

♮: Andraž Poljanec

Simfonični orkester RTV Slovenija, solist timpanist  
andraz\_poljanec1@t-2.net

# Akustika timpanov in raziskava nekaterih tehnik igranja

## Povzetek

Timpani ali pavke so kotlasti bobni, ki za razliko od ostalih bobnov intonirajo, višino tona pa na sodobnih timpanih spreminjamo s pedalom. Opravljenih je bilo že mnogo raziskav o akustičnih lastnostih timpanov, neraziskan pa je vpliv različnih tehnik igranja na njihov zven. V raziskavi sem analiziral video in avdio posnetke ter primerjal in ugotavljal vpliv različnih palic, napetosti opne in prijemov oziroma stilov igranja na barvo zvena.

**Ključne besede:** pavke, akustika timpanov

## Uvod

Bobni so najstarejša glasbila, ki so se postopno razvijala skupaj s človeško raso in vselej igrala zelo pomembno vlogo v vsaki glasbeni kulturi. Prvi bobni z membrano so nastali vsaj pred 5000 leti (Fletcher in Rossing, 1998, 583).

Iznajdba kotlastih bobnov, ki so daljni predniki timpanov, sega daleč v stari vek. Med glasbenimi inštrumenti staroveških kul-

## *Acoustics of Timpani and Research into Certain Playing Techniques*

### Abstract

Timpani or kettledrums are bowl-shaped drums, which, unlike other drums, can be tuned to different pitches; the pitch of modern timpani is changed with the use of a pedal. Many research studies have been conducted on the acoustic properties of timpani, but how different playing techniques influence their sound remains unresearched. This research study analyses video and audio recordings, and compares and determines the influence of different sticks, tension of the head and playing techniques or styles on the timbre.

**Keywords:** kettledrums, acoustics of timpani

tur so bili tudi tovrstni bobni, katerih telo je bilo lahko izdobljeno iz drevesnih debel, izdelano iz gline kot kotlasta posoda ali pa so uporabili kar želvin oklep. Za te prve znane primerke, razvidne z mezopotamske okrasne plošče z začetka 2. tisočletja pred Kristusom, ni povsem jasno, ali so imeli živalsko ali kovinsko opno (bronast boben). Nekoliko kasnejši podatki kažejo na kotlaste bobne, narejene iz gline, lesa ali kovine, na katere so igrali z rokami ob raznih ritualih in ceremonijah že več kot ti-

sočletje pred Kristusom. Uporabljali so jih tudi za signaliziranje in za ritmično podlago pri plesu. Preprosto so jih držali z eno roko, z drugo pa igrali. Ni podatkov, da bi tovrstni predniki današnjih timpanov že intonirali. Različno velike kotle v parih so uporabljali v islamskih, pa tudi v afriških, indijskih in mongolskih kulturah. Ponekod so jih z jermeni pritrdili okrog pasu (Bowles, 2002, 15).

Timpani so torej instrumenti arabskega porekla. V Evropi so se kot manjši kotlasti bobni pojavili proti koncu 13. stoletja pod imenom *nakers* (iz arab. *naqqareh*), ki se je obdržalo še v 14. stoletju. Sprva so jih uporabljali v vojski, v parih oprtane na konjih ali kamelah. Praviloma je bil lažji boben pritrjen na levi strani poleg meča, težji pa na desni kot protiutež meču in manjšemu timpanu. Tradicija manjših timpanov na levi strani se je vse do danes ohranila v nemških deželah. Vojaški timpanisti so imeli častniški čin, poklicne skrivnosti timpaniranja pa so morali celo varovati pod vojaško zaprisego (Bowles, 2002, 17).



Slika 1: Starejši tip timpana – višino tona spreminjamo z vrtenjem kotla na vertikalni osi (foto: A. Poljanec)

Večje timpane so v zahodno Evropo prinesli konec 14. oziroma v začetku 15. stol. V Angliji so jih pozneje poimenovali *kettle-drums* – kotlasti bobni (Forsyth, 1982, 41). Po začetni uporabi izključno na prostem, kjer so timpanisti v kombinaciji s trobentami improvizirali, značilna pa je bila tudi izrazita gestikulacija, so timpani v 17. stol. prišli v dvorane raznih evropskih dvorcev skupaj s trobentami, rogovi in oboami (Beck, 1995, 201–202). Skozi stoletja je po zaslugi skladateljev njihova vloga v orkestru postajala vse večja.

Izraz *timpan* izhaja iz latinske besede *tympanum* oziroma iz grške *tympanon*, kar pomeni boben. Ime timpani se večinoma uporablja v množini, ker v praksi igramo na več bobnov, ki jih v francoščini imenujejo *timbales*, v angleščini *kettle-drums* ali *timpani*, v nemščini *pauken*, v češčini *kotly* in v italijanščini *timpani*. Slovenščina je najprej prevzela nemško ime in ga poslovenila v *pavke*, kar je bilo sprva splošno razširjeno. Postopno

se je uveljavila različica *timpani*, ki jo uporabljamo vse pogostejše, lahko pa rečemo, da sta izraza *timpani* in *pavke* pri nas enakovredna. Ime *kotly*, ki bi bilo podobno kot v češčini jezikovno najbolj primerno, pa se v slovenščini uporablja zelo redko.

Glavni sestavni deli timpanov so masivno podnožje, na katero je pritrjen običajno bakreni kotel – resonator, ter opna, ki je napeta čez kotlov rob. Opna je najprej namotana okrog nekoč lesenega, danes kovinskega obroča, malce večji železni obroč pa jo osredišči in s pomočjo dolgih jeklenih vijakov napenja ob rob kotla. Napetost in s tem višino tona so v preteklosti spreminjali ročno z več krajšimi vijaki, razporejenimi po oboju železnega obroča, ali z vrtenjem kotla na navpični osi. Danes ima večina timpanov (razen znamenitih dunajskih, kjer s T-ročajem dvigamo ali spuščamo cel kotel, ki pritiska na opno) v podnožje vgrajen pedal, s katerim po omenjenih dolgih vijakih spreminjamo napetost membrane. S pedalom je povezan tudi kazalec, ki timpanistu omogoča vizualno nastavitve posameznih tonov. Sodobni komplet petih timpanov ima skupaj obseg dobrih dveh oktav.

