

CRKVENI GLAZBENIK I NJEGOV INSTRUMENT - AKUSTIKA I SVIRALE (2)

Uvod

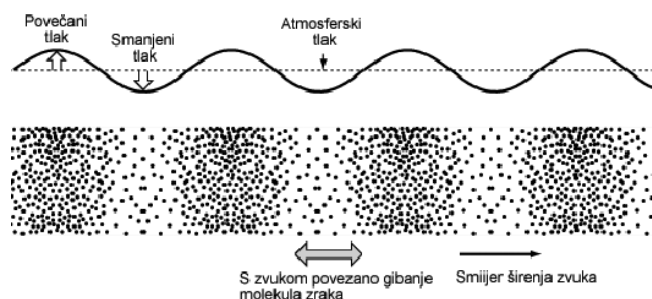
U prvome dijelu ovog niza članaka iz organografije bilo je riječi o povijesti orgulja. Želja nam je bila istaknuti njihovu važnost kroz povijest u oblikovanju crkvene glazbe. Također je potrebno potaknuti sve one koji razmišljaju o orguljama kao staromodnom glazbalu da orgulje, na temelju svoje bogate prošlosti, moraju i dalje imati vodeću funkciju u crkvenoj glazbi. U ovome nastavku, bit će riječ o sviralama, nastanku tona u njima te o akustici općenito.

Akustika

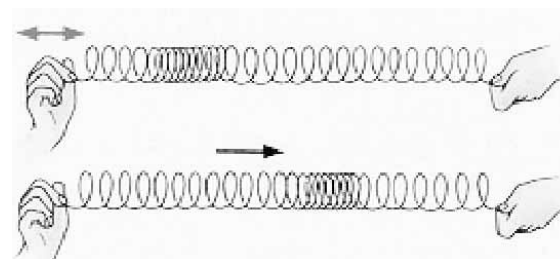
Iako neki pojmovi koje ćemo ovdje navesti nisu preduvjet da orguljaš bude dobar crkveni glazbenik i da zna iskoristiti svoj instrument u potpunosti, dobro je neke osnovne pojmove upoznati ili ponoviti. Akustika (grč. *ἀκουστικός*) je dio fizike koja se bavi proučavanjem nastanka i širenja zvuka. Izvor zvuka može biti gotovo svaka materijalna (živa i neživa) stvar kojom smo okruženi. No u glazbi upotrebljavamo pojam „ton“. Ton je zvuk kod kojeg izvor zvuka pravilno titra. Svaki ton ima nekoliko karakteristika: visinu, jačinu, trajanje i boju. Drugi preduvjet da ton (zvuk) može doći do našeg uha jest medij (sredstvo) kojim se zvuk širi. Zvuk osim zrakom, može putovati vodom ili nekim drugim krutim elementom, a sve to zahvaljujući molekulama koje se nalaze u mediju i imaju

elastična svojstva - mogućnost djelovanja jednih na druge. Logično je onda zaključiti da u vakuumu nema mogućnosti širenja zvuka. Ton zrakom putuje u obliku longitudinalnog (uzdužnog) vala i njega možemo predočiti slikom ispod. (Slika 1.). No na mnogim ga slikama zapravo, zbog preglednosti, prikazujemo kao transverzalni val.

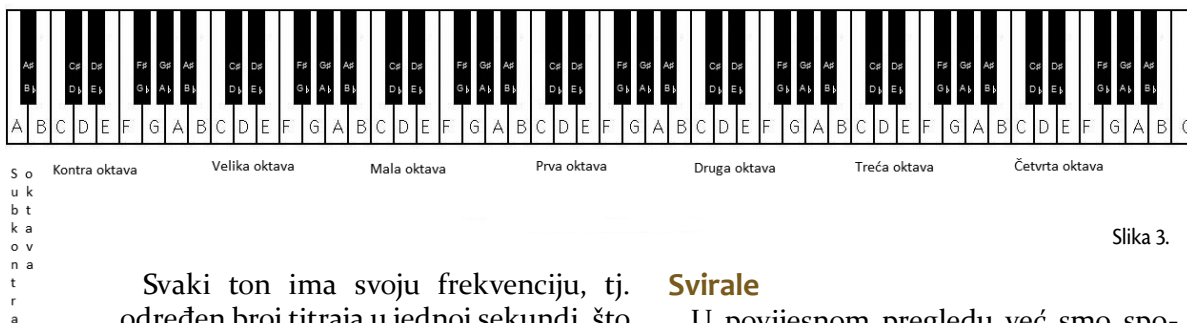
Slika 1.



