



Svestranost Franje Dugana st. Franjo Dugan st.

(2. dio)

Branko Hanžek

Studiranje

Prije nego što se ozbiljnije počeo baviti glazbom Franjo Dugan završio je Mudroslovni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, studij matematike i fizike u trajanju od 8 semestara. O tome valja detaljnije progovoriti.

Franjo Dugan je studirao matematiku i fiziku na Mudroslovnom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu, te upisao i slušao predavanja kod vrsnih preteča hrvatske znanosti, kao što su: prof. dr. Vinko Dvorak (Dušev, Češka, 1848. – Zagreb, 1922.) prvi profesor fizike na Sveučilištu u Zagrebu, član JAZU, prof. dr. Gustav Janeček (Češka, 1848.-Zagreb, 1929.), začetnik nastave iz kemije na Sveučilištu u Zagrebu, prof. dr. Vladimir Varičak (Otočac, 1865.-Zagreb, 1942.), poznati matematičar i član JAZU, prof. dr. Đuro Arnold (Ivanec, 1853.-Zagreb, 1941.), filozof, pedagog, pjesnik, prvi doktor filozofije (1880.) na Sveučilištu u Zagrebu, redoviti član JAZU od 1899, Karel Zahradnik (Litomyšl, Češka, 1848- Češka 1919), matematičar, akademik koji je iz Zagreba otišao u Brno 1899. godine. U životu sam nastojao pribaviti što više znanja i vještina da ih mogu razdavati drugima. To je bio životni cilj prof. Franje Dugana.

Prema imeniku Mudroslovnog fakulteta redovitih slušatelja Kraljevskog sveučilišta Franje Josipa I u Zagrebu za školsku godinu 1893/94. utvrđeno je da je pod tekućim brojem 5. upisan Franjo Dugan. Isto je tako istaknuto da je Franjo Dugan rođen u mjestu Hrvatska Krapina kraj Zlatara, a upisan je na Fakultet 26.10.1893. na temelju svjedodžbe zrelosti zagrebačke gimnazije od 18.7.1892. br.

37. Franjo Dugan je upisao u I. semestru ove kolegije: Psihologija (kod dr. Markovića) pet sati tjedno slušanja, Izabrane česti iz gimnazijske didaktike (kod dr. Markovića) tri sata tjedno, Diferencijalni računa (kod dr. Zahradnika) četiri sata tjedno, O krivuljama o prostoru te o plohah (kod dr. Zahradnika) dva sata tjedno, Deskriptivna geometrija (kod dr. Segena) tri sata tjedno, Konstruktivne vježbe u deskriptivnoj geometriji (kod dr. Segena) dva sata tjedno, Munjina i magnetizam (kod dr. Dvoraka) dva sata tjedno, Teorija električnih pojava (kod dr. Dvoraka) dva sata tjedno i Teoretička akustika (kod dr. Dvoraka) jedan sat tjedno. Za taj I. semestar Franjo Dugan imao je oprost od cijele naukovine. U II semestru Dugan je upisao kolegije: Integralni račun (kod dr. Zahradnika) četiri sata tjedno, O algebarskim krivuljama (kod dr. Zahradnika) dva sata tjedno, Deskriptivna geometrija (kod dr. Segena) tri sata tjedno, Konstruktivne vježbe iz deskriptivne geometrije (kod dr. Segena) dva sata, O toplini (kod dr. Dvoraka) četiri sata, O križanju i dvolumu svjetla (kod dr. Dvoraka) dva sata i Teorija topline (kod dr. Dvoraka) dva sata. U tom drugom (ljetnom) semestru Dugan je imao oprost od naukovine u iznosu od 1/2. U školskoj godini 1894/95. u III semestru pod tekućim brojem 7. upisan je Franjo Dugan te je upisao ove kolegije: Logika kod dr. Markovića (pet sati) Teorija omeđenih integrala (kod dr. Zahradnika) četiri sata, O determinantima (kod dr. Zahradnika) dva sata, seminar (kod dr. Zahradnika) dva sata, Centralno projiciranje i perspektiva

