

III 2682

STAROTALIJANSKO UMIJEĆE  
GRAĐENJA  
GUDAČKIH INSTRUMENTATA



1 9 5 1

JUGOSLAVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI



III 2682

STAROTALIJANSKO  
UMIJEĆE GRAĐENJA  
GUDAČKIH INSTRUMENTATA

*Dr. FRANJO KRESNIK*

JUGOSLAVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI

416/52



Dr. med. FRANJO KRESNIK



*Viva fui in silvis; sum dura occisa securi;  
Dum vixi tacui, mortua dulce cano.*

**O**VA je knjiga ponešto neobična zbog materije, koju obrađuje i zbog pisca, koji ju je napisao. Kad kažemo, da je knjiga neobična po materiji, koju obrađuje, ne mislimo samo na činjenicu, da je materija vrlo složena, da je slabo naučno obrađena, već i na činjenicu, da je materija za naše čitaoce upravo nepoznata, jer u toj oblasti u nas nije dosad gotovo ništa publikovano.

Građenje gudačkih instrumenata već je četiri stoljeća prekriveno misterijem. Naučno osvjetljivanje »tajne Stradivarija« počelo je pred nekih trideset godina, no još nije dovršeno. Po svojoj prirodi pitanje je vrlo složeno, jer zahvata u tri prostrane oblasti ljudskoga duha: u nauku, tehniku i umjetnost. Razgraničavanje i povezivanje tih oblasti nije lako. U prošlosti se u pravilu govorilo o umjetnosti građenja gudačkih instrumenata. Načelna neopravdanost te klasifikacije i terminologije bije u oči, tek kad se uvaži, kako je nemoguće upotrijebiti analogiju pa govoriti na pr. o umjetnosti građenja klavira. U stvarnosti to je — u jednom i u drugom slučaju — tehnika, koja je čas dotjeranija, čas manje dotjerana. I jedna i druga tehnika stavljena je u službu muzičke umjetnosti, no sama po sebi nije umjetnost.

Mora se ipak priznati, da je kod građenja gudačkih instrumenata biljeg ličnosti mnogo jači nego kod građenja klavira. Zbog toga imena Amati, Stradivari, Guarneri stvarno znače mnogo više nego Erard, Pleyel, Bösendorfer, Steinway. No to još uvijek ne opravdava stari način gledanja, da su graditelji gudačkih instrumenata umjetnici, a graditelji klavira tehničari.

I ličnost autora je neobična. Tačnije rečeno, neobično je, da inostranstvo poznaje našega čovjeka pisca ove knjige po njegovim sposobnostima i radu i odaje mu priznanje, a mi ga jedva znamo po imenu.

Autor dr. Franjo Kresnik, doktor medicine po obrazovanju, po zanimanju privatni liječnik na Rijeci, a u muzici visoko kvalifikovani diletant, sav se predaje studiju građenja starih talijanskih gudačkih instrumenata. Nakon trideset godina proučavanja i rada Kresnik piše o tom pitanju opširnu studiju. On je zanosni pristalica stare misli, da je građenje tih instrumenata — umjetnost. Savremenije je gledište, da se pritom ne radi o umjetnosti već o umijeću, dakle o tehnici, koja je zasnovana na naučnim temeljima. Otuda knjizi i ime.

Nije bitno, što te temelje nije još do danas nauka posve prečistila. Ipak je u posljednjih trideset godina nauka u ovoj oblasti učinila više nego u protekla četiri stoljeća. Prodiranje nauke teče polagano, jer je naučna strana toga pitanja neobično složena. Radi se o tri kategorije pojava i pitanja, za koje nauka treba da utvrdi međusobne

odnose. To su pojave i pitanja iz oblasti akustike, statike i tehnologije. To će reći, gudački instrumenat, da bi bio upotrebljiv za umjetničke potrebe muzike, mora savršeno da odgovara akustičkim i statičkim zadacima. Mogućnost ostvarivanja jedne i druge kategorije tih zadataka zavisi od tehnoloških osobina drveta — jedine materije, od koje se mogu graditi gudački instrumenti.

U toj zavisnosti treba tražiti razlog, da je drvo — i u prošlosti i u sadašnjosti — najvažniji činilac pri građenju violina. Tu su spoznaju u prošlosti dobro znali cijeniti i pravilno iskorišćivati stari majstori — naročito Stradivari. Kad je zamrla liuterija, to osnovno značenje drveta palo je u zaborav. Nemoć i praznina, koja je nastala, objašnjavala se »tajnom, koju su ponijeli u grob« stari majstori. U posljednja tri decenija uloga drveta ponovo se postavlja na prvo mjesto, to jest savremena naučna istraživanja kreću se u tom smjeru.

No i u pitanju značenja drveta za građenje gudačkih instrumenata dvije su linije. Jedna, koju djelomice ispravno slijedi i Kresnik, proučava pojedine dijelove violine — naročito zvučnicu, dno, gredicu, dušicu i kobilicu — u njihovim odnosima prema kvalitetu tona instrumenta. Po drugoj liniji, kojom ide savremena nauka, istraživanja se odnose na gudački instrumenat kao cjelinu, kao akustičko tijelo građeno od drveta.

I za jednu i za drugu liniju neophodno je potrebno poznavanje tehničkih osobina drveta. Budući da priroda drvo kao organsku materiju stvara pod vrlo različitim prilikama, ono je već od svoga iskona vrlo anizotropno. I baš ta anizotropnost predstavlja jednu od najvećih teškoća u proučavanju drveta kao građevnog materijala uopće kao i međusobnog usklađivanja tehničkih osobina drveta s akustičkim, statičkim i estetskim zadacima, kojima treba da posluže muzički instrumenti. O svemu tome bit će opširno riječ u daljem tekstu.

\* \* \*

Prije nego priđemo bliže materiji, koju Kresnik razrađuje u svojoj knjizi, potrebno je da se upoznamo s osnovnim zadacima i ciljevima, što ih je Kresnik držao na umu pišući svoju studiju.

On je išao za tim, da čitaoca — bio on diletant ili stručnjak — uvede u oblast građenja gudačkih instrumenata starih talijanskih majstora, a naročito da izloži osnovna načela građenja, koja su stari majstori utvrdili empirijom. Kresnik se ne zadržava samo na konstrukcijskim principima, koje je otkrio, već nastoji, da im da i naučno objašnjenje. On se rukovodi željom, da savremenog graditelja potakne na deduktivni način mišljenja, ne bi li na taj način pomogao dalji razvoj samoga umijeća.

Autor pravilno povezuje akustičke i statičke zadatke instrumenta s načinom konstrukcije, kvalitetom drveta i kvalitetom tona, iako mu na pojedinim mjestima nedostaje jasnoća izlaganja ili se služi samo spekulativnim načinom tumačenja. On se opširno zadržava na prikazivanju debljina rezonantnih ploča (zvučnice i dna), detaljno tumači konstrukciju odušaka, način utvrđivanja dimenzija i volumena tijela violine i način gradnje gredice, dušice i kobilice. Sve te elemente promatra on u odnosu prema kvalitetu i snazi tona i prema kvalitetu drveta. Naročito opširno bavi se pitanjem staroga talijanskoga laka, o kojem je napisao i u inostranstvu publikovao zasebnu studiju.

Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti u Zagrebu smatrajući, da je rad dr. Franje Kresnika zavrijedio da bude spašen od

zaboravi, otkupila je rukopis njegove studije o građenju gudačkih instrumenata. Rukopis je u originalu pisan talijanski i njemački. Hrvatski prijevod talijanskog originala izradio je drug Ivo Frangeš. Pored prijevoda donesen je na kraju knjige i izvadak iz talijanskog originala.

Ne bi bilo pravilno u stadiju socijalističke izgradnje na pitanje građenja gudačkih instrumenata gledati samo s gledišta nauke, tehnike i umjetnosti. Treba uočiti, da to pitanje ima i svoje privredno značenje. O toj važnosti korisno je povesti računa iz više razloga. Prije svega zasada nema nade, da bi se drvo za građenje gudačkih instrumenata moglo zamijeniti nekim drugim materijalom ili čak nekom vještačkom masom. Znači, bez drveta nema orkestralne muzike uopće. Drugo, u posljednja četiri stoljeća u Evropi je nestalo planinskih šuma, — naročito onih u Alpama, Karpatima i Sudetima — koje su davale drvo upotrebljivo za građenje gudačkih instrumenata. Zadatak je šumarske nauke, da riješi problem, kako za budućnost uzgojiti šume, koje će dati drvo potrebnih kvaliteta. Treće, u nas ima još smrekovih šuma, koje bi po tehničkim osobinama svoga drveta bile sposobne, da se upotrebe za građenje gudačkih instrumenata. O njima treba da povedu računa i nauka i operativa.

\*  
\*      \*

Predavajući ovu knjigu javnosti izražavam svoju zahvalnost drugovima, koji su pročitali bilo čitav rukopis bilo njegove dijelove i pomogli me svojim stručnim savjetom. To su drugovi: prof. dr. Bogdan Milanković u Sarajevu, prof. dr. ing. Rajko Kušević u Zagrebu, prof. dr. Dušan Pejnović u Zagrebu.

Drugu Justinu Cuculiću na Rijeci zahvalan sam za pomoć pri sakupljanju podataka o dr. Franji Kresniku.

Dr. med. FRANJO KRESNIK

Oduvijek je bilo ljudi, koji su pored svoje struke i poziva, kome su posvetili sav život, odabirali još jedno polje rada. U nekih je to bilo obično traženje rasonode, prosti »hobby«. U drugih je to bila unutrašnja potreba, da se nakupljene energije zapregnu u konstruktivnost, u korist nekih širih zadataka, a na smirenje njihova pokretača.

Naročito u redovima medicinara po obrazovanju i struci bilo je takvih radenika velik broj. Široki osnovi medicinskog obrazovanja, nedjeljivost medicinske nauke i struke od prirodnih nauka uopće, trajni dodir s razmjerno velikim brojem ljudi, pogleda i potreba, svakodnevno kritičko traženje veze između uzroka i posljedica pri dijagnosticanju, — sve su to trajna vrela i podsticaji za produhovljavanje i produblivanje.

Dr. Franjo Kresnik izraziti je predstavnik medicinara toga tipa. Iako praktički liječnik, on se neobičnom snagom bacio na proučavanje vrlo složenoga pitanja građenja gudačkih instrumenata. No u njega je bila jedna za ono vrijeme neobična no snažna crta, njegova duboka socijalna svijest. Kao liječnik istaknutih sposobnosti, naročito odličan dijagnostik, — on je bio pozivan i u inostranstvo, — gdje je postavljao dijagnoze, no o liječenju i honoraru nije uopće htio da čuje. Slobodno vrijeme trebalo mu je za naučni rad.

Tako je Kresnik jedan dio svoga duha i znanja stavio u službu društvene zajednice. Drugi dio svog duševnog života Kresnik je posvetio muzici u dvije forme. Od malih nogu pokazivao je izrazitu nadarenost za muziku, sklonost sviranju na violini. Počeo je da uči violinu sa 8 godina. Učitelj u muzici bio mu je profesor Alessandro Scaramelli na Rijeci, a Kresnik njegov najbolji đak. Pored toga on je vrlo rano počeo da se zanima za građenje violina opravljajući već kao dječak sam svoj vlastiti instrumenat.

Kresnik se rodio u Beču 1869., no godine 1870. već je na Rijeci, gdje je i odrastao. Otac mu je rođen 27. ožujka 1841. u Pregradi u Hrvatskoj. Svršivši hrvatsku gimnaziju na Rijeci, Kresnik odlučio, da se da na studij violine na bečkom konzervatoriju. Tu je misao morao napustiti, jer je po želji svojih roditelja prešao na studij medicine. Svršivši medicinu u Innsbrucku radio je neko vrijeme (od godine 1898. do 1900.) na pedijatrijskoj klinici profesora dr. Loosa isprva kao demonstrator, a kasnije kao asistent. Tim početnim radom u oblasti medicine stekao je priznanje. Po sugestiji svojih profesora Kresnik je trebao da se posveti kliničkoj karijeri. No na inzistiranje roditelja on se godine 1900. nastanio kao praktički liječnik na Rijeci.

Došavši na Rijeci u lični kontakt s Kubelikom, Kocianom, Buschom i drugim poznatim virtuoзима svjetskoga glasa, u njemu se ponovo budi stara ljubav za violinu. On se predaje studiju — učitelj mu je Francesco Ruggeri — i postaje diletant neobične visine.

Uporedo sa studijem violine njega trajno i živo privlači divni zvuk kremonskih instrumenata i želja, da odgonetne njegove uzroke. Od toga vremena počinje njegovo intenzivno proučavanje stare kremonske liuterije (umijeća građenja gudačkih instrumenata). Tome radu posvećuje on četiri decenija svoga života radeći s velikom ljubavlju. S odricanjem i neobičnom žilavošću Kresnik je savladavao brojne teškoće materijalne prirode, koje nisu bile malene. Vrlo je vjerojatno, da su njegovu sklonost i želju za studijem liuterije podsticali iz historije muzike poznati liječnici, koji su se bavili tim pitanjem, naročito Francuzi Savart u Parizu i Coutagne u Lyon-u (Wasielewski 20).

Ponesen tom mišlju Kresnik na Rijeci osniva laboratorij, koji posvećuje istraživačkom i praktičnom radu. Njegov socijalni položaj, dobar glas i veze bile su mu pritom od velike pomoći dajući mu mogućnost da proučava remek-djela zlatne epohe kremonske škole. Kroz njegove je ruke prošlo nekoliko stotina tih starih violina. To je bilo bogato vrelo, s koga je on crpao ne samo znanje o konstrukcijskim principima starih Kremonjana, već je ponirao u duh njihova stvaranja i njime se zanosio u daljem svom radu.

Čitava dva decenija Kresnik svake godine putuje u Kremonu i ondje ostaje po nekoliko mjeseci. U Kremoni su ga znali kao odlična poznavaooca stare talijanske liuterije. Zvali su ga »uomo che legge i violini« (čovjek koji čita violine). To nije bilo bez opravdanja, jer je ne samo po vanjštini već i po samom tonu instrumenta mogao da utvrdi ime majstora i period stvaranja.

Na internacionalnoj izložbi održanoj godine 1926. na Rijeci Kresnik je izložio prve svoje instrumente; među brojnim stranim konkurentima dobio je najveći broj tačaka i Grand prix s diplomom. (Diploma je pohranjena u Muzeju za Hrvatsko Primorje na Rijeci).

O dvjestogodišnjici Stradivarija (godine 1937.) održana je u Kremoni i izložba starih glasovitih kremonskih instrumenata. Za vrijeme

te izložbe Kresnik je u Kremoni bio tumač starog graditeljskog umijeća. Odbor za proslavu izrazio mu je pismeno svoju naročitu zahvalnost.

Na internacionalnoj izložbi u Berlinu (godine 1938.) Kresnik je bio ne samo stručni interpretator stare talijanske umjetnosti već i predstavnik Saveza talijanske umjetnosti i predstavnik Saveza talijanskih zanatlija. Od četiri nagrade dodijeljene cjelokupnom talijanskom zanatstvu, zastupanom na izložbi, dvije je dobio Kresnik i njegov učenik Carlo Schiavi. U naročitoj botegi, a s originalnim alatom Stradivarija, prenesenim iz muzeja u Kremoni, Kresnik je sa svojim učenicom Carlom Schiavijem izradio violinu, koja je odlično ocijenjena od naročitog žirija stručnjaka graditelja, virtuozu i naučnika. Među njima se nalazio dr. Meinel, direktor instituta za elektroakustiku u Berlinu. Kresnikov učenik Carlo Schiavi bio je tada već nastavnik na internacionalnoj školi za građenje violina u Kremoni.

Karakteristika je Kresnikovih instrumenata, koji su izrađeni u njegovoj radionici na Rijeci, u ovome. One su čvrste i solidne konstrukcije s velikom snagom tona. Ton je mek, ugodan, plemenit, podatan i izjednačen u sve četiri žice. Njegove nove violine po kvalitetu svoga tona dosegle su Guarnerija i Stradivarija. O njegovim su se instrumentima s priznanjem izražavali umjetnici, koji su koncertirali na njegovim violinama.

Arrigo Serato (2. IV. 1910) piše:

»Sono felice di potere attestare, dopo prova, che il violino imitazione Guarneri Giuseppe fabricato dal Dr. Kresnik possiede tutte le doti di suono dei celebri violini Cremonesi«.

Franz Schörg, prvi violinista briselskog kvarteta (5. III. 1911.) piše:

»Bez obzira na lijep rad bio sam iznenađen, da sam kod ovog posve novog instrumenta našao takvu punoću tona, mekoću zvuka, a naročito takvu ujednačenost žica. U svakom slučaju to je jedan od najboljih modernih instrumenata, koji mi je došao u ruke«.

Bohuslav Lhotsky, prvi violinista češkoga kvarteta Ševčík (13. XI. 1911.) piše:

»Svirao sam na violini, koju je izradio dr. Kresnik i s radošću mogu potvrditi, da se njegov instrument odlikuje punim lijepim tonom i ujednačenošću žica. On uistinu nadomješta stare talijanske instrumente«.

Mađarski virtuoz Franz Vecsey koncertirao je na Kresnikovoj violini u Rimu i (17. I. 1912.) piše:

»Svirao sam na violini dr. Kresnika pa sam iskreno iznenađen njenom ljepotom. Njegova je violina izvanredno lijepog, mekanog tona, ugodnog karaktera i vrlo ujednačenih žica«.

Prilikom koncerta svjetskoga virtuozu Jaroslava Kociana, koji je na Kresnikovoj violini koncertirao u Ljubljani, pisalo je ljubljansko »Jutro« (od 25. V. 1915.):

»U Kocijana je sjajan instrument, gotovo sentimentalne slatkoće i mekoće. Tu svoju — rekao bih — eteričnu narav zadržava instrument i onda, kada umjetnik razvija punu snagu«.

John Pennington London (12. I. 1934.) piše:

»The violin we have seen to-day made by dr. Kresnik is an excellent specimen a work of art also possessing a very beautiful tone«.

Prof. Adolf Busch (30. I. 1934.):

»Vidio sam nekoliko violina, koje potječu iz ruke gosp. dr. Franje Kresnika i na njima sam svirao te potvrđujem, da su te violine vrlo lijepog zvuka i odlične izrade«.

Gotovo jednako izražavali su se: Zlatko Baloković, New York, prof. Barre, Budapest, Jan Kubelik, Jaroslav Kocian, Vaša Přichoda, Vaclav Huml, Bärwald, Schlick, Prisca, Fritzsche, Kemeny i t. d.

Zadivljuje činjenica, da je Kresnik jednako znalčki, upravo majstorski poznavao i praktičnu i teorijsku stranu umijeća građenja gudačkih instrumenata. To znači, njegovo ulaženje u tu vrlo složenu materiju bilo je neobično temeljito i potpuno. On je uistinu ostavio trajan spomenik i jednoga i drugoga rada.

Kao dokaz, da je on bio autoritativan stručnjak za građenje violina, svjedoči činjenica, da je izradio u svemu neke 52 violine, od kojih su se neke nalazile u rukama svjetskih umjetnika (Kocian, Vecsey, Prisca, Seton Watson-London i drugi). Za Mr. Holden — New York Kresnik je izradio čitav gudački kvartet. Neke od Kresnikovih violina spremljene su u Muzeju za Hrvatsko Primorje na Rijeci, gdje je, zaslugom pokojnikovog prijatelja Justina Cuculića, Kresniku posvećena zasebna soba. U savremenim publikacijama o graditeljima violina nalazi se i Kresnikovo ime. (Vidi Pasquali-Principe str. 27. i 368.)

U oblast Kresnikova praktičnog rada ide i njegovo nastojanje, da se na Sušaku osnuje stručna škola za građenje violina. On je izradio program rada, statut i troškovnik za takvu školu. U toj stvari Kresnik je stajao u kontaktu s tadanjom Banskom vlasti (Spisi broj 18.268 i 20.649/1941.).

Od Kresnikovih teorijskih radova treba spomenuti:

1. »Der altitalienische Geigenlack und seine Eigenschaften mit Rücksicht auf die Rolle der Harze und ätherischen Öle«, Archive Internationale de Pharmacodynamie et de Thérapie. Gand-Paris 1932.

2. »Vijesti iz umjetničke radionice za klasičnu izradbu gusala dr. Franje Kresnika«, Sušak-Rijeka 1926. (Štampano jednovremeno u talijanskom i njemačkom prijevodu).

3. »Studio sull'antica liuteria classica italiana«, Rukopis dovršen godine 1932. na Rijeci, a kasnije dotjerivan i kompletiran.

4. Prijevod djela Fetis, Stradivari, pohranjen je u Arhivu Jugoslavenske akademije u Zagrebu.

Kresnik nije bio samo poklonik starih graditelja i njihovih djela. On je bio u punom smislu riječi fanatični branič ideje, da treba ponovo oživiti umijeće građenja starih gudačkih instrumenata. Po Kresnikovu mišljenju liuterija se ne smije izrodití u zanat, niti se smije dopustiti, da fabrička serijska proizvodnja gudačkih instrumenata zamijeni staro umijeće, koje nosi biljeg majstorove ličnosti.

Njemu je na umu gotovo nedostižan cilj — ljepota t. zv. talijanskog tona violine. Kresnik ne može da zaboravi koncerta, koji je u Kremoni održan o Stradivarijevoj dvjestogodišnjici. Tada je u velikom orkestru sudjelovalo nekih 70 Stradivarijevih i Guarnerijevih instrumenata. U svojim zapisima piše: »To su bili zvuci! Kakva snaga, punoća, ljepota tona, kolika mekoća i čistoća tembra. Uistinu muzika sfera«.

Nošen osnovnom idejom, ne bi li dokućio uzroke ljepoti talijanskoga tona, on neumorno radi decenije. Ponire u studij starih kremonskih remek-djela, proučava akustička pitanja, koja su u vezi s građenjem violina. U tom žilavom i ustrajnom radu on dolazi do jednake osnovne spoznaje kao i savremena nauka »da nema neke tajne starih majstora«. Osnovica uspjeha starih majstora — po njegovu mišljenju — leži u temeljitom poznavanju akustičkih pojava i problema, no to se znanje ne da doseći bez duga iskustva.

Isprva se zanosi Stradivarijem. Kasnije ga više osvaja Guarneri del Gesù. Iako ne želi da smanji veličinu Stradivarija, on Guarnerija del Gesù smatra najvećim majstorom. U njegovu načinu građenja vidi različite i važne dobre strane. Guarnerijev način daje mogućnost, da se grade čvrsti i trajni instrumenti, koji raspolažu s dovoljno velikom rezervom tona. Oni premašuju ostale instrumente svojim sadržajnim mezzo-sopranom, snagom i tembrom; oni su naročito podesni za savremenu koncertnu tehniku, koja traži bogatstvo pasaža. Ton im je plemenit, blještav, velikog dometa i podatan, dakle upotrebljiv za koncertne dvorane. Sve četiri žice su ujednačene, a žica g je naročita zvuka.

Od godine 1933. dalje izrađuje Kresnik svoj vlastiti tip violine oslanjajući se pretežno na Guarnerija del Gesù. Nekoliko primjeraka ovoga tipa Kresnikovih violina nalaze se u Muzeju za Hrvatsko Primorje na Rijeci. Taj svoj tip Kresnik karakteriše ovako: »Violine moga tipa čvršće su i trajnije od violina starokremonskih majstora (Stradivari i Guarneri). U njih je velika rezerva i trajnost tona, koji se na daljinu još pojačava. Ton im je mek, ugodan i plemenit, podatnost perfektna. Sve su četiri žice posve izjednačene. Instrumenti — iako novi — daju (već za pola sata sviranja) tonove kao i stare isvirane violine Stradivari ili Guarneri«.

S naročitom temeljitošću ulazi u studij starog talijanskog laka. Rezultate toga rada iznosi u publikaciji, koju je izradio na farmakološkom institutu Zagrebačkog medicinskog fakulteta, a publikovao u inostranstvu (Gand-París). Pitanje violinskog laka opširno je razradio i u posljednjem poglavlju svoje knjige.

Usprkos tom realističkom gledanju na čitav problem građenja gudačkih instrumenata Kresnik je toliko ponesen dahom klasične umjetnosti i obuzet vjerom u snagu ličnosti starih majstora, da zauzima poseban rezerviran, gotovo nepovjerljiv stav prema nastojanjima savremene nauke, da strogo istraživačkim metodom tajnu starih majstora svede na određen niz naučnih fakata.

Taj se njegov stav vrlo živo osjetio, kad je rukopis njegove studije prošao kroz ruke prof. Uga Bordonija, direktora Instituta za tehničku fiziku na Tehničkom fakultetu Univerziteta u Rimu. Prof. Bordoni, držeći u vidu onaj dio Kresnikove studije, koji se odnosi na djelo starih majstora, kaže »Questa prima parte è veramente una piccola miniera di notizie e di dati di fatto molto interessanti; e la loro raccolta costituisce un reale titolo di merito per il suo autore ed un importante contributo alla conoscenza dell'antica liuteria italiana«.

Prof. Bordoni ističe s priznanjem, kako je van svake sumnje, da je Kresnika, kad je pristupao proučavanju klasičnih muzičkih instrumenata, naročito violine, privlačila strasna želja za naukom. Ponesen tom plemenitom željom, Kresnik nije žalio žrtava ni vremena ni novca — piše prof. Bordoni — da bi prikupio stara dokumenta, da ih prouči i da u tančine istraži najbolje instrumente, koji su izašli iz radionice najslavnijih talijanskih graditelja.

No još u vrijeme, dok je Kresnik pisao svoju studiju, nauka je primjenjujući elektro-akustičke metode u liuteriji počela da se naglo razvija. Zbog toga prof. Bordoni primjećuje »Gli accennati nuovi sviluppi delle scienze acustiche sono completamente lasciati da parte nel manoscritto del Dr. Kresnik«, iako priznaje, da i ta nova istraživanja, što ih vrši nauka, »sono appena all'inizio«.

Smatramo, da je primjedba prof. Bordonija opravdana. Ta opravdanost ponukala je uredništvo, da prikupi i prikaže rezultate novih elektroakustičkih istraživanja (Backhaus, Barducci, Meinel, Minaert

and Vlam, Pasqualini, Saunders) i da njima u obliku kratkoga uvoda, koji prethodi Kresnikovu tekstu, poveže staru i novu materiju iz oblasti građenja violina. Na taj je način donekle prikupljeno ono, što nije učinio pisac.

Iznenaduje činjenica, da je Kresnik kao čovjek neobičnih kvaliteta ostao u nas u glavnome nezapažen. Ponekad je kroz dnevne listove prokapnula po koja vijest o njemu kao ličnosti i o njegovu radu. To je više bila hrana za tadašnju novinarsku i čitalačku senzacijsku žeđ nego predmet ozbiljnog interesovanja. Pravo sa ga poznavali i cijenili samo oni, koji su imali prilike da s njim dođu u lični kontakt.

I domaći i strani (talijanski) dnevници i časopisi s vremena na vrijeme donosili su vijesti o Kresniku i njegovu radu. Evo tih podataka (po Justinu Cuculiću):

Od domaćih: Svijet 1928, 25. II; Sv. Cecilija 1933, IX; Primorske novine 1936, 7. I.; Jutarnji list, 1. IX.; Politika 1937, 31. I.; Novosti 1938, 23. I.; 1939, 16. II.; 1940, 18. IX.

Od talijanskih: Il Piccolo di Trieste 1932, 9. VI.; 1943. 9. VI.; Il Piccolo della Sera — Trieste 1937, 23. II.; La vedetta D'Italia, Rijeka 1926, 15. VIII.; 1933, 13. IV.; 1935, 17. IX.; 1937, 4. VII., 1937, 15. XII.; 1941. 12. II.; 1943. 5. VI. L'Artigiano, Milano, 1938, 3. VII.; Corriere della Sera, Milano 1938, 15. VII., »La Sera« — Milano 1938. 11. V. Mjesni listovi Cremona 1937, 20. VI.; 1938, 24. II. i 21. VII.

Da je ličnost dr. Franje Kresnika spašena od zaboravi, zasluga je velikim dijelom njegovih ličnih prijatelja: gospodina Justina Cuculića, finansijskog savjetnika na Sušaku, i gospođe Marije Seljan na Rijeci. Njihovom brigom spašena je ostavina pokojnika naročito od opasnosti bombardiranja za vrijeme prošloga rata. Ostavinu je otkupila Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti u Zagrebu i pohranila je u svom arhivu i knjižnici.

## O GRAĐENJU GUDAČKIH INSTRUMENTATA

Koliko je zvuk violine obašjan neobično plemenitom ljepotom, koliko je njena spoljašnost zaodjenuta u ruho savršeno skladnih linija i površina, toliko je građenje violine kao gudačkog instrumenta ovijeno mrakom i tajanstvenošću. Rođena u Italiji, zemlji klasične stvaralačke i reproduktivne muzičke umjetnosti, violina ponesena duhom Corellija i Monteverdija — nije u muzici bila samo postavljena na prvo mjesto. U posljednjih trista godina ona je održala to mjesto i živo učestvovala u daljem unapređivanju, razvoju i izgrađivanju orkestralne i operne muzike.

Za njen pobjednički pohod u osvajanju cijeloga svijeta vezana je i neprolazna slava starih talijanskih majstora graditelja violina, naročito Kremonjana Amatija, Stradivarija, Guarnerija i stotine drugih. Poslije dvjesta godina uspona, slave i nedostižnosti — od polovine šesnaestoga do polovine osamnaestoga stoljeća — slijedi dvjesta godina silaženja, propadanja i zaboravi stare talijanske liuterije, umjetnosti građenja gudačkih instrumenata.

Stari talijanski majstori dali su violini tako savršen oblik, tako plemenit ton i toliku snagu izražavanja, da se ona može smatrati muzičkim instrumentom nedostižne ljepote. No s nestajanjem starih majstora nestalo je i »tajne« o građenju muzičkih instrumenata, nestalo je liuterije kao umjetnosti u klasičnom smislu te riječi.



U prvi čas se taj nestanak nije toliko osjećao. Postojao je razmjerno velik broj starih dobrih instrumenata. Umijeće u građenju gudačkih instrumenata, koje se ugledalo u klasične uzore, širilo se iz Italije na sjever i na zapad Evrope. To širenje teklo je polagano. Još početkom devetnaestoga vijeka muzički svijet je vrlo malo znao o pravoj vrijednosti starih talijanskih instrumenata. Tri su puta bila, kojima se Evropa upoznala s kvalitetom kremonskih violina: virtuozi (Viotti, Paganini), inostrani graditelji gudačkih instrumenata i sabirači starina.

Inostrani graditelji počeli su da kopiraju stare talijanske majstore. No ubrzo se utvrdilo, da kopiranje oblika i dimenzija violina starih talijanskih majstora ne dovodi do cilja. Uspjelo je, istina, tačno imitirati stare talijanske modele, no nije bilo moguće ostvariti ono, što je najdragocjenije — talijanski ton violine, tačnije plemenitost, punoću, podatnost i nosivost toga tona.

Ta nemoć rodila je pretpostavku, da su stari majstori ponijeli sa sobom u grob »tajnu« građenja; ona je podstaknula fantaziju, razbudila želju za otkrivanjem »tajne«, izazvala žeđ za traženjem istine. Počeo je proces sličan procesu, kad se traži kamen mudraca ili perpetuum mobile. Na tom putu traženja našli su se stručnjaci graditelji violina, umjetnici, nestručnjaci amateri i predstavnici nauke.

Ta vojska neumornih podijelila se na dva tabora. Jedni su — a to je bio kudikamo veći dio — tvrdili, da se tajna sastojala i da se sastoji u intuiciji, u umjetničkom osjećaju, u individualnim prirođenim sposobnostima graditelja, u ličnoj tajni, u radioničkoj tradiciji, koja se prenosila s jedne generacije na drugu. Drugi su stali na gledište: da se radilo i da se radi o zakonima prirode, o pojavama, koje padaju u oblast nauke, naročito fizike i matematike.

Posljednjih sto, a naročito posljednjih pedeset godina to traženje »tajne« bivalo je sve upornije. U vrlo kratkim vremenskim intervalima javljali su se glasovi o tome, da je »tajna« starih majstora definitivno riješena. U stručnim i nestručnim listovima oko pojedinih problema vršene su prave borbe. Za pojedina pitanja te su borbe trajale decenijama (vidi tridesetogodišnji rat Grossmannov).

Ne da se održati tvrđenje (Hamma 3) »da bi, da je u vrijeme velikih Kremonjana — Amatija, Stradivarija i Guarnerija — bilo pisano ili štampano ma samo i malo o toj temi, veo mističnosti i tajanstvenosti bio već davno skinut s tajne starih majstora«. Jer sve da je u ono vrijeme i bilo nešto pisano, moglo se raditi samo o empiriji ličnoj, porodičnoj ili radioničkoj, o nekom ličnom instinktivnom osjećanju ili mišljenju. Objektivnih činjenica i spoznaja utvrđenih naukom u to vrijeme nije bilo. A nije ih moglo ni da bude, jer sve do danas nije nauka posve proučila ni akustičku ni tehnološku stranu toga zamršenoga pitanja.

Napori činjeni jednovremeno sa strane umjetnosti i nauke dugo vremena nisu bili kadri da to pitanje krenu s mrtve tačke. Kočnice toga kretanja bio je dualizam gledanja. Na jednoj strani govorilo se: pitanja umjetnosti ne mogu se rješavati naukom. S još manje opravdanja — govorilo se na drugoj strani — moglo se očekivati, da se naučna pitanja mogu rješavati umjetničkim osjećajem, intuicijom ili golom empirijom. Pitanje je počelo da se kreće, tek kad je nauka postavila stvar na pravo mjesto i zahvatila u srž problema. A to je bilo, kad je postalo jasno, da otkrivanje »tajne« starih majstora ne ide u oblast umjetnosti, već u domenu egzaktne nauke. Samo primjena naukom utvrđenih spoznaja ide u oblast umjetnosti.

U toku stoljetnih napora, da se otkrije »tajna« starih majstora, predstavnici jednoga i drugoga tabora istraživača išli su različitim



putovima i u pojedinostima. Jedni su uzimali kao osnov »tajne« konstrukciju (model), oblik i dimenzije, drugi materijal, od koga je on građen (drvo), treći lak, a četvrti način upotrebe instrumenta (starenje i isviravanje). Vrlo rijetki — a među njima je i Kresnik — bili su oni istraživači, koji su nastojali da nađu međusobnu uzročnu vezu ili bar da utvrde odnose između rečenih činilaca.

Da bi se pitanje građenja gudačkih instrumenata moglo osvijetliti kao cjelina, potrebno je prikazati svaku od rečenih smjernica. Taj prikaz može da bude potpun, samo ako se rečene komponente u svom razvoju obuhvate i prikažu od vremena starih majstora do danas.

Iz historije muzike se zna, da je trup primitivnih instrumenata na žice, koje su se prevlačile gudačkom, bio građen od drveta. Dok je instrumentat na žice vršio samo podređenu ulogu, to jest dok se on upotrebljavao kao pratnja recitativa, dakle dok kvalitet i snaga tona nisu bili važni, preko drvenoga trupa napinjala se životinjska koža. Naše sljepačke gusle predstavnik su toga staroga tipa. Kad se instrumentat na žice počeo upotrebljavati za pratnju pjevača ili za samostalno izvođenje melodije, dakle kad su kvalitet i snaga tona postali izražajna sredstva, počele su se i gornje ploče graditi od drveta. Ubrzo se smrekovina za gornje dijelove (zvučnice), a javorovina za donje česti (dna) odomaćila u tehnici građenja instrumenata na žice; obje vrste drveta uporno su se održale četiri stoljeća sve do danas.

Prvo pitanje, koje se nameće, jest: gdje leži uzrok, da se građenje violina javilo najprije u Italiji i ondje doseglo svoje savršenstvo? Ostavljamo po strani mišljenje (Lütgendorf 5, 8), koje nam se čini jednostranim, da su učitelji starih talijanskih majstora bili Nijemci lutnjari, koji su u Italiju došli iz Tirola. Važnije je, da za najstarija ognjišta umijeća Kremonu i Brešu u Italiji — jednako kao i za ostala evropska — Mirécourt i Madon u Francuskoj, Füssen i Mittenwald u Bavarskoj, Markneukirchen u Saskoj, Schönbach u Češkoj — vrijedi isti osnovni geografski činilac — blizina smrekovih i jelovih šuma. Za Italiju to su bile alpske regije smreke.

No u Italiji su se — pored blizog vrela sirovina — stekle i druge prilike, koje su dale mogućnost, da se umijeće građenja gudačkih instrumenata u njoj ne samo rodilo, već i uspelo do savršenstva. Bila je to vrlo razvijena stvaralačka i reproduktivna muzička umjetnost, široka potreba orkestralne muzike, prirodna nadarenost talijanskog naroda za muziku i smisao za lijep oblik i za radove u drvetu rukom. Po Kresniku su na razvoj talijanske liuterije utjecali i graditelji orgulja, a tih je u Italiji bilo obilje.

Iako govorimo s pravom o rađanju violine, ona ipak nije neka samostalna i nova tvorevina. Ona predstavlja samo jednu, no najsavršenu, upravo zaključnu fazu u razvoju gudačkih instrumenata.

Violina se razvila iz viole. Pod oznakom »viola« ne treba zamišljati violu u današnjem njenu obliku. Današnja viola razvila se iz jednoga od tipova starih viola, no od njena starog oblika nije ostalo gotovo ništa. Ona je dobila oblik veće violine. Oblik starih viola nije bio postojan, već prepušten gledanju majstora (Vidali po Simoutreu, 45). Čini se, da taj stari tip viole nije bio samo polazna forma za razvoj današnje viole i violine, već gudačkih instrumenata uopće, dakle i kontrabasa i violončela. Na to upućuje etimologija talijanskih riječi violino i violone. Jezično gledano — violino je deminutiv, a violone augmentativ od riječi viola. Neobično je, da je riječ violončelo deminutiv od augmentativa violone.

Stari oblik viole danas se djelomice zadržao u liku kontrabasa. Kutija starih viola sužavala se prema vratu. Njeni bokovi bili su viši

nego kod viole. Gornji dio kutije bio je uži i niži od donjeg. Bočne udubine bile su gotovo polukružne, zvučnica i dno neispupčeni, oduške slične velikom slovu C ili srpu. Broj žica 5 ili 6, njihovi intervali kvarte i terce. Hvataljke su nosile u sebi krsnice za hvatanje tonova. Greben kobilice bio je slabo zaobljen, a žice vrlo blizu. Hvatanje pojedinih tonova i povlačenje gudaalom preko srednjih žica bilo je jedva moguće. Lakše je bilo hvatati akorde. Bilo je viola (viola d'amore), koje su pored žica za hvatanje imale još i žice za rezonanciju.

Viola je bila razmjerno velik instrument, ona se pridržavala rukom (viola da braccio) ili nogama (viola da gamba). Njom se služila muzička umjetnost za užu krug slušalaca iz »viših« redova, na koncertima u zatvorenim prostorijama. Naprotiv, violina se isprva razvila kao instrumenat širih narodnih masa; upotrebljavala se za uveseljavanje i za pratnju, često na otvorenom prostoru. U tu svrhu ona je morala da bude lako prenosna i dakle manjih dimenzija i s manje žica nego viola.

Tek kasnije violina je sebi prokrčila put u orkestar i postala njen najvažniji stup. Ne treba zaboraviti, da je u svom razvoju orkestralna muzika stajala u neku ruku pod utjecajem vokalne muzike. Sve do sredine šesnaestoga vijeka gudački instrumenti upotrebljavali su se samo za pratnju korskoga pjevanja. U gudačkom orkestru su postojali instrumenti, koji su odgovarali basu, tenoru i altu u korskoj muzici. Samo je nedostajao instrumenat, koji bi u gudačkom orkestru preuzeo part soprana. Tu ulogu izvršila je vrlo rano violina.

Iako Nijemci tvrde, da su prve violine izrađivali lutnjari, ipak priznaju, da se prva violina rodila na talijanskom tlu (Lütgendorf 1, 9). Isprva se vjerovalo, da mjesto njena rođenja nije Kremona već Breša. Kresnik, pozivajući se na novije rezultate nauke, dokazuje da prvenstvo ide Kremonu. Uistinu, Kremona je vrlo brzo postala sjedište talijanske liuterije, dala najslavnije majstore i dvjesto godina zadržala prvo mjesto. Ona je bila žarište, iz koga se umijeće građenja gudačkih instrumenata širilo prema jugu Italije i na zapad i sjever Evrope.

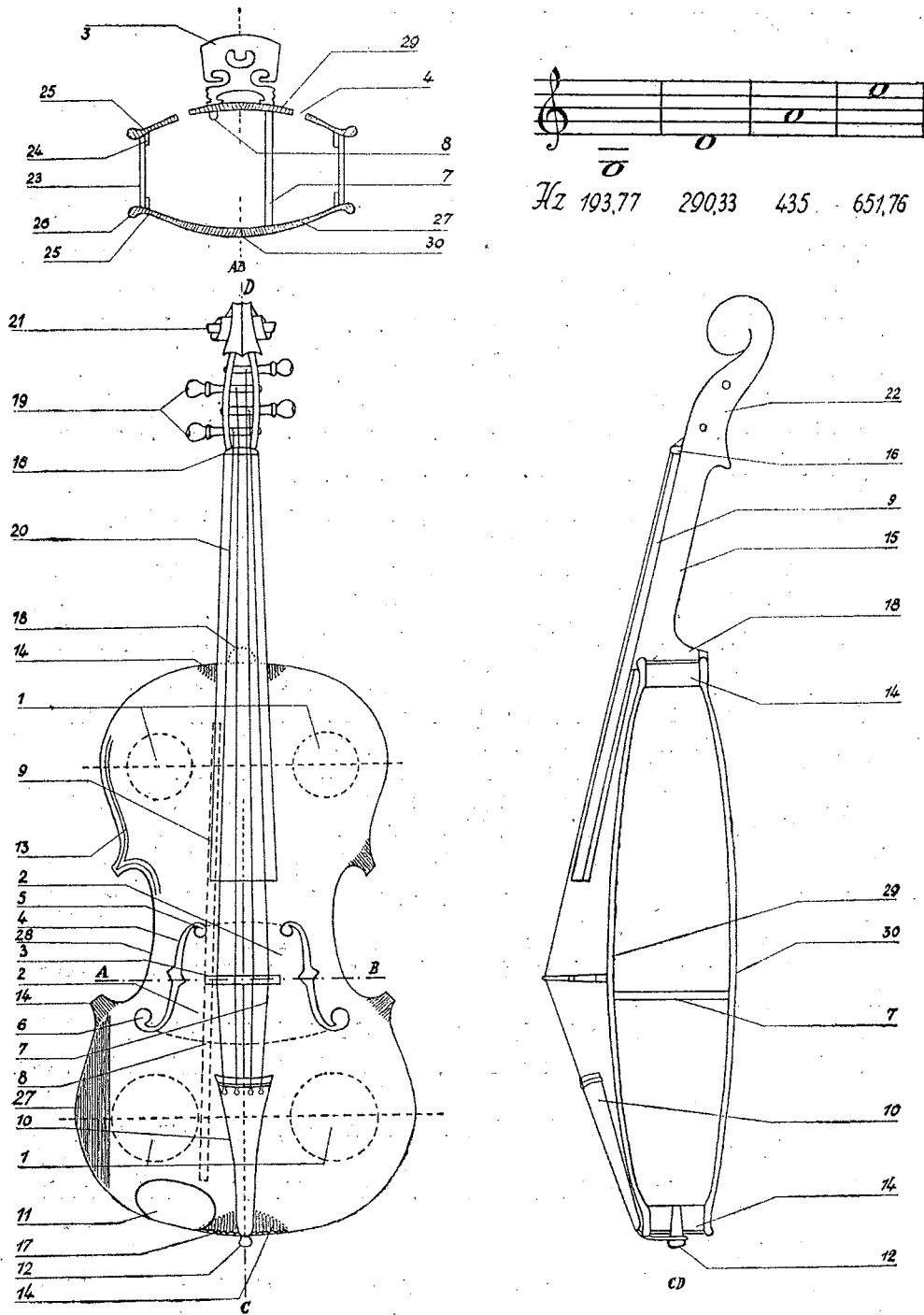
Po autorima starijima od Kresnika (Hart 61) u Italiji je bilo upravo pet škola za liuteriju: (navodimo samo najpoznatije predstavnike pojedine škole):

- 1) Breša od 1520. do 1620. (Gaspere da Salò, Maggini),
- 2) Kremona od 1550. do 1760. (Amati, Guarneri, Stradivari, Bergonzi),
- 3) Napulj od 1680. do 1800. (Grancino, Testore, Gagliano, Landolfi),
- 4) Firenca, Bolonja, Rim od 1680. do 1760. (Gabrielli, Anselmo, Tecchler, Tononi),
- 5) Mleci od 1690. do 1764. (Montagnana, Santo Seraphino).

Da bi se mogla pravilno razumjeti »tajna« starih violina i da bi se mogla shvatiti tehnika građenja, koje je stajalo ili stoje u službi te »tajne«, treba prije svega objasniti osnovne zadatke i potrebe, koje ona treba da zadovolji.

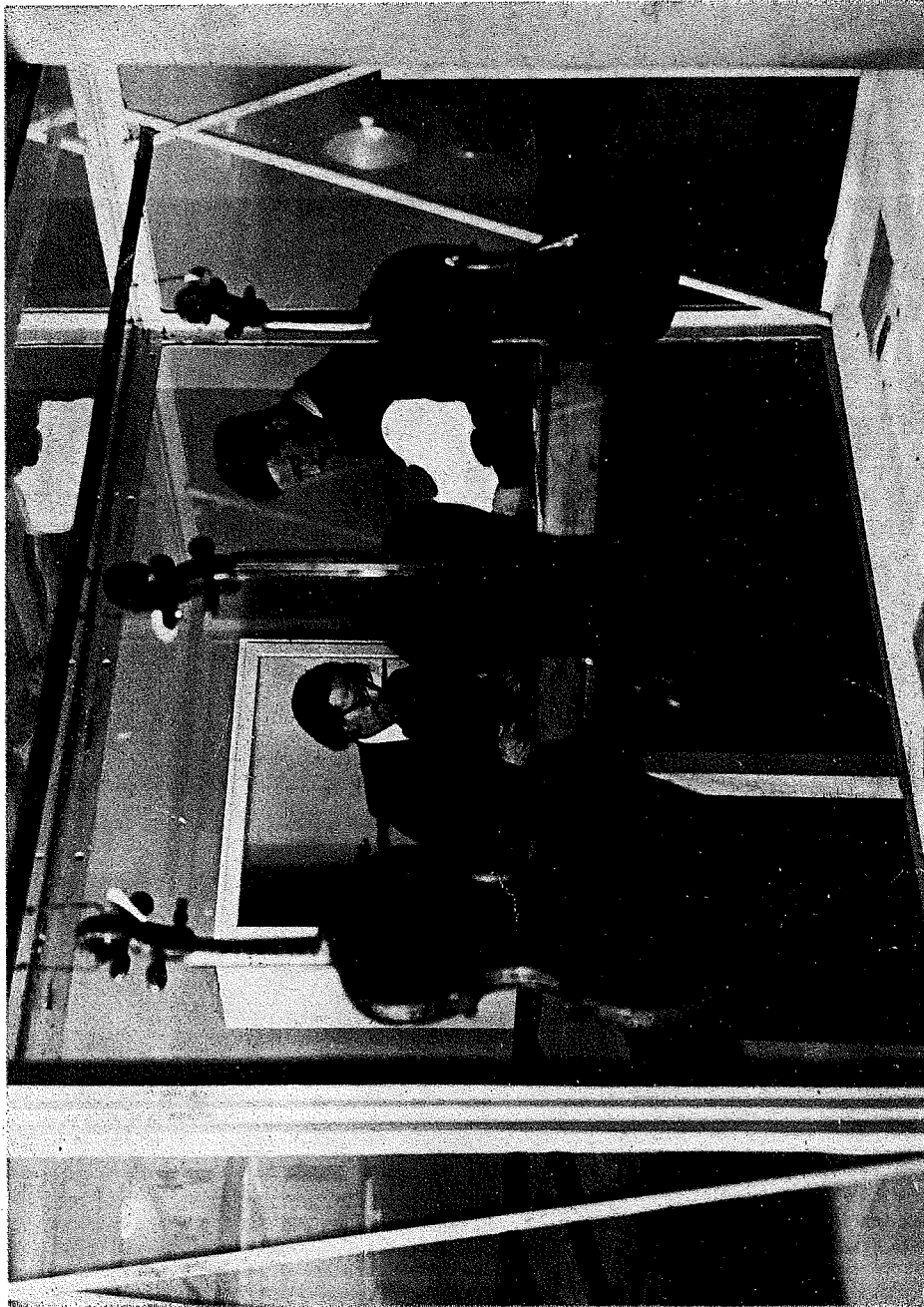
Violina kao muzički instrumenat za reprodukciju treba da zadovolji određene akustičke, tehničke i estetske zadatke i potrebe.

S akustičkog gledišta violina je kompleks titrajnih sistema, od kojih je svaki naročito lokalizovan. Glavni titrajni sistem čine četiri napete žice. Tijelo (kutija) violine je rezonator, to jest posrednik, koji pojačava zvuk žica i prenosi ga u uzduh. No pored toga i tijelo violine predstavlja titrajni sistem; ono izvodi i slobodne titraje. To su titraji

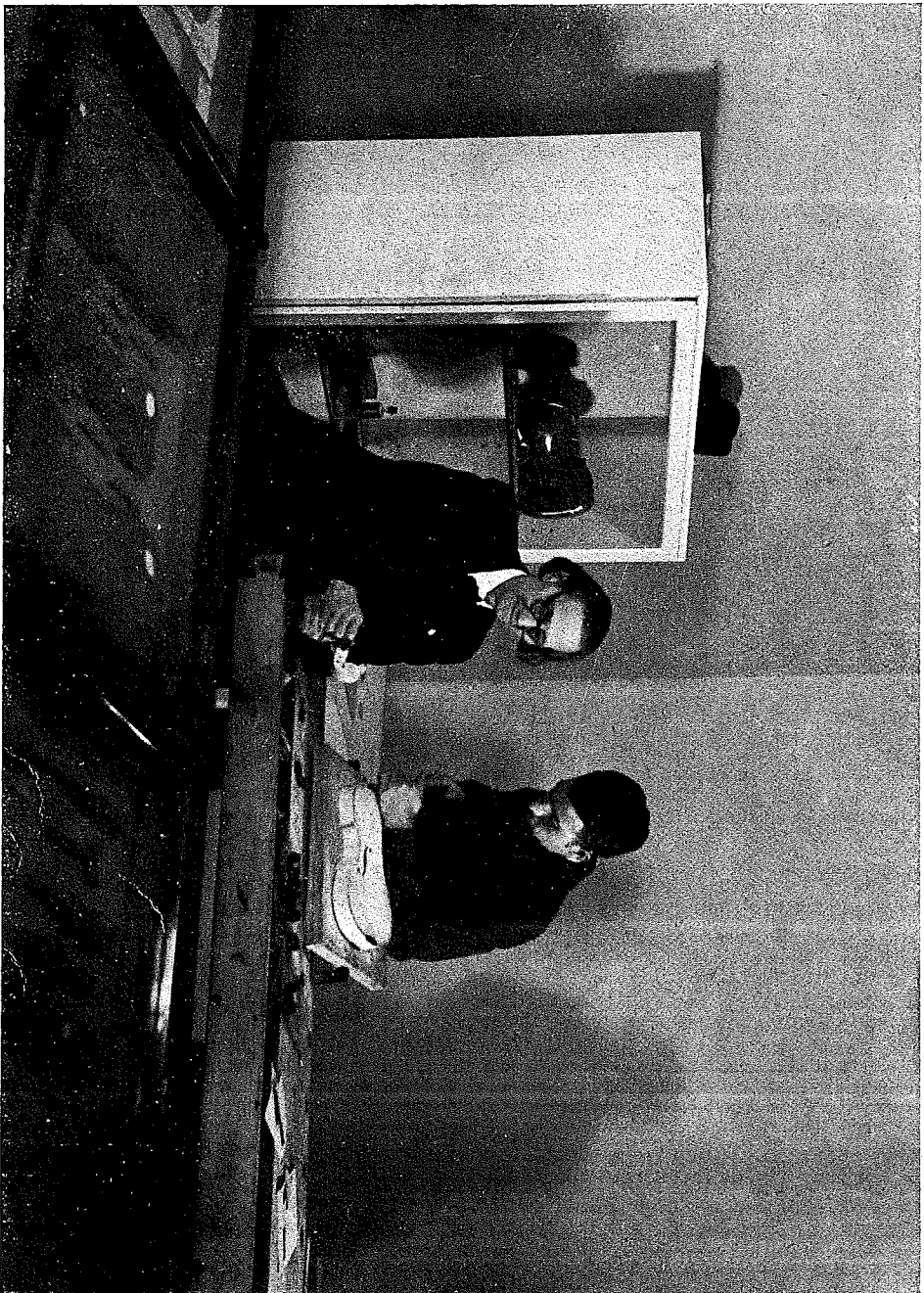


Sl. 1. Violina i njeni dijelovi (Pasqualini, Trendelenburg)

- |   |  |   |
|---|--|---|
| 1. Obrazi (Guance o polmoni)              | 11. Podbradnjak (Mentoniera)             | 22. Čiviluk, glava (Riccio)                           |
| 2. Grudi (Petto)                          | 12. Dugme (Bottonicino)                  | 23. Bošnice (Fasce)                                   |
| 3. Kobilica (Ponticello)                  | 13. Umetei (Filetti)                     | 24. Rebarca (Controfascie)                            |
| 4. Oduške („ff“ o fori armonici)          | 14. Panjići (Tasselli interni)           | 25. Žiljebica (Incaventura verso il bordo)            |
| 5. Gornje oko (Occhio armonico superiore) | 15. Držak (Manico)                       | 26. Ivica (Bordo estremo delle due tavole armoniche)  |
| 6. Donje oko (Occhio armonico inferiore)  | 16. Sedlo gornje (Piccolo capotasto)     | 27. Tok žice drveta (Direzione delle fibre del legno) |
| 7. Dušica, nožica (Anima)                 | 17. Sedlo donje (Grande capotasto)       | 28. Bočna udubina (Incaventura)                       |
| 8. Gredica (Catena)                       | 18. Resica (Base del Manico)             | 29. Zvučnica (Coperchio, piano armonico)              |
| 9. Hvataljka (Tastiera)                   | 19. Čivije (Piroli)                      | 30. Dno (Fondo)                                       |
| 10. Žičnjak (Cordiera)                    | 20. Žice (Corde del violino)             |   |
|   | 21. Puž (Chiocciola o valuta del riccio) |   |



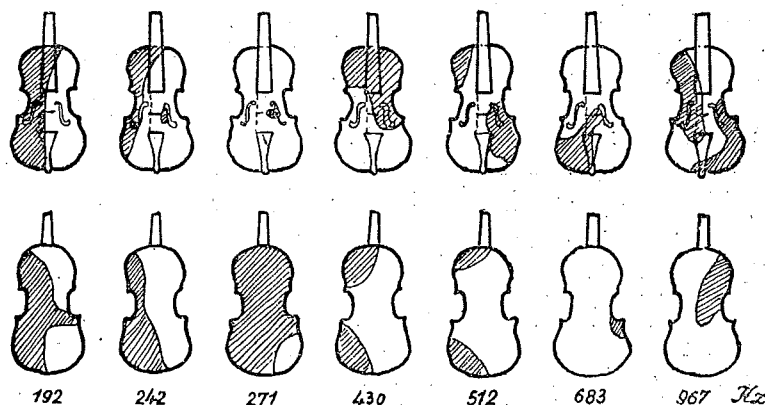
Dr. Franjo Kresnik i njegov učenik Carlo Schiavi u rekonstruiranoj radionici Stradivarija na velesajmu u Berlinu  
izrađuju violinu tipa Giuseppe Guarneri del Gesù



Dr. Franjo Kresnik i njegov učenik Carlo Schiavi u rekonstruiranoj radionici Stradivarija na velesajmu u Berlinu  
izraduju violinu tipa Giuseppe Guarneri del Gesù

visokih frekvencija (3.000 do 6.000). Mnogi od tih slobodnih titraja imaju istu frekvenciju kao gornji tonovi žica. Prema tome gornji tonovi žica mogu se pojačavati tim slobodnim tonovima. Ovi pojačani gornji tonovi odlučni su za boju glasa, dakle za kvalitet tona gudačkog instrumenta.

