

Pevec kot inštrument



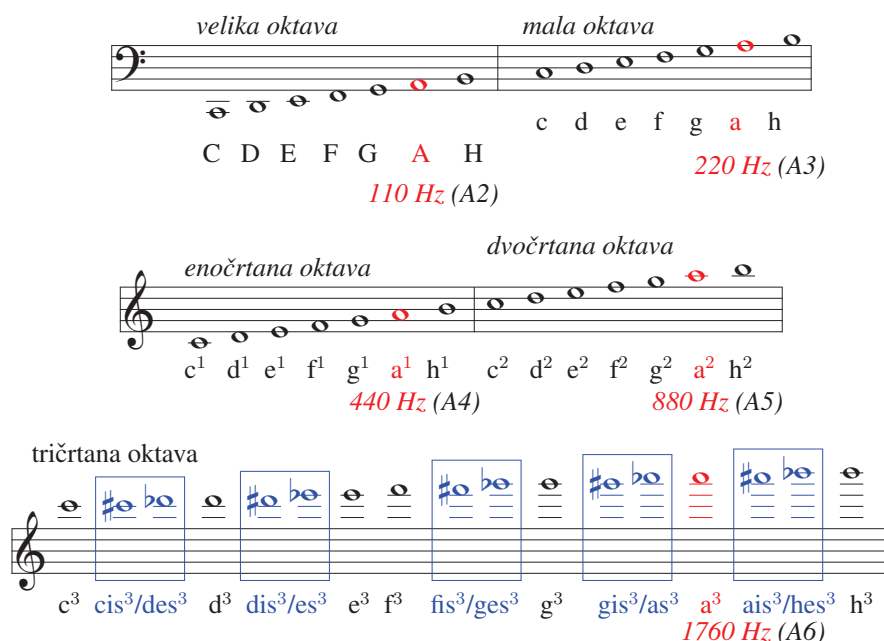
ANDREJ LIKAR

→ Glasbo izvajamo z glasbenimi inštrumenti. Način vzbujaanja zvočnih valov je pri inštrumentih zelo različen. Godala in brenkala uporabljajo napete strune, ki nihajo v zraku. Pri trobilih nihajo glasbenikove ustnice, pri pihalih pa tenki jezički. Pevci ne potrebujejo inštrumenta, inštrument so kar sami. Zvok tvorita glasilki, tenki opni v grlu pevca. Preden se zvok razširi v okolico, se od vira v instrumentih še oblikuje. Pri godalih za to skrbijo resonančne škatle, pri trobilih in pihalih cevi, pri pevcih pa ustna in nosna votlina.

Glasilke ne nihajo povsem harmonično, bolj kot ne se iz njih širijo hitro ponavljajoči se poki, ki v ustni in nosni votlini vzbudijo nihanja z dvakrat, trikrat, štirikrat ... višjimi frekvencami, kot je frekvenca teh pokov, ki ji rečemo osnovna frekvenca ali osnovni ton. Zvok pevca je zato sestavljen iz številnih to-

nov, je torej neke vrste zven. Tone pri višjih frekvencah od osnovne imenujmo *formante* in prav jakosti zvoka teh formantov ločijo dobre pevce od slabih. Pri vrhunskih opernih pevcih jakost zvoka v danem formantu lahko močno preglesi zvok orkestra, kar omogoča, da slišimo pevca tudi ob glasni spremljavi.

Zanimivo vprašanje je, kako glasbeniki zadevajo predpisane tone v skladbi. Pri glasbilih s tipkami je to vprašanje odveč, saj s pritiskom na tipko dobimo dan zven, na njegovo osnovno frekvenco ne moremo vplivati, pravilnost frekvence zagotavlja dobra uglasitev inštrumenta. Pri godalih mora izvajalec postaviti prst na določeno mesto na struni in pri hitrih menjavah not navadno nima možnosti kaj prida popravljati frekvence. Pri trobilih mora glasbenik kar se da natančno nastaviti napetost ustnic, da izzove ustrezen ton. Iz izkušenj z igranjem kljunaste flavte sklepam, da trobilcem in pihalcem pomagajo priti do ustreznega zvena resonance različno dolgega ocevja. Njegovo dolžino spreminjajo z odpiranjem in zapiranjem ventilov, luknjic ali pri pozavni z izvlekom cevi.



