude svojevrsna okosnica ovoga rada. S obzirom na to da je članak objavljen 2005. godine, a autori u njemu definiraju pojam *entrainment* i povijest njegova istraživanja, donose moguće primjene u tome trenutku te daju detaljne upute i prijedloge za moguća daljnja istraživanja, činilo mi se pogodno umjesto klasičnoga pregleda literature

jednom će se svesku objavljivati odabrani radovi sa godišnjeg seminara Društva, dok će svezak ESEM Counter Point objavljivati izvještaje o značajnim radovima, revolucionarnim istraživanjima ili kontroverznim pitanjima u etnomuzikologiji i srodnim područjima. Časopis nije koncipiran tradicionalno, već je zamišljen kao mjesto gdje se ideje o određenoj temi mogu slobodno argumentirati. Ako izdavači procijene da je pogodan za komentiranje, rukopis se elektronički distribuira velikom broju komentatora, uključujući i same autore koji na komentare odgovaraju. Na kraju se odabrani komentari i odgovori zajedno sa člankom objavljuju. Radi brze komunikacije u svim ovim koracima, ne koristi se papirnata verzija.” Usp. Clayton, Sager, i Will (2005), <https://durham-repository.Worktribe.com/output/1539297/>. Usp. <https://eme.ong.ro/index.htm>, pristup 25. svibnja 2023.

⁷⁸ Usp bilj. 2.

pokušati vidjeti koliko je utjecajan i/ili vizionarski ovaj inicijalni članak bio, odnosno u kojim su se smjerovima istraživanja predložena u njemu razvila do danas.

Različita su istraživanja provedena u mnogim specijaliziranim institutima diljem svijeta, kako unazad tri godine (unatoč pandemijskim ograničenjima), tako i unazad dva do tri desetljeća. Osobito u posljednjem razdoblju svjedočimo upravo eksplozivnom rastu i razvoju neuroznanosti koja interdisciplinarno i transdisciplinarno povezuje najrazličitija područja. Međutim, to nije jedino područje koje se spajalo s istraživanjima u glazbi,⁷⁹ no svakako je važno istaknuti tehnološki napredak, koji je omogućio mnoge dosad nezamislive spoznaje ili potvrdu hipoteza koje se nisu mogle ranije dokazati te otvorio brojne nove mogućnosti za znanost općenito. Na istraživanja u cjelini utjecao je pak opći tehnološki napredak zadnjega desetljeća kao što su (za muzikologe korisne) brojne nove mogućnosti u audio i videotehnologiji te posve novi pojmovi nastali pod utjecajem strojnoga učenja, odnosno upotrebe umjetne inteligencije.

⁷⁹ Od objavljivanja članka Claytona i suradnika povećala se količina empirijskih istraživanja *entrainment* u glazbi, osobito u vezi glazbene izvedbe i glazbenih praksi. Uvođenjem pojmova interindividualnog i intergrupnog usklađivanja, pojam *entrainment* iz fizike i biologije prilagodili su glazbenom istraživanju kako bi naglasili ritamsko usklađivanje oscilatora različitih perioda. Usp. Kim, Reifgerst i Rizzonelli (2019).

3.1. Neka područja primjene pojma *entrainment* prema Claytonu, Sager i Willu⁸⁰

3.1.1. Socijalna psihologija

U području socijalne psihologije pojam *entrainment* redovito se koristi kako bi se opisalo sinkroniziranje ritma aktivnosti neke osobe s njezinim radnim vremenom. Autori navode studiju McGrath i Kelly iz 1986. godine,⁸¹ u kojoj donose model tzv. *društvenog entrainment* (*social entrainment model*), a koji bi mogao biti koristan za etnomuzikologiju. Neke glavne pretpostavke toga modela su sljedeće:

- 1) Mnoga ljudska ponašanja, u fiziološkom, psihološkom i interpersonalnom smislu vremenska su, odnosno ciklička, oscilatorna ili ritmična.
- 2) Ti su ritmovi endogeni; inherentni životnim procesima ovih organizama.
- 3) Skupine takvih ritmova usklađuju se međusobno unutar jedne osobe (u fazi i frekvenciji ili u periodu).
- 4) Vremenski obrasci individua u interakciji međusobno se usklađuju (u fazi i periodu).
- 5) Ti obrasci vremenskog ponašanja skupina individua kolektivno se usklađuju prema određenim moćnim vanjskim predvodničkim događajima (*pacemaker events*; oni mijenjaju fazu ili nastup (ritma)) i usklađujućim ciklusima (*entraining cycles*; oni mijenjaju period ovih ritmova).

Članovi sustava (društva) moraju u interakciji uspostaviti „ispregovaran vremenski red“ (*negotiated temporal order*)⁸² kako bi se ritmovi njihovih aktivnosti koordinirali. Svaki se član može promatrati kao oscilator (ili set slabo uparenih i međusobno usklađenih oscilatora). Međusobnim usklađivanjem ovih različitih ritmova osoba u interakciji postiže se viši ritamski sustav koji je u dinamičkoj ravnoteži. Clayton i suradnici drže da će ovaj model postati koristan za istraživanja i u glazbi jer premošćuje jaz između neuroloških i bioloških studija s jedne te društvenih s druge strane⁸³ te dodaju da je ovo i presedan za promatranje *entrainment* ne samo

⁸⁰ Martin Clayton, Rebecca Sager, Udo Will.

⁸¹ McGrath J. E. i Kelly, J.R. (1986). *Time and human interaction: toward a social psychology of time*. New York: Guilford Press. Prema Clayton i dr. 2005: 19.

⁸² *Ibid.*

⁸³ Clayton i dr. 2005: 20.

u fiziološkim, već i u društvenim okvirima,⁸⁴ što će imati direktnoga utjecaja na sva daljnja istraživanja *društvenoga entrainmenta* u glazbi. To društveno usklađivanje⁸⁵ dalje onda može imati različite oblike proučavanja: npr. simetrično između dvaju ili više izvođača ili asimetrično između grupe i glazbe reproducirane sa zvučnika. Može se proučavati i na razini usklađivanja moći; ritmovi slabije osobe prilagođavaju se ritmovima jače osobe. O tome Clayton i suradnici izvještavaju u svojoj trećoj studiji slučaja.⁸⁶

3.1.2. Interakcija i komunikacija

Gotovo je nepotrebno naglašavati da je područje interakcije i komunikacije jedno od temeljnih i najvažnijih područja proučavanja *entrainmenta* za (etno)muzikologe. Zanimaju nas podjednako verbalna i neverbalna komunikacija, odnosno jezik i geste. Clayton i suradnici donose veoma detaljan pregled studija iz različitih područja, od društvenih do bioloških znanosti, koje govore o ritamskoj organizaciji kako verbalne tako i gestičke komunikacije te o različitim kombinacijama njihovoga usklađivanja, kako kod jedne osobe, tako i u interakciji između dviju ili više osoba. Navedene se studije kreću još od 1930-ih pa do sredine 2000-ih, tako da ih je suviše ovdje ponovo nabrajati, no možemo navesti uopćeno neka zapažanja o različitim usklađivanjima na koja su ovi brojni autori ukazali.⁸⁷

Usklađivanje se događa između govora i pokreta (geste) te između ritmova komunikacije samih osoba u interakciji (*interpersonal entrainment*), kao što pokazuju studije s područja društvenih znanosti. Pojedinci usklađuju pokrete nogu s pokretima nogu osobe koju promatraju (pokazuju biološke studije).⁸⁸ Ritam je temeljni princip organizacije jezika

⁸⁴ *Ibid.*

⁸⁵ Usp. Bašić 2022. U samome naslovu rada („Primena koncepta muzičkog društvenog usklađivanja ...”) te kasnije kroz tekst autorica koristi sintagmu 'društveno usklađivanje' kao očitu zamjenu, odnosno prijevod sintagme *social entrainment*. Kada je u pitanju sintagma, a osobito ova, u kojoj se spominje riječ društvo, onda možda to i može biti prava zamjena za engleski izraz. U drugim oblicima ili osobito kad riječ stoji sama – usklađivanje – ne mora nužno asocirati na *entrainment*, već možda i na sinkronizaciju, sinkroniziranje itd.

⁸⁶ Usp. Clayton i dr. 2005: 66.

⁸⁷ Za detaljne navode ovih studija usp. Clayton i dr. 2005: 20ff te bogatu bibliografiju članka.

⁸⁸ Stoga je *entrainment* veoma koristan za istraživanje glazbenih izvedbi kod kojih su izvođači fizički razdvojeni i komuniciraju putem vizualnih i auditivnih kanala, a ne izravnim mehaničkim povezivanjem. Usp. *ibid.*, 21. Autori vjerojatno misle na izvedbe koje su se odvijale na različitim lokacijama istovremeno, a bile su sinkronizirane putem tzv. (za ono doba) brzoga interneta (ISDN tehnologija). I sama se sjećam koncerta gdje su glazbenici muzicirali svaki sa jedne od triju lokacija istovremeno, koji je 2000. godine bio 'zadnji krik' tadašnje tehnologije. (Zlatan Stipišić Gibonni. (2000). *HTisdn Millennium Koncert*, Dallas Records).

(Lenneberg 1960-ih)⁸⁹, a ritamski obrasci jezika su signali (lingvističkoga značenja) poput signala radiovalova. Studije ritma govora (*speech rhythm*) pokazuju da su ritmovi komunikacije periodični i na drugim razinama: govor i šutnja izmjenjuju se u konverzaciji, suglasnici se izmjenjuju sa samoglasnicima u frazama, sugovornici se izmjenjuju ritmično u nastupu.

Studije verbalne i neverbalne komunikacije bavile su se motoričkim pokretima. Zanima ih npr. odnos između gesta i govora – kada su geste vezane za govor, a kada su neovisne o njemu i je li govor možda nastao iz gesta. O snažnoj vezi govora i gesta neki autori govore kao o uparenim oscilatorima jer su pokreti usta i šaka upareni od rođenja (možda i prenatalno) putem određenih filogenetskih refleksa, da bi se ta ritamska aktivnost prenijela u odrasloj dobi na usklađivanje pokreta ruku s aktivnošću vokalnog aparata.⁹⁰ Ova međusobna aktivacija s vježbom se pojačava te dovodi do snažne sinkronizacije govora i pokreta ruku pri komunikaciji.

Neke studije (*interaction studies*)⁹¹ bavile su se načinom na koji slušatelj empatički oponaša govornikovo držanje i geste.⁹² Podvrsta ovih studija bavi se upravo najvažnijim pitanjem za etnomuzikologe, pitanjem interakcijske sinkronizacije (*interactional synchrony*).⁹³ Prve je empirijske studije o odnosu vremena i interakcije izradio američki antropolog Eliot Chapple 1930-ih godina. Chapple je jednostavnim izmjerama vremena provedenog u aktivnosti ili neaktivnosti tijekom konverzacije zaključio da su društvene interakcije ritmične, tj. periodične. Kasnije (1970-ih) dodao je i da su ovi ritmovi dio kontinuuma prirodnih ritmova, od najbržih (moždani valovi) – do puno sporijih (menstrualni ciklus, migracije), odnosno od ultradijanih do infradijanih. Raspravlja i o njihovom usklađivanju, odnosno *entrainmentu*.⁹⁴

Sljedeće su generacije znanstvenika razvile sofisticiranije metode istraživanja ritma i usklađivanja tijekom interakcije kao što je analiza zvučnog filma. Tzv. kinematografske studije

⁸⁹ Usp. Clayton i dr. 2005: 20ff.

⁹⁰ Iverson i Thelen 1999. Prema Clayton i dr. 2005: 21.

⁹¹ *Ibid.*

⁹² Ovdje čitatelju vjerojatno dolazi asocijacija na zrcalne neurone. Otkriveni 1992. godine, o njima se kroz devedesete te osobito kroz dvije tisućite puno govorilo u popularnoznanstvenim člancima na internetu da bi unatrag desetak godina gotovo potpuno iščezli sa toga foruma. Usp. <https://www.apa.org/monitor/oct05/mirror>. No iako su u popularnoj svijesti pomalo zaboravljeni, u neuroznanstvenim studijama i dalje se pokušava otkriti njihova prava uloga, osobito u procesima interakcije koji nas zanimaju, kao što su suradnja i međusobno usklađivanja. Usp. Endedijk i dr. (2017) i Bonini, Rotunno, Arcuri i Gallese (2022).

⁹³ Usp. Clayton i dr. 2005: 22.

⁹⁴ *Ibid.*

interakcije detaljno je provodio William Condon 1960-ih,⁹⁵ nazvavši ih mikroanalizama. Njima je otkrio da su kretnje slušatelja precizno usklađene s artikulacijom govora govornika. To mu je bio dokaz za *entrainment* ili praćenje podražaja (*stimulus tracking*). Condon je otkrio i da se ovakva sinkronija ne može zamijetiti kod osoba s ozbiljnim psihopatološkim ili komunikacijskim poremećajima poput autizma, disleksije ili shizofrenije, kao i da neke sitne osobine sinkronije u interakciji variraju s etničkim podrijetlom ispitanika. Zbog ovih zamjedbi, ali i zbog svoje metodologije (analiza filma, odnosno videa) često će se na njega autori referirati u ishodišnome članku, osobito kod razrade metodologije, i to onoga dijela vezanoga za videosnimanje i analizu.

3.1.3. Kognitivna psihologija

Razvoj nekih teorija u kognitivnim znanostima nastao je pod utjecajem pojma *entrainment*. Jedna skupina teorija u kognitivnoj psihologiji (a koje će biti značajne za glazbena istraživanja) jesu teorije pozornosti. Neki su kognitivni psiholozi držali da su percepcija, pozornost i očekivanje zapravo ritamski procesi podložni *entrainmentu*. Osoba nije pod utjecajem ritamske usklađenosti samo za vrijeme govora ili izvođenja glazbe, već i na razini percepcije, koja uključuje i očekivanje; osoba se ritamski usklađuje s onime što čuje. Dakle, *entrainment* nije samo u pozadini naše interakcije i koordinacije s drugima, već je u pozadini i percepcije i reakcije, a i uživanja u glazbi. Sve se to događa po principu uparenih oscilatora, koji smo već ranije puno puta spomenuli u raznim inačicama; glazba je vanjski oscilator i ritamski usklađuje naše unutarnje oscilatore.

Clayton i suradnici svoj pregled studija iz kognitivne psihologije temelje na djelu Mari Riess Jones⁹⁶ i suradnika, prateći njen rad od druge polovice 1970-ih do početka dvijetisućitih (vremena pisanja članka). Kognitivni psiholozi ukazuju na povezanost nesvjesnih procesa i vlastite čovjekove aktivnosti kod procesa usklađivanja.

⁹⁵ Pod utjecajem Raya Birdwhistella koji je prvi provodio analize interakcije putem zvučnih filmova poznate kao 'kinesics'. Za njega su i govor i geste vrste verbalne komunikacije te je uveo i pojam kinem (*kineme*) za temeljnu jedinicu gestičke komunikacije (analogno fonemima u jeziku) koja onda sa drugim kinemima stvara veće semantičke jedinice. *Ibid.*

⁹⁶ Clayton i dr. 2005: 25. I sama sam nevezano za ishodišni članak u literaturi često nailazila na istraživanja Mari Riess Jones koja su za većinu autora nezaobilazna jer su vezana upravo uz *entrainment* i percepciju metra i ritma iz kognitivno psihološke pozicije.

Jones drži da su ljudi inherentno ritmična bića⁹⁷ s perceptivnim ritmovima koji se mogu ugoditi („poštivati“) ⁹⁸ i uskladiti s vremenskim obrascima iz fizičkoga svijeta. Naši unutarnji ritmovi skloni su sinkroniziranju s percipiranim i očekivanim ritamskim procesima. Usklađivanje se događa i u periodu i u fazi⁹⁹ te postoje različiti stupnjevi usklađivanja.