Najvažniji dijelovi drvene kutije jesu dvije ploče za rezonanciju: gornja (od smrekovine) i donja (od javorovine) povezane bočnicama. Nije posve jasno, da li i koliko i na kakav način učestvuju u rezonanciji bočnice. Kutija za rezonanciju treba da pojačava ne pojedine već po mogućnosti sve tonove i da ih tako pojačane odrazi u uzduh. (Sl. 1.)



Sl. 2. Čvorišne linije zvučnoga tijela violine (Trendelenburg p. 103)

Oblici, u kojima titraju stijenke kutije za rezonanciju, vrlo su zapleteni. (Schemnitzky 235); oni se mijenjaju s visinom tona. Nikad ne titra ni zvučnica ni dno kao cjelina, već samo njeni dijelovi u nepravilnim oblicima. Između dijelova, koji titraju, leže tačke ili linije zvane čvorišta ili čvorišne linije, koje ne titraju. Čvorišne linije nisu oštne, već su više ili manje slične zonama čvorova (Backhaus 1930, 152). Broj čvorišnih linija to je veći, što je veći broj dijelova, koji samostalno titraju. Taj broj zavisi od načina, kojim je pojedini dio učvršćen, od položaja mjesta, s koga se izazivaju titraji, od visine tona i od broja parcijalnih tonova (Schemnitzky 236). (Sl. 2.)

Način titranja violine u savremenoj nauci prikazuje se krivuljama frekvencije. Na apscisnoj osi koordinatnog sistema nanese su frekvencije, a na ordinatnoj amplitude.

Pri prosuđivanju violine kao tijela za rezonanciju ne treba previdjeti činjenicu, da pri sviranju ne rezonira samo violina, već i prsni koš guslača, tačnije njegova veća ili manja napunjenost uzduhom. Prirodno je, da se o toj osobini ne može voditi računa pri građenju instrumenata.

Zadatak violine kao muzičkog instrumenta, jest da njene žice pod dodirrom gudala daju ton po ljepoti, plemenitosti i punoći sličan glasu, što ga proizvodi grlo pjevača i da je taj ton što prostiji od metalnoga i piskavog prizvuka. To se gledište današnjice ne poklapa s onim iz osamnaestoga stoljeća. Tada su se kod violine razlikovale dvije boje tona: boja ljudskoga glasa (voce umana) i boja metalnoga zvuka (voce argentina). Violine s takovim bojama tona proizvodile su se namjerno (Bagatella 6, 13, 18, 25). Ipak danas tehnika građenja i nauka razlikuju kod violina dva tona, no u užim granicama: jedan odgovara dramatskom, drugi lirskom tenoru (Pasqualini, Relazione 627).



Ton violine treba da je velikog dometa (nosiv), to jest snažan i tolikoga trajanja, da se u zatvorenom prostoru — u svojoj punoći i ljepoti — može da čuje na primjerenu udaljenost. Razumije se, da je kraj današnje veličine koncertnih dvorana i orkestrara važnost te osobine mnogo veća nego u starini.

Violina treba da je podatna (da lako progovara), to jest da i kod najlakšeg dodira žice gudaalom ili prstima (desne i lijeve ruke) brzo proizvodi ton čist i lijep. Tonovi različite frekvencije treba da budu ujednačeni, to jest najednakog tembra i intenziteta. On treba da pokazuje prirodnu ustalasanost (vibrato), no da bude pored toga posve čist. Ta prirodna ustalasanost nije identična s vibracijom, koju guslači namjerno izvode lijevom rukom i koja često prelazi granicu prirodnosti, a prema tome i granicu ljepote. Svi ti kvaliteti tona zajedno dobijaju oznaku »talijanski ton« violine.

Pored akustičkih zadataka gradnja violine treba da zadovolji i određene statičke zadatke. Žice kao vrelo tonova trajno se podržavaju u nategnutom stanju. U tom stanju one vrše preko nožica kobilice stalan i primjereno velik pritisak (10 do 12 kg) na gornju ploču (zvučnicu) violine. Da bi ploča mogla da izdrži taj pritisak, mora da bude primjereno debela i svodasto ispupčena u longitudinalnom i transversalnom smjeru. No i debljina ploče i njena ispupčenost činioci su odlučni i za kvalitet tona. Sa donje strane zvučnica je — iz statičkih i akustičkih razloga pojačana gredicom. Kako se gornja ploča iz statičkih razloga dušicom (drvenom nožicom) oslanja na donju ploču, i kako ona služi i vođenju valova zvuka, moraju dimenzije i položaj dušice da budu podešeni prema akustičkim potrebama.

Kutija je izložena ne samo utjecaju vlage i temperature uzduha već i vlage, koja bježe iz pluća svirača, i temperature njegova tijela. Na taj vanjski utjecaj drvo kao higroskopna i anizotropna tvar reagira promjenom dimenzija (bubrenjem) naročito onih u transversalnom smjeru kao i mijenjanjem vodljivosti drveta za zvuk. To može da se odrazi i na tonu violine. Da bi se taj utjecaj što jače eliminirao, površina violine prevlači se lakom. Laku je pored toga zadatak, da drvo, od koga je građena violina, sačuva od mehaničkih povreda i napada insekata, ukratko, da instrumentu osigura trajnost.

Pored akustičkih i tehničkih zadataka violina mora da zadovolji još i estetske potrebe. Talijanski majstori dali su violini uistinu savršeno lijep oblik. Tu ljepotu čine neobično skladne konture njena lika, vanjsko lice njenih površina, miran ozbiljan vid radijalne teksture drveta smrekove zvučnice i ustalasani, plameni vid teksture javorova dna. Ljepota prirodne teksture drveta uvećana je upotrebom laka, koji je posve proziran, plamenog sjaja i plemenite boje. To savršenstvo oblika još je čudesnije, kad se uoči, da je violina u isti čas akustički, tehnički i estetski savršen produkt ljudskoga duha.

U službu izloženih akustičkih, tehničkih i estetskih zadataka violine kao instrumenta za muzičku reprodukciju stavljena je konstrukcija i izbor materijala. Već na ovom mjestu treba ukazati na tijesnu vezu između konstrukcije i izbora materijala — a to će reći drveta.

Konstrukcija je držala u vidu oblik i dimenzije violine i njenih dijelova. Oblik se u svojoj suštini ustalio razmjerno rano. Jačim promjenama su bile izložene dimenzije. »Svaki je instrument drukčiji, nijedan ne liči na drugi. Štaviše, instrumenti istoga majstora razlikuju se među sobom« (Hamma 3).

Način, na koji su vršene konstrukcije, bio je matematski (geometrijski) ili tehnološko-akustički. Postoji čak tvrđenje, da su pri tom radu stari majstori tražili pomoć matematičara (Bagatella 17).



Matematski način konstrukcije tijela violine vršio se ili na osnovi većih parcijalnih dužina žice, a bez obzira na zlatni rez (Kleverkaus, Schwenk) ili po zakonu o zlatnom rezu (Möckel, Beck, Hamma 6). Za konstrukciju na osnovu parcijalnih dužina izradio je godine 1782. Antonio Bagatella naročitu instrukciju, koju je nagradila Akademija nauka u Padovi. Kao ishodište studija Bagatella je upotrebio violine Antonija i Girolama Amatija. Po nekim pravilima Bagatelline instrukcije radili su i noviji graditelji (Hübner 3). Ipak je iznesen prigovor (Fuhr), da konstrukcija na osnovu primjene parcijalnih dužina žica danas više ne može biti pouzdana, jer je današnja dužina vrata violine veća, nego što je ona bila u starini. To povećanje dužine vrata bila je posljedica traženja virtuoza, da se kreću u više položaja, a i zbog nastojanja da se pojača ton instrumenta (Lütgendorf 19).

Iznesena je bila i misao (Beck 1923), da se konstrukcija tijela violine vrši po pravilima zlatnoga reza. Prijedlog nije naišao na pažnju. On je ponovljen o dvjestogodišnjici Stradivarija godine 1937. (Hamma 6). Protiv upotrebe zlatnoga reza iznosio se ozbiljan prigovor (Grossmann 1925, 19), da on može da posluži za konstrukciju, kad je u pitanju ljepota ili pravilnost oblika. Naprotiv, on se ne može primjenjivati na činioce, koji su akustičke prirode (ispupčenost zvučnice, debljine).

Objektivne matematske metode konstrukcije polagale su težiste na formu i dimenzije instrumenta, no ne bi bilo pravilno pretpostaviti, da one nisu vodile računa i o akustičkoj strani građenja. Akustička strana dolazila je do izražaja posrednim načinom u vezi s kvalitetom drveta. Već Bagatella upućuje na to, da ujednačenost tona najvećim dijelom zavisi od žice (fibratura) drveta i ukazuje na činioce, od kojih zavisi kvalitet drveta, o čemu će još biti riječ. Za matematsku metodu oblik je osnov, a kvalitet drveta nešto, što je sekundarno.

Pravilnije i savremenije je shvatanje, koje uostalom priznaju i savremeni graditelji violina (Hamma 5) i predstavnici nauke (Schemnitzky 231), da konstrukciju treba podrediti kvalitetu drveta. Tu metodu možemo nazvati tehnološko-akustičkom. Zna se, da je već Stradivari konstrukcijske izmjene kod svakog primjerka violine, koji je gradio, podešavao građi drveta (Lütgendorf 17). Danas je ta potreba mnogo veća. Nestalo je onog prvoklasnog drveta, koje su upotrebljavali stari majstori, jer je nestalo prašumskih tipova planinskih regija, koji su — kako ćemo vidjeti — jedini davali drvo sposobno za građenje violine. Na drugoj strani uporedo s napredovanjem tehnologije poznavanje osobina drveta danas je potpunije, nego što je bilo u vrijeme starih majstora.

Tehnološko-akustički način konstrukcije polazi s osnovnog gledišta, da je za kvalitet tona odlučan kvalitet materijala, to jest drveta; da kvalitetu drveta, s kojim raspolaže graditelj, treba podesiti upravo podrediti konstrukciju violine, tačnije njenih dijelova, koji utječu na kvalitet tona; da treba utvrditi pravilan odnos između svojstava drveta na jednoj i oblika i dimenzija pojedinih dijelova instrumenta na drugoj strani; i najzad, da treba utvrditi pravilan odnos dijelova prema violini kao cjelini ne samo sa statičkog već i s akustičkog gledišta.

Kresnik je na osnovu svojih studija povezao jednu i drugu metodu. Iako je on duboko zašao u geometrijsku osnovicu konstrukcija, on je ipak pravilno uočio i pokazao odnos kvaliteta drveta prema konstrukciji zvučnice, dna, gređice i dužice.

Razmotrit ćemo odnos ovih elemenata prema kvalitetu tona s najšireg gledišta.

Za kvalitet tona odlučne su u prvome redu ploče za rezonanciju (gornja i donja). Po Savart-u (Fetis) Stradivari se nije oslanjao samo na svoju intuiciju majstora graditelja; on je primjenjivao neku akustičku metodu, da bi njom utvrdio zvučnost drveta, namijenjenog gradnji violina. To je vjerovatno bila perkusija. Zna se, da se perkusija primjenjivala već i ranije za ispitivanje zdravosti drveta, koje je bilo namijenjeno građenju brodova (Ugrenović, 169). I literatura (Mersenne) označava perkusiju kao način, kojim se može utvrditi akustički kvalitet drveta. Tehnički je važno, da se perkusija lako izvodi rukom, da daje jasan ton i da se visina tona može lako odrediti (Möckel 105, 106). Manje je vjerovatno, da se upotrebljavao način, koji je preporučivao Savart: trenje smrekovih štapića vunanim krpama, koje su posute kolofonijem (Apian-Bennwitz 226).

Svaka još neugrađena ploča violine — zvučnica i dno — ima svoj vlastiti ton. Između ta dva tona postoji određen odnos frekvencija. Interval tih tonova najčešće je sekunda (velika ili mala), ponekad terca (mala, rijetko velika). Po pravilu je vlastiti ton gornje ploče (zvučnice) dublji od tona dna. Najčešće se tonovi ploča kreću oko e ili f. Tehnički je važno, da se vlastiti tonovi ploča i njihova vodljivost za zvuk mijenjaju već prema vlazi i temperaturi uzduha (Möckel 106), što je važno s obzirom na potrebu i značenje lakovanja njihovih površina. Prirodno je, da ploče ugrađene u violinu titraju drukčije nego slobodne. Na tu promjenu utječe gredica i dušica. Prema tome se mijenja i njihov ton. U kojem opsegu, nije još poznato.

Ploče za rezonanciju utječu na kvalitet tona jače nego ostali dijelovi konstrukcije (Meinel, Pasqualini 12, 13). Taj utjecaj stoji u odnosu s njihovom debljinom, ispupčenošću, gustoćom (težinom) i strukturom drveta, iz koga su građene (Pasqualini 23). Krupne ploče daju maksimume amplituda u visokim, tanke u niskim frekvencijama. Tome odgovara i subjektivni osjećaj slušaoca: krupne ploče daju svijetli, nazalni, metalni i tvrdi ton; vrlo tanke ploče daju pun, vrlo taman, ponekad mutan ton. Najplemenitiji su tonovi ploča srednjih debljina (Meinel 162).

Debljine ploča mjerene ispod kobilice za stare violine kreću se (iz materijala Möckel 98—102);

za zvučnice od	1,8 do 3,8 m/m
za dna od	3,0 do 6,4 „

Najčešće su debljine:

za zvučnice	2,0 do 3,0 „
za dna	3,0 do 4,0 „

Zvučnice su razmjerno najtanje kod Stradivarija, Guarnerija i Guadagninija.

Ni stari majstori nisu debljinu ploče promatrali samo konstrukcijski, to jest samo po dimenzijama. U obzir je uzimana i građa, tačnije gustoća i volumna težina drveta. Kako je gusto i teško drvo davalo više, a manje gusto i lako dublje tonove, mogao se podešavanjem debljine prema gustoći (težini) drveta doseći potrebni akustički efekat. Vjerovatno je, da stari majstori nisu težinu ploča utvrđivali vaganjem, već su je ocjenjivali po gustoći godova i po učešću (širini) zone kasnoga drveta, dakle primjenjivali praksu, koja je već odavna bila poznata drvodjeljama i koja se u empiriji primjenjuje još i danas. Uostalom, isti makroskopski kriterij mogao se upotrebiti i za utvrđivanje čvrstoće ploča, koja je bila jednako od važnosti za statičku stranu konstrukcije (Ugrenović, Tehnologija drveta).

Zvučnica i dno zalijepljeni su za bočnice; zbog toga oni ne mogu posve slobodno titrati. Da se olakša mogućnost njihova titranja, na određenom traku, koji teče uporedo s konturom ruba, daje im se manja debljina. I taj utanjeni uski dio, vidljiv i na zvučnici i na dnu, zvan žljebica, svojom širinom i debljinom odlučan je za kvalitet i snagu tona.

Stara empirijska spoznaja o međusobnom odnosu ploča za rezonanciju dobila je nov oblik teorijom o harmonijskom podešavanju (ugađanju) vlastitih tonova ploča, koju je 1898. iznio Grossmann (Kü 1921, 2, 4, 5, 14). Po toj teoriji talijanski ton violine može se doseći samo pločama, kojih se debljine kreću u granicama starih talijanskih debljina ploča, kojih vlastiti tonovi odgovaraju tonovima talijanskih ploča. Ako je taj odnos pravilno postavljen, talijanski ton — po toj teoriji — ostaje trajan.

Kako se vidi, Grossmann je smatrao, da je odnos harmonijskog ugađanja ploča najvažniji činilac u tehnici građenja i reparacija violina. No graditelji su i dalje praktikovali stari način korigiranja debljina. Pretanke ploče oni su podstavljali; predebele su utanjivali.

Bilo je pokušaja (Beyer, Kü 1921, 18), da se međusobno harmonijsko podešavanje riješi na taj način, da se u ploču za rezonanciju, pošto ona bude oslobođena vode i uzduha, utisne neka masa. Taj način dobio je ime homogeniziranja. Kad se utisnuta masa stvrdne, mijenja se gustoća, a prema tome i vlastiti ton ploče. Kako ta promjena stoji u određenom odnosu prema težini ploče, može se njen vlastiti ton utvrditi i računom. Najnoviji pokušaj homogeniziranja drveta kemijskim sredstvima učinio je Capalbo, o čemu opširno izvješćuje Pasqualini (Relazione 633).

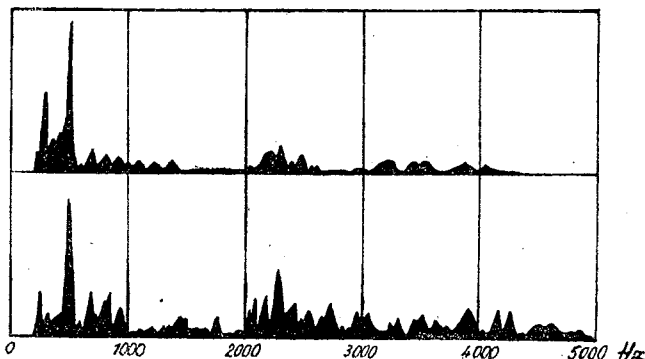
Bokovi violine gotovo i ne učestvuju u vibracijskim procesima. Njihov je osnovni zadatak, da kutiji instrumenta daju potrebnu čvrstoću, da smiruju neprijatnu pojavu transverzalnog utezanja, za koje znamo da je nekih dvanaest puta veće od longitudinalnog (Ugrenović, Tehnologija drveta 160). One treba da pravilno ograniče i zatvore prostor između gornje i donje ploče, koji treba da obuhvati određeni volumen uzduha. Najzad, one su toliko fiksirane pločama, protubočnicama i panjićima, da i ne mogu slobodno titrati.

Iako je violina simetrijski građena u smislu geometrijskom, ona to nije u smislu akustičnom. Njena lijeva strana dublja je za veliku sekundu — ponekad veliku tercu pa i čistu kvintu — od desne (Pasqualini 9). To je podešavanje vlastitog tona lijeve strane ploče manjim frekvencijama žica g i d, koje su joj prostorno bliže. Otuda pojava, da je lijeva polovina zvučnice (gornje ploče) građena iz smrekovine nešto širih godova — dakle iz lakšeg drveta — nego desna.

Uzduh zatvoren u kutiji za rezonanciju — zajedno s pločama — služi pojačavanju zvuka. On ima svoj volumen i vlastiti ton. Taj ton kreće se oko 256 Hz (Pasqualini 8), c<sup>1</sup> do cis<sup>1</sup> (Grossmann 1928/19, 22). Volumen uzduha u kutiji zavisi pored visine bokova i dužine kutije od ispupčenosti rezonantnih ploča. Utjecaj ispupčenosti na kvalitet tona slabiji je nego utjecaj debljina (Meinel 1937, 31). Poznata je razlika između jake ispupčenosti Steinerovih i slabije ispupčenosti starih talijanskih violina. Velika ispupčenost pogoduje stvaranju visokih gornjih tonova (Meinel 1937, 32). Poznato je i to, da je već Stradivari smanjio veličinu ispupčenosti (Lütgendorf 17) očito iz razloga, jer je empirijom konstatovao, da umjerenija ispupčenost povlači za sobom plemenitiji ton. Po Kresniku snižavanje bočnica povišava, a povišavanje bočnica snižava ton. Na to povišavanje tona utječe — po Kre-

sniku — i širina odušaka. Proširivanje odušaka po svom akustičkom efektu odgovara spuštanju bočnica; i obratno, sužavanje odušaka odgovara dizanju bočnica. Nova istraživanja (Meinel 1937, 62) potvrđuju gledište Kresnikovo.

Kobilica nije samo nosač, koji pridrži žice u primjerenoj udaljenosti nad hvataljkom, nego izdržava njihov pritisak i prenosi ga na zvučnicu. Ona je ujedno i regulator sinhronizma između titranja žica i ploča za rezonanciju (Pasqualini 7). Kobilica titra u tri ravnine: u ravnini sebe same, okomito na tu ravninu i u smjeru torzije oko njene vertikalne osovine. Samo titranje u ravnini njene širine prenosi se na tijelo violine.



Sl. 3. Krivulje frekvencija obične fabričke violine (gore) i osobito dobre violine (dolje) (Trendelenburg p. 103)

I dijelovi u unutrašnjosti tijela violine — gredica i dušica — odlučni su za kvalitet tona. Za gredicu je važan njen položaj i smjer u odnosu prema simetrali instrumenta, njene dimenzije i kvalitet drveta, iz kojega je ona građena. I dušica (nožica), koja leži između zvučnice i dna, izvodi sitne titraje u smjeru svoje dužine (Minaert and Vlam 100). To znači, ona prenosi titraje zvučnice na dno. Uklanjanje dušice ne dolazi uopće u obzir. Na taj se način slabi konstrukcija u statičkom smislu, javljaju se vučji tonovi, pojačavaju se visoki parcijalni tonovi, a gube se mnogi osnovni (Meinel 1937, 30).

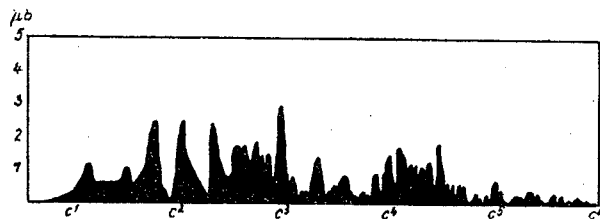
Na oblik titranja, dakle i na kvalitet tona utječe i podbradnjak (Backhaus 1931, 222) i tušilo (sordina). Drveno tušilo uzrokuje prevelike amplitude osnovnih tonova, a male amplitude pripadnih gornjih tonova (Meinel 1937, 65).

Za akustičku funkciju kutije za rezonanciju važan je odnos između sistema vibracija, što ga čine žice, i sistema, što ga predstavlja kutija. Nikad ne smije vibracija kutije za zvuk da dobije premoć nad vibracijom žica. To se dešava, kad su ploče za rezonanciju odviše tanke pa lako titraju. Otuda pojava t. zv. vučjih glasova (Pasqualini 7).

Ne treba pustiti iz vida, da kvalitet tona gudačkog instrumenta pored elemenata u njemu samom zavisi još od uvjeta, pod kojima se vrši povlačenje gudalom. To su: pritisak gudala, brzina pokretanja, širina poteza, mjesto, na kome se gudalo vuče preko žice. O tim činiocima, koji ne utječu direktno na tehniku građenja, nije potrebno govoriti na ovom mjestu.

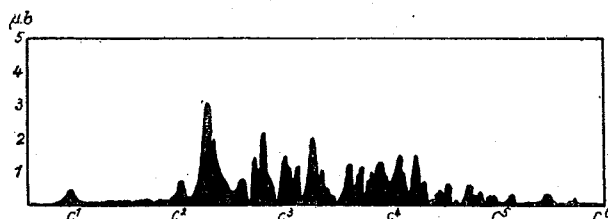
Ne samo kod violine, već kod svih instrumenata na žicu zvuk je to plemenitiji, što jače može doći do izražaja osnovni ton i duboki gornji tonovi. Male amplitude kod visokih frekvencija bitan su znak violina odlična zvuka. Naročito je nepovoljno djelovanje jakih amplituda iznad 3.000 Hz (Meinel 1939, 102—104.). (Sl. 3, 4, 5, 6, 7 i 9.)

Uzevši da su oblik instrumenta, stepen ispupčenosti ploča i volumen uzduha u kutiji za rezonanciju prilično konstantne veličine, jasno je, da je kvalitet tona u tijesnom odnosu sa strukturom drveta, iz kojega su građene ploče, a naročito s njihovom debljinom. Prema tome nije opravdano reći, da je kopiranje uzrok propadanju staroga umijeća. Naprotiv, može se kopirati oblik, ispupčenost, uzdušni prostor, ali ne debljina. Debljine se ne mogu i ne smiju kopirati, jer one stoje u najtješnjem odnosu s kvalitetom drveta. (Pasqualini 23, Grossmann 1925, 19). Znači, tajna starih majstora upravo je u utvrđivanju pravih odnosa između debljina i kvaliteta drveta.



Sl. 4. Krivulje frekvencija dobre violine (Meinel, Akust. Zeit. 1940, p. 125)

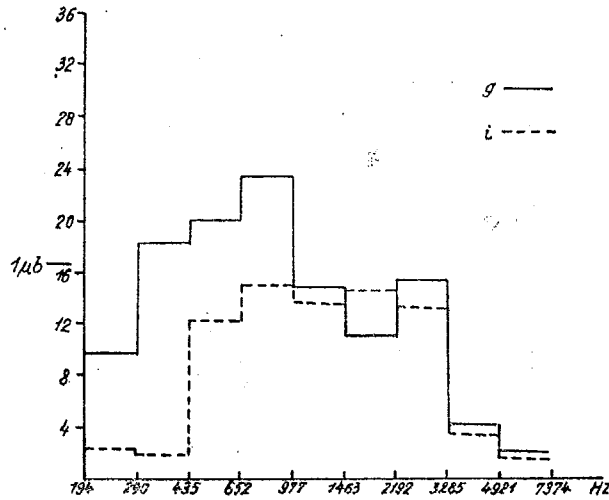
Već iz dosada izloženoga vidi se, da je za kvalitet tona gudačkog instrumenta u prvome redu odlučna materija, od koje je on građen. U dugoj historiji građenja činjen je čitav niz pokušaja, da se violina sagradi iz najrazličitijeg materijala: metala (željeza, kositera, posrebnoga bakra, aluminijska), gline, porcelana, fajanse, mramora, kože i papira. (Lütgendorf IX; Kü 1931, 6; Akust. Zeitschr. 1936, 187; Meinel 1939, 102). Svi ti pokušaji nisu mogli da istisnu drvo. Naprotiv, od prvih početaka do danas drvo je ostalo nenadmašan materijal za tako složeni akustički, tehnički i estetski zadatak, kakav je građenje gudačkih instrumenata. Zasad nema povoda vjerovanju, da će se u skoroj budućnosti moći naći neka sintetska materija, koja bi za rečene potrebe mogla da zamijeni drvo.



Sl. 5. Krivulje frekvencija loše violine (Meinel, Akust. Zeit. 1940, p. 128)

Ono, što naročito bje u oči, jest suprotnost između upotrebljivosti drveta, po kojoj ono pri građenju gudačkih instrumenata treba da posluži akustičkim zadacima, i strukture drveta. Osnovno svojstvo materije, kojoj je zadatak, da titra i da sprovodi titraje, treba da je njena homogenost. A poznato je, da je drvo nehomogena tvar u anatomskom i kemijskom, a anizotropna u fizičkom smislu. No ta nehomogenost i anizotropnost nije jednaka za sve vrste drveta, niti su te razlike bile isprva dovoljno poznate. Otuda činjenica, da su se u prvim počecima za građenje violina upotrebljavale različite vrste drveta: kruškovina, četrunovina i jasenovina (Pasqualini 41, 42); Lütgendorf 143; Piccioli 31). Ubrzo se empirijom utvrdilo, da je homogenost i izotropnost razmjerno najveća kod smrekovine. I stvarno je sva tehnika

građenja gudačkih instrumenata četiri stotine godina upotrebljavala isključivo smrekovinu (*Picea excelsa* LK). Ako se ponekad spominje jelovina (*Abies pectinata* DC), to je ili pogrešna determinacija ili, što je još češće, nepravilno prenošenje sa stranih jezika. (Hart uporno govori o jelovini, iako se zna, da se uvijek radilo o smrekovini).



Sl. 6. Srednjaci pritiska zvuka za grupu od 6 starotalijanskih majstorskih violina (g) i loših violina (i) (Meinel, Akust. Zeit. 1940, p. 128)

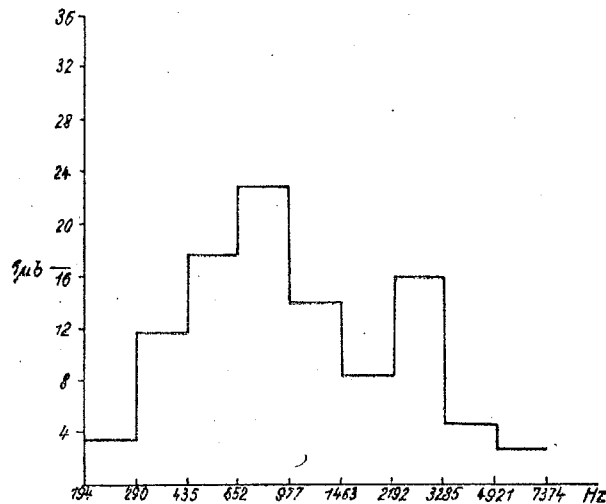
Da bi drvo bilo upotrebljivo za građenje gudačkih instrumenata, ono treba da ima određene prirodne osobine. Pored toga potrebno je, da i tehnika manipulacije prerade i upotrebe toga drveta bude takva, da bi se te osobine sačuvale i mogle pravilno iskoristiti. Ako postoji neka tajna starih majstora, ona je u prvom redu u osobinama drveta. Ona se odnosi na:

- 1) temeljito poznavanje prirodnih osobina smrekovine i javorovine i njihove upotrebljivosti za građenje;
- 2) mogućnost pravilnog odabiranja i nabavljanja drveta takvih osobina;
- 3) pravilno iskorišćivanje i čuvanje tih osobina u toku pripremnih radova;
- 4) pravilno podešavanje forme i dimenzija instrumenta i njegovih dijelova osobinama drveta u toku građenja, naročito njegovoj gustoći i volumnoj težini.

Ako se Stradivari svojim instrumentima ističe među ostalim graditeljima, ako se govori o njegovoj intuiciji, prirodnoj nadarenosti itd., razlog tome treba tražiti u prvome redu u njegovu temeljitom iako empirijskom poznavanju drveta.

Na drugome smo mjestu pokazali, da su već stari Rimljani znali o drvetu neobično mnogo; kudikamo više nego što se to može pretpostaviti (Ugrenović, 1938). To tradicijom preneseno znanje ne samo da se održalo, već se i proširilo empirijom u oblasti građenja gudačkih instrumenata. Karakteristično je, da su naučna istraživanja posljednjih trideset godina u oblasti tehnologije drveta potvrdila empirijom stečena saznanja. Tako je tačno, da je upotreba smrekovine za građenje muzičkih instrumenata opravdana njenom razmjerno velikom homogenošću, izotropnošću, naročito jednomjernošću i pravilnim rasporedom anatomskih elemenata, pravošću žice, a naročito velikom vodljivošću za zvuk.

Ono, što se može smatrati »tajnom« starih majstora, to je njihova sposobnost, da su znali odabirati najupotrebljivije drvo. Oni su gotovo isključivo upotrebljavali smrekovinu (*Picea excelsa* LK). Po najnovijim istraživanjima (Barducci e Pasqualini 1003) vidi se, da je brzina rasprostiranja talasa zvuka u smrekovini kudikamo veća 5,70 km/sec<sup>-1</sup>, nego u ostalim vrstama (limba 4,90, ariš i trešnja 4,65, jasen 4,45, crni bor 4,35, česmika 4,30, orah 4,20, pajasen 4,00). Znači, stara empirija posve je pravilno postavila smrekovinu u liuteriji na prvo mjesto.



Sl. 7. Srednjaci pritiska zvuka dobrih violina (Meinel, Akust. Zeit. 1940, p. 126)

Da bi se dobila smrekovina najveće vodljivosti za zvuk, odabirana su debla tačne cilindarske forme, prave žice, kružnoga presjeka, centričkoga srca, pravilno nanizanih godova, potpuno zdrava i s malo kvrga. Ta su se stabla birala u šumi samoj, tačnije na točilima, po kojima su bila spuštana s planine. Ona su bila perkutirana udarcem sjekire ili čekića, i kontroliran je zvuk, što su ga ona proizvodila prilikom klizanja i pada na krajnjoj tački točila. Takova stabla — Talijani su ih zvali pjevači (cantatori ili pezzí cantanti) — već su u šumi odvajana za potrebe liuterije.

Širina godova smrekovine za rezonanciju dosizala je do 2 mm. Učešće zone kasnoga drveta nije premašalo 25%. U svakom slučaju talijanski su majstori upotrebljavali drvo širih godova (1 do 2 mm) nego tirolski i bavorski (uži od 1 mm). Ova činjenica neobično je važna, jer se zna, da je ono najbolje makroskopsko mjerilo volumne težine drveta; a već je rečeno, da je gustoća (težina) drveta — u zajednici s debljinom zvučnice — najvažniji činilac, o kome je zavisna ljepota tona. Zna se, da je Stradivari bio prvi, koji je tačnije od svojih prethodnika utvrđivao gustoću drveta (»Egli determinò in modo piu rigoroso dei fabbricanti prima di lui la densità dei legni«. Piccioli 28). Tražena je i upotrebljavana je smrekovina prave žice, to jest ona, kojoj su traheide tekle paralelno s uzdužnom osovinom debla. Pravost žice lako se mogla utvrditi longitudinalnim cijepanjem. Dakle primjena tehnike cijepanja nije neka primitivnost, već duhovit način, kojim je empirija odabirala drvo prave žice. To je činjeno očito iz razloga, jer je još od Rimljana (Plinije XVI, 73), bilo poznato, da postoji odnos između usukanosti žice i vodljivosti za zvuk. Najnovija istraživanja (Barducci e Pasqualini 1001) pokazala su, da usukanost žice (30°) daje znatno manju brzinu rasprostiranja zvuka. Bila je isključena

smrekovina abnormalne građe, koja je poznata pod imenom kompresijskog (crijen) drveta. Kako se to drvo javlja naročito na stablima izloženim stalnim vjetrovima, na stablima nagnutima i iskrivljenima, takva su stabla bila isključena od upotrebe.

Smrekovina rečenih kvaliteta i potrebnih dimenzija mogla se naći samo u prašumama planinskih regija od nekih 800 do 1500 m visine, a kod stabala starih 200 do 300 godina. Smrekovine rečenog kvaliteta bilo je — vjerovatno — za vrijeme Stradivarija u Italiji malo. Ona se nabavljala u prvome redu iz južnoga Tirola, Bavarske i Švajcarske. Smrekovina za talijansku liuteriju kretala se u glavnom po staroj trgovačkoj cesti, koja iz Augsburga vodi u Italiju. Tržišta, na kojima se trgovalo drvetom za rezonanciju, bila su Mantua, Breša, Milano, Kremona i Mleci.

Vjerovatno je, da se drvo za liuteriju prodavalo i kupovalo u obliku trupaca. Samo se na taj način može objasniti, da se kod istog graditelja — poslije niza godina — javlja drvo iste strukture (Lütgendorf 67, 143; Catalogo 18). Zna se, da se čamova dužica i šindra iz Bosne preko Splita, a ona iz Gorskoga Kotara preko Mletaka izvozila u Italiju. Najbolji komadi izabirani su i upotrebljavani kao drvo za rezonanciju. Naročito se spominje šator-planina i Cervarija u Bosni (Piccioli 20). U Sloveniji još je i danas živa tradicija, da je Stradivari nabavljao smrekovinu iz njenih planinskih šuma (Jelovica, Pokljuka, Pohorje?).

I javorovina rebraste strukture za donju ploču dolazila je iz naših krajeva: Istre, Bosne i Dalmacije. Navodno je to drvo Venecija upotrebljavala za izrađivanje vesala na galijama (Piccioli 28).

I s najodabranijim drvetom moralo se do časa njegove upotrebe pravilno postupati. Ono je moralo da polaganim pravilnim prirodnim sušenjem izgubi vlagu, no da se pri tome ne raspukne. Količina vlage u drvetu, koja prelazi t. zv. stepen prirodne uravnoteženosti vlage, štetno utječe na kvalitet tona. Unutrašnje pa i najsitnije raspukline od usušavanja narušile bi homogenost, dakle mogućnost pravilnog titranja. Da bi se što bolje sačuvala prirodna homogenost, trupci su cijepani (nikad piljeni) u radijalnim cjepkama. Iskorišćivanje radijalne cjepljivosti bila je ujedno garancija, da se radilo o drvetu prave žice. Sa cjepaka je uklanjana čest oko srca. Amati i ostali stari graditelji upotrebljavali su cjepke iz tangencijalne ravnine, dakle manje homogene građe. Stradivari je prvi počeo upotrebljavati drvo užih godova za desnu (ispod žica e i a), a širokih godova za lijevu stranu (ispod žica g i d). Ostali graditelji — talijanski i njemački — upotrebljavali su ploče najednako širokih godova.

Prošireno je i uporno se — naročito od violinista (Kü 1925, 3) — podržava mišljenje, da je za kvalitet gudačkog instrumenta odlučno njegovo starenje, to jest promjene, koje se odigravaju u instrumentu poslije njegove izgradnje. Te se promjene odnose na anatomsku građu, tehnička svojstva i kemizam drveta. Uzročnici tih promjena mogu da budu u prvome redu atmosferski činioci (uzduh, svijetlo) i isviravanje. Već je Helmholtz iznio mišljenje, da se starenjem i dugom upotrebom pogoduje elasticitetu drveta (Helmholtz 1865). Novija istraživanja pokazala su, da se starenjem vjerovatno umanjuje stepen vodljivosti drveta za zvuk, tačnije brzina rasprostiranja zvuka i koeficijent rezonancije, što bi moglo da utječe na kvalitet tona (Barducci i Pasqualini 1004).

Lakovanje gudačkih instrumenata — tačnije njihovih vanjskih površina — važno je iz estetskih, tehničkih i akustičkih razloga. Iz te trostruke važnosti lako je razumjeti, da se lakovanje javilo zajedno



s razvojem umijeća građenja. To pitanje dosada se tretiralo s gledišta, da od laka i od načina lakovanja, ako ne isključivo, a ono najvećim dijelom zavisi kvalitet gudačkog instrumenta. Čak se u laku i lakovanju gledala »tajna« starih majstora.

Estetski razlozi stajali su nesumnjivo na prvome mjestu. Od laka, kojim su se prevlačili gudački instrumenti, tražilo se, da u isto vrijeme bude toliko proziran, da se kroz njega može razabrati tekstura drveta, i da ima određenu boju i što veći sjaj (vatru). O samom kemijskom sastavu laka pisale su se čitave knjige. Ozbiljnu i dokumentovanu studiju o laku napisao je i Kresnik. U njegovoj ostavini našao se velik broj recepata, koje je on prikupio u literaturi.

Osnovno tehničko pitanje laka bilo je u ovome: koji su njegovi sastojci i kakovo su topilo upotrebljavali stari majstori. Pitanje topila postavljalo se u vezi s mogućnošću njegova prodiranja u drvo. Postavljalo se pitanje: da li se radilo samo o prevlačenju površine drveta ili o njegovu pojenju, to jest prodiranju u čitavu masu drveta (Kü, 6, 7, 33). Mnogi su način nanošenja laka smatrali važnijim od njegova kemijskog sastava (Lütgendorf, 67).

Zadatak laka i lakovanja pored estetske važnosti — bio je vrlo važan tehnički i akustički. Spriječiti ulaženje vlage iz atmosfere i iz organa za disanje samoga svirača značilo je onemogućiti promjene dimenzija drveta, koje nastaju od bubrenja i utezanja, promjene ispučenosti ploča i promjene kvaliteta tona. Lak treba da površinu instrumenta zaštiti od znoja sviračevih ruku, od mehaničkih povreda i od napada insekata.

Na »tajnu« laka gledali su skeptički i sami graditelji violina. Protiv mišljenja o utjecaju laka na kvalitet tona oni su iznosili dva razloga. Prvi: violina građena kvalitetnim drvetom i tehnički i fizički pravilno zvuči talijanski i u stanju, dok još nije lakovana. Da je ovo tačno, utvrdila su i nova naučna istraživanja, samo s tom razlikom, da ton nelakovane violine postaje s vremenom lošiji (ponešto metalan i piskav) (Pasqualini 42). Drugi: violina, iako lakovana, gubi svoj talijanski ton, ako se izvrši stanjivanje gornje ploče (Kü 1928, 7).

Novija naučna istraživanja (Meinel, 162) pokazala su, da je utjecaj lakovanja mnogo slabiji nego utjecaj debljina. Ipak se postavlja tvrđenje, da se poslije lakovanja dobrim i gipkim lakom smanjuje intenzitet, no poboljšava boja tona (Pasqualini, 43).

Pitanje talijanskog laka Kresnik je obradio vrlo opširno. On se bacio na proučavanje laka starih violina s neobičnom požrtvovnošću. U njegovoj ostavini nađena je bogata receptura, koja je predana na čuvanje Muzeju za Hrv. Primorje na Rijeci. Kresnik je u naročitoj studiji (vidi str. 10) iznio rezultate svoga istraživačkoga rada o laku. I u studiji o staroj talijanskoj liuteriji on u završnom poglavlju govori vrlo opširno o tom pitanju.

Pored sve te temeljitosti i upornosti u radu Kresnik ne gleda u laku tajnu starih kremonskih instrumenata. On je ponesen njegovom nedostižnom ljepotom; ona ga je podsticala, da je ulazio u tehničku stranu toga pitanja.

Kresnik utvrđuje, da je kremonski lak pripravljan na osnovu eterskih ulja, koja su sadržavala velik postotak smole, da je vrlo proziran, blistav, baršunasto mek, elastičan i trajan. On se nanosi u tri sloja: osnova, sloj bojenog laka i gornji sloj.

Ne treba previdjeti, da su u toku posljednjih pet, šest decenija činjeni brojni pokušaji, da se u građenje gudačkih instrumenata unesu neke konstrukcijske promjene ili promjene u vezi s postupanjem s upo-

s razvojem umijeća građenja. To pitanje dosada se tretiralo s gledišta, da od laka i od načina lakovanja, ako ne isključivo, a ono najvećim dijelom zavisi kvalitet gudačkog instrumenta. Čak se u laku i lakovanju gledala »tajna« starih majstora.

Estetski razlozi stajali su nesumnjivo na prvome mjestu. Od laka, kojim su se prevlačili gudački instrumenti, tražilo se, da u isto vrijeme bude toliko proziran, da se kroz njega može razabrati tekstura drveta, i da ima određenu boju i što veći sjaj (vatru). O samom kemijskom sastavu laka pisale su se čitave knjige. Ozbiljnu i dokumentovanu studiju o laku napisao je i Kresnik. U njegovoj ostavini našao se velik broj recepata, koje je on prikupio u literaturi.

Osnovno tehničko pitanje laka bilo je u ovome: koji su njegovi sastojci i kakovo su topilo upotrebljavali stari majstori. Pitanje topila postavljalo se u vezi s mogućnošću njegova prodiranja u drvo. Postavljalo se pitanje: da li se radilo samo o prevlačenju površine drveta ili o njegovu pojenju, to jest prodiranju u čitavu masu drveta (Kü, 6, 7, 33). Mnogi su način nanošenja laka smatrali važnijim od njegova kemijskog sastava (Lütgendorf, 67).

Zadatak laka i lakovanja pored estetske važnosti — bio je vrlo važan tehnički i akustički. Spriječiti ulaženje vlage iz atmosfere i iz organa za disanje samoga svirača značilo je onemogućiti promjene dimenzija drveta, koje nastaju od bubrenja i utezanja, promjene ispupčenosti ploča i promjene kvaliteta tona. Lak treba da površinu instrumenta zaštiti od znoja sviračevih ruku, od mehaničkih povreda i od napada insekata.

Na »tajnu« laka gledali su skeptički i sami graditelji violina. Protiv mišljenja o utjecaju laka na kvalitet tona oni su iznosili dva razloga. Prvi: violina građena kvalitetnim drvetom i tehnički i fizički pravilno zvuči talijanski i u stanju, dok još nije lakovana. Da je ovo tačno, utvrdila su i nova naučna istraživanja, samo s tom razlikom, da ton nelakovane violine postaje s vremenom lošiji (ponešto metalan i piskav) (Pasqualini 42). Drugi: violina, iako lakovana, gubi svoj talijanski ton, ako se izvrši stanjivanje gornje ploče (Kü 1928, 7).

Novija naučna istraživanja (Meinel, 162) pokazala su, da je utjecaj lakovanja mnogo slabiji nego utjecaj debljina. Ipak se postavlja tvrđenje, da se poslije lakovanja dobrim i gipkim lakom smanjuje intenzitet, no poboljšava boja tona (Pasqualini, 43).

Pitanje talijanskog laka Kresnik je obradio vrlo opširno. On se bacio na proučavanje laka starih violina s neobičnom požrtvovnošću. U njegovoj ostavini nađena je bogata receptura, koja je predana na čuvanje Muzeju za Hrv. Primorje na Rijeci. Kresnik je u naročitoj studiji (vidi str. 10) iznio rezultate svoga istraživačkoga rada o laku. I u studiji o staroj talijanskoj liuteriji on u završnom poglavlju govori vrlo opširno o tom pitanju.

Pored sve te temeljitosti i upornosti u radu Kresnik ne gleda u laku tajnu starih kremonskih instrumenata. On je ponesen njegovom nedostižnom ljepotom; ona ga je podsticala, da je ulazio u tehničku stranu toga pitanja.

Kresnik utvrđuje, da je kremonski lak pripravljan na osnovu eterskih ulja, koja su sadržavala velik postotak smole, da je vrlo proziran, blistav, baršunasto mek, elastičan i trajan. On se nanosi u tri sloja: osnova, sloj bojenog laka i gornji sloj.

Ne treba previdjeti, da su u toku posljednjih pet, šest decenija činjeni brojni pokušaji, da se u građenje gudačkih instrumenata unesu neke konstrukcijske promjene ili promjene u vezi s postupanjem s upo-

trebljenim materijalom. Stručni časopisi i publikacije prepuni su takvih nastojanja.

Ne ulazeći u taj detalj, istaknut ćemo dva takova pokušaja, jedan starijeg (1887), drugi novijeg datuma (1940). U prvom slučaju radi se o Švajcarcu Simoutru, u drugom o Talijanu Capalbu. Simoutre je svoje prijedloge izložio u svojim publikacijama. Capalbov »fizičko-kemijski metod« proučila je naročita komisija (Pasqualini, Relazione).

Simoutre upotrebljava t. zv. harmonijska rebra iz jelovine (smrekovine), koja polaže na unutrašnju stranu zvučnice i dna na taj način, da se žica tih rebara ukrštava sa žicom harmonijskih ploča. Na zvučnici leže ta rebra između odušaka. Rebra bi imala da koncentriraju titraje žica, da ih ujednače i pojačaju. Rebra daju veću čvrstoću kutiji i dobro uporište dušici. Podešavanjem debljina može se promijeniti ton instrumenta. No Simoutre je načistu o utjecaju građe drveta na ton. Meki ton daju rebra gustih godova. Snaga tona razmjerna je s veličinom i težinom rebara (Simoutre 17, 18).

Capalbo ostavlja nepromijenjen oblik i dimenzije starih instrumenata. Debljina zvučnice postepeno se umanjuje od centra prema periferiji, no pritom vodi računa o tehničkim osobinama drveta i o ispupčenosti. Prije lakovanja on upotrebljava naročiti fiksativ vegetabilnog porijekla a topljiv u vodi. Njim premazuje (poji) vanjsku i unutrašnju stranu kutije radi homogeniziranja gustoće i elasticiteta drveta. Lak je biljnoga porijekla, nanosi ga po dovršenom utvrđivanju debljine i homogeniziranju. Capalbo daje svom načinu ime fizičko-kemijski metod (Pasqualini, Relazione 633).

U gledanje na građenje gudačkih instrumenata od vremena starih majstora donedavno unošeno je više psiholoških elemenata nego tehničkih i fizičkih. Tek je istraživački rad nove nauke (Backhaus, Bordoni, Barducci, Meinel, Minaert and Vlam, Pasqualini, Saunders) počeo da unosi svijetlo u objektivno stanje činjenica. Jedna po jedna »tajna« počela je da se razotkriva kao jednostavna fizička ili tehnička pojava, koja izvire iz zakona prirode, naročito iz odnosa građe drveta prema zakonima akustike.

U prošlosti psihološki su se momenti tijesno isprepletali s ostalim pitanjima građenja gudačkih instrumenata; dobrim dijelom oni su indirektno kočili ulaženje u naučno-tehničku stranu građenja. Osnovni je psihološki stav, koji se izgradio u toku posljednja dva stoljeća, precjenjivanje starih i obescjenjivanje novih violina. Uvriježilo se vjerovanje, da stara violina mora u svakom slučaju biti bolja nego nova. Naročito su violinski virtuozi stajali na tom gledištu. Ipak čitav niz razloga upućuje na to, da tu osnovnu liniju gledanja treba rektificirati u nekoliko smjerova. Oni su u ovome (Lütgendorf IV, VIII, 19, 67; Grossmann 1928, 5, 7; 1929, 27; 1931, 5):

I u klasično doba bilo je graditelja gudačkih instrumenata, koji nisu bili majstori. Prema tome jedan dio gudačkih instrumenata, iako potječe iz klasične starine, bio je od iskona nekvalitetan. Ni klasični majstori nisu uvijek gradili samo prvoklasna djela. To se naročito lako moglo desiti onima, koji nisu bili dobri poznavaoči drveta ili nisu mogli da dođu do prvoklasnog drveta. I najbolje građene violine gube iskonski kvalitet tona, kad premaše određenu granicu starosti, tačnije kad je uznapredovao proces razgrađivanja drveta ili je čak došlo do njegova razaranja.

Nije pravilno vjerovati, da stari instrumenti, ako se na njima dugo ne svira, samim preležavanjem i mirovanjem gube ljepotu tona. Pretpostavlja se, da su oni valjano čuvani od štetnih vanjskih utjecaja. Poznat je primjer Paganinijevog Guarnerija.

Visoko ocjenjivanje starih violina, ukoliko se ono odražava u njihovoj novčanoj vrijednosti, dobrim je dijelom posljedica rada muzički manje obrazovanih sabirača i prodavača, koji u klasičnoj violini gledaju samo antikvitet. Ipak se mora priznati, da je na taj način spasen mnogi odlični instrumenat.

Često je ocjenjivanje vrijednosti starih gudačkih instrumenata vršeno formalnim načinom, po etiketama, koje one nose u svojoj unutrašnjosti. O tim etiketama postoji čitava literatura (Bachmann). Međutim je van svake sumnje, da su se s tim etiketama vršile posve očite prijevarne makinacije. U tom cilju postupilo se nepravilno na dvije strane. Kako su guslači umjetnici neskloni novim instrumentima, graditelji iskorišćujući tu nesklonost, išli su za tim, da imitiraju starost instrumenata. To je analogija, kojom se postupilo kod imitiranja starog pokućstva. (Ugrenović, Upotreba drveta 31). Na drugoj strani išli su za istim ciljem i mnogi prodavači starih violina namjerno. Kako je daleko zastranila ta praksa, vidjelo se prilikom dvjestogodišnjice Stradivarija (1937.), kad je konstatovano, da je od 500 poslanih Stradivarija više od 300 primjeraka — dakle 60% — bilo kvalifikovano kao bez vrijednosti (senza valore). Predsjednik internacionalnog stručnog odbora Hamma u svojoj publikaciji konstatovao je, da su »nemalo svi ti bezvrijedni instrumenti, koji su nosili lažne etikete, bili njemačkog, odnosno saskog porijekla« (Hamma 8).

\*  
\*   \*  
\*

Kako se iz svega izloženoga vidi, u građenju gudačkih instrumenata nema niti je bilo neke »tajne« starih majstora. Ta je tajna upravo onolika, kolika je bila tajna ostalih fizičkih, kemijskih i bioloških pojava u prirodi, dok ih nije otkrila nauka, to jest dok nauka nije utvrdila zakone, koji vladaju tim pojavama. Nauka je otkrila, da je sva »tajna« građenja u pravilnom određivanju i ostvarivanju odnosa između drveta kao jedine materije za građenje gudačkih instrumenata i zakona akustike. Nauka nastavlja s traženjem objektivnih činjenica. To traženje kreće se — metodički gledano — u tri smjera. Prvo: istraživanje odnosa, u kom stoje pojedini dijelovi violine prema kvalitetu tona. Drugo: ispitivanje kutije za rezonanciju bez žica. Treće: ispitivanje violine kao akustičke cjeline. Kresnikov rad kreće se po prvoj liniji. Po drugoj liniji ide Backhaus, Pasqualini, po trećoj Raman, Saunders, Meinel. Primjenjuje se metod elektroakustički. No priznati se mora, da ono, što dalje ostaje subjektivno i individualno, nije više tehnika građenja, već osjećanje ljepote tona gudačkih instrumenata. A to je psihološka pojava, koja se zasada još ne može obuhvatiti.

\*  
\*   \*  
\*

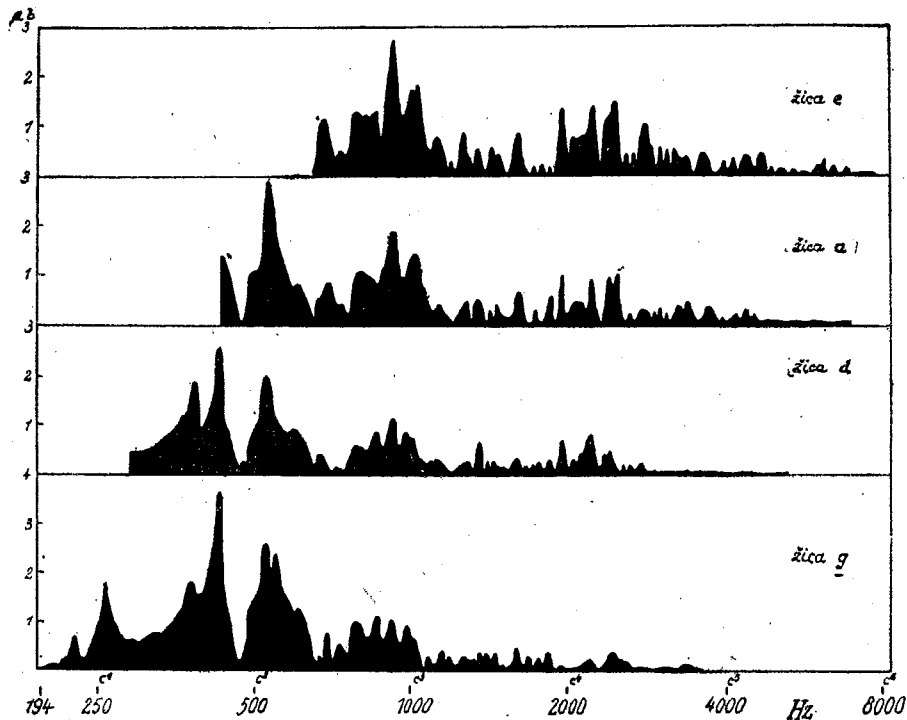
Rezultati savremenih istraživanja u oblasti vodljivosti drveta za zvuk, njegove upotrebljivosti za građenje gudačkih instrumenata, a naročito utjecaja drveta na kvalitet tona mogu se sabrati u ovome:

1) Za kvalitet tona odlučno je u prvome redu drvo, od kojega su građene rezonantne ploče (zvučnica i dno). Važnost drveta kao materijala za građenje muzičkih instrumenata tolika je, da se konstrukcija instrumenta mora podrediti kvalitetu drveta, a ne obrnuto.

2) Za utjecaj drveta na ton važna su tehnička svojstva, u prvome redu struktura i gustoća (volumna težina) drveta. Na prvom mjestu

stoji smrekovina za zvučnice i javorovina za dna. U toku su istraživanja (Giordano) o upotrebljivosti topolovine za građenje gudačkih instrumenata.

3) Za kvalitet tona odlučna je debljina rezonantnih ploča, naročito zvučnice. Krupne ploče daju svijetli, nazalni, metalni i tvrdi ton; vrlo tanke ploče daju pun, vrlo taman, ponekad mutan ton. Najplemenitiji su tonovi srednjih debljina (Meinel 162). (Sl. 8.)



Sl. 8. Krivulje frekvencija za žice e, a, d, g Stradivari 1715, (Meinel, Akust. Zeit. 1940, p. 287)

4) Ni utjecaj debljina na kvalitet tona ne može se promatrati izolovano, već uvijek u vezi sa strukturom, tačnije s gustoćom (volumnom težinom) drveta. U pravilnom podešavanju debljina rezonantnih ploča gustoći (volumnoj težini) (Pasqualini, 23) drveta leži vjerovatno najvažniji dio tajne Stradivarija.