Danes so timpani najpomembnejša tolkala v orkestru predvsem zaradi zmožnosti proizvajanja zvena točno določene višine, s čimer sodelujejo v harmoniji skladb kot basovski instrument s poudarjeno ritmično vlogo. Poleg tega imajo timpani največji razpon v dinamiki oziroma so dinamično najbolj ekstremen instrument. Imajo torej velik vpliv na zvočno sliko celotnega orkestra.



Slika 2: Sodobni pedalni timpan (foto: A. Poljanec)

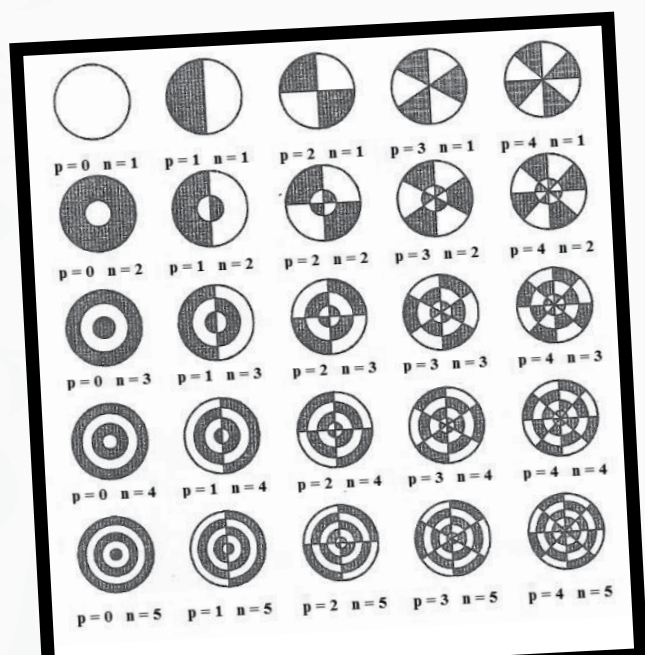
## Akustične lastnosti timpanov v povezavi z instrumentalno prakso

Na področju akustike timpanov so doslej opravili že vrsto raziskav, ki pojasnjujejo značilnosti nihanja membrane. Frekvence načinov nihanja idealne membrane je John W. S. Rayleigh izračunal že v 19. stol. (*The Theory of Sound*, 1894). Velik napredek v razumevanju akustike timpanov je v zadnji četrtini

20. stol. naredil Thomas D. Rossing, ki je raziskoval harmonski spekter pavk. Najsodobnejše delo s področja akustike timpanov je Timpani Tone (Steven L. Schweizer, 2010), v kateri najdemo tudi nekaj spektrogramov zvočnih posnetkov glede na trdoto palice in napetost opne. Raziskovanje akustičnih vidikov različnih tehnik oziroma stilov igranja in prijemov palice pa je bilo doslej zapostavljeno, čeprav je jasno, da zven timpanov ni odvisen le od vrste in kvalitete inštrumenta, ampak tudi od načina igranja timpanista.

### Nihanje okrogle, idealne, proste membrane

Pri nihanju okrogle, idealne in proste membrane, tj. takšne s povsod enako debelino in enako napetostjo ter brez resonatorja – kotla, se pojavita dve vrsti vozliščnic: črtaste oziroma prečne čez središče opne in pa krožne. Na vozliščnicah je odmik opne iz ravnovesne lege ničen oziroma minimalen podobno kot pri vozlih na struni. Posledica nihanja vzbujene opne je torej frekvenčni spekter, sestavljen iz množice načinov nihanja oziroma vzorcev (Campbell in Greated, 1987, 412).



Slika 3: Načini nihanja okrogle membrane (Ravnikar, 1999, 60; prir. A. Poljanec)

Slika 3 prikazuje 25 načinov oziroma vzorcev nihanja okrogle membrane; pod posameznim vzorcem je navedeno število vozliščnih krožnic ( $n$ ) in vozliščnih polmerov ( $p$ ). Kot je razvidno, predstavlja že obod oziroma obroč okrogle membrane prvo vozliščno krožnico – membrana pri prvem načinu (0,1) v celoti niha navzgor in navzdol nad ravnovesno lego, v kateri je opna v mirujočem stanju.

Za izračun frekvenc posameznih načinov nihanja uporabimo enačbo:

$$f = \frac{1}{2\pi r} \sqrt{\frac{T}{\rho}} \cdot J_{pn}$$

$T$  – napetost opne,  $r$  – polmer opne,  $\rho$  – površinska gostota opne,  $J_{pn}$  – vrednost Besselove funkcije glede na različne rede  $p$  in  $n$

Enačba nam razkrije nekaj zakonitosti okrogle membrane: frekvenca je obratno sorazmerna s polmerom – če polmer podvojimo, se frekvenca razpolovi, torej se intonacija zniža za eno oktav; poleg tega je frekvenca sorazmerna s korenem napetosti opne – če želimo intonacijo zvišati za oktavo, moramo 4-krat povečati napetost.

Izračunane frekvence načinov nihanja za idealno prosto membrano, ki bi teoretično nihala v brezračnem prostoru, kažejo zelo neharmonsko alikvotno vrsto, kar pomeni, da takšna membrana ne intonira (Campbell in Greated, 1987, 412–413).

### Nihanje membrane na kotlu – resonatorju

V realnosti je opna timpana napeta čez rob kotla. Udarec s palico vzbudi njeno nihanje, ki se prenese na volumen zraka v kotlu, zvočno valovanje pa se prenaša po okoliškem zraku. Masa zraka, ki pritiska na opno, ne samo da postopno zmanjšuje amplitudo nihanja (dušeno nihanje), ampak tudi zniža frekvence posameznih načinov nihanja. Očitno je, da membrana niha nekoliko počasneje kot v brezračnem prostoru, če med nihanjem odrija zrak navzgor in navzdol (Campbell in Greated, 1987, 414). Vpliv na nižje alikvotne frekvence je zaradi večjih amplitud večji, na višje pa manjši (Hall, 1991, 167). Poleg tega kotel kot resonator upočasni izzvenevanje posameznih načinov nihanja in poudari osnovno frekvenco nihanja (Schweizer, 2010, 6). Rezultat vseh naštetih dejavnikov je, da membrana na kotlu intonira, izkaže pa se, da k tonalnosti prispevajo prečni načini nihanja (Hall, 1991, 167).