Spomena je vrijedna definicija koju donose Jones i suradnici jer će se na nju oslanjati mnogi istraživači metra i u vrijeme Claytonova članka, a i poslije do naših dana: „[...] hijerarhijska vremenska struktura jest ona u kojoj vremenska distribucija [početaka događaja i relativnih naglasaka] otkriva ugniježdene vremenske razine koje se sustavno odnose jedne prema drugima [...] ili omjerima ili aditivnim transformacijama vremenskih odsječaka”.¹⁰⁰

3.1.4. Glazba

U vrijeme objave svojega članka Clayton i suradnici čude¹⁰¹ se što je količina istraživanja vezana uz pojam *entrainment* u glazbi neznatna imajući u vidu količinu istraživanja koja se do toga trenutka već provela u drugim područjima, osobito u proučavanju verbalne i neverbalne komunikacije, ali i s obzirom na to da su ti isti istraživači primijetili ove ritamske pojave u glazbi.¹⁰² Unatoč ovako jasnim zapažanjima iz drugoga kuta (iz kojega se glazba promatra kao interaktivna aktivnost i iskustvo usko vezano uz vrijeme), studije vezane uz glazbu začudno su rijetke.

⁹⁷ Istraživanja u drugim područjima (biomuzikologija) bavit će se ritmičnošću i u drugih vrsta.

⁹⁸ “*tunable perceptual rhythms*”, prema *ibid.*

⁹⁹ Ovo je stav Jones i sur., dočim su se Clayton i dr. već pri samom definiranju pojma ogradili od toga da se *entrainment* događa isključivo onda kada je sinkronizacija apsolutna. Upravo suprotno, usklađivanje se događa u raznovrsnim kombinacijama perioda i faza.

¹⁰⁰ Prevela autorica, Jones i Boltz. (1989), str. 465. Prema Clayton i dr. 2005: 26.

¹⁰¹ Clayton i dr. 2005: 30.

¹⁰² Autori navode spomenutoga Chapplea koji drži da se pravilni i pokretački ritmovi revivalističkih ceremonija ili voodoo bubnjeva, ili neprestani ritam jaza ili rock'n'rolla moraju uskladiti s ritmovima mišićne aktivnosti smještene u mozgu i živčanom sustavu. Ova Chappleova primjedba iz 1970. godine o očitj povezanosti eksternog ritma u glazbi i unutarnjih ritmova senzomotoričkog sustava i mozga praktički sažima sve što će se kroz kasnija istraživanja u glazbi proučavati i dokazivati, od društvenog usklađivanja do mikroskopskih neurazina. (Chapple, E. D. (1970). *Culture and biological man. Explorations in behavioral anthropology*. New York: Holt, Rinehart and Winston, str. 38, prema *Ibid.*)

3.1.4.1. Metar

Možda je najviše studija *entrainment* u glazbi (do toga trenutka – sredine dvije tisućitih) vezano uz metar i percepciju metra. Nekoliko je smjerova u kojima se išlo u tim istraživanjima, ali najsvieobuhvatnije su one studije koje su se oslanjale na već spomenuta kognitivno psihološka istraživanja Mari Riess Jones o periodičnosti pozornosti u percepciji metra ili dinamičkoj pozornosti percepcije metra (*attentional periodicity to metrical perception* ili *dynamic attending*, odnosno ono što se kasnije razvilo u tzv. teoriju dinamičke pozornosti – *dynamic attention theory*).¹⁰³

Large and Kolen¹⁰⁴ donose matematički model *entrainment* na način pogodan za modeliranje percepcije metričke strukture. On predstavlja mrežu oscilatora različitih perioda koji se simultano usklađuju s periodičkim komponentama ritamskog signala na različitim vremenskim ljestvicama te međusobno.

Sličan pristup imaju i Eck, Gasser i Port¹⁰⁵ kada modeliraju sustav uparenih oscilatora u kome će se svaki oscilator uskladiti s jednim od tri pulsa glazbenog podražaj ternarnoga metra. Predlažu i gradnju robotske ruke koja bi se povezala s tom računalnom simulacijom te doslovno taktirala (kucala) na zadani podražaj kako bi dokazali da se takvo ponašanje događa zbog usklađivanja uparenih oscilatora.

Drugi autori donose nešto drukčije primjene. Justin London primjenjuje pojam *entrainment* u studiji složenoga, odnosno aditivnog metra (*complex meter/additive meter*)¹⁰⁶ pozivajući se na Mari Riess Jones. Robert Gjerdingen pak drži da su tradicionalne psihološke studije s čisto i jasno označenim trajanjima, nastupima i atakama potpuni promašaj te predlaže modeliranje ritma putem sinusnih valova¹⁰⁷, a ne diskretnih trajanja.¹⁰⁸ To je drukčije od Jones

¹⁰³ Usp Large i Jones 1999: 121, 123ff.

¹⁰⁴ Large, E.W. and Kolen, J.F. (1994). Resonance and the perception of musical meter. *Connection Science: Journal of Neural Computing, Artificial Intelligence and Cognitive Research*, 6(2-3), 177- 208. Prema Clayton i dr. 2005: 30.

¹⁰⁵ Eck, D., Gasser, M., and Port, R. (2000). Dynamics and embodiment in beat induction. In P. Desain and L. Windsor (Eds.), *Rhythm perception and production*. Exton, PA: Swets and Zeitlinger. Prema *ibid*.

¹⁰⁶ London, J. (1995). Some examples of complex meters and their implications for models of metric perception. *Music Perception*, 13(1), 59-77. Prema *ibid*.

¹⁰⁷ Usp. <http://struna.ihj.hr/naziv/sinusni-val/7994/> Definicija navodi „pravilni val koji nastaje pri harmonijskome titranju izvora vala”, no ne naglašava da je to „čisti” val bez harmonika. U prirodi ne postoji, nego ga se generira audioopremom u laboratoriju.

¹⁰⁸ Slično kao Rebecca Warner. Usp. potpoglavlje 3.1.1 Socijalna psihologija.

i suradnika koji u pokusima rabe tradicionalne podražaje visoko koherentne i hijerarhijske vremenske strukture (npr. iz europske glazbe). Fiziološki ritmovi, međutim, nisu tako jednostavni kao što je to slučaj sa sinusnim valom.

Clayton i suradnici zaključuju ovo poglavlje mišlju da će se istraživanje *entrainment* u glazbi u jednome trenutku morati pozabaviti ovim kompleksnim pojmovima i razviti nove matematičke teorije valova (*wave theories*) za glazbeni ritam.¹⁰⁹ Tim više što rudimentarne valne teorije glazbenog metra postoje (u tom trenutku) već pola stoljeća¹¹⁰ i s obzirom na to da druga područja znanosti koriste matematičke izračune za kompleksne sustave koje proučavaju. Ovo je jedno od mnogih mjesta ovoga članka koje ukazuje na važnost pojma *entrainment* za istraživanja u glazbi i kao da opominje sveopće muzikološko čitateljstvo i daje mu zadatke i upute za daljnje korake. Upravo su takva mjesta, a u nekim dijelovima radi se o cijelim poglavljima, bila glavni poticaj za ovakvu koncepciju rada. Neki su autori bili potaknuti ovim 'opomenama' te o tome ponešto možemo čitati kasnije u radu.¹¹¹

3.1.4.2. Biomuzikologija

Teorija *entrainment* koristi se u recentnim (2005. godine) studijama evolucijske muzikologije te u studijama o protomuzikalnom ponašanju tijekom ljudskoga razvoja. Brown, Merker i Wallin¹¹² drže da je sposobnost usklađivanja tjelesnih pokreta s vanjskim oscilatorom glavna razlika između čovjeka i drugih viših primata: većina životinja može također kretati ritmično, ali jedino ljudi mogu uskladiti pokrete točno s vanjskim satom, odnosno ritmom¹¹³.

¹⁰⁹ Usp. Clayton i dr. 2005: 31.

¹¹⁰ Zuckerkandl, V. (1956). *Sound and symbol. Music and the external world*. New York: Pantheon. Prema *ibid.*

¹¹¹ Usp. poglavlje 3.3 Nakon „Claytona”.

¹¹² Brown, S, Merker, B. i Wallin, N. L. (2000). An introduction to evolutionary musicology. U: N.L. Wallin, B. Merker i S. Brown (ur.), *The origins of music*, 3-24. Cambridge, MA: MIT Press. Prema Clayton i dr. 2005.

¹¹³ Usp. poglavlje 3.3 Nakon „Claytona”, str. 43.

3.1.4.3. Muzikoterapija

Kliničke primjene teorije *entrainment*a u muzikoterapiji mogle bi biti od koristi etnomuzikolozima.¹¹⁴ Iako je terapijski kontekst puno drukčiji, iskustva muzikoterapeuta mogu nam pojasniti prirodu *entrainment*a i perspektive o odnosu *entrainment*a i socijalizacije.

Muzikoterapijski rad s *entrainment*om raznovrstan je. U doba nastanka Claytonova članka raste broj studija o slušnome *entrainment*u. Mnoge od tih istraživanja provodio je Michael Thaut sa suradnicima na Sveučilištu Colorado. Njima su detaljno pokazali kako procedure poput ritamske slušne stimulacije (*rhythmic auditory stimulation*) mogu pomoći osobama s ozljedom mozga ili nakon moždanog udara, kao i kod bolesti kao što su Parkinsonova ili Huntingtonova. Pomažu pri rehabilitaciji hodanja ili dohvaćanja¹¹⁵. U drugome slučaju¹¹⁶ terapeut svira glazbu sa jakim naglascima (tempo cca. 50-65 otkucaja u minuti) kako bi potaknuo usklađivanje kod klijenata s poremećajima iz spektra autizma te tako utjecao na promjenu ponašanja.

3.1.4.4. Etnomuzikologija

U poglavlju o *entrainment*u u etnomuzikologiji Clayton i suradnici govore da su istraživači i ranije shvaćali da postoji ova pojava, no nisu nužno imali odgovarajući naziv za nju. Drže da je pojam *entrainment*a upravo direktno povezan s nekim ključnim pitanjima u etnomuzikologiji. Danas možemo reći da se to odnosi na sve grane u našoj znanosti, a s obzirom na različita istraživanja koja će se nakon ovoga članka do danas provoditi.

Najvažnija imena među ranijim znanstvenicima koji su uviđali povezanost ove pojave s etnomuzikologijom su Alan Lomax, John Blacking, Charles Keil i Steven Feld. Lomax se možda najranije zainteresirao za ovaj pojam. U svome članku¹¹⁷ iz 1982. godine bavio se

¹¹⁴ Usp. Clayton i dr. 2005: 18.

¹¹⁵ Thaut, M.H., Kenyon, G.P., Hurt, C.P., McIntosh, G.C. i Hoemberg, V. (2002). Kinematic optimization of spatiotemporal patterns in paretic arm training with stroke patients. *Neuropsychologia*, 40(7), 1073-1081). Prema Clayton i dr. 2005.

¹¹⁶ Orr, T. J., Myles, B. S. and Carlson, J. K. (1998). The impact of rhythmic entrainment on a person with autism. *Focus-on-Autism-and-OtherDevelopmental-Disabilities*. Fal: Vol 13(3), 163-166.) Prema Clayton i dr. 2005.

¹¹⁷ Lomax, A. (1982). The cross-cultural variation of rhythmic style. In M. Davis (Ed.), *Interaction rhythms. Periodicity in human behavior*. New York: Human Sciences Press. Prema Clayton i dr. 2005.

pitanjima gesta, otjelovljenja¹¹⁸ i ritamskoga stila, odnosom između konverzacije i glazbene interakcije te ulogom ritma u društvenim odnosima. Ono što je značajno u njegovu istraživanju jest primjedba da se osobe u različitim društvima kreću u različitim metričkim obrascima. Ne bavi se ovim istraživanjem iz pozicije *entrainmenta*, već pomoću svoga sustava *Cantometrics*. Iako se radi o generalizacijama, ovim mislima svrstava se među etnomuzikologe koji traže korijene glazbenoga ritma u pokretima tijela.

Charles Keil i Steven Feld dio su smjera istraživanja *entrainmenta* koji se osobito bavio područjem *groovea*. Keil donosi i teoriju participatorne diskrepancije (*theory of 'Participatory Discrepancies'*).¹¹⁹ *Groove* definiraju kao iskustvo „bivanja zajedno i ugađanja s osjećajem za vrijeme nekoga drugoga“¹²⁰ Participatorna diskrepancija (sudioničko razilaženje) možemo shvatiti kao proces usklađivanja (tijekom izvedbe ili sudjelovanja) sa željenim stupnjem sinkronizacije. Keil želi reći da *musicking* uključuje osjećaj sudjelovanja, ali to se sudjelovanje ne temelji na točnoj sinkronizaciji, nego na određenom „ispadanju iz ritma“ i upravo su ta „ispadanja“, odnosno razilaženja (diskrepancije) ono što čini *groove*, tj. pozitivan osjećaj u glazbi.¹²¹

Proces *entrainmenta* varira među pojedincima. Ne sviđa se svima jednako neka glazba i ne moraju se svi usklađivati s istom razinom ritma i/ili metra (nisu u ritmu/metru). Čak i najkultiviraniji slušatelj može usmjeriti pozornost na različite vremenske razine. Ako ove individualne odgovore poopćimo na cijele grupe, možemo govoriti o kulturnim razlikama u načinu na koji se tipovima ili stupnjevima *entrainmenta* pridaje važnost.

¹¹⁸ Prevela autorica. *Embodiment* – prijedlog prijevoda. Vidi bilj. 173.

¹¹⁹ Keil, C. (1995). The Theory of Participatory Discrepancies: A Progress Report. *Ethnomusicology*, 39(1), 1-19. Prema Clayton i dr. 2005.

¹²⁰ Prevela autorica. Keil, C. and Feld, S. (1994). *Music Grooves: Essays and Dialogues*. Chicago: University of Chicago Press. Prema Clayton i dr. 2005.

¹²¹ Pojam *groovea* mijenja se kroz vrijeme, no uvijek je vezan uz pokret (na glazbu) i dobar osjećaj pri tome pokretu. Možda ga kolokvijalno najviše vežemo uz glazbu iz 1970-ih, odnosno žanrove kao što su *funk* i *soul*. Kao što vidimo, njime su se bavili etnomuzikolozi, međutim, u zadnjim je desetljećima zaokupio i interes glazbenih psihologa. Proučava se kao ono što nas pokreće u glazbi ili ono na što se pokrećemo uz glazbu, a što pri tome daje i osjećaj zadovoljstva. Npr. Anne Danielsen, zamjenica ravnateljica Centra RITMO u Oslu, napisala je doktorsku disertaciju na temu *groovea* (kasnije izdana kao knjiga). Usp. Danielsen, A. (2006). *Presence and Pleasure. The Funk Grooves of James Brown and Parliament*, University Press of New England. Ritam i *groove* ostaju dio njezine ekspertize i interesa do danas. Usp. Danielsen, A., Johansson, M., Brøvig, R., Sandvik, i Böhler, K. K. (2023). Shaping rhythm: timing and sound in five groove-based genres. *Popular Music* 42/1, Cambridge University Press, 20–41. 10.1017/S0261143023000041.

3.2. Metode i metodološki prijedlozi prema Claytonu, Sager i Willu

Proučavanje *entrainment* kakvo autori predlažu ne odbacuje dotadašnje metode. Iz tradicionalnih etnografskih i glazbenoanalitičkih metoda mogu se crpiti hipoteze i ideje za daljnja istraživanja. No za samo „dokazivanje“ da se dogodio *entrainment* u nekoj izvedbi (govorimo najčešće, ali ne isključivo, o društvenom usklađivanju) te za njegovo opisivanje potrebno je prikupiti i analizirati određene podatke, ali ne (samo) one koji se sastoje od kazivanja izvođača.¹²² Ovo su podaci o vremenu (*timing data*)¹²³ izvedeni iz same glazbe, iz pokreta tijela izvođača i/ili drugih fizioloških procesa koji se događaju u izvedbi.