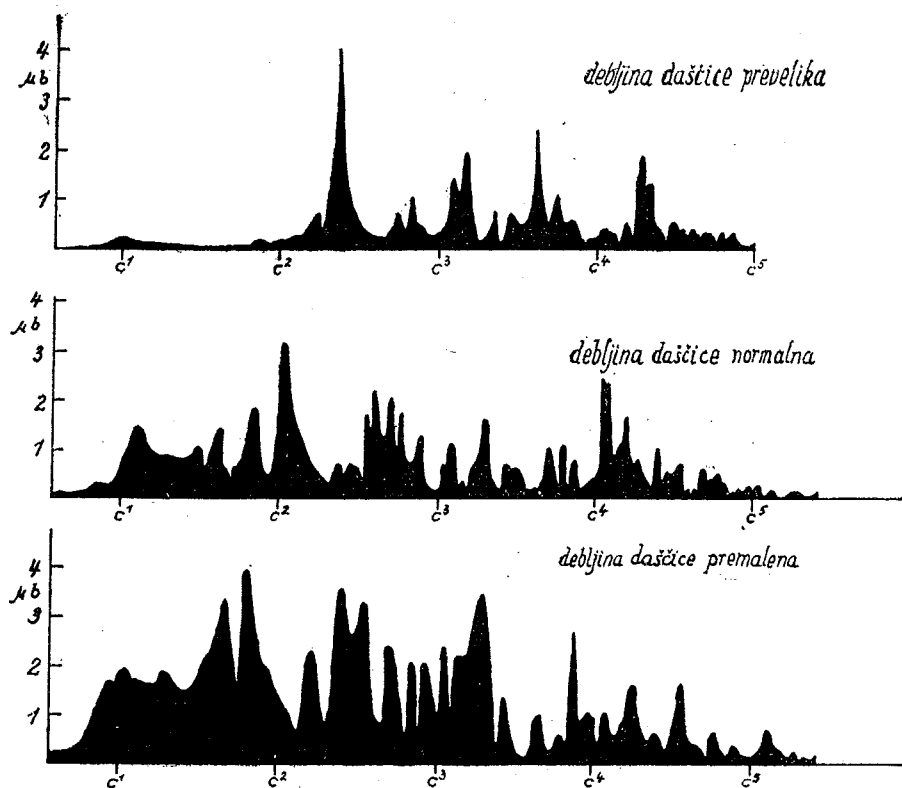
5) Na kvalitet tona utječe i veličina ispupčenosti rezonantnih ploča. Utjecaj ispupčenosti slabiji je nego utjecaj debljina. (Meinel 1937, 31). Velika ispupčenost pogoduje stvaranju visokih gornjih tonova (Meinel 1937, 32). Kod visokih frekvencija iznad 3000 Hz naročito je nepovoljno djelovanje jakih amplituda (Meinel 1939, 102—104).

6) Male amplitude kod visokih (iznad 3000 Hz), a velike kod dubokih frekvencija značajka su zvučno odličnih violina.

Radi se upravo o tom, da je kod tih instrumenata pritisak zvuka visokih parcijalnih tonova malen, a osnovnih razmjerno veći. Na taj način ublažena je poznata osobina ljudskoga uha, da je ono naročito osjetljivo za visoke frekvencije. Uslijed toga osnovni tonovi postaju izraziti, puni, meki i plemeniti. (Sl. 3, 4, 5, 6, 7, 8 i 9.)

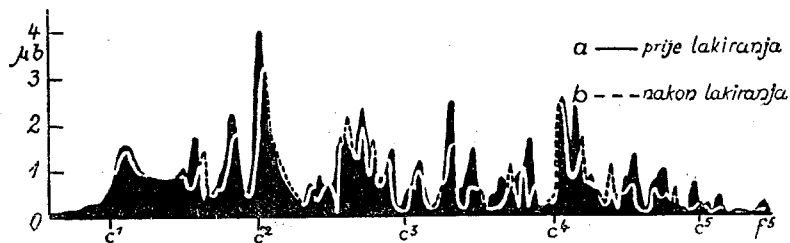
7) Kvalitativno dobra violina pokazuje dobru podatnost i velik domet. Velik domet razumljiv je iz činjenice, da se u punoj koncertnoj dvorani naročito jako apsorbiraju visoke frekvencije. Dakle, lakše se i brže apsorbiraju visoke frekvencije dobre violine, jer su slabijeg

intenziteta nego te frekvencije loših violina (Meinel 1939, 106). Takve krivulje frekvencije i te osobine pokazuju stare talijanske violine (Meinel 1940, 125). (Vidi slike 6, 7.)



Sl. 9. Krivulje frekvencija za violine različito debelih zvučnica (Meinel, Akust. Zeit. 1937, p. 26)

Današnje dobre violine prema starim talijanskim pokazuju ovaj nedostatak: premalen pritisak zvuka kod dubokih, a prevelik kod visokih frekvencija.



Sl. 10. Krivulje frekvencija violine (a) i poslije (b) lakiranja (Meinel, Akust. Zeit. 1937, p. 27)

Veličina dometa zavisi i od debljine rezonantnih ploča i od kvaliteta drveta, naročito od unutrašnjeg trenja. S opadanjem debljine uvećavaju se amplitude u velikoj mjeri. Otuda je razumljivo, da se nova istraživanja bave utvrđivanjem veličine unutrašnjeg trenja (Barducci e Pasqualini 1948, 999), elasticiteta i brzine rasprostiranja valova. Ti činioci zavise od anatomske građe (botaničke vrste), gustoće drveta, naročito od učešća zona ranoga i kasnoga drveta, stepena pravosti (usukanosti) žice i starenja (preležavanja) drveta.

8) Starenje vjerovatno umanjuje brzinu rasprostiranja zvuka i koeficijent rezonancije, što bi moglo da utječe na kvalitet tona (Barducci e Pasqualini, 1004).

9) Utjecaj laka mnogo je slabiji nego utjecaj debljina (Meinel, 162). Lakovanje smanjuje intenzitet, no poljepšava boju tona (Pasqualini 43).

\*  
\*   \*  
\*

Pitanje građenja gudačkih instrumenata — gledano iz perspektive današnjice — ne zanima samo nauku, tehniku i umjetnost. Ono je kao i svako drugo tehničko i privredno pitanje tijesno povezano s vrelom sirovina. Bez drveta nema gudačkog instrumenta, nema orkestra, nema muzičke umjetnosti. Zasad nema nijedne vještačke materije, koja bi mogla da zamijeni drvo u oblasti građenja gudačkih instrumenata.

Nije ovo prvi put da tehnologija drveta zastaje na tom pitanju. Najpoznatiji šumarski udžbenik »O iskorišćivanju šuma« za talijanske šumarske fakultete (Piccioli, Legnami), posvećuje upotrebi drveta za građenje muzičkih instrumenata punih četrnaest stranica. I u našim radovima »O tehnologiji drveta« i »Upotreba drveta« dano je tma pitanjima dolično mjesto.

Iz toga kratkoga prikaza, kojim čitaoca informativno uvodimo u Kresnikovu studiju, treba na ovom mjestu izvući i neke zaključke, koji prelaze okvir umjetnosti i nauke, a zalaze u stvarnost; to je odnos građenja muzičkih instrumenata prema iskorišćivanju šuma i preradi drveta. U nas ima regija smrekovih šuma, koje kriju u sebi kvalitetno drvo za rezonanciju. Neophodno je potrebno:

1) Omogućiti i izvršiti što skorije naučno proučavanje toga drveta, da se utvrdi njegova objektivna upotrebljivost za građenje gudačkih instrumenata. U tom su cilju potrebna elektroakustička istraživanja naše smrekovine. Dosada ta istraživanja nisu mogla biti vršena, jer nadležni Zavod ne raspolaže s potrebnom aparaturom.

2) Izdvojiti ona područja smrekovih šuma, koja sadržavaju smrekovinu upotrebljivu za izradu drveta za rezonanciju i za njih narediti posebni način postupanja. Treba uočiti, da su područja šuma, u kojima još ima drveta za rezonanciju, u Evropi gotovo nestala. Treba uvažiti, da se pojmovi kvaliteta drveta za rezonanciju i drveta za avijaciju gotovo potpuno poklapaju. Narodna Republika Slovenija već je izvršila ovo odvajanje.

3) Omogućiti racionalno iskorišćivanje tih šuma i njihova drveta, a naročito spriječiti, da se plemenita smrekovina iskorišćuje za manje vrijedne tehničke produkte (čamova dužica, šindra, podvlačak);

4) Omogućiti podizanje i razvijanje ustanova za izradu gudačkih instrumenata;

5) Obrazovati u inostranstvu ili dovesti iz inostranstva stručnjake, koji će moći osnovati i rukovoditi stručne škole za građenje gudačkih instrumenata.

*Akademik Aleksandar Ugrenović*



NICOLO AMATI, *Cremona, 1645.*



*Prilog III-IV*



ANTONIUS STRADIVARIUS, 1709.

## L I T E R A T U R A

- Bachmann A., *Le Violon*, Paris 1906.
- Backhaus H., *Über die Schwingungsformen von Geigenkörpern II*. Zeitschrift für Physik, 1930, pag. 143—166; 1931, pag. 218—225.
- Backhaus H., *Über Resonanzeigenschaften von Streichinstrumenten*. Akust. Zeit. 1936, pag. 179—184.
- Backhaus H., Weymann G., *Über neuere Ergebnisse der Geigenforschung* Akust. Zeit. 1939, pag. 302—312.
- Bagatella A., *Regole per la costruzione dei violini e violoncelli violoni*. Padova 1782.
- Barducci-Pasqualini, *Misura del attrito interno e delle costanti elastiche del legno*. Ricerca Scientifica 1938, pagg. 999—1006.
- Berenzi A., *Di alcuni strumenti fabbricati da Gasparo di Salò*, Brescia 1906.
- Catalogo della mostra di liuteria antica cremonese, Cremona 1937.
- Falke K., *Von alten und neuen Geigen*, Zürich-Leipzig 1916.
- Grossmann M., *Kritische Übersicht über Neuerungen und Streitfragen im Geigenbau*, Berlin—Schöneberg 1921, 1925, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932.
- Hamma F., *Materialkenntnisse und goldener Schnitt im Geigenbau*. Stuttgart 1937.
- Hart G., *The Violin and its Music*.
- Jeans I., *Science and Music*, u. prijevodu Kilpper, Stuttgart—Berlin 1938.
- Lütgendorf W., *Die Geigen- und Lautenmacher*, Frankfurt 1913.
- Meinel H., *Über Frequenzkurven von Geigen*. Akust. Zeit. 1937, pag. 22—33, 62—71 1940, pag. 283—300.
- Meinel H., *Über einige neuere physikalische Untersuchungen an Geigen*. Forsch. u. Fortschritte 1938, pag. 161, 162.
- Meinel H., *Akustische Eigenschaften klanglich hervorragender Geigen*. Akust. Zeit. 1939, pag. 89—112.
- Meinel H., *Akustische Eigenschaften von Geigen verschiedener Klangqualität*. Akust. Zeit. 1940, pag. 124—129.
- Milanković B., *Opis gudačkog instrumenta*, Zvuk 1935, pag. 359.
- Minaert and Vlam, *The vibration of the Violin Bridge*. Physica IV, 5, 1938, pag. 361—372.
- Möckel O., *Beiträge zur Geigenkunde*, Die Geige, 1926, p. 97—108.
- Pasqualini G., *L'elettroacustica applicata alla liuteria*. Annuario della R. Accademia. Roma 1939.
- Pasqualini G., *Relazione sulle prove eseguite per addivenire ad una valutazione obiettiva delle qualità acustiche di alcuni violini*, Ricerca scientifica 1940, pagg. 622—639.
- Pasquali G.-Principe R., *Il violino, manuale di cultura e didattica violinistica*, Milano 1939.
- Pohl R. W., *Einführung in die Mechanik und Akustik*, Berlin 1930.
- Piccioli L., *I legnami*, Torino 1927.
- Sachs C., *Handbuch der Musikinstrumentenkunde*, Leipzig 1920.
- Saunders, *The Mechanical Action of Violins*. J. Acoust. Soc. Am 9 (1937) pag. 81—98 (Akust. Zeit. 1938, pag. 101—103).
- Schemnitzky F., *Die Welt des Schalles*, Graz—Wien 1935.
- Simoutre N. E., *Ein Fortschritt in der Geigenbaukunst*, Rixheim 1887.
- Trendelenburg, *Einführung in die Akustik*, Berlin 1939.
- Ugrenović A., *Über die Kenntnis des Holzes bei den Römern*, Forstwiss. Zentralblatt 1938.
- Ugrenović A., *Upotreba drveta*, Zagreb 1949.
- Ugrenović A., *Tehnologija drveta*, Zagreb 1950.
- Wasielewsky W. J., *Die Violine und ihre Meister*, Leipzig 1920.
- Wasielewsky W. J., *Streichinstrument aus Aluminium*, Akust. Zeitsch. 1936, pag. 187.

**STAROTALIJANSKO UMIJEĆE GRAĐENJA  
GUDAČKIH INSTRUMENTATA**

*Dr. FRANJO KRESNIK*

## PREDGOVOR

Italija je zemlja, koja je kulturi dala čitav niz istaknutih ljudi neprolazne slave. Ona je imala i tu sreću, da bude domovinom onim velikim majstorima, koji su nam ostavili u naslijeđe violinu u njezinu najsavršenijem obliku, uzornu po vanjskoj ljepoti, po zvuku i boji svog melodioznog glasa.

Iznenaduje, odista, činjenica, da je šesnaesto stoljeće stvorilo violinu odjednom toliko potpunu, toliko savršenu, kao što je bilo savršeno sve, što se tada stvaralo na bilo kom području umjetnosti.

Dosad općenito prihvaćeno mišljenje, da je violinu pronašao Gasparo da Salò, opovrgnuto je nedavnim istraživanjima Carla Bonettija, tako da prvenstvo i u tome pripada Kremoni.

Iz Bonettijevih istraživanja vidi se, da je Andrea Amati (oko 1510.—1580.), otac Antonija i Gerolama Amatija, još od 1542., a možda i ranije imao u Kremoni svoju radionicu gudačkih instrumenata, a Gaspare da Salò se bio rodio.

U petnaestom stoljeću u Lombardiji nisu postojale matice rođenih, jer prije Tridentskog koncila nisu ni župski uredi ni općine morale voditi matičnih knjiga. To vođenje otpočelo je tek 1585.

Iz toga su razloga sva dosadašnja istraživanja po crkvenim matičnim knjigama ostala jalova. Trebalo je tražiti na drugom mjestu; i odista, najnovija istraživanja u sudskom arhivu i po knjigama darovnica, miraza, oporuka, ugovora i t. d., koji se nalaze u Kremoni, iznijela su na svijetlo dana vrlo važne podatke.

Najstariji dokumenat u vezi s Andreom Amatijem seže do 1538. Te je godine Amati nazvan Magister, dakle već majstor, uzeo pod najam kuću s radionicom u blizini crkve sv. Augustina na vrijeme od pet godina, što dokazuje, da je Andrea Amati već u to doba bio vrlo zaposlen.

Maestro Amati je tvorac, otac violine. Uskoro ćemo vidjeti, kako se Kremona u tome neočekivano razvila, zauzevši prvo mjesto u umjetničkom svijetu.

Velik dio zasluga za tako snažan razvitak treba pripisati besmrtnom Claudiju Monteverdiju, tvorcu opere. I sam vrstan svirač na violini, Monteverdi je uveo violinu u orkestar. Tako se orkestar proširivao, a u njemu violina dobivala sve veće značenje. Svojim genijalnim djelima i svojim izvrsnim metodom instrumentacije Monteverdi je tražio sve veći i veći broj gudačkih instrumenata. Više nego itko drugi pridonio je on usavršavanju, preobražavanju i stvaranju moderne muzike.

Pod ovako sretnim znamenima, u atmosferi posve prožetoj umjetnošću, u neobično plodnoj i prisnoj suradnji s graditeljima instrumenata, muzičarima, umjetnicima, fizičarima i učenjacima, kojih je tada u Kremoni živio lijep broj, nastala je violina i razvila se do stupnja, koji više nikad nije premašen.

Uskoro je Kremona preplavila Evropu izvrsnim instrumentima i uglednim muzičarima.

Što više poniremo u proučavanje starih majstora, to više njihov lik iskrsava u svojoj pravoj veličini i u sjaju njihovih djela. Ta su djela izvor žive radosti i oplemenjivanja; ona svakog dana otkrivaju po koju novu osobinu, koja nas učvršćuje u našem divljenju.

Onakva, kakvu su nam je ostavili majstori sedamnaestog stoljeća, violina je bila jedini instrumenat, koji je još tada dosegao tako visok stupanj savršenstva, da mu dalja usavršavanja nisu bila potrebna. Ne treba da se čudimo, što je violina tako magično privlačila sve, koji su, priznajući njenu apsolutnu superiornost, bili obuzeti željom da istraže uzroke toga savršenstva.

Umjetnost kroči svojim putem; ona se sigurno i nezadrživo približava svome cilju prelazeći često puta preko svih teorija. Tako se desilo i sa građenjem violina. Violina se rodila i dosegla vrlo brzo najviši stupanj savršenstva; ona se pred nama našla kao pravo čudo, kao zagonetka.

Građenje violina je umijeće, koje u poredbi s drugim umjetnostima zauzima poseban položaj, jer ono povezuje umjetnost s naukom i tehnikom, ostajući tijesno povezana s njima. Akustički problemi violine toliko su raznovrsni i složeni, da još ni danas fizičarima ne polazi za rukom, da ih riješe matematskim putem.

Sa sredstvima, koja nam stoje na raspolaganju, mi treba da se ograničimo na to, da točno iznesemo i objasnimo zakone za gradnju violine, koje su stari otkrili empirijski i formulirali. To su već u razna vremena i na razne načine pokušavala učiniti djela, koja obrađuju to pitanje. Međutim, u biti još nije u tom smislu formulirana prava teorija.

Na poticaj prijatelja odlučio sam da objavim dio svojih studija i istraživanja o gudačkim instrumentima s posebnim obzirom na violinu. Učinio sam to u želji, da bi ovaj moj rad potaknuo i ohrabrio sve, koji su bilo iz ljubavi, bilo po pozivu, vezani uz ovo plemenito umijeće.

Nastojao sam, da u izlaganju budem postupan i svima razumljiv; polazeći od jednostavnih i prirodnih metoda izbjegavao sam sve, što bi bilo zapleteno. Bila mi je namjera, da jednakim sredstvima, koja su stajala na raspolaganju starim majstorima, dođem do istoga cilja, to znači, ostavljajući po strani sve zapletene i nategnute teorije. Stari majstori pokazali su svoje umijeće svojim remek-djelima. Ne postoji u stvarnosti nikakav bjelodan dokaz, koji bi nas uvjerio, da su neke specijalne teorije, često puta potpuno lične, imale ikakva pozitivna i korisna utjecaja na to umijeće.

Naprotiv, uvjeren sam, da je grozničavo zapleteno i vještačko traženje rješenja gradnje violina, koje se vrlo često i vrlo rado nazivalo »tajnom starih majstora«, nanijelo više štete nego koristi umijeću građenja violina skrećući ga s njegova prirodnog puta.

Ta toliko pretresana tajna starih majstora!!! šta je ona? da li je ona uopće postojala? ... Ne! Tajna starih majstora bila je sva u njihovoj umjetničkoj intuiciji, u njihovu znanju i njihovu iskustvu!

Konačno, živi dokazi su tu, remek-djela stoje pred nama kao otvorene knjige. Onima, koji razumiju njihove riječi i koji znaju čitati iz njih, ona kazuju mnogo; za one, koji to ne znaju, ona su nijema.

Bila mi je želja, da djelo bude što pristupačnije svakom; pridržavajući se metoda rada staroga umijeća nastojao sam, da oživim i unaprijedim praktički smisao i deduktivnu misao.

## 1. VANJSKI OBLIK VIOLINE

Dva su razloga, kojima tipični vanjski oblik gudačkih instrumenata ima da zahvali svoje usavršavanje: želji, da se što je moguće više poboljša kakvoća i rasprostiranje tona, i nastojanju, da oni postanu što primjenljiviji i što korisniji s obzirom na sve veći razvoj muzičke umjetnosti.

To je bilo moguće postići zahvaljujući neobično razvijenu smislu za ljepotu tona i istančanom ukusu za ljepotu i za savršenstvo oblika, kojim su stari graditelji violina bili obdareni.

Svojim neobično izoštranim promatračkim duhom, svojom sposobnošću, da empirijski izvlače najtočnije argumentacije i dedukcije, neumorni u radu i međusobnom natjecanju, stari majstori su nastojali,

da postignu idealan ton, to jest da dadu violini karakter ljudskoga glasa. Može se reći, da im je pošlo za rukom da oživotvore taj san, jer se violina nesumnjivo više od bilo koga instrumenta približava glasu, kojim je priroda obdarila čovjeka.

Na kremonskim remek-djelima zlatne epohe, koja su do nas doprla, ne da se ništa izmijeniti, a da se pritom ne ošteti njihova ljepota i kakvoća; ona su i danas nenadmašna.

Da bolje shvatimo savršenost i skladnost njihova oblika, moramo načas ogledati instrumente na žice, koji su prethodili violini.

Iz primitivnih instrumenata ovalnog oblika (vidi sl. 1 i 2) razvile su se viole, koje oblikom nalikuju na gitare. One su bile prvi stupanj u razvitku violina.

Dokle se god sviralo gotovo isključivo u prvoj poziciji, i dok se od instrumenta nisu zahtijevale posebne zvukovne osobine, ni dužina instrumenta ni pojedinosti njegova lika nisu imale naročitu važnost. No kad se trebalo penjati na više pozicije i kad je nastala potreba, da se poveća intenzitet i poboljša kakvoća tona, bilo je nužno suziti gornji dio. A da bi se dalo više slobode

Sl. 1. Gudački instrument ovalnog oblika, iz koga se razvila viola (prva faza razvoja)

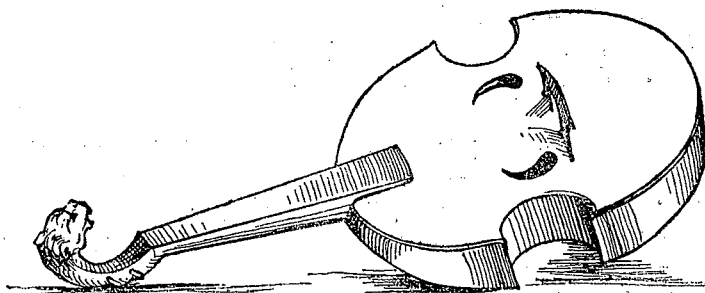
kretanju gudala, trebalo je suziti instrumenat i po sredini otvaranjem dviju bočnih udubina u obliku velikog slova C.

Ovim zahvatima žrtvovan je dobar dio površine i zapremine instrumenta. Trebalo je na neki način doskočiti tim gubicima. Da to postignu, starim su graditeljima preostale tri mogućnosti: proširiti donji

dio violine, podići bočnice i najzad ispupčiti rezonantne ploče. Kako ćemo kasnije vidjeti, mogli su oni samo u ograničenoj mjeri pribjeći tim trima mogućnostima.

Te prve preinake, naoko beznačajne, povukle su za sobom temeljite promjene kako u vanjskoj tako i unutrašnjoj strukturi zvučnog tijela violine.

Kako smo već rekli, instrumenti, koji su prethodili violini, imali su ovalan oblik, koji je nalikovao gitari; a s obzirom na osi — longitudinalnu i transverzalnu — onisu bili simetrijski građeni. Takav je bio i položaj odušaka; zapremina zraka u gornjoj i u donjoj polovini bila je jednaka. Obje osi ravnina simetrije bile su baricentrične, to jest prolazile su kroz težište.



Sl. 2. Gudački instrument ovalnog oblika, iz koga se razvila viola (druga faza razvoja)

Da bi se olakšalo sviranje, graditelji su bili primorani, da suze gornji dio i pribjegu bočnim udubinama. Poradi smanjenja gornjega dijela vrhovi bočnih udubina morali su se približiti i u isto vrijeme spustiti i prilagoditi se donjem dijelu, koji je bio širi. Na taj način oni su s obzirom na longitudinalnu os poprimili ukošeniji položaj.

Premještanje bočnih udubina s njihova središnjeg položaja naniže dovelo je nužno do spuštanja odušaka. To je bio odlučan korak prema poboljšanju kakvoće i siline tona.

Na taj su način instrumenti u pravom smislu riječi dobili vlastite grudi. U vezi s premještanjem bočnih udubina oduške, koje su isprva također imale oblik slova C, naročito svojim gornjim očima našle su se preblizu rubovima instrumenata. Morale su se, dakle, spustiti i oduške, a njihova gornja oka zakrenuti prema osi simetrije. Donja oka slijedeći liniju bočnih udubina premjestila su se i dobila ukošeniji položaj, tako da su se udaljenosti između gornjeg i donjeg oka odušaka podesile dimenzijama zvučnice.

Na taj su način oduške u obliku slova C dobile oblik slova f. Tu preinaku i konačni oblik odušaka dugujemo isključivo talijanskim graditeljima.

Do ovoga časa raspravljao sam o vanjskom obliku violine vodeći računa samo o njezinu osnovnom liku. Na drugom ću mjestu govoriti o neobično važnim daljim konstrukcijskim i akustičkim novinama, koje su morale doći kao posljedica rečenih prethodnih promjena.

Različita su i protivrječna mišljenja o normama, kojih su se stari graditelji violina pridržavali pri skiciranju lika violine, jer nam ništa nije ostalo o tome.

Jedini spis, koji o tome govori, jesu Bagatelline »Regole« (Pravila) iz 1782.

Pomnjivo ispitivanje jasno pokazuje, da Bagatellina metoda nije geometrijska, jer kružni lukovi, koje je on zacrtavao u svojim konstrukcijama, ne izviru iz geometrijskih pravila, nego su proizvoljni i pri-

bližni. Obris i njegova lika violine ponešto su neobični, kruti i bez one lijepe povezanosti i sklada linija, koje smo navikli da gledamo s udivljenjem kod starih talijanskih graditelja.

Istražujući stara remek-djela možemo primijetiti, da se neke dimenzije neprestano ponavljaju. Sama ta činjenica nagoni na pretpostavku, da su se stari majstori, kad su spremali osnovu za svoje instrumente, služili nekim planom, makar i primitivnim.

Drugi je dokaz o postojanju te pretpostavke u konstrukciji odušaka, koju je izvršio Stradivari, kao i u činjenici, da je Stradivari s neobičnom točnošću zacrtavao položaj okâ i zareza odušaka. Oduške, naime, određuju položaj kobilice, uzimajući pritom u obzir samo srednji dio zvučnice. Iz toga proizlazi, da je sve to sistem, koji nas učvršćuje u uvjerenju, da su stari graditelji radili prema unaprijed utvrđenom planu.

Ne treba zaboraviti, da su graditelji violina toga vremena, iako nenadmašivi majstori, bili samo skromni obrtnici, i da su njihova kulturna i naučna znanja bila vrlo malena u odnosu na njihovu izvanrednu umjetničku nadarenost.

U toku našeg izlaganja utvrdit ćemo, da su se stari majstori služili nacrtima, koji su se temeljili na geometrijsko-akustičkim kriterijima i da se u svom radu nikad nisu oslanjali na slučaj; svaka je njihova varijanta bila plod zrelog razmišljanja.

Geometrijsko-akustički metod dolazi u obzir pri gradnji violina u slučaju, kad iz jedne glavne dimenzije izvire ostale, međusobno zavisne; prema tome to su promjenljive veličine. Radi se, dakle, o dimenzijama relativne vrijednosti, iz kojih izvire i one manje ili veće razlike u djelima jednog istog majstora. Te dimenzije zavise izravno i neizravno od akustičkih zakona.

Pravila za građenje violina, koja su primjenjivali stari graditelji, bila su plod dugih godina empirijskog, umnog i smišljenog rada, koji je bio ispunjen pronicavim studijem i finom intuicijom. Oni nisu oskudijevali u savjetima akustičkih stručnjaka, graditelja orgulja i poznatih violinista. Zna se, naime, da su neki graditelji violina isprva gradili orgulje, a tek se kasnije dali na građenje gudačkih instrumenata.

Akustičke spoznaje onoga vremena temelji su tehnike toga rada još i danas. S druge strane, ne smijemo smetnuti s uma, da su tada u Italiji živjeli arhitekti, pravi majstori u građenju akustičkih prostora, kao što su crkve, kazališta, zvučne sobe (camere parlanti) i druge divote te vrste. U radionicama Amatija i Stradivarija često su se sastajali štovaoci svih umjetnosti i nauke. Savjeti tih ljudi kao i izložene prilike, sve je to nesumnjivo mnogo djelovalo na graditelje violina onoga vremena.

Utjecaj savjetnika upućenih u tehničko-fizičke nauke na tadašnje graditelje violina ne može nam ostati sakriven, ako analiziramo njihova djela. Ta tiha suradnja, povezana s empirijskim istraživačkim metodom i iskustvom graditelja s neobično izoštranim opažaćkim darom i s neprestanim nastojanjem oko usavršavanja i međusobnog takmičenja, sve to dovelo je njihove metode do tolike dotjeranosti, da su njihova remek-djela dosegla najviši stepen savršenstva.

Imao sam prilike, da se udubem u tadašnji metod rada i da se upoznam s načinom crtanja starih graditelja. Oni su nisu mnogo bavili direktnim mjerenjem, nego su u svojim projektima radije upotrebljavali dijelove određenih dimenzija.

U vrijeme Amatija i Stradivarija postojale su u raznim krajevima Italije vrlo raznolike mjere, koje su se uvelike razlikovale po svojim jedinicama. U to je doba bio nepoznat metrički sistem, koji je neobično



podesan za mjerenje i računanje. Polazeći od tih činjenica, proučavao sam metod za projektiranje lika violine.

Ne mislim reći, da je metoda, koju sam izradio potpuno identična s metodom starih graditelja. Ipak se ona u mnogome približava njihovim načelima, jer je općenito primjenljiva i jer po jednostavnosti i praktičnosti odgovara sistemima, koji su tada bili uobičajeni. Za konstrukciju je dostajalo ravnalo, svitak papira i olovka.

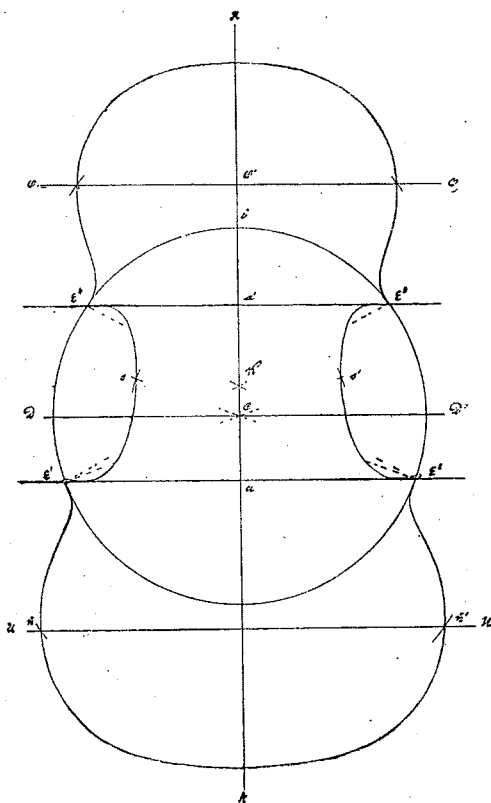
Učvršćivanju ove moje pretpostavke pridonijelo je i to, što sam za svog boravka u Kremoni imao neobično povoljnu priliku, da u gradskom muzeju proučim planove, oblike i modele, koje je ostavio Stradivari; oni se sada nalaze u Stradivarijevoj dvorani.

Zacrtavanje lika violine vrlo je važno, jer ono čini temelj tehničkog i osnovu akustičkog sistema.

Polazna je točka za zacrtavanje lika violine njena duljina; iz nje moraju izvirati sve ostale dimenzije.

Duljinu zvučnice, to jest same violine, preuzeli smo u veličini, koju su nam ostavili stari graditelji na svojim remek-djelima. Zadovoljimo se zasad tom konstatacijom. Kasnije, u poglavlju, koje obrađuje zvuk kutije za rezonanciju, vratit ćemo se na razloge, koji su naveli stare graditelje, da izaberu tu duljinu.

A) LIK VIOLINE TIPA ANTONIJA STRADIVARIJA UZET S ORIGINALA OD GODINE 1709.



Sl. 3. Način konstrukcije lika violine tipa Antonio Stradivari iz godine 1709.

uglova u točkama  $E^3$  i  $E^4$ . To su točke, gornjih i donjih uglova.

Povuci pravac  $AA'$  jednak duljini violine odbivši rubove od po 2,5 mm, prepolovi je i obilježi točku  $C$ .

Duljina srednjeg dijela treba da je uvijek četvrtina ukupne duljine kutije. Podijeli ovu četvrtinu na osam jednakih dijelova, pet ih nanesi iznad točke  $C$ , tri ispod nje. Tako ćeš dobiti točke  $a$  i  $a'$ .

Kroz svaku od njih povuci okomicu i dobit ćeš pravi položaj i duljinu srednjeg dijela kutije kao i linije za donje i gornje uglove.

Prenesi iz točke  $a$  po liniji donjih uglova — i na desnu i na lijevu stranu —  $\frac{1}{4}$  duljine kutije pa ćeš dobiti točke  $E^1$  i  $E^2$  donjih uglova. Udaljenost donjih uglova uvijek je jednaka polovini duljine kutije.

Radijem  $C$   $E^2$  opiši iz točke  $C$  krug. Ovaj će krug sjeći donje uglove u točkama  $E^1$  i  $E^2$ , a liniju gornjih uglova u točkama  $E^3$  i  $E^4$ . To su točke, gornjih i donjih uglova.

Gornja širina. Prepolovi gornji dio longitudinalne osi  $a'$  i  $A'$  i povuci kroz tu točku  $O''$  normalu  $O'O'$  koja obilježuje maksimum gornje širine.

Duljina gornjeg dijela osi  $A'a'$  stoji prema maksimalnoj gornjoj širini  $O'O'$  u odnosu 3 : 4, dakle

$$A'a' : O'O' = 3 : 4$$

Pomnoži duljinu  $A'a'$  sa 4 pa dobiveni broj podijeli sa 3, to je onda mjera gornje širine u milimetrima.

Širinu gornjih uglova dobili smo automatski (vidi gore).

Središnja širina i najuža točka. Povuci iz točaka  $E^1$  i  $E^2$  kroz točku  $C$  pravac koje mu drago duljine. Uzmi u šestar razmak  $C'a'$  kao radij i presijeci iz točke  $C$  desno i lijevo točke  $S^1$  i  $S^2$ , koje obilježuju središnju širinu.

Širina donjih uglova. Kako smo već ranije kazali, ona je ravna polovini duljine ormarića.

Donja širina. Uzmi u šestar razmak  $C'O''$ , nanesi prvo iz  $E^2$ , a poslije iz  $E^1$  na donji dio  $A$  a longitudinalne osi točku za liniju najveće donje širine i povuci kroz tu točku okomicu.

Duljina donjeg dijela osi  $A$  a stoji prema najvećoj donjoj širini  $U'U'$  u odnosu 12 : 17, dakle

$$Aa : U'U' = 12 : 17$$

Pomnoži duljinu  $Aa$  sa 17 pa dobiveni broj podijeli sa 12 i dobit ćeš najveću donju širinu.

Na ovaj je način utvrđeno u svojim točnim odnosima i proporcijama dvanaest krajnjih točaka lika violine. Veliki su majstori mogli sad slobodno, nevezanih ruku, prema vlastitom estetskom ukusu i raspoloženju upotpunjavati ostalo.

Izlazi jasno, da svaka izmjena u duljini kutije povlači za sobom izmjenu svih ostalih dimenzija, ali uvijek automatski, u točnim međusobnim odnosima.

Širine, koje rezultiraju iz tih računa, uobičajene su mjere u kremonskoj školi.

Evo nekoliko primjedaba o donjim i gornjim širinama. Ako promotrimo donje širine, koje je uzimao Stradivari u svojim violinama u periodu od 1667. do 1737., vidjet ćemo, da su se one kretale od

minimuma od 187 mm do  
maksimuma od 212 mm.

U velikoj većini svojih instrumenata normalne dužine 355,5 kao i formatima od od 357 do 359 mm, održao je prosječnu širinu od 210 mm.

Izuzetak čini violina, koju je Stradivari sagradio 1737., a donja joj je širina 213 mm.

Gornje širine Stradivarijeve pokazuju

minimum od 158 i  
maksimum od 172 mm.

Tu najmanju gornju širinu od 158 mm nalazimo na violini iz 1667., jednom od prvih radova velikog majstora, koji je tada još bio posve pod Amatijevim utjecajem.

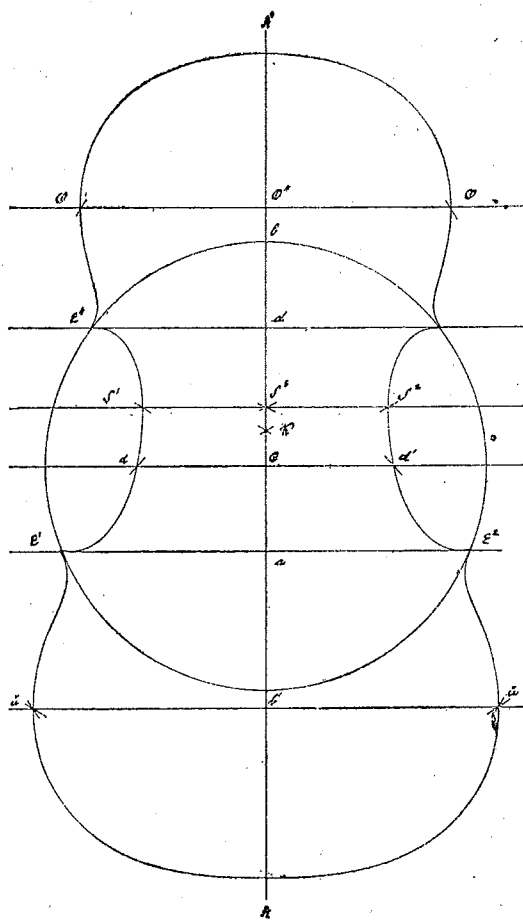
Što se tiče gornjih širina, Stradivari je svojim violinama od 355,5 mm davao prosječnu širinu od 168 mm, a violinama velikog formata 169 do 170 mm.

Širine, koje rezultiraju iz ove konstrukcije, mogu se smatrati normalnim mjerama ne samo zbog toga, što one u pretežnoj većini slučajeva odgovaraju mjerama, koje su uzimali veliki majstori klasičnog perioda, nego i stoga, što su one u stalnom odnosu zavisnosti od duljine tijela violine.

Stari su u početku uzimali širine prilično malenih dimenzija. No kako su neprestano nastojali, da povećaju zvučnost, javljala se težnja, da se širine povećavaju. Tako je i ta sklonost, ma da manjeg značaja, djelovala u tom pravcu.

Uza sve to vidimo, da su majstori, od slučaja do slučaja, smanjivali ili povećavali te dimenzije ne nanoseći uza sve to ni najmanje štete akustičnim momentima, kao što ćemo vidjeti u poglavlju, koje govori o zvuku kutije za rezonanciju.

B) LIK VIOLINE TIPA GIUSEPPE GUARNERI DEL GESÙ UZET S MODELA ORIGINALA IZ GODINE 1735.\*



Sl. 4. Način konstrukcije lika violine tipa Giuseppe Guarneri del Gesù iz godine 1735.

Prepolovi duljinu ormarica AA' i obilježi dobivenu točku slovom C. Uzmi 3/11 cjelokupne duljine ormarica, a one su u isto vrijeme duljina srednjeg dijela, i podijeli ih na pet dijelova. Tri od njih nanesi iz točke C na os AA' gore, a dvije dolje. Tako ćeš dobiti točke a a'; kroz svaku od njih povuci normalu.

Uzmi sad te 3/11 u šestar i opiši krug iz točke C. Krug će sjeći one dvije paralele u točkama E<sup>1</sup>, E<sup>2</sup>, E<sup>3</sup>, E<sup>4</sup>. U njima se nalaze uglovi srednjeg dijela. Udaljenost donjih uglova ravna je uvijek polovini duljine kutije.

Gornja širina. Spoji točke E<sup>1</sup> sa E<sup>3</sup>, E<sup>2</sup> sa E<sup>4</sup>. Kroz sjecište K povuci okomicu. Uzmi u šestar duljinu srednjeg dijela (to jest 3/11) a a' i nanesi je na longitudinalnu os iz točke K na više. Kroz nastalu točku O'' povuci okomicu. To je linija gornje širine.

Duljina gornjeg dijela osi A' a' stoji prema najvećoj gornjoj širini OO' u odnosu 50 : 69, dakle

$$A' a' : OO' = 50 : 69$$

Pomnoži duljinu A' a' sa 69, pa dobiveni broj podijeli s 50. To je gornja širina u milimetrima.

\* Ova violina iz 1735. jedan je od najljepših i najčistijih modela Guarnerijevih. Ukupna joj je duljina 352 mm, duljina kutije 347 mm.

Širinu gornjih uglova dobili smo automatski (vidi gore).

Središnja širina i najuža točka. Uzmi u šestar razmak  $C a'$  i nanesi ga iz točke  $a$  naviše. Dobivenu točku obilježi sa  $S^3$  i povuci na nju okomicu: to je linija središnje širine.

Širina donjih uglova. Kako smo već prije kazali, ona je uvijek jednaka polovini duljine kutije.

Donja širina. Uzmi u šestar razmak  $C O''$  i presijeci njome iz točaka  $E^1$  i  $E^2$  longitudinalnu os  $a A$ . To su točke najveće donje širine. Kroz njih povuci okomicu.

Duljina donjeg dijela osi  $a A$  stoji prema najvećoj donjoj širini  $U U'$  u odnosu  $35 : 51$ , dakle

$$a A : U U' = 35 : 51$$

Dužina  $a A$  pomnoži se sa 51 i podijeli s 35. Time se dobiva najveća donja širina u milimetrima.

Tako se za ovaj model utvrđuju krajnje točke lika violine.

Vratimo se ponovo mojim projektima za likove violina. Za njihovo proučavanje služio sam se originalnim Stradivarijevim i Guarnerijevim instrumentima, koji su mi bili na raspolaganju. U svome proučavanju točno sam se pridržavao njihovih originalnih dimenzija.

Stradivarijev lik violine predstavlja tip kremonske škole, u kome srednji dio odgovara točno jednoj četvrtini ukupne duljine, što traži razdiobu na parne brojeve.

Lik Guarnerijevih violina očigledno pod utjecajem Stradivarijevim uz individualne preinake ima dva različita modela: jedan rafiniranog brešanskog tipa, drugi kombinacija između brešanskog i kremonskeg tipa; njegovi su središnji dijelovi nešto dulji od dijelova kremonskeg tipa, pa on zahtijeva podjelu na neparne brojeve.

Vidimo nadalje, da krug koji dodiruje četiri ugla srednjeg dijela i kod Stradivarija i kod Guarnerija siječe točno vrške gornjih uglova, a ne donjih, kod kojih se između ta dva tipa vide male razlike. O tim, istina, sitnim i posve nevažnim razlikama govorit ću kasnije, kad budem raspravljao o oduškama.

Uzimajući u obzir i potpuno isti tok linija ta dva neobično različita tipa i težnju majstora toga vremena, da pojednostavne i učine, što je moguće praktičnijima svoje radne sisteme, treba pretpostaviti, da moj način konstruiranja ima interesantan smisao, jer predstavlja način, koji je općenito primjenljiv.

Ne mislim time reći, ponavljam to, da metoda, koju sam izradio, sve ako se i općenito primjenjuje pri gradnji violina, odgovara u svim pojedinostima metodi tadašnjih graditelja. Međutim, po jednostavnosti i praktičnosti ona vjerno odražava duh starih majstora.

Ako, nadalje, uzmemo u obzir, da su primjerci, koji su ovdje ispitivani, izvučeni onako nasumce iz mase instrumenata, što su ih sagradili ti majstori, moramo ipak istaći točnost s kojom su se oni pridržavali svojih konstrukcijskih načela.

## 2. ZVUČNICA

Ma koliko svi ostali dijelovi violine bili važni, poklopac ili bolje rečeno zvučnica sigurno je od najveće važnosti. S punim je pravom nazivaju rezonantnom pločom, jer ona zajedno s dnom predstavlja istinsku zvučnu ploču. Njen je zadatak, da pojača slabe titraje žica i da ih sa široke površine prenese u zračni prostor instrumenta, a još šire i snažnije i u vanjski zrak.

Oblak zvučnice poznat je svima. Ipak će biti korisno, da prikažemo pojedine dijelove njezine površine, kako ne bismo upali u dvosmislenosti, odnosno zablude.

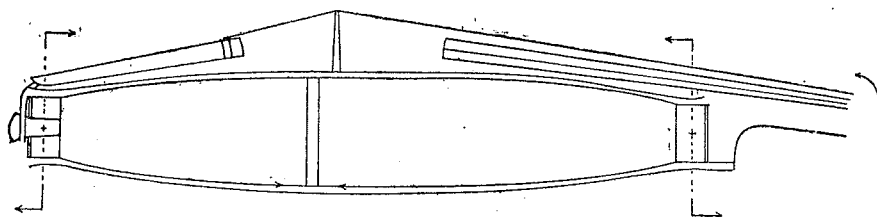
Longitudinalna os dijeli zvučnicu simetrijski. Dio zvučnice, koji se nalazi ispod donjih uglova, čini njen donji dio s donjim obrazima s jedne i druge strane osi simetrije. Iznad gornjih uglova nalazi se gornji dio s gornjim obrazima, također simetrijskim. Četiri ugla omeđuju središnji dio. Onaj dio sredine, koji se nalazi između odušaka, to jest između zarezova u obliku slova f f, čini grudi zvučnice.

Promotrimo li vanjsku površinu zvučnice, opaziti ćemo dvije osobine: ispupčenu površinu i oduške.

Već smo istakli, da su stari graditelji violina osjetili potrebu, da izboče zvučnicu, kako bi kutiji osigurali potrebnu zapreminu; oni su dobro znali, da od toga u prvom redu zavisi snaga tona i zvučnost instrumenta.

Sigurno je, da su oni pokušavali, da to ostvare podižući bočnice, ali su se ubrzo uvjerali, da bi to nanijelo ozbiljne štete kakvoći tona; nije ostalo drugo, nego da se izboče ploče.

Vidjeti ćemo, od koje je presudne važnosti za sudbinu i savršenstvo violine bila ta mjera.



Sl. 5. Uzdužni presjek violine

Da steknemo jasan pojam o tome, koliko su važne ispupčenosti na pločama kutije, moramo se pozabaviti statičkim i mehaničkim odnosima kutije za rezonanciju, a posebno njenih ploča (sl. 5).

Poradi snažne napetosti žica zvučnica izdržava pritisak duž longitudinalne osi, jer žice navijene na čivije nastoje da saviju držak prema naprijed; panjić, o koji je pričvršćen držak, opire se o gornji rub zvučnice. Isto se to, samo u suprotnom pravcu, događa na donjem kraju, na kome je uglavljen panjić, koji drži petlju, a ova opet žičnjak, jer napetost žica pritište panjić prema donjem rubu zvučnice. Poradi toga zvučnica, koja je ispupčena i nalijepljena, nastoji da se izdigne, ali je u tome sprečava gredica i pritisak kobilice.

Napetost žica očituje se na kobilici u vidu pritiska, koji se na zvučnici ponovo pretvara u vlak i to upravo u suprotnom pravcu od pritiska, što ga uzrokuje napetost žica. Toj sili treba dodati i reakciju, koju suprostavljaju napetost gredice.

Na dnu violine ti se odnosi očituju sasvim suprotnim načinom.

Držak violine uglavljen u gornji panjić kutije i nalijepljen svojom osnovicom na dno nastoji da dno povuče naviše, dok ga donji panjić, koji je također nalijepljen, vuče naniže. Na taj način dno biva izloženo posebnom vlaklu, koji u isto vrijeme reagira i na pritisak dušice potiskujući je prema zvučnici; na taj način pritisak dušice suprostavljaju se jednom dijelu pritiska kobilice.

Dušica pritiskujući dno violine prenosi na nj jedan dio pritiska kobilice. Taj pritisak na ploču dna ponovo se pretvara u vlak, a ovaj omogućuje dnu, da se odupre napetosti panjića, koji teže da se odvoje.

Možemo odlučno ustvrditi da je u ispupčenosti rezonantnih ploča kutije tajna konstrukcije violine. Ta ispupčenost omogućuje, da se kutija violine izloži jedino silama pritiska i vlaka i da se na taj način postigne čudesna otpornost. Sretno povezani akustički i statički momenti daju na taj način tijelu violine najveću izražajnu mogućnost.

Zvučnicu violine trebalo je izbočiti, kako bi se povećao njen kapacitet i pojačala njena otpornost prema opterećenju, a s druge strane, kako bi joj se dala vlastita, unutarnja napetost, koje u neispupčenoj zvučnici ne bi bilo.

Na zvučnici i na dnu razlikujemo longitudinalnu i transverzalnu ispupčenost. Longitudinalna je mnogo važnija, jer od nje zavise oblik i linija transverzalne ispupčenosti.

Ispupčenost zvučnice ne odgovara kružnom luku; njen se profil približava više elipsi ili paraboli, što je neobično važno za akustičnost instrumenta.



S. 6. Poprečni presjek zvučnice

Ako istražimo presjeke zvučnice, vidjet ćemo, da se oni sastoje od tri eliptična ili parabolična odsječka, koji na krajevima longitudinalnog profila gore i dolje a s obje strane transverzalne ispupčenosti pokazuju suprotan smjer. Gdje se oni sijeku, tu nastaju prekretništa. (Vidi sl. 6).

To je važno, jer pritisak kobilice na zvučnicu postepeno opada prema prekretništima; idući od njih prema rubovima on se povećava.

Profili ispupčenosti zvučnice i dna ne smiju, općenito uzevši, biti kružni lukovi, jer ovi nemaju prekretništa, pa su stoga kruti, bez elastičnosti.

Postojanje prekretništa na ispupčenosti rezonantnih ploča od izvanredne je važnosti za njihovu sposobnost titranja, koja se još više povećava izradom i oblikom žljebice.

Bagatelline tvrdnje nisu točne. Prema njegovoj studiji profili ispupčenih rezonantnih ploča imali bi biti kružni lukovi. Taj je metod posve netočan. Na taj bi se način postiglo upravo suprotno od onoga, što su namjeravali stari graditelji karakterističnim oblikom svojih profilskih linija.

Promatrajući remek-djela starih majstora opažamo, kako su oni rezonantnim pločama svojih instrumenata davali posebnu i tipičnu ispupčenost.

Baš te razlike u profilima ispupčenosti i od njih zavisna raspodjela debljine zvučnice i dna osnovni su uzrok različitog karaktera zvukova instrumenata različitih majstora. Stoga se sasvim opravdano govori o posebnom karakteru Amatijâ, Stradivarijâ, Guarnerijâ, Magginijâ i ostalih.

Stari graditelji violina davali su longitudinalnim profilima ispupčenosti zvučnice i dna redovito različitu liniju.

Obično je profil ispupčenosti zvučnice bio nešto viši od profila dna; u srednjem dijelu on je na određenoj dužini imao ravan tok, a uzlazni dijelovi bočnih lukova kod zvučnice bili su nešto strmiji nego kod dna.

Longitudinalna i transverzalna ispupčenost je i s akustičkog i sa statičkog gledišta ono najbolje i najduhovitije, što se moglo postići.

Drvo, koje se upotrebljava za zvučnicu, mnogo je savitljivije i elastičnije od kompaktnijeg drveta, koje se uzima za dno. Radi te savitljivosti i elastičnosti strmost ispupčenosti zvučnice na bokovima instrumenta mogla je biti veća. Što je ta izbočenost veća, to je zvučnica otpornija. Ova je mjera bila potrebna i zato, da se parališe oslabljenje nastalo od urezivanja odušaka, a i zato, da zvučnica uzmogne izdržati pritisak kobilice.

Građa za dno, sama po sebi čvršća, zahtijeva blažu ispupčenost, kako dno ne bi bilo odviše kruto i otporno. Poznato je, naime, da je luk to otporniji, što je njegova izbočenost veća.

U kutiji za rezonanciju ne smije s obzirom na zračnu komoru ništa biti simetrično, jer to pomaže odbijanje zvučnih valova. Potrebno je stoga, da ispupčenost zvučnice i dna ne bude jednaka.

Te razlike između zvučnice i dna moraju se smatrati normom, no stari majstori, kako ćemo poslije vidjeti, ponekad su odstupali od te norme, ali ne bez opravdana razloga. Upravo te parabolične ispupčenosti rađaju u kutiji nove akustične izvore, koji znatno povećavaju zvučnu moć instrumenta.

Ravni dio longitudinalne ispupčenosti zvučnice povoljno utječe na prenošenje zvučnih valova, a osim toga je od velike važnosti za napetost gredice.

Vidimo tako, da su i u ispupčenosti zvučnice odnosi između statike i akustike ujedinjeni na izvanredan način.

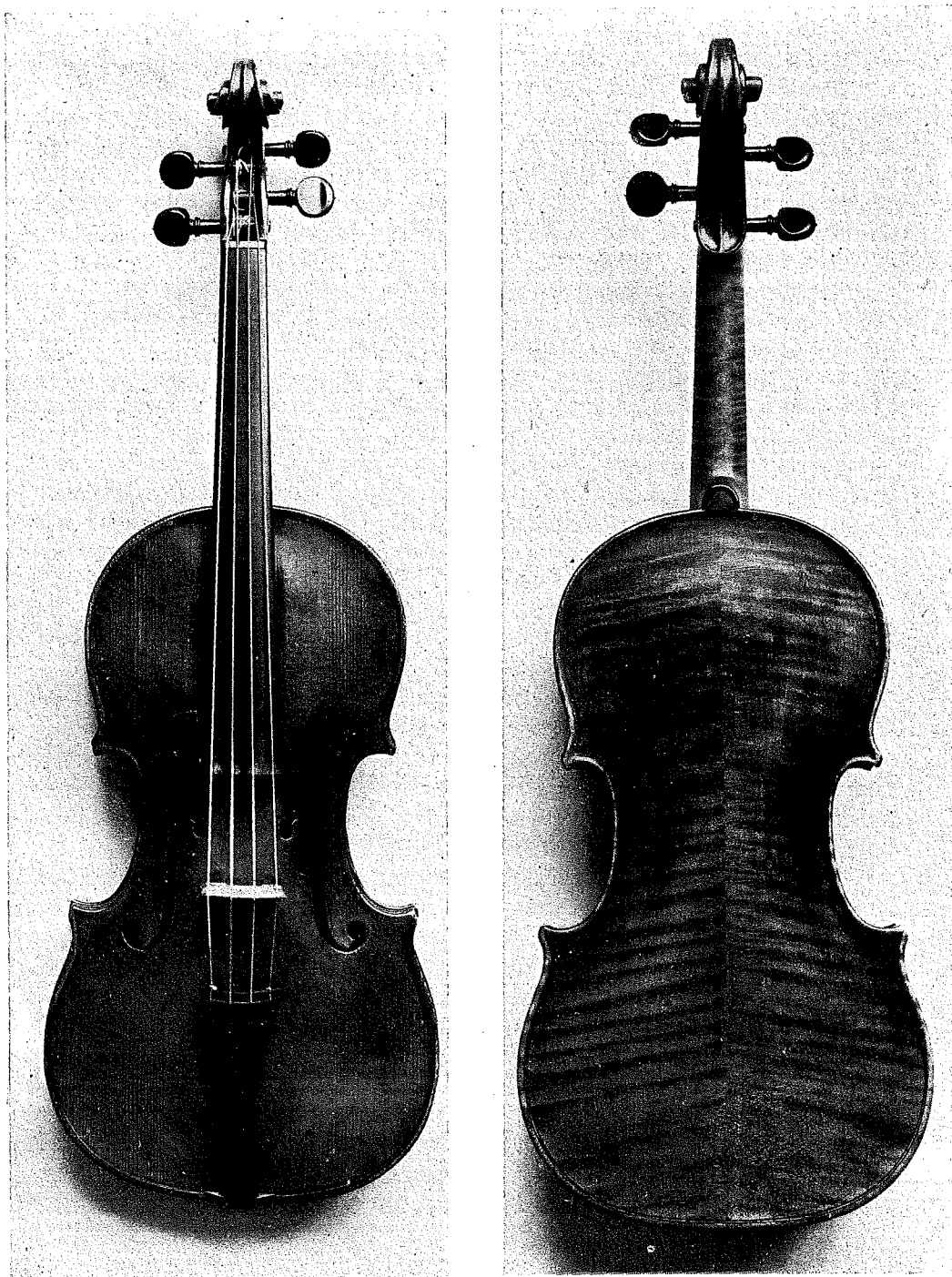
Manje ispupčena zvučnica nije toliko kruta pa je stoga i osjetljivija na titranje. Po svojim akustičko-fizičkim osobinama ona može da pojačava zvuk uopće, a kratke valove visokih harmonijskih tonova napose; a to su oni, koji zvuk čine briljantnim.