### Točka udarca na opni

Točka udarca določa, kateri načini nihanja se vzbudijo. Osnovno pravilo je, da udarec v vozle ali na vozliščnico ne vzbudi pripadajočega načina nihanja (Hall, 1991, 169). Tako npr. udarec v središče opne vzbudi samo krožne načine nihanja, ker se v središču križajo vse vozliščnice prečnih načinov, ki so v tem primeru nezbujeni. Nasprotno pa bo udarec povsem pri obroču teoretično vzbudil večino možnih frekvenc. Udarec v središče slišimo kot zamolkel zven – vzbujeni so samo krožni načini. Udarec blizu obroča pa se sliši kot daljši ton (vzbujeni so tudi prečni načini nihanja). Pri timpanih je običajna točka udarca približno na eni četrtini razdalje od oboda proti sredini. Udarec v to točko usmeri večino energije v prečne načine nihanja, ki prispevajo k tonalnosti inštrumenta. Udarec v center pa, kot rečeno, prečne načine nihanja zaduši (Wagner, 2006, 9).

### Raziskava nekaterih tehnik igranja na timpane

Namen raziskave je ugotoviti vpliv različnih prijemov palice in stilov igranja na barvo zvena, podobno kot je to mogoče doseči

z uporabo različnih palic ali napetosti opne za isti ton. V raziskavi sem primerjal:

- pet različnih palic (slika 5, tabela 2),
- dve napetosti opne (tona c in f),
- dve artikulaciji (legato in staccato),
- dva različna stila oziroma prijema (francoski in ameriški),
- tremolo s tremi različnimi pari palic.

Raziskava tehnik igranja je bila del magistrskega študija akustičnih lastnosti pavk in njihove povezave z inštrumentalno prakso na muzikološkem oddelku *Filozofske fakultete* v Ljubljani pod mentorstvom izr. prof. dr. Bruna Ravnikarja. Samo raziskavo pa sem opravil na *Univerzi za glasbo* na Dunaju pod vodstvom prof. dr. Matthiasa A. Bertscha, ki se sicer ukvarja z interdisciplinarnimi raziskavami na področjih akustike, psihoakustike, psihologije, fiziologije, organologije in kognitivnih znanosti.

Za analizo stika glave palice in membrane ob udarcu ter hitrosti palice sva uporabila visokohitrostno kamero Vision Phantom V12.1, ki omogoča počasno predvajanje hitrega posnetka in s tem natančno vizualno analizo. Kamero je posodil akustični oddelek dunajske *Univerze za glasbo*. Visokohitrostni posnetki so bili narejeni z več tisoč slikami na sekundo. Tabela 1 prikazuje razmerje med normalno filmsko hitrostjo in hitrim posnetkom. Dogajanje snemamo z npr. 2000 slikami na sekundo, nato pa predvajamo posnetek z normalno hitrostjo, pri čemer je gibanje palice izrazito počasno. Za analizo video posnetkov sem uporabil program Quick Time Player.

normalna hitrost	30 slik/s	1 s = 1 s
hitri posnetek	2000 slik/s	1 s = 66,67 s = 1 min 6,67 s

Tabela 1 | Razmerje med normalno hitrostjo snemanja in hitrim posnetkom



Slika 4: Visokohitrostna kamera Phantom V12.1 s tehničnimi podatki: do 6242 slik/sekundo pri polni resoluciji (1200 x 800), hitrost zaslonke 1 μs

Za zvočne posnetke posameznih udarcev sva uporabila mikrofona AKG C577WR (20–20000 Hz), ki je bil nameščen 15 cm nad opno. Za analizo zvočnih posnetkov sem uporabil program Audacity, ki omogoča prikaz spektrogramov zvočnih posnetkov. Spektrogramske črte, ki prikazujejo spekter zvoka, se

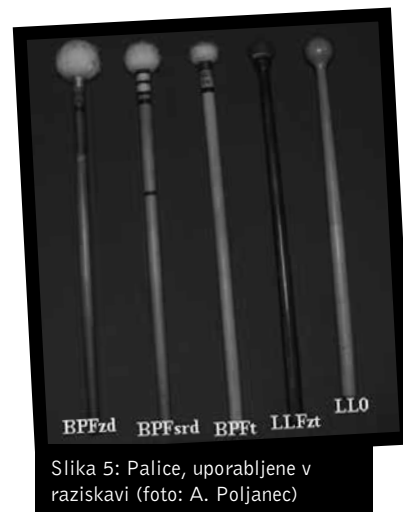
razlikujejo po barvi in dolžini glede na jakost in trajanje posamezne frekvence. Najmočnejše izražene frekvence so obarvane belo, šibkejša pa rdeče, vijolično in modro. Dolžina črte pove, koliko časa izzveneva posamezna frekvenca.

Za snemanja sem uporabil 26-inčni Slingerland timpan z membrano Remo Weatherking-Renaissance.

## Udarci z različnimi palicami

Timpanisti uporabljamo številne različno trde palice, s katerimi dosežemo večje ali manjše razlike v artikulaciji, dolžini in barvi zvona. Zelo pomembna je masa palice, ki je odvisna od dolžine, materiala ročaja in glave. Lažje palice prinašajo svetlejši zven z manj očitnimi nižjimi zvočnimi alikvoti in bolj slišni mi zgornjimi, ki so neharmonski, težke lesene palice pa podarjajo osnovni ton in nizke alikvote (Schweizer, 2010, 10–12).

Palica za timpane je sestavljena iz ročaja in glave. V raziskavi uporabljene palice imajo ročaje iz bambusa ali lesa in glave iz plute ali lesa. Glava je obložena z različno debelimi ovoji filca ali pa je brez prevleke.