Entrainment ne možemo pratiti naknadno; to je proces koji se događa tijekom i isključivo tijekom izvedbe, odnosno u vremenu. Iz tog je razloga potrebna vremenska analiza motoričkih zbivanja (izvođača) tijekom izvedbe, koja nam pruža temeljne podatke za daljnje istraživanje. Osim toga, mnogi procesi *entrainment*a određeni su i nesvjesnim faktorima.¹²⁴ Stoga se kod proučavanja *entrainment*a ne možemo osloniti na kazivanja izvođača¹²⁵ o njihovim eventualnim namjerama ili motivima, već sve moramo usporediti s kronometrijskim podacima kako bismo došli do temeljnih motoričkih i kognitivnih procesa te zatim dalje analizirali interakcije među njima, bilo unutar jedne osobe ili između dviju ili više njih.

3.2.1. Prikupljanje podataka / audiosnimanje / videosnimanje

Prikupljanje podataka

Neki su načini prikupljanja podataka odnosno njihovi mogući izvori sljedeći:

1) Etnografsko ispitivanje i introspekcija: valja razlučiti koji se aspekti *entrainment*a odnose na ples i druge fizičke pokrete, a koji na etnografske izvještaje (dojmovi, osjećaji i sl.) Neke podatke možemo dobiti samo etnografskim metodama, npr. razgovorom doznajemo kako netko *osjeća* usklađivanje/*entrainment* ili kako opisuje da se dobro osjećao (ili nije) s kolegama glazbenicima.

¹²² Usp bilj. 59.

¹²³ Clayton, Sager i Will 2005: 40.

¹²⁴ *Ibid.*

¹²⁵ Usp bilj. 59.

2) Glazbeni zvuk – mnogo toga možemo doznati iz same snimke (ne iz transkripcija u standardnu zapadnu notaciju, nego baš iz zvuka glazbe; u studijama slučaja Claytona i suradnika jedan od glavnih fokusa je na zvuku, tj. na snimci.)¹²⁶

3) Vidljivo fizičko ponašanje (geste, pokreti): mnogi već spomenuti autori (Condon, McNeill i dr.) drže da je osim samoga zvuka, najvažniji dokaz *entrainment* tijekom muziciranja u fizičkim pokretima ili gestama sudionika. To možemo proučavati jedino analizom videosnimaka ili filmskom analizom. Pri tome treba paziti kako primjerice segmentirati kontinuirano ponašanje, odnosno kako odrediti kad je početak, a kada kraj nekoga pokreta. Ovu vrstu podataka možemo prikupiti iz realnih¹²⁷ ili eksperimentalnih situacija.

4) Fiziološki procesi (otkucaji srca, disanje, moždani valovi i sl.): sigurno je da postoje efekti glazbenoga *entrainment* koji se ne mogu zamijetiti ni slušno ni vizualno. Te je procese moguće istraživati putem medicinske opreme kao što su EEG, MEG, EKG, EMG,¹²⁸ mjerenje tjelesne temperature i dr. Ipak je ova oprema poprilično glomazna pa su te procedure mjerenja znatno otežane kod terenskoga rada. Osim toga, većina (etno)muzikologa nije obučena za rad s ovom opremom. Međutim, Clayton i suradnici vjeruju da će napredak tehnologije i razvoj novih istraživačkih metoda s vremenom nadići mnoge od ovih poteškoća.¹²⁹

Audiosnimanje

Audiosnimke su ključne za prikupljanje podataka o *entrainmentu* u glazbi zbog svoje izvrsne vremenske rezolucije. Autori drže da s tadašnjom (2005. godine) audioopremom nije

¹²⁶ Osnova svih triju studija slučaja su snimke. Prvi se slučaj analizira sa snimke s audiokasete, drugi sa CD-a i treći s LP ploče.

¹²⁷ Situacije iz stvarnog života (*real-life situations*) ostat će i nakon ovoga članka jedna od glavnih metoda koje se koriste u istraživanjima *entrainment*. Tijekom simpozija *Entrainment 2023* ovoga kolovoza u Centru RITMO Sveučilišta u Oslu ([RITMO Centre for Interdisciplinary Studies in Rhythm, Time and Motion](https://www.ritmo.hr/)) prof. Clayton bio je jedan od glavnih govornika. U svome predavanju *Entrainment in natural musical performances* govori upravo o 'real-life situacijama', odnosno o eksperimentima koji se provode tijekom izvedbe, a ne u 'laboratorijskim uvjetima'. Predstavio je nekoliko studija slučaja koje su nastale unazad dvadesetak godina, dakle prije i poslije njegovoga ishodišnog članka. Predstavio je različite načine na koje se promatrao i obrađivao proces usklađivanja unutar ansambala (indijski klasični ansambl, japanski klasični ansambl Gagaku) ili između grupa (ritual Congado u Brazilu). Usp. <https://www.youtube.com/watch?v=xSbad-G42XI>, pristup 30. kolovoza 2023.

¹²⁸ EEG – elektroencefalogrami – bilježe moždane valove; MEG – magnetoencefalogrami – bilježe lokaciju moždane aktivnosti; EKG – elektrokardiogrami – bilježe otkucaje srca; EMG – elektromiogrami – mjere mišićnu aktivnost. Usp. i potpoglavlje 2.6.

¹²⁹ Usp. Clayton i dr. 2005: 42. Ovo je još jedno mjesto u članku gdje se vidi svojevrsna dalekovidnost autora. S jedne strane mogli bismo kritički reći da to u neku ruku i nije osobit pogled u daljinu s obzirom da je to bilo relativno nedavno (ako ništa, barem u ovom stoljeću). No opet, ako se sjetimo općeg osjećaja i stanja tehnologije tada i danas, razlika je nevjerojatna. Uzmemo li primjerice razliku zadnjih pet godina, imamo osjećaj kao da je prije pet godina bilo neko posve drugo vrijeme. A kudikamo onda tek 2005. godina.

tako teško proizvesti kvalitetne snimke.¹³⁰ Preporučuju korištenje testnih/referentnih signala (npr. 1kHz) kako bi se procijenila pouzdanost tijekom reprodukcije i prebacivanja na drugi medij. Isto vrijedi i za analognu i za digitalnu opremu jer su i jedna i druga podložne kvarovima. Također ponekad zvučne kartice nisu kompatibilne s određenim softverima¹³¹ (osobito na PC-ju).

Kod audiosnimanja važno je procijeniti broj i položaj mikrofona. Sama analiza ovisit će o vrsti izvedbe, ali i o načinu snimanja. Želimo li analizirati simultane glazbene procese, zvučni signali koje snimamo moraju biti odvojeni ili fizički ili tako da se barem razaznaju na snimci. No u nekim slučajevima možda će biti potrebno stereorazdvajanje s pomoću mikrofona te shodno tomu i u zvučnoj slici, a ako treba analizirati više procesa, možda će biti potrebna i višekanalna snimka.

Također je moguće koristiti postojeće terenske snimke za neke fenomene usklađivanja koji su očiti. Upravo su se autori takvim snimkama poslužili u trima studijama slučaja koje navode.¹³² Doduše, radi se o slučajevima u kojima sudjeluje mali broj izvođača.¹³³ Snimke velikih grupa (s festivala, rituala i sl.) zahtijevaju dodatne analize i možda nisu pogodne za sve vrste kronometrijske analize. No ako je fokus istraživanja na grupnome ponašanju, onda mogu biti korisne. Kvaliteta snimke može se poboljšati s pomoću digitalnih alata za audioprociranje (produkciju); autori navode softvere Peak i Pro-Tools¹³⁴ ili CoolEdit.

Videosnimanje

Uz nezaobilazno audiosnimanje, i videosnimanje je potrebno za mnoge dijelove istraživanja *entrainment*, osobito za dobivanje podataka o uzorcima pokreta i drugih fizioloških procesa. Za obje metode, audio i video, važno je pitanje stope uzorkovanja (*sampling rates*). Audiosignal ima puno višu definiciju uzorkovanja nego video (do 48kHz na

¹³⁰ Bez pojednostavljivanja, moglo bi se reći da danas možemo „običnim” pametnim telefonom napraviti takvu snimku. No onda još nije bilo „tako pametnih” telefona.

¹³¹ U dvijetisućitima pitanje kompatibilnosti bilo je veoma često kod spajanja različite opreme na kompjutere jer je uvijek bilo potrebno instalirati softver točno određene verzije za točno određeni komad opreme. Te verzije nije uvijek bilo lako naći ili skinuti s interneta, a često su verzije bile i s greškama, virusima itd.

¹³² Usp. bilj. 107.

¹³³ U prvom i drugom slučaju jedan je izvođač (koji pjeva i svira), a u trećemu su tri izvođača – dva pjevača i svirač.

¹³⁴ Pro Tools se i danas koristi u audioprodukciji, uz Cubase i Logic. CoolEdit dio je kompanije Adobe. Usp. <https://www.adobe.com/special/products/audition/syntrillium.html>, pristup 05. rujna 2023.

standardnoj digitalnoj opremi, što je 2.000 puta više nego standardni film (*video frame rates*).¹³⁵ Međutim, ono što je veoma bitno kod videa jest namještanje opreme; ako se mikrofoni ne namjeste na prava mjesta, ne mora biti toliki problem, ali ako se kamera krivo postavi, snimka bi mogla biti neupotrebljiva.

Navest ćemo neke glavne točke kod videosnimanja za analizu pokreta. Kamera mora biti statična, bez zumiranja, panorame ili praćenja pokreta (*tracking*). Snimke s jedne kamere mogu se koristiti samo za dvodimenzionalnu analizu pokreta. Trodimenzionalna analiza pokreta zahtijeva barem dvije kamere, no ponekad ih je potrebno i više.¹³⁶ Vrste kamera (i njihovih brzina) koje su na raspolaganju (2005. godine) su sljedeće: standardne PAL i SECAM koriste brzinu od 25Hz, NTSC 30Hz, ali na raspolaganju su i specijalizirane kamere visokih brzina (*high-speed camera*).¹³⁷ Također se vremenski podaci o pokretu mogu prikupljati i s pomoću sustava MIDI.¹³⁸

Moderni sustavi za hvatanje pokreta,¹³⁹ poput onih iz industrije zabave (osobito filmske)¹⁴⁰ nude mogućnost direktnoga snimanja pokreta umjesto bilježenja videoslika kao kod

¹³⁵ Standard uzorkovanja za CD-e, *streaming* i komercijalni radio je 44.1 kHz. 48kHz najčešće se rabi za audio za video, dok se frekvencije uzorkovanja 96 kHz ili 192 kHz rabe za arhivske audio materijale.

Usp. <https://www.izotope.com/en/learn/digital-audio-basics-sample-rate-and-bit-depth.html>, pristup 05. rujna 2023.

¹³⁶ Clayton i sur. navode da biomehanički laboratoriji koriste barem pet ili šest sinkroniziranih kamera. Usp. Clayton i dr. 2005: 44. Ipak, sjetimo se da je to 2005. godina. Danas imamo laboratorije sa 8, 10 pa čak i 20 kamera. Usp. <https://www.uwlax.edu/grad/physical-therapy/biomechanics-lab-equipment/>. Usp.

<https://biomechanicslab.psu.edu/motion-analysis-eagle-system/>, pristup 05. rujna 2023.

¹³⁷ Usp. <https://www.phantomhighspeed.com/>, pristup 05. rujna 2023.

¹³⁸ Sustav MIDI kao međunarodni standard za povezivanje različitih elektorničkih komponenata izumljen još početkom 1980-ih (bio je zaslužan za *boom* elektroničke glazbe u tome desetljeću jer su se sintesajzeri mogli povezati sa semplerima, sekvencerima i drugom opremom i „komunicirati“ elektronski). U slučaju vremenske analize pokreta, snimka se učitava u kompjuter i onda se u odgovarajućem softveru 'secira' i prikazuje putem MIDI signala.

¹³⁹ Npr. Motion Analysis Corp i VICON, usp. Clayton i dr. 2005: 45. Tvrtke i danas postoje. VICON se izrazito bavi područjem gaminga – izradom igara. Usp. <https://www.vicon.com/>, pristup 07. rujna 2023.

¹⁴⁰ Prisjetimo se da su tijekom dvijetistučitih snimani filmovi poput *Gospodara prstenova* i *Avatara*, koji su bili (i ostali) upravo legendarni zbog tada inovativne tehnologije koju su koristili; između ostaloga upravo i zbog opreme za hvatanje pokreta (*motion capture* ili *mo-cap*) koju su glumci oblačili na sebe, snimali pokrete i grimase koji bi se bilježili putem iste opreme i kamere te bi se poslije kompjuterskom grafikom uređivao finalni imaginarni lik. Usp. https://youtu.be/w_Z7YUyCEGE i <https://youtu.be/1wK1Ixr-UmM>, pristup 05. rujna 2023. (Zanimljivo je kako redatelj David Cameron govori da je kod rezultata koji je nastao nakon ovih postupaka jedino važno da vjerujemo u nastale likove „as emotional creatures.“ Istraživanje emocija tijekom glazbene izvedbe sve više će biti u fokusu i empirijskih istraživanja *entrainment*.) Danas je *mo-cap* oprema standard ne samo u filmskoj industriji, nego i u različitim sferama istraživanja, kao što je spomenuta biomehanika (čiji se nalazi mogu koristiti u medicinskoj rehabilitaciji ili u kineziologiji), ali i kao što je muzikologija, o čemu već predmnijeva ovaj članak, a u godinama koje slijede to će postati jedan od standardnih postupaka kod istraživanja *entrainment* u glazbi.

standardnoga videa. Ovi sustavi koriste kamere visoke brzine, a vremenska rezolucija podataka je puno viša. No veoma su skupi i ometaju izvođače (fiksni markeri ili cijela odijela postavljaju se na osobe koje snimamo, od zglobova i udova do glave i lica) pa ih je nezgodno koristiti u situacijama iz stvarnog života.¹⁴¹

Za fiziološke podatke rabi se standardna medicinska oprema, a to opet može biti problematično ili nemoguće u mnogim situacijama na terenu. Neki sustavi za analizu pokreta (uključujući najskuplje sustave za snimanje) imaju mogućnost da se podaci tipa EMG snimaju paralelno s videom ili pokretom.¹⁴²

3.2.2. Analiza podataka

Etnomuzikološka istraživanja kroz povijest su nastojala analizirati i ritam. Koristile su se pritom različite tehnologije¹⁴³ poput Seegerova melografa, kao i softveri za uređivanje audiosnimaka. Međutim, Seegerovi izumi i metode nisu naišli na široku primjenu. Etnomuzikolozi su koristili film i video kao pomoć pri transkripcijama i analizi te za dokumentaciju, a koristili su ih i za bihevioralna opažanja. No, u većini slučajeva analiza vremenskih podataka samo iz videosnimke ne može se mjeriti sa statističkom analizom koju nudi softver.

Audioanaliza i videoanaliza

Za računalno procesiranje audiopodataka potrebna je dobra snimka. Snimke se učitaju u računalo (autori članka navode da su snimke (2005. godina) analogne, no tadašnji računala¹⁴⁴ imaju integrirane analogno-digitalne konvertere pa to nije problem.

Podaci iz videa mogu se obrađivati i analizirati na dva načina:

Usp. <https://www.uio.no/ritmo/english/research/labs/fourms/handbook/motion-capture-lab/>, pristup 05. rujna 2023.

¹⁴¹ Usp. bilj. 109.

¹⁴² Usp. bilj. 133.

¹⁴³ Za kratki prikaz nekih od tih invencija usp. Cooper i Sapiro (2006).