Naprotiv, kod violina s jakom ispupčenošću treba upotrebljavati gušće drvo, da bi se silazne krivine mogle izraditi tanje i da se ne bi još više ukrućivala zvučnica, koja je i onako kruta zbog ispupčenosti.

Takve gornje ploče bilo zbog velike ispupčenosti, bilo zbog gustine drveta manje su elastične i nisu podesne za pojačavanje zvučnih valova. Kod njih se ne javljaju visoki harmonijski tonovi, kao što se to događa kod violina s plosnatijom zvučnicom; stoga je ton ispupčenijih violina topliji i blaži, ali nije tako briljantan, jasan i snažan kao kod sploštenih.

Bilo je već rečeno, da ispupčenost zvučnice mora biti izrazitija (veća) nego ispupčenost dna; štaviše, ocijenili smo stvar kao normu. I zaista, tog su se pravila pridržavali svi najbolji stari graditelji violina, jer su iskustvom utvrdili, da tako sagrađene violine imaju više zvučnih prednosti.

Ipak ima izuzetaka. Ponekad bi stari majstori postupili posve obratno, to jest dali bi zvučnici manju ispupčenost nego dnu. Toj izmjeni mogla su biti samo dva razloga: ili su na taj način htjeli utjecati na kakvoću niskih tonova, posebno onih žice g, ili se pak, kad su već jednom izradili zvučnicu iz pretanka drveta, to jest drveta, koje nije imalo dovoljne debljine za normalnu visinu ispupčenosti, ali je bilo



ANTONIUS STRADIVARIUS, 1717.





GIUSEPPE GUARNERI DEL GESÙ, 1733.

izvrsno po svojim zvučnim osobinama, nisu mogli odlučiti na to, da ga žrtvuju. Tada su, da na neki način naknade nedostatke zvučnice, više izbočili dno.

U početku su kremonski graditelji violina davali kako zvučnici tako i dnu jednaku ispupčenost. Međutim, te su se ispupčenosti razlikovale u transverzalnom smjeru, da bi se namjerno izbjegla potpuna istovjetnost krivina gornje i donje ploče. Nešto kasnije kremonski su majstori uzeli kao normu, da zvučnici daju veću ispupčenost nego dnu.

#### A) VISINA KUTIJE ZA REZONANCIJU I ISPUPČENOST ZVUČNICE I DNA

Istakli smo već prije, da su prvi graditelji violina znali, od kolike je važnosti za zvučnost instrumenta zapremina zraka u kutiji. Možemo, dakle, pretpostaviti, da su oni i zbog tog važnog problema bili nastojali, da postave neko stalno pravilo.

Dublina zvučnice, dubljina dna zajedno s visinom bočnica sačinjavaju ukupnu dublinu kutije za rezonanciju. Ovdje ćemo tu dublinu kratkoće radi nazvati  $A_{tc}$ . Ona se mjeri izvana na liniji kobilice ili nešto pred njom. Tako mjerena ona se može označiti kao ukupna visina tijela violine, a sačinjavaju je ispupčenosti zvučnice i dna te visina središnjih bočnica.

Kako ćemo vidjeti, kad budemo govorili o zapremini kutije, njena duljina i dubljina ( $A_{tc}$ ) dva su neobično važna činioca, koji su u tijesnoj međusobnoj zavisnosti.

Ukupna visina kutije kod starih majstora iznosila je obično otprilike šestinu duljine. To je norma; ona se ne smije odviše ni skraćivati ni duljiti, jer svaka izmjena ide na štetu sonornosti instrumenta i karaktera njegova tona.

Da dobijemo točne visine kako bočnica tako i ispupčenosti zvučnice i dna, treba postupiti ovako.

Suma visina donjih i gornjih bočnica mora biti ravna šestini duljine violine. Odbijemo li od visine  $A_{tc}$  visinu jedne bočnice, ostatak se prema potrebi dijeli između visine ispupčenosti zvučnice i dna.

Druga metoda, što su je upotrebljavali stari graditelji, sastojala se u tome, da se duljina kutije podijeli na šest dijelova, pa se onda tako dobijena visina tijela  $A_{tc}$  shodno raspodjelila između visina bočnica i visina ispupčenosti.

Ako i donjim i gornjim bočnicama damo istu visinu, — pojava, koju katkada primjećujemo na originalima starih graditelja, — doći ćemo do toga, da jedna polovina visine tijela odgovara visini gornjih i donjih bočnica, a druga polovina ispupčenosti zvučnice i dna.

Ako su gornje bočnice niže od donjih, kao što je — osim rijetkih izuzetaka — bio običaj u kremonskih graditelja, tada se uzima aritmetička sredina tih dviju visina za središnje bočnice i odbija od ukupne visine  $A_{tc}$ . Ostatak je zbir visina ispupčenosti rezonantnih ploča.

Na taj način postoji mogućnost, da se već prema tome kakav se ton želi postići, ili ako to zahtijeva kakvoća drveta, od zgone do zgone mijenja i prilagođuje tim zahtjevima visina ispupčenosti zvučnice i dna i visina bočnica, a da se ipak ne povrijedi točnost sistema, koji su oni provjerili i ustanovili, da je savršen.

Da što bolje objasnim, evo primjera za taj račun. Duljina poklopca 355 mm odbivši gornje i donje rubove po 2,5 mm.

$350 : 6 = 58,3$  zaokruženo 58,0 mm, što predstavlja vrijednost Atc. Kako za ovaj instrumenat pretpostavljam, da su gornje i donje bočnice jednake visine, to jest da svaka ima 29 mm, dobijam

$$58 - 29 = 29 \text{ mm}$$

broj, koji treba razdijeliti na ispupčine zvučnice i dna. Uz pretpostavku, da je izvršeno dijeljenje na jednake dijelove, otpast će na svaki dio 14.5 mm. Rekapitulacija:

Duljina zvučnice 355 mm			
Donje bočnice	29 mm	Visina ispupčenosti zvučnice	14,5 mm
Srednje bočnice	29 mm	Visina srednjih bočnica	29 mm
Gornje bočnice	29 mm	Visina ispupčenosti dna	14,5 mm
			Atc 58 mm

Ako hoću da istom instrumentu dam drugu ispupčenost, mogu postupiti ovako:

Visina ispupčenosti zvučnice	15 mm
Visina srednjih bočnica	29 mm
Visina ispupčenosti dna	14 mm
Atc 58 mm	

Ako bočnice nisu jednake visine, imat ću:

Visina gornjih bočnica	28 mm
Visina srednjih bočnica	29 mm
Visina donjih bočnica	30 mm

a kako je Atc uvijek 58 mm bit će:

58 — 29 = 29 mm za visinu izbočine:	
Visina zvučnice	14,5 mm
Visina srednjih bočnica	29,0 mm
Visina dna	14,5 mm
Atc 58 mm	

Ako promotrimo Atc, to jest ukupnu visinu violine kod Stradivarija, opazit ćemo, da se ona uz sitne razlike kreće neprestano oko šestine duljine tijela violine.

Visine Stradivarijevih violina iznose obično 59 do 62 mm, što iznosi 5,7 odnosno 5,8 odnosno 5,9 ili jednu šestinu duljine kutije.

U prvo vrijeme svoga rada, dok je još stajao pod utjecajem svog učitelja Nicole Amatija, Stradivari je uzimao veće visine (t. j. Atc) svojih instrumenata. Ističem, da su te visine bile samo relativno veće, u odnosu na mnogo manju duljinu njegovih violina, koja je iznosila 347 mm, pa i manje. Prema tome visina tih instrumenata, koja je nekad bila 62 ili 63 mm, pa i 64 mm i više, iznosi od 5,2 do 5,6 dijela duljine kutije.

Drugim riječima, budući da je visina Atc ostajala gotovo nepromijenljiva, povećavala se ona samo relativno; ispada tako, da je ona znatno ispod 1/6 duljine kutije, pa se tako približava Amatijevu koeficijentu.

Međutim, kod Stradivarijevih instrumenata velikog formata, kojih je duljina 357—360 mm, visine često iznose jednu šestinu duljine.

Vidimo prema tome, da je Stradivari radio prema jednom sistemu i da je nastojao da svojim instrumentima da visine, koje se kreću između 60 i 64 mm, osim rijetkih slučajeva, gdje su te visine manje

ili veće. Tako je građena jedna violina iz 1687. duljine 351 mm i jedna druga iz 1696. duljine 356 mm, kod kojih je Atc 59 mm, dok na jednoj violini iz 1708. duljine 360 mm Atc iznosi čak 68 mm.

Koeficijent Stradivarijev iznosio je otprilike  $1/6$  duljine ormarića. To daje instrumentu stalnu zapreminu zraka, koja je — prema tradiciji i njegovu iskustvu — bila najpodesnija za tu svrhu. Samo se po sebi razumije, da kod kraćih instrumenata koeficijent nužno mora premašiti  $1/6$ .

Iz toga izlazi, da je koeficijent Amatijâ iznosio više od jedne šestine duljine ormarića, a da je često dosegao jednu petinu.

Kod svih instrumenata Giuseppea Guarnerija del Gesù, koje sam imao u rukama, a bio ih je priličan broj, Atc se kolebala između 57 i 58 mm, a rijetko je kad iznosila 60 mm, ona je dakle uvijek činila šestinu duljine.

Ako bacimo pogled na koeficijente, što su ih upotrebljavali stari graditelji pri određivanju ukupne visine kutije, vidjet ćemo, da su se te visine kretale oko jedne petine duljine kutije. Koliko je veća bila težnja, da se postigne puniji i blještaviji ton, taj se koeficijent smanjivao. U zlatno doba gradnje violina on se zaustavio na  $1/6$  duljine kutije.

Tim odnosom između duljine i ukupne visine (Atc) kutije došlo se do jedne mjere srednje veličine, koja je violini dala njezin zvučni, melodiozni i snažni ton.

Viola, međutim, s osjetljivo većom duljinom kutije nasuprot ukupnoj visini ima mnogo užu menzuru (Atc); to joj daje onaj posebni ton, koji je mnogo tamniji i melanholičniji od tona violine.

Što se tiče ukupne visine Atc, vidimo, da glavni dio otpada na bočnice. Bit će, prema tome, zanimljivo upoznati njihove visine kod pojedinih starih graditelja.

Stradivari je u početku svoga rada (1666.) na malim modelima od 347 ili 349 mm upotrebljavao pokatkad niske bočnice (30—28,5 mm), a ponekad veoma visoke (33—33 mm). Na jednom modelu od 352 mm upotrebio je čak pretjeranu visinu 34,9—34,9, dakle gotovo 35 mm, doprijevši time do visine violinih bočnica.

Na velikim modelima od 357—358 i 360 mm upotrebljavao je ove visine bočnica: 30—28 ili 30—30, ili 33—31,7, a rijetko 34,9—34,9 mm.

U pretežnoj većini slučajeva upotrebljavao je visine od 31,7—30,0 mm.

Dok su razne generacije Guarnerija bile postojanije u izračunavanju visina bočnica i pridržavale se duljina Amatijâ, Del Gesù je, naprotiv, bio vrlo promjenljiv. Čas je stavljao vrlo niske bočnice (28—30 ili 30—30), gornje i donje jednake visine, ili pak gornje niže od donjih; često puta normalno visoke, a često preko mjere, 33,3—31,7 mm.

I visoke bočnice djeluju na snagu tona. One znatno povećavaju zapreminu kutije, pa prema tome može da titra veća količina zraka. A što je važno, povećava se i grudna visina Atc. Na taj se način povećava rezonancija i prodornost tona.

Naravno, ne možemo samovoljno povećavati visine bočnica, a da time ne naudimo zvučnosti; u tome nas rukovodi koeficijent ukupne visine (Atc), u odnosu prema duljini tijela violine.

Ukupnu visinu tijela violine (Atc), mjerio sam uvijek s vanjske strane, čas bliže čas dalje od kobilice, jer je taj način mnogo praktičniji, a poradi tankoće ploča njegova primjena ne dovodi do pogrešaka.

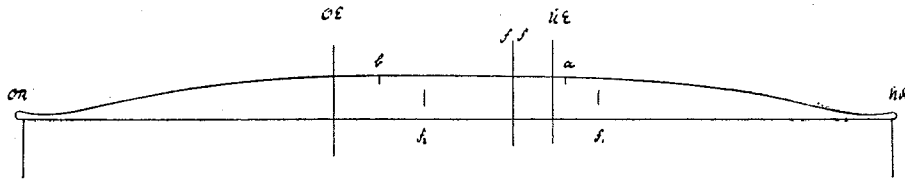
Da zaključimo ovo poglavlje, moramo ući što je moguće dublje u pitanje longitudinalnog profila ispučenosti zvučnice.

## B) LONGITUDINALNI PROFIL ZVUČNICE

Već je ranije bilo rečeno, da je longitudinalni profil najvažniji, jer od njega zavisi oblikovanje transverzalnih profila.

U njemu razlikujemo tri dijela, čiji je tok adekvatan donjem, srednjem i gornjem dijelu violine. U svakom pojedinom dijelu uzdužni profil ima različit, karakterističan tok. (Slika 7).

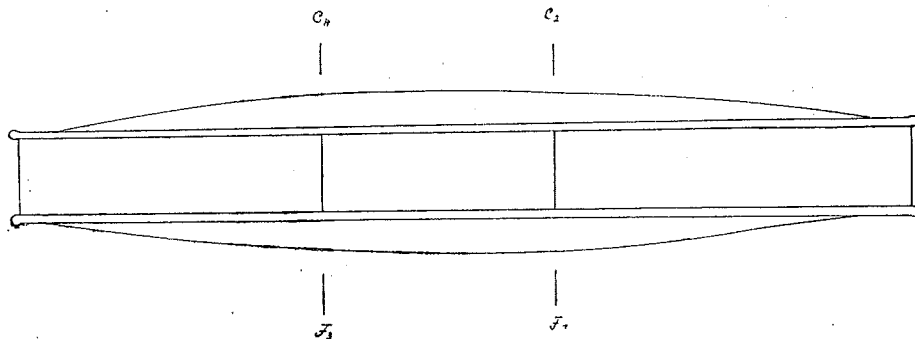
Na grudima, — a to je središnje polje violine, koje je ograničeno oduškama —, linija profila je pravac, koji kod raznih majstora ima različitu duljinu. Ponekad je njegoa duljina različita i kod istog majstora.



Sl. 7. Uzdužni presjek zvučnice

Obično taj ravni dio teče paralelno s bazom zvučnice. U tom slučaju on predstavlja maksimalnu ispučenost zvučnice. Profil počinje opadati prema donjim i gornjim rubovima upravo počevši od krajnjih točaka toga ravnoga dijela (UE, OE).

Ima slučajeva, u kojima ta ravnina nije paralelna s bazom zvučnice, nego se izdiže prema gornjem dijelu. Makar i u maloj mjeri, ta osobina neznatno povećava zračni kapacitet gornjeg dijela tijela violine, a djeluje i na smjer unutarnje površine ispučenosti.



Sl. 8. Uzdužni presjek zvučnice i dna

Dodijeliti tom ravnom dijelu mjesto na grudima bilo je duhovito i neobično korisno.

Profil grudi, koji već po svojoj prirodi mora biti savijen u transverzalnom smjeru, bio bi odviše krut, kad bi mu se dala još i longitudinalna ispučenost. To bi nepovoljno djelovalo na njegovu sposobnost titranja. Na taj način dobili bismo ukrštenu izbočinu; a grudi već iz statičkih razloga (čvrstoća) obično imaju najveću debljinu.

Ovako taj ravni dio pruža očigledne prednosti bilo za napetost gredice bilo za prenošenje zvučnih vibracija.

Donji dio longitudinalnog profila, dakle onaj, koji se proteže od donjega ruba (UR) do donjih uglova (UE), manje je povijen od gornjega; upravo toliko, koliko odgovara većoj dužini donjeg dijela i njegovoj većoj širini. Gornji dio, povijeniji ali kraći, prostire se od

gornjih uglova (OE) do gornjeg ruba (OR). Njegova krivina spušta se brže i snažnije do žljebice i gornjih rubova zvučnice. To zato, što ravnina grudi nije paralelna s bazom zvučnice, nego se malo izdiže prema gornjim uglovima. (Sl. 7 i sl. 8).

Taj longitudinalni profil gornje ploče tipičan je za violine kremonskih graditelja, iako ćemo i kod pojedinih majstora naići na sitnije varijante.

Ima zvučnica, kod kojih se srednji dio prostire ponešto nakoso, spuštajući se prema gornjim uglovima. Zbog toga im je donji dio nešto viši, dakle upravo suprotno od maločas izložena slučaja.

Te male, nazovimo ih kompenzacijskim izmjenama uzdužnog profila, važne su za oblikovanje paraboličnog toka unutrašnjeg svoda zvučnice i zbog povećanih debljina.

### 3. DNO

Iako smo o dnu govorili, kad smo raspravljali o zvučnici, bit će ipak potrebno dodati još nešto.

Često se pitamo, iz kojeg se razloga upravo za dna gudačkih instrumenata mora upotrebljavati kompaktniji materijal. Odgovor je jasan, ako uzmemo u obzir sve osobine dna.

Već smo prije istakli, da je dno izloženo opterećenju iznutra prema vani. Suprotno zvučnici, koja je snažno poduprta gredičom i dušicom, dno poradi svoga položaja nema te pomoći. Osim što je pričvršćeno o bočnice, dno ima da izdrži vlak iz gornjeg i donjeg panjića, koji zbog napetosti žice teže da se razdvoje; ono ima nadalje da izdrži i pritisak dušice, koji se očituje u njegovu tkivu kao napetost. Sve to treba da poveća čvrstoću i sposobnost titranja dna.

Kad bi se za dno upotrebljavalo manje kompaktno drvo, moralo bi ono biti deblje, da bi moglo odgovoriti statičkim zahtjevima. To bi uvelike bilo na štetu njegove sposobnosti titranja i zvučnosti. Jer glavne su osobine rezonantne ploče njena velika osjetljivost i sposobnost titranja. Te se osobine mogu doseći, jedino ako kosi dijelovi dna i žljebice nisu nerazmjerno debeli. To će se postići jedino upotrebom gušćega i kompaktnijeg materijala, koji će omogućiti, da se tanki dijelovi dna svedu na minimum debljine, a da im se u isto vrijeme osigura čvrstoća i što je moguće veća sposobnost titranja.

Longitudinalni profil dna u mnogome se razlikuje i jednostavniji je od profila zvučnice. On predstavlja gotovo kružni luk; zbog toga on već po svojoj prirodi manje popušta nego gornja ploča; to se može doseći jedino tako, ako mu se dadu umjerene debljine.

Vidimo, dakle, koliko je sa statičke točke gledišta važno da longitudinalna dna bude različita od longitudinalne zvučnice. To s akustičkog gledišta traži različit materijal, jer je za statičke momente važna čvrstoća, a za akustičke sposobnost titranja, to jest elastičnost drveta.

Stari su graditelji u početku upotrebljavali velike pa čak i pretjerane debljine, ali su ubrzo došli na to, da je to na štetu rezonancije i vibracijske sposobnosti kako zbog velike ispupčenosti, tako i zbog krutosti dna.

Bili su stoga prisiljeni, da snize ispupčenost i da smanje debljine. Tako je i dno do neke mjere doživjelo razvoj kao i zvučnica, jer se njemu zbog posebne forme mogu dati samo debljine koje se postepeno smanjuju; osim toga i njegova žljebica mora biti šira nego u zvučnice.

Vidimo tako, da su stari graditelji viola i prvi graditelji violina u samom početku, da poboljšaju zvuk svojih instrumenata, upotrebljavali za gradnju dna drvo najrazličitijih vrsta. U to se doba u Kremoni za bočnice, dna i glavu upotrebljavala lipovina, topolovina, bukovina, orahovina i kruškovina. Kasnije u periodu najstarijih Amatija u Kremoni opažamo, kako namjesto tih vrsta drveta ulaze u upotrebu klenovina i javorovina, jer su graditelji uvidjeli, da je u instrumenata, sagrađenih od toga drveta, znatna otpornost i zvučne osobine.

U početku su majstori javorovinu za dna cijepali po duljini, to jest paralelno s osovinom debla, no tangencijalno na godove. Kasnije su međutim primijetili, da na taj način izrađeno dno, osim što nije toliko otporno, ne dobija na zvučnosti poradi manje vodljivosti zvuka, a da su naprotiv komadi drveta cijepani radijalno (učetvrtani) ne samo otporniji na pritisak dušice, nego da i povećavaju zvučne osobine instrumenta. U periodu nakon 1700. već rijetko nalazimo drvo cijepano tangencijalno. Sve do 1700. upotrebljavala se klenovina i domaća javorovina, dok se nakon 1700. uz rijetke iznimke upotrebljavala inozemna javorovina. Za zvučnice, međutim, uvijek se upotrebljavala smrekovina iz Tirola.

Kako smo već prije rekli, u kutiji ne smije ništa biti simetrično, pa vidimo, kako su Kremonjani iz akustičkih i statičkih razloga davali drugačije longitudinalne profile zvučnicama i dnima.

Ova je činjenica od vrlo velike važnosti, a s akustičke točke gledišta od izvanredne vrijednosti za prodornost i jačinu tona violine.

Da budemo jasniji, ponovit ćemo još jednom odnos između oblika longitudinalnog profila zvučnice i dna.

Longitudinalni profil zvučnice diže se jednolično od žljebice donjeg ruba do visine donjih uglova  $C_2$  (vidi sliku 8), to jest do početka grudiju; u srednjem dijelu on se polagano penje dosežući maksimum visine na liniji gornjih uglova u  $C_4$ , da se onda ponovo spusti do žljebice gornjeg ruba.

Na dnu se longitudinalni profil približava više kružnom luku, što postavlja gotovo na glavu pravilo. Longitudinalni profil dna diže se od žljebice donjeg ruba prilično brzo neprekinutim lukom sve do visine donjih uglova  $F_1$ , da se onda spušta s te točke sve niže i niže i u blagom luku dosegne žljebicu gornjeg ruba.

Na taj se način u profilu dna stvara ispučenost, koja je jača u blizini linije donjih uglova  $F_1$ , upravo suprotno od zvučnice, kod koje se ova jača ispučenost nalazi otprilike iznad gornjih uglova, u  $C_4$ .

Pravilna raspodjela tih dviju ispučenosti longitudinalnog profila zvučnice i dna povoljno utječe na rezonanciju.

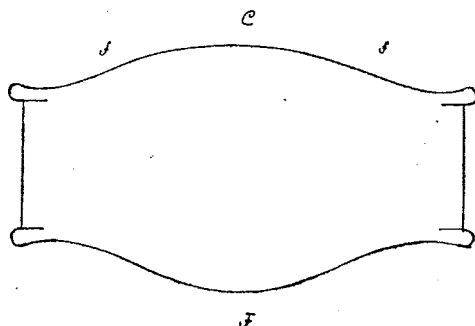
Vidio sam jednu violinu Giuseppa Guarnerija del Gesù iz godine 1744., dakle izrađenu u njegovoj najsajnijoj epohi, gdje su rečene točke longitudinalnog profila zvučnice i dna bile izražene vrlo snažno, gotovo pretjerano.

Istražujući transverzalnu ispučenost grudi violinè vidjet ćemo, da ona na zvučnici dopire gotovo do umetka s vrlo uskom žljebicom, da je dakle mnogo punija. Naprotiv, na odgovarajućem mjestu dna luk je donekle ispružen, dakle nije toliko pun, a na vrhu je povijeniji (oštriji), nego na zvučnici, pa tako i žljebica mora biti šira.

Da to jasnije prikažem, odabrao sam upravo jednu violinu Nicole Amatija iz 1654. godine; transverzalni presjek njenih grudi reproduciran je na slici 9.

Zbog takva oblika unutrašnjih paraboličnih površina i kutija je u svom srednjem dijelu dobila oblik, koji posebno odgovara rezonanciji, a time je zvuk violine postao mnogo snažniji.

Razvitak je ovaj: okomitim udarima, koji se s kobilice prenose na zvučnicu, zrak u kutiji pokreće se u stojnim valovima. Zbog posve individualnog oblika njegovih unutarnjih površina, a pod najpovoljnijim uvjetima za rezonanciju valovi se s velikom energijom reflektiraju, možemo čak kazati, bacaju prema oduškama.



Sl. 9. Poprečni presjek viole Nicola Amati iz godine 1654.

Ovako pojačan zvučni val predaje se kroz oduške vanjskomu zraku. Tako nastaje brza i bujna podatnost tonova starih kremonskih violina, koja im je davala onu oštru svježinu i izražajni karakter.

Sjećam se pokojeg instrumenta Lorenza Guadagninija (oca) i mnogih Giambattista Guadagninija. Sve su to bili instrumenti čudesnog, srebrnastog tona, jasnog i neobično ekspanzivnog. Taj zvuk imali su instrumenti zahvaliti pored konstrukcije i neobično tvrdoj javorovini njihova dna, koja im je omogućivala izvanrednu vibracijsku snagu.

#### 4. DEBLJINA REZONANTNIH PLOČA

Ovaj je problem od neobične važnosti, jer od debljine velikim dijelom zavisi podatnost, zvučnost i kakvoća tona, kao i čvrstoća instrumenata. Da što bolje proniknemo u duh načela, kojima su se rukovodili stari talijanski majstori u raspoređivanju debljina svojih zvučnica, iznijet ću kronološkim redom niz najuglednijih majstora kremonske i brešanske škole i prikazati debljine, koje su oni davali svojim zvučnicama.

Andrea Amati (1510.—1580.)

Zvučnica: Centar 3,17 — na obrazima 2,77 pa sve niže do 2 mm

Dno: od 4,36 mm do 3,96 — na obrazima 3,17 mm

Dno: 4,36 mm — na obrazima 3,17 sve niže do 2 mm

Gian Paolo Maggini (1542.—1632.)

Zvučnica: sredina varira od 4,36 do 2,27; na obrazima od 3,17 do 2 mm

Antonio i Gerolamo Amati (1555.—1640.)

Zvučnica: 4,5 mm obrazi u sredini 1,5 ili

Zvučnica: sredina od 2,77 mm do 1,58 na obrazima

Gerolamo Amati, sin Andrea (1556.—1630.)

Zvučnica: od 4,5 do 1,5 mm

Nicola Amati (1596.—1684.)

Zvučnica: sredina od 2,77 mm sve niže do 2 mm.

Dno: sredina od 3,96, lice od 3,17 pa do 2 mm.



Od 1670. do 1684.:

Zvučnica: jednako 2,77 mm.

Dno: sredina od 4,36 sve niže do 2,38 mm ili

Zvučnica: sredina 3,5 mm, obrazi 2,5 mm

Dno: sredina 4,5 mm, obrazi 2 mm.

Antonio Stradivari (1644.—1737.)

Istražujući Stradivarijeve debljine kroz 71 godinu njegova rada na bezbrojnim zvučnicama njegovih remek-djela, vidjet ćemo, da je ovaj majstor od perioda 1667.—1684. davao dnu maksimalnu debljinu, pa da je čak i premašivao debljine majstora, koji su mu služili uzorima.

Za vrijeme tog perioda nalazimo ove odnose u debljinama dna:

Sredina: od 6,34 mm do 2,38 mm

Sredina: od 5,44 mm do 2,38 pa sve do 1,98 ili

Sredina: od 4,76 mm do 3,77 pa sve do 2,38 mm.

Od 1686. do 1700. smanjio je on debljinu dna, a od 1700. nadalje smanjio ju je još više, ali ovog puta definitivno, jer je samo izuzetno, od zgrade do zgrade, upotrebljavao deblja dna, držeći se ova dva tipa:

Sredina: od 3,96 mm do 2,38 pa sve do 1,98 mm

Sredina: od 3,57 mm do 2,38 pa sve do 1,98 mm

U toj epohi debljine Stradivarijevih zvučnica jednomjernije su. Nalazimo uglavnom ova četiri tipa:

Sredina: od 2,20 mm sve do 2,1 mm ili

Sredina: od 2,38 mm sve do 1,98 mm

Sredina: debljina od 2,38, svuda jednaka.

Sredina: od 2,77 mm sve do 2,38 mm

Jedino između 1680 i 1684. kao i u 1736. postoji nekoliko instrumenata sa zvučnicama veće debljine, i to:

Sredina: od 3,0 mm sve do 2,0 mm

Sredina: od 3,17 mm sve do 2,77 mm

Sredina: od 3,17 mm sve do 2,38 mm.

Usporedimo li debljine, što ih je upotrebljavao Stradivari, s Amatijevima, vidjet ćemo, da ih je on obično raspoređivao pridržavajući se vjerno njihove tradicije, kao što i pokazuju izložene mjere:

Andrea Amati 3,17 mm

Antonio i Gerolamo Amati 2,77 mm

Nicola Amati 3,5 mm i 2,77 mm

Giuseppe Guarneri, sin Andrea (1666.—1739—40.)

Zvučnica: sredina 4,0 mm, obrazi 2,6, rubovi 3,0 do 2,9 mm

Giuseppe Guarneri del Gesù (1698.—1744.)

Zvučnica: sredina 4,0 do 3,0, obrazi 2,75 mm do 2,6, rub 3,0 mm

Debljine opadaju umjereno, žljebica je jedva primjetna.

Zvučnica: 3,5 obrazi 3,0 do 2,5, rubovi 3,0—2,75—2,5 mm

Zvučnica: 2,77 mm      Zvučnica: 2,5 mm      Zvučnica: 2,9 mm

Dno: 5,7 mm      Dno: 5,6 mm      Dno: 4,5 mm

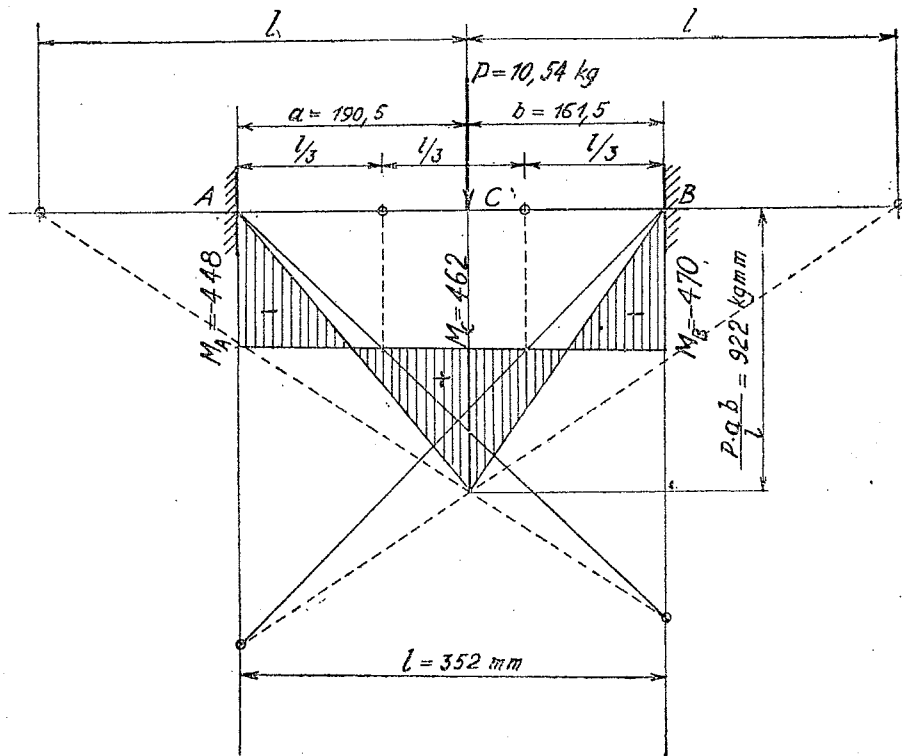
Izlazi dakle jasno, da su se stari talijanski graditelji violina u toku svih generacija rukovodili istim načelima dajući svojim zvučnicama i dnima čvrstoću, koja odgovara upotrebljenom materijalu, vlaku i pritisku žice, a da se pritom ne ošteti njihova zvučnost i sposobnost titranja. Jednom riječju, u svojim rezonantnim pločama oni su ujedinili maksimalnu čvrstoću i minimalnu težinu.

Debljine, što su ih prvi graditelji davali rezonantnim pločama, bile su bez svake sumnje pretjerane; no kasnije, kako su uznapredovala načela građenja, debljine su se sve više i više smanjivale, posebno pak za dna. Dna su u svom središnjem dijelu, iako su bila od javorovine, morala dobiti veće debljine od zvučnica, jer dno ima da podnese pritisak kobilice pod mnogo nepovoljnijim uvjetima od zvučnice. Zvučnica, osim potpore bočnica, na koje je prilijepljena, ima podesan oslonac i u gredici, za razliku od dna, koje se mora odupirati samo pritisku iznutra prema vani.

Debljina zvučnica, što su ih upotrebljavali najveći majstori — od Andree Amatija do Stradivarija — više manje su jednake, jer je pritisak kobilice kod svih violina uglavnom jednak. Prema tome ni debljine, što su ih upotrebljavali različni majstori nisu mogle pretrpjeti veće promjene. Njihove su razlike minimalne, a i one zavise od ispupčenosti rezonantnih ploča i od razlika upotrebljenoga drveta.

#### A) DIJAGRAM MOMENATA SAVIJANJA

Zvučnicu možemo smatrati čvrstim tijelom jednake čvrstoće pri savijanju, koje je poduprto na krajevima, a u polovini svoje dužine izloženo koncentričnoj sili — pritisku kobilice, odnosno njenih nožica.\*



Sl. 10. Dijagram momenata savijanja

\* Slučaj je mnogo zamršeniji, nego što to pisac zamišlja. Ta zamršenost potječe otuda, što je zvučnica složenog oblika, nejednoljerno debljine, longitudinalno i transverzno svodasto ispupčena, u blizini kobilice poduprta nožicom, koja se upire o elastično drvo, s unutrašnje strane po dužini pojačana gredicom, a na rubovima zalijepljena na bočnice. Prema mišljenju kompetentnog stručnjaka nema nikakve svrhe upuštati se u analizu tako složenog slučaja u knjizi, kojoj je cilj tehničko-informativne prirode. Ipak radi orijentacije čitaoca donosimo grafički prikaz momenata savijanja, koji je građen na jednostavnoj pretpostavci: da je zvučnica poduprta i uklještena na dva kraja, a da pritisak žica na zvučnicu preko kobilice iznosi 10,54 kg (vidi str. 89). Uredništvo.

## B) ODREĐIVANJE I RASPODJELA DEBLJINA

Jasno je, da s udaljivanjem od kobilice pritisak na zvučnici opada, a opadaju i impulsi. Tim smjerom treba da opada i debljina zvučnice, da ona ne bi došla u suprotnost sa smanjenim pritiskom i sa slabljenjem zvučnih valova.

Vidimo, na koji su duhovit način zadovoljene statičke i akustičke potrebe. Tanki dijelovi zvučnice ne smiju da budu predebeli zbog vibracija, a svojom ispupčenošću oni treba da budu otporni prema opterećenju.

Raspodjela debljina na zvučnici i na dnu posve je statičke prirode i zavisi jedino od zakona mehanike. Usto treba voditi računa o manjem, odnosno većem opterećenju; prema tome raspodjela nije zavisna od akustičkih zakona.

Došli smo tako do stvarnog uporišta, koje nam daje smjernice za određivanje debljina. To u praksi znači: debljine se moraju rasporediti tako, da se najveća debljina da zvučnici na onim mjestima, na kojima je ona izložena najvećem opterećenju i prima najjače impulse, a to znači u točki, o koju se opire kobilica. Drugim riječima: gudački instrumenti moraju biti naročito čvrsti na grudima, dakle na dijelu, koji leži između odušaka. To su već znali i stari graditelji viola. Ta se debljina postepeno umanjuje u većim ili manjim razmacima počevši od grudiju, sve do žljebice; odavle se ona ponovo uvećava, tako da na ivicama žljebice ponovo doseže debljinu centra.

Pri izračunavanju debljina od velike je važnosti ne samo profil ispupčenosti nego i njena kakvoća. Osim toga treba uzeti u račun i kakvoću upotrebljenog materijala.

Gustoća, odnosno čvrstoća drveta u obrnutom je odnosu prema debljini rezonantnih ploča.

Iz toga izlazi: što je drvo gušće odnosno čvršće, to manje treba da budu debljine; i obratno, što je manja gustoća odnosno čvrstoća materijala, to veće moraju biti debljine.

Kod plosnatih zvučnica debljine moraju biti što jednoličnije, jer je kod niže ispupčenosti različita čvrstoća i vlastita napetost.

Zvučnost i kakvoća rezonantnih ploča zavisi osim od pravilnog izbora drveta još upravo jedino od točne raspodjele debljina.

Iako smo utvrdili načela za raspodjelu debljina sa statičke točke gledišta, pitanje ne bi bilo u potpunosti riješeno, kad se u obzir ne bi uzeli važni tonski utjecaji i efekti, koji su tijesno vezani s raspodjelom debljina rezonantnih ploča; jer ta raspodjela iz statičkih razloga zavisi potpuno od prirode i profila same ispupčenosti.

Kako je već prije bilo rečeno, svaki je od starih majstora imao svoj vlastiti način, koji je sačinjavao osnovicu i uvjet za određeni kvalitet tona; a stari su majstori temeljito poznavali akustičke pojave svojih instrumenata.

Za longitudinalnu ispupčenost debljine su više manje jednolike, jer su one vezane za gotovo uvijek jednaku duljinu tijela violine. Isto su tako i dijelovi profila vezani na dužine, koje odgovaraju donjem, srednjem i gornjem dijelu zvučnice; od tih opet zavisi konformacija transverzalne ispupčenosti.

Naprotiv, transverzalna ispupčenost pruža mogućnost bogatije raznolikosti zbog nejednakih širina rezonantnih ploča, zbog različitog toka njihovih kosih dijelova, zbog veće ili manje širine žljebica. Dakle, iako longitudinalni profil ostavimo nepromijenjen, možemo transverzalnim lukovima dati različit tok. I u toj su pojedinosti stari majstori na uspješan način pokazali svoju superiornost.

Debljine u odnosu prema vrsti ispupčenosti moraju postepeno opadati, kako bi se dobila zvučnica, koja će uz najmanju težinu i dovoljnu čvrstoću pokazivati i vrlo dobru sposobnost vibriranja, tako da bi se zvučni valovi preneseni kobilicom pojačavali bez gubitaka.

Moram ovdje izriječno istaknuti, da se pravilna izrada obraza na zvučnici i dnu mora izvršiti veoma pažljivo. Jer pretanki obrazi ne samo da umanjuju čvrstoću i trajnost instrumenta, već pomažu pojavu vučjih glasova, o kojoj ćemo govoriti u posebnom poglavlju.

Vidjeli smo, da su prvi graditelji violina u početku običavali davati svojim zvučnicama čak i pretjerane debljine; postepenim usavršavanjem oni su ih smanjivali do mogućeg minimuma. Zašto?

Prvi graditelji davali su svojim rezonantnim pločama prilično visoku ispupčenost. Stoga su morali centrima svojih ploča dodijeliti glavninu drvene mase upravo zato, da bi strmiji i izbočeniji, a sami po sebi otporniji dijelovi mogli dobiti manje debljine.

Da bi pojačali snagu tona svojih instrumenata, oni su smanjili ispupčenost rezonantnih ploča; na taj su način lukovi postali blaži, plosnati i jednoličniji, ali u isto vrijeme i čvršći, jer se njihov tok prostirao sve do rubova ploče. Žljebica je svedena na minimum, ponekad je čak i neuočljiva. To je omogućilo, da se debljine smanje i ravnomjernije rasporede ili čak da ploče dobiju svuda podjednake debljine.

Možemo ustvrditi, da se smanjivanjem ispupčenosti postiglo postepeno smanjivanje debljina i racionalnija pa i ravnomjernija raspodjela čvrstoće. A to je velik napredak i važno usavršavanje graditeljskih načela.

Izgleda gotovo paradoksalno reći, da debljine ploča zavise više od oblika ispupčenosti nego od materijala drveta.

Dosad smo raspodjelu postupičnih debljina razmatrali sa statičkog gledišta.

Istražujući poblize debljine, koje su upotrebljavali stari majstori, opazit ćemo, da su najveći majstori zlatnog doba kremonske škole često davali svojim pločama svuda jednaku debljinu.

Sjetimo se onoga, što je rečeno o debljinama Stradivarijevih rezonantnih ploča, dok je on još stajao pod utjecajem Amatija. Dajući svojim pločama visoke i vitke lukove, on je još uvijek upotrebljavao debljine koje se smanjuju.

Kasnije, kad se malo po malo oslobodio tradicija svoga učitelja, Stradivari je upotrebljavao niže i jednoličnije ispupčenosti, a raspodjela debljina postala mu je jednoličnija.

Vidimo tako, da je Stradivari nakon 1700. gradio zvučnice minimalnih, ali uza sve to izvanrednih debljina ponajčešće svuda jednakih, dok mu je dno obično imalo tri stepena debljina što se smanjuju.

Govoreći o debljinama što se smanjuju, već smo kazali; da bi se zvučnica opterećena pritiskom kobilice dovela u ravnotežu, debljine su se morale računati tako, da čvrstoća pojedinih presjeka odgovara momentima fleksije i silama vlaka i pritiska.

Vidjeli smo također, da su neki stari majstori, a naročito Stradivari i Guarneri del Gesù, gradili zvučnice posvuda jednake debljine. To ni u kojem slučaju nije u suprotnosti s onim, što smo rekli o debljinama koje se smanjuju. U tom slučaju umjesto da računamo debljine tako, da čvrstoća presjeka odgovara momentima fleksije i silama

vlak i pritiska, za bazu ćemo uzeti maksimalni momenat, to jest onaj ispod kobilice. A kad izračunamo čvrstoću za taj momenat, moći ćemo cijelom zvučnici dati tu svuda jednaku debljinu.

Na taj ćemo način dobiti čvršću i kruću zvučnicu. Takve zvučnice pokazuju znatne prednosti s obzirom na rezonanciju, a naročito na veću podatnost.

Opažamo nadalje, da su Stradivari, a naročito Guarneri del Gesù od vremena do vremena gradili zvučnice, koje su na grudima, to jest pod kobilicom, bile tanje nego na obrazima i rubovima.

To prividno protivrječe s obzirom na ono, što je bilo rečeno o izračunavanju debljina, objašnjava se činjenicom, da su vrsta ispupčenosti s jedne strane, a raspodjela debljina s druge strane dva zasebna činioca; oni su odlučni za čvrstoću i elastičnost ploča. Da bi se osigurala potpuna elastičnost, oni mogu do neke mjere zamijeniti jedan drugi.

Ovdje treba napomenuti, što smo već prije kazali, da ispupčenost zvučnice povećava njenu čvrstoću podjednako kao i debljina i obratno.

Prema tome ispupčenost može nadomjestiti debljinu. To znači kod oštrijeg i čvršćeg luka možemo smanjiti drvenu masu ili, točnije, debljinu. S druge strane, upotrebljavajući blažu ispupčenost, dakle manje svodastu pa prema tome i manje čvrstu, bit ćemo primorani, da povećamo drvenu masu, to jest da odredimo veće debljine.

Za tu mehaničko-statičku igru naročito su podesne grudi zvučnice, čiji se luk ispupčenosti već približava kružnom luku i daje čvrstoću veću od svih ispupčenosti zvučnice. Stoga smo u mogućnosti, da grudima odredimo i najmanje debljine, a da time ni čvrstoća ni otpornost violine ni u čemu ne budu načete; naprotiv, zbog minimalne dopustive debljine elastičnost, osjetljivost i podatnost cijele zvučnice, a posebno grudi povećavaju se do maksimuma.

Baš je takovo raspodjeljivanje debljina najveći i najvažniji napredak konstrukcijskih načela starih majstora, koje pada u najslavnije doba kremonske škole.

Bio je to čas, kad se rodio plemeniti i snažni ton kremonskih remek-djela, bogat čudesnom prodornošću i jedini, koji je mogao da ovlada prostranim koncertnim dvoranama i najvećim orkestrima.

Možemo zaključiti s tvrdnjom, da primjerena debljina zvučnice daje tonu snagu. Pretjerane debljine ometaju podatnost instrumenta, ton postaje trom, tup i tvrd.

Ako debljinu zvučnice smanjujemo do neke mjere, ton dobiva na snazi, ali u isto vrijeme on gubi na toplini; ali osim snage dobiva on i podatnost, prodornost i briljantnost kao na primjer kod Stradivarijevih zvučnica debljine 2,38 mm i 2,77 mm.

Taj se odlični kvalitet tona susreće i kod onih Stradivarijevih violina, kod kojih je debljina zvučnice posvuda jednaka, što je povezano s izvanredno lakom podatnošću.

Vidimo dakle, da su snaga i kvalitet tona u neobično tijesnom odnosu; oni zavise od točnog određivanja kvantiteta drveta, a to je odlučno za karakter i boju zvuka violine.

Ako debljine, što su ih uzimali stari kremonski majstori, istražimo na temelju mehaničko-statičkih računa, zadiviti će nas oština duha, s kojom su oni primjenjivali ta načela. Ne možemo se oteti utisku, da su ti majstori morali imati nekoga savjetnika dobro upućenog u tu nauku.

## 5. GRUDI

Bilo je razumno obratiti naročitu pažnju načinu građenja grudi, dakle centralnog dijela violine, koji obuhvata najvažniji dio zvučnice. Grudi su na sretan način ograničene bočnim udubinama u obliku slova C i svedene na pravu mjeru, što je od najveće važnosti za briljantnost i snagu tona. Jedino na taj način bilo je moguće dati grudima potrebnu debljinu i zahvaljujući oduškama osigurati im najveći stupanj elasticiteta i slobode u vibriranju, a da se time ipak ne umanjí čvrstoća instrumenta. Na taj način one pod najboljim uvjetima primaju impulse kobilice i prenose ih na čitavu zvučnicu, što se znatno pojačava još i žljebicom.

Kako je grudima potrebna izvanredna čvrstoća i što se tiče debljine i što se tiče pogodne ispupčenosti, trebalo je čitavom centralnom dijelu instrumenta dati vrlo snažnu konstrukciju. U tu su svrhu izvan akustičkog prostora postavljena četiri panjića; oni nisu na uštrb tog prostora, a snažno povezuju bočnice; unutrašnjem prostoru dan je oblik gitare. Sve to zajamčuje solidnost centralnoga dijela. Došlo je tako do ona četiri ugla na bokovima instrumenta, koji osim što estetski djeluju predstavljaju još i prednost u akustičkom smjeru.

Na taj je način majstorima graditeljima otvorena nova mogućnost, da razvijaju uglove prema svom rafiniranom umjetničkom ukusu. To su mogli učiniti to lakše, što se uglovi nalaze izvan prostora, koji može djelovati akustički. Otuda raznolikost uglova na bočnim udubinama kod pojedinih majstora. Bivalo je to kadikad i kod istog majstora, premda su ostale konstrukcijske dimenzije ostajale iste, kao što sam već napomenuo govoreći o skici lika violine.

U ostavštini Stradivarijevoj našao sam kutiju punu fino izrađenih sitnih šablona; među njima i lijep broj šablončića za uglove. Stradivari je bio neobično brižljiv majstor pa je za svaku violinu pripravljao šablone od drveta, papira ili kartona.

**Grudi i cilindar.** Svod rezonantnih ploča u srednjem dijelu instrumenta, omeđen sa četiri ugla zajedno s nastavkom njihovih ispupčenosti iznad uglova i ispod njih, sačinjava neku vrstu cilindra, koji je upravo najvažniji dio tijela violine.

Od građe tog cilindra ne zavisi samo kvalitet i karakter tona nego i njegova širina i snaga ekspanzije. Vidjet ćemo poslije, kako male izmjene na cilindru dovode do osjetnih posljedica.

Građa cilindra od naročtog je utjecaja i na rezonanciju zračne komore; on je odlučan za dijemetre dubine zračnog stupa, koji ga ispunjava. Na to pitanje vratit ćemo se u poglavlju, koje govori o zračnoj zapremini tijela violine.

Promatrajući sve napore majstora počev od Andrea Amatija do Stradivarija, da dosegnu svoj ideal tona, koji bi u sebi ujedinio kvalitet i kvantitet, to jest snagu, opažamo, da se sve te izmjene odnose gotovo isključivo na cilindar; od njega opet zavise ispupčenost ploča, građa žlebice i stanje debljina.

Počev od Andrea Amatija u svim generacijama tih istaknutih graditeljskih obitelji vidimo, da je žlebica ploča njihovih instrumenata a naročito dna tretirana prilično široko. Ona je s vremenom postepeno sužavana, dok je najzad Stradivari nije sveo na najmanju potrebnu širinu.

Na to su stari majstori bili prisiljeni, jer su njihove ploče imale općenito visoke lukove ispupčenosti (od 17 do 20 mm); kosi dijelovi morali su doprijeti do žlebice s većim padom, pa je tako žlebica mo-

rala biti prilično široka. Na taj je način i cilindar na svom vrhu morao biti oštiji, a po stranama kao udubljen, posebno na grudima i iznad uglova i ispod njih.

Takva građa cilindra i žljebice morala je djelovati i na određivanje debljine.

Tako vidimo, da su majstori i njihovi učenici te škole davali najveću debljinu centru, a najmanju kosim dijelovima cilindra i žljebicama.

Rezimirajmo fizionomiju takvog cilindra, odnosno sliku, koju pruža takva rezonantna ploča.

Grudi imaju minimalnu širinu od 108 do 109 mm, žljebica je uska i prilično duboka, cilindar je općenito širok, koliko i grudi, dakle tanak i vitak, dok su obrazi puni.

Imamo blagi, nježni, umiljati ton Amatijevih violina srednje jakosti. S vremenom se kroz generacije obitelji Amati te proporcije mijenjaju.

Grudi postaju šire od 110 do 112 mm, a kod Nikole Amatija pokatkad i do 114 mm, nešto jedrije, na vrhu zaobljenije, žljebica uža, a čitav cilindar nekako krepči, muškiji, dok obrazi ostaju i nadalje prilično puni.

Rezultat je tih promjena već napredak i pojačavanje snage tona.

To sam mogao primijetiti već na violinama Nicole Amatija, koje sam imao u rukama (iz 1659. i 1668.). Te violine s divnim zvučnicama od smrekovine širokih godova nisu po zvuku zaostajale za Stradivarijevima.

Prva Stradivarijeva djela bila su još posve pod utjecajem njegova učitelja Amatija.

Širina grudi još je ista kao kod Amatija, 108 mm, žljebica je još uvijek ponešto izbočena, cilindar je kao kod Amatija, a obrazi su još uvijek prilično puni.

Vrlo brzo povećava se širina grudi i doseže do 111—112 mm, a u ponekim slučajevima i 112—114 mm.

Stradivari vrlo brzo smanjuje i visine ispupčenosti na 16—15 mm; stoga je prisiljen, da splošti zvučnice; no da ne bi morao smanjiti njihovu čvrstoću, morao je produžiti njihovu ispupčenost sve do umetka, tako da je žljebica bila svedena na najmanju moguću širinu, a često postala gotovo neprimjetna.

Njegove zvučnice izgledaju stoga mnogo plosnatije nego što ustvari jesu. Ipak su one dovoljno pune, jer se njihove bočne strane uspinju blago i gotovo neprimjetno odmah iza umetka, da bi doprle do uzdužnog svoda.

Vidimo tako, da se ispupčenosti blago penju od žljebice i spajaju s cilindrom, a da pri tome ne prouzrokuju naglih promjena dubina zračne komorice. Takve promjene bile bi na smetnju rasprostiranja zvuka. Kod Stradivarija je tok ispupčenosti mirniji i ravnomjeran; iz toga razloga je tok unutrašnjih paraboličnih linija zvučnice pravilniji i blaži, čime se zvuk i rezonancija obogaćuju u znatnoj mjeri.

## 6. ŽLJEBICA

Htio bih da prije završetka kažem još koju riječ o žljebici. Zadatak je žljebice, da zvučnici i dnu, koji su po nuždi zalijepljeni za rubove, da pravilno odmjerenu slobodu titranja, gipkost, koja će omogućiti, da ploče što lakše slijede zvučne impulse kobilice i da pojačaju vibriranja zračne mase kako one u violini tako i one van nje.

Iz toga jasno izlazi, kakva je stvarna korist od pravilno građene žljebice, a kolika je opet šteta za sonornost i za kvalitete tona njena loša izgradnja. Uska žljebica daje zvučnicu, koja je čvršća i podatnija od one, što je daje široka.

Uzevši u obzir sve, što je rečeno u vezi s grudima i cilindrom, ispravan je zaključak, da smanjivanje širine i dubine žljebice povoljno djeluje na zvučnost tijela violine, jer ton na taj način postaje širi i snažniji.

Kod dâná stanje žljebica posve je drugačije nego kod zvučnicâ. Poradi različitog materijala, iz koga su građena, i opterećenja, kojemu su izložena, dna zahtijevaju drugačiju izgradnju žljebica. Iz tih razloga one su kod dna obično mnogo šire nego kod zvučnica.

No ima slučajeva, gdje ćemo — naročito kod tankih dâná — biti prisiljeni da izgradimo žljebice, koje su slične onima na zvučnicama.

Formiranje žljebica pored različite širine rezonantnih ploča zavisi od toka longitudinalnoga profila. U području bočnih udubina na nju utječe ravna čest uzdužne ispupčenosti, a prema gornjim i donjim rubovima veća ili manja udaljenost, u kojoj prestaje ispupčenost. U svemu ostalome ona slijedi lik instrumenta.

Naravno, da je vid žljebice kod raznih majstora često vrlo različit. Za njenu izgradnju nije odlučna samo longitudinalna ispupčenost nego i akustički ciljevi.

Kod svih starih majstora žljebica čini osnovni građevni princip. No usavršavanjem konstrukcijskih načela i ona se morala usavršavati.

Promotrimo li pažljivo sve pojedinosti u konstrukciji zvučnice violine, vidjet ćemo, da je vođeno računa o tome, da se što je moguće svrsishodnije i potpunije iskoristi njena najvažnija osobina — elastičnost. Zvučnica ima svoj vlastiti elasticitet, svojstven samom materijalu. On je sam po sebi vrlo velik, a izražava se koeficijentom elastičnosti drveta, koje se upotrebljava za građenje zvučnice. Elastičnost zvučnice još je povećana činjenicom, što je ona nalijepljena po svojim rubovima; dakle i na taj se način povećava njena sposobnost vibracije.

Tome treba dodati i druge činioce kao oduške, gredicu s njenom napetošću i žljebicu. Svaki taj dio pridonosi na svoj način povećanju vibracijske sposobnosti zvučnice.

## 7. KRITIČKI TONOVI

Pošto smo govorili o rezonantnim pločama, došao je čas, da se pozabavimo dvjema čudnim pojavama, koje se očituju u emitiranju zvuka bilo kao kritički tonovi, bilo kao vučji tonovi.

Svaki je violinista sigurno već zapazio, da kod instrumenata na žicu neki tonovi teško progovaraju (slabo su podatni) i da su ponekad neugodni i opori. Ta se neprijatnost može djelomično ili potpuno ukloniti pažljivim i pravilnim povlačenjem gudala. Znamo, osim toga, da se kritični tonovi javljaju kad na krupnim žicama — g i d — sviramo u visokim pozicijama. Ove se smetnje mogu pojaviti i na tankim žicama, ali se iz razloga, koje ćemo kasnije izložiti, lakše kompenziraju tankoćom žica, a često ostanu nezapaženi.

Ti su uvjeti karakteristični; oni nam kazuju, gdje treba tražiti uzroke tih pojava.