SLIKA 1.

Helmholtzov način predstavitve oktav. V zadnji vrstici so v okvirjih zapisane note, ki jih na klavirju zaigramo z isto črno tipko.

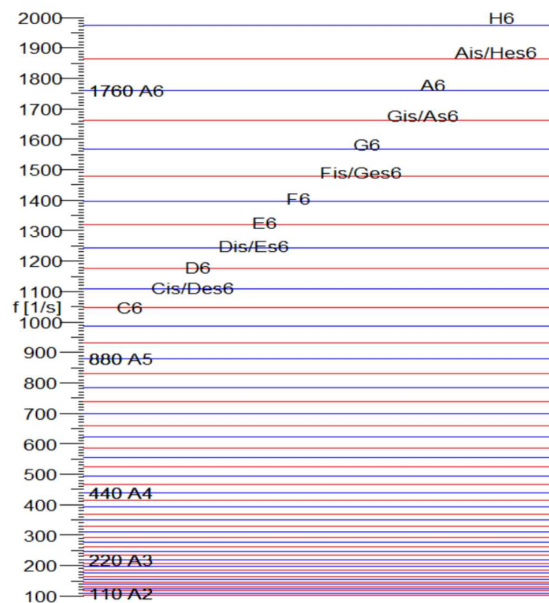


Kako pa je pri petju? Tu resonance ne pomagajo, za zadetek prave frekvence mora pevec ustrezno napeti glasilke, da oddajo zven s pravo osnovno frekvenco. Na prvi pogled se zdi taka naloga povsem neizvedljiva. Zavedati se moramo, da je v oktavi, torej frekvenčnem intervalu z začetno frekvenco v in končno $2v$, predpisanih kar 12 frekvenčno točno določenih tonov in da drugi niso dovoljeni. Še več, natančno je predpisana tudi frekvenca v , torej začetek oktave. V rabi je več načinov, kako predstavimo oktave in posamezne tone znotraj nje. V glasbenih šolah uporabljajo Helmholtzov način, ki je predstavljen na prvi sliki.

Preprostejši (znanstveni) način pa podaja slika 2. Imenu tona preprosto pripišemo številko oktave, pri čemer je tista s predpisano frekvenco tona A $v_{A4} = 440$ Hz četrta oktava (ton A4), iz tega pa sledijo frekvence tona A drugih oktav (A3 pri 220 Hz, A5 pri 880 Hz ...). Toni oktav se začnejo z oznako Cn, potem pa sledijo toni Cis, Dn, Dis, En, Eis ... do Hn in nato spet C(n+1). Razmerje frekvenc med posameznimi zaporednimi dovoljenimi toni je vedno $2^{1/12}$, torej je frekvenca naslednjega tona $1,0594631 \dots$ krat večja od prejšnjega. In ne pozabimo, da dobro slišimo kar 8 oktav, torej je v kromatični tonski lestvici predpisanih kar okrog 100 tonov. Na sliki 2 smo predstavili dovoljene tone v intervalu med 100 Hz in 2000 Hz z vodoravnimi črtami izmenjaje z modro in rdečo barvo. Imena tonov so v obeh načinih predstavitev oktav pač enaka.

Dovoljene frekvence so torej v glasbi natančno določene. Na njih so uglašeni inštrumenti, jasno pa jih vidimo na klaviaturi inštrumentov s tipkami, kjer vsaki tipki pripada tak dovoljeni osnovni ton. Igranje v skupinah seveda terja pristop z dovoljenimi frekvencami, sicer bi se glasba slišala zelo razglašeno in za uho neprijetno. Nas niti ne bo zanimalo kaj več kot to, kar smo povedali. Če koga zgodovina glasbenih lestvic bolj zanima, najde na spletu pregleden Presekov članek Marije Vencelj z naslovom *Glasba in matematika, 1. in 2. del*.