Čestice zraka koje prenose zvuk u obliku vala međusobno će djelovati kao opruga koja prenosi energiju s jednoga kraja na drugi. (Slika 2.)



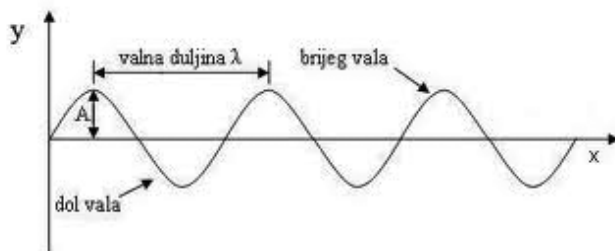
Slika 2.



Slika 3.

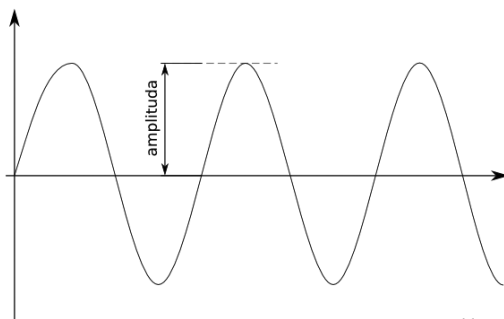
Svaki ton ima svoju frekvenciju, tj. određen broj titraja u jednoj sekundi, što izražavamo u hercima (Hz). Što ton ima veći broj titraja, to je viši. Ljudsko uho može čuti od 16 do 20 000 Hz, a vrijednosti mogu varirati od čovjeka do čovjeka. Frekvencija od 16 Hz odgovara otprilike tonu C subkontra. Ako si predočimo klavijaturu glasovira (Slika 3.), vidimo da toga tona nema na klavijaturi koja počinje od A subkontra.

Valna duljina (λ) je obrnuto proporcionalna u odnosu na frekvenciju vala. Što je valna duljina (udaljenost između dva susjedna dola ili brijega) kraća, zvuk će biti viši i obrnuto (Slika 4.).



Slika 4.

Ovdje je potrebno spomenuti i pojam „amplituda vala“, što je najveća udaljenost određene točke elastičnoga tijela od položaja ravnoteže u jednom smjeru. Veća amplituda uzrokuje glasniji zvuk (Slika 5.).



Slika 5.

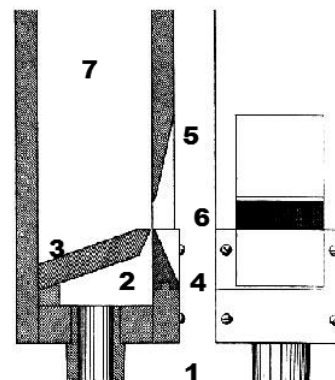
Svirale

U povijesnom pregledu već smo spomenuli da je čovjek, možda i slučajno, otkrio kako zrak pod određenim pritiskom u svirali (frulici) može stvoriti ton. Današnja fizika može protumačiti kako taj ton zaista nastaje. No ponajprije treba objasniti kako je jedna orguljska svirala konstruirana. Taj podatak zasigurno može biti od koristi jednom crkvenom orguljašu, možda ponajviše u komunikaciji s majstorom orguljarom kojemu treba prepustiti svaku eventualnu doradu ili popravak na svirali.

Postoje dvije vrste svirala: labijalne i jezične. Labijalne svirale (lat. labium – usta) imaju otvor u obliku usta, a mogu biti metalne i drvene. Metalne pak svirale dijelimo na cilindrične (konstantne širine) ili konične (sužene prema vrhu ili ljevkaste), a drvene na piramidalne ili prizmatične.

Dijelovi labijalne svirale (Slika 6.):

1. Noga svirale (dovod zraka);
2. Ormar za zrak;
3. Jezgra;
4. Donja usnica;
5. Gornja usnica;
6. Usta svirale;
7. Tijelo svirale.