Lijep ton zavisi pored svega ostaloga od što pravilnijega povlačenja gudala; u tom je slučaju i titranje žica pravilno. Takav se oblik titranja žice javlja, kad ona sadržava čitav niz gornjih tonova.



Način, kojim se gudalo povlači preko žica, od najvećeg je značaja za zvuk instrumenta. Samo se pravilnim potezom gudala može dobiti savršen zvučni val. Svaka smetnja u povlačenju gudala uzrok je diskontinuitetu vibracija. Svakom je poznato, koliko su neugodni tonovi početnika, kad nepravilnim i kolebljivim povlačenjem gudala izaziva diskontinuitet, koji je uzrok škripavim tonovima.

Sivori, Paganinijev učenik, pripovijedao je jednom svom učeniku, mome prijatelju, da je veliki umjetnik poučavajući ga znao govoriti: svirati znači pravilno povlačiti gudalo.

Jasni i bistri tonovi ne zavise samo od povlačenja gudala nego i kakvoće i duljine žica.

Kvantitet i snaga harmonijskih tonova, koji se nalaze u zvuku jedne žice, zavise u prvom redu od načina i mjesta, gdje se žica potresa, a zatim od debljine, zategnutosti, elasticiteta i duljine same žice.

Kad gudalo dohvati žicu, naporedo s osnovnim tonom rađaju se harmonijski tonovi ili njihovi alikvoti, jer se žica prema njima dijeli u kraće dijelove. Zvučnica kroz kobilicu prima poput gramofonske ploče bezbrojne vibracije tog složenog zvučnog vala i pojačava ga.

Kad potresemo žicu, počinje njeno prisilno titrajno kretanje, koje se u njoj širi i reflektira s krajeva. Reflektirani titraji stapaju se zatim s valovima, koji se u žici mogu stvoriti, u stojne valove, koji odgovaraju harmonijskim tonovima.

Kad se žica skрати pritiskom prsta, osnovni ton ostaje netaknut, ali se smanjuje količina harmonijskih tonova. Ako, na primjer, sviramo C<sup>2</sup> najprije na žici a u prvoj poziciji, a zatim na žici d u trećoj i na žici g u sedmoj poziciji, sva tri dobijena tona bit će C<sup>2</sup>, ali različite boje. To poradi različite kompozicije harmonijskih tonova, koji su nastali skraćivanjem žice. C<sup>2</sup> izazvan na žici a bit će puniji i mekši od ostalih, jer će zbog veće duljine žice biti bogatiji u harmonijskim tonovima; a baš od njih i potječe različit karakter i boja zvuka violine.

Tko želi, da se uvjeri o postojanju tih harmonijskih tonova, neka izvrši ovaj pokus.

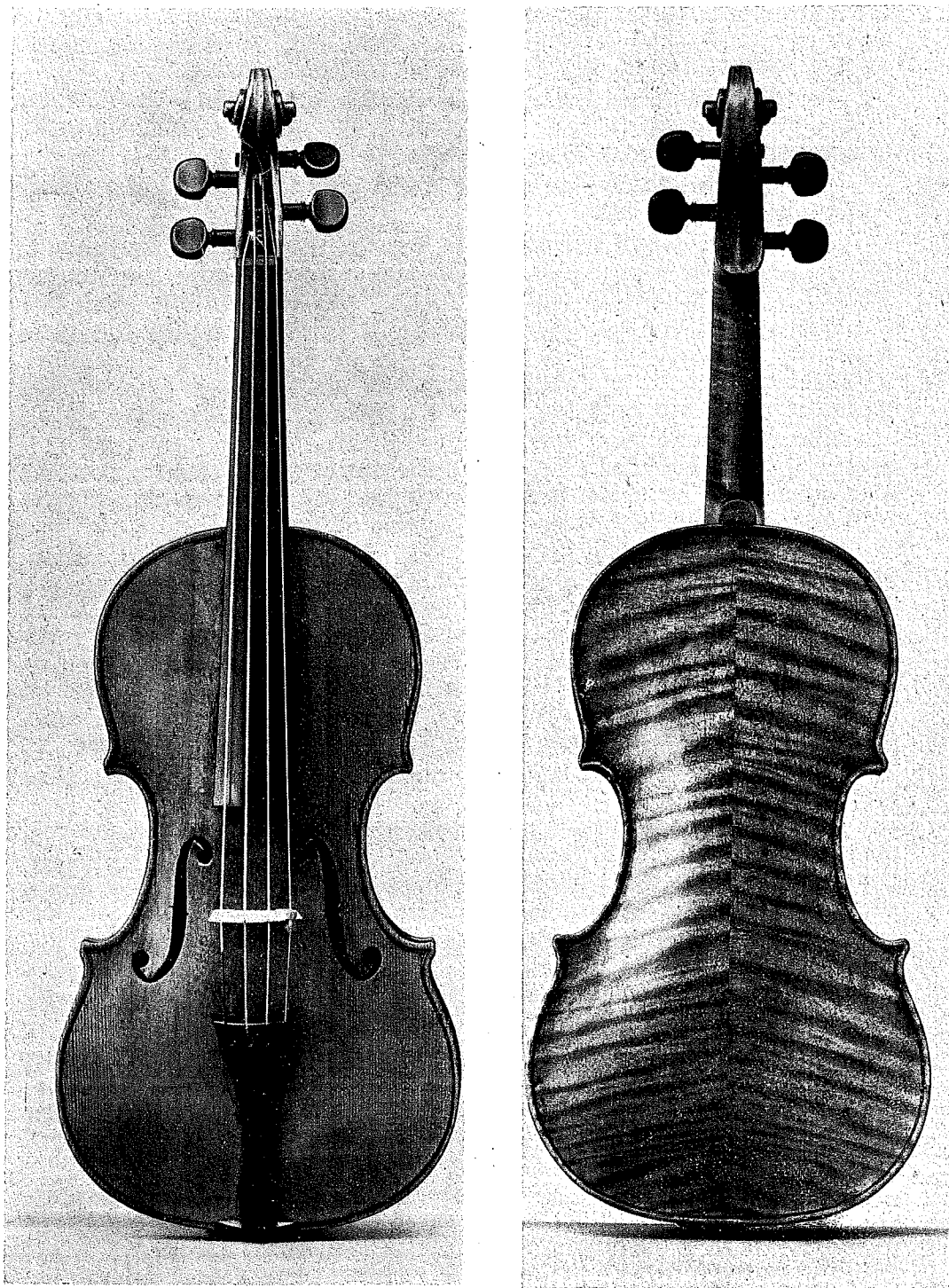
Ako jednovremeno gudačkom prevučemo preko praznih žica g i d, opaziti ćemo, da se ton g, prije nego nestane, diže prema gis. Ta pojava potječe otuda, što viši harmonijski tonovi potkraj dobivaju na intenzitetu i povisavaju osnovni ton.

Ako je izazvani ton takav, da su mu vibracije pravilne i da ne pokazuju diskontinuiteta, proizvedeni ton bit će čist, jer se na žici zbog pravilna povlačenja gudačkom može nesmetano izvršiti podjela na kraće dijelove potrebne za odgovarajuće harmonijske tonove.

U zvuku zatreptale žice normalno je sadržan osnovni ton i njegovi harmonijski tonovi. Snaga osnovnoga tona jača je od svih ostalih harmonijskih tonova. Prvih šest harmonijskih tonova slabiji su, dok su oni od šestog do desetog mnogo jasniji. Oni uzrokuju oštrinu tona i daju zvuku violine mekoću, punoću i sjaj.

Međutim u zvuku ustreptale žice može da pored harmonijskih bude i disharmonijskih tonova. To se događa, kad se žica podijeli na dijelove, koji ne titraju prema titrajnim brojevima harmonijskih tonova. Te su nepravilnosti često vrlo znatne kod struna, koje su građene iz crijeva.

Između harmonijskih tonova među sobom i osnovnog tona nastaju nepravilni odnosi, zvučni udari. Oni su to jači, što je zvuk bogatiji harmonijskim tonovima; a zvuk žica gudačkih instrumenata po svojoj je prirodi vrlo bogat takvim tonovima. Zvučni udari sami po



GIUSEPPE GUARNERI DEL GESU, 1743.



PIETRO GUARNERI, *Venezia*, 1743.

sebi nisu jaki, a ni usprkos pojačanom intenzitetu, što ga dobivaju od zvučnice, oni ne mogu nikad prevladati smetnje, koje se očituju kao kritički tonovi.

Ima još jedan važan razlog, koji pridonosi slabljenju ili znatnom ublažavanju kritičkih tonova. U nekim slučajevima on može potpuno omesti njihov postanak. Kad neki harmonijski tonovi ne stoje u čistom odnosu s temeljnim tonom i s ostalim harmonijskim tonovima, postoji uvijek mogućnost, da harmonijski tonovi, koji su među sobom u čistom odnosu, uspostave ravnotežu. To biva uz pretpostavku, da taj kontrast nije odviše izražen. Stoga se, kako smo već rekli, pravilnim povlačenjem gudala, kritički tonovi mogu ukloniti djelomično ili potpuno.

Da se kompenzacija titranja odista može postići, dokazuje fizika obilnim primjerima.

Ako se žice malo razlikuju u visini tona, ne dolazi do zvučnih udara; emitirani tonovi, iako se nešto razlikuju, stapaju se — akomodiraju se.

Ta se pojava može motriti istovremenim povlačenjem gudala preko praznih žica a (talijanski la) sa dviju violina. Ako one nisu točno ugode, emitirani će se zvukovi stopiti.

Ti se akustički pojavi mogu motriti i na satovima s klatnom, koji su tako povezani, da se oscilacije jednoga mogu prenositi na drugi. Klasičan je primjer urara Elicota iz godine 1739., koji je primijetio, da dva sata s gotovo jednakim klatnima, obješena na istu ploču, kucaju sinhrono. Trajanje oscilacije kod obaju klatna podjednake dužine međusobno se usklađivalo. Posrednik je bila ploča, koja je prenosila oscilacije s jednog sata na drugi, stvarajući tako kompenzaciju.

Ako, na primjer, sviramo na visokim pozicijama žice g, koja je već po prirodi kruta, postat će ona još kruća zbog pritiska prstom. Stoga će se podjela na kraće dijelove ostvarivati još teže. Doći će do toga, da će se neki harmonijski tonovi eliminirati ili će se stvarati neharmonijski tonovi, koji će stupajući u nečist odnos, prouzrokovati zvučne udare. A kad jednom prijedemo preko tog dijela žice, vidjet ćemo, da tonovi opet lako progovaraju, jer su se na tom dijelu žice ponovo stvorili normalni odnosi titranja.

Kritički tonovi javljaju se uvijek na određenim duljinama žice, na kojima se ona više ne može dijeliti na manje dijelove, koji odgovaraju titrajnim brojevima harmonijskih tonova. Vidimo, prema tome, da izvjesni tonovi postaju kritički naročito na krupnim žicama u visokim pozicijama.

No kritički tonovi nastaju i na tankim žicama, ponajviše u blagoj formi tako, da često promaknu neopaženi; poradi tankoće žica oni se lakše akomodiraju.

Da stvorimo jasan pojam o tome, što smo kazali, bit će dovoljno, da istražimo proces rezonancije zvučnice, kad se ona preko kobilice potrese vibracijom žica.

Kad zvučnica pod potresima kobilice počne vibrirati, ona je izložena dvostrukom kretanju: prisilnim i slobodnim vibracijama.

Slobodne vibracije odgovaraju vlastitom prirodnom tonu zvučnice. Kao čvrsto tijelo, ona se znatno opire slobodnim vibracijama bilo kohezijom svojih čestica, koju mi definiramo kao njen elasticitet, bilo unutrašnjim trenjem. Amplituda tih slobodnih vibracija uskoro se posve izgubi, te one postaju domala posve nezamjetne.

Posve suprotno, prisilne vibracije, koje su zvučnici nametnute potresanjem kobilice, traju toliko, koliko impulsi kobilice, pa se stoga zovu stalnim vibracijama.

Kako kruti materijal zvučnice pruža znatan otpor tako zvanim slobodnim vibracijama, koje odgovaraju vlastitom tonu zvučnice, one

se po svojoj prirodi manifestiraju na ne baš osjetljiv način. Poradi njihova brzog prestajanja one i ne dolaze u obzir, jer su, na kraju krajeva, vibracije zvučnice i dna zavisne samo od vibracija nametnutih kobilicom. To je uostalom u samoj prirodi slobodnih vibracija, jer je svako mijenjanje amplitude praćeno brzim gubljenjem snage i siline.

Iz toga su razloga vlastiti tonovi drveta, od kojega su građene rezonantne ploče, bez ikakve važnosti za rezonanciju instrumenata.

Kad se na violini izvede niz tonova, oni nisu mnogo pod utjecajem prethodno proizvedenih tonova. Naprotiv, postojanje vlastitih tonova drveta nanijelo bi velike štete i smetnje. Zvučnica, prema tome, rezonancijom pojačava samo kompleksan zvučni val, koji joj predaje kobilica.

Kritički tonovi ne nastaju, dakle, na zvučnici violine, nego na potresenoj žici, a prenose se preko kobilice. Neobično osjetljiva i za najmanje nepravilnosti na žicama, kobilica ih prenosi na zvučno tijelo violine. Preneseni i pojačani rezonancijom rezonantnih ploča, ti nam tonovi daju neugodan osjet, jer su hrapavi, tvrdi, ili u najboljem slučaju oni su teško podatni.

## 8. VUČJI TONOVI

Iako vučji tonovi pripadaju u istu kategoriju kao i kritički tonovi, iako im je korijen u zvučnim udarima, uza sve to je njihova priroda potpuno različita.

Zvučnica, koja prima neobično složene titraje, što ih prenosi kobilica, biva čvornim linijama podijeljena na nekoliko vibracijskih polja. Razvijaju se tako stojni valovi, kod kojih zbog refleksije dolazi do superpozicije. Oni se sumiraju tvoreći veće ili manje fleksije — devijacije — zvučnice. Njihova je amplituda osim ostaloga uvijek proporcionalna sa silinom, koja ih proizvodi. Kako su ti valovi zbir valova različitih amplituda, rezultante pokazuju i goleme razlike, a često i veoma zapletene oblike. (Vidi sliku 2 na str. 17.)

Nalijepljena i napeta zvučnica u mnogočine liči nategnutoj žici. Zna se, da tanka žica titra mnogo brže od debele. To važi i za zvučnicu i za dno. I kod njih tanji dijelovi titraju brže nego deblji, jer transversalni valovi stoje s debljinom u obrnutom odnosu. Vibracije tankih dijelova zvučnica mogu da budu višekratnik broja titraja proizvedenog osnovnog tona. Ta je činjenica od izvanredne važnosti za akustičke kvalitete rezonantnih ploča; jer i od toga zavisi savršeno pojačavanje tona određenim harmonijskim tonovima, koji su neophodno potrebni za njegovu snagu, mekoću i briljantnost.

Stoga harmonijske ploče violine u toku svoje ispupčenosti variraju postepeno u debljini, ne samo iz statičkih nego i iz akustičkih razloga. I u tome su kremonski majstori bili nenadmašivi.

Kad ti najtanji dijelovi dosegnu određeni broj titraja, dolazi između njih i onih sa debljih dijelova do zvučnih udara.

Ti su udari objektivne prirode, jer nastaju u stvarnosti: impulsi udara sumiraju se odista i dovode do većih vibracija. Tako ti zvučni udari proizvode neugodan šum.

Spomenuti udari neobično su snažni; zvučnica, da nije tako dobro osigurana bočnicama, mogla bi čak i pući na tanjim mjestima. Kao dokaz te pojave postoji u tehničarima ova analogija.

U osovini vretena, koje se okreće, stvara se elastična oscilacija date dužine vala zajedno s njenim harmonijskim tonovima. Kod određenoga

broja okretaja amplitude harmonijskih oscilacija sumiraju se u amplitudu temeljne oscilacije i razvijaju takvu snagu, da ponekad uzrokuju lomljenje osovine. Broj okretaja dosegnut u času loma zove se »kritički broj okretaja«.

Vidimo, dakle, da vučji tonovi kao i kritički tonovi imaju kao zajednički uzrok zvučne udare i da oni nasuprot kritičkim zvukovima nastaju na zvučnici, naročito kad je ona na nekim mjestima pretanka.

Mana se može popraviti podstavljanjem tanjih dijelova zvučnice, ukoliko su ostale debljine točne. Djelimično se tom nedostatku može doskočiti ispravljajući eventualnu pogrešku u konstrukciji gredice ili premještanjem dušice. Na svaki način nedostatak je prilično težak i ne može se uvijek posve ukloniti.

## 9. ODUŠKE

Izgled odušaka na remek-djelima starog umijeća građenja violina u zlatnoj kremonskoj epohi ispunjava sve stručnjake i amatere divljenjem i zanosom zbog okretnosti, ukusa i genijalnosti, s kojima su stari majstori svojim djelima davali pečat svoje ličnosti i originalnosti.

Govoreći o razvoju oblika violine od njenih prvotnih formi, vidjeli smo, da su i oduške bile pod utjecajem tih osnovnih promjena.

Kod najstarijih instrumenata važnost odušaka nije ni po čemu bila veća od važnosti odušaka na lutnji ili gitari. Tek kasnije na temelju iskustva shvaćena je njihova golema važnost. Bila bi velika zabluda, kad bismo vjerovali, da oduške u svom konačnom obliku i u položaju, zamjenjuju otvore na starim instrumentima.

Ondašnji majstori graditelji bili su svijesni kapitalne važnosti odušaka. Mogli bismo, prema tome, pretpostaviti, da su stari majstori izgradili neka praktična pravila za tu akustički neobično važnu mjeru, kako bi i s te strane osigurali rezultat.

Za potvrdu toga ima na sreću različitih originalnih crteža iz ostavine slavnog Stradivarija. Oni nas upućuju u tačnu konstrukciju odušaka violine. Pored svoje interesantnosti crteži su i neobično poučan primjer, koji pokazuje kako su, ti veliki majstori uspijevali da jednostavnim sredstvima dosegnu velike ciljeve.

Nakon dugotrajnih napora pošlo mi je za rukom, da riješim pitanje konstrukcije položaja i dimenzija odušaka i njihovih dijelova, kojom se služio Stradivari.

Evo metoda konstrukcije, koju su upotrebljavali Stradivari i Guarneri del Gesù.

Za konstrukciju odušaka poslužio sam se originalnim crtežima Stradivarijevim iz gradskog muzeja u Kremoni. Crtež odušaka prema Guarneriju del Gesù rekonstruirao sam snimivši i detalj na dvije autentične violine velikog majstora.

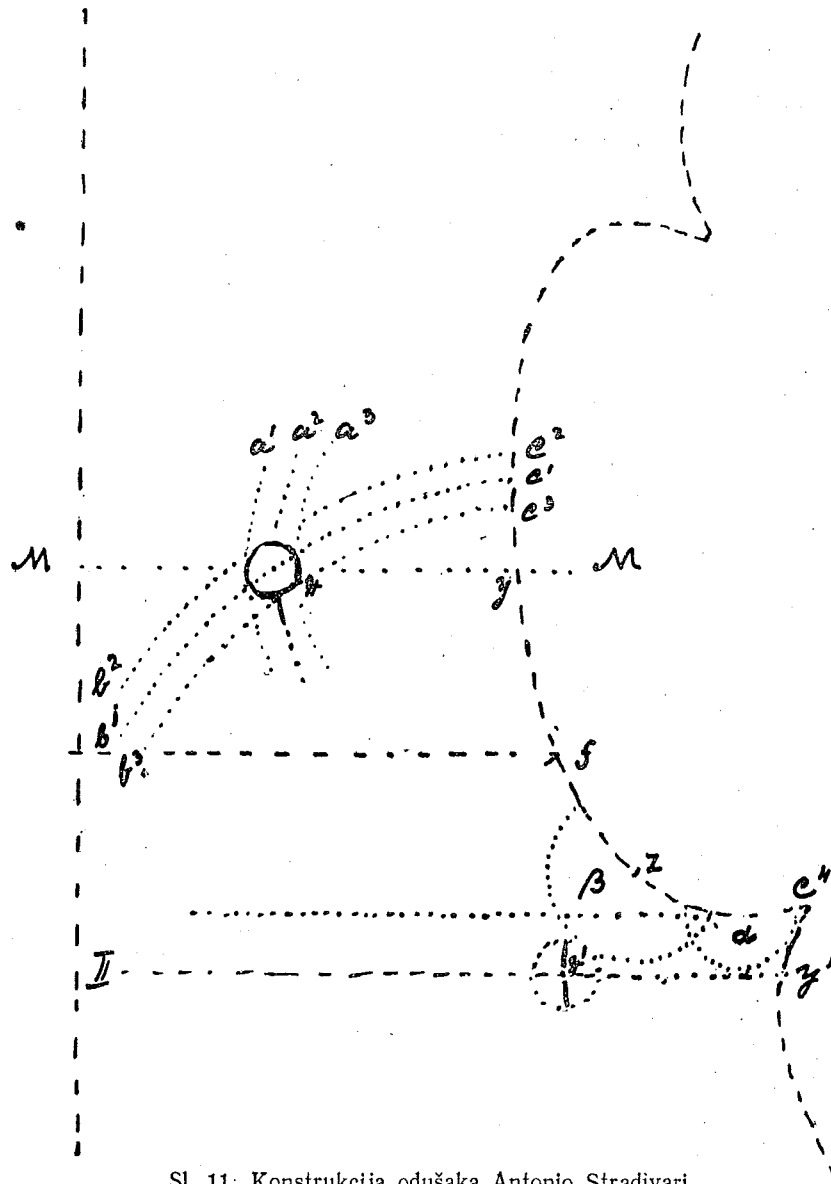
### A) KONSTRUKCIJA ODUŠAKA PREMA ANTONIJU STRADIVARIJU (Slika 11.)

Za konstrukciju odušaka služi vanjska linija vijenca bočnica, koja opet odgovara liniji kontura zvučnice odbivši rubove. Kako se za tu konstrukciju upotrebljava samo polovina zvučnice, posvuda je uzeta u obzir samo polovina širine zvučnice.

1. Prepolovi središnji dio, koji se nalazi između linija gornjih i donjih uglova i povuci liniju M M. Na tom pravcu nalazi se centar gornjeg oka.

2. Raspolovi liniju M M. U dobivenoj točki X, koja predstavlja polovinu polovice dužine zvučnice, nalazi se vanjski rub kružića za gornje oko.

3. Priječnik gornjeg oka uvijek je jednak 1/8 polovine širine zvučnice, na liniji M M. Ako pak uzmemo u račun čitavu širinu zvučnice na M M, priječnik gornjeg oka iznositi će njen šesnaesti dio.



Sl. 11: Konstrukcija odušaka Antonio Stradivari

4. Iz centra u točki Y na rubu bočnog udubljenja konstruiraj sad tri kruga  $a^1$ ,  $a^2$ ,  $a^3$  i to: luk kruga  $a^3$  s radijem jednakim polovini širine zvučnice X—Y. Za kružić  $a^1$  kao radij uzmi duljinu X—Y, plus priječnik gornjeg oka. Kružić  $a^2$  prolazi kroz sredinu gornjeg oka.

5. Da se povuče pomoćna linija II, koja se nalazi ispod linije donjih uglova, uzmi kao radij priječnik gornjeg oka i konstruiraj krug  $\alpha$ , kojemu je centar na rubu bočne udubine blizu donjeg ugla, kao što se vidi iz crteža. Povuci sad paralelu s linijom donjih uglova kao

tangentu na krug  $\alpha$  i nanesi na nju s ruba razmak  $X' - Y'$ , koji je ravan  $X - Y$ , to jest jednak polovini poluširine zvučnice.

6. Iz centra u  $X'$  zacrtaj tri kružna luka  $c^3$ ,  $c^1$  i  $c^2$  do ruba bočne udubine.

7. Prepolovi rub udubine između točkaka  $c^1$  i  $c^2$ ; kroz dobivenu točku  $f$  prolazi linija za ureze odušaka.

8. Prepolovi udaljenost  $c^1 - f$  i nanesi je na rub udubine sa  $f$  naniže; na taj način dobit ćeš točku  $z$ , koja je centar kruga  $\beta$

9. Prepolovi udaljenost  $c^2 - z$  i dobit ćeš radij za krug  $\beta$

10. Iz centra u  $X'$  konstruiraj najzad krug, tako da dotiče krug  $\beta$ , i dobit ćeš donji otvor odušaka.

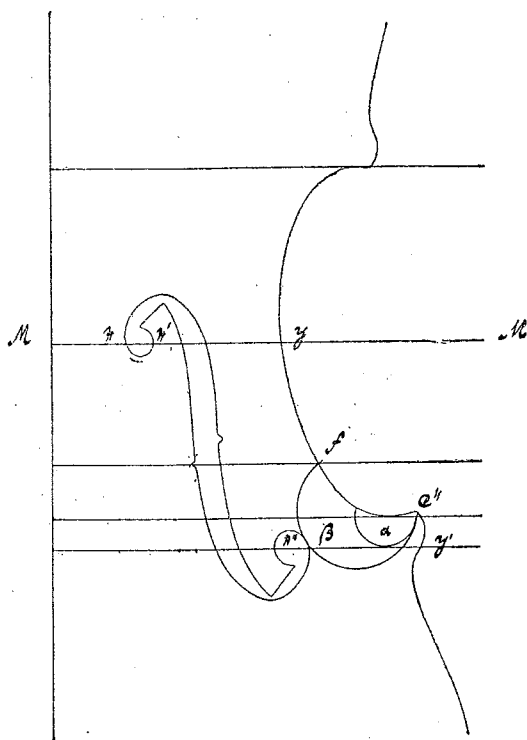
Taj je Stradivarijev način veoma važan; on čini temelj akustički ispravne konstrukcije.

Priječnik gornjeg oka jednak je najvećoj širini odušaka kod njihovih zareza.

Jasno je dakle, da se s mijenjanjem profila violine u istom omjeru mijenjaju i dimenzije odušaka. To je od neocjenjive važnosti za pravilno reguliranje vlastitog tona zračne kutije (u odnosu na njenu duljinu i zapreminu zraka), o čemu ćemo opširno govoriti u poglavlju o vlastitom tonu zračne kutije.

#### B) KONSTRUKCIJA ODUŠAKA PREMA GIUSEPPE GUARNERIJU DEL GESÙ IZ GODINE 1743.

Kod ove konstrukcije uzet je u obzir oblik zvučnice bez odbijanja rubova. (Vidi sl. 12).



Sl. 12. Konstrukcija odušaka Giuseppe Guarneri iz godine 1743.

$X'Y$  i to tako, da  $X'Y$  bude jednako  $X''Y'$ . U  $X''$  nalazi se centar donjeg oka.

1. Prepolovi središnji dio, koji se nalazi između linije gornjih i donjih uglova i povuci liniju  $MM$ . Na njoj pronadi središte gornjeg oka oduške.

2. Podijeli poluširinu grudi na liniji  $MM$  na tri jednaka dijela. Unutarnji rub kružića za gornje oko prolazi kroz točku  $X$  prve trećine računajući od osi simetrije.

3. Priječnik kružića za gornje oko jednak je uvijek osmini poluširine zvučnice, na liniji  $MM$ .

4. Za konstrukciju pomoćne linije  $II$  ispod linije donjih uglova uzmi kao radij priječnik gornjeg oka i nacrtaj krug s ruba bočne udubine, tako da njegov centar bude udaljen od vrha donjeg ugla za duljinu vlastitog radija. Konstruiraj zatim paralelu liniji donjih uglova, koja će biti tangenta kruga i nanesi na tu liniju s ruba duljinu



5. Uzmi u šestar udaljenost  $X'Y$  i njome iz točke  $Y$  na rubu bočne udubine presijeci prema dolje točku  $f$ . To je točka za liniju ureza u odušci.

6. Raspolovi udaljenost  $c^4 f$ . Dobivena točka bit će središte kruga.

Iz tog centra nacrtaj krug  $\beta$  s radijem, koji je jednak polovini udaljenosti  $c^4 f$ .

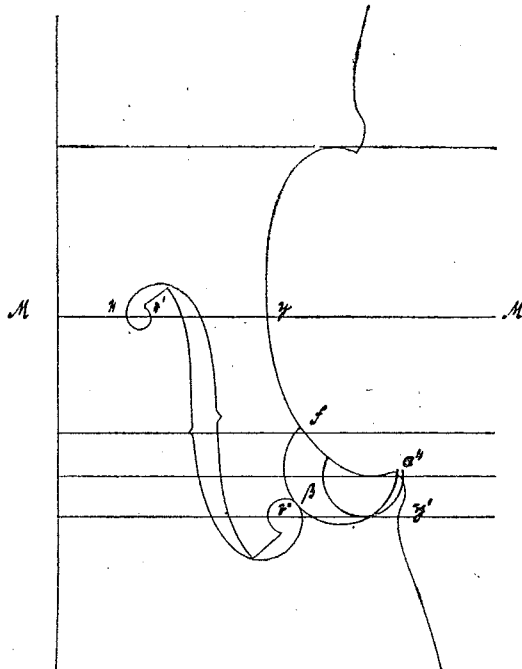
7. Iz točke  $X''$  zacrtaj tangencijalni krug na krug  $\beta$ , pa ćeš dobiti veličinu donjeg oka oduške.

Uz točku 4.) moram primijetiti, da je Guarneri, za konstrukciju pomoćne linije II zadržavajući princip konstrukcije upotrebljavao još jednu varijantu osim one uobičajene za njegove toliko karakteristične oduške. Vidimo to na modelu iz 1743. (sl. 12), na kom je za radij kruga  $\alpha$  kao i Stradivari uzimao priječnik gornjeg oka, budući da vršni kraci kod ovog tipa odušaka polaze od struka prema očima u mnogo oštrijem kutu nego kod njegova uobičajenog tipa.

Da povuče pomoćnu liniju II (vidi model iz 1733. — sl. 13) Guarneri uzima trostruki radij gornjeg oka, jer se ogranci gornjih i donjih krajeva odušaka izvijaju mnogo blaže iz njihova struka. Na taj se način udaljenost između centara gornjeg i donjeg oka za taj razmak produljuje, iako prava duljina odušaka ostaje nepromijenjena.

Namjerno sam odabrao te dvije varijante Guarnerijevih odušaka, da istaknem opću primjenljivost tog načina konstrukcije.

Svojim načinom rješenja Stradivarijeve i Guarnerijeve metode za konstrukciju odušaka dokazao sam, da su se stari graditelji zaista služili stalnim pravilom za njihovo određivanje i oblikovanje. Oni su, kao što ćemo kasnije vidjeti, utvrdili općenito primjenljiv konstrukcijski princip. Oni su ton uzdušne ko-



Sl. 13. Konstrukcija odušaka Giuseppe Guarneri iz godine 1733.

komorice kao izraz veličine njene zapremine doveli u određeni odnos s njenim dimenzijama, za koji su iskustvom ustanovili da je najbolji i najprikladniji.

Uporedimo li Guarnerijevu i Stradivarijevu metodu konstrukcije odušaka, vidjet ćemo, da su stari majstori, iako su pripadali različitim školama, pri izračunavanju i oblikovanju svojih odušaka bili uvijek rukovođeni istim osnovnim načelima.

Vidjeli smo, da se kod svih graditelja centar gornjeg oka nalazi na liniji, koja polovi centralni dio (dio, što leži između gornjih i donjih uglova), a da je priječnik gornjeg oka kao i najveća širina oduške na liniji ureza jednak  $1/8$  poluširine grudiju.

Te dvije dimenzije vezane su o širinu centralnog dijela, naročito one na liniji koja prolazi kroz centar gornjeg oka. Ta je činjenica od velike važnosti za utvrđivanje širine odušaka i zapremine kutije, jer se povećavanjem dimenzija srednjeg dijela, što povlači za sobom i povećanje kontura violine, povećavaju automatski širina i duljina odušaka.

Vidimo, nadalje, da su stari graditelji određivali položaj linije unutarnjih ureza na oduškama uzimajući u obzir samo centralni (središnji) dio konture violine, a ne osvrćući se uopće na ostale dimenzije, kako se to vidi iz originalnih Stradivarijevih crteža.

Općenito uzevši, to su bile glavne smjernice starih majstora za utvrđivanje položaja odušaka, iako je svaki od tih majstora, kako smo vidjeli kod Stradivarija i Guarnerija del Gesù, imao svoj vlastiti način konstrukcije.

Dok je Stradivari kao polaznu točku za konstrukciju odušaka uzimao vanjski rub na vijencu bočnica, del Gesù je polazio od vanjskog ruba zvučnice. Na to je bio primoran neobičnim oblikom svojih otvora: oni su bili duguljastiji i izvučeniji na krajevima. Tako je vanjski rub kružića za gornje oko i kod Stradivarija morao pasti u centar poluširine zvučnice. Kako kod Guarnerija njegov vanjski rub gornjega oka leži na granici prve trećine poluširine zvučnice, morao je Guarneri da na tom mjestu podijeli poluširinu zvučnice na tri jednaka dijela.

I Stradivari i Guarneri rukovodili su se istim principom pri utvrđivanju točnog položaja kobilice: prepolovili bi crtu bočne udubine između vanjske periferije kruga, koji se nalazi kraj donjeg ugla i točke, u kojoj linija povučena kroz centar gornjeg oka siječe rub bočne udubine. Jedina je razlika u tome, što se Guarneri služio direktno linijom, koja siječe centar gornjeg oka, a Stradivari je to isto za svoje ukošenije oduške postizavao uz pomoć kružnog luka, koji prolazi kroz centar gornjeg oka, a ima zajednički centar s donjim okom.

Pomoćnu liniju, važnu za utvrđivanje centra kružnice za donje oko, zacrtavali su i Stradivari i Guarneri pomoću kruga, čiji je radij bio jednak višekratniku radija gornjeg oka. Njegov se centar nalazi ili blizu donjeg ugla na vanjskoj liniji bočnica ili na vanjskom rubu kontura violine.

Kod obojice majstora, koji su s Amatijem bili uzor svim ostalim graditeljima, centar donjeg oka nalazi se na pomoćnoj liniji, koja je udaljena od ruba toliko, koliko je vanjski rub kružića gornjeg oka udaljen od ruba zvučnice. Jedina je razlika bila u tome, što su neki majstori polazili od vanjskog ruba vijenca bočnica, a drugi od vanjskog ruba zvučnice; no svi su se rukovodili istim temeljnim načelima.

Iako su se svi majstori pridržavali istih načela, vidimo, da gotovo nijedna oduška ni kod istog autora nije jednaka drugoj; naprotiv, one vrlo često pokazuju velike razlike, koje po finoći i delikatnosti linija odušaka padaju u oči i izgledaju izrazitije, nego što ustvari jesu. No ako ih mjerimo, možemo odmah utvrditi, da su te razlike minimalne ili da ih uopće nema.

Da razmotrimo uzroke tim razlikama! Vidjeli smo, da su graditelji violina, kad su htjeli zacrtati linije odušaka, polazili od ruba bočnica ili od kontura violine. Izlazi, dakle, jasno, da zbog bilo kakve razlike pa i najmanje u liniji bočnih udubina i uglova konture violine na tim mjestima poprimaju drugi tok, a od njih opet zavisi konstrukcija odušaka. Ako dakle obris promijenimo i za milimetar ili manje, ta promjena nužno dovodi do promjene na oduškama; javljaju se razlike, iako su primijenjeni isti principi građenja.

Glavni izvor tih razlika leži u uglovima. Poznato nam je otprije, da uglovi bočnih udubina leže izvan akustičkog prostora violine; zbog toga je majstorima bilo široko polje, da po vlastitim umjetničkim pogledima na različit način tretiraju i oblikuju uglove dajući lični pečat i umjetnički izražaj svojim instrumentima.

Na koncu ne smijemo zaboraviti, da je konstrukcijski plan za oduške bio toliko poznat majstorima, da su ga oni izvodili napamet, slobodnom rukom, oslanjajući se pritom vrlo često na svoje sigurno oko, što je — naravno — moralo dovoditi do sitnih razlika.

Mislim, da sam dokazao, da su se svi majstori pri zacrtavanju odušaka služili istim građevnim načelom; njihovo izvođenje bilo je više ili manje savršeno, već prema sposobnosti umjetnika. Bilo je i starih majstora, koji su neprestano vršili nove pokušaje, kao na primjer Pietro Guarneri. On je premještao oduške čas naviše, čas naniže; no to se nije uvijek povoljno odražavalo na karakteru tona njegovih instrumenata. Najveću točnost nalazimo kod Amatija, Stradivarija i nekih njegovih učenika i kod Guarnerija del Gesù.

Što se tiče crteža, što sam ih ovdje unio, primijetit ću, da kako se čini, kod njih ima u nekim pozicijama malih razlika.

Dolazi to otuda, što sam uzeo točne obrise lika zvučnice, kako se to može utvrditi na crtežu Stradivarijevu, koji baš ne pokazuje pretjeranu konstrukcijsku točnost.

U konstrukciji odušaka četiri su točke od kapitalne važnosti:

1. položaj i veličina gornjih očiju,
2. širina oduške u visini unutarnjih ureza,
3. položaj unutarnjih ureza odušaka,
4. položaj veličine donjih očiju.

Kad se udovolji ovim zahtjevima, kao što ćemo kasnije vidjeti, bilo je majstorima još uvijek slobodno, da pri biranju harmonijskog oblika do određene mjere daju maha svom umjetničkom osjećaju.

Kad na temelju gornjih načela načinimo model odušaka, možemo prirediti šablonu, kakva se upotrebljava danas; ali se ona može primijeniti samo na isti tip jednakih dimenzija tijela i jednake širine grudiju.

Koliko je važno, da konstrukcija odušaka bude savršena, bit će nam jasno, ako uzmemo u obzir sve od čega to zavisi:

1. točna dužina i akustički položaj odušaka uopće; s tim u vezi
2. točan položaj ureza na oduškama,
3. točan položaj kobilice i dušice,
4. točne širine odušaka i okâ u odnosu na dužinu tijela i zapreminu zraka u instrumentu; s tim u vezi
5. njihov regulatorski utjecaj na vlastiti ton kutije kao i na boju, karakter i snagu tona, na laku podatnost i dobre odnose rezonancije u kutiji pa prema tome i na briljantnost tona,
6. točna »menzura«,\* a otuda i točna dužina žica i vrata.

Sve je to u direktnom odnosu s točnom konstrukcijom odušaka.

Iz Stradivarijeva crteža vidi se, da su stari Kremonjani menzuru, to jest udaljenost od kobilice do gornjeg ruba zvučnice izračunavali isključivo iz dužine srednjeg dijela, to jest iz duljine bočnih udubina ne uzimajući u obzir nikakvu drugu dimenziju tijela violine.

\* »Menzura« ili mjera, jest udaljenost između gornjeg ruba zvučnice do »linije kobilice«, mjera koja je neobično važna za određivanje dužine vrata. Da se odredi točna dužina vrata, ta se dužina dijeli na tri jednaka dijela, od kojih se dva uzimaju za duljinu vrata od sedla do ruba zvučnice. Tome treba dodati dužinu potrebnu za usađivanje vrata i to za violinu 5 mm, za violu 6 mm, a za violončelo 11 mm.

To je i prirodno. Središnji je dio violine, koji sadržava u sebi grudi, onaj, u kome kuca život. Tu je vrelo svega, što nam violina može dati, tu se rađa njena riječ, tu ona stvara ne samo polaznu točku svih akustičkih pojava, koje se zbivaju u njenom tijelu, nego je tu i temelj mehaničkog sistema.

Dokaz, da pojedini dijelovi lika violine, odnosno njenoga tijela, stoje u stalnim međusobnim odnosima, daje i činjenica, da su stari graditelji violina prema središnjim udubinama utvrđivali položaj linije kobilice i linije menzure.

Vidimo, dakle, posve jasno, da su stari Kremonjani postupali po točno utvrđenom sistemu i da im za izračunavanje odušaka nije bilo potrebno uzimati ni u obzir ni za pomoć bilo koju drugu dimenziju.

Da Stradivarijev konstrukcijski plan ne pristaje svim njegovim instrumentima, razmotrili smo iscrpno već prije; sad moramo istražiti još jednu drugu stvar, preko koje se ne može olako prijeći.

Kad smo govorili o liku violine, spomenuli smo, na koji su se način utvrđivale glavne točke dimenzije pojedinih dijelova zvučnice. No u isti smo mah naglasili i to, da su to bile općenite smjernice. One su majstorima omogućavale da vrše manje preinake u ovom ili onom smislu, kad god su htjeli da svojim modelima dadu drugu liniju. Tako je dolazilo — čak i u slučaju, kad su se za konstrukciju odušaka služili istim sistemom — do minimalnih razlika, no i one su ostajale u točnim odnosima. Dakle, kad su bile utvrđene točke od akustičke važnosti; majstorima je još ostajala neka sloboda za one dijelove zvučnoga tijela, koji nisu bili od utjecaja s akustičkog gledišta.

Tako je i Stradivari imao nekoliko crteža za oduške, kao što je imao nekoliko različitih modela za svoje violine. Kod tih modela neke su dimenzije bile različite, pa su one nužno povlačile za sobom i različite crteže i skice odušaka.

Uza sve to ostaje otvoren još jedan put, koji bi mogao dovesti do manjih izmjena, a da ne bude u suprotnosti sa sistemom.

Vidimo, da je Stradivari određivao prije svega položaj oka odušaka, a zatim je malom šablonom na zvučnici zacrtao tok ostalih dijelova odušaka i tek onda pristupao njihovom izrezivanju. No pritom on je uvijek ostavljao otvorenu mogućnost, da bi u ograničenoj mjeri mogao mijenjati liniju odušaka prema vlastitom umjetničkom ukusu.

Rekli smo već, da su širina oka odušaka, kao i širina unutarnjih ureza odlučni elementi i da je za dalje oblikovanje odušaka majstorima bila ostavljena neka sloboda. Oni su se znali i okoristiti njome.

Vidimo tako, da su oni krajevima odušaka davali blagu, ispruženu krivinu, koja je spajala oka, ne samo zato, da poljepšaju njihov oblik, nego prije svega iz statičkih i akustičkih razloga. Na taj su način oslobodili grudi zvučnice ne samo od lijepljenja, nego su ih i izolirali, da im osiguraju veću vibracijsku snagu. Samo je tako bilo moguće srednjem dijelu zvučnice dati debljinu, koja je potrebna, da bi ona mogla da podnese pritisak kobilice i napetost žica. Da bi to postigli, a da pri tome ne oslabe zvučnicu, oni su sužavali oduške u blizini oka, izbjegavajući na taj način smanjivanje zapremine zraka u zvučnoj kutiji i stvarajući u isto vrijeme pogodnu vezu između zraka u instrumentu i izvan njega.

Da ne bi dali oduškama preveliku dužinu, — a to bi dovelo do pomjeranja njihovih oka u položaj nepodesan za zračnu komoru, — upotrebljena je duga povijena linija, koja spaja struk odušaka s očima; izbor sretan i sa statičkog i s akustičkog gledišta. Bilo koji drugi oblik doveo bi do toga, da nedostane površina zvučnice, što baš ne bi bilo

indiferentno. To bi ne samo oslabilo zvučnicu, nego bi i nanijelo štete zapremi zraka i samom tonu.

Tok povijenih vršaka odušaka različit je ne samo iz estetskih nego i iz akustičkih razloga, jer od njihove veće ili manje povijenosti zavisi i oblik takozvanog jezičca. Eto zbog toga stari graditelji violina nisu davali krivinama odušaka uvijek isti tok.

Ako razmotrimo oduške raznih starih majstora, jasno je, zašto su Amati i brešanski majstori urezivali malene jezičce, Stradivari i neki drugi srednje široke, a Guarneri del Gesù najšire.

Važna je i veličina jezičaca. Ako su krivine odušaka odviše otvorene, a jezičci preuski, bila bi ne samo oslabljena zvučnica, nego bi prevelika širina odušaka smanjila kutiju za rezonanciju i dovela do svih onih štetnih posljedica, o kojima će biti govora u poglavlju o zapremi zraka.

Ako smo po metodi Stradivarija utvrdili točan položaj gornjih i donjih oka kao i položaj odušaka, još uvijek nismo odredili njihovu istinsku i potpunu dužinu, jer su, kako smo vidjeli, stari majstori imali slobodne ruke, da prema vlastitom nahođenju razvijaju linije krajeva.

Radi se, dakle, o tome, da se utvrdi ukusna dužina odušaka, to jest udaljenost između njihovih vrhova i da se ustanove granice, u kojima se može kretati njihovo oblikovanje.

Dužina oduške iznosi prosječno  $1/5$  dužine kutije. Tek u tom omjeru nalazi se ona u pravom odnosu s dužinom zvučnice i njenog srednjeg dijela.

Naravno da se i tu majstorima u skromnim granicama pružala mogućnost variranja te dužine, pa su se i oni pridržavali te direktive.

Što se pak tiče ureza na oduškama, znamo, da unutarnji obilježuju liniju za položaj kobilice, a vanjski imaju isključivo estetsku zadaću. Oni služe maskiranju asimetrije odušaka i čine ih ugodnijima oku, jer je njihov dio iznad linije kobilice dulji od dijela ispod nje. To dolazi otuda, što je donja polovina manje zakrivljena. Ta razlika nije puki hir. Bilo je potrebno unijeti neku proporciju u taj dio odušaka na širem dijelu violine, jer su vibracije u tom dijelu poradi njegove veće širine mnogo jače nego u gornjem dijelu. Neobično važna činjenica, koja olakšava emitiranje zvučnih valova u vanjski zrak.

Konstrukciju, kojom se služio Stradivari pri izrađivanju odušaka violine, analizirao sam i riješio u drugom radu »Mjera za oblik B određivanja oka violončela«; ali ovdje dosta o tome, jer je ovo djelo posvećeno isključivo violini.

Konstrukcija odušaka kod viole podudara se u svemu s njihovom konstrukcijom kod violine.

## 10. ZAPREMINA ZRAČNOG TIJELA

Već su stari graditelji lutnji, a kasnije stari graditelji viola i violina bili svijesni odlučne važnosti veličine zapremine zraka za zvučnost njihovih instrumenata. Oni su priznavali, da se veličine instrumenta ne mogu mnogo varirati, a da se tim ne nanese šteta njegovoj sonornosti i karakteru tona.

Pažljivim motrenjem oni su zapazili, da zapremina zraka, koja zavisi od visine bočnica i veličine ispupčenosti, stoji u određenom omjeru s dužinom tijela.

Stari su graditelji bili prema tome prinuđeni, da za tu mjeru nađu stalno pravilo, kako bi svojim instrumentima sa sigurnošću mogli

dati određenu zapreminu i na taj način postigli njihovu što veću zvučnost.

Nakon dugog, empirijskog pokušavanja to im je i pošlo za rukom. Dokaz su stara remek-djela, kod kojih je veličina kutije uz neznatna kolebanja uvijek ista. Ističem uz neznatna kolebanja, koja zavise od sitnih razlika u dužini tijela; ona se kreću uvijek oko nekoliko milimetara, no zapremina uvijek ostaje u pravilnom odnosu.

Još ćemo jednom rekapitulirati elemente, koji su odlučni za određivanje veličine zapremine.

Govoreći o ukupnoj visini tijela (Atc) dokazali smo, da se ona, uzeta ukupno, kretala oko  $1/6$  njegove dužine, dakle da visina zavisi od dužine i da ona služi kao smjernica za utvrđivanje visine bočnica i ispupčenosti.

Sjetimo se, da je za izračunavanje zapremine neke šupljine potrebno poznavati njenu dužinu, širinu i dubinu. A vidjeli smo još u poglavlju o zacrtavanju lika violine kao i u onome, koje govori o ispupčenosti zvučnih ploča, da su nam dati svi potrebni elementi za izračunavanje tačne zapremine violine, a da pritom ne moramo uzimati u pomoć bilo kakvu novu konstrukcijsku formu.

Vidjeli smo osim toga, kad smo govorili o konstrukciji odušaka, da širina oduške mora iznositi  $1/8$  poluširine središnjeg dijela zvučnice. Prema tome, širina odušaka vezana je o širinu tijela, a ova je opet zavisna od dužine mjerene usred bočnih udubina.

Nalazimo se dakle pred jednom konstantom, koja se automatski mora povećavati ili smanjivati s dužinom, odnosno sa širinom zvučnice; to osigurava i odgovarajuću točnu širinu odušaka.

Rezimirajući vidimo, da su za točnu definiciju i regulaciju zračne zapremine stari graditelji raspolagali s tri stalne dimenzije.

To su: dužina tijela, ukupna visina (Atc), općenito  $1/6$  njegove dužine i širina odušaka, koja iznosi  $1/8$  poluširine zvučnice u predjelu bočnih udubina.

Stari su se strogo pridržavali tog pravila, jer su i empirijskim putem došli do saznanja, da je samo na taj način moguće dobiti potrebnu zapreminu. Bilo je to nužno za razvijanje zvučnosti i snage tona.

Ne treba dakle, da se čudimo, što su stari graditelji, kako ćemo kasnije vidjeti, uspijevali da postignu uvijek jedan isti ton same zvučne komore svojih instrumenata čak i onda, kad su varirali njihove dimenzije.

Od kolike je važnosti pridržavanje tih koeficijenata pri određivanju veličine zapremine kutije, vidjet ćemo, kad budemo počeli istraživati elemente, koji mogu uzrokovati smanjivanje ili povećavanje zapremine kao i promjene zvučnosti, koje od toga zavise.

Pozabavit ćemo se prije svega onim elementima, koji stvarno povlače za sobom povećanje ili smanjenje zapremine. To se može dogoditi na dva različita načina: spuštanjem, odnosno podizanjem bočnica, ili snižavanjem ili povišavanjem ispupčenosti zvučnice i dna.

Više ili niže bočnice djeluju mnogo radikalnije na zapreminu ormarića, jer vijenac bočnica obuhvata apsolutno najveći dio zapremine violine; onaj dio, koji otpada na ispupčenosti, mnogo je manji.

Za potvrdu toga donosim primjer jednog Guarnerijeva modela male dužine od 352 mm, koji obuhvata  $1830 \text{ cm}^3$  zraka, a ispupčenosti zvučnice i dna sadržavaju svega  $400 \text{ cm}^3$ .

Ako su bočnice niže, zapremina je manja, a to djeluje povoljno na dvije visoke žice, na račun dviju niskih.

Ako je zapremina zraka premalena, tonovi dubokih žica prazni su, mršavi i sirovi, a tonovi visokih žica gube na rezonanciji i jasnoći. Svako snižavanje bočnica i s tim povezano smanjivanje zapremine zračne kutije povišava i njen vlastiti ton.

Ako se, naprotiv, bočnice povise i zapremina poveća, štetuju visoke žice na račun dubokih, koje dobivaju karakter violinih žica. Ako se zapremina poveća, pretjerano duboke žice daju taman i slab zvuk, visoke žice postaju slabo podatne, a zvuk im je to oštiji, što je veća ukupna dubljina tijela. Prema tome, što je veća ukupna duljina prema duljini kutije, to se teže stvaraju harmonijski tonovi. Kako smo rekli, visoke bočnice daju mek i taman ton. Prevelika zapremina slabi duboke tonove, a čini piskavima visoke. Svako povišivanje bočnica i povećavanje zapremine čini nižim i vlastiti ton kutije.

Ima još jedna mjera, neobično važna i od velika utjecaja na zapreminu, koja je unekoliko i regulator same zapremine kao i vlastitog tona zračne komore, a to su oduške.

Ako proširimo oduške, vlastiti se ton zračne komore povišava; naprotiv, njihovo ga sužavanje snižava.

Vidimo dakle, da proširivanje odušaka po svome efektu odgovara spuštanju bočnica; i obratno, sužavanje odušaka odgovara dizanju bočnica.

Prirodno je, da proširivanje odušaka proširuje i otvore, preko kojih zrak sadržan u tijelu violine saobraća s vanjskim, i da uzrokuje stvarno smanjenje zapremine; obratno, smanjenje odušaka dovodi do povećanja zapremine.

Možemo zaista staviti kao ekvivalente povećavanje i smanjivanje odušaka s efektivnim smanjivanjem odnosno povećavanjem zapremine. To je vrlo važno saznanje. Ono označava regulatorski utjecaj odušaka na zapreminu zvučnog tijela; još i više, ono ukazuje na ne manje važnu međusobnu zavisnost odušaka i dimenzija instrumenta.

Sjetimo se onoga, što je bilo rečeno o visini bočnica i o ispupčenosti rezonantnih ploča, pa ćemo se zadiviti, na koji su način stari graditelji mogli utvrditi taj savršeni odnos između visine bočnica, ispupčenosti harmonijskih ploča i dimenzija odušaka.

Već smo prije rekli, da, iako su se stari majstori strogo pridržavali uvijek istih konstrukcijskih načela, ipak kod jednog te istog majstora oduške nisu iste. To naročito primjećujemo kod priječnika gornjih oka odušaka i kod ureza na oduškama, koji pokazuju neka kolebanja.

Ova je konstatacija vrlo zanimljiva. Ona nas utvrđuje u uvjerenju, da su stari Kremonjani praktički već bili upoznati s važnošću vlastitog tona zračne komore, kao i s regulatorskim utjecajem različitih širina odušaka.

To se još jasnije može primijetiti kod instrumenata malog formata (347—350—352 mm), kod kojih su nužno i oduške morale biti uže. Ovo je to važnije u slučaju, ako su visine bočnica bile prilično malene (na pr. 29—28 ili 30—26,9 mm), jer su se užim oduškama akustički povećavale zvučne komore.

Mora se isto tako istaći i činjenica, da visoke ili veoma visoke bočnice znatno povećavaju zapreminu zračne komore. Da se to povećanje zapremine dovede u pravilan odnos prema vlastitom tonu zvučnoga tijela i njegove dužine tijela, bit ćemo prisiljeni da konstruiramo čas šire čas uže oduške.

Kod instrumenta manjeg formata moraju oduške uopće biti uže, jer se na taj način povećava volumen uzduha. Ako instrumentima damo još i visoke ili veoma visoke bočnice, morat ćemo proširiti otvore

odušaka, jer je to proširivanje jednakog efekta kao smanjivanje zapremine uzdužne komore. Trebalo je uravnotežiti povećanje dobiveno visokim bočnicama s proširivanjem odušaka. Odista, duhovita igra sila.

Na taj način dana je mogućnost, da i kod velikih i kod malih modela zvučnu komoru i njen vlastiti ton dovedemo u pravilan potreban odnos prema dužini tijela.

Na taj ćemo način našim instrumentima osigurati tri važna svojstva: silinu, prodornost i intenzitet, što se naročito jasno ogleda u instrumentima Guarnerija del Gesù. Vidimo odista, da su stari majstori uvijek nastojali, da za svoje violine postignu intonaciju zračne komore u C<sup>1</sup>, jer su s tom intonacijom dobivali najveću rezonantnost i snagu.

Moramo se zadiviti, kad vidimo, kako su stari majstori znali empirijski s umjetničkom i logičkom intuicijom rješavati najteže probleme.

To je rječiti dokaz njihova bogatog iskustva i dubokog poznavanja najtananijih akustičkih svojstava zvučnoga tijela violine.

Za zvučnost violine i za karakter njena tona nije važna samo zapremina tijela nego i oblik, koji toj zapremini daje zračna komora posredstvom ukupne visine (Atc), ispupčenosti rezonantnih ploča i obrisa modela.

Ako bacimo pogled na sve, što je dosad rečeno o zapremini zraka, izlazi jasno, koliko je za kakvoću tona violine važna i odlučna količina zraka i oblik instrumenta.

Da to objasnimo i da u isto vrijeme dokažemo te tvrdnje, pozabavit ćemo se na čas nekim fizičko-akustičkim zakonima.

Proizvodimo li na violini jedan ton, nije nužno, da broj titraja toga zvuka bude jednak broju titraja vlastitog tona zračne komore pa da ga ona rezonancijom pojača. Rezonancija je uvijek moguća, ako je broj titraja proizvedenog tona jednak višekratniku vlastitog tona zračne komore.

Kako smo već istakli u ovom poglavlju, zračna komora violine mora pomoću nekih konstrukcijskih mjera dobiti takve osobine, da se vibracijski oblik zračne zapremine što je moguće više prilagodi vibracijskom obliku žica, a to je važan činilac za bolju zvučnost violine.