Slika 5: Palice, uporabljene v raziskavi (foto: A. Poljanec)

## Legenda delovnih oznak palic

Splošna oznaka palic je XYZ + **debelina filca**, pri čemer pomeni:

- X – material ročaja palice (B = bambus, L = les)
- Y – material glave palice (P = pluta, L = les)
- Z – material, s katerim je prevlečena glava palice (F = filc, 0 = brez prevleke)
- debelina filca (zd = zelo debel, srd = srednje debel, t = tanek, zt = zelo tanek)

delovna oznaka	BPFzd	BPFsrd	BPFt	LLFzt	LLO
material ročaja	bambus	bambus	bambus	les	les
material glave (notranji del)	pluta	pluta	pluta	les	les

material prevleke glave	zelo debel filc	srednje debel filc	tanek filc	zelo tanek filc	brez prevleke
premer ročaja [mm]	12,1	12,7	12,9	10,7-14,5	10,6-14,8
premer glave [mm]	35,8	27,2	19,4	18,6	22,7
premer notranjega dela glave [mm]	24,1	20,0	16,0	17,2	22,7
masa palice [g]	26	26	27	51	54

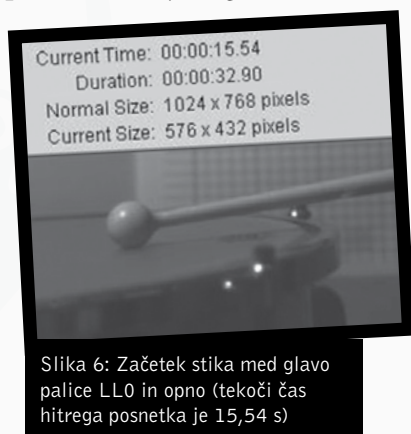
Tabela 2 | Tehnični podatki o palicah, uporabljenih v raziskavi

Timpanisti uporabljamo različne palice glede na:

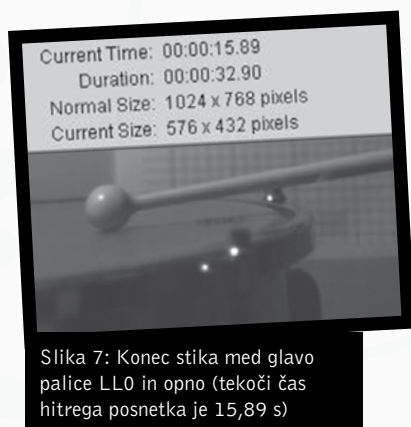
- vrsto timpanov,
- dinamiko,
- artikulacijo,
- barvo zvena, ki jo želimo doseči,
- posebne učinke v sodobni glasbi.

Iz izkušenj vemo, da trdota in debelina glave ter masa palic vplivajo na zven timpana. Skupni imenovalac teh dejavnikov je časovna dolžina stika med glavo palice in opno, ki sem jo raziskal v tem poglavju.

**Prikaz odčitavanja časovne razlike hitrega posnetka med začetkom in koncem stika glave palice z opno ter izračun dejanske časovne razlike za palico LL0 (leseni ročaj, lesena glava brez prevleke, masa je 54 g) na tonu f:**



Slika 6: Začetek stika med glavo palice LL0 in opno (tekoči čas hitrega posnetka je 15,54 s)



Slika 7: Konec stika med glavo palice LL0 in opno (tekoči čas hitrega posnetka je 15,89 s)

Časovna razlika hitrega posnetka (hitrost snemanja je bila 2000 slik/sekundo) med začetkom in koncem stika glave palice z opno je 0,35 sekunde, kar je treba deliti s 66,67 (glej tabelo 1), da dobimo dejanski čas, ki je v tem primeru 0,0052 s oziroma 5,2 ms.

**Čas stika med glavo palice LL0 in opno na tonu f je 5,2 ms.**

Po enakem postopku sem izračunal čase stika med glavo in opno za ostale palice.

delovna oznaka	BPFzd	BPFsrd	BPFt	LLFzt	LL0
material ročaja	bambus	bambus	bambus	les	les
material glave (notranji del)	pluta	pluta	pluta	Les	les
material prevleke glave	zelo debel filc	srednje debel filc	tanek filc	zelo tanek filc	brez prevleke
premer ročaja [mm]	12,1	12,7	12,9	10,7-14,5	10,6-14,8
premer glave [mm]	35,8	27,2	19,4	18,6	22,7
masa palice [g]	26	26	27	51	54
Čas stika med glavo palice in opno	6,8 ms	3,9 ms	3,3 ms	5,2 ms	5,2 ms

Tabela 3 | Tehnični podatki o palicah ter rezultati časov stika med glavami palic in opno

Pri palicah iz bambusa je časovna dolžina stika med glavo palice in opno premo sorazmerna z debelino filcaste prevleke glave, kar je pričakovano in povsem logično. Na prvi pogled pa sta presenetljiva podatka o časih stika pri lesenih palicah z zelo tankim slojem filca (LLFzt) in brez prevleke (LL0), saj bi pričakovali, da se trša glava hitreje odbije od opne kot mehkejša, pa tudi podatki o trajanju stika pri bambusovih palicah (BPFzd, BPFsrd in BPFt) kažejo na to. Vzrok za daljši čas pri lesenih palicah je njihova masa, ki je dvakrat večja kot pri bambusovih, in vpliva na občutno podaljšanje stika. Če primerjamo lesene palice z zelo tankim slojem filca in brez prevleke, je čas stika kljub večji trdoti lesenih palic brez prevleke enak, kar je očitno prav tako posledica razlike v masi, čeprav le za nekaj gramov.

Če pomislimo na instrumentalno prakso, kjer si npr. želimo odigrati nek odsek timpanskega parta čim bolj staccato, torej se trudimo za čim krajši stik med glavo palice in opno, bomo glede na to ugotovitev artikulacijo staccato lažje in učinkoviteje dosegli z lažjimi palicami. Če pa želi timpanist skrajšati čas stika med glavo težke palice in opno, mora bolj aktivirati zapestje za čim hitrejši odboj palice ali pa poskrbeti za večjo hitrost palice, pri čemer mora paziti, da obdrži enako dinamiko.