¹⁴⁴ Danas nam se ove informacije čine nezamislivima, osobito mlađim generacijama, koje su posve stasale uz internet i nisu se nikada srele sa recimo tzv. *pržilicom* (hardverom i softverom za snimanje podataka na CD).

a) B = bihevioralno promatranje – bilježe se nastupi događaja (*event onsets*) (npr. netko počne ili prestane pjevati) i bilježi se sličica¹⁴⁵ na kojoj se taj događaj odvije. U Condonovo vrijeme¹⁴⁶ to se moralo raditi ručno te je iziskivalo puno vremena. U Claytonovo vrijeme to je sve znatno ubrzano korištenjem softvera za automatsko praćenje ovakvih događaja. Predlažu npr. softver Observer Video-Pro.¹⁴⁷

b) M = Praćenje pokreta/*Movement tracking* – određeni dijelovi tijela (npr. zglobovi) označe se ručno. Posao je vremenski zahtjevan jer se radi ručno. Kad se konačno obavi, softver analizira pokret i kreira podatke o promjenama – brzini i smjeru pokreta. Ovo je prilično jednostavno za 2D analizu.

Kako je gore rečeno, trodimenzionalno praćenje pokreta može se raditi i automatski korištenjem sustava za hvatanje pokreta.¹⁴⁸ U nekim slučajevima, ovi sustavi integriraju automatsko praćenje pokreta s videosnimkom. Ako koristimo video sniman sa 30 sličica (*frames*) u sekundi, limit za zamjećivanje periodičnih ponašanja je maksimalno 15 Hz (0.06 s); za 25 sličica po sekundi (PAL tehnologija) to je 12.6 Hz (0.08 s). Iz ovih podataka možemo shvatiti razinu periodičnosti u vidljivom ponašanju koju trebamo tražiti. Ako su periodična ponašanja bržih frekvencija značajna, ona će se morati ispitati upotrebom kamera velike brzine (*high-speed cameras*) ili sustavom za hvatanje pokreta (*motion capture systems*.)

¹⁴⁵ *Frame*. <https://filmska.lzmk.hr/natuknica.aspx?ID=4805>, pristup 28. kolovoza 2023.

¹⁴⁶ William Condon. Usp. potpoglavlje 3.1.2 Interakcija i komunikacija. Autori se često u svome članku referiraju na Condonu i imaju nekoliko referenci (5!) na njegove izvještaje (od 1960-ih do 1980-ih godina) o načinima snimanja i bilježenja pokreta, ponašanja i gesta.

¹⁴⁷ Nizozemska tvrtka *Noldus* od kraja 1980-ih godina bavi se izradom softvera za videosnimanje za znanstveno promatranje ponašanja (subjekata). 1991. godine napravili su prvi komercijalni softver *The Observer*. Ovaj koji spominju Clayton i sur. nova je verzija koja odgovara potrebama svoga vremena. Iz današnje perspektive zanimljiv je sljedeći zapis: „[...] The systems described were designed for use with analog videotape. During the past few years, however, digital videotape is becoming increasingly popular. Digital tapes, in comparison with their analog predecessors, offer higher picture quality and allow copying without any loss of quality. Besides the gradual replacement of analog VCRs by digital decks, there is a trend toward storage of video on disk in digital media files. Unlike tapes, with their inherent sequential access, disk media such as a hard drive or CD offer direct random access. As a result, digital video files allow for extremely fast searching and reviewing, which makes systems highly interactive.” Nekome tko se tada još nije bio rodio, opis ove tehnologije može zvučati kao da nama danas netko govori o Edisonovim voštanim cilindrima. Usp. *Noldus* 2000: 197f.

Tvrtka *Noldus* i danas postoji. Suvremeni softver zove se *The Observer XT*. On je također prilagođen svome vremenu tako da samo kroz ovaj primjer možemo pratiti putanju tehnološkoga puta koji se odvio unazad četrdesetak godina. U opisu softvera nalazimo sljedeće: „[...] Get complete insight in behavior and physiology [...] Besides annotation of behavior from video, all types of data, such as facial expressions, eye tracking data, physiological signals, EEG data, and screen captures can be imported in *The Observer*[®] *XT*.” Usp. <https://www.noldus.com/observer-xt/benefits>, pristup 28. kolovoza 2023.

¹⁴⁸ *Motion capture* ili skraćeno *MoCap*/*mocap*/*mo-cap*.

Osim navedenoga treba imati na umu odnos između analognih i digitalnih procesa: geste/pokreti mogu se opisati (dogoditi) u točki vremena (*time point*) (npr. lupkanje nogom, udarac palice o opnu bubnja) ili kao kontinuirani pokret (melodijska fraza ili ukras, pokret ruke ili šake koja se priprema za udarac po bubnju). S obzirom da je vremenske točke lakše promatrati matematički, o glazbenim je ponašanjima bolje govoriti koristeći digitalne diskretne pojmove, no paziti pritom da se analiza previše ne pojednostavi.

Analiza podataka vremenskih serija (*time series data*)

Iako sinkronizacija sama po sebi ne dokazuje *entrainment*, on se može dogoditi isključivo ako su dva oscilatora u interakciji, a njihovo ponašanje postane koordinirano ili sinkronizirano. Stoga je prvi korak analize gledati je li došlo do sinkronizacije, no kod toga treba biti oprezan jer je sinkronizacija kompleksan dinamički proces, a ne fiksno stanje. Nije dovoljno promotriti jednom da bi se utvrdila sinkronizacija. Ono što je zapravo potrebno su podaci o vremenskim serijama, odnosno serije opservacijskih podataka ili izmjera pojedinih ponašanja sustava u vremenu. Ti se podaci mogu onda analizirati kako bi se utvrdila prisutnost sinkronizacije. U nekim slučajevima to može biti jednostavno, ali nekada utvrđivanje sinkronizacije nepravilnih oscilatora i sa šumom u sustavu nije lako. Jednostavni vizualni pregled podataka neće nužno biti dovoljan jer obična procjena faze i frekvencije kompleksnih vremenskih serija može biti također kompleksna. Što je više šuma u podacima, to je teže razlikovati sinkrona i asinkrona stanja ili otkriti prijelaze prema sinkronizaciji.

3.2.3. Etnografija i interpretacija

Rezultati empirijskoga i/ili eksperimentalnoga istraživanja mogu pomoći da se pojasni etnografsko istraživanje. Etnomuzikologija bi trebala primijeniti pojam *entrainment* u istraživanjima te objediniti i empirijske i eksperimentalne kao i etnografske metodologije. To bi dovelo do značajnog zaokreta u etnomuzikološkim istraživanjima. Točan način na koji bi se te metode integrirale ovisit će o kontekstu pojedinoga istraživanja, no svakako bi jedno trebalo pomagati drugo, odnosno jedno drugome ukazivati na pitanja u izvedbi koja ovo drugo područje

možda ne pokriva ili ga ne detektira.¹⁴⁹ Dakle, i numerička analiza i etnografsko znanje dat će zajedno relevantnu etnomuzikološku interpretaciju. Takav jedan pokušaj sinteze sami će autori dati u trima studijama slučaja kronometrijske analize ritamskih izvedbi.

Autori su izložili tri studije slučaja putem kojih su htjeli pokazati fenomen *entrainment* i neke osnovne procedure kod njegovoga istraživanja. Prva studija analizira motoričko ponašanje jednoga izvođača i pita što nam analiza vremenskih serija može reći o individualnim komponentama nekoga procesa usklađivanja. U ovoj je studiji fokus više na ritamskoj izvedbi nego na samome usklađivanju, ali bitna je jer donosi temeljne metodološke pristupe i elementarne pojmove vremenske analize: što je područje koje je u etnomuzikologiji poprilično zapostavljeno,¹⁵⁰ a esencijalno je za istraživanje *entrainment*. Druga studija bavi se fenomenom samousklađivanja (*self-entrainment*) – koordinacijom simultanih motoričkih aktivnosti kod jednoga izvođača. Treća studija slučaja analizira proces sinkronizacije i *entrainment* između dvaju izvođača. Iako su ove studije izrađene gotovo bez etnografskih podataka, očito je da su ti podaci nezamjenjivi i integralni dio analize. Analize nisu rađene kao neki sveobuhvatni metodološki priručnik, već kao primjer najvažnijih koraka za razumijevanje na koji način *entrainment* funkcionira u društveno-kulturnom kontekstu kao što je muziciranje.¹⁵¹

Neki osnovni postupci kod ovih analiza su sljedeći. Audiosnimke mogu se spremirati na računalo, ponovo uzorkovati (*resample*) te pokrenuti u programu¹⁵² za uređivanje. U tome se programu onda mogu označiti relevantni događaji – npr. vremenske oznake za pojedini događaj

¹⁴⁹ „[...] We do believe, however, that each should feed into the other: in other words, (a) ethnography ought to direct empirical research, as ethnographic research will offer intuitions as to which phenomena seem to be particularly important in particular performance contexts; and (b) empirical research can generate questions for ethnography.” usp. Clayton i dr. 2005: 49.

¹⁵⁰ Govorimo o stanju 2005. godine.

¹⁵¹ Za detaljni prikaz analitičkih postupaka usp. Clayton i dr. 2005: 49ff.

U prvome slučaju prikazuje se analiza izvođenja ritma kod jednoga izvođača. Rabe se dvije već postojeće snimke, jedna na kaseti, druga na CD-u. Sa kasete analizirana je izvedba ganskoga pjevača (iz naroda Ewe) Godwina Agbelija, koji pjeva jednu od ratničkih pjesama Kpegisu ‘Agbeme nuawo ken li’ i udara željeznim zvonom gankogui. Sa CD-a „Dyirbal Song Poetry” je pjesma iz glazbene tradicije naroda koji govori Dyirbal (južno od Cairnsa u pokrajini North Queensland u Australiji). Imaju dvije kategorije pjesama, ‘corroboree’ i ‘ljubavne pjesme’. Ovdje se analizira jedna iz prve skupine, a zovu se pjesme Gama. Pjesme uglavnom izvodi jedan pjevač koji se prati štapićima ili bumerangom. U drugome slučaju prikazuje se analiza simultane produkcije dviju ritamskih aktivnosti kod jednoga izvođača. Također se analiziraju prve dvije spomenute snimke. U trećemu se primjeru prikazuje koordinacija ritmova između dvaju izvođača. Snimka koja se analizira je prva pjesma sa ploče pjesama Djambidj – to su pjesme klanova iz Zemlje Arnhem u Australiji. Dva su pjevača koji sviraju i štapiće dok pjevaju te ih prati i svirač *didgeridoo*.

¹⁵² Autori preporučuju softver *Praat* (koji je izvorno kreiran za lingvistička i fonetička istraživanja.)

(npr. udarac zvona). Te oznake same dalje sačinjavaju skupove podataka (*data sets*) koji su vremenski organizirane serije (*time series*) mjera (zvučnih događaja), u kojima je kronološka sekvenca karakteristična za svaki skup podataka. Iz ovoga analizom vremenskih serija možemo doznati o dinamici procesa koji se kriju iza ovih događaja što običnim podacima iz zvuka ne možemo dobiti. U tim nas podacima više zanima u kakvome je odnosu neki događaj s prethodnim ili sukcesivnim događajima, negoli sama informacija kada je točno nastupio. Tako doznajemo duljine perioda ili trajanja između događaja.

Kod analize vremenskih serija pretpostavlja se da se podaci sastoje od sustavnoga uzorka i šuma bez uzorka (*random noise*) te je stoga često teško identificirati sami uzorak. Podaci vremenskih serija opisuju se i analiziraju u tri vrste komponenata: trendovi, cikličke ili sezonske i nepravilne komponente. Trend je generalna sistematska komponenta koja se tijekom vremena mijenja i ne ponavlja se. Cikličke ili sezonske komponente ponavljaju se i sadrže informaciju o temeljnim procesima ritamskih ponašanja. Trend može biti primjerice promjena tempa tijekom izvedbe. Takva promjenjivost jednoga podatka može ometati analizu pa se u nekim slučajevima treba izravnati; autori navode sintagmu *detrend the data* – podaci koji su trend, koji dakle mijenjaju smjer, poravnavaju se tako da nema takvih varijacija.

3.3. Nakon „Claytona”

Naslov ovoga poglavlja odnosi se dakako na razdoblje nakon članka Claytona, Sager i Willa.¹⁵³ Odabrala sam ovakvu formulaciju s jedne strane iz praktičnih razloga – učinilo mi se jednostavnije koristiti ovu skraćenu verziju – no s druge strane ona daje do znanja i da sam se zbližila s tekstem do te mjere da mi je na neki način postao jednim općim mjestom. Za ovaj rad definitivno i jest, jer je upravo nevjerojatno koliko su ovi autori bili dalekovidni, ali i informirani u trenutku objave članka, da u njemu stalno pronalazim neke nove ideje i pokušavam povući paralele s ostalim tekstovima koji su nastali kasnije, a koje sam čitala prije i poslije ovoga članka. Također, navođenje samo Martina Claytona u ovome naslovu nikako ne umanjuje zasluge drugih dvoje autora. I opet, radi se o pojednostavljivanju, ali s druge strane, profesor Clayton je danas nešto kao (živa) legenda cijeloga ovog novog (ili danas više i ne baš toliko novog) smjera u muzikološkom istraživanju i promišljanju.

U ovome poglavlju pokušat ću (skromno) naznačiti neke studije koje su nastale u razdoblju nakon članka Claytona i suradnika, dakle od 2005. godine do danas. Ako se sjetimo kako se na početku potpoglavlja 3.1.4 *Glazba* autori čude i žale što su istraživanja *entrainment* u glazbi posve rijetka, za razliku od drugih područja, a podsjetimo se, to su „pritužbe“ iz 2005. godine, ono što će se događati u godinama koje slijede naovamo, prava je eksplozija studija i proučavanja *entrainment* u vezi s glazbom. Teško je dokazati direktnu vezu između ovoga članka i svih studija koje su slijedile,¹⁵⁴ ali moguće je ponešto reći o njegovu utjecaju na temelju podatka da je primjerice na servisu Researchgate navedeno da je članak citiran blizu 500 puta,¹⁵⁵ dok je na mrežnoj stranici Open University ili Claytonova matičnog Durham University¹⁵⁶ navedeno da je citiran preko 900 puta.

U ranijemu poglavlju o stanju istraživanja i percepcije metra 2005. godine (3.1.5. *Metar*) autori ishodišnoga članka ukazali su na tada bitne smjerove primjene pojma

¹⁵³ Clayton i dr. 2005.

¹⁵⁴ Vjerojatno ipak postoji veza između rastućeg interesa za proučavanje *entrainment* u glazbi i primjerice istoimenoga projekta Britanske akademije. Usp. dio teksta o tome projektu u poglavlju 3.3. *Nakon „Claytona”*. Usp. <http://www.open.ac.uk/Arts/experience/entrainment.htm>, pristup 25. svibnja 2023.

¹⁵⁵ Usp. https://www.researchgate.net/publication/42789808_In_Time_With_the_Music_The_Concept_of_Entrainment_and_Its_Significance_for_Ethnomusicology, pristup 15. listopada 2023.

¹⁵⁶ Usp. <https://oro.open.ac.uk/2661/>; <https://durham-repository.worktribe.com/output/1539297/>, pristup 15. listopada 2023.

entrainment u tim istraživanjima. Kao što smo u prethodnome odlomku rekli, u sljedećim potpoglavljima naznačit ćemo neke studije koje su nastale u međuvremenu. Dakako, bez ikakvih primisli o sveobuhvatnosti ili ičega slično ambicioznoga, jer to ne samo da ne bi imalo smisla, nego ne bi bilo ni moguće. Jednostavno je nemoguće obuhvatiti količinu studija o ritamskom usklađivanju u vezi glazbe koje su nastale unazad petnaestak godina; stoga je odabir koji slijedi tek svojevrsna 'ilustracija'. Pokušat ću se držati naslova poglavlja, kao što su metar, biomuzikologija itd., ali to su više odrednice koje su zadane još od članka Claytona i suradnika i odnosile su se na ono doba i doba prije toga. U međuvremenu je došlo do nevjerojatne (potrebe i nužde za) interdisciplinarnosti, tako da gotovo ne možemo više (uvjetno rečeno) govoriti o primjerice samostalnom muzikološkom istraživanju ili o samostalnom neuroznanstvenom istraživanju. Novi tehnološki razvoj sve nas tjera da se udružujemo u različite kombinacije znanja i ekspertiza te sagledavamo svaki fenomen, problematiku, predmet proučavanja multidimenzionalno, što je u jednu ruku i glavno obilježje novoga doba u kome živimo, a s druge strane i logičan korak prema što sveobuhvatnijem i cjelovitijem razumijevanju onoga što proučavamo (kao što se fenomeni oko nas (i u nama) i događaju u jednom cjelovitom kontekstu realnosti i života.)