(kod dr. Segena) dva sata, Mehanika i akustika (kod dr. Dvoraka) pet sati, Teoretička mehanika (kod dr. Dvoraka) jedan sat, Povijest fizike (kod Dvoraka jedan sat), Uputa u praktične vježbe (kod dr. Dvoraka) jedan sat, i Neorganiku lužbu I dio (kod dr. Janičeka) pet sati. U tom zimskom semestru Dugan je imao oprost od cijele naukovine. U IV semestru iste školske godine Dugan je upisao ove kolegije: Integracija diferencijalnih jednačbi (kod dr. Zahradnika) četiri sata, Algebarska analiza (kod dr. Zahradnika) tri sata, Matematički seminar (kod dr. Zahradnika), dva sata, Teoretička mehanika (kod dr. Dvoraka) jedan sat, Elasticitet i Hidrodinamika (kod dr. Dvoraka) jedan sat, Referati o najnovijim obretima fizike (kod dr. Dvoraka) jedan sat, Neorganska lužba II dio (kod dr. Janečka) pet sati, Hrvatska gramatika (kod prof. Pavića) četiri sata, Historija hrvatske književnosti (kod prof. Pavića) četiri sata. I u ovom semestru F. Dugan je imao oprost od cijele naukovine. Školske godine 1895/96 u V semestru Dugan je upisao ove kolegije: Specijalna pedagogija (kod dr. Arnolda) tri sata, Integracija diferencijalnih jednačbi (kod dr. Zahradnika) tri sata, Izabrane česti iz Algebarske analize (kod dr. Zahradnika) jedan sat, Analitička geometrija čunjosjeka (kod dr. Zahradnika) dva sata, seminarske vježbe (kod dr. Zahradnika) dva sata, Osnovne teorije novije geometrije (kod dr. Segena) dva sata, Magnetizam i munjina (kod dr. Dvoraka) pet sati tjedno i Organska lučba I dio (kod dr. Janečka) četiri sata tjedno. Oprost od naukovine opet je kod Dugana bio u cijelosti. U VI semestru te školske godine Dugan je upisao: Specijalnu pedagogiju (kod dr. Arnolda) tri sata, Analitičku geometriju u prostoru (kod dr. Zahradnika) tri sata, Metoda ekvipolencija (kod dr. Zahradnika) dva sata, O invarijantima i Kovarijantima čunjosjeka (kod dr. Zahradnika) jedan sat tjedno, seminar (kod dr. Zahradni-

ka) dva sata, Teorija elektriciteta (kod dr. Dvoraka) tri sata, Galvanizam (kod dr. Dvoraka) dva sata, Uputa u praktične vježbe (kod dr. Dvoraka) jedan sat, Organska ludžba II dio I (kod dr. Janečka) tri sata, Praktičke analitičke vježbe petnaest sati tjedno. I u ovom semestru Dugan je imao oprost od cijele naukovine. Školske godine 1896/97. redoviti slušatelj Franjo Dugan u VII semestru upisao je sljedeće kolegije: Pedagogijski seminar (kod dr. Arnolda) pet sati, Diferencijalni račun (kod dr. Zahradnika) četiri sata, Analitička geometrija ploha II. stupnja (kod dr. Zahradnika) dva sata, O invarijantima i kovarijantima čunjosjeka (kod dr. Zahradnika) jedan sat, Matematički seminar (kod dr. Zahradnika) dva sata, Mehanika i akustika (kod dr. Dvoraka) pet sati, Teoretička mehanika (kod dr. Dvoraka) dva sata. Dugan je u VII semestru imao oprost od cijele naukovine. I VIII ljetni semestar školske godine 1896/97. Dugan je imao oprost od cijele naukovine, a upisao je ove kolegije: Diferencijalni i integralni račun (kod dr. Zahradnika) četiri sata, O riješitbi algebarskih jednačbi (kod dr. Zahradnika) dva sata, Seminar (kod dr. Zahradnika) dva sata, Algebarska analiza (kod dr. Varićaka) tri sata, Optika (kod dr. Dvoraka) pet sati, Teoretička akustika (kod dr. Dvoraka) dva sata, Nauk o oku (kod dr. Dvoraka) jedan sat i Pedagogijski seminar (kod dr. Arnolda) pet sati tjedno. Iz popisa predmeta vidljivo je da je Franjo Dugan od svjetski poznatog akustičara Vinka Dvoraka slušao akustiku čak 3 godine. Stoga je već kao student usvojio sva bitna znanja iz akustike.