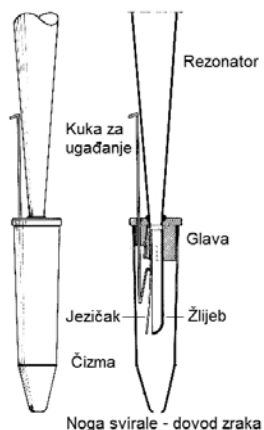


Slika 6.

Limena svirala građena je od legure (slatine) kositra i olova u različitim omjerima. Prospektne (vidljive) svirale imaju veći postotak kositra. Drvene pak svirale mogu biti izrađene od oraha, trešnje ili bukve. Svaka labijalna svirala može biti otvorena, nepokrivena na vrhu i zatvorena s pomoću kape ili čepa.

Što se tiče jezične svirale, ona ima ove dijelove (Slika 7.): 1. Noga svirale – dovod zraka; 2. Žlijeb; 3. Glava svirale; 4. Čizma; 5. Rezonator; 6. Kuka za ugađanje i 7. Jezičak.

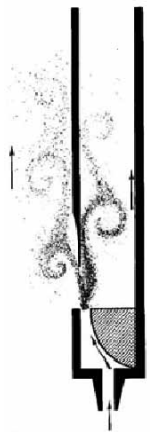
Slika 7.



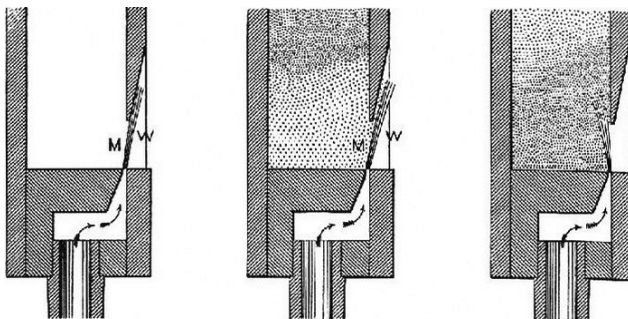
Nastanak tona u svirali

Zrak pod tlakom ulazi u nogu svirale, a zatim i u prostor ispod jezgre te se usmjerava na brid donje usnice. Gornja usnica dijeli struju zraka na dva dijela; jedan izlazi van, a drugi ostaje u svirali (Slika 8.).

Slika 8.



Dio koji ostaje u svirali uzrokuje zgušnjavanje zraka i putuje prema vrhu svirale. Od vrha svirale reflektira se natrag prema jezgri (bez obzira na to je li svirala otvorena ili zatvorena). Istodobno, (dok dolazi novi zrak u sviralu), nastaje novo zgušnjavanje na dnu. Tako nazmjenično u dnu svirale, u vrlo brzim intervalima, nastaje zgušnjenje i razrjeđenje zraka (Slika 9.).

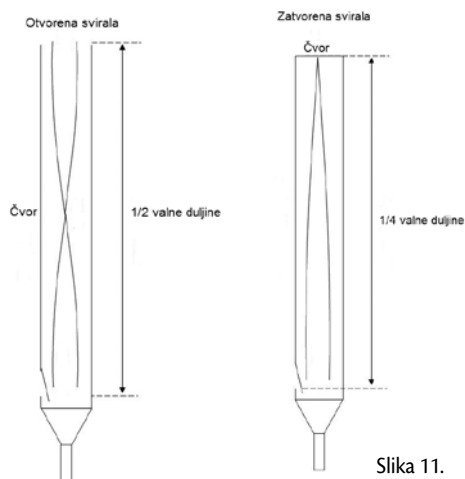


Slika 9.

Direktan val je onaj koji putuje od dna prema vrhu, a reflektirajući se odbija od vrha natrag prema dnu svirale. Interferencijom tih dvaju valova nastaje tzv. stojni val.

Kod otvorenih svirala u dnu i na vrhu smješten je trbuh vala, a u sredini je čvor (Slika 10.).

Slika 10.



Slika 11.

Kod zatvorenih svirala na gornjem kraju je čvor, a kod labijuma je trbuh (Slika 11.).