Studija *Tagging the Neuronal Entrainment to Beat and Meter*¹⁵⁷ iz 2011. godine bavi se percepcijom otkucaja i metra koristeći neuroznanstvene laboratorijske metode. Prikupljaju se podaci dobiveni EEG-om na način da sudionici slušaju ravnomjerne otkucaje i zamišljaju dvodobne ili trodobne mjere na te otkucaje. Rezultati pokazuju da se usklađivanje neurona (*neural entrainment*) na percipirane otkucaje i zamišljene mjere može detektirati EEG-om kao periodički odgovor na te podražaje. Zamišljanje mjera proizvelo je i dodatni periodički signal koji je također zabilježen EEG-om (u obliku supharmoničke frekvencije zamišljene mjere ($f/2$ ili $f/3$)). Autori drže da su sve ovo snažni dokazi za tzv. rezonantnu teoriju otkucaja i metra (*resonance theory for beat and meter*) koja sugerira da se percepcija otkucaja odvija putem usklađivanja/*entrainment*a neurona koji vibriraju ili odjekuju¹⁵⁸ (*resonate*) s frekvencijom otkucaja. Uopćeno, žele sugerirati i da glazba pruža jedinstveni kontekst za istraživanje fenomena *entrainment*a pri dinamičkom kognitivnom procesiranju na razini neuronskih mreža.

¹⁵⁷ Nozaradan i dr. 2011.

¹⁵⁸ Ovdje svakako želimo izbjeći posljednjih godina kolokvijalno veoma popularno doslovno prevođenje glagola *resonate* (*with*) s rezonirati. (Npr. Rezonira li to s tobom? Rezoniraš li s ičim od ovoga što si čula? Itd.)

Zanimljiva je posljednja rečenica, no sjetimo se da je to bilo prije više od deset godina. Neuroznanost je otišla još dalje u tome razdoblju.

Sljedeća studija¹⁵⁹ iz 2016. godine također se bavi otkrivanjem mehanizama usklađivanja tijela i uma sa izvanjskim ritmovima. Kao i prethodna, snažno se oslanja na mnoge teorije i istraživanja iz područja kognitivne psihologije koja smo spomenuli u istoimenom potpoglavlju (Jones, Large i dr.) Na neki način ono što su te teorije predmnijevale, sada se pokušava pokazati i/ili razumjeti neuroznanstvenim metodama. Ovoga puta također putem EEG-a uz bihevioralno mjerenje senzomotoričke aktivnosti. Ispitanici su glazbenici različitoga stupnja obrazovanja i iskustva. Senzomotorička sinkronizacija ispituje se kucanjem dobe prstima na dobu sinkopiranoga i nesinkopiranoga ritma. Ako je (hipoteza da je) usklađivanje neurona (*neural entrainment*) temeljna pretpostavka za senzomotoričku sinkronizaciju, pitanje je u kakvom su točno odnosu izvanjska vidljiva ponašanja usklađivanja (*entrainment behaviors*) i skrivena unutarnja usklađivanja neurona. Pokazuje se da endogene komponente podržavaju vremenska predviđanja koja onda omogućuju osobama da anticipiraju nadolazeće događaje te shodno tome pokrenu motoričko planiranje koje onda rezultira sinkroniziranim pokretima na ritam. Međutim, neurofiziologija potencijala koje pokazuje EEG tijekom slušanja ritmova i dalje ostaje nejasna. Ono što je jasno jest da je važno kombinirati podatke o neuronskim aktivnostima s odgovarajućim bihevioralnim mjerenjima. I dalje preostaje istražiti je li ovim procesima doprinose skupine neurona posvećene specifično slušnim procesima ili su zaslužne međusobno povezane slušno-motoričke mreže. Pokazalo se i da je stupanj glazbenoga obrazovanja pozitivno korelirao s indeksom vremenskog predviđanja (*temporal prediction*).

Michaela Thauta već smo spominjali u ranim fazama upotrebe pojama *entrainment* u muzikoterapiji.¹⁶⁰ U preglednome članku iz 2010. godine¹⁶¹ radi pregled o utjecaju ritamske slušne stimulacije (*rhythmic auditory stimulation (RAS)*) na rehabilitaciju osoba s poremećajima motoričkoga sustava. Autori započinju pregled sa radovima od kraja 1960-ih, no

¹⁵⁹ Nozaradan i dr. 2016. Sintagma iz naslova, „*cortical entrainment*”, označava usklađivanje koje se događa u kori (korteksu) velikoga mozga. U fokusu je neuroznanstvenih istraživanja procesa produkcije i percepcije i glazbe i govora. Sintagma je postala veoma uobičajena u neuroznanstvenim istraživanjima posljednjih godina. Pretpostavka je da signali iz kore pokazuju oscilatorne karakteristike te da se faza tih oscilacija prilagođava kako bi osigurala visoku osjetljivost za relevantne kvaziritamske i ritamske ulazne signale. Usp. Alexandrou i dr. 2020: 681.

¹⁶⁰ Usp. bilj. 98.

¹⁶¹ Thaut i Abiru 2010.

fokusiraju se na radove unatrag dva desetljeća (u tome trenutku) kada su se (neuroznanstveno) počeli jasno pokazivati neuronski temelji glazbene percepcije i produkcije. Ta su fiziološka istraživanja pokazala da slušni ritam ima snažan utjecaj na motorički sustav. Slušni i motorički sustavi snažno su povezani preko brojnih moždanih i moždinskih struktura. Slušni sustav je brzi procesor vremenskih informacija koje šalje u motoričke strukture mozga te tako stvara usklađivanje (*entrainment*) između ritamskoga signala i motoričkog odgovora. Na temelju ovih fizioloških dokaza, provodile su se tijekom zadnjih desetljeća brojne kliničke studije koje su pokušavale pokazati učinak ritma i/ili glazbe na funkcionalne promjene u motorici (tzv. motorička terapija (*motor therapy*)) kod pacijenata s moždanim udarom, Parkinsonovom bolešću, traumatskim ozljedama glave i sl. Rezultati studija koje autori detaljno navode pokazuju značajan utjecaj i pomoć kod poboljšanja hodanja ili funkcije gornjih udova pomoću ritamske slušne stimulacije (RAS).

U mnogim slučajevima dosad vidjeli smo da se pojam *entrainment* ne događa samo u fizikalnim ili biološkim sustavima, već i u nama samima, u vezi između našega slušnog sustava i naše motorike. Michael Thaut¹⁶² s kolegama još 1990-ih je istraživao utjecaj ritamskoga *entrainment* na rehabilitaciju. Pokazalo se da unutarnja periodičnost slušnih ritamskih procesa i obrazaca može uskladiti ritmove i ritamske obrasce pokreta kod pacijenata s motoričkim poremećajima, odnosno poremećajima pokreta. U članku iz 2014. godine¹⁶³ sa suradnicima pokazuje neurobiološke temelje za tzv. neurološku muzikoterapiju. Fiziološke, kinematičke i bihevioralne analize pokreta pokazale su da ključevi (*cues*) *entrainment* mogu izmijeniti pravodobnost (*timing*) pokreta, a matematičkim se modelima ritamskih obrazaca mogu napraviti specifikacije za dinamiku cijeloga pokreta te se na taj način može modelirati motoričko planiranje i izvršavanje pomoću koga se dalje planira rehabilitacija, odnosno terapija. To takozvano vremensko ritamsko usklađivanje (*temporal rhythmic entrainment*) proširilo se i u druga područja primjene kao što su kognitivna rehabilitacija ili govorna i jezična rehabilitacija. Sve su to bili dokazi i poticaji za razvoj neurološke muzikoterapije. Razvijen je

¹⁶² Nekada profesor na Sveučilištu Colorado, a danas na Sveučilištu u Torontu. Thaut je između ostaloga jedan od suurednika priručnika *The Oxford Handbook of Music Psychology* te urednik priručnika *The Oxford Handbook of Music and Brain Research* i *The Oxford Handbook of Neurologic Music Therapy*. Usp. <https://rsi.utoronto.ca/faculty/michael-thaut>, pristup 05. rujna 2023.

¹⁶³ Thaut i dr. 2014.

cijeli klinički sustav terapije glazbom koji se može i učiti na Akademiji za neurološku muzikoterapiju.¹⁶⁴

Na samome početku bavljenja ovom temom bilo mi je neobično kako u enciklopedijskom priručniku *Grove* ima tako malo informacija o *entrainmentu*. Kako smo ranije rekli,¹⁶⁵ spominje se samo na pet mjesta, odnosno u pet natuknica. Jedna od njih je *Animal music*. Dvije su verzije natuknice, jedna iz 2001. godine i druga, revidirana iz 2014. U prvoj se verziji¹⁶⁶ pojam ne spominje, a nekoliko misli koje se bave ritmom kod životinja tiču se njihova glasanja (ritmičnost u ptičjem pjevu i slično), dok se ritmično gibanje na vanjski ritamski podražaj ne spominje. Zanimljiv bi mogao biti jedino sljedeći zaključak jednoga odlomka: „[...] Analogies that have been drawn between structural factors in human music and, especially, birdsong [...] invite further enquiry.” Takva istraživanja (koja uspoređuju glazbena ponašanja između ljudi i životinja) u idućim će se godinama i provoditi.

Stoga će se u sljedećoj verziji¹⁶⁷ priručnika *Grove* konačno naći pojam *entrainmenta*, i to u sintagmi *rhythmic entrainment*, koja se objašnjava se kao sposobnost proizvodnje zvuka u koordinaciji s izvanjskim ritmom. Dugo se smatrala isključivo ljudskom sposobnošću, međutim, u posljednjim desetljećima istražuje se i kod drugih vrsta. Osobito se američki biolog (i profesor psihologije) Aniruddh Patel bavio glazbenom kognicijom među različitim vrstama.

U članku iz 2014. godine u suradnji s Johnom Iversenom¹⁶⁸ bavi se percepcijom otkucaja (*beat perception*). Darwin je u svoje vrijeme držao da su unutarnji (neuronski) putevi percepcije otkucaja generalno slični među vrstama. Na tim osnovama razvile su se neke teorije o percepciji metra. Međutim, autori ovoga članka oslanjaju se na (tada) recentna istraživanja percepcije metra u drugih vrsta (osim čovjeka), navodeći neke studije koje su se bavile percepcijom metra kod određenih vrsta papiga, azijskoga slona i kalifornijskoga morskog lava. (Iste studije spominju se i u revidiranoj natuknici iz 2014. godine u *Groveu*.¹⁶⁹) Donose drukčiji

¹⁶⁴ Neurološka muzikoterapija (NMT)® klinički je sustav koji se temelji na istraživanjima i dostignućima u neuroznanosti te na razumijevanju percepcije, kognicije i proizvodnje glazbe te načina na koji glazba utječe na i može mijenjati neglazbeni mozak i ponašanje, a koristi se u terapeutske svrhe kod neuroloških bolesti čovjekova živčanog sustava. Usp. <https://nmtacademy.co/key-elements-of-nmt/>, pristup 05. rujna 2023.

¹⁶⁵ Usp. bilj. 2.

¹⁶⁶ Slater 2001.

¹⁶⁷ Slater/Doolittle 2014.

¹⁶⁸ Usp. Patel i Iversen 2014.

¹⁶⁹ Usp. bilj. 145.

pogled od Darwinova, odnosno nastoje specifičnije odrediti mehanizme percepcije metra od pukih generalizacija. Drže da je percepcija metra kompleksna moždana funkcija koja zahtijeva vremenski preciznu komunikaciju između slušnih regija i regija za motoričko planiranje (čak i kada se sami pokret ne događa, tj. ne izvršava). Ova ideja nije nova, tj. sama povezanost slušnih i motoričkih regija u percepciji i/ili izvođenju zvukova i/ili glazbe, no autori je pokušavaju nadopuniti Patelovom hipotezom još iz 2006. godine o vokalnom učenju i ritmskoj sinkronizaciji (*vocal learning and rhythmic synchronization hypothesis*), koja govori da neuronske promjene koje se u slušno-motoričkom sklopu događaju uslijed evolucije vokalnoga učenja stvaraju kapacitet za sinkronizaciju pokreta na otkucaj u glazbi jer je evolucija vokalnoga učenja više i bolje integrirala slušne i motoričke regije nego što su inače integrirane kod vrsta koje nemaju vokalizaciju (kao što imaju ljudi). Ovu hipotezu pokušavaju povezati sa spomenutim studijama o drugim vrstama te ju primijeniti barem na životinje poznate po vokalnom učenju (*vocal learners*) kao što su papige i azijski slonovi. Simulacija periodičkoga pokreta u regiji za motoričko planiranje stvara neuronski signal koji pomaže slušnom sustavu da predvidi kad će nastupiti sljedeći otkucaj (tzv. hipoteza ASAP – *action simulation for auditory prediction*). Ova bi veza među regijama mogla biti jača kod vrsta koje uče vokalno, što može objasniti i zašto neljudski primati ne pokazuju sposobnost percepcije otkucaja. Prikazuju se dosadašnja i predlažu buduća istraživanja percepcije metra među vrstama.

3.3.1. Etnomuzikologija, muzikologija, daljnji koraci

Istraživanje *entrainment* (u ishodišnome članku) nije nastalo izolirano. U razdoblju od 2004. do 2007. godine Britanska je akademija financirala projekt međunarodne suradničke mreže *Entrainment u glazbenom istraživanju*.¹⁷⁰ Željelo se istražiti i pokazati na koji način istraživanje *entrainment* ima potencijal za istraživanja u glazbi. Isto tako željele su se kroz interdisciplinarnu suradnju razviti istraživačke metode za muzikologiju. Voditelji su bili prof. Martin Clayton (tada profesor na The Open University (V.B.), prof. emeritus Udo Will (profesor kognitivne etnomuzikologije na Ohio State University; također jedan od rijetkih koji ima sljedeću kombinaciju titula: doktorat iz muzikologije i doktorat iz neurobiologije, što ga čini izuzetno kompetentnim upravo za ovakav interdisciplinarni rad) i prof. emeritus Ian Cross

¹⁷⁰ Za detalje o sastancima, predavanjima i dokumentima vezanima uz ovaj projekt usp. <http://www.open.ac.uk/Arts/experience/entrainment.htm>, pristup 25. svibnja 2023.

(danas umirovljeni ravnatelj Centra za glazbu i znanost (CMS)¹⁷¹ Sveučilišta Cambridge). Osim njih suradnici su bili i grupa profesionalnih kolega i studenata te su svi zajedno radili na razvijanju ovih metoda. Željelo se sintetizirati spoznaje iz kognitivne psihologije i neuroznanosti uz razmatranje glazbenih ponašanja u društvenom i kulturnom kontekstu (*'real-life' behaviours*). Jedna od posljedica ovoga projekta jest i naš ishodišni članak, a i drugi koji su slijedili, osobito oni profesora Claytona (sa ili bez suradnika).