Pri palicah torej vplivajo na zven trije dejavniki: trdota in debelina glave ter masa palice.

## Napetost opne

Postopek analize visokohitrostnih video posnetkov oziroma odčitavanje časovne razlike med začetkom in koncem stika glave palice z opno ter izračun dejanske časovne razlike je bil enak kot pri primerjavi udarcev z različnimi palicami.

višina tona oz. napetost opne za:	čas stika
ton f (175 Hz)	4,3 ms
ton c (131 Hz)	6,7 ms

Tabela 4 | Čas stika med glavo palice in opno glede na njeno napetost oz. višino tona

Čas stika je seveda krajši pri večji napetosti oziroma višjem tonu, kar timpanisti izkoriščamo za igranje v staccato artikulaciji, medtem ko tremolo na splošno raje odigramo na manj napeti opni.

Iz spektrogramov zvočnih posnetkov izhajajo podobni zaključki. Pri tonu f z višjo napetostjo opne namreč posamezne frekvence izzvenijo 1 do 2 sekundi prej kot pri tonu c. Podobna razlika v napetosti opne je, če zaigramo ton c na 29- oziroma na 26-inčnem timpanu. Zato bomo ton c s staccato artikulacijo raje kot na timpanu z velikostjo 26 inčev zaigrali na 29-inčnem timpanu, kjer je napetost opne za isti ton višja. Poleg tega je pri večji napetosti membrane osnovni ton bolj poudarjen, prisotnih je manj neharmonskih frekvenc, torej je intonacija čistejša.

## Legato in staccato artikulacija

Razliko med legato in staccato artikulacijo najlaže dosežemo z menjavo palic, če pa to ni mogoče, skušamo pri staccato artikulaciji s posebnim prijemom istega para palic skrajšati čas stika med opno in palico.

Na timpanih zaigramo **legato** tako, da primemo palico čim bolj narahlo samo s palcem in kazalcem. Tako pride do daljšega stika med glavo palice in opno, rezultat pa je poln legato zven. Če želimo doseči ostrejši **staccato** zven, primemo palico s palcem, kazalcem in sredincem, s pomočjo zapetja pa povečamo hitrost odboja palice, s čimer dosežemo krajši stik med glavo palice in opno ter posledično bolj artikuliran zven (Schweizer, 2010, 28–29).



Slika 8: Legato prijem

Andreas Wagner je v raziskavi udarcev na malem bobnu ugotovil, da hitrost palice vpliva na čas stika glave z opno, pri če-

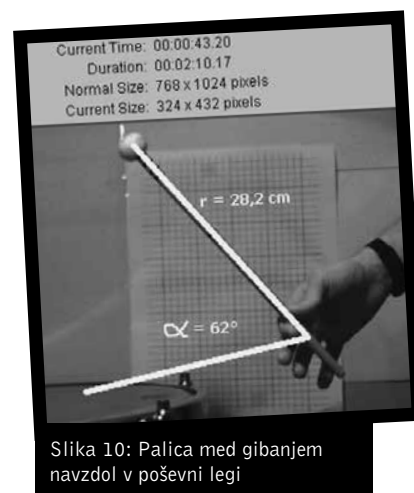


Slika 9: Staccato prijem

mer je pri večji hitrosti čas stika krajši, ob tem pa se poveča dinamika igranja (npr. s forte na fortissimo; Wagner, 2006, 26).

V svoji raziskavi na timpanih pa sem primerjal hitrosti različnih udarcev pri isti dinamiki (forte).

Povprečno hitrost palice oziroma glave palice sem izračunal s pomočjo razdalje od prijemališča do sredine glave palice, kota  $\alpha$  in časovne razlike hitrega posnetka med poševno lego in začetkom stika z opno.



Slika 10: Palica med gibanjem navzdol v poševni legi



Slika 11: Glava palice se dotakne opne – začetek stika

Po enakem postopku kot pri primerjavi različnih palic sem izračunal tudi čas stika med glavo palice in opno za legato in staccato udarec:

vrsta udarca	povprečna hitrost palice [m/s]	čas stika med glavo palice in opno [ms]
legato	5,09	6,5
staccato	5,14	5,8

Tabela 5 | Razlika med legato in staccato artikulacijo

Na prvi pogled je presenetljivo, da je povprečna hitrost palice pri staccato udarcu le za 0,05 m/s višja v primerjavi z legato. Vzrok za to je večji kot (v raziskavi 8°), ki ga opiše palica pri legato udarcu zaradi nekoliko drugačnega stika glave palice z opno. Pri analizi video posnetkov udarcev za legato in staccato artikulacijo sem namreč pri obeh prijemih za začetek obravnave posnetka vzel enako višino glave palice oziroma enako lego palice v poševnem položaju. Ob dotiku z opno pa sta legi palice pri legato oziroma staccato udarcu nekoliko različni, zato se razlikujeta tudi kota, ki ju palica opiše med poševno lego in stikom z opno. Vzrok za različni legi palic ob stiku z opno je v tem, da pri legato udarcu stik glave palice z opno podaljšamo tudi z nekoliko bolj poševnim položajem glave glede na opno. Če bi preračunal povprečno hitrost na enak kot, bi bila razlika v povprečni hitrosti palice 14-krat večja.

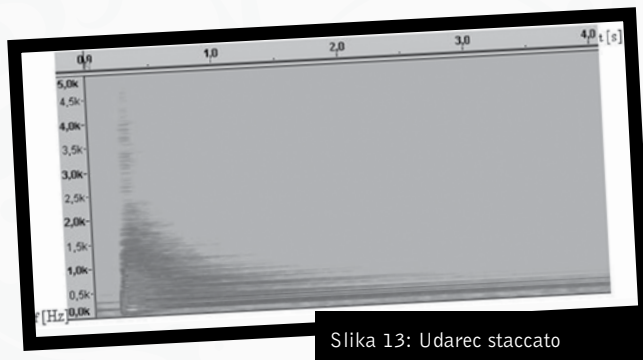
## Legato in staccato artikulacija – spektrogrami zvočnih posnetkov

**Legato udarec s palico BPFsrd (bambusov ročaj, glava iz plute je prevlečena s srednje debelim filcem, masa je 26 g) v forte dinamiki na tonu c z osnovno frekvenco 131 Hz:**



Slika 12: Udarec legato

**Staccato udarec s palico BPFsrd (bambusov ročaj, glava iz plute je prevlečena s srednje debelim filcem, masa je 26 g) v forte dinamiki na tonu c z osnovno frekvenco 131 Hz:**



Slika 13: Udarec staccato

Kot je razvidno s spektrogramov, seže sklenjen frekvenčni spekter pri legato udarcu malo čez 2000 Hz, pri staccato udarcu pa čez 4000 Hz, kar daje zvenu ostrejšo oziroma svetlejšo barvo.