Posao

Da bi se ozbiljnije shvatilo službovanje potrebno je istaći da je Franjo Dugan nakon odslušane četiri godine dobio od Mudroslovnog fakulteta apsolutorij. Tada je to bila obveza da bi se mogao prijaviti za učiteljski ispit. Apsolutorij, prema propisima je nazvan

odlaznica sa Sveučilišta i rektor i dekan Mudroslovnog fakulteta su tom ispravom svjedočili da je Franjo Dugan završio Mudroslovne nauke potvrđujući da se je po zakonima vladao, te da je barem tri godine kao redoviti slušatelj Mudroslovnog fakulteta slušao predmete svoje struke, iz koje želi ispit položiti. To je u ovom slučaju matematika i fizika. U apsolutoriju je svjedočeno da se je uz to bavio naukom filozofije i hrvatskog jezika slušajući barem pedagogiju, logiku, psihologiju i pregledne knjige o hrvatskom jeziku i literaturi, te stekao potrebnu obrazovanost pedagošku i didaktičnu. U pogledu hrvatskog jezika valja istaći da je time bilo pretpostavljeno da Dugan poznaje glavne jezikoslovne zakone, da je povijest Hrvatske, i srpske književnosti proučio iz knjiga, da je čitao spomenike narodne književnosti po tradiciji, a isto tako i prve pisce Hrvatske najnovijeg doba. Taj apsolutorij je na taj način donekle zamjenjivao danas opće poznati diplomski ispit. Moglo bi se reći da je nakon što je kandidat položio ispit za gimnazijsko i realačko učiteljstvo tek tada dobio dokumenat koji bi se u formalnom smislu mogao današnjim rječnikom nazvati diplomom. Da je to tako potvrđuje i izbor Dugana za pravoga člana JAZU 1921. godine, kada ga je Dragutin Domjanić predložio za pravoga člana JAZU, a kao formalnu kvalifikaciju na prvo mjesto istaknuo profesorski ispit iz matematike i fizike, položen u Zagrebu 7. 5. 1922. godine.

Franjo Dugan je čak 23 godine radio kao profesor u gimnazijama predavajući uglavnom fiziku i manje matematiku. Prema izvješću Kraljevske gornjogradske velike gimnazije na kraju školske godine 1896/97. na str. 32. pod tekućim brojem 30. upisan je Franjo Dugan u statusu pomoćnog učitelja koji je predavao računstvo tri sata i fiziku tri sata u IV b razredu, znači sveukupno šest sati tjedno. U tom izvješću napomenuto je da je

u Učiteljskom zboru uzet Franjo Dugan kao zamjena za Stjepana Kunca i to zajedno s Franjom Crnčićem koji je predavao samo računstvo. U izvješću iste gimnazije za školsku godinu 1897/98. na str. 28 pod tekućim brojem 29 upisan je Franjo Dugan kao pomoćni učitelj, a predavao je trinaest sati tjedno i to u 3.a i 4.a i 5.b računstvo, a fiziku u 4.b. Te školske godine otišao je Franjo Crnčić u drugu školu. U izvješćima iste gimnazije za školsku godinu 1898/99 upisano je da je kao namjesni učitelj umjesto Dugana došao Jamnicky Lavoslav iz Požeške gimnazije. Iduće školske godine 1899/00., razriješen je službe Lavoslav Jamnicky da može prijeći u bosansku hercegovačku službu, a srednješkolski kandidat Franjo Dugan imenovan je namjesnim učiteljem. To je bilo učinjeno visokim otpisom od 28. rujna 1899. broj 14 410. Tako je Franjo Dugan sada predavao osamnaest sati tjedno, upisan je u učiteljski zbor na str. 28 pod tekućim brojem 31 u tom izvješću, a predavao je računstvo u 1.b, 2.a, 2.b, 3.b, 4.a, a fiziku u 4.a. Uz to postao je nadstojnik 4.a razreda. U izvješću Kraljevske gornjogradske velike gimnazije u školskoj godini 1900/01., upisan je u učiteljskom zboru na str. 27 na tekućem broju 32 Franjo Dugan koji je imao osamnaest sati nastave i bio nadstojnik 4.b. razreda. On je držao nastavu tj. obučavao u predmetu računstvo u 1.a, 2.b, 3.c, 3.b i 4.b., a fiziku u 4.b. za školsku godinu 1901/02., Franjo Dugan upisan je pod tekućem brojem 29 na str. 28 imao je petnaest sati nastave tjedno i bio je nadstojnik 4.b. razreda. No tada je upisan podatak da je on ispitani namjesni učitelj. Obučavao je u predmetu računstvo u 1.a, 2.a, 3.b, 4.b, i fiziku u 4.b. Školske godine 1902/03. upisan je pod rednim brojem 30 na str. 28. kao nadstojnik 4.b. razreda sa 19. sati tjedno. Obučavao je u predmetu računstvo 1.b, 2.a, 3.a, 4.b, 5.b, a fiziku u 4. b razredu. Na kraju školske godine 1903/04. Franjo Dugan je upisan kao pravi učitelj,