Zračna komora preko kobilice i dušice prima potpuno razvijeni zvuk — zvučni val pojačan rezonantnim pločama. S tog zvučnog vala zračna komora tako reći uzima onaj vibracijski oblik, koji odgovara njenim rezonantnim kvalitetama, da bi se one još više pojačale. U skladu sa svojim vibracijskim oblikom, ona daje rezonanciju svim onim tonovima, koji su višekratnik vlastitog titrajnog broja, to jest vlastitog tona zračne komore.

Za dobru rezonanciju i za savršeno pojačavanje tonova važan je vertikalni aksijalni priječnik, to jest visina (debljina) zračnog stupa sadržanog u violini i njegov elasticitet.

Iz toga su razloga ploče zvučne komore ispupčene; visina njena zračnoga stupca varira na različnim mjestima. I gornje bočnice grade se niže od donjih, da bi se pogodovalo stvaranju harmonijskih tonova.

Debeo zračni stupac, prema tome dubok (kao na primjer u grudima srednjeg dijela), mekan je, a plići zračni stupac je prilično krut.

Zvučni valovi, koji se lako rasprostiru kroz čvrsta tijela, ne prelaze tako lako s njih na plinovita tijela, kao što je zrak. Ipak se zvučni val razvija veoma lako u zračnoj komori i daje rezonanciju harmo-



nijskim zvukovima pojačavajući ih; a oni su neophodno potrebni za snagu i karakter tona. Zrak upravo poradi svoga velikog elasticiteta može s velikom lakoćom slijediti zamršene vibracije žica.

Eto zašto i najmanje promjene, koje utječu na zapreminu zraka u zvučnom tijelu, mogu izazvati poremećaje rezonancije, eliminirajući neke harmonijske zvukove ili neke njihove grupe, što onda direktno djeluje na pogoršanje koliko kvaliteta, toliko i karaktera tona.

## 11. VLASTITI TON ZRAČNE KOMORE

Namjerno raspravljam o toj temi u posebnom poglavlju, i to nakon poglavlja o zapremini, koje je radi lakšeg razumijevanja moralo da prethodi ovome.

Pod izrazom »vlastiti ton« razumijevamo ton od određenog broja titraja, dakle određene visine, koja je karakteristična za zračni stupac jednog određenog instrumenta.

Kad je svojevremeno pažnja bila skrenuta na vlastiti ton kutije za rezonanciju, razbudile su se odviše velike nade. Kasnije se, međutim, shvatilo, da je to bilo pretjerano; nade su ostale neostvarene iz razloga, što je otkriće bilo tumačeno jednostrano, a mnogi uza nj povezani faktori nisu bili dovoljno uzeti u obzir.

Fizičar Savart utvrdio je, da zapremina zraka u violinama Antonija Stradivarija i Guarnerija del Gesù odgovara vlastitom tonu od 512 titraja što muzički znači C<sup>1</sup>.\*

Aleksandar Ellis pošto je istražio više starih instrumenata, ocijenio je vlastiti ton njihovih kutija sa 272 do 286 titraja.

Prema nekim stranim autorima komorni ton iz osamnaestog stoljeća imao je 403 titraja, a to bi odgovaralo tonu C<sup>1</sup> od 241 titraja.

Spomenuti fizičar utvrdio je, nadalje, da je kod violine — bilo da se radi o zračnoj kutiji (prema tome o cijelom tijelu instrumenta), bilo da se radi o harmonijskim pločama — ton, koji dolazi kao posljedica potresanja ma kojeg od navedenih dijelova, uvijek isti. Iz toga izlazi, da rezonantne ploče priljubljene uz bočnice violine kao i kutija za rezonanciju zvuče unisono.

Ako od više međusobno povezanih čvrstih tijela načinimo jedno jedino, titraji jednog dijela prenose se u obliku progresivnih valova vrlo lako na čitav ovaj sistem. Kad dopru do granice, ti valovi prelaze samo djelomično na drugi, plinoviti medij, a djelomično se reflektiraju. Kad se zatim susretnu s novim valovima, oni interferencijom u pojedinim dijelovima tog čvrstog sistema proizvode statarne vibracije, to jest statarne valove.

Takav sistem čini cjelinu, koja se potresena na jednom mjestu kao jedinstveno čvrsto tijelo dijeli na pojedine vibrantne dijelove, ograničene nodalnim linijama. Svaki od tih pojedinih dijelova gubi, tako reći, svoju individualnost, jer mu povezanost sa sistemom sprečava, da vibrira onako, kako bi vibrirao, da je slobodan. Ta je pojava bila dobro poznata starim Kremonjanima.

Zna se, da zvučni valovi, koji se inače lagano šire kroz čvrsta tijela, ne prelaze s njih podjednako lako na tekuće, a još manje lako na plinovito tijelo kao što je zrak.

Postoji jedan zanimljiv fizički zakon, koji kaže, da tijela jednakog sastava lakše ulaze u međusobnu rezonanciju. Prema tome čvrsta

\* Tih 512 titraja za C<sup>1</sup> treba shvatiti kao jednostavne titraje. Običajnije je ton označavati brojem cijelih (dvostrukih) titraja tako, da tonu C<sup>1</sup> odgovara 256 titraja.

tijela s čvrstima, a plinovita s plinovitima. Značajan primjer za to su orgulje.

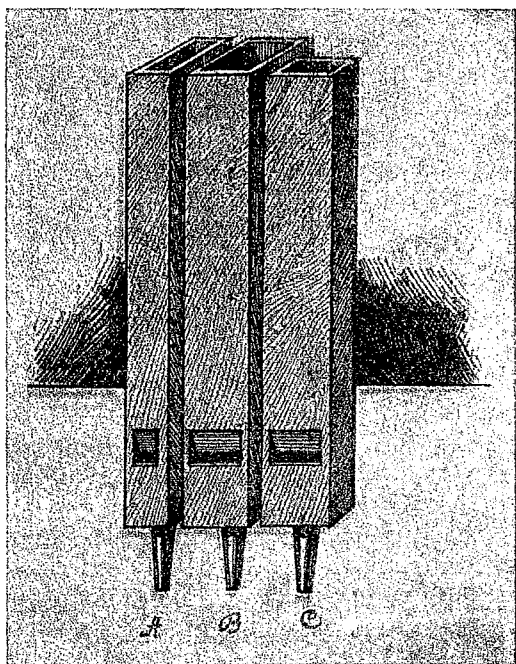
Tako se pored ostalog objašnjava i velika osjetljivost zvučne komore violine; kod toga često neznatni uzroci mogu štetno, a svakako nepovoljno djelovati na rezonantnu sposobnost instrumenta. Ne treba to shvatiti tako, da rezonancija mijenja visinu proizvedenog tona; ona ostaje nepromijenjena. Ali rezonancija djeluje na njegovu boju, jer harmonijski tonovi sadržani u zvuku nisu pojačani u istom omjeru.

Moramo se sad upitati: zašto se vlastiti ton kutije mora kretati oko C<sup>1</sup> i kakav je utjecaj te činjenice na zvučnost instrumenta?

Da odgovorimo na to pitanje, moramo se načas vratiti natrag i progovoriti o onim elementima, koji su odlučni za visinu vlastitog tona kutije. Među tima elementima u prvome je redu duljina zvučnoga tijela, njegova dubina i širina odušaka, a različita širina instrumenta nema nikakva utjecaja na njegovu visinu tona.

Pokazat ću tu činjenicu na tri labijalne svirale orgulja, koje nisu drugo već rezonantna tijela, kod kojih svirala i zrak u njima djeluju tako, da pojačavaju ton, kao i kod violine, jedino što je drugačiji način, na koji se zvuk proizvodi.

Tri svirale A, B i C (sl. 14) jednake su dužine. Svirale A i B jednake su dužine i dubine, jedino im je širina drugačija; one daju isti ton, samo što je jakost tona svirale C, koja je uža, nešto manja.



Sl. 14. Tri svirale iste visine tona

Svirale B i C jednake su dužine i širine, ali se razlikuju dubinom, pa je zvuk pliće svirale C viši upravo zbog manje dubine.

Isto se može dokazati i na čvrstim tijelima, na primjer na drvenim daščicama. Uzmemo li dvije daščice jednake dužine ali razne širine (sl. 15) i ako ih udarimo, dobit ćemo tonove jednake visine.\*

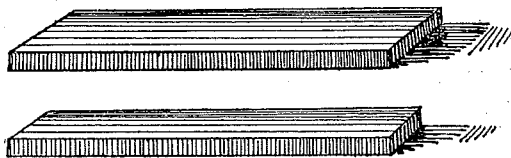
Taj je primjer neobično poučan: on potpuno dokazuje, da visina vlastitog tona kutije violine zavisi jedino od dužine i dubine zvučnoga tijela, a nezavisna je od njegove širine. Širina kutije neka nikakva utjecaja na visinu vlastitog tona, nego na njegovu jakost i čistoću, budući da sa širim stupcem zraka počinje titrati veća masa zraka, kao što smo vidjeli maločas na primjeru sa svirale na orguljama.

Na taj način bilo je moguće dati violini poznati oblik, kojemu je gornji dio sužen, da bi se olakšalo sviranje, a srednji dio na bokovima udubljen, kako bi se za gudalo dobila veća sloboda kretanja.

\* Analogno tumačenje nalazimo kod Sachs-a (18, 20). To će reći, kod ksilofona i metalofona visina tona prizmatске pločice upravo je razmjerno s visinom, a obrnuto razmjerna s kvadratom duljine pločice. (Ovdje treba još uzeti u obzir odnos  $\frac{E}{\rho}$ , to jest odnos elasticiteta i gustoće). Uredništvo.

Gubici zapremine, koji su na taj način nastali, zgodno su nadoknađeni većom dubinom srednjeg i većom širinom donjeg dijela.

Tako su vibracije srednjeg i donjeg dijela ploča i zračne komore mnogo jače od vibracija gornjeg užeg dijela. To je od velikog značenja za snagu tona. Srednji i donji dio violine stoje u najvećoj blizini odušaka, pa im je time olakšana mogućnost, da vanjskom uzduhu predaju jače vibracije od gornjeg dijela, koji je manji i udaljeniji od odušaka.



Sl. 15. Drvene dašice iste visine tona

I longitudinalni profil ispupčenosti osjetio je utjecaj izloženih činilaca; oni su naveli stare graditelje, da mu dadu njegovu poznatu karakterističnu crtu.

Već smo dokazali, da je dužina tijela violine odlučna za vlastiti ton zračne komore. Ostaje nam još, da otkrijemo razlog te određene dužine: mislim time reći: zašto su stari majstori izabrali prosječnu dužinu tijela od 355,5 mm.

U vrijeme viola talijanski su orkestri raspolagali dovoljnim brojem instrumenata bilo za basovske, tenorske ili altovske dionice. Međutim nedostajao je instrumenat odličnih zvukovnih kvaliteta, koji bi zamijenio glas soprana, instrumenat, koji bi predstavljao ljudski glas, što je bio ideal starih majstora. Budući da je tada muzička umjetnost koračala naprijed snažnim koracima, taj se nedostatak još više osjećao. On je stvarao potrebu, da se izgradi nov tip instrumenta na žice. Toj je potrebi udovoljeno, kad se rodila violina.

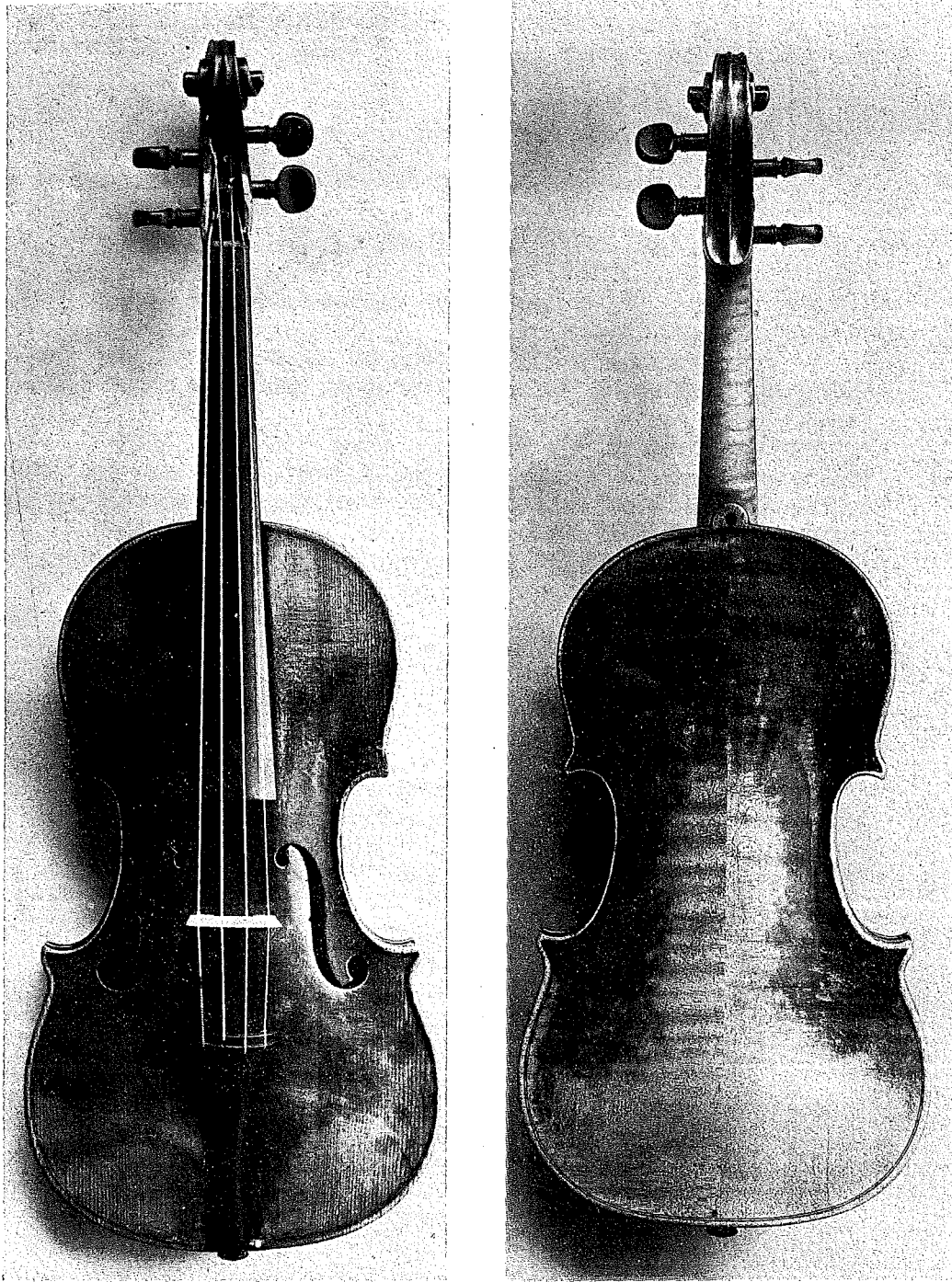
Ljudski glas kao i glas violine neobično je bogat harmonijskim tonovima i ima određene granice ekstenzije, za sopran od  $C^1$  do  $C^3$ .\* Osnovicu toga opsega čini veličina larinksa i dužina glasnica, upravo kao što i glas violine zavisi od dužine tijela i od dužine žica.

Vrlo je vjerojatno, da su stari majstori, kad su se odlučili, da stvore nov tip instrumenta, stajali pod utjecajem graditelja orgulja, koji su već tada imali bogata akustička iskustva. Tim oštroumnim prilogom nakon zrela razmišljanja, a sigurno i nakon mnogih pokušaja oni su se odlučili za kutiju instrumenta, kojoj će stupac zraka biti toliko dug, koliko stupac svirale na orguljama, koja odgovara noti  $C^1$  — sopranu.

Da bolje objasnimo tu međusobnu zavisnost, moramo se malo zadržati na svojstvima labijalnih svirala i na nekim akustičkim pojavama.

Svi muzički duvački instrumenti mogu se smatrati sviralama. To su okrugle ili četverostrane cijevi od drveta ili metala. Svirale mogu biti zatvorene i otvorene. Zatvorene svirale upotrebljavaju se kod orgulja; frule i trublje su otvorene svirale. U upotrebi su najviše labijalne svirale, t. j. svirale, kojima su usne blizu otvorenog kraja.

Duvanjem u t. zv. »nogu« svirale stvara se na tom mjestu, gdje je titranje uzduha najjače, trbuh titranja (trbuh stojnog vala); na drugom zatvorenom kraju nastaje čvor titranja (čvor stojnog vala). Osim osnovnog najdubljeg tona može svaka svirala proizvesti gornje, više harmonijske tonove s većim brojem čvornih i trbušnih mjesta.



I. B. GUADAGNINI, (I) Mantua, circa 1760.



GIOVANI PAOLO MAGGINI, *Brescia*

Ako označimo sa  $L$  dužinu svirale, sa  $\lambda$  dužinu stojnog vala, sa  $N$  visinu tona (broj titraja u sekundi), sa  $c$  brzinu zvuka, vrijedi za osnovni (najdublji) ton zatvorene svirale formula

$$L = \frac{1}{4} \lambda, \quad \lambda = 4 L = \frac{c}{N}, \quad N = \frac{c}{4 L}$$

Korespondentne formule za osnovni ton otvorene svirale jesu:

$$L = \frac{1}{2} \lambda, \quad \lambda = 2 L = \frac{c}{N}, \quad N = \frac{c}{2 L}$$

Ako se osnovni ton zatvorene svirale smije isporediti s »vlastitim« tonom zračne kutije s dužinom  $L$ , vrijedit će i u tom slučaju formula

$$L = \frac{c}{4 N}$$

Ako ovamo za  $N$  uvrstimo visinu komornog tona  $C_1$  iz 18 stoljeća, t. j. vrijednost  $N = 241,8$  titraja u sekundi, za brzinu zvuka vrijednost  $c = 340$  m u sekundi, dobit ćemo za dužinu tijela violine iznos

$$L = \frac{340}{4 \times 241,8} = 0,351 \text{ metara} = 351 \text{ milimetar.}$$

To je upravo onaj 351 milimetar, koji određuje mjeru za dužinu tijela violine. Naravno, tome treba još dodati i 5 mm za rubove zvučnice i dna, koji strše oko 2,5 mm preko vijenca bočnica. Na taj način dobit ćemo ukupnu dužinu za harmonijske ploče u iznosu od 356 mm.

Kako smo već vidjeli govoreći o obliku violine, veliki su majstori zlatne kremonske epohe davali svojim violinama normalnu dužinu od 355,5 mm.

Amati i Stradivari u prvom periodu svoje aktivnosti, kao i Giuseppe Guarneri del Gesù, kod instrumenata maloga formata davali su svojim zvučnicama dužinu 352 mm. Stoga je tijelo njihovih violina bez ikakve štete za vlastiti ton bilo skraćeno za nekoliko milimetara, što ću posebno razmotriti, kad budem govorio o odnosu između dužine tijela i vlastitoga tona kutije.

Vidjeli smo, da je dužina zračnoga stupca temeljna dimenzija, o koju je tijesno vezana visina vlastitoga tona.

Vidjeli smo i to, da neki elementi kao dubina zračne komore (Atc), širina odušaka i visina bočnica, utječu na visinu vlastitoga tona zračne komore, jer ga oni mogu sniziti, odnosno povisiti, dakle njegov titrajni broj povećati ili smanjiti.

Važnost vlastitoga tona kutije leži upravo u tome, što njegova visina, koja odgovara određenoj dužini zračnoga stupca violine, ne smije biti vještački tjerana naviše ili naniže pomoću promjena ukupne visine zračne komore (Atc) ili proširivanjem odušaka ili povišavanjem bočnica. To bi poremetilo ravnotežu između dužine zračnoga stupca violine i njegova odgovarajućeg vlastitog tona.

Sve ako se te izmjene i mogu primijeniti u opsegu, koji ne nanosi štete zvučnosti instrumenta, ipak se treba čuvati, da ne prekoračimo određene granice. Tim prekoračenjem poremetila bi se normalna rezonancija i pravilno stvaranje harmonijskih tonova.

Akcija se može razjasniti na ovaj način. Impuls zvučnoga vala, koji se s kobilice prenosi na zvučnicu i na zračnu komoru istoga časa mijenja gustoću zraka u njoj. Ako je zapremina dobro izračunata, a odnos između visine vlastitoga tona kutije i njene dužine točan, promjena gustoće povoljno će djelovati na dalje titranje uzduha u zračnoj

kutiji, na pojačavanje jakosti tona kao i na njegovu boju pomažući razvitak potrebnih harmonijskih tonova.

Ako je zapremina uzduha prevelika ili premalena, a odnos između visine vlastitoga tona kutije i dužine tijela nepravilan, taj će nerazmjer i nepravilnost poremetiti rezonanciju zračne komore. Neki harmonijski tonovi ili njihove grupe ispadat će ili će doći do stvaranja nečistih harmonijskih tonova, koji će više ili manje, a možda i posve, pogoršati zvučnost instrumenta i karakter tona.

Na koncu, za zvučnost violine posve je sporedno, da li je vlastiti ton njegove zračne komore intoniran sa C<sup>1</sup> ili Cis<sup>1</sup> ili čak A<sup>1</sup> ili Ais<sup>1</sup>.<sup>\*</sup> Važno je, da to odgovara dužini zračnoga stupca, to jest dužini instrumenta: visina tona violine ne smije se osjetljivo ni povisivati ni snižavati mijenjanjem dubine zvučne kutije i širine odušaka.

Umjetnost građenja violina, kao i sve ostale umjetnosti, ima svoja zlatna pravila. Iako ta pravila čine njena temeljna načela, ona ipak pojedinim umjetnicima daju neku ličnu slobodu. Upravo ta sloboda diže umijeće do visine umjetnosti.

## 12. GREDICA

Uz kobilicu i dušicu gredica je jedan od najduhovitijih dijelova tijela violine. Iako je to ustvari samo neugledni komadić smrekovine, ipak je njegova zadaća jedna od najvažnijih.

Što se podrijetla gredice tiče, nema nikakvih bibliografskih podataka, pa ne možemo ni približno rekonstruirati tok njena razvoja.

Može se jedino ustvrditi, da je gredica u umijeće građenja gudačkih instrumenata unesena oko 1520. i to u kremonskoj, dakle najstarijoj talijanskoj školi graditelja violina. To bi se otprilike podudaralo s vremenom djelatnosti Andreje Amatija, koji je osnivač te znamenite škole.

Znamo, da su već Gasparo da Salò, a naročito njegov učenik Maggini, upotrebljavali odvojene gredice. Ali, koliko znamo, Gasparo da Salò rodio se 1542., kad je Amatiju u Kremoni bilo najmanje 32 godine. Tako i u pitanju tog važnog uređaja prvenstvo ide Kremonu.

Mora se pretpostaviti, da su prvi graditelji viola i violina davali veću debljinu onoj polovini zvučnice, koja leži ispod krupnih žica. Međutim, to zadebljavanje nije se moglo zadržati na rubovima instrumenta, a moralo se smanjivati i prema osi simetrije, da bi se ta polovina mogla izjednačiti s drugom, tanjom polovinom zvučnice. To zadebljavanje, koje je vršilo ulogu gredice, moralo je nužno na srednjem, užem dijelu tvoriti izbočinu, koja je smanjivala zapreminu zračne komore, a i otežavala izradu.

Da bi se uklonile te neprilichnosti, a i da bi se rad pojednostavnio, zamišljena je konstrukcija zasebne gredice, koja će se kasnije priljepiti na instrumenat.

Čini se, da konstruktori odvojene gredice nisu bili graditelji violina nego graditelji orgulja.

Oni su, kao uostalom i tadašnji graditelji violina, bili vrlo ekonomični. Kad bi im poneka strana svirale bila pretanka, oni su u svrhu štednje materijala naljepljivali izvana, a u kosom smjeru, daščicu od jelovine, no ne proizvoljne duljine, već u duljini svirale. Donji dio te daščice nalazio se pokraj piska svirale, gornji dopirao do pred njen vrh.

<sup>\*</sup> Kod nekih Stradivarijevih violina nalazimo, da se vlastiti ton violine, približava b<sup>1</sup>.



Ta moja pretpostavka nije nevjerojatna. Stari graditelji orgulja i graditelji violina živjeli su povezano i nije bio rijedak slučaj, da je poneki graditelj orgulja napustio svoj zanat i počeo graditi violine.

Kako su graditelji orgulja davali toj vrsti gredice određen napon, izvodi se, da su i graditelji violina, koji su se prvi poslužili zasebnom gredicom, još od samog početka išli istim putem, a tek kasnije, da su utvrdili posljedice. Iskustvo je učinilo ostalo.

Dimenzije starih, originalnih gredica talijanskih violina bile su manje od današnjih. Ipak ima izuzetaka, kod kojih se duljina gredice uvelike približava današnjoj, a ponekad je čak i premašuje.\*

Već smo u početku zapazili, da je gredica dobila određen napon, pa smo time ukratko izložili i okarakterizirali njen glavni zadatak. Kasnije ćemo vidjeti, koliko je važan i opsežan efekat njene funkcije.

Gredica u prvome redu poradi svoje napetosti daje zvučnici veću otpornost prema pritisku kobilice, koji djeluje na sredini, i protiv pritiska na njenim krajevima, koji potječe iz napetosti žica. Na taj se način znatno povećava elastična otpornost zvučnice, a to je od bitnog utjecaja na njenu osjetljivost i pokretljivost kao i na snagu i punoću zvuka.

Kad budemo raspravljali o kobilici, vidjet ćemo, da je u doba Stradivarija komorni ton bio mnogo dublji nego danas, pa je i pritisak kobilice na zvučnicu morao biti manji. Tako je i stara gredica mogla biti kraća i vitkija od nove.

Kad je 1859. odlučeno, da se komorni ton podigne na 435 titraja, morale su se poradi znatnog pojačanja pritiska žica i kobilice povećati sve dimenzije gredice.

Ogledajmo sad malo izbliže gredicu. Da bi se uopće mogla napeti, potrebno je da se gredica izradi tako, da uzmogne svojom osnovicom da potpuno priligne uz unutarnju ispupčenost zvučnice, no da pritom njeni krajevi ostanu izdignuti oko 2 mm. Tako prilijepljena i potpuno podešena unutarnjoj plohi zvučnice, gredica svojim krajevima vuče zvučnicu naniže; stoga ona u predjelu kobilice snosi pritisak naviše. Taj pritisak daje mogućnost, da gredica reagira na pritisak kobilice i da ga pravilno raspodijeli po cijeloj površini zvučnice.

Prí tom svladavanju pritiska naviše ne uzima se u obzir samo pritisak kobilice, nego i otpor same zvučnice, što ga ona suprotstavlja naponu gredice većom ili manjom čvrstoćom svoga drveta, svojom debljinom i ispupčenošću.

Zvučnica violine ugođene prema modernom komornom tonu izdržava pritisak od 10,54 kg (vidi str. 89). On je raspodijeljen na taj način, da nožica kobilice pod žicom g izdržava pritisak od 4,63 kg, a ona pod žicom e 5,91 kg. Prema tome funkcija je gredice, da se opire pritisku, što ga vrši nožica kobilice pod žicom g i pritisku pod žicom e.

Protivpritisak, što ga vrši gredica, može se izraziti i brojem. Ako uzmemo na um, da je potrebna sila od oko 2 kg na oba kraja, da bi se stupac savio za 1 mm, izlazi, da zbir ovih težina daje otprilike silu, kojom se gredica opire kobilici.

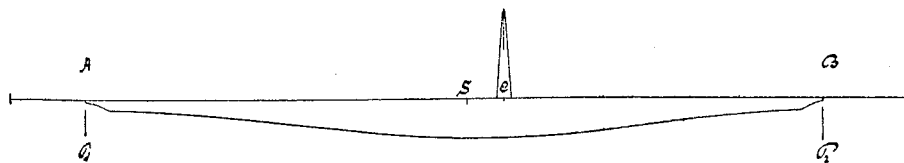
Položaj gredice danas je redovito kos s obzirom na longitudinalnu os instrumenta. Međutim, u posljednje vrijeme prevladava ponovo težnja, da se gredici da paralelan položaj kao i prije. No treba primijetiti, da kos položaj gredice nije, kako bi se to moglo pomisliti, neki novi običaj. Već se Brensio di Bologna, graditelj viola iz 16. stoljeća, služio tom metodom. No kako su kasniji graditelji počeli uzimati para-

\* Ovdje navedene mjere starih gredica djelomice sam prenio iz Hilla, a djelomice sam ih ja snimio sa kremonskih originala.



lelan položaj gredice, stvar se počela zaboravljati sve do naših dana, kad se ponovo počela vraćati upotreba kosog položaja.

Da odredimo točan položaj, pod kojim kosa gredica treba da bude postavljena, postupamo ovako. U pretpostavci, da lik zvučnice ima stalne odnose u svom središnjem dijelu i u grudima te da položaj odušaka odgovara već poznatim položajima, na unutrašnjoj strani zvučnice zacrtava se položaj linije kobilice, a na njoj točan položaj nožica kobilice. Tada se gredica polaže paralelno s osi simetrije, tako da upravo prolazi ispod lijeve nožice kobilice, i zacrtava se njena linija. Zatim se donji kraj gredice pomjeri prema vani za debljinu stupca, tako da se gornji kraj približi osi simetrije ili sljubnici.



Sl. 16. Položaj gredice

Ovo je najjednostavniji i najprirodniji način, kojim se određuje točan položaj gredice i koji se automatski može podesiti prema svakom slučaju (vidi sl. 16).

Kos položaj gredice vrlo je važan; on nužno izlazi iz njene veće dužine i povećanog pritiska kobilice. Međutim, raspravljajući o naponu gredice vidjeli smo, da njegovi krajevi vrše vlak naniže, i da se taj vlak proteže na određen dio površine zvučnice, te je prisiljava da se savije prema unutra.

Možemo reći, da postoje polja, na kojima djeluje vlak krajeva gredice. Poradi kosa položaja gredice polje napona njegova gornjeg kraja proteže se nešto preko osi simetrije pa tako služi istovremeno kao potpora desnoj nožici kobilice na strani žice e. Osim toga treba uzeti u račun i pritisak naviše, što ga gredica vrši na nožicu kobilice ispod žice g. Taj pritisak djeluje u nekoliko i na nožicu na strani žice e, gdje je debljina zvučnice najveća i gdje ona vrši funkciju nosača; ona treba da reagira i na pritisak žice e, koji se vrši preko kobilice.

Kao kod kosog položaja gredice polje napona njenog gornjeg kraja premješta se prema osi simetrije, to jest prema onom dijelu zvučnice, koji je pod utjecajem žice e. Na isti način polje napona donjeg kraja prenosi se prema vani i stvara podesan uređaj protiv razvijanja vučjih tonova. Paralelno postavljena gredica ne bi tako savršeno odgovarala navedenim zahtjevima.

Na taj način dobivamo neku vrstu ukrštenog djelovanja gredice.

Poradi povećanog pritiska kobilice i pojačanog napona žica morala se gredica produljiti, da bi se smanjio njen napon, da bi se ona iskoristila na svrsishodniji način, i da bi se tanji dijelovi na obrazima zvučnice i njihove vibracije prilagodile pojačanom pritisku kobilice. Taj povećani pritisak nije samo povećao vibracijsku sposobnost zvučnice, nego su istovremeno i impulsi kobilice dobili na snazi, što je povećalo i amplitudu vibracija.

Da se ostalo pri kratkoj gredici, koju su nekad upotrebljavali stari graditelji, a da bi se postigao isti efekat prema većem pritisku kobilice, bio bi se morao dati gredici velik napon, a to bi štetno djelovalo na ton, na njegovu podatnost, kao i na trajnost zvučnice; osim toga, to bi olakšavalo i stvaranje vučjih tonova.

Da bi se zadovoljili zahtjevi, koje je postavio novi komorni ton, mogla se gredica jednostavno podebljati ne povećavajući njene duljine. No to ne bi dovelo do pravog željenog efekta. Dakle, najvažniji dio ove novine nije u povećavanju dimenzija gredice, već u njenu produbljivanju. Morala se održati pravilna ravnoteža između kobilice i reakcije gredice.

U potvrdu rečenoga služi činjenica, da su se zvučne osobine starih kremonskih remek-djela primjenom moderne, to jest veće i snažnije gredice poboljšale u svakom pogledu.

Što se tiče dimenzija gredice uopće, kasnije se pošlo od mjera starih graditelja, koje su oni utvrdili iskustvom i zadovoljilo se time, da se te mjere empirijskim načinom prilagode novom komornom tonu i povećanom pritisku kobilice.

Kako smo već nabacili, stare su talijanske gredice bile mnogo kraće od današnjih. Duljina, koju su upotrebljavali Kremonjani kretala se između 219 i 254 mm. Ipak i tada su se gradile dulje gredice i približavale se modernoj mjeri, ponekad ih čak i premašivale.

Najkraće gredice nalazimo kod Nicole Amatija: 219 mm duge, 6,35 mm visoke i 4,36 mm debele.

Braća Amati gradila su instrumente nešto većih dimenzija pa su i upotrebljavali gredice većih dimenzija, koje se približavaju današnjima, na primjer 269,8 duljine, 6,35 mm visine i 4,76 debljine. I Carlo Bergonzi (učenik Giuseppea Guarnerija, oca Guarnerija del Gesù) gradio je gredice u veličinama 260 mm, 7,94 mm i 4,76 mm.

No teško je zamisliti, da stari graditelji, koji su oštrim opažajkim darom tako usavršili svoj sistem empirijsko-praktičarskog rada, nisu postupali planski pri određivanju dimenzija gredice.

Moramo, dakle, pokušati, da utvrdimo uporišta, kojima su se oni rukovodili.

Govoreći o liku violine već smo napomenuli, da je središnji dio tijela instrumenta predstavljao polaznu točku za mnoge važne detalje same konstrukcije. Drugačije nije moglo biti ni u pitanju određivanja duljine gredice.

Tu duljinu stari su graditelji utvrđivali višekratnikom duljine srednjega dijela, koji se proteže između linije gornjih i donjih uglova. Kako se za taj račun mogla uzimati u obzir samo čista duljina tijela violine, mora se oduzeti širina rubova.

Raspravljajući o liku violine i o oduškama pokazali smo, da prema kremonskoj školi središnji dio iznosi četvrtinu ukupne duljine tijela, koja se kreće od 87,6 mm do najviše 88,75 mm.

Ako te vrijednosti pomnožimo s koeficijetom 2,8 odnosno 2,9, vidjet ćemo, da rezultati savršeno odgovaraju originalnim mjerama duljina gredica starih kremonskih majstora.

Kod Guarnerija del Gesù ovaj je koeficijent morao biti manji, između 2,5 i 2,6 i to radi modela, koji je on upotrebljavao, i radi nešto produljena srednjeg dijela, otprilike 94,6—95,8 mm, a najviše 96,8 mm.

Ako uporedimo Stradivarijeve gredice iz različitog vremena njegova rada, vidjet ćemo, da se njihove duljine kreću između 241—247,75 mm do najviše 254 mm.

Otkuda i zašto te razlike? One su uzrokovane s jedne strane većom ili manjom duljinom kutije pa prema tome i srednjeg dijela, koji mora pratiti te razlike; a s druge strane prema tome, koliki je koeficijent birao majstor: 2,8 i 2,9. Taj se koeficijent množi s duljinom središnjeg dijela, koji je baza za duljinu gredice, a taj opet zavisi od oblika ispupčenosti, od rasporeda debljina, posebno onih na obrazima.

Na zvučnicama, kod kojih se ispupčenost spušta prema rubovima, a tanji se dijelovi obraza pomjeraju više prema gornjem i donjem dijelu, gredice moraju biti dulje.

Iz istoga razloga zvučnice od gušćeg dakle čvršćeg drveta dobivaju kraće gredice. Zvučnice vrlo jednoličnih debljina zahtijevaju dulje gredice.

Antonio i Gerolamo Amati, prvi Kremonjani, koji su gradili violine većih dimenzija, gradili su i veće gredice; njihove gredice ponekad su duge 270 mm. Ostali Kremonjani uz rijetke izuzetke upotrebljavali su kraće gredice, kako je to zahtijevala normalna duljina kutije od 347 do 350 mm.

Za gredicu modernog tipa kod violine, kojoj središnji dio iznosi  $1/4$  duljine kutije, koeficijent 3 odnosno 3,2 dat će dobre rezultate.

Naprotiv, za modele, kojima je središnji dio duguljast (Guarneri), to jest iznosi  $3/11$  dužine kutije, treba se služiti manjim koeficijentom, otprilike 2,8.

Već smo prije kazali, da je zvučnica zahvaljujući nožicama kobilice izložena djelovanju koncentrirane sile.

Na slici, koja predstavlja momente fleksije (vidi sl. 10), vidimo i na slikovit način, da je napon zvučnice najveći u točki C, gdje se nalazi kobilica, da otuda opada prema točkama infleksije i u njima postaje ravan nuli.

Vidimo tako, da je visina gredice najveća ispod kobilice, što odgovara najvećem naponu na tom mjestu, i da visina gredice opada prema njenim krajevima u istoj mjeri, u kojoj opada napon.

Ta činjenica predstavlja princip, po kome se može odrediti točna visina gredica u pojedinim njenim dijelovima.

Najveće uobičajene normalne visine modernih gredica danas iznose: za violinu od 10 do 12 mm, što znači 28. odnosno 23. dio duljine.

Za violu 15 mm, odnosno  $1/20$  duljine,  
za violončelo 25 mm, odnosno 22,8 dio duljine.

Došli smo tako do treće dimenzije gredice: do debljine. Ogleđajmo malo debljine gredica najboljih starih talijanskih graditelja; vidjet ćemo, da su debljine postojane, prosječno 4,76 mm, te da nemaju nikakve veze s duljinom i visinom gredice. Pokatkad nailazimo na debljine od 5 mm, no debljinu od 4,76 mm treba smatrati normom.

Nije puki slučaj, da gredice starih majstora od Amatiya do Stradivariya imaju iste debljine. Da istražimo razloge tome.

U tu je svrhu nužno da pregledamo ponovo konfiguraciju središnjeg dijela zvučnice, kako je on predočen na sl. 16, 17 i 18.

Ako slijedimo tok gredice u središnjem dijelu, vidjet ćemo, da se njen vanjski rub nalazi neposredno uz vanjski dio nožice kobilice i da dodiruje unutarnji rub gornjeg oka oduške. Vidjet ćemo nadalje, da se najuža točka grudi nalazi na liniji c—c, koja prolazi kroz središte gornjeg oka.

Izlazi, dakle, jasno, da je kod izračunavanja debljine gredice mogao biti odlučan samo najuži dio grudi, jer je odnos, koji postoji između širine njene osnove i širine zvučnice na najužem mjestu središnjeg dijela vrlo važan i od velikog je utjecaja na vibracije gredice a naročito zvučnice.

Ako na starim instrumentima promatramo dimenzije najužeg mjesta središnjeg dijela na liniji c—c (sl. 18), koja prolazi kroz središte gornjeg oka i u isto vrijeme označava polovinu središnjeg dijela između četiri ugla, vidjet ćemo, da je ta dimenzija kod starih majstora izložena malim ili vrlo malim kolebanjima.

Evo mjera starih kremonskih graditelja za poluširinu zvučnice: Nicola Amati 54 mm, Stradivari 52 do 57 mm, Pietro Guarneri 54 mm, Giuseppe Guarneri del Gesù 53,5—54 mm, Giambattista Guadagnini 54,75 mm. Iz ovog niza vidimo, da je ta širina bila najednaka kod svih starih graditelja.

Njima je ta mjera služila kao polazna tačka za određivanje debljine osnovice gredice; kod njih je ta debljina uvijek iznosila 1/11 duljine. I odista, ako podijelimo poluduljinu zvučnice, koja se kreće od 52 do 57 mm sa 11, dobit ćemo debljinu, koja ide od 4,76 do 5,0 mm. To i objašnjava konstantnost debljine gredice kod svih starih instrumenata, koji su do nas doprli.

Da se moderna gredica prilagodi povećanom naponu žica i pritisku kobilice, morala se pored ostalih dimenzija povećati i njena debljina. U tu svrhu dobre rezultate daje koeficijent 1,8 do 1,9.

Utvrđili smo, istina, duljinu gredice, ali time još nismo odredili mjesto, gdje prestaju njeni krajevi. To znači, još ne znamo njene udaljenosti od gornjeg i donjeg ruba zvučnice, odnosno od mjesta, na kome se ona spaja s vijencem bočnica. Kao što ćemo odmah vidjeti i ta je pojedinost od važnosti, jer od unutarnjeg dijela umetka prema žljebici i oko nje na zvučnici postoji jedan miran pojas, u koji nikako ne smiju ući krajevi gredice.

Nije prema tome dovoljno, — kako se to često i površno tvrdi — da gredica bude udaljena otprilike 35 mm od donjeg, a 40 mm od gornjeg ruba. Ta je tvrdnja odviše općenita, a da bi se ona mogla prihvatiti u svakom danom slučaju.

Ako bismo pošli tom metodom, duljina gredice mogla bi dobiti proporcije, koje ne odgovaraju odnosima, što ih ona mora imati u odnosu prema duljini središnjeg dijela kutije. Bila bi to, dakle, pogrešna mjera. Iz nje bi izašao i pogrešan napon gredice, a to bi nepovoljno djelovalo i na napon zvučnice.

Krajnje točke, koje doseže gredica, poznate su nam već iz razmatranja o potrebi njenoga produljivanja; a poznato nam je također, da se ona mora prilagoditi najtanjim dijelovima obraza, njihovim vibracijama, pritisku kobilice i njenim impulsima.

Istina je, da su različite debljine zvučnice obično više manje ravnomjerno i normalno raspoređene na rečenim dijelovima zvučnice. Pa ipak mogu one biti pomjerene različitim tokom i linijom transverzalne ispučenosti, od kojih zavisi raspored debljina.

Linija, koja nas najviše zanima pri utvrđivanju položaja gredice, jest linija kobilice, to jest ona, koja prolazi unutarnjim zarezima odušaka. Ta linija okomita na njenu longitudinalnu os dijeli zvučnicu na dva dijela, od kojih je gornji veći od donjeg.

Odnosom, koji postoji između ta dva dijela zvučnice određen je istovremeno i odnos između duljeg dijela gredice, koji leži iznad linije kobilice, i kraćeg dijela, koji se nalazi ispod rečene linije.

Dio zvučnice iznad linije kobilice i onaj ispod nje stoje u odnosu 5 : 4.

Moramo, dakle, paziti, da gredica bude položena tako, da bi bila podijeljena točno prema ovom odnosu, to jest njen veći odsječak mora biti na duljoj strani i obratno. To je vrlo važno za podatnost zvuka i za ravnomjernu raspoređenost pritiska kobilice po zvučnici.

Da zacrtamo liniju kobilice na gredici, podijelit ćemo njenu duljinu na devet jednakih dijelova. S jednog kraja nanesimo pet dijelova i dobit ćemo njen gornji dio. Točka, u kojoj smo nanijeli peti dio, označuje istovremeno i položaj linije kobilice na gredici.

Iako taj odnos neznatno varira kod raznih duljina modela violina i njihovih središnjih dijelova, ipak je potrebno, da račun izvršimo za svaki model, što je veoma lako.

Ponovo skrećemo pažnju na napon gredice, jer moramo još odgovoriti na neka važna pitanja u tom predmetu. Prvo pitanje, koje nam se postavlja, jest: koliki treba da je taj napon? Mora li taj napon da protivpritiskom parališe čitav pritisak kobilice?

Napon gredice može se ovako okarakterizirati: napon gredice stoji u obrnutom odnosu prema ispupčenosti zvučnice, a u izravnom odnosu s njenom debljinom.

Iz toga vidimo, da napon gredice zavisi od čvrstoće, to jest veličine ispupčenosti kao i od debljine zvučnice. Stoga vrlo ispupčenoj zvučnici, dakle vrlo čvrstoj već po svojoj konformaciji moramo dati manje naponu gredicu; i obratno, manje ispupčenoj zvučnici napetiju gredicu. Isto tako, debela zvučnica mora imati napetiju gredicu od tanje.

Poznato nam je, da se krajevima gredice mora dati napon, koji će moći reagirati na pritisak kobilice na zvučnicu. Kad budemo govorili o kobilici i o dušici, vidjet ćemo, kako dušica prenosi na dno dio tereta ili pritisak, koji preuzima s kobilice, i kako dno stvarno podnosi svoj dio.

Već znamo, da se dušica mora postaviti tako, da svojim krajevima lagano dodiruje obje rezonantne ploče; ali ona ne smije biti predugačka i time potiskivati uvis zvučnicu. To bi ometalo slobodnu vibraciju zvučnice, remetilo pravilan odnos njezina napona i dovodilo do gubitaka rezonancije i vibracijske snage.

Ako razmotrimo sve, što je bilo izloženo, ne će biti teško da odgovorimo i na pitanje: koliki treba da bude napon gredice, mora li on biti jednak pritisku kobilice i prema tome, mora li ga preuzeti u potpunosti ili mora biti manji.

Kad bi napon gredice bio toliki, da preuzme na se (da poništi) ukupan pritisak kobilice, dovelo bi to do toga, da bi zvučnica uklještena između gredice i kobilice izgubila slobodu vibriranja; njen središnji dio ne bi više učestvovao u prenošenju pritiska, što ga vrši kobilica, jer bi se to prenošenje vršilo samo na krajevima gredice. Zbog pretjeranog napona gredice zvučnica bi znatno izgubila na rezonanciji, a na štetu snage i širine tona. Ona ne bi mogla posve sudjelovati u prenošenju zvučnih talasa, kako to naprotiv biva, kad je pritisak kobilice raspodijeljen po cijeloj duljini gredice, te ona može primati vibracije jednomjerno. Prema tome, odviše nategnuta gredica na štetu je podatnosti tona, što uvijek predstavlja veliku manu instrumenta.

Jasno je, da napon gredice ne smije potpuno anulirati čitav pritisak kobilice; to prije, što se napon gredice još povećava pritiskom dvaju panjica (gornjeg i donjeg) na zvučnicu, koja nakon lijepljenja gredice čini s njom jednu cjelinu. Jedan dio pritiska kobilice mora ostati na raspolaganju kao rezervna snaga, kako bi se on mogao prenositi na što veću površinu.

Poznato nam je već otprije, da krajevima gredice moramo dati neki određeni napon kao reakciju na pritisak kobilice. Radi se dakle o tome, da se napon krajeva gredice raspodijeli tako, da rezultanta tih sila padne pod kobilicu.

To bi bilo vrlo jednostavno, kad bi se kobilica nalazila u sredini, odnosno u težištu gredice, jer bi u tom slučaju bilo dovoljno dati njenim krajevima jednake napone.

Ako želimo da potpuno parališemo pritisak kobilice, koji iznosi 10,54 kg, morali bismo svaki kraj gredice izložiti naponu od 5,27 kg.

Znamo, međutim, da se linija kobilice ne nalazi na težišnici gredice, nego na točki, koja je dijeli na dva nejednaka dijela, gornji dulji i donji kraći, koji u našem slučaju stoje u omjeru 5 : 4.

Jasno je prema tome, da silu, koja rezultira iz napona gredice moramo raspodijeliti na dva njena kraja kao reakciju, koja se i u ovom slučaju očituje pod kobilicom, dakle da duljem dijelu damo manji, a kraćem veći napon.

Evo primjera za obračun za slučaj, u kom čitav pritisak od 10,54 kg preuzima gredica.

Objašnjenje crteža na sl. 16.

- Q pritisak kobilice od kg 10,54
- G težina gredice kg 0,009
- A — B duljina gredice mm 288,5
- A — C gornji kraj gredice mm 161,75
- B — C donji kraj gredice mm 126,75
- A — S udaljenost težišta od A mm 147,5
- B — S udaljenost težišta od B mm 141,0
- P<sub>1</sub> sila
- P<sub>2</sub> sila

I

Ako točku B uzmemo kao uporište, sila P<sub>1</sub> treba da u A drži ravnotežu teretu Q i G. Prema tome izlazi:

$$P_1 \cdot BA = Q \cdot BC + G \cdot BS$$

$$288,5 \cdot P_1 = 10,54 \cdot 126,75 + 0,009 \cdot 141$$

$$288,5 \cdot P_1 = 1335,945 + 1,269$$

$$288,5 \cdot P_1 = 1337,214$$

$$P_1 = \frac{1337,214}{288,5} = 4,63 \text{ kg}$$

II

Ako uzmemo točku A kao uporište, sila P<sub>2</sub> treba da drži ravnotežu teretu Q i G u B. Iz toga slijedi:

$$P_2 \cdot AB = Q \cdot AC + G \cdot AS$$

$$288,5 \cdot P_2 = 10,54 \times 161,75 + 0,009 \times 147,5$$

$$288,5 \cdot P_2 = 1704,845 + 1,3275$$

$$288,5 \cdot P_2 = 1706,172$$

$$P_2 = \frac{1706,172}{288,5} = 5,91 \text{ kg}$$

Suma sila, koje se opiru pritisku kobilice, t. j.

$$P_1 + P_2 = 4,63 + 5,91 = 10,54 \text{ jednaka je pritisku kobilice}$$

$$Q + G = 10,54 + 0,009 = 10,549$$

Ne bi bila nikakva pogreška, kad bismo u računu zanemarili težinu gredice od 0,009 kg.

Prema računu treba dužem dijelu gredice u A dati napon manji od 4,63 kg, a kraćem dijelu gredice u B napon veći od 5,91 kg.

Navodimo sad poseban primjer za slučaj, kad pritisak kobilice iznosi 10,54 kg, a gredica je duga 288,5 mm, a mi želimo gredici dati polovinu tereta kg 5,27.

Oznake su jednake onima u prethodnim primjerima, samo što u ovom slučaju Q predstavlja polovinu tereta u iznosu od 5,27 kg.

Za potporište B dobit ćemo P jednako 2,319 kg.

Za potporište A dobit ćemo P jednako 2,959 kg.

Dakle u ovom slučaju moramo kraku A dati napon od kg 2,319, a kraku B napon veći od 2,959 kg.

Takvim naponom gredice sveli smo pritisak s 10,54 kg na 5,27 kg, dakle točno na polovinu.

Takav raspored napona gredice nuždan je iz statičkih i akustičkih razloga, jer nam je već otprije poznato, da su vibracije u gornjem, užem dijelu violine slabije nego u donjem. Ako bismo gornjem kraju gredice dali isti napon kao i donjem, ne samo što bi se oslabile već same po sebi slabe vibracije gornjeg dijela, nego bi bila narušena i ona toliko tražena jednomjerna raspodjela napetosti gredice.

I odista, napon gredice od posebne je važnosti za uzbuđljivost i osjetljivost zvučnice; s pravom se gredica upoređuje s nervnim sistemom čovjeka.

Potrebno je ukratko još nešto reći o različitim vrstama drveta, koje se upotrebljavaju za građenje gredice.

Općenito uzevši, drvo bi moralo biti meko, vrlo uskih pravilnih godova, jednomjerne građe i potpuno prave žice. Tvrdoća bi trebala da bude najednaka tvrdoći drveta zvučnice.

Gredica od drveta gustih godova zadržava mnogo dulje napetost nego gredica širokih godova, jer je ono prvo otpornije; uza sve to naići ćemo i na slučajeve, gdje ćemo se morati poslužiti drvetom širokih godova, na primjer na instrumentima s jakom ispuščnošću i sa zvučnicama uskih godova.

Tako je jedna violina malog formata braće Amatija, kojoj je zvučnica bila od drveta gustih godova debela u sredini 4,5 mm, imala originalnu gredicu od smrekovine sa širokim godovima.

Imao sam u rukama originalnu sirovu gredicu iz radionice velikog Stradivarija, koja se odlikovala izvanredno gustim godovima i vrlo pravom žicom. Drvo je od starosti posve posmeđilo.

Osim što sam starost drveta istražio vidom, pod skalpelom sam osjetio stupanj njegove tvrdoće. Još jedno mjerilo za utvrđivanje tvrdoće drveta je njegova težina. Od dva komada drveta za gredice jednaka po veličini tvrdi je onaj, koji je teži. Ako ta dva komada bacimo na zemlju, tvrdi komad dat će oštrij zvuk.

### 13. DUŠICA

Drugi elemenat od velike važnosti za zvučnost, boju i jačinu tona violine jest dušica.

Da se objasni i dokaže potreba pravilnog položaja dušice, moramo prije svega poznavati njenu ulogu.

Zadatak dušice nije samo u tome, da ona na dno instrumenta prenosi zvučne valove pojačane zvučnicom udvostručujući na taj način površinu zvučne plohe. Njena je ne manje važna zadaća u tome, da pomaže stvaranje i dalje razvijanje stojnih valova na rezonantnim pločama i na kutiji violine kao i to, da pojačava harmonijske tonove, — a od njih zavisi sama zvučnost i karakter tona, — kako bi ih instrument lako i čisto reproducirao.

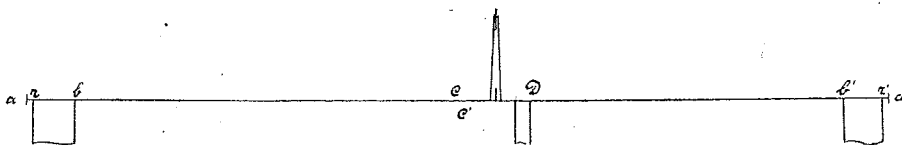
Među harmonijskim tonovima od posebne je važnosti prvi po redu, oktava. On snažnije od svih ostalih pojačava ton violine, a ostali mu

daju karakterističan tembar i oštrinu; u tome i jeste ključ za opravdanje i utvrđivanje položaja dušice.

Kod konstrukcije položaja dušice treba uzeti u obzir dva važna činioca: duljinu zvučnice i duljinu zračne komore. Znamo još iz akustike, da čvor za prvi harmonijski ton, oktavu, leži u sredini zvučnoga vala, dakle u centru zvučnice, a prema tome i zračne komore.

Kako ćemo kasnije vidjeti, te se dvije točke zvučnice i zračnog ormarića podudaraju i čine polaznu točku za određivanje položaja dušice.

Da stvar bude jasnija, evo shemskog prikaza duljine zvučnice i duljine zračnog ormarića jedne violine Guarnerija del Gesù. Jednostavnosti radi zvučnica je predstavljena pravolinijskim segmentom. (Vidi sl. 17).



Sl. 17. Položaj dušice i kobilice

a — a duljina zvučnice mm 352

C polovina zvučnice mm 176

D položaj dušice.

Da postignemo akustički točan položaj dušice, koja se mora nalaziti na točnoj udaljenosti od čvornog centra zvučnice i čvornog centra zračne komore, dušica mora biti postavljena na 1/12 duljine zvučnice iza njezina glavnog čvora, dakle iza 176 mm. Primjer:

Duljina zvučnice

$$352 : 12 = 29,3 \text{ okruglo } 29 \text{ mm, dakle } 176 + 29 = 205 \text{ mm}$$

Dakle dušica se mora nalaziti na 205 mm od gornjeg ruba.

I kobilica mora stajati na akustički točnom položaju. Kako smo vidjeli, to je linija, koja prolazi unutarnjim zarezima odušaka ili točnije po sredini između glavnog čvora zvučnice i točke, na koju se opire dušica, to jest između 176 i 205 mm. Kako je razmak između glavne čvorne točke zvučnice (176 mm) i točke, u kojoj stoji dušica (205 mm), jednak 1/12 duljine zvučnice i iznosi 29 mm, linija zarezna na oduškama, odnosno linija kobilice mora ležati po sredini, tako da se ona nalazi na 190,5 mm, dakle

$$176 + 14,5 = 190,5 \text{ mm od gornjeg ruba zvučnice.}$$

Evo još jednog važnog dokaza, od kolike bi štete za zvučnost instrumenta bilo, kad se oduške ne bi nalazile na pravom mjestu.

Za zvučnost i karakter zvuka od najveće je važnosti, da kobilica stoji iza glavnog čvora zvučnice; jer, kad bi se kobilica nalazila na sredini zvučnice, dakle na samom čvoru ili odviše blizu njega, zvučnica bi primala podražaje na mjestu, gdje bi bili ugroženi parni harmonijski tonovi. Ton violine gubio bi naročito na snazi i zvučnosti. Taj bi gubitak zahvatio i prvi harmonijski ton, oktavu osnovnog tona. To bi uzrokovalo osjetno slabljenje zvuka, jer prvi harmonijski ton u najvećoj mjeri pridonosi pojačanju zvuka violine.