Približno istovremeno s ovim projektom odvijao se i drugi istraživački projekt *Experience and meaning in music performance*,¹⁷² financiran od 2005. do 2009. godine. Njime se željelo istražiti kako glazbenici i slušatelji doživljavaju glazbenu izvedbu i kakvo joj značenje pridaju na temelju toga iskustva. I ovaj je projekt bio interdisciplinarni te su se nastojale sintetizirati etnografske i empirijske metode. Načinile su se video i audiosnimke visoke kvalitete živih izvedbi (različitih ansambala i grupa), prvenstveno u Indiji te Brazilu i Britaniji i željelo se razviti nove metode za njihovu analizu. Dakako istraživanje je bilo pod utjecajem pojma *entrainment* iz bioloških, kognitivnih i društvenih znanosti te također iz glazbene psihologije i proučavanja proto-glazbenog ponašanja (u djece). Također su utjecale i studije ljudske interakcije temeljene na filmskim i videosnimkama, kao i nastanak novih teorija o otjelovljenoj kogniciji¹⁷³. Iz ovoga je projekta proizašlo nekoliko doktorskih disertacija i članaka te knjiga *Experience and Meaning in Music Performance*.¹⁷⁴

Metodološki pristup slijedi upute koje su već sugerirane u ishodišnome članku. Nakon videosnimanja slijedi nekoliko analitičkih faza. Najprije se opišu glavne značajke iz same izvedbe te neke zanimljivosti iz razgovora sa samim izvođačima, a ako postoje, čak i promatranja nastala tijekom podučavanja ili pokusa (za izvedbu). Zatim se odaberu dijelovi snimke koji se detaljno transkribiraju tako da se zabilježe i glazbene i gestičke informacije

¹⁷¹ Usp. <https://cms.mus.cam.ac.uk/>, pristup 11. rujna 2023.

¹⁷² Za detalje o istraživačkim pitanjima, prikupljenim podacima i arhiviranom materijalu iz mnogobrojnih snimaka te doktorskim disertacijama nastalima iz ovoga projekta usp. <http://www.open.ac.uk/Arts/experience/index.html>, pristup 25. svibnja 2023.

¹⁷³ *Embodied cognition*. Na internetu sam u različitim radovima (diplomskim ili disertacijama, no neobjavljenima) pronašla obje sintagme – otjelovljena kognicija i utjelovljena kognicija. 'Struna' donosi drugu sintagmu, usp. <http://struna.ihjj.hr/en/naziv/utjelovljena-spoznaja/54300/>, pristup 11. rujna 2023. Unatoč tome odlučila bih se za prijevod 'otjelovljena'. Ako primjerice govorimo o ritmu, možemo reći *embodied rhythm*. Ako je utjelovljen, čini mi se da je ritam postao tijelo(m) (i možda čak prestao postojati), a ako je otjelovljen, čini mi se da je ritam dobio tijelo (a tijelo dobilo ritam, ritmizirano je, ritam je pokrenuo tijelo) tako da ni jedno ni drugo nije nestalo. Također je i razlika u hrvatskome među glagolima; utjeloviti (koga, što) je prijelazni, a otjeloviti (se) povratni pa bi možda argumentacija mogla doći i iz toga pravca.

¹⁷⁴ Usp. Clayton 2013.

(gestičke pomoću softvera za opservacijsku analizu (*observational analysis software*)). Iz ovih se podataka zatim izdvoje dijelovi koji se dalje koriste za detaljnu statističku analizu.

U članku iz 2007. godine,¹⁷⁵ koji je nastao u sklopu ovoga projekta, primjenjuju se izložene metode. Temelj istraživanja je videosnimka izvedbe indijske rage (Shree Rag u izvedbi (danas pokojne, legendarne pjevačice indijske klasične glazbe) Veene Sahasrabuddhe). Analiza se radila koristeći softver The Observer Video-Pro,¹⁷⁶ namješten tako da bilježi trzanje žica tanpure i lupkanja otkucaja (rukom ili prstom) kod samih izvođača. Iz softvera su izvučeni podaci o vremenskim serijama na koje su se onda primijenili izračuni faznih odnosa. Otkriveno je nekoliko mjesta gdje se dogodilo samousklađivanje (*self-entrainment*) i međusobno usklađivanje (*interpersonal entrainment*). Prema kazivanju izvođača, tanpura bi trebala ritamski biti posve samostalna, no ipak su se dogodila usklađivanja. U tome slučaju može se govoriti o nenamjernom usklađivanju (*unintended form of emergent order*). Iz ovoga se vidi kako su ovakve analize *entrainments* korisne. Pokazuju fenomene koje običnim slušanjem ne bismo zamijetili.

Kao što je cilj samoga projekta bio istražiti ulogu *entrainments* glazbenika i slušatelja s glazbenim ritmom te proučiti gestičku komunikaciju i njihov odnos sa procesom stvaranja značenja (*meaning construction*), već smo rekli da je jedan od rezultata projekta bio nastanak istoimene knjige *Experience and Meaning in Music Performance*. Knjiga se sastoji od niza poglavlja sa zajedničkim nazivnikom u pojmovima iz naslova: iskustvo, značenje i izvedba. Koriste se muzikološke i etnografske metode kao i analiza pokreta izvođača i slušatelja. Želi se stvoriti paradigma o glazbi u odnosu na ljudsko tijelo, odnosno u odnosu na tzv. glazbeno otjelovljenje¹⁷⁷ (*musical embodiment*) ili otjelovljenu glazbenu kogniciju (*embodied music cognition*) tijekom izvedbe – dok izvodimo (i percipiramo) glazbu, naš osnovni medij i oruđe jest tijelo i nemoguće ga je od glazbe odvojiti ili izdvojiti (kako se to tradicionalno činilo, osobito baveći se glazbom kroz analizu zapisa, tj. djela izoliranog od subjekta koji ga stvara (čovjek) i objekta koji ga 'izvršava' (ljudsko tijelo)). U nastavku taj tjelesni doživljaj percepcije i produkcije oblikuje naše glazbeno iskustvo i značenje koje mu pridajemo. Jedno od poglavlja jest ono Martina Claytona (br. 2) s naslovom *Entrainment, Ethnography and Musical*

¹⁷⁵ Clayton 2007.

¹⁷⁶ Usp. bilj. 134.

¹⁷⁷ O samome pojmu otjelovljeno/otjelovljenje (nasuprot utjelovljenju) kao prijevodu za *embodied/embodiment* usp. bilj. 144.

Interaction. Na neki je način priprema za sljedeća poglavlja: povezuje pojam *entrainment* sa sinkronizacijom tijekom glazbene izvedbe i s razvojem teorije dinamičkih sustava i kognitivnom znanosti.

Različiti su stupnjevi *entrainment*, kao što smo već vidjeli tijekom dosadašnjega izlaganja, intrapersonalni, interpersonalni i intergrupni. Svi su ovi stupnjevi važni, a osobito će ovaj posljednji biti u fokusu posljednjih godina pri istraživanju društvene dinamike (društvenih dinamika); upravo za takva istraživanja nužno je proučavanju glazbene interakcije i koordinacije pristupiti interdisciplinarno.

Ova će istraživanja (društvenih dinamika) biti svojevrsna sljedeća stepenica u primjeni pojma *entrainment* na glazbena istraživanja. U tome smislu spomenimo članak iz 2020. godine *Interpersonal Entrainment in Music Performance: Theory, Method, and Model* Martina Claytona i suradnika.¹⁷⁸ Ako je Claytonov ishodišni članak bio početak jedne putanje za nas u ovome radu, onda ovaj iz 2020. godine može biti upravo završni jer uistinu kao da smo prošli jednu putanju od jednog temeljnog upoznavanja s pojmom i prvih ozbiljnijih pokušaja njegove primjene na glazbena istraživanja (barem po metodi i na način kako su to tada ponudili Clayton i suradnici) preko petnaestak godina daljnjih istraživanja pa sve do ovoga posljednjeg članka koji u jednu ruku zaokružuje one stare ideje i principe i otvara neka nova (stara) područja i perspektive za budućnost. Članak problematizira mehanizme zajedničkoga muziciranja koji su onkraj *entrainment* i senzomotoričke sinkronizacije. Želi istražiti nešto o čemu se malo govori, a to je različitost ovih procesa među kulturama, odnosno, ima li, i ako da, kakve, učinke *entrainment* u različitim kulturama. Autori predlažu novi model koji razlikuje dvije komponente međusobnoga usklađivanja: *senzomotoričku sinkronizaciju*, koja je uvelike automatski proces (proces koji se temelji na ritmovima perioda u rasponu od 100-2000 ms) i *koordinaciju*, koja se proteže u duljim vremenskim rasponima i podliježe puno svjesnijoj kontroli. Po prvi puta u istraživanjima radi se usporedba međukulturnoga interpersonalnog *entrainment* u prirodnim glazbenim izvedbama.

¹⁷⁸ Clayton i dr. 2020.

3.4. Zaključak

Teško je nakon pročitane literature o ovoj temi staviti točku na i, gotovo kao kada čovjek dovrši čitanje neke knjige pa ga uhvati neobična sjeta jer je priča došla svome kraju. No s obzirom na to da se radi o radu koji ima svoje propozicije i granice, moramo ih poštivati i pokušati vidjeti otkud smo krenuli, što se dogodilo u međuvremenu i kamo smo stigli. Kada su autori ishodišnoga članka napisali da tek treba započeti ozbiljni rad koji bi pokazao ne samo da se usklađivanje događa tijekom muziciranja, nego i na koji se način razlikuje od oblika usklađivanja koje doživljavamo *bez glazbe*, te da bi studije *entrainment* mogle razjasniti odnose moći relevantne za glazbeni kontekst,¹⁷⁹ mislila sam da se tu negdje krije pravi početak ovoga rada. I uistinu se krije; ozbiljno bavljenje *entrainmentom*, osobito u kontekstu živoga muziciranja, bilo je potrebno i ono je započeto. Međutim, u nastavku njihova teksta još sam više uvidjela osnove za uzimanje upravo toga teksta kao ishodišnoga, dočim je kasnije bavljenje temom otkrilo svojevrsnu dalekovidnost ovih stručnjaka i njihovoga članka. Oni drže da bi još veća uloga *entrainment* mogla biti dijelom promjene paradigme u etnomuzikologiji, čiji bi posao bilo istraživanje muziciranja kao otjelovljenoga, interaktivnoga, komunikativnoga ponašanja. Iako bi mnogi etnomuzikolozi s pravom mogli reći da već rade taj posao, autori teksta smatraju da bi ozbiljno razmatranje koncepta *entrainment* na jednoj općenitoj i apstraktnoj razini i razvoj metodologija koje su empirijske i ekperimentalne, kao i etnografske, potencijalno mogli dovesti do značajnog pomaka u fokusu etnomuzikoloških istraživanja.¹⁸⁰ Vjeruju i da ova vrsta pristupa može doprinijeti raspravama o glazbenom afektu, o mjestu emocija u glazbi te o konceptu glazbenoga značenja.¹⁸¹ Nadalje, drže da se istraživanje *entrainment* unutar etnomuzikologije oslanja na integraciju glazbene, kognitivne i kulturne teorije, što omogućuje da se glazbeno iskustvo, iako u svakom zasebnom slučaju jedinstveno, uvijek opiše kao društveno, a zvuk shvati kao svojevrsno sučelje koje visceralno i kognitivno povezuje jedinke sa društvom.¹⁸²

Namjera je autora članka bila dvojaka; s jedne strane etnomuzikološkomu čitateljstvu iznijeti neke od ključnih značajki pojma *entrainment* i njegove primjene u glazbi i drugim područjima, a s druge potaknuti kolege etnomuzikologe da im se pridruže u daljnjoj gradnji

¹⁷⁹ Usp. Clayton i dr. 2005: 38.

¹⁸⁰ Usp. Clayton i dr. 2005: 39.

¹⁸¹ *Ibid.*

¹⁸² *Ibid.*

(istraživanja) na temelju ovoga koncepta.¹⁸³ Ukoliko bi se to istraživanje moglo dalje razvijati, kako kroz pojedinačne tako i kroza zajedničke projekte, korist za etnomuzikologiju, ali i druga područja bila bi obostrana; etnomuzikolozi bi imali priliku surađivati sa znanstvenicima iz drugih disciplina, ali također i značajno doprinijeti i razviti teorije od velike važnosti za biološke i društvene znanosti.¹⁸⁴ Konačno, autori vjeruju da postoji mnogo toga što se mora istražiti o ljudskom mišljenju i ponašanju, a što se može učiniti samo uza značajan doprinos etnomuzikologa.¹⁸⁵ Čini mi se da se svaka od ovih brojnih ideja 'ostvarila'. Pitanje ostaje je li netko uistinu dalekovidan u nekom neobjašnjivom smislu ili su autori naprosto kroz vlastite tada već postojeće eksperimente, kao i na temelju dobro proučene bogate literature, osobito one s područja psihologije glazbe, došli do svih svojih dalekosežnih prijedloga. Također bi se u navedenim zamislima riječi *ethnomusicology* i *ethnomusicologist* mogle zamijeniti s *musicology* i *musicologist* u smislu da se cijela ova promjena paradigme odnosi na oba pristupa u muzikologiji. Ne samo zato što se u posljednjemu spomenutom radu¹⁸⁶ između ostalih ansambala analizira i jedan gudački kvartet (njegova živa izvedba), nego zato što se u međuvremenu od nastanka članka ta promjena paradigme i dogodila na različitim institucijama koje se bave glazbom i znanostima.

Navedimo primjerice već spomenuto Sveučilište Durham. U svojem laboratoriju za glazbu i znanost (*The Music & Science Lab (MSL)*) okupljaju studente različitih usmjerenja kako bi provodili interdisciplinarna istraživanja o procesima koji se kriju iza glazbenih aktivnosti. Kao što smo vidjeli dosad, postoje načini i metode kojima se ti procesi mogu empirijski detektirati i proučavati. Jedan od načina takvih istraživanja svakako je analiza glazbenih zbivanja putem video i audiosnimanja kao načina prikupljanja podataka. Osim proučavanja putem snimljenoga materijala, provode se i opservacije tijekom živih izvedbi, kao i prikupljanje podataka o fiziološkim ili neuronskim aktivnostima. Naravno da je za sve te aktivnosti potrebna i odgovarajuća oprema, no ako neka ustanova nosi naziv laboratorij, logično je da takva oprema neće biti u pitanju. Radi se o, primjerice, spravama za mjerenje psihofizioloških aktivnosti (GSR,¹⁸⁷ EKG, disanje, EMG), EEG, praćenje pokreta oka, bežične kartice za prikupljanje reakcija publike itd.) Laboratoriju pripada i posebna jedinica za

¹⁸³ *Ibid.*

¹⁸⁴ *Ibid.*

¹⁸⁵ *Ibid.*

¹⁸⁶ Clayton 2020.

¹⁸⁷ Usp. <http://struna.ihjj.hr/naziv/galvanska-reakcija-koze/44581/>, pristup 15. listopada 2023.

audiovizualnu dokumentaciju i analizu (*Audiovisual Documentation and Analysis Lab* (ADAL)) s profesionalnom opremom za video i audiosnimanje i uređivanje te u sklopu glazbenog odjela i različiti studiji za audiosnimanje i elektroničku glazbu te laboratorij za glazbenu tehnologiju.

Studij nudi dva modula: glazba i znanost te psihologija glazbe. Prvi se bavi psihoakustikom, analizom velikih korpusa (glazbe) i metodama za hvatanje reakcija na glazbu dok se drugi više bavi psihološkim aspektima slušanja i izvođenja glazbe, emocionalnim reakcijama na glazbu, glazbenom memorijom te korištenjem glazbe u svakodnevnom životu. Oba smjera, međutim, omogućuju studentima provođenje istraživanja putem prikupljanja i analize relevantnih podataka. Osim toga, bave se i eksperimentalnim dizajnom, kvalitativnom analizom, statistikom i tehnikama kompjuterskoga modeliranja. Sve je ovo samo ilustracija jednoga kurikula koji je jednostavno nužan za nekoga tko se želi upuštati u ovakvo područje istraživanja.