a u rubriku bilješke upisano je da je nadstojnik 5.b. razreda i imenovan je 17. 8. 1903. dekretom broj 309. Dugan je u učiteljski zbor upisan na str. 28 izvješća pod tekućim brojem 28, a obučavao je 16 sati tjedno i to u Matematici u 2.b, 4.a, 5.b i 6.b i u fizici u 4.a. Na kraju školske godine 1904/05. predavao je 19 sati tjedno, upisan je na str. 36 tekući broj 26, a obučavao je matematiku u 3.b, 4.a, 5.a i 7. razredu i fiziku u 4.a i u 7. razredu. Ovdje valja napomenuti da se fizika predavala u 3. i 4. razredu, a fizika koju je predava Dugan u 4. razredu sastojala se od dijelova fizike u I. semestru (nauka o elektricitetu, mehanika) i u II. semestru (kapljevine, nauka o zvuku, nauka o svjetlu). U napomeni koja prati nastavni sadržaj upisano je da s fizikalnom obukom treba spajati poimence s mehanikom, opis pojava na nebu s poglavitim obzirom na vode stajačice, mijene mjeseca, njegov ophod za mjesec dana, godišnje gibanje sunca. Tumačenje tih pojava kao i različitosti dnevnih i godišnjih doba na mjestima različite dužine i širine iz vrtnje zemlje oko svoje osovine za jedan zvjezdani dan i iz godišnjeg ophoda zemlje oko sunca i mjeseca.

Inače, fizika je u III. razredu u realnoj gimnaziji obuhvaćala ove nastavne sadržaje: Općena svojstva tjelesa, statika, krutina kapljevine i uzdušnina, toplina, magnetizam i elektricitet s napomenom da je sve na eksperimentima i na motrenju prirode osnovano. U IV. razredu fizika se predavala dva sata tjedno uz ove nastavne sadržaje: gibanje tjelesa, akustika, optika, uz napomenu da je sve na eksperimentima i na motrenju prirode osnovano. U VII. razredu fizika je bila četiri sata sa ovim sadržajem: Uvod, opća svojstva tjelesa, mjerenje prostora i vremena, opći zakoni geometrije, hidromehanika i aerodinamika, nauka o valovitom gibanju, akustika, kalorika. U VIII. razredu fizika se predavala četiri sata tjedno u ovom sadržaju: magnetizam, elektricitet, optika, osnovni pojmovi astronomije uz napomenu da se predaje na osnovi eksperimenta i uz primjenu matematike. Na kraju šk. godine 1905/06. na str. 40 izvješća na tekućem broju 24 upisan je Dugan Franjo koji je predavao 18 sati nastave i bio nadstojnik 4b razreda. Predavao je matematiku 4b, 5a, 6a i 8 razredu, a fiziku 4b i 8 razredu. Na kraju šk. godine 1906/07. na str. 16. izvješća upisan je na tekućem broju 24 Franjo Dugan koji je stekao zvanje profesora i imao 19 sati nastave, bio nadstojnik 5.b razreda, ali je i u napomenu napisano da je Dugan kraljevski pričuvni poručnik. Predavao je matematiku 5.b, 6.a, 7.a, 7.b, a fiziku 7.a i 7.b. Od kraja 1910. pa do 1913. Franjo Dugan bio je profesor u I. realnoj gimnaziji. Prema izvještaju Kraljevske realne gimnazije na kraju šk. godine 1911/12. na str. 16. pod tekućim brojem 34 upisan je Franjo Dugan profesor. Tada je bio nadstojnik 7.b razreda i predavao 18 sati nastave tjedno. Predavao je matematiku III b 3, IV a 4, IV c 3 i VII b 3 i fiziku u IV b 2 i VII b 4. U izvješću za šk. godinu 1912/13. u Kraljevskoj I. realnoj gimnaziji više nema upisanog Franje Dugana koji je premješten u II. realnu