Iz slike 10. jasno se vidi da dužina svirale (koju ćemo označiti slovom l) iznosi $1/2$ valne duljine. Postoji formula s pomoću koje vrlo lako možemo izračunati koliko je duga otvorena svirala za određeni ton¹. Formula uključuje brzinu zvuka ($c=333\text{ m/s}$) i trajanje jednog titraja (u sekundama i označavamo ga slovom T). Npr. ako znamo da je za ton C (veliki) frekvencija 64 Hz , znači $T=1/64$ sekunde.

$$\lambda = c \cdot T$$

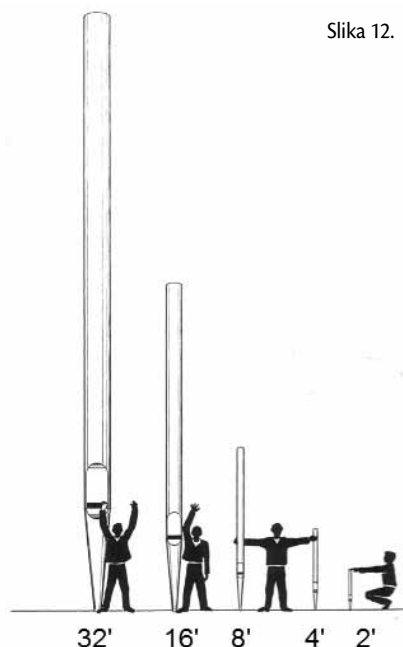
$$\lambda = 333 \cdot 1/64$$

$$\lambda = 5,2\text{ m}$$

$$l = 1/2 \lambda$$

$$l = 2,6\text{ m}$$

Dakle, za ton C veliki dužina otvorene svirale je oko 2,6 metra. Ton C veliki ujedno je i početni (najdublji) ton u manualu orgulja, a ta duljina odgovara duljini od oko 8 stopa (8'). Stopa se tako uzela kao najjednostavnija mjerna jedinica za veličinu svirale. Ovaj broj zapravo nam govori koliko je duga najduža svirala nekog registra. Kod 4' registra npr., najdublja svirala bit će oko 1,3 m, a kako je duplo kraća, ona proizvodi ton za oktavu viši.



Slika 12.

Dakle, ako uključimo samo neki 4' registar i stisnemo najdublju tipku (C veliki), čut ćemo c mali. Na slici 12. možemo vidjeti zanimljiv odnos veličine nekih oktavnih otvorenih svirala i čovjeka.

Kod zatvorene svirale javlja se vrlo zanimljiv akustički efekt. Kao što se vidi iz slike 11., u zatvorenoj se svirali javlja samo $1/4$ valne duljine, pa će zatvorena svirala od 8' davati oktavu dublji ton. No mi ćemo taj registar, iako je dug oko 8', nazivati 16' registrom jer tako zvuči. Bitno je naglasiti da jedino dužina svirale ima utjecaj na visinu tona. Širina svirale utječe na boju tona te po tome možemo razlikovati registre, o čemu ćemo detaljnije u idućim nastavcima.

Svirala može proizvoditi i viši ton, i to „prepuhivanjem“. Otvorena svirala proizvest će za oktavu viši ton ako u nju uđe zrak pod višim tlakom. Zatvorena svirala umjesto oktave prepuhivanjem će dati neki od neparnih alikvotnih tonova.

Što se tiče jezične svirale, ton nastaje s pomoću jezička koji titra. „Kada zrak uđe u čizmu, provuče se kroz pukotinu između jezičca i žlijeba u nutrinu grla, gdje nastaje zgušnjavanje. No zrak se i u čizmi zgusne te tlači na jezičac i pritisne ga na žlijeb. Time se otvor žlijeba zatvori i zrak ne može u žlijeb, pa u žlijebu nastane normalno stanje, koje prema prijašnjem zgušnjavanju znači razrjeđivanje. Jezičac, međutim, zbog svoje elastičnosti pobjegne natrag i time se udalji od žlijeba te zrak opet navali u grlo i stvori novo zgušnjavanje. Ta se igra ponavlja, pa jezičac neprestano titra ulijevo i udesno te se neprestano izmjenjuju zgušnjavanja i razrjeđivanja koja putuju prema gore u rezonator“.² U rezonatoru nastaje val koji je već objašnjen kod labijalne svirale.

Zaključak

Podatci o akustici možda i nisu jako bitni za orguljaša i crkvenoga glazbenika, ali dobro je da svaki glazbenik koji

¹ Usp. DUGAN, Franjo: *Nauk o glasbalima*, Zagreb, Hrvatska državna tiskara, 1944., str. 151-152.

² Isto, str. 162.