Još kompleksniji primjer istraživačkoga duha imamo na kanadskome Sveučilištu McGill u Montrealu. U sklopu glazbenoga odjela *Shulich School of Music* djeluje niz ustanova i laboratorija¹⁸⁸ koji se na razne načine bave proučavanjem glazbe. CIRMMIT¹⁸⁹ je centar za interdisciplinarno istraživanje glazbenih medija i tehnologije. Objedinjuje istraživače i studente sa više institucija osim svojih sa Sveučilišta McGill. Bavi se interdisciplinarnim istraživanjem vezanim za stvaranje glazbe, kako kod skladatelja tako i kod izvođača. Bavi se i načinom na koji vid i dodir komuniciraju s glazbom i zvukom. Osim sa vrhunskim istraživačima, povezan je i sa industrijom kako bi se istraživanja koja provode realizirala u praktičnim primjenama tehnologije. Jedna od važnih sastavnica ove ustanove je *Music Multimedia Room* (MMR),¹⁹⁰ vrhunski dizajnirani prostor s modularnom akustičkom opremom pomoću koje se mogu proučavati živa izvedba, kretanje snimljenoga zvuka kroz prostor te dakako kognicija i percepcija tijekom glazbene izvedbe. Ovaj prostor dvojako djeluje na tehnologiju. S jedne strane vrhunska se tehnologija ugrađuje u njega, a s druge strane, njegova pionirska istraživanja

¹⁸⁸ Usp. <https://www.mcgill.ca/music/about-us/research>, pristup 25. svibnja 2023.

¹⁸⁹ To je skraćena za *The Centre for Interdisciplinary Research in Music Media and Technology*. Usp. <https://www.mcgill.ca/music/about-us/research/cirmmt>, pristup 25. svibnja 2023.

¹⁹⁰ Usp. <https://www.cirmmt.org/en/facilities>, pristup 25. svibnja 2023.

utječu na kreiranje inovativne tehnologije. Multikanalni zvučni sustavi (*sound systems*) koriste se za istraživanje percepcije i za analizu izvedbi velikih ansambala.

Spomenimo i neke laboratorije u sklopu ovoga odjela za glazbu: *Computational Acoustics Modeling Laboratory* (CAML), *Distributed Digital Music Archives and Libraries Laboratory* (DDMAL), *Input Devices and Music Interaction Laboratory* (IDMIL), *Music Perception and Cognition Laboratory* (MPCL), *Music Performance and Body Lab* (MPBL), *Sound Processing and Control Laboratory* (SPCL), *Virtual Acoustic Technology Laboratory* (VAT). Iz samih imena možemo predmijevati čime se bave, a sve su to već spomenute kategorije, od snimanja i istraživanja samoga glazbenog zvuka do promatranja motorike i drugih fizioloških procesa aktivnih tijekom izvedbe, no u slučaju ove ustanove, mogućnosti mjerenja i ispitivanja su na najvišoj zamislivoj razini.

Konačno, spomenimo i centar RITMO Sveučilišta u Oslu. To je interdisciplinarni istraživački centar s fokusom na istraživanju i razumijevanju ritma kao temeljnoga svojstva ljudskoga života.¹⁹¹ Njegova se interdisciplinarnost postiže horizontalnim povezivanjem Odsjeka za psihologiju, Odsjeka za informatiku i Odsjeka za muzikologiju Sveučilišta u Oslu. Svi su istraživači dijelom barem jednoga od tih odsjeka. Četiri su osnovna područja ili teme kojima se bave: Interakcija i ugoda, Interakcija i robotika, Struktura i estetika, te Struktura i kognicija. Svako od tih područja istražuje se kroz niz projekata. Za temu *entrainment*a sigurno su najzanimljivija prvo i posljednje područje, no sva se ona bave ritmom i međusobno dijele opremu i rezultate.

Kada sam krenula temu istraživati na internetu, među prvim institucijama koje sam otkrila bio je RITMO. Nastavila sam pratiti njihov ažurni kanal na *Youtube*-u te sam i kroz te videozapise doznala mnoge detalje koji su mi također pomagali u radu. Bilo je zanimljivo gledati kako se počinje „slagati slagalica“ između literature koju čitam, institucija koje se bave time što se opisuje u literaturi i konačno, osoba koje su glavni akteri jednoga i drugoga, od početnih istraživanja (poput našeg ishodišnoga članka) do novih gibanja koja su zasigurno ti akteri pomogli pokrenuti i/ili dalje održavati. Jedna od takvih prilika gdje su se spojile ovakve

¹⁹¹ Puni naziv centra je *RITMO Centre for Interdisciplinary Studies in Rhythm, Time and Motion*. Usp. <https://www.uio.no/ritmo/english/>, pristup 05. svibnja 2023.

različite, a zajedničke informacije, bila je međunarodna radionica koju je u kolovozu ove godine organizirao RITMO na temu *entrainment*,¹⁹² uza sudjelovanje eminentnih međunarodnih stručnjaka i studenata koji su izlagali svoje istraživačke teme vezane uz *entrainment*, od muzikologije i etnomuzikologije do neuroznanosti, glazbene kognicije i kompjuterskog modeliranja. Neke trenutke pratila sam uživo putem interneta, no bilo bi suvišno ovdje nabrajati sve teme koje su prezentirane jer na *Youtube* kanalu vezanom uz ovaj događaj možemo naći 75 videozapisa,¹⁹³ od kojih svaki pokriva jedno istraživanje.

Razlog zbog koga spominjem ovih nekoliko eminentnih institucija jest dvojak. Ako se sjetimo inicijalnih pitanja ovoga rada, htjelo se odgovoriti je li inicijalni članak iz 2005. godine bio vizionarski, je li se ostvarilo išta što je predlagao, u kojem se smjeru otišlo itd. Kako smo već naveli na početku ovoga poglavlja, iz iščitane literature čini se da se ostvarila svaka točka navedena u gornjim prijedlozima iz članka. Ostvarila se u smislu da se svako spomenuto pitanje ili područje počelo istraživati i istražuje se i dalje. Jedan od pokazatelja toga jest i ovakva jedna radionica kakva se odvila u Oslu u kolovozu, na kojoj se vidjela sva širina primjene pojma *entrainment* koju su Clayton i suradnici u svome članku predmnijevali ili, bolje rečeno, sa popriličnom sigurnošću najavljivali. Jesu li oni znali nešto što mi ne znamo, jesu li bili dalekovidni? U neku ruku, pozitivan je odgovor na oba pitanja. Da su znali „nešto što mi ne znamo“, pokazalo se kroz različite ranije spomenute projekte koji su financirani od različitih institucija, državnih ili privatnih fondova. U tome smislu, imajući u vidu da su imali platformu putem koje su se onda i mogli baviti istraživanjem, ta im je neometana mogućnost pomogla da postanu i takoreći dalekovidni, odnosno da, sagledavši sav rad koji su poduzeli istraživači prije njih te uza spoznaje temeljene na vlastitome radu, budu u stanju predvidjeti i artikulirati kamo se može i treba ići dalje, i to artikulirati tako jasno kao što su to uspjeli u svome inicijalnom članku.

Ostaje također pitanje jesu li baš oni utjecali na razvoj svih ovih gotovo nestvarno futurističkih akademskih istraživačkih institucija ili se jednostavno kroz godine rada i samih autora i svih njihovih suradnika, istraživača i studenata na različitim stranama svijeta, izgradila

¹⁹² Usp. <https://www.uio.no/ritmo/english/news-and-events/events/workshops/2023/entrainment-workshop/index.html>, pristup 05. rujna 2023.

¹⁹³ Usp. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLqsF-50GsUfaZiIXemZJkwrxv5NIaDQ-Z>, pristup 11. rujna 2023.

svijest o ovom fenomenu te je uz tehnološki napredak koji je zahvatio sva područja ljudskoga djelovanja, osobito posljednjih desetak godina, naprosto došao pravi trenutak za pojam *entrainment*, odnosno 'došlo je njegovo vrijeme'.

Apstrahirajući pitanja što je bilo prije, možda bi bilo dobro pogledati kakva je situacija u nas, što je također razlog zašto sam spominjala gornje fantastične institucije. Koliko mi je poznato, u mojem glazbenom obrazovanju (barem onom nekadašnjemu), ali i djelovanju kao profesor ili korepetitor u plesnoj školi, ovaj se pojam nikada i nigdje nije spominjao. Općenito mislim da se premalo govori u cjelokupnom našem glazbenom obrazovanju o vezi između glazbe i pokreta (plesa), odnosno glazbe i tijela. Kao da se ta veza negdje po sebi podrazumijeva pa joj se ne pridaje posebna pozornost. A kada uđemo u učionicu ili nakon što izađemo iz studentskih klupa, shvatimo da se to itekako ne podrazumijeva. Osobito se u glazbenom obrazovanju tijelom bavimo najčešće tek kada nastanu neki problemi, uglavnom medicinski. No pojam *entrainment* u cijeloj širini njegove primjene koja se protegnula kroz navedenu (i brojnu nenavedenu) literaturu otvara posve nove horizonte i mogućnosti za muzikologiju, kao i za glazbenu pedagogiju i muzikoterapiju. U tome smislu, tijekom cijeloga ovog proučavanja uvijek su mi se misli vraćale na nas, na naše okruženje i našu znanost.

Uvjerena sam da bismo morali i mi imati ovakav jedan centar za (napredna) istraživanja u području glazbe, ritma, psihologije glazbe, *entrainment* i svih vezanih tema. Hvale je vrijedna suradnja koju imamo s Fakultetom elektrotehnike i računarstva (FER), ali to u čemu surađujemo temeljno je; sasvim je prirodno da studenti glazbe imaju priliku baviti se ili se barem informirati o osnovama elektroakustike ili rada u tonskom studiju. To je uistinu elementarno. No ovo o čemu promišljam, a čime se bave sofisticirane institucije poput McGilla ili Durhama, zahtijeva puno širu suradnju i viziju. Iako možda nismo nacionalno najpoznatiji baš po tim dvjema kategorijama, ipak su se određeni planovi i projekti u ovome smjeru realizirali ove godine suradnjom spomenutoga FER-a i Filozofskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Oni su tijekom proljeća u više navrata predstavili te u rujnu i pokrenuli združeni četverosemestralni diplomski studij Primijenjene kognitivne znanosti, koji od jeseni izvode zajedno.¹⁹⁴ Kvalifikacijski postupak započeo je u lipnju te je nakon posljednjih razgovora u rujnu sačinjena rang-lista. Tridesetero studenata ostvarilo je pravo upisa. Studij je otvoren za

¹⁹⁴ Usp. <https://cogsci.ffzg.unizg.hr/>, pristup 05. studenoga 2023.

preddiplomante iz različitih područja: humanistike, društvenih, tehničkih i prirodnih znanosti. Otvoren je i za prvostupnike iz drugih područja, uz pohađanje naknadnih kolegija kojima bi zaokružili tzv. heksagon kognitivnih znanosti (lingvistika, psihologija, umjetna inteligencija, filozofija, antropologija i neuroznanost).¹⁹⁵ FER je u nas osobito poznat po brzini prilagodbe trendovima, posebno zahtjevima tržišta rada. Zajedno s Filozofskim fakultetom prepoznali su da su kognitivni znanstvenici veoma traženi zbog svog seta interdisciplinarnih vještina, koji može biti raznolik i s ozbirom na prethodno obrazovno iskustvo te omogućiti svojevrsnu modularnost i raznolike mogućnosti kod zapošljavanja i gradnje karijere. Stoga se ovim studijem potiču tri dimenzije: disciplinarna, interdisciplinarna i primijenjena. Dimenzija primjenjivosti prisutna je u studentskome radu temeljenom na projektima i problemima, u učenju timskoga rada, kreativnosti i inovacije, kao i vještina poslovne komunikacije i projektnog menadžmenta, te u kreiranju programa studija temeljenog na potrebama tržišta i uvidima samih poslodavaca, poduzetnika i inovatora.¹⁹⁶

Ovaj je novi studij sigurno značajan korak u smjeru dizajniranja interdisciplinarnoga studija već na diplomskoj razini. Osim interdisciplinarnosti, i povezivanje dvaju standarda pri njegovu dizajniranju, standarda zanimanja i standarda kvalifikacije, orijentira ga prema što boljoj zapošljivosti studenata. Međutim, centar za (napredna) glazbena istraživanja koji promišljam ipak bi bio orijentiran prije svega znanstveno-istraživački. Matematičke i računalne metode prikupljanja i analize podataka koje se uče na studiju kognitivne znanosti ne samo da su korisne, nego su i nužne za ovakav istraživački rad. No uz te temelje potrebno je i idejno usmjerenje prema ispitivanju i razumijevanju glazbene izvedbe i glazbene kreativnosti u cjelokupnosti njihove pojavnosti, od fizioloških i kognitivnih procesa koji sudjeluju u izvedbi i kreiranju do onih koji sudjeluju u procesu stvaranja značenja.

Institucije čije bi stručnjake trebalo povezati za jedan takav pothvat sigurno su FER, Institut Ruđer Bošković, Hrvatski institut za mozak, Hrvatsko psihološko društvo itd. te svakako Muzikološki institut, odnosno Akademija kao svojevrsni inicijator ili nositelj takvoga projekta. No to ne bi trebao biti samo projekt sa svojim početkom i krajem, nego jedna trajna institucija s ozbiljnim planom dugoročnoga financiranja i djelovanja. Jer iz svih gore pobrojanih

¹⁹⁵ *Ibid.*

¹⁹⁶ *Ibid.*

primjera (i mnogih drugih koji ovdje nisu navedeni) vidi se da se takva vrhunska znanost mora financirati. Znamo da ni u tome području nismo najsretniji izbor kao nacija, no i opet, to nas ne treba sprečavati da razmišljamo, planiramo ili predlažemo. Za početak bi svakako trebalo raditi na osvještavanju ovakvih ideja prvenstveno među nama glazbenicima. Na osvještavanju da postoji nova analiza, nova transkripcija, a to nije samo analiza glazbe ili transkripcija u note, već i analiza pokreta i svih rečenih somatskih datosti koje sudjeluju u stvaranju (i percepciji) glazbe te isto tako transkripcija tih podataka u čitljive zapise, ali ne notne, nego, kako predlažu (i rade) Clayton, suradnici i brojni drugi istraživači i njihovi studenti, u matematičke i kompjuterske modele. Kada mi uspijemo osvijestiti i shvatiti na koji način se paradigma (naših (muzikoloških) istraživanja) mijenja, onda ćemo puno lakše i druge uvjeriti pa i nagovoriti na istraživačke projekte i planove koje bi bilo dobro pokrenuti, a na korist šire zajednice. Možda ovaj rad može biti jedan skromni doprinos u tome smjeru.

4. Bibliografija:

- * * * <https://biomechanicslab.psu.edu/motion-analysis-eagle-system/>, pristup 05. rujna 2023.
- * * * <https://cms.mus.cam.ac.uk/>, pristup 11. rujna 2023.
- * * * <https://cogsci.ffzg.unizg.hr/>, pristup 05. studenoga 2023.
- * * * <https://durham-repository.worktribe.com/output/1539297/>, pristup 15. listopada 2023.
- * * * <https://edutorij-adminapi.carnet.hr/storage/extracted/a46bb23b-608e-45b5-b7f6-c952a83441fa/harmonijsko-titranje.html>, pristup 25. svibnja 2023.
- * * * <https://filmska.lzmk.hr/natuknica.aspx?ID=4805>, pristup 28. kolovoza 2023.
- * * * <https://www.monroeinstitute.org/products/gateway-experience>, pristup 22. srpnja 2023.
- * * * <https://nmtacademy.co/key-elements-of-nmt/>, pristup 05. rujna 2023.
- * * * <https://oro.open.ac.uk/2661/>, pristup 15. listopada 2023.
- * * * <https://rsi.utoronto.ca/faculty/michael-thaut>, pristup 05. rujna 2023.
- * * * <https://silvamethod.com/>, pristup 22. srpnja 2023.
- * * * <https://srbr.org/the-birth-of-chronobiology-a-botanical-observation/>, pristup 30. srpnja 2023.
- * * * <http://struna.ihjj.hr/naziv/galvanska-reakcija-koze/44581/>, pristup 15. listopada 2023.
- * * * <http://struna.ihjj.hr/naziv/njihaj/4569/>, pristup 11. kolovoza 2023.
- * * * <http://struna.ihjj.hr/naziv/sinusni-val/7994/>, pristup 11. kolovoza 2023.
- * * * <https://www.woodlibrarymuseum.org/museum/brainwave-synchronizer/>, pristup 22. srpnja 2023.
- * * * <https://www.adobe.com/special/products/audition/syntrillium.html>, pristup 05. rujna 2023.
- * * * <https://www.apa.org/monitor/oct05/mirror>, pristup 11. kolovoza 2023.
- * * * <https://www.cirmmt.org/en/facilities>, pristup 25. svibnja 2023.
- * * * <https://www.darpa.mil/news-events/2020-04-06>, pristup 28. kolovoza 2023.