## Stili igranja na timpane

Pri stilu igranja je na prvem mestu prijem palice, pomembni pa so tudi gibanje roke, prispevek zgornjega dela telesa in stoječa ali sedeča namestitvev timpanista.

Pri **francoskem stilu** drži timpanist palico med prvim členkom kazalca in blazinico palca, ki je obrnjen navzgor, ostali prsti pa so zaokroženi okrog ročaja palice, vendar niso v stalnem stiku z njim. Takšen prijem omogoča bliskovit odboj palice in posledično bolj svetel ton. Pri francoskem stilu timpanist običajno igra stoje (tradicija) ali pa v višje sedečem položaju (Schweizer, 2010, 14–15).

Pri **nemškem stilu** držimo palico med prvim členkom palca in višje vzdolž kazalca, ostali prsti pa rahlo objemajo ročaj palice. Zven je zaradi igranja z navzdol obrnjenimi dlanmi nekoliko temnejši (Schweizer, 2010, 14–15).

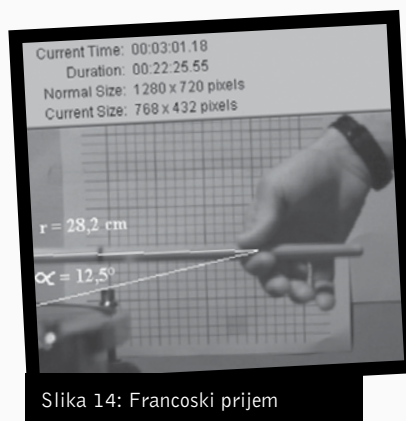
**Ameriški stil** je nekje vmes – palico držimo na francoski način in igramo z navzdol obrnjenimi dlanmi. Ostali prsti malce močneje oprijemajo ročaj, močno zapestno gibanje pa zagotavlja hiter odboj palice (Schweizer, 2010, 14–15).

**Avstrijski prijem** je različica nemškega – palec je pomaknjen nekoliko višje, tako da je večji del blazinice v stiku z ročajem, kazalec pa je nekoliko bolj zaokrožen okrog ročaja.

Pri **dunajskem prijemu** držimo palico s palcem in sredincem, kazalec pa uravnava smer palice.

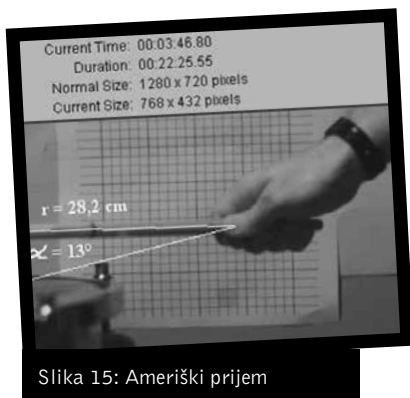
V raziskavi primerjam **francoski** stil oziroma prijem z **ameriškim**, ker ju stalno uporabljam v praksi, to pa je bistvenega pomena za relevantne rezultate raziskave.

Kot je razvidno iz primerjave legato in staccato udarca, hitrost palice vpliva na čas stika glave palice z opno in s tem na zven timpana. Zato primerjam hitrosti palice tudi pri francoskem in ameriškem prijemu oziroma stilu. Pri analizi video posnetkov udarcev sem pri obeh prijemih za začetek obravnave posnetka



Slika 14: Francoski prijem

vzel enako lego palice v vodoravnem položaju. Postopek izračuna je bil enak kot pri legato in staccato udarcih.



Slika 15: Ameriški prijem

stil igranja oz. prijem	povprečna hitrost palice [m/s]
francoski	5,39
ameriški	6,34

Povprečna hitrost palice pri legato udarcu z ameriškim prijemom je višja za skoraj 1 m/s, kar je posledica aktivnejšega delovanja zapestja pri ameriškem stilu.

Spektrogrami zvočnih posnetkov kažejo, da dosega frekvenčni spekter pri francoskem prijemu vrednosti do 3500 Hz, pri ameriškem pa skoraj do 6000 Hz. Pri slednjem je torej prisotnih več višjih frekvenc, posledica pa je ostrejši oziroma svetlejši zven.

### Hitrost palice in frekvenca udarcev pri tremoliranju v odvisnosti od trdote in mase palic

Tremolo izvajamo s hitro izmenjavo udarcev obeh rok. Potrebna hitrost oziroma frekvenca udarcev je odvisna od velikosti bobna in napetosti opne (velika napetost zahteva večjo frekvenco in obratno). Na prvi pogled se sicer zdi, da sta hitrost palic pri tremolu in frekvenca udarcev neločljivo povezani oziroma da gre tako rekoč za isto stvar, kar pa seveda ni res. Pri večji masi palic se je treba namreč zavedati, da timpanist vpliva na frekvenco udarcev z nižjo višino tremoliranja.

Pri glasnem tremolu je treba upoštevati in po potrebi popravljati morebitno spremembo intonacije, ki se lahko malce zniža zaradi morebitnega raztegovanja opne.

Oznaki za tremolo v notah sta »tr« ali pa tri črtice čez rep note. V partih W. A. Mozarta, L. V. Beethovna in J. Brahmsa je tremolo vedno označen s »tr«, črtice pa vselej pomenijo določene notne vrednosti: ena črtica čez vrat note pomeni osminke, dve šestnajstinke, tri dvaintridesetinke itd. Izjema je npr. H. Berlioz, ki uporablja štiri črtice za tremolo. Vsekakor je interpretacija odvisna od konteksta partiture in muzikalne logike.