Kako pevci pridejo do zvena s predpisano osnovno frekvenco? Pevci imajo pretanjen posluš in vedo, kdaj je osnovna frekvenca zvena prava. Na misel nam zato pride princip povratne zanke, ki je splošno uporaben pri vsakovrstnih merjenjih in regulacijah. Pri povratni zanki primerjamo dve količini – referenčno, torej predpisano, in opazovano (izmer-



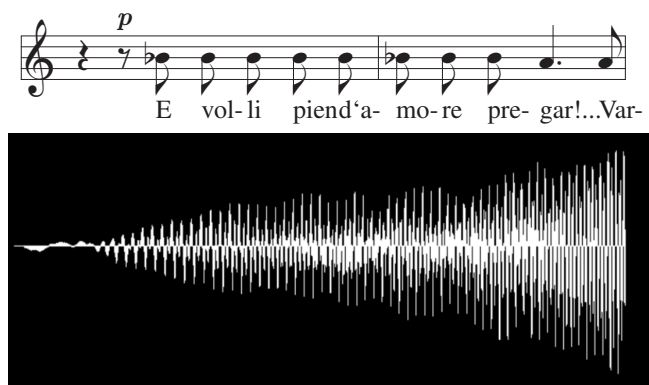
SLIKA 2.

Kromatična tonska lestvica, ki jo zadnjih 300 let uporabljamo v zahodni glasbi. Oktave štejemo od tonov C, poimenovani so toni šeste oktave.

jeno), ter na osnovi njune razlike spreminjamo opazovano, da se kar se da hitro približa referenčni. To v našem primeru pomeni, da bi pevec poslušal svoj glas in ga spreminjal toliko časa, da bi se približal predpisanemu. Pa preizkusimo to možnost! V ta namen bomo natančno analizirali posneto petje kakega znanega pevca. Zame je Luciano Pavarotti daleč najboljši operni pevec, kar sem jih slišal, analizirajmo torej njegovo petje. V operi Andrea Chenier skladatelja Umberta Giordana, je Pavarotti pel skupaj z Montserrat Caballe in Leom Nuccijem ter v spremstvu orkestra angleške Nacionalne Opere. Posnetek opere imam na voljo na dveh CD ploščah, torej lahko po mili volji analiziram digitalni zapis zvočnih valov.

Na CD plošči najdemo digitalni zapis signala iz dveh mikrofонов, vzorčenega 44100-krat v sekundi. Vsak vzorec je predstavljen z dvema baytoma, torej 16 biti. V zapisu sledita baytoma za levi mikrofoni bayta za desni. Podatkovne datoteke so zato zajetne, arija Andree v prvem dejanju opere, na primer, vsebuje nekaj nad 48 megabaytov. Zapisa na CD plo-

šči moramo pretvoriti v običajno .wav ali .mp3 datoteko, da prenesemo zvočni zapis v spomin računalnika. V ta namen sem uporabil na spletu dostopen program (Switch Sound File Converter), sam pa sem napisal program, ki zapis prevede v običajni ASCII zapis v .dat datoteko. Pred tem sem moral iz zajetnega .wav zapisa izrezati koščke, ki sem jih analiziral. Za to sem uporabil na spletu dosegljiv program Audacity, s katerim izrežemo, predstavljamo in lepimo dele glasbenega zapisa iz .wav datoteke. Tudi ko pevca ne spremlja orkester ali zbor, je zvočni val videti presenetljivo zapleten. Na sliki 3 je kot primer prikazan val začetka petja brez orkestrske spremljave. Vidimo, da je val postopoma vse bolj intenziven, vrhovi so vse višji, vmes pa se začnejo pojavljati tudi vrhovi višjih frekvenc. Pavarotti v tem primeru zapoje, kar je z notami zapisano takole:

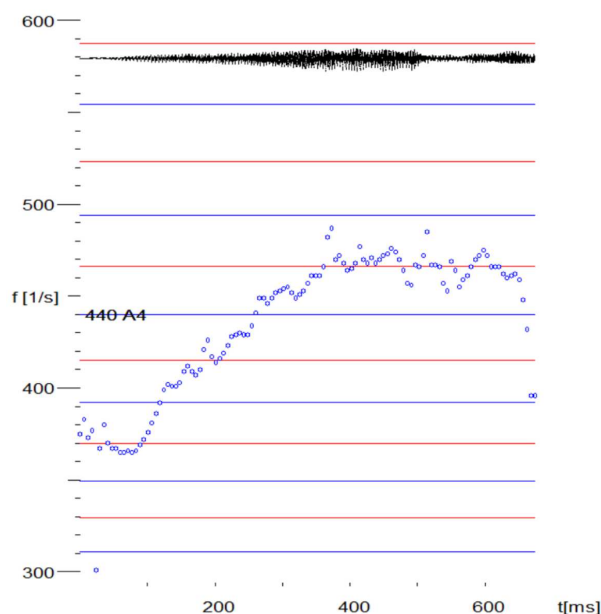


SLIKA 3.

400 ms dolg zvočni val Pavarottijevega vstopa v ariji *Colpito qui m'avete ...* v 1. dejanju opere, ko sam, brez spremljave orkestra ali zbora, začne peti *E volli pien d'amore pregar!* ...

Sedaj pogledimo, kako je pevec prilagajal frekvenco svojega petja. V ariji *Andree Colpito qui m'avete ov'io celo geloso* v prvem dejanju opere sem izrezal začetni del verza *E volli pien d'amore pregar!*, ko pevca ne spremlja orkester ali zbor. Ker je šele začel peti, je imel dovolj časa, da bi nastavljal napetost svojih glasilk točno na zeleno frekvenco. A na sliki 4 vidimo, da je začel precej nižje, skoraj cela dva tona in se potem v kakšnih 300 ms približal pravi frekvenci. Prehodni čas 300 ms je prekratek, da bi poslušalec zaznal ta glissando, to je zvezno spreminjanje frekvence s časom, ko slišimo vse vmesne, torej tudi

prepovedane tone. Poleg tega pa je na začetku glas pretih, da bi ga poslušalec dobro slišal, kar vidimo v posnetem zvočnem valu na vrhu grafa. Frekvenčni potek kar dobro potrjuje, da je pevec poslušal samega sebe in postopoma prilagajal glasilke pravemu osnovnemu tonu. Analiziral sem več vstopnih točk in vselej prišel do podobnega grafa. Ko pevec že poje in zvezno preide na precej višji zven, pa njegov glissando, če smo le dovolj pozorni, dobro slišimo. V takem primeru seveda pevec mora med petjem spreminjati napetost glasilk in je relativno počasen prehod neizogiben, morda umetniško celo zaželen.



SLIKA 4.

Frekvenčni potek osnovnega tona začetka Pavarottijevega petja *E volli pien ...* Na vrhu slike je s črno barvo nakazano nihanje tlaka ob mikrofону, kot je zapisano na CD-ju. Tu vidimo, kako se glasnost zapisanega zvoka spreminja s časom.

Glede na povedano pevec potrebuje kakih 200 ms, da zadane pravi osnovni ton. Kaj pa, če tega časa preprosto nima? Spomnimo se arije *Kraljice noči* iz drugega dejanja Mozartove opere *Čarobna piščal*. Pri tej ariji, ki slovi kot ena najtežjih v vsem opernem repertoarju, mora pevka več kot desetkrat na hitro, vsakih 100 ms, zapeti in odpeti različne glasove izredno visokih frekvenc. Ker nima na voljo prav nič časa za





kakšno prilagajanje, mora v kratkem presledku med dvema glasovoma nastaviti napetost glasilk in zapeti na ves glas in kar zapoje, pač zapoje. Ker imam na voljo prenovljen posnetek (iz leta 1963) te opere na dveh CD ploščah, sem analiziral petje slovite slovaške sopranistke Lucie Popp. Del petja, ki sem ga analiziral, je v notnem zapisu označen z rdečo barvo.