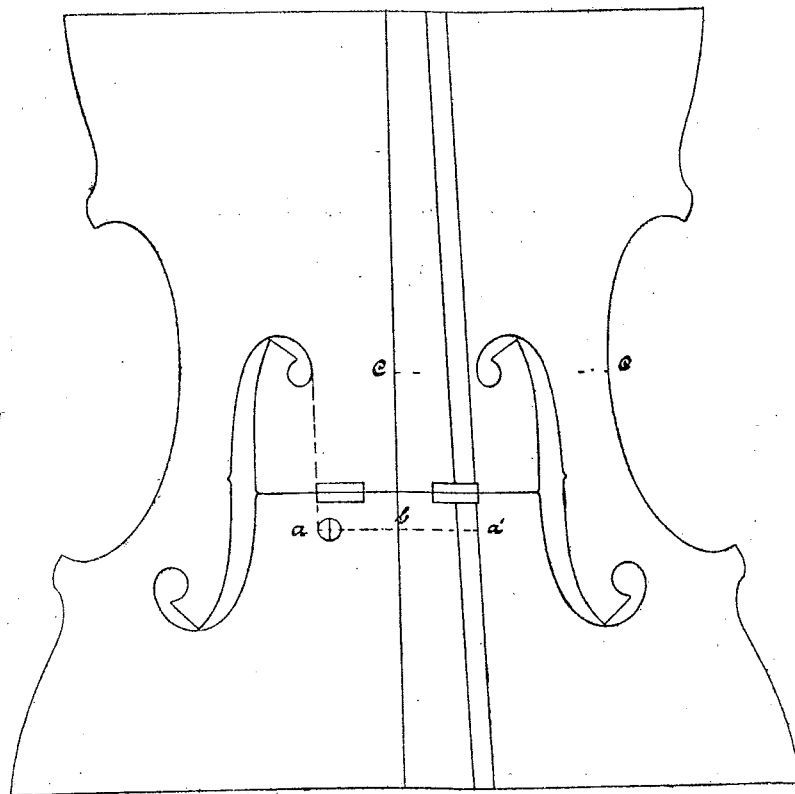
Ne samo to: i tembar zvuka štetovao bi favoriziranjem neparnih harmonijskih tonova i dobio bi neugodan nazalni karakter. Iz toga su razloga stare viole, kod kojih je kobilica bila smještena baricentrički, imale i slab zvuk s nazalnim tembrom.



Od neobične je važnosti, da dušica bude postavljena baš na tom mjestu i zbog dna. Po svojim dimenzijama dno je identično zvučnici, pa prema tome je i njegovo glavno čvorište na 176 mm. Na taj način dno prima preko dušice impulse potresnog zvučnog vala u pravilnoj udaljenosti od glavnog čvorišta.

To je teorijska udaljenost između dušice i linije kobilice; ustvari ona je mnogo manja.

Nožice kobilice (vidi sl. 18) obično su debele 4 mm; njihova se središnjica oslanja na liniju kobilice na 191-om mm i prelazi je u pravcu dušice za 2 mm. Prema tome se udaljenost dušice od kobilice skraćuje za dva milimetra.



Sl. 18: Položaj kobilice i dušice

Stražnji rub dušice mora se poklapati i s linijom položaja dušice, a u tom slučaju na 205-om mm. Kako je srednji dijametar dušice otprilike 6 mm, udaljenost između kobilice i dušice skraćuje se za daljih 6 mm.

Odbijmo ta dva skraćivanja od teorijske udaljenosti, koju smo pronašli među linijama položaja kobilice i dušice:

$$14,5 - (2 + 6) = 14,5 - 8 = 6,5 \text{ mm}$$

Prema tome prava udaljenost između prednjeg ruba dušice i stražnjeg brida kobilice iznosi 6,5 mm.

Vrlo je jednostavno sada fiksirati liniju za položaj dušice. No prije toga treba da bude u potpunosti izvedena konstrukcija odušaka za dani model na način, kako je to objašnjeno u prethodnom poglavlju. To u svrhu, da bi se odredio ne samo položaj linije kobilice, nego i

širina odušaka. Kad je to učinjeno, dovoljno je ispod linije kobilice nanijeti polovinu  $1/12$  duljine zvučnice, pa ćemo dobiti točan položaj dušice.

Odredili smo tako položaj dušice u smjeru longitudinalne osi tijela violine. Međutim, kako su nam potrebne najmanje dvije koordinate, da odredimo jednu točku, morat ćemo odrediti i njen položaj s obzirom na transverzalnu os.

Položaj u transverzalnom smjeru tijesno je vezan o gredicu. Udaljenost između vanjskog ruba dušice  $a$  i osi simetrije  $b$  mora biti jednaka udaljenosti između vanjskog boka gredice u točki  $a^1$  i osi simetrije:  $a - b = a^1 - b$  (sl. 18).

Ako s vanjskog ruba gornjeg oka oduške spustimo okomicu na liniju kobilice, ta će linija doticati vanjski rub dušice u točki  $a$ .

Tko se želi uvjeriti, da li je u njegovoj violini dušica na pravom mjestu, ne treba da učini ništa drugo nego da prislonivši glavu uz držak, pogleda kroz gornje oko oduške. Ako je dušica na pravom mjestu, onda se ciljajući pogledom uz vanjski i unutarnji rub oka oduške vide vanjski i unutarnji rub dušice. To dokazuje, da ona stoji na pravom mjestu s obzirom na gredicu. Konačno, pogledamo još kroz rupicu dugmeta za petlju, da se uvjerimo, da li je dušica okomita.

Tek je simultanim spuštanjem centralnog dijela tijela violine i odušaka bilo moguće dati liniji kobilice jedino akustički točno i poddesno mjesto. Tako je bilo moguće dati i kobilici onaj položaj, u kom zvučnica, zračna kutija i dno instrumenta mogu biti najjače potreseni zvučnim valom. Na taj je način instrumenat dobio najveću mogućnost zvučnosti, kako sam to naveo u poglavlju o vanjskom obliku violine.

Na taj smo način utvrdili i objasnili važno načelo za položaj dušice. Ali bilo bi pogrešno smatrati, da se od tog principa ne može odstupati.

Dušica regulira snagu i kakvoću tona violine, no ona je tako tijesno povezana s konstitucijom i individualnošću instrumenta, da je pokatkad potrebno odstupiti od navedenog načela. Uza sve to pravilo, koje smo maločas iznijeli, služi kao praktičan izlaz i kao polazna točka za eventualna sitna, katkad potrebna pomjeranja dušice, iako će se u velikoj većini slučajeva postići pravilan položaj.

Dušica mora prije svega stajati okomito na rezonantnim pločama, kako bi mogla u potpunosti i bez ikakva gubljenja snage prenositi impulse kobilice na dno. Naprotiv, ako bismo je postavili u kos položaj, sila bi se cijepala na dvoje. Od tih komponenata koristila bi se jedino ona, koja djeluje u pravcu longitudinalne osi dušice, dok bi se druga rasula po zvučnici.

Ako dušicu primaknemo kobilici, podatnost tona će biti nešto manja i tvrđa, ali će ton postati nešto jasniji, sjajniji i oštiji. Ako je pak malo pomaknemo prema osi simetrije, ton žice  $g$  postat će još jasniji. Premjestimo li je u transverzalnom smjeru prema odušci, ton visokih žica slabi, a ton žice  $g$  postaje tup.

Pošto smo tako utvrdili položaj dušice, pozabavit ćemo se još i nekim drugim osobinama, koje su važne za ton violine.

Prije svega dijametar — debljina — dušice od velikog je značaja za zvučnost instrumenta. Da bismo dušici za neki instrument dali točnu debljinu, mi je uzimamo s  $1/10$  ukupne visine ( $A_{tc}$ ) njezina tijela, ili jednaku dijametru gornjeg oka oduške. Otuda izlazi, da violina s visokom ispupčenošću zahtijeva deblju dušicu; i obratno, violini s niskom ispupčenošću treba tanja dušica. To je pravilo u

punom skladu s većom, odnosno manjom osjetljivošću rezonantnih ploča. Osim toga nije svejedno za kakvoću harmonijskih zvukova, da li se dno potresa širom ili užom površinom dušice.

Pretanka dušica slabi snagu i nosivost tona dviju viših žica; predebela dušica, općenito uzevši, otupljuje ton.

Što se tiče njene duljine, kako smo već kazali, dušica mora biti u posve lakom kontaktu s unutaršnjim površinama rezonantnih ploča. Ona mora, dakle, biti jednaka unutaršnjoj distanci rezonantnih ploha, tako da ostaje na svom mjestu i kad nema pritiska žica. Preduga dušica izdiže zvučnicu i na taj način slabi ne samo njenu slobodnu vibraciju i osjetljivost, nego ometa i njene normalne odnose njenog napona, koji zavise od vrste ispupčenosti, od raspodjele debljina i od napetosti gredice. Preduga dušica djeluje i na vlastiti ton zračne komore, jer ga snizuje, oštećuje rezonanciju i pravilno pojačavanje potrebnih harmonijskih tonova. Sve u svemu, preduga dušica pojačava zvuk visokih žica na račun niskih, dok visoke žice gube na amplitudi.

Naprotiv, ako je dušica prekratka, rezonantne ploče pod pritiskom kobilice primiču se jedna drugoj; na taj način se visina vlastitog tona zračne komore može postići sa svim poznatim lošim posljedicama. Osim toga ton visokih žica dobiva sladunjav karakter, a ton žice g postaje mlohav.

Za karakter tona instrumenta pored debljine i duljine dušice od ne manje je važnosti materijal, od koga je ona građena. Neophodan je uvjet za kakvoću dušice njena što veća lakoća, koja joj najbolje omogućuje svrsishodnost. Stoga se za gradnju dušica upotrebljava drvo iste kvalitete kao ono, od kojeg je građena zvučnica, jer jedino ono ima sve potrebne osobine: čvrstoću, elasticitet i izvanrednu vodljivost uz najmanju težinu.

Drvo za građenje dušice mora po mogućnosti biti istih svojstava kao i drvo za zvučnicu. Širina njegovih godova mora se općenito približavati širini godova drveta upotrebljena za zvučnicu u blizini osi simetrije. Ono mora i raspolagati istim akustičkim osobinama vodljivosti zvuka kao i zvučnica. Čeona površina dušice obuhvata obično osam godova.

Ipak će u nekim posebnim slučajevima biti potrebno odstupati od tih normi.

Što se tiče tvrdoće, treba istaći, da prevelika tvrdoća drveta, iz kojega je građena dušica, uzrokuje tvrd i piskav ton; premekana dušica daje premalo snage visokim žicama i smanjuje nosivost tona.

#### 14. KOBILICA

Dosad smo se bavili tijelom violine promatrajući ga samo za se; sad ćemo govoriti o jednoj od najvažnijih naprava van tijela, o kobilici.

Važnost kobilice odista je izvanredna zbog njene prirode i zadaće. Ona treba da prenosi same po sebi slabe vibracije žica na rezonantne ploče i na zračnu komoru, kako bi se one ondje pojačale i prenijele dalje.

Nazvati remek-djelom taj delikatni organ, koji prenosi zvuk, bilo bi malo, jer on na najprikladniji način ujedinjuje u sebi i estetski oblik s odličnim akustičkim osobinama.

I to sitno remek-djelo ostavili su nam kremonski majstori u obliku, koji se ne može dalje usavršavati.

O položaju kobilice, s koje zvučnica treba da prima njene impulse, bilo je već opširno govora u poglavlju o oduškama i o dušici. Ostaje nam još samo, da objasnimo njen mehanizam u vezi s prenošenjem zvučnih valova.

Žice nategnute na kobilici i stavljene u transversalno titranje potezom gudala proizvode u njenu tijelu longitudinalne vibracije, koje se očituju jedino kao zgušnjavanja i razređivanja njene tvari. Te se longitudinalne vibracije šire vertikalno s ležišta žica kroz nožice kobilice na zvučnicu; na taj način nožice kobilice izvode okomite udare na zvučnicu. Broj tih udaraca točno odgovara broju titraja proizvedenog tona ili više jednovremeno proizvedenih tonova.

Kako se ti udarci šire okomito na zvučnicu, u njoj se stvaraju ponovo transversalne vibracije, koje uzrokuju deformacije na njoj: udublјavanja i nadimanja. Te transversalne vibracije zvučnice dohvataju gornji kraj dušice, rasprostiru se okomito na njenu longitudinalnu os i na taj način proizvode longitudinalne vibracije, paralelne s uzdužnom osi. Dušica sad reagira u longitudinalnom smjeru. A kako ove vibracije pogađaju dno u vertikalnom smislu, proizvode na njemu transversalne vibracije s elastičnim deformacijama, koje su jednake deformacijama zvučnice.

Zvučni talasi, što ih proizvode rezonantne ploče, šire se tek djelomično u zrak tijela violine rađajući tu longitudinalne titraje. To stoga, što zrak kao i sva plinovita tijela zbog svog velikog elastičteta može titratí samo u longitudinalnom smjeru, to jest vršiti zgušnjavanja i razređivanja. Tako se u rezonantnim pločama i u zračnoj komori razvijaju statarni valovi. Na taj način i zračna komora sa svoje strane pridonosi jačanju zvuka.

Spomoću mikroskopa, koji povećava 300 puta i stroboskopa motrio sam direktno vibracijska kretanja kobilice na njenim bočnim stranama. U tu sam svrhu na violinu napeo dvije žice C za violu: jednu na mjesto žice e, drugu na mjesto žice g. Učinio sam to stoga, da bih mogao bolje motriti potresanje kobilice s oba njena kraja.

Intonirao sam obje žice po normalnom dijapazonu na C, sa 129,3 titraja na sekundu. Uzeo sam namjerno žicu C viole, da olakšam motrenje, to jest da ne bih dobivao odviše česte vibracije.

S lučnom svjetlíkom i kondenzorskom lećom osvijetlio sam rubove kobilice tako, da su se oni našli u fokusu. Pod tako velikim povećanjem i osvjetljenjem mogla su se motriti i najtanja drvena vlakanca.

Zatim sam gudalom naizmјence stavljao u pokret žice i motrio vibracije kobilice. Na taj način pošlo mi je za rukom da ustanovim i dokažem, da kobilica od ruba, na kojem leže žice, pa sve do nožica izvodi descendentna i ascendentna zgušnjavanja i razređivanja; ona opet uzrokuju udarce na zvučnicu, o kojima smo govorili na drugom mjestu.

Za vrijeme toga pokusa ustanovio sam također, da kobilica pored vibracija paralelnih s longitudinalnom osi žica izvodi kretanja smjerom prema hvataljci i prema petlji. Amplitude tih oscilatornih horizontalnih kretanja kobilice manje su od vertikalnih, ali su češće od njih. Ta kretanja nisu zanimljiva sama po sebi, nego su i vrlo važna; ona su uzrokovana kombiniranim vibracijama žica, koje također kobilica preuzima i prenosi na zvučnicu.

U ležištima kobilice i gornjeg sedla žica stvara čvorove. Međutim, vibracije žica prostiru se i preko njih, na gornjem dijelu sve do čivija, na donjem sve do petlje. Na taj način ako čvorište bude potreseno gudalom, može to potresanje postati uzrok kretanja žice.

Da vibracije prelaze i preko čvorišta, može se lako utvrditi i dokazati. Ako gudačom prevučemo preko žice i pritom lako prstom doirujemo u polovini njene duljine, odjeknut će gornja oktava u flažoletu, jer se na tom mjestu stvorilo čvorište pa žica više ne titra u svojoj svojoj duljini. Iako je gudačom potresena samo donja polovina žice, ipak vibracije preko čvora prelaze na gornju polovinu, koja počinje titrati i titra istovremeno s potresenom polovinom.

Dakle, iako žica ima svoje ležište i čvorište na kobilici, ipak se njena kretanja prenose i na drugu polovinu žice. To širenje kretanja žice preko kobilice i gornjega sedla izazvano je periodičkim longitudinalnim impulsima, što ih dobija čvorište; oni uzrokuju horizontalna kretanja kobilice. Vidimo tako, da su kretanja kobilice vrlo složena i zapletena.

Ove pojave opravdavaju zaključak, da se osnovni ton žice prenosi na zvučnicu vertikalnim vibracijama kobilice, a niz harmonijskih tonova njezinim istovremenim horizontalnim vibracijama.

Ta pojava otvara široko polje proučavanjima i istraživanjima. Zbog komplikovanosti pitanja takav je rad povezan sa znatnim teškoćama dijelom i stoga, što pripremanje tih eksperimenata traži troška i vremena.

Tim nam je pošlo za rukom dokazati, da titraji žica, koji se rasprostiru u kobilici, već ispočetka udaraju vertikalno na zvučnicu i da nema potrebe, da oni budu tek invertirani, da bi mogli vertikalno pogoditi zvučnicu.

Potresena žica pušta svoj ton. Prvi impuls uzrokuje u susjednom drvenom sloju kobilice zguštavanje. Ono se zatim širi sa sloja na sloj, kad dosegne nožice kobilice, ono se prenosi na zvučnicu.

Kobilica je neobično osjetljiv aparat i veoma podesean za prenošenje i najslabijih vibracija na zvučnicu. Te osobine istječu ne samo iz njezina oblika nego i iz kakvoće drveta, od kojega je građena. Iako snažno pritisnuta žicama, ipak ona vrlo lako — na dvije slobodne nožice — leži na zvučnici. Pritisak četiriju žica na kobilicu povećava njezinu osjetljivost i čini je još prijemljivijom za vibracije.

I to se može lako dokazati. Ako se zvučna viljuška, dok još titra, postavi na zvučnicu ugođene violine, na kojoj se istovremeno svira, kobilica, — iako pod pritiskom žica, — titra slobodno zajedno s titranjem viljuške.

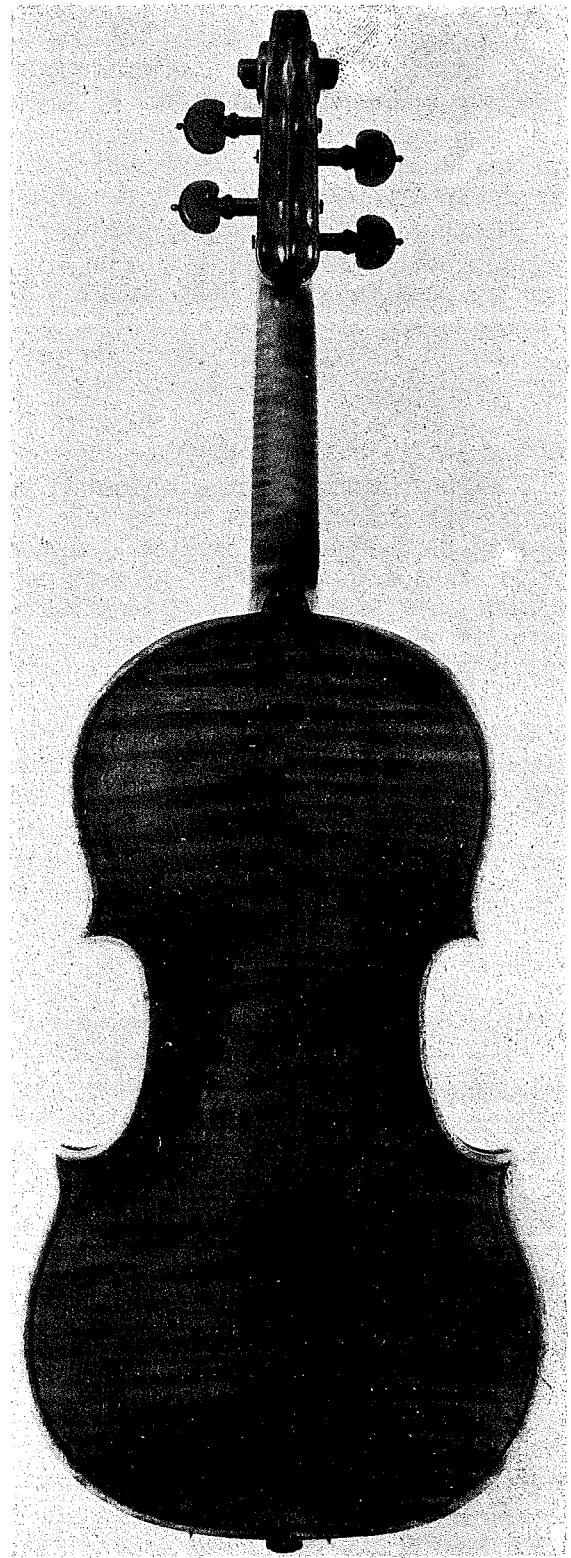
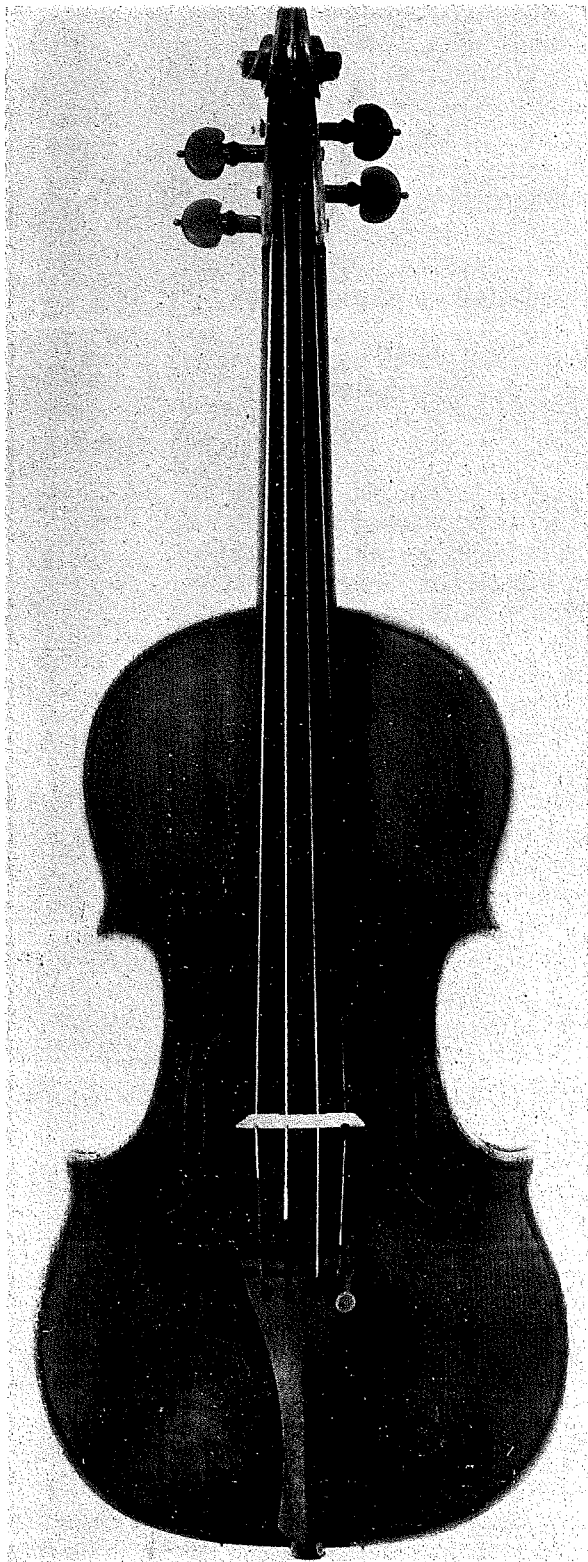
Žice, koje leže na kobilici, zategnute su čivijama toliko, koliko je potrebno za točno ugađanje violine. Njihov pritisak na instrumenat, to jest na kobilicu, podnosi zvučnica, a djelomično dno. Kako taj pritisak zavisi od kuta, što ga žice zatvaraju s ravninom kobilice, logično je, da varira prema visini same kobilice. On se uvećava ili umanjuje prema tome, da li je njena visina veća ili manja.

Za violinu, koja je ugođena prema današnjem ugođaju i opremljena žicama srednje debljine uz pretpostavku, da je visina kobilice normalna, dobit ćemo ove veličine za pritisak i vlak:

Vlak žica u kg	Pritisak žica u kg
žica e 8,16	3,62
žica a 6,11	2,72
žica d 4,98	2,20
žica g 4,53	2,00
<b>Ukupni vlak 23,78 kg</b>	<b>Ukupni pritisak 10,54 kg</b>



GIOVANI PAOLO MAGGINI, *Brescia (Viola)*



ANTONIUS STRADIVARIUS, 1737.  
*Zlatko Baloković, New York*

U tom slučaju ukupan vlak četiriju žica iznosi 23,78 kg, čemu odgovara pritisak na kobilicu od 10,54 kg. Pritisak žica iznosi  $\frac{4}{9}$  njihova vlaka.

Od toga ukupnog tereta kobilice otpada 4,63 kg na nožicu pod žicom g, a 5,91 kg na nožicu ispod žice e. Vidimo dakle, da ova posljednja nosi veći teret; no i to je povoljno za prenošenje tona.

Pod pritiskom žica kobilica dobiva potreban elastični napon. Taj napon bogati njezinu osjetljivost i prijemljivost za vrlo komplicirane zvučne valove, koje ona mora prenositi na rezonantne ploče.

Optimalni utjecaj tog bogaćenja može doći do izražaja samo u slučaju, ako gredica ne preuzme čitav pritisak kobilice, nego jedan dio tog pritiska ostane slobodan i čini neku vrstu rezerve akumulirane energije.

Da bi se pomogle i podržale te nužne osobine kobilice, još je učinjeno nešto, što predstavlja njezin najvidniji ukras: prorezi.

Prorezi u prvom redu reguliraju težinu kobilice i eliminišu mrtvu težinu suvišnog drveta.

Svojim duhovitim rasporedom ti prorezi udovoljavaju još jednom manje važnom zahtjevu, koji je važan za elastičnu podatnost kobilice. Prorezi na različnim mjestima ravnomjerno prekidaju longitudinalno tkivo (žicu drveta). Na taj je način krutost i elastičnost kobilice bez smanjivanja njene nosivosti svedena na nužni minimum. Kako za prijenos tako i za kvalitet tona od izvanredne je važnosti ne samo točan položaj proreza, nego i njihova veličina.

Kad bi se postrani prorezi odviše spustili, oslabile bi se i nožice i most kobilice (prostor između nožica). To bi dovelo i do spuštanja srcolikog proreza i učinilo odviše glomaznim gornji dio kobilice, to jest onaj između srcolikog proreza i gornjeg ruba, koji nosi žice.

Osim toga važno je, da gornji dio i krakovi između srcolikog proreza i bočnih proreza ne budu ni pretanki ni preširoki. Ni mostić, koji leži između nožica kobilice, ne smije biti odviše usječen — izolucen — jer bi to oslabilo njen dio ispod srcolikog i između bočnih proreza, pa bi i ton instrumenta postao nazalan.

Odviše veliki prorezi uzrok su još jedne nepogodnosti: pretanka kobilica izgubila bi na težini, a njena čvrstoća bi oslabila.

Sve to pokazuje, da je kobilica vrlo osjetljiv organ, kod koga i najsitnije pojedinosti, svaki njen dio, treba da bude dotjeran do savršenstva; naročito treba da drvo bude neobično pažljivo odabrano od slučaja do slučaja.

Visina kobilice nije stalna; njezina konstrukcija nije slobodna, već zavisi od visine ispupčenosti. Violine s visokom ispupčenošću zahtijevaju nisku kobilicu; i obratno, sploštenijim violinama potrebna je viša kobilica.

Visoke kobilice uvećavaju napon žica pa i pritisak na zvučnicu, koji iz toga napona potječe. Stoga se one upotrebljavaju za deblje zvučnice.

Uporedo s povećavanjem visine kobilice do određene granice ton postaje jači, ali i oporiji; ako se s visinom pretjera, ton ponovo slabi. Naprotiv, ako se smanji visina, kobilica postaje kruća, a zvuk opor.

Širina kobilice na gornjem rubu zavisi od udaljenosti između pojedinih žica. Njena širina u bazi stalna je i jednaka udaljenosti između unutarnjih rubova gornjih okâ odušaka. Na taj je način iskorišten čitav dio grudi.



Ako već visina kobilice djeluje na njenu elastičnost, još će više djelovati njena debljina i kakvoća drveta. Veća ili manja gustoća drveta odlučna je za težinu kobilice.

Samo primjenom proreza bilo je moguće kobilici dati točnu debljinu.

Debljina kobilice u direktnom je odnosu s njenom elastičnošću i njenom težinom. Normalna kobilica teška je 2 do 3 grama.

Dakle pri izrađivanju kobilice treba obratiti posebnu pažnju određivanju debljine, jer je predebela kobilica odviše kruta i svojom težinom nepotrebno opterećuje zvučnicu i šteti bogatstvu zvuka.

Pretanka kobilica, naprotiv, preslaba je i preelastična, te daje piskav ton.

Ako je gornji dio kobilice odviše tanak, olakšat ćemo bez potrebe prenošenje harmonijskih tonova; zbog njihove snage u odnosu prema osnovnom tonu proizvedeni ton bit će piskav i prazan.

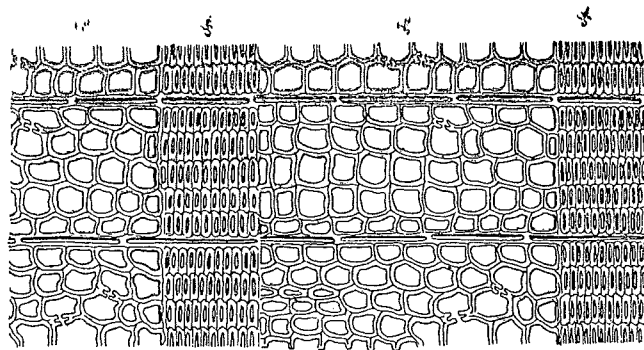
Ako su nožice kobilice pretanke, zvučnica će dobivati impulse preko premalениh površina. To će omogućiti pojačavanje škripavih harmonijskih tonova, što tonu instrumenta daje neugodnu jasnoću.

Vidimo dakle, da debljina kobilice uopće, a nožica napose, uvelike djeluje na harmonijske tonove, koji istovremeno prate osnovni ton. Širina nožica kobilice zavisi od širine gredice. Tanje zvučnice zahtijevaju masivnije kobilice i obratno.

## 15. DRVO

Da bismo objasnili i temeljito obrazložili međusobni odnos drveta i kvaliteta tona, dakle pitanje, o kome postoje različita mišljenja i pogledi ponekad posve individualni, potrebno je, da upoznamo drvo kao materiju za građenje gudačkih instrumenata.

Da bih skupio najpotrebnije znanje o tom pitanju, uzet ću u razmatranje posebno građu četinjavog drveta. To činim ne samo zato, što ta grupa daje materijal za najvažniji dio gudačkih instrumenata, za zvučnicu, nego i zato, što je građa četinjara jednostavna i jasna. Građa lišćara je malo složenija, iako se kemijska i fizička svojstva jedne i druge grupe u glavnom podudaraju.



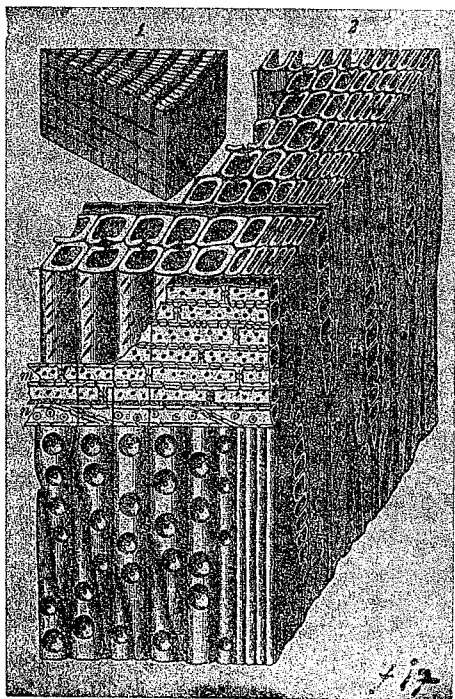
Sl. 19. Poprečni presjek četinjavog drveta (Piccioli)

Drvo četinjara razlikuje se od drveta lišćara svojom relativno jednostavnijom i jednoličnijom građom. Njegovi godišnji prstenovi (godovi), koji su jasno uočljivi, vide se na poprečnom presjeku kao koncentrični krugovi; na uzdužnom radijalnom presjeku to su paralelne linije (vidi sl. 19).

U godu razabiramo dvije jasno određene zone: jednu svjetliju zonu proljetnog drveta i drugu tamniju zonu jesenjeg drveta.

Proljetno drvo razvija se u vremenu od proljeća do jeseni, porozno je i meko; ono zauzima veći dio godišnjeg prstena. Vodljivost zvuka veća je u poroznog proljetnog nego u kompaktnijeg jesenjeg drveta.

Tkivo drvene mase sastavljeno je od različnih anatomskih elemenata, koji, kad ih shemski pogledamo na uzdužnom presjeku pod primjerenim povećanjem, izgledaju kao na slici 20.



Sl. 20. Presjek četinjačkog drveta u frontalnoj, radijalnoj i tangencijalnoj ravnini (Piccioli)

Drvena masa konifera sastavljena je od traheida, koje istovremeno vrše i fiziološki (hranjenje) i mehanički zadatak (čvrstoću). Duljina traheida iznosi od 2,6 mm do 5 mm, a širina 0,025 do 0,075 mm; oblik im je vretenast ili prizmatski. Njihovi poprečni profili nalikuju na paralelograme, koji se prema jesenjem drvetu (vidi sl. 19) sve više spljoštavaju. Traheide saobraćaju međusobno preko sitnih otvora, koji se nazivaju jazići. Oni su ili jednostavni ili ograđeni, što je vrlo važno za kretanje vode.

Sržni traci sastoje se od nekoliko redova pravilnih prizmatskih duguljastih stanica raspoređenih u drvenoj masi debla u radijalnom smjeru (vidi slike 19 i 20).

Sržni trakovi četinjačkog drveta vrlo su tanki, što je od velike važnosti za cjepljivost, čvrstoću i finoću drveta. Zbog radijalnog smjera sržni trakovi umanjuju svojstvo utezanja drveta.

Dakle drveno se tkivo sastoji od dvije različite grupe, anatomskih elemenata; to su longitudinalne traheide i radijalno (transverzalno) smješteni sržni trakovi. No longitudinalno tkivo čini sa sržnim tracima jedinstvenu mrežu.

Radijalno tkivo spremište je rezervnih materija kao što su škrob, bjelančevine, kristaloidi i konkrementi. Ono je izloženo napadaju gljivica, jer sadržava hranjive materije, a još i zbog toga, što živi još nekoliko sedmica, pošto je drvo bilo oboreno.

Smolni su kanali međustanični sudovi cilindarskog oblika, koji u jelovini (*Abies pectinata* D. C.) teku horizontalno, a u smrekovini (*Picea excelsa* LK) horizontalno i vertikalno.

Zbog relativno jednostavne i jednolične građe konifera, koje su građene samo od traheida, sržnih trakova i malo parenhimskog tkiva, četinjari imaju naročit kvalitet kao drvo za rezonanciju, zahvaljujući tu upotrebljivost izvanrednoj vodljivosti za zvuk u smjeru longitudinalnom.

Kemijski sastav drveta od najveće je važnosti za njegovu kakvoću. Kemijske supstance, koje se susreću u strukturi drveta mogu se podijeliti u tri grupe: 1. supstancije, koje tvore stanične stijenke (celuloza

i lignin); 2. popratne supstancije (smola, masti, šećer, škrob, ulja, tanin), 3. voda.

Suha masa ima 50 do 61% celuloze i od 19 do 33% lignina. Celuloza sadržava više kisika nego lignin.

U svim vrstama drveta lignificira se celuloza proljetnog drveta. U jesenjem drvetu celuloza tvori kostur drveta. U drvenim vlaknima celuloza se nalazi u obliku kristala (kristaloidea).

Meko drvo, naročito jelovina, bogatije je celulozom od tvrdog drveta. Celuloza je vrlo otporna prema kemijskim supstancama, a donekle i prema živim organizmima. Mikroorganizmi ponajčešće, uništavaju lignin, a celulozu ostavljaju netaknutu.

Zidovi stanica sadržavaju pored celuloze i lignin, čija struktura nije još posve poznata. Smreka sadržava 10 do 33% lignina.

Konstitucija celuloze važna nam je i zbog toga, što su od nje zavisna neka fizička svojstva. Kristaloidna struktura celuloze objašnjava pojavu bubrenja i utezanja drveta, njegovu provodljivost i cjepljivost.

Akcesorne supstance drveta kao smola, masti, eterska ulja, šećer, škrob itd., nalaze se u soku drveta, upravo u staničnim prostorima, u staničnim zidovima.

Smolaste supstancije sastoje se od smolnih kiselina, rezinola, rezinotanolata i rezena. Njihova je količina u drvetu različita: na primjer, u jednom kilogramu jelovine ima 12 grama sirove smole. Fiziološka smola sadržava i masna ulja.

Smole su mješavine čvrstih i tekućih supstancija, koje se nalaze naročito u smolnim sudovima kao i u stanicama i njihovim zidovima. Za nas je od neobične važnosti činjenica, da u stanične zidove, dok su ispunjeni vodom, smola ne može prodrijeti. Oni će smolu apsorbirati tek pošto se posve osuše i osmole; taj se proces, međutim, odvija prilično brzo.

Smola daje drvetu izvjesnu tvrdoću; zahvaljujući smoli drvo je trajnije, ali i krhkije.

Sadržaj šećera u drvetu, koji se stvara na temperaturama ispod ništice, ima malo značenje za nas. Prije više godina vršeni su pokusi pojenja zvučnice rastopinom šećera u nadi, da će se time postići zvučnost starih majstora. Rezultat nije bio nikakav.

Sadržaj škroba u drvetu povećava njegovu tvrdoću. Drvo oboreno u zimsko doba ima više škroba; insekti napadaju drvo radi škroba.

Voda u drvetu nije kemijski čista; ona, kako smo već vidjeli, sadržava neke supstancije u rastopini i čini sok drveta. Dvije trećine te vode slobodne su i nalaze se u sudovima, jedna trećina upijena je u staničnim zidovima.

Količina vode u drvenoj masi varira prema godišnjem doba. S proljeća je ima mnogo više nego zimi, kad drvo počiva. Sadržaj vode u drvetu od važnosti je za njegovu trajnost, budući da prisustvo vode do određenog optimuma pomaže razvoj gljivica i uvećava opasnost razaranja drvene tvari.

Pri sušenju drveta izlazi najprije slobodna voda, takozvana fiziološka voda, a tek kasnije voda, koja se nalazi u staničnim elementima, takozvana higroskopska voda.

Prilikom sušenja elementi drveta polagano i postepeno ispunjavaju prostore, koji su u početku sadržavali vodu. Uslijed toga drvo smanjuje

svoje dimenzije i volumen. Mi govorimo: drvo se uteže. Jedan dio tkiva puca odnosno razdvaja se.

Utezanje drveta uzrokovano je građom drveta i kristalnom strukturom celuloze.

Polagano i prirodno sušenje drveta treba pretpostavljati brzom i umjetnom sušenju, koje uzrokuje veća razaranja u drvnim vlaknima, a sve na uštrb provodljivosti zvuka.

Drvo je dobar vodič zvuka. Brzina zvuka u zraku iznosi 340 m/sek, dok je ona u jelovini 5280 m/sek, dakle nekih petnaest puta veća.

Koliko su drvena vlakna jednoličnija i elastičnija, toliko je njihova vodljivost bolja. Jesenje drvo, to jest tamniji i tvrdi dio godišnjeg prstena vodi zvuk mnogo slabije nego proljetno drvo. Što je zona jesenjeg drveta jednoličnija i uža, to je vodljivost veća. Teže drvo ujedno je i manje zvučno.

Vodljivost drveta za zvuk zavisi mnogo i od stupnja njegove prosušenosti. Smole, masne tvari i sve supstancije, koje nemaju jednaku vibracijsku sposobnost kao i drvo, smanjuju njegovu vodljivost.

Lakiranjem violina mijenja se i vodljivost zvučnice; stoga je od posebne važnosti, da lak bude pravilno načinjen i da nikako ne ulazi u supstanciju drveta.

Smolaste supstancije apsorbirane u staničnim stijenkama oksidiraju i pojačavaju njihovu napetost, to znači pojačavaju vibracijsku sposobnost i rezonanciju, olakšavaju talasima zvuka prolaženje. Naravno, radi se tu o malim količinama, posebno pak u smrekovini i jelovini, koje po svojoj prirodi ne obiluju smolastim materijama. Naročito je smrekovina podesna za građenje violina; ostale vrste te obitelji, koje sadržavaju više smolastih materija, nisu tako podesne.

Graditelji violina došli su i na pomisao, da impregniraju zvučnice, pa se govorilo o tome, da drvo treba učiniti homogenim. Ti pokusi, kako se moglo i predvidjeti, nisu dali pozitivnih rezultata. Odista, ne treba ispravljati prirodu.

Najbolja je vodljivost za zvuk kod drveta zdravih stabala starih 200 do 300 godina, a uzraslih na visinama od 1500 metara na tlu, koje olakšava razvitak zone proljetnog drveta; učešće zone jesenjeg drveta odgovara 1/5 do 1/4 širine godišnjeg prstena. Drvo, čiji su prstenovi široki od 1 do 1½ mm, naročito je podesno za zvučnice violina.

Izabirajući drvo izravno u šumi možemo se na licu mjesta uvjeriti o zvučnosti i kakvoći drveta, ako deblo udarimo sjekirom ili čekićem, pošto smo na mjestu udarca zgulili koru. Ako je zvuk, koji tako nastaje kratak, jasan i oštar, znak je, da je drvo zdravo i dobro. Što je zvuk oštiji, to drvo bolje odgovara svrsi.

Drvo, koje su upotrebljavali stari Kremonjani za svoje zvučnice, bilo je uvijek dobre kakvoće; u većini slučajeva ona je bila upravo izvrsna.

Smrekovina je bila inozemnog porijekla (Tirol), a općenito izvanredne ljepote, izvrsna po svojoj robustnoj kakvoći, da se bolja ne bi mogla ni poželjeti.

Drvo treba da je pravilno cijepano, razmjerno uskih godova, vrlo bogato sržnim tracićima, dakle drvo izvanrednih akustičkih svojstava.

Za zvučnice morali su graditelji violina upotrebljavati samo cijepano, nikad piljeno drvo.

Prilično tamna boja tvrdog dijela godišnjih prstenova dragocjen je znak. Ona pokazuje, da smrekovina sadržava potrebnu količinu smole, što je neobično važno; to suhom drvetu daje određeni stupanj tvrdoće, koja znatno povećava osjetljivost za rezonanciju i prodornost tona.

S druge strane, prevelika ili premalena sadržina smolastih sastojaka u drvetu nepovoljno djeluje na vodljivost zvuka i na svojstvo rezonancije.

Stari kremonski majstori općenito su mnogo pažnje i važnosti polagali na izbor drveta za svoje zvučnice. Oni su uzimali smrekovinu od stabala iz starosti najmanje 300 pa i 500 godina, kojima su godovi bili izvanredno pravilno nanizani, a žica prava.

Ispitujući zvučnice starih Kremonjana vidjet ćemo, da su oni upotrebljavali drvo širokih i uskih godova.

Među brojnim instrumentima najboljih majstora klasičnog perioda, koji su prošli kroz moje ruke, mogao sam primijetiti, da su počevši od Andreje Amatija (1510.—1580.) pa sve do Stradivarija (1649.—1737.) upotrebljavane prvenstveno zvučnice sa srednje širokim, a često i sa širokim godovima.

Mogao sam tako utvrditi vrlo interesantnu činjenicu, da su se naime svi instrumenti tih majstora, kojima su zvučnice bile građene od drveta širokih godova, isticali svojim snažnim i lijepim tonom.

Poznate su i cijenjene kao izvrsni koncertni instrumenti viole braće Antonija i Gerolama Amatija (1577.—1628.), kojih su zvučnice bile od drveta prilično širokih godova.

Jedna violina Nicole Amatija iz 1665. sa širokim godovima imala je divan, neobično sonorant ton.

Jedan drugi Nicola Amati iz 1668., ma da malog formata, imao je mek snažan i vrlo ujednačen ton.

Od šesnaest violina Nicole Amatija, koliko sam ih imao sreće vidjeti, bilo je više od polovine širokih godova.

Stradivari je od 1667. pa sve do 1737. u gotovo 50% svojih instrumenata upotrebljavao zvučnice srednje širokih, a tek ponekad širokih godova.

Jedna violina Stradivarija iz 1724. sa širokim godovima imala je neobično snažan ton, gotovo ravan violi.

Druga Stradivarijeva violina iz 1736. sa širokim godovima, iako malena, odlikovala se izvrsnim i snažnim tonom.

Poznat je snažni robustni ton violina Guarnerija del Gesù, koji je u većini slučajeva uzimao drvo sa širokim godovima. Takva je bila violina iz 1724., koja je pripadala Paganiniju, a koju je on obično nazivao »moj top«.

Nije puki slučaj, da upravo violine starih Kremonjana sa zvučnicama širokih godova imaju izvanredno krupan i snažan glas, budući da široka spužvasta zona proljetnog drveta njihovih zvučnica daje mnogo pogodnije uvjete za vođenje i prolaženje zvučnih valova.

Poznato je, da drvo s vremenom mijenja normalnu boju svoje površine. Ono najprije počinje žutjeti, a onda tamnjeti. Tome su uzrok atmosferski utjecaji, kojima je drvo izloženo. To je u prvom redu djelovanje sunčeva svjetla (ultravioletnih zraka), a zatim djelovanje kisika (ozona) i vlage u zraku. Tamnjenje se na površini odigrava vrlo brzo, ali prodire na svega jedan mm u dubinu.

Od veće je važnosti činjenica, da se taj proces odigrava i u unutrašnjosti drveta i bez djelovanja sunčeva svjetla.

Ako sirovu tek dovršenu zvučnicu gledamo prema svjetlu, opaziti ćemo, da ona do neke propušta sunčano svjetlo. Naprotiv, stara zvučnica ne propušta svjetlo; njeno je drvo zagasito, potamnjelo i iznutra.

Već smo prije kazali, da se stijenke stanica, pošto su izgubile vlagu, ispunjavaju smolastim materijama.

Smolaste su materije smolne kiseline, koje — bile tekuće ili žitke — požudno upijaju kisik čak i bez pristupa zraka. Terpeni upijaju i suhi kisik. Razvijaju se peroksidi terpena, koji se lako razlažu i prenose kisik na druge supstancije; u njih je svojstvo oksidacije. Toj laganoj oksidaciji izložene su ne samo smolaste materije, nego i celuloza i lignin. Prema tome tamnjenje drveta je proces oksidacije.

Tom procesu treba da zahvalimo lijepu, plemenitu boju starih kremonskih instrumenata, boju, koja se ne može postići nikakvim umjetnim sredstvima. Toj boji divimo se i kao izvanrednoj osnovici čudnog kremonskog laka.

Tim polaganim, ali nezaustavljivim procesom oksidacije komponente drvene supstancije pretvaraju se u »huminske« supstancije, započinje razaranje drveta. To je stanje, u kom se sad nalaze stari kremonski instrumenti. Na žalost približava se dan, kad će ta remek-djela otpjevati svoj labuđi pijev.

Naravno, taj sam po sebi polagani proces usporen je lakovanjem i brigom oko instrumenata; on negdje može trajati tri do četiri stotine, u pojedinim slučajevima i do tisuću godina.

## 16. TON VIOLINE

Ogledajmo sad malo zvuk novih violina. Ako sviramo na takvoj violini, njen ton budi u nama neki određeni osjećaj; njegov ton kvalificirat ćemo kao nov. Taj je ton mlohav, mršav, često prazan, a pokatkad i opor. Podatnost je više ili manje tvrda, nedovoljna. Ako pokušamo, da gudačom dobijemo forte, zvuk postaje gotovo sirov.

Potrebno je pronaći uzročnike tih više manje tipičnih atributa nove violine.

Bazu toga karakterističnoga tona čine rezonancija samog tijela violine, a naročito njenih ploča. Tijelo violine prima sa žica savršene zvučne valove i daje im rezonanciju; ali taj se proces ne odigrava u čistom i jedinstvenom obliku, jer prilikom rezonancije dolazi do poremećaja. Poradi tih sad većih, sad manjih, rjeđih ili češćih poremećaja pravilnih vibracija rezonantnih ploča ton postaje mlohav, u njemu nema one meke gipkosti; i najmanja nepravilnost osjeća se pri slušanju kao neka oporost.

Zbog te defektne rezonancije zvučnice i zvučna komora sa svoje strane prima defektan, nepotpun zvučni val, pojačava ga i time još više ističe njegovu defektnost. Zbog tih smetnji viši harmonijski tonovi stvaraju disonance. Ton violine postaje oštar i odaje svoju novinu.

Sve se to odigrava poradi nesavršenog elasticiteta rezonantnih ploča bilo zbog nepravilnog određivanja njihove debljine, bilo zbog pogrešnog oblikovanja njihove ispupčenosti. Sve to mnogo djeluje na elastičnost i vibracijsku sposobnost rezonantnih ploča.

Pogrešna konstrukcija ispupčenosti od velika je utjecaja i na oblikovanje zračne komore, čime se ponovo remeti vibracijska sposobnost.

Gotovo je nemoguće shvatiti, kako male nesavršenosti u obliku rezonantnih ploča mogu djelovati na njihov elasticitet i vodljivost.

Ton violine zavisi od mnogih činilaca, čiji su međusobni odnosi toliko složeni, da građenje violina ima dubok i profinjen značaj umjetnosti.

Dakle, konstrukcija zvučnoga tijela, a posebno rezonantnih ploča mora biti takva, da mu osigura što savršeniji elasticitet, to jest potpunu vibracijsku sposobnost pravilnog pojačavanja, a prema tome i savršene rezonancije zvučnih valova.

Dobra kakvoća zvučnog tijela zavisi u biti od načina, na koji ono pojačava harmonijske tonove zvučnoga vala, što ga proizvodi žica, i od toga, da li ono sve tonove pojačava jednomjerno.

Od dobra instrumenta treba zahtijevati, da pojačava podjednako sve tonove, dakle osnovni ton kao i čitav niz njegovih harmonijskih tonova.

Samo vrlo elastično i dobro konstruirano zvučno tijelo violine podjednako će pojačavati harmonijske tonove kako niske tako i visoke.

Ako je to ostvareno, podatnost tona olakšana je, a povlačenje gudala lako i jednomjerno. Od toga zavisi slobodna emisija tona, koji je lišen svih nečistoća, a bogat je harmonijskim tonovima. Naprotiv, svaka nesavršenost u elasticitetu rezonantnih ploča dovodi do toga, da se jedan dio titraja gubi zbog trenja.

Što veće je trenje u supstanciji rezonantnih ploča, to one više apsorbiraju energiju zvuka i smanjuju njegovu vodljivost.

Posve je prirodno, ako neki instrumenat nosi u sebi te nedostatke tona; taj ton nije moguće popraviti.

Što se više konstrukcija i lakiranje tijela violine približava graditeljskim načelima i duhu starih kremonskih majstora, to će se manje opažati spomenute karakterističke osobine, koje violini daju biljeg novine.

Ako uzmemo u obzir, da je za gradnju novog instrumenta odabrano dobro prosušeno drvo, da smolasta supstancija zvučnice iznosi svega 0,8 grama, dakle da je drvo zrelo za gradnju, vidjet ćemo, koliko malo može ostarjelo drvo pomoći karakteru već postojećeg zvuka.

Tako je bilo kod starih kremonskih instrumenata; oni su već od samog početka imali svoj plemeniti ton.

Da su Stradivarijevi instrumenti, još novi, svojim plemenitim i širokim tonom daleko premašali ne samo sve instrumente njegovih suvremenika, nego i one, koji su tad bili u upotrebi već po pola stoljeća, dokazuje nam kao rječito svjedočanstvo rukopis oca Arisija,\* Stradivarijeva suvremenika i prijatelja. Iz tog rukopisa donosim odlomak pisma, koje je Markiz Bartolomea Ariberti upravo Stradivariju 19. rujna 1690., kad je primio nekoliko instrumenata poslanih za orkestar toskanskoga kneza.

... »Svi njegovi virtuozni, a ima ih cijelo kolo, jednodušni su u odobravanju i nazivaju ih savršenima; posebno pak, kad je riječ o violončelu, priznaju otvoreno, da nisu čuli ljepšeg i zvučnijeg«.

U nastojanju, da bi se dosegao plemeniti ton violina starih majstora, pokušavali su graditi instrumente iz drveta starog nekoliko stoljeća, koje je već prošlo kroz iste faze i promjene kao i drvo starih kremonskih majstora. Ali bilo je uzalud.

Plemeniti i gordi ton starih violina ne zavisi od ostarjelog drveta, nego isključivo od njihove prvotne konstrukcije.

\* Zahvaljujući pažnji moga prijatelja Cav. Renza Bacchette, uvaženog pisca i istaknutog učenjaka s ovog područja, imao sam prilike da se poslužim ovim rijetkim i jedinstvenim rukopisom, koji se čuva u općinskoj knjižnici u Kremoni.

Samo velika ujednačenost rezonancije, što je tijelo violine daje vibracijama, uzrok je čistog, plemenitog i širokog tona starih kremonskih instrumenata.

Upravo i jedino kod instrumenata starih kremonskih majstora vidimo ovako čistu, savršenu i ujednačenu rezonanciju titranja žica uz pomoć rezonantnih ploča.

Stoga violine starih graditelja dopuštaju energičnije povlačenje gudačima po žicama, a čitav intenzitet zvuka predaje se bez gubitaka vanjskom zraku. Otuda njihov plemeniti, široki i moćni ton.

Rezimirajmo sad sve i pozabavimo se pitanjem, zašto su promjene nastale u ostarjelom drvetu mogle utjecati na ton starih kremonskih violina.

Starenje drveta manifestira se u dva smjera. Ponajprije u nekom uvećavanju vodljivosti rezonantnih ploča\* kao posljedica potpunije oksidacije smolastih materija, kojima su napojene stanične stijenke. Poradi toga uvećava se napetost stijenke i do neke mjere obogaćuje vodljivost ploča i pomaže prolaz valovima zvuka.

Ali, drvo je imalo takva svojstva već u času, kad se bilo započelo građenje instrumenta, jer se radilo, kako je to već bilo rečeno, o tankim pločama drveta, koje je dobro prosušeno s posve neznatnim sadržajem smolastih materija, kojima su se stanične stijenke već potpuno zasmolile. Pod tim uvjetima taj proces zbog male količine smole teče relativno brzo. Radilo se dakle o drvetu, koje je već posve upotrebljivo, pa se njegova vodljivost sviranjem nije mogla bitno promijeniti.

S druge strane, starenje je uzrokovalo vrlo malene gubitke na težini; zvučnice su izgubile nekoliko grama težine. Poznato nam je, da je zvučnica to elastičnija i sposobnija za vibraciju, što je tanja.

Napomenimo, međutim, da se fizičko-akustičke promjene na ostarjelom drvetu, koje su mogle imati bilo kakva realnog utjecaja na zvuk starih violina, svode na činjenicu, da su stari majstori vrlo pažljivo birali drvo. Ono je već u samom početku bilo bez mane i moglo se, dakle, vrlo malo obogatiti novim osobinama. Zvučnice su postale malo lakše, a njihova se prvotna elastičnost tek neznatno popravila.

Dakle dva su realna oslonca, koji mogu poslužiti kao mjera o tome, koliko se moglo utjecati na originalni ton starih kremonskih violina.

Uvećavanjem vodljivosti i elastičnosti rezonantnih ploča, a naročito zvučnice, njihova podatnost, koja je bez sumnje kod starih majstora već u samom početku zbog savršene konstrukcije bila bez pogreške, postala je možda malo mekša i punija.

Laka podatnost uvijek je vezana o slobodan, profinjen i plemenit ton. Taj ton uvijek je mek, obao i unatoč svojoj širini baršunast. Karakteristični tembar starih violina, koji su one imale već u samom početku, postao je još izražajniji, pa su one zadobile onaj divan čar, koji ih odlikuje.

Starim kremonskim instrumentima, da bi dosegli taj plemeniti ton, ni u kom slučaju nisu bila potrebna ni desetljeća ni stoljeća. Zahvaljujući svojoj čudesnoj osjetljivosti oni su to postigli nakon relativno vrlo kratke upotrebe, možda samo od nekoliko mjeseci.