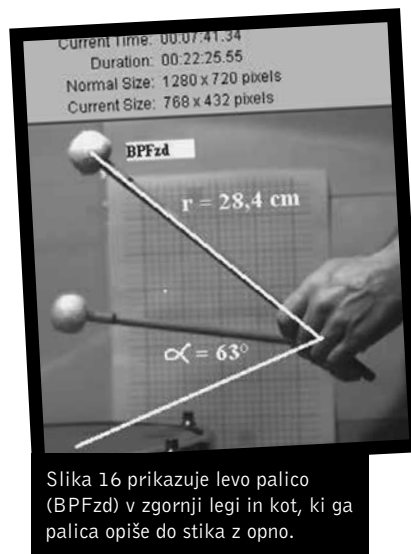
S tremolom na timpanih se skušamo približati dolgim tonom, ki jih izvajajo glasbeniki na drugih instrumentih. Pri tem je treba paziti, da posamezni udarci, ki jih nizamo v gostem zaporedju, niso preveč izraziti, kar najlažje dosežemo z mehkiimi

palicami. Večkrat pa se zgodi, da v skladbi potrebujemo trše palice za čim bolj jasno izvedbo določenih ritmičnih vzorcev, ki jim lahko takoj sledi tremolo, zato menjava palic ni mogoča. Glede na izkušnje timpanist prilagaja frekvenco tremoliranja glede na trdoto palic, namen raziskave pa je ugotoviti, kakšne so razlike v hitrostih palic.

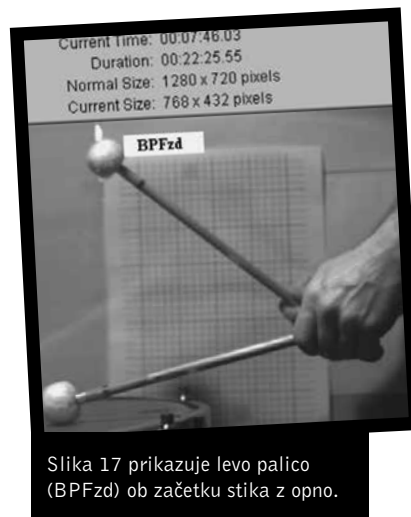
Pri tremolu, posnetem z visokohitrostno kamero v dinamiki forte, torej ugotavljam hitrost palice in frekvenco udarcev glede na trdoto in maso palic:

- mehke lahke palice (ročaj iz bambusa, plutasta glava je ovita z zelo debelim filcem – oznaka BPFzd, masa 26 g),
- srednje trde lahke palice (ročaj iz bambusa, plutasta glava je ovita s srednje debelim filcem – oznaka BPFsrd, masa 26 g),
- trde težke palice (ročaj iz lesa, lesena glava je ovita z zelo tankim slojem filca – oznaka LLFzt, masa 51 g).

Povprečno hitrost palice oziroma glave palice sem izračunal s pomočjo razdalje od prijemališča do sredine glave palice, kota  $\alpha$  in časovne razlike hitrega posnetka med zgornjo in spodnjo lego palice, iz časovne razlike hitrega posnetka med dotikoma leve in desne palice pa še frekvenco udarcev za tri različne pare palic.



Slika 16 prikazuje levo palico (BPFzd) v zgornji legi in kot, ki ga palica opiše do stika z opno.



Slika 17 prikazuje levo palico (BPFzd) ob začetku stika z opno.

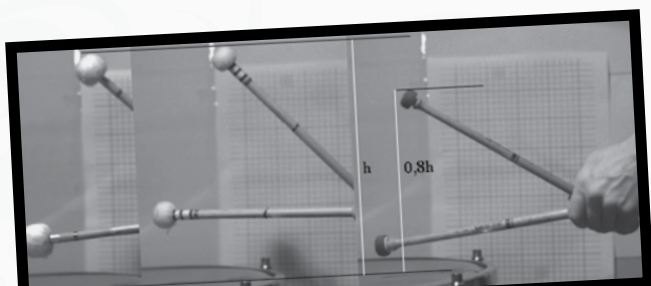


delovna oznaka	BPFzd	BPFsrd	LLFzt
material ročaja	bambus	bambus	les
material glave (notranji del)	pluta	pluta	les
material prevleke glave	zelo debel filc	srednje debel filc	zelo tanek filc
premer ročaja [mm]	12,1	12,7	10,7-14,5
premer glave [mm]	35,8	27,2	18,6
masa palice [g]	26	26	51
povprečna hitrost udarcev pri tremolu	4,46 m/s	4,85 m/s	4,38 m/s
frekvenca udarcev pri tremolu	10,8/s	11,1/s	12,1/s

Tabela 6 | Podatki o palicah in njihovih povprečnih hitrostih ter frekvenca udarcev pri tremolu

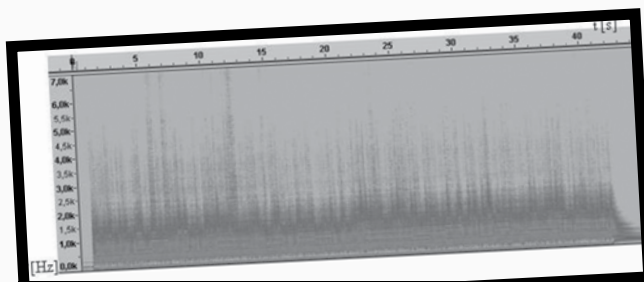
**Povprečna hitrost pri tremolu** z mehкими palicami in z maso 26 g je bila v raziskavi 4,46 m/s, s srednje trdimi z enako maso pa 4,85 m/s, kar potrjuje izkušnjo, da timpanist pri tremoliranju s tršimi palicami poveča hitrost tremola. Pri trdih lesenih palicah z maso 51 g pa je bila hitrost tremola najnižja (4,38 m/s). Vzrok za to je dvakrat večja masa palic, ki otežuje dodatno povečanje hitrosti.