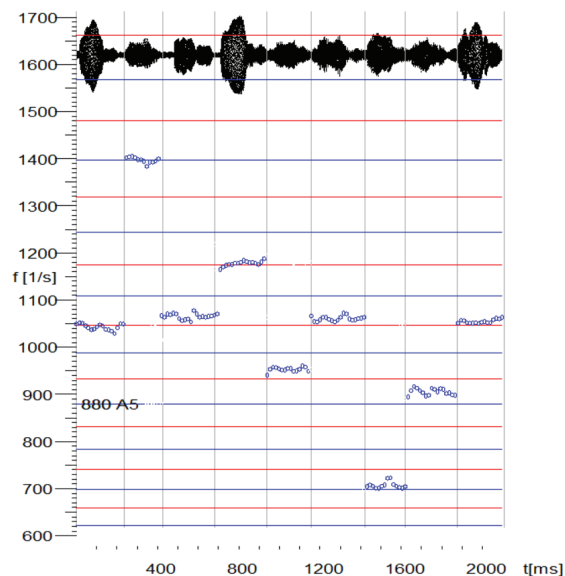
SLIKA 5.

Notni zapis dela arije Kraljice noči iz Mozartove opere Čarobna piščal. Analiziran je bil del petja, zapisan z rdečo barvo.

Na sliki 6 je prikazan potek njenega petja v delu arije, kjer poje posamezne glasove nepovezano (staccato), torej vsak glas ločen od drugih. Potek valovanja kaže dele s petjem, sledijo pa precej tišji intervali, ki so le odmevi delov s petjem. V času odmeva pevka prilagodi svoje glasilke za naslednji glas. Glasovi se hitro izmenjujejo, v dveh sekundah pevka odpoje 9 različnih glasov. Iz časovnega poteka frekvenc vidimo, da nekatere osnovne tone zadene povsem natančno, nekaterih pa ne, razlike med zapetim in napisanim so lahko tudi četrtno tona. Te napake pa pri poslušanju ne motijo, ker se toni tako hitro menjavajo in so vedno vmes povsem pravilno zapeti. Ko pa ta pevka v isti ariji zapoje dalj časa trajajočo noto, se spet po kakšnih 200 ms približa pravemu tonu z obilico vibrata.

Pri hitrem igranju violine so glasbeniki v podobnem škipcu, Za prilagajanje ni časa, če pa violinist igra solo brez orkestra, nima niti tonalne zaslombe pri njem. Izraelsko-ameriški violinist Itzhak Perlman je tako hitro skladbo, kjer mestoma zaigra kar 10 not v sekundi, predstavil na enih svojih CD plošč z Bachovimi sonatami in partitami za violino solo. Analiza pokaže, da nekateri toni pri tem niso povsem natančno zadeti, a je napaka povsod manjša kot četrtna predpisanega tona.

Za konec naj povemo, da s to analizo nismo imeli namena kakorkoli kritizirati omenjenih glasbenikov. Lahko se le čudimo, kako so z vajo in izrednim glasbenim posluhom prišli do skoraj popolnega izvajanja. Omenili smo le petje in igranje na violino, a



SLIKA 6.

Dve sekundi trajajoč odlomek iz arije Kraljice noči iz Mozartove Čarobne piščali. Nekateri osnovni toni niso povsem natančno zapeti.

ne dvomimo, da nekaj podobnega velja tudi za glasbenike na drugih instrumentih. Prav zanimivo bi bilo proučiti igranje trobilcev, morda tudi pihalcev in ugotoviti, kako oni pridejo do predpisanih osnovnih tonov. O fiziki petja, posebno o zvenu pevčevega glasu, pa bo bralec več izvedel v članku The Acoustic of the Singing Voice avtorja Johana Sundberga, objavljenega v reviji Scientific American marca leta 1977.

Ob strani smo pustili vprašanje, kako smo prišli do iskanih osnovnih tonov pri glasovih. Ker so zvočni valovi praviloma izjemno zapleteni, je metoda s preštevanjem vrhov v izbranih časovnih intervalih prepočasna in nezanesljiva. Kot rečeno, so zveni pri petju hitro zelo zapleteni in niti ne vemo, ob katerem času se pojavi kak vrh. S to metodo sem sicer začel, a kmalu uvidel, da bom moral analizo avtomatizirati. Tak avtomatski način iskanja spektrov, to je tonov v danem zvenu, ni prav zelo zahteven za nekoga, ki pozna osnove tako imenovane Fourierove analize signalov, a o tem morda kdaj drugič.

× × ×