Starenje drveta ne bi ni u kom slučaju moglo djelovati pa ma i samo malo u tom smjeru, da ton postane plemenitiji, puniji i širi, da već u početku nije bilo dobra temelja, različitih sitnih elemenata kon-

\* To mišljenje ne potvrđuju novija istraživanja (Barducci e Pasqualini, str. 1004). Uredništvo.



strukcije tijela violine, a naročito rezonantnih ploča. U toj osebnosti građenja rezonantnih ploča i jest umjetnost i umijeće Stradivarija. On je znao povezati najmanje moguće (ali zato izvanredne) debljine zvučnice s potrebnom čvrstoćom i elastičnošću. To je od njega i učinilo nenadmašivog majstora.

## 17. STARI TALIJANSKI LAK

Misterij, koji obavlja na žalost nestali recept laka starih kremonskih graditelja violina, laka neuporedive ljepote i nenadmašive kakvoće, postao je u toku stoljeća sve mračniji i mračniji. On i danas predstavlja bogato i neiscrpno vrelo istraživanja, nada i razočaranja kod svih, koji su se — bili oni stručnjaci ili laici — često bez dovoljne prethodne spremne, davali na teški posao, da rasvijetle njegovu tajnu.

Namjerno kažem nestali recept starog kremonskog laka, jer je taj recept bio porodična tajna mnogih pokoljenja obitelji Amati.

U radionicama Amatića radili su isključivo njihovi srodnici, jer se Amati nisu usuđivali, da upute stranca u svoje umijeće, tako da je i sam lak i njegovo pripravljanje ostalo tajnom.

Kad je pak kasnije Nicolo Amati, koji je u međuvremenu bio dostigao velik ugled, zasut narudžbama bio prisiljen, da za pomoćnika uzme stranca, postali su njegovim suradnicima Antonio Stradivari, Francesco Ruggeri del Per i Giuseppe Guarneri, sin Andreje. Tako je tajna pripravljanja laka prešla i na njegove učenike.

Riješiti problem čuvenog talijanskog laka nije ni lak ni jednostavan zadatak; to pitanje stvara mnoge i nimalo jednostavne teškoće. Naprotiv, to je gotovo i nemoguće za svakog, tko nije dobro upućen u pitanje pripremanja lakova uopće i temeljito ne poznaje dio kemije, koji se odnosi na problem, a naročito, ako ne poznaje prirodu i sastav svih materija, od kojih je lak sastavljen. Samo se po sebi razumije, da istraživač mora savršeno poznavati karakteristična specifična svojstva kremonskog laka.

Da na tom polju dođem do cilja, sabrao sam sve, što je u to vrijeme bilo poznato u Kremoni i u Italiji o pripravljanju lakova. Prikupio sam točne podatke o svim sastojcima i bojama, koje su se tada upotrebljavale za spremanje laka i u bojadisarstvu uopće. Bojadisarstvo je tada bilo vrlo razvijeno i na veliku glasu u Firenci i u Veneciji.

Nakon ovog nimalo lakog prethodnog istraživačkog posla prešao sam na praktički studij sakupljenoga materijala. Klasificirao sam, proizvodio i eksperimentirao s lakovima, koje sam dobivao različnim formulama i sakupljenim uputama, pa onda dobivene rezultate isporučivao s onom makar i veoma neznatnom količinom originalnog starog talijanskog laka, što sam ga srećom posjedovao. Težak i skup posao.

U tom poglavlju pokušat će, da razjasnim složeno pitanje starog talijanskog laka, a potkrijepit ću to rezultatima svojih dugotrajnih eksperimenata ne ulazeći u pojedinosti eksperimentiranja.

Prvo je pitanje, koje se postavlja, ovo: zašto su talijanski graditelji od prvih početaka upotrebljavali lak, koji se posve razlikovao od laka drugih graditelja iz drugih zemalja?

Da bismo odgovorili na to pitanje, moramo uzeti u obzir povoljan stjecaj posebnih prilika. Prije svega, visok stepen kulture u svim granama; povijest onoga vremena je povijest umjetnosti!

Slikarstvo je još prije građenja violina doseglo najviši sjaj. A to je umjetnost, u kojoj lakovi zauzimaju veoma važno mjesto bilo kao sredstva za rastapanje bilo kao lak u užem smislu. Kipari, knjigovesci,

slikari na staklu, izrađivači umjetničkih predmeta na koži i u zanatima uopće, svakodnevno su se služili lakovima. Bogata djelatnost na svim poljima umjetnosti, pomognuta izdašnim sredstvima, gonila je umjetnike na neprestano takmičenje, kako bi se uvijek i posvuda postigao najviši stupanj savršenstva. Sve je to bilo od neocjenjiva poticaja za usavršavanje i proizvodnju starih talijanskih lakova, pa je i najstarijim graditeljima violina otvorilo već plodno polje.

U takim prilikama nastaje u Kremoni stari talijanski lak za gudačke instrumente, lak, koji se prvi put počeo upotrebljavati u obitelji Amati. Tu je on dosegao i svoju najveću ljepotu i savršenstvo.

Kako je počeo opadati utjecaj crkve na umjetnost u Italiji i zbog sve manjeg potraživanja instrumenata, a možda i zbog hiperprodukcije, koja se pojavila kraj tolikih već postojećih remek-djela, počela je opadati i ta plemenita umjetnost.

Njenu sudbinu slijedio je i stari talijanski lak, koji je pao u potpun zaborav.

Stari talijanski lak mogao je nastati samo u Italiji, u umjetničkoj atmosferi onoga vremena. On je živio s tom atmosferom, a kad je nje nestalo, nestalo je i njega u zemlji, u kojoj je nastao.

Objasnili smo tako pitanje, kako su talijanski majstori još od početka imali poseban lak i kako to, da se taj lak održao konstantno u svom specifičnom karakteru i tipičnim kvalitetama puna dva i po stoljeća odupirući se svim promjenama i otkrićima tog važnog vremenskog perioda.

Učitelji su upućivali svoje rođake i učenike u tajnu pripravljanja i upotrebe tog laka, oni su im omogućivali, da nastave njihovim putem ili da prema vlastitom nahođenju unesu neke izmjene. To i objašnjava razlike u talijanskim lakovima, o kojima ćemo poslije govoriti; vidjet ćemo, kako su pojedini učenici oslobađajući se svojih učitelja s više ili manje vještine često udarali vlastitim putevima.

U pripravljanje i upotrebu laka Amati su uputili Stradivarija, Guarnerija, Ruggere i druge, a Stradivari svoje sinove i Guadagninija.

Imao sam prilike vidjeti jednog Omobona Stradivarija — a to su vrlo rijetki instrumenti — bogato prekrivena žutim lakom. Bio je tako plamenozlatan i izvanredno proziran, kao da je instrument upravo sad izašao ispod ruku umjetnikovih. Taj je lak i po svojoj boji, i po smjesi i po postupku, bio posve jednak laku, koji sam kasnije vidio na jednom Antoniju Stradivariju iz 1683.

Podučavanje učenika vršilo se usmenim uputama. Tako se i objašnjava činjenica, da nema nikakva spisa o starim talijanskim majstorima.

Recepte o pripravljanju lakova, koji su se javljali u to vrijeme, pisali su kroničari odnosno diletanti. Nije dakle puki slučaj, da jedini napis iz tog vremena, koji govori o gradnji violina »Pravila Antonija Bagatelle«, i ne spominje lakova.

Posebna priroda starog talijanskog laka karakterizirana je njegovim izvrsnim svojstvima, blistavom ljepotom, nježnošću i prozirnošću. Smjesa smola, koje ga sastavljaju, dodaje njegovoj mekoći i elastičnosti znatnu žilavost; otuda mu otpornost protiv svakog kvarenja. Ako na starim violinama ostane ma i najtanji sloj laka, trebala bi stoljeća, da se on izliže. Naravno, i stari je talijanski lak kao uostalom i svi ostali bio vrlo osjetljiv na udarac, a naročito onaj njegov dio, u kom se nalazi obojena materija. Ako apstrahiramo neizbježno habanje na mjestima, koja dotiče podbradak odnosno ruka, ta bi remek-djela bila danas još mnogo bolje sačuvana, da nisu pretrpjela udarce tvrdih tjele, koji su mjestimice uklonili obojeni sloj laka. Kad je već jednom

otpočelo pucanje laka, oštećena su se mjesta sve više i više širila, tako da je svaki novi udarac skidao nov komadić. Koliko je lak otporan, pokazat će nam bezbojna osnova za bojenje, koja se, iako je već istrošena, čvrsto drži drveta. Stari talijanski lak otporan je i na promjene temperature; on podnosi kako hladnoću tako i toplinu, a to treba da zahvali smjesi smola, koja se upotrebljava pri njegovu pripravljanju. Te osobine u najmanjoj mjeri pokazuje kolofonij, zato njega i ne nalazimo ni u jednom starom receptu za fine lakove.

Druga je posebno vidljiva karakteristika starog kremonskog laka njegova velika topljivost u alkoholu. Ta je velika topljivost jedan od najvažnijih dokaza, da su se za stare lakove kao sredstvo za rastapanje upotrebljavala eterska ulja.

I odista, lakovi na bazi eterskih ulja u suhom su stanju mnogo lakše topljivi u alkoholu od lakova sa spiritom; i oni su topljivi u alkoholu, ali u mnogo manjoj mjeri. Kod lakova eterska ulja oksidiraju i suše se finom pravilnom distribucijom pa tvore mnogo tanje slojeve od čistih spiritnih lakova. Ovi posljednji, pošto ispare svoje topilo — alkohol — ostavljaju kao jedini čvrsti sloj smolu, koju alkohol napada sporije i teže. Ne smijemo zaboraviti, da se smole, iako se rastapaju u alkoholu, ipak ne rastapaju tako brzo; naprotiv, zahtijevaju neko vrijeme, a ponekad i toplinu (kao na primjer gumilak). Dodajmo, da su neki smolasti sastojci, koji daju laku nježnu strukturu, netopljivi u alkoholu, ali su naprotiv, ma da nepotpuno, u dovoljnoj mjeri topljivi u eterskim uljima, naročito u njihovim mješavinama; u njima se oni razlažu, prelaze u otopinu i čine baš onu nježnost i laku topljivost lakova. Ona čudesna topljivost starog talijanskog laka povezana je upravo s tom činjenicom; stvar je to značajnija, što se radi o lakovima starim nekoliko stoljeća.

Jedna je od najznačajnijih osobina starog kremonskog laka, koji je star nekoliko stoljeća, da je on u potpunosti zadržao svoju originalnu plastičnost. Ta je činjenica unatoč nježnoj strukturi tog laka jasan znak njegove otpornosti; ona ukazuje na to, da je njegovo otapalo bilo sastavljeno od eterskih ulja.

Utvrдио sam to slučajno na jednom remek-djelu Francesca Ruggerija del Per, koji je moje vlasništvo. To je instrumenat izvanredne ljepote kako po vrlo odabranom drvetu tako i po prozirnosti laka, koji je toplo žutozlatast. Ostao sam jednog dana nemalo zbunjen, kad sam nakon sviranja primijetio, da mi se prst zalijepio za lak. Istraživši to mjesto povećalom primijetio sam otisak prsta. Ali kad sam u nekoliko navrata ponovio pokus, utvrдио sam na svoje veliko zadovoljstvo, da otisci nakon četvrt sata nestaju, a lak ponovo zadobiva svoj prvotni sjaj. Taj me je fenomen neko vrijeme ispunjavao skepsom, ali sam kasnije za to našao potvrdu kod profesora Fuchsa. Nastavio sam tada istraživanja i u toku godina imao sam prilike, da doživim to isto i kod drugih kremonskih remek-djela.

Upravo je čudesno i nije pretjerano reći, da stari kremonski lak nije mrtva i kruta materija. On još i danas živi vlastitim životom! On može imati ta svojstva jedino zato, što je pripravljen na temelju eterskih ulja. To je općenita, osnovna karakteristika starog kremonskog laka za gudačke instrumente; ali nje nema u podjednakoj mjeri kod svih starih graditelja. Kod jednih je ona više, kod drugih manje očita već prema mješavini i pažljivosti u pripravljanju. Iako su kompozicija i priroda laka uglavnom bitno podjednaki, ipak moramo istražiti, odakle veće ili manje individualne razlike pri ugotovljavanju kod različnih majstora, njihovih učenika i imitatora. Vidjet ćemo, kako se

ona karakteristična pojava, toliko očita u remek-djelima najvećih majstora, manifestira u svojim različitim gradacijama.

Kod mnogih se starih talijanskih instrumenata primjećuje, da su godovi zvučnica plastično izbočeni; tvrda i tamna zona, to jest ona, koja odgovara jesenjem drvetu, iskočila je, dok je mekani spužvasti dio, koji odgovara ljetnom drvetu više ili manje upao. Ta se pojava zapaža samo na vanjskoj površini lakiranih zvučnica. Na unutarnjoj površini zvučnice, koja nije prevučena lakom, te pojave uopće nema. Prilikom obrade površine zvučnice otvaraju se pore drveta; neizbježno je, da prilikom lakiranja minimalne količine osnovnog laka prodru u pore. Lak na površini bolje hvata i suši se brže od onoga, koji je prodro u pore. Međutim, i lak, koji je prodro u površinske slojeve, s vremenom se skuplja; on steže tanke stanične stijenke pora i uzrokuje spomenuta udubljenja.

To prodiranje karakteristično je svojstvo lakova, čija su topila eterska ulja. Kod lakova, za koje se kao otapalo upotrebljava specijalna smjesa eterskih ulja, taj je fenomen još izrazitiji.

Ako se uljasto-eterski lak zagrije prije upotrebe, — a to su ponekad radili stari majstori, — ili ako ga nanesimo na violinu, koju smo prije toga zagrijali na suncu, on će se uhvatiti malo sporije nego spiritni lak; taj se suši gotovo pod kičicom i prodire u površinske stanične slojeve u minimalnoj, gotovo nevažnoj mjeri. Ako upotrebimo spiritni lak, ne će doći do udublivanja ljetne zone goda. Taj se fenomen ne zapaža kod netalijanskih instrumenata, ma koliko stari oni bili.

Stari su talijanski graditelji violina lakirali svoje instrumente po mogućnosti u toplo godišnje doba.

Lakove na bazi eterskih ulja resorbira drvo mnogo brže od spiritnih lakova. To biva i onda, ako je postotak smole jednak. Stoga osnovni lak mora sadržavati prilično visok postotak smole, kako bi se štetno apsorpiranje svelo na minimum.

Dodirnuli smo tako pitanje: da li su stari graditelji svoje instrumente premazivali osnovnim lakom prije samog lakiranja. To međutim možemo već sad potvrditi ne vodeći računa o zaključcima, do kojih ćemo kasnije doći. Ako istražimo stare recepte, utvrdit ćemo odista, da su lakovi na bazi eterskih ulja sadržavali visok postotak smole, prosječno 30 do 50% pa i više.

Već je prije bilo rečeno, da je kremonski recept bio model za stari talijanski lak. A znamo i to, da je u njega bila osobina, da u toku godina sve više tamni. To je vrlo zanimljiva činjenica i ujedno još jedan dokaz, da je stari kremonski lak bio načinjen na bazi eterskih ulja. Zašto i kako dolazi do toga, da kremonski lak tamni? To tamnjenje uzrokovano je njegovim topilom — jednom mješavinom eterskih ulja — odnosno prisustvom huminskih supstancija, kojih ima u nekim eterskim uljima.

I odista, općenito je poznato, da eterska ulja uporedo sa starenjem oksidiraju pod djelovanjem zraka i sunčeva svjetla pa dobivaju boju, koja ide od žućkastoga ka smeđemu. Pritom se zbivaju raznolike krupne promjene i preínake; sve te procese pomaže naročito toplina. No ne samo kremonski nego i svi stari talijanski lakovi — koji više, koji manje — potamnili su već prema omjeru eterskih ulja, koja oni sadržavaju.

Dalje je karakteristika kvaliteta starih talijanskih lakova, ili točnije rečeno kremonskog laka iz zlatnog perioda u tome, što se oni opipom osjećaju mekani kao baršun, kao vosak. Ta osobina površine moguća je jedino u slučaju njihove homogenosti i posebnog afiníteta njenih sastojaka.

Osim već nabrojanih osobina stari se lak razlikuje i po tome, što je neobično mekan, vrlo proziran, blistav i elastičan; ta posljednja osobina od izvanredne je važnosti za zvučnost rezonantnih ploča. Takav lak ne šteti prirodnoj vibracijskoj sposobnosti, lako preuzima titraje i ne remeti početnu rezonanciju ploča.

Jedino se u tome sastoji povoljan utjecaj starih talijanskih lakova uopće, a kremonskog napose. Sve ostale osobine, koje se tako rado pridaju svim lakovima, a naročito starim talijanskim, u protivnosti su s razumom i s mogućnostima.

Stari talijanski lak, a kremonski napose, treba da svoju trajnost i nepromjenljivost zahvali sretnoj mješavini smolastih materija, od kojih je sastavljen, a koje se kao završni proizvod oksidacije smolastih sokova dalje ne mijenjaju.

I mi vidimo, da stari kremonski lak nije u toku stoljeća pretrpio nikakvih izmjena. Topilo se djelomično isparilo, a ostao je čist elastičan sloj smole, kojem se divimo još i danas.

Govoreći o starim talijanskim lakovima kazali smo, da je njihova priroda kao odraz njihovih specifičnih svojstava uvijek bila više manje ista. Ali pored svega toga kod starih se remek-djela mogu utvrditi sad veće, sad manje razlike bilo u strukturi, bilo u načinu lakiranja, bilo u njegovoj boji. To je bivalo ne samo kod škola raznih gradova, kod učenika i imitatora, nego i kod istog majstora u različitim vremenskim periodima.

Čemu treba pripisati te razlike?

Da objasnimo i iscrpno obrazložimo to pitanje, moramo malo skrenuti s puta i pozabaviti se posebno materijalima, koji su se upotrebljavali pri pripremanju lakova, samim načinom zgotovljavanja i procesima, koji su se pritom odigravali.

Bilo bi predugo zaustavljati se na svakoj pojedinoj smoli, koju susrećemo u starim receptima. To je pitanje tretirano dovoljno u područnoj literaturi. No ona ne dodiruje nekih zanimljivih finesa, a posebno lakove graditelja violina. To su sve odreda djela praktičnog karaktera, posvećena kemijskoj industriji lakova uopće. Istraživanje violinskog laka posebna je grana odviše uska, a da bi je tvornička proizvodnja velikog stila mogla uzeti u obzir. Pa ipak ima iskustava i saznanja, povezanih lično za osobe, koje su se posebno bavile lakovima za gudačke instrumente.

U izboru smola kod pripremanja laka za instrumente zanimljivo je pored ostaloga voditi računa o njihovu kolebljivu stupnju tvrdoće i krhkosti. Važno je poznavati i podrijetlo, jer jedna ista vrsta smole već prema svom porijeklu može da bude različitog stupnja tvrdoće i topljivosti i može uopće varirati u svojstvima. Na njihov bolji ili lošiji kvalitet utječu i atmosferske prilike.

Kakvoća laka zavisi od pravilnog izbora smole; samo najfinijim materijalom i pomnijim izborom može se doći do onog savršenstva, koje nisu uvijek postizali ni stari majstori.

Graditelji onoga vremena imali su mogućnost, da u apotekama nabave dobre sirovine, ali uz cijenu, koja je bila kudikamo viša od današnje. Stoga su se imućniji nalazili u povoljnijem položaju od drugih: kupujući bolji materijal, oni su postizavali bolje rezultate.

Sve to treba dobro uzeti u račun, da bi lak uspio.

I sazrijevanje smole djeluje na njezina svojstva kao i na proizvod; neke je lakše prerađivati svježije, a druge tek pošto odstoje. Tako na primjer sandarak, ako odstoje, gubi velik dio svoje topivosti.

Smole se ne mogu odmah upotrebljavati pri zgotavljanju lakova; njih treba prije prebrati i očistiti, jer i od brižljivosti u manipulaciji zavisi kakvoća proizvedenog laka.

Čestoput treba smole prethodno ispirati ili pregrijavati na vatri, da bi se one oslobodile eventualne štetne količine vlage ili jednog dijela kisika. Sav taj posao zahtijeva posebnu pažljivost, da se pritom ne bi oštetile ili poništile dobre osobine smole. Ako ih izložimo prejakoj vatri, dobit ćemo mršav lak, kojemu će više ili manje nedostajati sjaja, a njegova sposobnost prijanjanja uz drvo bit će smanjena ili posve uništena. To se može dogoditi i ako se smole tope, kako to savjetuju neki recepti.

U receptima onoga vremena nalazimo i upute o pripravljanju smola. Ti metodi ukazuju na dublja kemijsko-empirijska iskustva. Neki na primjer savjetuju, da se smole najprije kuhaju u »destiliranom octu«, a to znači u bijelom vinskom octu, što odgovara oko 6% octene kiseline. Može biti, da se time željelo neutralizirati alkalijske dijelove smole, a možda i uvesti acetijsku grupu ili jednostavno ukloniti štetne sastojke, jer je octena kiselina topilo za smole pa onda, kako to traže upute, po ponovnom ispiranju vodom smole istaložiti u čistom obliku.

Znamo, da se od svakog laka traže određena svojstva u pogledu njegove tvrdoće i ostalih osobina, kako bi on mogao da savršeno odgovori svakoj specijalnoj namjeni. Sve to ima poseban značaj za gradnju violina.

Za dobru kakvoću laka od velike je važnosti izbor smola, koje treba da sačinjavaju njegovu temeljnu supstanciju. Smole se po svojim osobinama međusobno dopunjuju, a za karakter laka odlučne su proporcije njihova učešća u smjesi kao i upotrebljeno topilo.

Već onda bio je poznat najveći dio smola, koje su bile od neke važnosti za sastav bilo običnih, bilo finih lakova. Asortiman je bio gotovo toliko bogat, koliko i danas.

U to su se doba upotrebljavali sandarak, mastiks, dvije vrste kopala (jedna mekša, druga tvrđa), jantar, gumilak, spalto (asfalt), koji se u Egiptu upotrebljavao pri balsamiranju, smola kalabrijske jele, tamjan i elemi iz Abesinije; od balsama terpentin sa Skija i iz Venecije i balsam kopaiva.

Iako se gumilak spominje u starim knjigama, koje određuju smole i lakove, on nikad nije činio sastojak kremonskog laka.

Andreji Amatiju (1510.—1580.), najstarijem graditelju violina, bio je gumilak nepoznat.

Tek otac Atanasije Kircher, slavni pisac tog vremena, spominje prvi put gumilak g. 1667. u svom djelu »Ilustrirana Kina«, pošto mu je otac pustinjač Eustahije Jamart iz reda sv. Augustina povjerio tajnu prije svoje smrti.

Najzad sami instrumenti daju nam mogućnost, da ogledamo put, kojim je recept Andreje Amatiya prelazio iz generacije u generaciju sve do Stradivarija, Lorenza i Gambattista Guadagninija i najzad iščezao.

Među topilima toga vremena nalazimo spirit i različna eterska ulja kao terpentinsko ulje, ulje od lavandule (despika) i ružmarina; često su to bile i njihove mješavine.

Ne ću se zaustavljati na masnim uljima kao na primjer na lanenom, konopljanom i t. d.; ona se nikad nisu upotrebljavala u receptima za kremonske lakove. Jedino se 1679. u Njemačkoj jednom spominje lak za violine, u kome se kao topilo propisuje orahovo ili laneno ulje.

Alkohol — bolje rečeno vinski spirit, jer spirit od krumpira nije još bio poznat, — koji se tada upotrebljavao pri ugotovljavanju lakova, bio je visoko procentan; u starim receptima čitamo »vinski spirit više puta rektificiran«. U tu svrhu još se uvijek upotrebljavao vinski sriješ. Tim se postupkom dobivao otprilike apsolutni alkohol. Možemo to zaključiti iz ove primjedbe: »spirit bez flegme (t. j. bez vode) bit će dobro destilirana solju od sriješa«.

To, što smo izložili, od neke je praktičke važnosti. Vinski spirit poradi aromatskih i etersko-uljanih supstancija, što ih sadržava, a koje prilikom destilacije vina izlaze zajedno sa spiritom, vrlo je pogodno topilo za smole i eterska ulja. On je mnogo prikladniji za otapanje smola nego spirit iz krumpira. Stoga bi se i kod modernih lakova barem kod najfinijih morao upotrebljavati samo vinski spirit.

Od eterskih ulja, koja su se tada upotrebljavala, recepti na prvo mjesto stavljaju terpentinsko ulje, jednostavno ili destilirano, spirit od terpentina, kako su ga tada nazivali; zatim dolaze ulje od lavandule (despika), ružmarina i ostale mješavine.

U svakom slučaju treba radije uzimati mješavine eterskih ulja. Najveći dio smola topljiv je u terpentinskom ulju samo dijelom ili nikako; naprotiv u pogodnim mješavinama i pod određenim uvjetima one se vrlo lako otapaju. Kad bi bilo kakva otopina smola ili njihovih mješavina davala upotrebljiv lak, stvar bi bila veoma jednostavna. No za kvalitet laka za violinu isto je toliko važno, da se izaberu smole, da se nađu njihovi pogodni odnosi i da se utvrdi način, na koji one treba da budu otopljene i najzad obrađene do potpunog dogotovljenja laka. Potrebno je, dakle, postupati s najvećom pažnjom prema individualnim osobinama smola, prema njihovoj topljivosti i međusobnoj mogućnosti povezivanja. Sve je to ponekad vrlo teško čak i stručnjacima.

Kad upotrebljavamo različne vrste smola, moramo u većini slučajeva pri manipulaciji ići određenim redom, koji pruža najpogodnije uvjete topljivosti; jer ako narušimo taj red, to bi dovelo do smanjivanja topljivosti. Neke supstancije ostale bi posve ili djelomično neotopljene. I ne samo to; one bi se staložile samo djelomično ili nikako, a to bi išlo na štetu homogenosti, strukture, karaktera i izgleda laka.

Došli smo tako do konačnog akta u pripravljanju lakova; do temperature i trajanja kuhanja, od čega uvelike zavisi konačni rezultat i kakvoća proizvoda.

Nije nevažna stvar, koliko traje kuhanje i da li se ono odvija pod laganom, jakom ili žestokom vatrom. Ako je temperatura odviše visoka i ako pod takvim okolnostima kuhanje ili vrenje traje odviše dugo, oštećuju se fizička i kemijska svojstva laka. Na taj bi način moglo doći do djelomičnog razlaganja smole, pa bi se tako neki sastojci mogli taložiti i spriječiti jednomjerno ujedinjavanje smola. To bi moglo djelomično ili potpuno izmijeniti karakter laka, jer se pri različitim temperaturama dobivaju različiti proizvodi.

Zato i vidimo, da je kod nekih Kremonjana lak ponešto krhak; ponekad i kod istog majstora opažamo griješke u strukturi laka, iako je njegov sastav uvijek isti. Ako i danas na nekom starom talijanskom instrumentu naiđemo na lakove, koji nisu posve uspjeli, treba to pripisati činjenici, da je graditelj, ma koliko iskusan, naišao na neke teškoće, kad je pripravljao lak, pa je ekonomičnosti radi morao da ih troši takve, kakvi su bili.

U starim receptima za lakove na bazi eterskih ulja nalazimo i to, da su lakovi nakon otapanja i unošenja smola morali još vreti dva do tri sata. Budući da su se smole već bile amalgamirale, moglo bi to u





JOSEPHUS GUARNERIUS DEL GESÙ, 1728.

*Zlatko Baloković, New York*





2510



2510

GIOVANNI BAPTISTA ROGERI, *Brescia, 1704.*  
*Zlatko Baloković, New York*

prvi mah izgledati suvišnim. No upravo nam taj oprez govori o finoći izrade, koju su stari majstori postizavali dugim iskustvom. To iskustvo, kako ćemo vidjeti, od velike je važnosti za neke specijalne osobine lakova. A sve je to bilo opravdano možda ovom jedinom motivacijom: »Tako treba raditi, pa da lak bude ljepši i bolji«.

Terpentinsko ulje kao i sva ostala eterska ulja bogata terpenima imaju svojstvo, da na zraku i na svijetlu ozoniraju. To svojstvo oksidacije terpentinskog ulja i ostalih eterskih ulja, u kojima ima terpena, može se u tami sačuvati godinama. To se svojstvo ne osniva na zasićenosti ozonom ili atomskim kisikom, nego na formiranju terpenskih superoksida, koji se lako rastvaraju. U tom stanju ta bi ulja nepovoljno djelovala na bojila blijedeći ih. Ako terpentinsko ulje ili mješavinu eterskih ulja ostavimo, da nekoliko sati vriju na temperaturi od 80 do 100 stupnjeva u pokrivenim posudama, dakle uz ograničen pristup kisika, one gube svoju oksidacijsku sposobnost i troše se u procesu sušenja. U praksi, to je vrlo dragocjena tekovina odlučna za kakvoću proizvedenog laka. Zahvaljujući tom procesu lak ne pokazuje sklonost da gubi boju; s druge strane, on dobiva svojstvo da suši, a to svojstvo nije mnogo manje od onoga kod spiritnih lakova. Na taj je način razbijena tvrdnja, da je starim majstorima upotreba uljanih lakova bila neprilična, jer bi zbog višekratnog premazivanja trajalo sušenje neobično dugo, a na taj bi se način rasipalo dragocjeno vrijeme.

Vidimo dakle, da kuhanje, ako je znalacki izvršeno, umnogome pojačava dobre osobine laka. Naprotiv, ako je provedeno loše, ono poništava svaki dobar uspjeh. Treba stoga razlikovati izraze »kuhati« od »vreti«, koje čitamo u starim uputama. Vreti može nešto samo na temperaturi ključanja; kuhati se može i kod nižih temperatura. Za etersko-uljaste lakove to je od posebne važnosti, jer je njihovo vrelište daleko iznad 100 stupnjeva.

Da je aparatura, kojom su se služili stari graditelji bila primitivna, a način pripravljanja lakova jednostavan i praktičan, ali dovoljan, da bi se postigli rezultati koji zadovoljavaju, zaključujemo iz recepata onoga vremena.

Kuhanje lakova vršeno je obično na vatri od blago žeženog uglja ili u kupelji od toplog pepela, pijeska ili vode; zato su upotrebljavane staklene ili bakarne posude. S ovako primitivnim sredstvima nije bilo lako regulirati i održavati jednaku temperaturu; dobar rezultat zavisio je poglavito od spretnosti lica, koje je vršilo rad.

Upute starih recepata, koje govore o kuhanju na više manje živoj vatri, odviše su elastične i daju se individualno tumačiti. A kako su učenici učili ugotovljavanje lakova praktički od svojih učitelja, teško je vjerovati, da su oni baš uvijek vagali pojedine sastojke. Obično se mjerilo topilo, dok su se smole uzimale od oka, odnosno na žličice. U starim uputama našao sam, da se kao mjerica uzimala orahova ljuska.

Možemo sad pojmiti, koliko je sporednih činilaca i slučajnosti pridonosilo uspjehu laka i djelovalo na njegov vanjski izgled, na njegov sjaj, na otpornost prema dodiru i na njegove glavne osobine, koje su neka više, neka manje dovodile do tolikih razlika u starom talijanskom laku.

Kako su remek-djela starih majstora imala vlastite karakteristike tona i oblika, tako je i njihov lak morao nositi individualno obilježje. To je siguran argumenat, da je svaki graditelj sam pripravljaio svoj lak i sam lakirao svoje instrumente.

Stari su smireno radili na svojoj umjetnosti. Stradivari je bez sumnje bio najviše zaposlen majstor, koji je potomstvu ostavio najveći

broj nenadmašivih remek-djela. Unatoč svojoj znatnoj produkciji Stradivari je, — koliko se meni čini —, radio na violini, odnosno violi najviše četrnaest dana, a na violončelu i četiri sedmice. To mu je vrijeme dostajalo, da instrumente lakira sam ili uz pomoć svojih učenika. Stradivari je imao svega jednog do dva učenika; kasnije su mu pomagali njegovi sinovi, Francesco i Omobono.

Vidjeli smo, da je stari talijanski lak stavila u upotrebu obitelj Amati, pravi pionir talijanskog graditeljstva violina. Bilo je to u doba, kad se Kremona nalazila još u samom praskozorju ovog umijeća.

Iz radionica različitih članova obitelji Amatija izašao je znatan broj majstora. Oni su rasuti po cijeloj Italiji i oslobođeni malo pomalo utjecaja svojih učitelja davali sve ličniji pečat kako svojim instrumentima tako i laku. Lični pogledi u pogledu sastava, vlastiti ukus u vezi s bojom laka cijenili su se kad više, kad manje. Svak je nastojao da razvije svoje umjetničke sposobnosti, netko s više, netko s manje spretnosti, mara i uspjeha.

Ako razmotrimo sve, što smo izložili o karakteristikama i uzrocima razlika u starom talijanskom laku, vidjet ćemo, da on do svog nestanka kod svih graditelja, pokazuje više ili manje izrazite znakove identičnosti. Ove više manje uočljive razlike potječu od različitog sastava, a što je još važnije od različitih tonova njihovih boja. To nam omogućuje, da stari talijanski lak svrstamo u škole raznih smjerova.

Kremonski je lak među svim ostalima najfinije strukture. Pri dodiru on je neobično mekan, plemenit i nježan. Te osobine ima jedino kremonski lak. U prvom periodu otprilike oko 1680. još pod utjecajem obitelji Amati taj je lak žute ili svijetlonarandžaste boje. Kasnije, međutim, nailazimo na različne crvene gradacije, kao na primjer trešnjasto crvenilo, skrletno crvenilo, pa čak i tamno crvenilo, koje zanosi na modro. U tom periodu kremonski lak dosiže najveći stepen svoga sjaja, blještavosti i prozirnosti. Od tog zlatnog perioda unaprijed, kremonski lak pokazuje nedostatke u strukturi: nije više tako nježan, boja mu postaje smeđe-crvena i crveno-smeđa. Stari su se graditelji umorili, a to se odražavalo i na njihovim djelima i na njihovim lakovima.

Brešanski je lak u svojim gradacijama žut i crven, po strukturi manje nježan i mekan, često je gust i približava se kremonskom, ali mu nedostaje njegova prozirnost.

Venecijanski lak mnogo nalikuje kremonskom, ali se od njega razlikuje naročitom prozirnošću i nježnom crvenom bojom; međutim, njegova struktura nije tako meka, jer je suša i staklastija. Pored ostalih vidio sam jedan primjerak Montagnana tamnocrvene boje, čiji je lak bio neobično sličan Stradivarijevu laku.

Struktura milanskog i fiorentinskog laka krhkija je, a boja je žuta odnosno smeđa.

Najmanje je interesantan od svih ostalih napuljski lak s osnovnim žutim tonom boje, koja kasnije zanosi na zelenkasto i nije lijepa; mnogo je lošiji od kremonskog i po gipkosti i po plemenitosti boje.

Za potrebnu kompoziciju smola u laku važna je i boja. Ona treba da pomaže ljepotu i živost laka; no supstancije, koje su nosioci boja, djeluju više ili manje i na njegovu strukturu.

Prije no što se pozabavimo pitanjem bojenja lakova, moramo se upitati: jesu li stari majstori izravno bojili svoje lakove? Ima ih, koji su o tome sumnjali. Pitanje samo po sebi ne bi imalo nikakvu posebnu vrijednost, jer nam je poznato, da su već stari graditelji viola upotrebljavali obojene lakove. Tu su praksu u Kremonu uveli Amati. U

prilog toj tezi govori činjenica, da na starim remek-djelima između osnovnog i površinskog sloja leže slojevi obojenoga laka.

Ima, međutim, jedna okolnost, koja nas prisiljava, da se pozabavimo tim pitanjima; jer mišljenja su podijeljena. Neki smatraju, da su stari majstori bojili svoje lakove, drugi opet drže, da su oni lakove i boje upotrebljavali odvojeno. Ako pažljivo istražimo istrošenu površinu neke stare kremonske violine, uvjerit ćemo se o neodrživosti posljednje tvrdnje, jer se može dokazati, da postoje tri sloja.

Nije uvijek lako utvrditi, da postoji sloj završnog laka, jer se on upravo slio sa slojem obojenog laka; u velikoj većini slučajeva on je rijetko ostao netaknut na površinama violina.

Postojanje osnove može se vrlo lako dokazati na mjestima, gdje se obojeni lak istrošio ili ogrebao, pa je ostao samo jedan dio njegove površine. Na tim mjestima se vidi sloj čvrstog, žućkastog laka, koji tijesno prijanja za drvo; on je vrlo otporan, intenzitet njegova sjaja, koji je nekad vrlo jak, varira prema debljini sloja.

Sloj čiste boje zbog svoga heterogenog sastava ne bi mogao biti dovoljno zaštićen nježnim i tankim slojem završnoga laka; stara remek-djela graditeljstva violina danas bi bila svedena na bezbojnu osnovu laka a bez ikakva traga od boje. Naprotiv, na onim mjestima starih talijanskih remek-djela, gdje je lak obojen i gdje se raspuknuo zajedno sa završnim lakom, gdje raspukline ne teku okomito nego koso, vidi se jasno, da je i obojeni sloj načinjen od laka. Sloj, koji sadržava boju, mora da je bio kompozicija, koja je imala afiniteta i s osnovom i sa završnim lakom. Dakle to je morao biti lak i to obojeni lak. No o tome ćemo još govoriti.

U staroj literaturi o lakovima nailazimo na recepte za obojene lakove pa i za pozlaćene lakove, u kojima se za upotrebu preporučuju mješavine žutih i crvenih boja. Dakle, već je tada bio poznat način pripremanja prozirnih lakova.

Ako uzmemo u razmatranje bojila, koja su se tada upotrebljavala u Italiji, vidimo, da je njihova lista prilično bogata. No malo ih je, koje bi mogle ući u obzir za pripravljanje violinskih lakova, i to zbog specijalnih zahtjeva, koji se postavljaju, da bi bojila u svemu mogla odgovarati cilju savršenoga lakiranja. Nije dostajalo, da bojila potrebna za lakove instrumenata budu topljiva u topilu za smole. Ona su morala biti i postojana na svijetlu i davati savršeno prozirne rastopine, kako bi što bolje došla do izražaja ljepota drvene površine. Još je bilo važno, da bojila ne učine lak odviše tvrdim.

U tome i jest razlog, da je skala boja starih talijanskih lakova za gudačke instrumente uska. Boje se kreću od žutog do crvenog pa sve do smeđeg tona sa svim njihovim gradacijama.

Za ugotovljavanje tih bojanih lakova mogu se upotrebljavati samo organska, vegetabilna bojila i neke obojene smole.

Među najviše upotrebljavane vegetabilne boje toga vremena ide svakako: šafran, origana, ekstrakti varzila iz fernambukovine i sandalovine, ekstrakti kurkuma i broća; od animalnih bojila: štitasta uš i kermes. Od obojenih smola upotrebljavale su se: gumigutta, zmajevaca, hepatična aloja i ona sa Sokotre. Međutim, navedene materije ne odgovaraju sve svojoj namjeni, jer one — osim aloje — nisu postojane na svijetlu; obojene smole odviše otežavaju lak, čine ga krhkim i mute njegovu prozirnost.

Boje dobivene kao varzila iz fernambukovine i crvene sandalovine ne dolaze u obzir kod starih kremonskih lakova. Crvenilo iz fernambukovine toliko se mijenja na svijetlu, da se ne može upotrebiti. Crve-

nilo iz sandalovine je smola, koja se ne otapa ni u jednom od eterskih ulja; u onima, koja su se upotrebljavala za talijanske lakove, topi se u tako malim količinama, da daje slabo crvenu boju, u kojoj prevladava žutonarančasti ton. Lak načinjen spomoću te materije bio bi odviše tvrd i krhak. Otuda i dolazi, da ove dvije boje ne nalazimo ni u jednom starom receptu za zlatne lakove.

Zmajevac naprotiv dobro se otapa u eterskim uljima; međutim on daje crvene lakove, koji pod djelovanjem sunčeva svjetla gube svoje plemenito crvenilo i u relativno kratkom vremenu postaju crveno-smeđi, pa čak i smeđe-crveni odnosno smeđi. Tokom svojih iskustava učvrstio sam se u uvjerenju, da ni zmajevac nije ulazio u lakove starih graditelja. Zmajevac je bio poznat još iz najdavnijih vremena, a dobro su ga znali i stari graditelji viola, pa i kremonski majstori. Iako je tada crvena boja bila na cijeni i bila najradije birana, trebalo je dosta vremena, da se njom počnu bojiti lakovi.

Od svih dosad spomenutih bojila gumigut je bio najpostojaniji na svjetlosti i, odista, on se upotrebljavao u lakovima toga vremena.

Kad se govori o efektima, što ih u vidu prelijevanja boje i sjaja pokazuje lak starih kremonskih remek-djela, nameće se pitanje, da li su ti efekti posljedica trošenja ili nekih namjernih sjenčenja starih majstora? Sva ta prelijevanja, pa i ona, koja vidimo na divnim crveno obojenim instrumentima iz zlatnog perioda, koja su toliko šarolika i zanosno lijepa, treba pripisati isključivo trošenju. Stari su graditelji violina jednolično bojili svoje instrumente i nisu ih sjenčali. To nam jasno dokazuju i brojna nenadmašiva remek-djela, koja su nam na svu sreću došla do ruku u savršenom stanju. To su pravi muzejski primjerci jednolično lakirani, a izgledaju kao da su ovaj čas izašli iz majstorove radionice. Vidio sam ih lijep broj; gotovo svi su bili čudesno sačuvani, izvanredno lijepi. Bilo je među njima mnogo Stradivarija (među njima jedan iz 1683. a drugi iz 1717.), dva neobično rijetka Omobona Stradivarija i mnogo Lorenza i Giambattista Guadagninija. Jedan je od njih nosio izvanredan lak tamnocrvene boje na blještavoj zlatnožutoj podlozi. To je na mene ostavilo dubok utisak. Ne, stari majstori nisu sjenčili svojih violina. Sjenčenje je danas loša navika, kako bi se novi instrumenti predstavili kao stari. Ozbiljan graditelj violina, koji cijeni svoje djelo, ne će sjenčiti!

Ako se crveni i smeđi lakovi lakše ljušte od žutih, treba to prije svega pripisati prirodi njihovih bojila. Žuto bojilo ne otežava toliko lak, koliko crveno odnosno smeđe; ona su upravo glavni uzrok ljuštenju i raspucavanju lakova.

Obojeni lak mora sadržavati priličnu količinu bojila; no da ne bi bio odviše zasićen, mora imati osjetno manji postotak smole, kako bi se s malo premazivanja postigao prilično zasićen ton boje.

Osnova i gornji sloj laka osim gipkosti moraju imati i gustoću; za razliku od obojenih lakova oni sadržavaju i veći postotak smola. Iz toga i izlazi, da obojeni lak, iako je od istog sastava kao i ona druga dva, nema njihove velike i žilave kohezije.

Stari talijanski lak nježan je, mekan, ali žilav. Dogodi se kojiput, da od udarca ili ogrebotine otpadnu gornji i obojeni sloj laka, a da ostane samo osnova. Ako promotrimo oguljeno mjesto, vidjet ćemo, da se s vremenom rubovi zatvaraju, (tu zadaću preuzima na se mekani gornji sloj laka); oguljeno mjesto zarašćuje poput rane, na kojoj ostaje ožiljak.

Na starim remek-djelima na nekim mjestima ispod gornjeg laka vide se pokatkad više ili manje svijetle plohe, koje su navodile na pretpostavku, da su stari sjenčili svoje instrumente. Međutim ta svjet-

Ilija mjesta zavise od nepravilnog lakovanja ili su se pojavila kasnije kao posljedica neravnomjernog brušenja. Popravljanje takovih mjesta zahtijeva mnogo spretnosti, pa su se i majstori i učenici dobro čuvali toga posla. Stari lakovi, koji su bili veoma gusti, nisu omogućivali takve ispravke; oni bi, kad bi se izvršili, bili ružniji od samih oštećenih mjesta. Osim toga, majstori nisu uvijek s istom brigom dovršavali svoje radove. Bolje plaćeni instrumenti izrađivali su se bolje, s većim marom.

Sjećam se dva prekrasna Stradivarija, od kojih je jedan na bočnicama, a drugi na dnu nosio vidljive znakove krupnog staklenog papira.\* Stradivari, koji je inače uvijek bio pedantan i ponnjiv, nije našao za potrebno da te primjerke izradi bolje.

Veoma je rašireno mišljenje, da kremonski lak s vremenom gubi svoj prvotni izgled. To je mišljenje posve pogrešno. Vidjeli smo to istražujući svojstva starog kremonskog laka.

Stari talijanski lak, dok je još bio svjež, imao je isti blještavi sjaj i ista fizička svojstva, koja ima i danas, dvije stotine godina i više od časa, kad je nastao. Jedina je razlika, koja se primjećuje danas u poređenju s ondašnjim lakom, činjenica, da je njegova boja u početku bila nešto sjajnija i življa, budući da je stari talijanski uljano-eterski lak s vremenom više ili manje potamnio. To se međutim dogodilo prije svega zbog tamnjenja drveta, koje je na taj način postalo izvršna tamna podloga za lak.

Vidjeli smo, da i eterska ulja, poradi svog vegetabilnog porijekla sadržavaju (ma da u maloj količini) produkte razgrađivanja lignina i celuloze. Prema tome i ona pomažu i ubrzavaju tamnjenje drveta. Zbog toga instrumenti lakirani etersko-uljanim lakovima tamne mnogo prije i uočljivije od onih, koji su premazani običnim spiritnim lakom. Dakle stara remek-djela svoju smeđu boju treba da zahvale ne samo stoljetnom djelovanju svjetla, — jer su tokom dugih perioda bila zatvorena u ormarima i posebnim kutijama —, nego i djelovanju uljanih lakova, koji omataju njihovo tijelo.

Međutim, bojani se lakovi ne mogu nanositi direktno, to jest da prije toga instrumenat nije premazan osnovom, jer šupljikavi dijelovi drveta za razliku od gušćih požudnije upijaju lak. Kad bi se postupilo na taj način, potpuno bi nestalo onog lijepog i karakterističnog crteža drveta — teksture — naročito na zvučnici. Bez toga bi vanjsko lice instrumenta bilo beznačajno i neljepo, dakle upravo suprotno onome, što su stari majstori postavljali kao cilj svojim neuporedivim lakovima.

Na taj način došli smo do pitanja osnove i njenog polaganja. Postoje različita mišljenja kako o sastavu tako i o primjeni osnove. Ima mišljenja, koja tvrde, da osnova nije ni potrebna i da je stari majstori nisu uopće upotrebljavali.

Mislím, da je potpuno suvišno, da se zaustavljam na različnim mišljenjima, koja su vrlo često upravo apsurdna. Iz svega, što sam izložio, izlazi jasno i razumljivo, da su stari majstori na svoje instrumente polagali osnovu, koja se od obojenoga laka i od završnoga laka razlikovala jedino većom količinom smole.

Sjećam se jednog prekrasnog Guarnerija del Gesù, kod koga je obojeni lak na nekoliko mjesta prodro u porozne dijelove drveta zvučnice. Dogodilo se to zbog toga, jer drvo nije bilo dovoljno pripravljeno osnovnim lakom, a to je omogućilo, da obojeni lak prodre u drvo.

Na koncu ovog poglavlja ostaje još, da se rasprave važna pitanja lakiranja i same svrhe laka.

\* Ime nije baš najpodesnije, jer se u to doba za čišćenje upotrebljavalo platno natopljeno vodom i ljepilom posuto usitnjenim venecijanskim staklom.

Stari talijanski lak, a napose kremonski, zahvaljujući svom uljano-eterskom sastavu i svojoj nježnoj strukturi bio je veoma osjetljiv na studen i vlagu. Naročito u toku lakiranja ti su činioci štetno djelovali na proces sušenja. Razumljivo nam je, dakle, zašto su Kremonjani iskorišćivali toplija godišnja doba i na taj način dobivali dobre rezultate u lakiranju. Nema nepogodnijeg podneblja za lakiranje od zime u Kremoni, koja se odlikuje vlagom, maglom i hladnoćom; u Stradivarijevo vrijeme ona je posve sigurno bila jednaka današnjoj. Uza sve to često čujemo, kako se kvalitet Stradivarijeva lakiranja pripisuje klimi njegove domovine.

Da su stari majstori nastojali, da se okoriste ljetnom toplinom za lakiranje svojih instrumenata, potvrđuje i sam Stradivari u jednom pismu od 12. kolovoza 1708., koje je uputio nekom svom kupcu. U pismu on kaže:

»Oprostite ćete zakašnjenje violine. Uzrok tome bilo je lakiranje, da sunce ne bi otvorilo one velike pukotine«.

Tako je veliki majstor opravdavao zakašnjenje predaje jedne violine (radi se, očigledno, o nekom popravku). Zakašnjenje se dogodilo, jer se lak polako sušio, a on nije mogao violinu izložiti sunčevu svijetlu bojeći se, da se tek zalijepljene raspukline ponovo ne otvore. To se često i događa pri prevelikoj toplini.

Iz jednog pisma, što ga je fra Fulgencije Micanzio (24. travnja 1638.) iz Venecije uputio velikom Galileju, koji je u Kremoni kod Nicole Amatija naručio violinu za jednog svog nećaka, čitamo i ovo: »... da violina, budući da je morala biti nešto naročito, nije mogla biti dovršena bez sunčeve topline«.\*

Ako lak zagrijemo prije upotrebe, eterska ulja upotrebljena kao topilo zadobit će veću apsorpcijsku sposobnost za kisik, znatno će se povećati prijemljivost i sušenje laka, a osim toga pojačat će se njegova gipkost i trajnost. Na taj način ostaje u slojevima laka veća količina topila, koja osigurava pravilnije vezanje smola. Osim toga, preventivno zagrijavanje laka pospješava i tamnjenje drveta.

Stari majstori čekali su toplo godišnje doba za lakiranje. Bio im je potreban topao i suh zrak, jer on povoljno djeluje na proces hvatanja laka za drvo i na njegovo sušenje. Na taj su način oni htjeli da postignu dobre rezultate u lakiranju i da svedu na najmanju mjeru mogućnost prodiranja laka u drvo znajući iz iskustva, da bi to bilo od štetnih posljedica za zvučnost rezonantnih ploča. Supstancija, koja prodre u pore drveta, povećava njegov viskozitet i osjetno smanjuje vodljivost rezonantnih ploča. Posljedica je povećanog viskoziteta drveta u tome, da žilava masa, (a stari talijanski lak bio je vrlo žilav), guta kratke valove harmonijskih tonova brže nego duge, što dovodi do slabljenja rezonancije harmonijskih tonova. Jačina tona ne zavisi samo od snage vibracije, nego i od načina, na koji se one ponavljaju i prenose s rezonantnih ploča; a upravo ta posljednja zadaća pada na drvo, od kog su one načinjene.

Drugi praktički dokaz za to, što smo rekli, daje nam stari običaj, da se drvo, iz koga se uzima materijal za instrumente, siječe između studenog i veljače, to jest u doba, kad stabla počinju i kad u njima ima malo soka.

Jasno izlazi, dakle, da prodiranje bilo kakve supstancije u tkivo drveta ukrućuje više ili manje njegovo tkivo, a to općenito slabí vibracijsku snagu ploča. Pojačavanje rezonancije ne može posve doći do izražaja, ton slabi, a i boja glasa je oštećena.

\* Hill.



Iz istog se razloga nakon nekog vremena pogoršava ton nelakirane violine. Prostrana površina rezonantnih ploča požudno upija vlagu iz zraka, a ona prodirući u drvo ometa slobodno širenje zvučnih valova.

Međutim, nije to jedini uzrok, zbog kojega se ton nelakirane violine za razliku od violine, koja je znalački lakirana, nakon nekog vremena pogoršava.

Lak je loš vodič zvučnih valova. On se sastoji od smola, dakle od materija, koje su po svojoj amorfnoj strukturi same po sebi loš vodič zvuka. Ta njena osobina od neobično je velike važnosti za zvučnost instrumenta. Lak, koji potpuno obavija zvučnu kutiju kao loš vodič, sprečava nepotrebno rasipanje energije u zrak, koji ga okružuje; on koncentrira, da tako kažemo, energiju zvučnih valova na drvenu masu rezonantnih ploča i zrak, koji je zbijen u zvučnoj kutiji, da bi ga onda s jačim intenzitetom kroz oduške izbacio u okolni zrak.

Vidimo tako, da lak pravilnoga sastava već sam po sebi olakšava zvučnost violine. Jasno je, međutim, da bilo kakav loš ili nepodesan sastav laka, odnosno nevaljalo lakiranje, mogu umanjiti ili posve uništiti tu osobinu.

Lak nije nuždan samo zato, da štiti instrumenat od atmosferskog djelovanja i od bilo kog drugog štetnog utjecaja ili da služi kao ukras. Najvažniji dio njegovih svojstava nalazimo u njegovim akustičkim efektima, budući da on pomaže razvijanju tipičnog tona violine, što ga rađa drvo. I oni stari kremonski instrumenti, koji izgledaju kao da na njima uopće nema laka, imaju još danas besprijekoran ton, jer su oni rijetki ostaci laka, koji ih pokrivaju, dovoljni, da začepi pore drveta rezonantnih ploča.

Ljepota, odličan izgled potpuno lakirane violine, plemenito djelovanje laka na kvalitet tona ne zavise samo od vrijednosti upotrebljenog laka, nego i od načina, na koji je on upotrebljen.

Kakav lak mora biti, rekli smo već prije. Lakiranje tako finim lakom, kao što je to bio kremonski, posao je delikatan; on zahtijeva veliku vještinu i pažnju. A i to je umjetnost; ona je činila teškoće čak i kremonskim majstorima, koji su zaista dosegli veliku vještinu u tom poslu.

Ako uzmemo u obzir sve, što smo izložili, vidjet ćemo, da je lakiranje teklo ovako: najprije se nekoliko puta premazivala osnova, a po njoj nekoliko puta obojeni lak već prema tome, kakav se intenzitet boje želio dati instrumentu. Najzad se, da bi se zaštitila boja, nekoliko puta premazivao gornji lak, koji su stari nakon zaglađivanja premazivali još jedamput slobodno — »con franchezza«, — kako su oni običavali reći.

Tako smo iznijeli općenite direktive za proces lakiranja. No u nekim slučajevima on je pretrpio i izmjene, kao na primjer kod starih violina lakiranih crveno. U tim slučajevima preko osnove premazivao se po više puta žut lak, na koji su se onda nadomazivali crveni slojevi. Da se crveni lak nanosio izravno na bezbojnu osnovu, instrumenat bi bio dobio loš i neugodan izgled.

Remek-djela najboljih kremonskih graditelja violina premazana su bogatim, ali pravilno odmjerenim slojevima laka, a to je bilo moguće jedino kad znamo, da su slojevi bili neobično tanki.

U ovom radu ostavit ću po strani pitanje sredstava i načina, koji su se upotrebljavali pri poljepšavanju lakiranja, jer se taj rad kod starih majstora nije ni po čemu razlikovao od našeg današnjeg.



## POGOVOR

Ateljei velikih talijanskih majstora, koje su oni u svojoj skromnosti nazivali radionicama, davno su već utihnuli; nad njih se nadvila tama stoljeća i zaborava. Ostala su jedino njihova remek-djela, koja u rukama velikih umjetnika svojim neuporedivim magijskim tonom govore o besmrtnosti Kremone.

Zaključujući ovaj svoj skromni rad nadahnut dubokim divljenjem i poštovanjem prema čudesnom umijeću starih Kremonjana, moram se sa zahvalnošću sjetiti i pokojnog gospodina Teodora Hämmerlea iz Beča, koji je s rijetkim i velikim umjetničkim osjećajem sakupio bogatu i vrijednu zbirku remek-djela iz zlatne epohe kremonske.

Tom velikom meceni, koga je s bolom ožalio muzički Beč, dužan sam najveću zahvalnost za dobrohotnu pomoć u radu. Jednaku zahvalnost dugujem njegovoj kćerci, gospođi Margeriti Hladik-Hämmerle, koja mi je nakon očeve smrti ponudila svoju neocjenjivu pomoć i omogućila, da svoje djelce obogatim i ukrasim reprodukcijama nenadmašivih remek-djela starih talijanskih graditelja violina.

**Franciscus Krefnik fecit**  
**anno 19**

**STUDIO SULL'ANTICA LIUTERIA CLASSICA ITALIANA**

*Dr. FRANJO KRESNIK*