**Frekvenca udarcev** pri mehkih palicah z maso 26 g je bila v raziskavi 10,8/s, pri srednje trdih z enako maso 11,1/s, pri trdih palicah z maso 51 g pa 12,1/s. Očitno je, da pri večji trdoti palic povečujemo frekvenco udarcev pri tremolu. Presenetljiv pa je podatek iz tabele 6 o najnižji hitrosti trde težke palice (LLFzt), pri čemer je frekvenca udarcev vseeno najvišja. Za razjasnitev tega na videz nelogičnega podatka moramo primerjati še amplitude tremola oziroma višine, do katerih sežejo različno težke palice med tremolom. S spodnje slike 19 je razvidno, da trde težke palice (LLFzt) dosežejo le 80 % višine, do katere sežejo lahke bambusove palice pri tremolu v dinamiki forte. Timpanist si torej pomaga tako, da zniža amplitudo oz. višino tremola s trdimi palicami, s čimer poveča frekvenco udarcev kljub temu, da je hitrost palice nižja zaradi dvakrat večje mase palic.

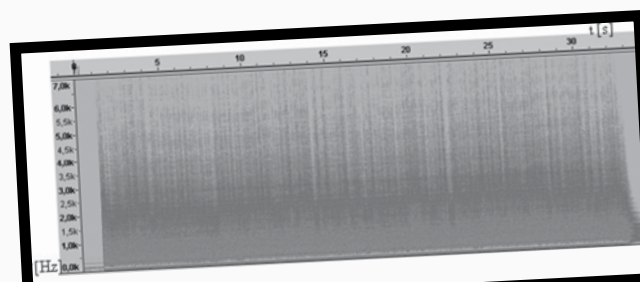


Slika 18: Primerjava amplitud tremola oz. največjih višin ( $h$ ) različnih palic (BPFzd, BPFsrd, LLFzt) pri tremolu

## Prikaz spektrogramov zvočnih posnetkov tremola z različnimi palicami



Slika 19: Spektrogram zvočnega posnetka tremola z mehкими in lahкими palicami BPFzd



Slika 20: Spektrogram zvočnega posnetka tremola s trdimi in težкими palicami LLFzt

Glede na izvajalsko prakso timpanisti najraje izvajamo tremolo z mehkejšimi palicami, da so posamezni udarci čim manj očitni. Glede na primerjavo udarcev z različnimi palicami v prvem delu raziskave je po udarcu s tršo palico prisotnih več višjih frekvenc, ki hitro izzvenijo, mehke palice pa poudarijo osnovni ton in nizke alikvode, ki izzvenevajo dalj časa.

Tudi spektrograma zvočnih posnetkov tremola kažeta podobno. Pri tremolu z mehкими palicami so prisotne predvsem frekvence do 2000 Hz, pri trdih težkih palicah pa je frekvenčni spekter precej gost do 5000 Hz, posamezne frekvence pa sežejo do 7000 Hz. Tremolo s trdimi palicami ima zato ostrejši zven, poleg tega je jasnost intonacije manjša kot pri tremolu z mehкими palicami, kjer pride bolj do izraza osnovni ton in nižje harmonske frekvence.

## Sklep

Visokohitrostni video posnetki, predvajani z normalno hitrostjo, pokažejo različno dolge čase stika med glavo palice in opno, na kar vplivajo sestava in debelina glave ter masa palic, prav tako napetost opne, ki je obratno sorazmerna s časovno dolžino stika. Hitrost palice je odvisna od stila igranja in vrste prijema pri isti dinamiki (forte). Tako ima staccato udarec večjo povprečno hitrost v primerjavi z legatom zaradi tesnejšega prijema palice in sodelovanja zapestja pri odboju palice od opne, čas stika med glavo palice in opno pa je krajši. Prav tako ima udarec v ameriškem stilu večjo povprečno hitrost v primerjavi s francoskim zaradi aktivnejšega delovanja zapestja.

Pri tremolu se z večjo trdoto palic povečujeta frekvenca udarcev in hitrost palic, s čimer skušamo čim bolj zabrisati učinek posameznih udarcev. Izjema pri hitrosti je tremolo s težkimi palicami, kjer je hitrost zaradi večje mase palic nekoliko nižja, timpanist pa poveča frekvenco z nižjo amplitudo oziroma višino tremoliranja.

Iz spektrogramov zvočnih posnetkov je razvidno, da se barva zvena timpanov dejansko spreminja, kar lahko timpanist s pridom izkorišča pri izvajalski praksi. Ne le menjava palic, za kate-

ro med igranjem velikokrat ni dovolj časa, ampak tudi uporaba različnih tehnik in prijemov palic vpliva na barvo tona, ki jo iščemo glede na glasbeni okvir določenega dela skladbe, pri čemer se odločamo za zlivanje z orkestrom ali kontrastiranje. S takšnim pristopom lahko rečemo, da na timpane igramo in ne samo tolčemo.

## # Viri in literatura

1. Beck, J. H. (1995). *Encyclopedia of percussion*. New York, London: Garland publ.
2. Bowles, E. A. (2002). *The Timpani: a History in Pictures and Documents*. New York: Pendragon Press.
3. Campbell, M. in Greated, C. (1987). *The Musician's Guide to Acoustics*. New York: Schirmer Books.
4. Fletcher, N. H. in Rossing, T. D. (1998). *The Physics of Musical Instruments*, 2. izd. New York: Springer-Verlag.
5. Forsyth, C. (1982). *Orchestration*. New York: Dover Publications. 1. izd. London: Macmillan, 1914.

6. Hall, D. E. (1991). *Musical Acoustics*, 2. izd. Belmont, California: Brooks/Cole Publishing Company.
7. Ravnikar, B. (1999). *Osnove glasbene akustike in informatike*. Ljubljana: DZS.
8. Rayleigh Strutt, J. W. (1945). *The Theory of Sound*, 2. izd. New York: Dover Publications. 1. izd. 1894.
9. Schweizer, S. L. (2010). *Timpani Tone and the Interpretation of Baroque and Classical Music*. New York: Oxford University Press.
10. Wagner, A. (2006). »Analysis of Drumbeats – Interaction between Drummer, Drumstick and Instrument.« Dis. Stockholm: Kraljevi inštitut za tehnologijo.