- * * * <https://www.izotope.com/en/learn/digital-audio-basics-sample-rate-and-bit-depth.html>, pristup 05. rujna 2023.
- * * * <https://www.mcgill.ca/music/about-us/research>, pristup 25. svibnja 2023.
- * * * <https://www.mcgill.ca/music/about-us/research/cirmmt>, pristup 25. svibnja 2023.
- * * * <https://www.merriam-webster.com/dictionary/entrain>, pristup 23. svibnja 2023.
- * * * <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK390346/>, pristup 22. srpnja 2023.
- * * * <https://www.nimh.nih.gov/health/topics/autism-spectrum-disorders-asd>, pristup 30. kolovoza 2023.
- * * * <https://www.noldus.com/observer-xt/benefits>, pristup 28. kolovoza 2023.
- * * * <http://www.open.ac.uk/Arts/experience/entrainment.htm>, pristup 25. svibnja 2023.
- * * * <http://www.open.ac.uk/Arts/experience/index.html>, pristup 25. svibnja 2023.
- * * * <https://www.phantomhighspeed.com/>, pristup 05. rujna 2023.
- * * * https://www.researchgate.net/publication/42789808_In_Time_With_the_Music_The_Concept_of_Entrainment_and_Its_Significance_for_Ethnomusicology, pristup 15. listopada 2023.
- * * * <https://www.uio.no/ritmo/english/>, pristup 05. svibnja 2023.
- * * * <https://www.uio.no/ritmo/english/news-and-events/events/workshops/2023/entrainment-workshop/index.html>, pristup 05. rujna 2023.
- * * * <https://www.uio.no/ritmo/english/research/labs/fourms/handbook/motion-capture-lab/>, pristup 05. rujna 2023.
- * * * <https://www.uwlax.edu/grad/physical-therapy/biomechanics-lab-equipment/>, pristup 05. rujna 2023.
- * * * <https://www.vicon.com/>, pristup 07. rujna 2023.
- * * * agrobiocenoza. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=882>>, pristup 05. kolovoza 2023.
- * * * akcijske struje. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=1102>>, pristup 22. srpnja 2023.

- * * * cirkadijani ritam. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=11932>>, pristup 30. srpnja 2023.
- * * * faza. *Tehnički leksikon - 2007. (mrežno izdanje)*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2023. <https://tl.lzmk.hr/clanak/1795>, pristup 25. svibnja 2023.
- * * * Huygens, Christiaan. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=26766>>, pristup 25. svibnja 2023.
- * * * oscilator. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=45647>, pristup 30. svibnja 2023.
- * * * rezonancija. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=52667>>, pristup 30. svibnja 2023.
- * * * sinkronizatori. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021. <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=56142>, pristup 30. srpnja 2023.
- UniOslo_RITMO. (2023, 23. kolovoza). *Entrainment 2023: Entrainment in natural musical performances (Martin Clayton)* [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=xSbad-G42XI>, pristup 30. kolovoza 2023.
- UniOslo_RITMO. (2023, 23. kolovoza). *Entrainment Workshop Talks* [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLqsF-50GsUfaZiIXemZJkwrXv5NIaDQ-Z>, pristup 11. rujna 2023.
- nature video. (2013, 11. prosinca). *Creating Gollum* [Video]. Youtube. https://youtu.be/w_Z7YUyCEGE, pristup 05. rujna 2023.
- Discovery. (2009, 24. prosinca). *Avatar: Motion Capture mirrors Emotions* [Video]. Youtube. <https://youtu.be/1wK1Ixr-UmM>, pristup 05. rujna 2023.
- ***
- Adrian, E. D. i Matthews, B. H. C. (1934). The Berger rhythm: potential changes from the occipital lobes in man. *Brain: A Journal of Neurology*, 57, 355–385. <https://doi.org/10.1093/brain/57.4.355>
- Alexandrou, A. M., Saarinen, T., Kujala, J. i Salmelin R. (2020) Cortical entrainment: what we can learn from studying naturalistic speech perception, *Language, Cognition and Neuroscience*, 35:6, 681-693, DOI: [10.1080/23273798.2018.1518534](https://doi.org/10.1080/23273798.2018.1518534)

- Arnold A. *The Evolution of Bioelectronic Medicine*. SetPoint Medical. 2018.
https://setpointmedical.com/files/SetPoint_The_Evolution_Of_Bioelectronic_Medicine.pdf
- Aschoff, J. (1954). Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. *Naturwissenschaften* 41, 49–56.
<https://doi.org/10.1007/BF00634164>
- Baštić, J. (2022). Primena koncepta muzičkog društvenog usklađivanja u istraživanju tamburaške prakse u Srbiji, *Muzikologija* 32/2022, 245-268.
<https://doi.org/10.2298/MUZ2232245B>
- Beker, S., Foxe, J. J. i Molholm, S. (2021). Oscillatory entrainment mechanisms and anticipatory predictive processes in children with autism spectrum disorder. *J Neurophysiol.* 126(5):1783-1798. doi: 10.1152/jn.00329.2021
- Bennett, M., Schatz, M. F., Rockwood, H., & Wiesenfeld, K. (2002). Huygens's clocks. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 458(2019), 563-579.
- Bonini, L., Rotunno, C., Arcuri, E., i Gallese, V. (2022). Mirror neurons 30 years later: Implications and applications. *Trends in Cognitive Sciences*, 26(9), 767–781.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.06.003>
- Buzsáki, G. (2006). *Rhythms of the Brain*. Oxford University Press.
- Campbell, M. (2001). Resonance. *Grove Music Online. Oxford Music Online*. Oxford University Press. https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/display/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000023236?_rskey=Sqe8Fj&result=1, pristup 30. svibnja 2023.
- Clayton, M. R. L. (1996). Free rhythm: ethnomusicology and the study of music without metre. *Bulletin of the School of Oriental and African Studies*, 59(2), 323-332.
- Clayton, M. R. L., Sager, R. i Will, U. (2005). In time with the music: the concept of entrainment and its significance for ethnomusicology. *European Meetings in Ethnomusicology*, 11 (ESEM Counterpoint, 1), 3-75.
- Clayton, M. R. L. (2007). Observing entrainment in music performance: Video-based observational analysis of Indian musicians' tanpura playing and beat marking. *Musicae Scientiae*, 11(1), 27–59. [doi:10.1177/102986490701100102](https://doi.org/10.1177/102986490701100102)
- (2012). What is Entrainment? Definition and applications in musical research. *Empirical Musicology Review*, 7(1-2), 49-56. <https://doi.org/10.18061/1811/52979>
- Clayton, M., Dueck, B. i Leante, L. (ur.) (2013). *Experience and Meaning in Music Performance*. New York: Oxford University Press.

- Clayton, M., Jakubowski, K., Eerola, T., Keller, P. E., Camurri, A., Volpe, G. i Alborno, P. (2020). Interpersonal Entrainment in Music Performance: Theory, Method, and Model. *Music Perception* 38(2): 136–194. <https://doi.org/10.1525/mp.2020.38.2.136>
- Cooper, D. i Sapiro, I. (2006). Ethnomusicology in the Laboratory: From the Tonometer to the Digital Melograph. *Ethnomusicology Forum*, 15/2, 301-313.
- Danielsen, A. (2006). *Presence and Pleasure. The Funk Grooves of James Brown and Parliament*, University Press of New England.
- Danielsen, A., Johansson, M., Brøvig, R., Sandvik, i Bøhler, K. K. (2023). Shaping rhythm: timing and sound in five groove-based genres. *Popular Music* 42/1, Cambridge University Press, 20–41. 10.1017/S0261143023000041.
- DSM5 (2013). American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 5th ed.* Arlington: American Psychiatric Publishing.
- Endedijk, H. M., Meyer, M., Bekkering, H., Cillessen, A. H. N. i Hunnius, S. (2017). Neural mirroring and social interaction: Motor system involvement during action observation relates to early peer cooperation. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 24, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.01.001>
- Evans, J, i Silver, R. (2016). The Suprachiasmatic Nucleus and the Circadian Timekeeping System of the Body, u: D. W. Pfaff i N. D Volkow (ur.), *Neuroscience in the 21st Century: From basic to clinical*, 2. izd., str. 2241-2288. Springer. DOI: [0.1007/978-1-4939-3474-4_66](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3474-4_66)
- Huygens, C. (1986). *The Pendulum Clock, or, Geometrical Demonstrations Concerning the Motion of Pendula as Applied to Clocks* (prijevod na engleski jezik: R. J. Blackwell, predgovor: H. J. Bos). Ames: Iowa State University Press. (Izvornik objavljen 1673.: *Horologium Oscillatorium: Sive de Motu Pendulorum ad Horologia Aptato Demonstrationes Geometricae*).
- Ingendoh, R. M., Posny, E. S. i Heine, A. (2023). Binaural beats to entrain the brain? A systematic review of the effects of binaural beat stimulation on brain oscillatory activity, and the implications for psychological research and intervention. *PLoS One* 18(5): e0286023. doi: [10.1371/journal.pone.0286023](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286023)
- Jakubowski, K., Eerola, T., Blackwood Ximenes, A., Ma, W.K., Clayton, M. i Keller, P. E. (2020). Multimodal perception of interpersonal synchrony: Evidence from global and continuous ratings of improvised musical duo performances. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*, 30(4), 159–177. <https://doi.org/10.1037/pmu0000264>
- Jones, M.R. (1976). Time, Our Lost Dimension: Toward a New Theory of Perception, Attention, and Memory. *Psychological Review*, 83(5), 323- 355.
- Jones, M.R. i Boltz, M. (1989). Dynamic Attending and Responses to Time. *Psychological Review*, 96(3), 459-491.

- Judaš, M. i Kostović, I. (1997). *Temelji neuroznanosti*. Zagreb: MD. Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:136919>, pristup 15. listopada 2023.
- Large, E. W., & Jones, M. R. (1999). The dynamics of attending: How people track time-varying events. *Psychological Review*, *106*(1), 119–159. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.106.1.119>
- Ke, X., Yang, M., Li, J. i Liu, W. (2022). Effectiveness of music therapy in children with autism spectrum disorder: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychiatry*. 13: 905113. doi: [10.3389/fpsyt.2022.905113](https://doi.org/10.3389/fpsyt.2022.905113)
- Kert, D. (2014). What is Rhythmic Entrainment? and Why is it Important in Music Therapy? Part 1 of 4, <https://mindfullmusic.com/what-is-rhythmic-entrainment-and-why-is-it-important-in-music-therapy-part-1-of-4/>, pristup 11. srpnja 2023.
- Kim, J. H., Reifgerst, A., & Rizzonelli, M. (2019). Musical Social Entrainment. *Music & Science*, 2, <https://doi.org/10.1177/2059204319848991>
- London, J. M. (1993). Loud Rests and Other Strange Metric Phenomena (or, Meter as Heard). *Music Theory Online*, *0*(2). <https://www.mtosmt.org/issues/mto.93.0.2/mto.93.0.2.london.html>, pristup 15. lipnja 2023.
- (2001). Rhythm. *Grove Music Online. Oxford Music Online*. Oxford: Oxford University Press, 2016, <http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/23787>, pristup 25. svibnja 2023.
- (2004). *Hearing in Time: psychological aspects of musical meter*. New York: Oxford University Press.
- Ljubičić, M. (2021). *Stres i kvaliteta života roditelja djece s teškoćama u razvoju i dijabetesom tipa 1*, [Doktorska disertacija, Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet]. Repozitorij: MEFST. <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:171:460371>
- Noldus, L., Trienes, R., Hendriksen, A., Jansen, H. i Jansen, R. (2000). The Observer Video-Pro: New software for the collection, management, and presentation of time-structured data from videotapes and digital media files. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*. 32. 197-206. <https://doi.org/10.3758/BF03200802>
- Nozaradan, S., Peretz, I., Missal, M. i Mouraux, A. (2011). Tagging the Neuronal Entrainment to Beat and Meter. *Journal of Neuroscience* *31*(28), 10234-10240; DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0411-11.2011>
- Nozaradan S., Peretz I. i Keller P. E. (2016). Individual Differences in Rhythmic Cortical Entrainment Correlate with Predictive Behavior in Sensorimotor Synchronization. *Sci Rep*. 6:20612. <https://doi.org/10.1038/srep20612>

- Patel, A. D. i Iversen, J. R. (2014). The evolutionary neuroscience of musical beat perception: the Action Simulation for Auditory Prediction (ASAP) hypothesis. *Frontiers in Systems Neuroscience*. doi: 10.3389/fnsys.2014.00057
- Quigley, C. (2022). Forgotten rhythms? Revisiting the first evidence for rhythms in cognition. *Eur J Neurosci* 55(11-12): 3266–3276. doi: [10.1111/ejn.15450](https://doi.org/10.1111/ejn.15450)
- Reinberg, A. E., Lewy, H. i Smolensky, M. (2001). The birth of chronobiology: Julien Joseph Virey 1814. *Chronobiol Int.* 18(2):173-86. <https://doi.org/10.1081/cbi-100103184>
- Slater, P. J. B. (2001). Animal music. *Grove Music Online. Oxford Music Online*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.47872>, pristup 05. svibnja 2023.
- Slater, P. J. B., revidirala Emily Doolittle (2014). Animal music. *Grove Music Online. Oxford Music Online*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.47872>, pristup 05. svibnja 2023.
- Small, C. (1998). *Musicking: The Meanings of Performing and Listening*. Middletown: Wesleyan University Press.
- Strogatz, S. (2004). *Sync. The Emerging Science of Spontaneous Order*. Penguin Books Limited.
- Thaut, M. H. i Abiru, M. (2010). Rhythmic auditory stimulation in rehabilitation of movement disorders: A review of current research. *Music Perception*, 27(4), 263–269. <https://doi.org/10.1525/mp.2010.27.4.263>
- Thaut, M., H., McIntosh, G., C. i Hoemberg, V. (2014). Neurobiological foundations of neurologic music therapy: rhythmic entrainment and the motor system. *Front Psychol* 5:1185. doi: [10.3389/fpsyg.2014.01185](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01185)
- Van Laake, L. W., Lüscher, T. F. i Young, M. E. (2018). The circadian clock in cardiovascular regulation and disease: Lessons from the Nobel Prize in Physiology or Medicine 2017, *European Heart Journal* 39(24): 2326–2329. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx775>
- Walter, G. W. (1953/1961²). *The Living Brain*. Pelican Books.
- Weaver, D. R. (1998). The Suprachiasmatic Nucleus: A 25-Year Retrospective, *Journal of Biological Rhythms*, 13(2):100-12. <https://doi.org/10.1177/074873098128999952>
- Willms, A. R, Kitanov, P. M. i Langford, W. F. (2017). Huygens' clocks revisited. *Royal Society Open Science* 4:170777. <https://dx.doi.org/10.1098/rsos.170777>
- Yaniv, Y., Lakatta, E. G. i Maltsev, V. A. (2015). From two competing oscillators to one coupled-clock pacemaker cell system, *Front. Physiol., Sec. Cardiac Electrophysiology*, 6/2015, <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00028>