gimnaziju visokim rješenjem Kraljevske zemaljske vlade, Odjele za bogoštovlje i nastavu od 24. siječnja 1913. godine, broj 1048. Premješten je u II. Kraljevsku realnu gimnaziju zajedno s Franom Bubanovićem i Milivojem Prejcem. Prema izvještaju Kraljevske II. realne gimnazije na kraju školske godine 1915/16. na str. 4 upisano je da je visokim otpisom od 14. lipnja 1915. broj 17886 imenovan je prof. Franjo Dugan pravim profesorom. Na str. 7. tog izvještaja prof. Franjo Dugan je od prošle školske godine bio u aktivnoj vojnoj službi te je od 24. studenog 1915. opet nastavio službovanje jer je otpušten na neizvjesno vrijeme. Tada je pod tekućem brojem 5 pod brojem 5 na str. 8 tog izvještaja upisan Franjo Dugan kao nadstojnik 8. razreda. Dugan je imao 17 sati nastave od toga je predavao matematiku Ia 4, IV b 3, VIII 3, i fiziku II-Ia 3, VIII 4. Prema izvještaju na kraju šk. godine 1916/17. za II. realnu gimnaziju vidljivo je da je u profesorski zbor upisan Franjo Dugan pod tekućim brojem 4 na str. 13. Predavao je matematiku I b 4, IV 3, V 3, fiziku IV 2, VII 4 i mjerstvo I b 1. Prema izvještaju za šk. godinu 1918/19. za II. realnu gimnaziju vidljivo je da je Franjo Dugan predavao 18 sati i to matematiku II a 4, IV a 4, VII 3 i fiziku u III a 3, i VII a.

Franjo Dugan kao akustičar a) O knjizi *Nauk o glasbalima*

Franjo Dugan je kao akustičar napisao knjigu *Nauk o glasbalima* s osobitim osvrtom na orgulje. Knjiga je izašla u Zagrebu 1944. godine u izdanju Nakladnog odjela hrvatske državne tiskare. Ima 312 stranica, a na sadržaj otpada 285 stranica. Od toga na orgulje otpada 125 stranica (od stranice 144 do 268). U knjizi je opisano kako nastaje ton. Postanak tona u svirali objašnjen je preko pojma stojnih valova (kod otvorene i zatvorene svirale). Dugan je pisao o udešavanju svirala i o jezičnim sviralama. Na jezične svirale



je stavljena cijev koja služi kao rezonator (cilindrična ili čunjasta cijev koja je prema gore šira). Sutitranje u rezonatoru bilo bi najpovoljnije kad bi vlastiti ton rezonatora bio iste visine kao i ton jezičca. Radi toga bi rezonator za frekvenciju 64 Hz morao imati dužinu 8 stopa tj. 250 cm. No svaka masa, radi svoje tromosti, usporava brzinu, pa stupac zraka neće biti visok 250 cm, nego samo 160 cm. A onaj za 128 Hz bit će dug 80 cm umjesto 125 cm.

Na str. 254. Dugan ističe da su orgulje instrument nad instrumentima (instrumentum instrumentorum). Na str. 67 ističe kao važan podatak da su konstrukciju tamburice dali Hrvati, tehniku izvođenja osnovali su Hrvati, a tamburaški zbor osnovani su glazbenici koji su bili Hrvati. Može se mirne duše reći i posve opravdano da je tamburica hrvatsko narodno glazbalo. U predgovoru knjige je naglašeno da je djelovanje pojedinih glazbala obrazloženo koliko god je bilo moguće principima akustike. I to zato je samo na taj način možemo uvidjeti što od nekoga instrumenta, njegova graditelja i svirača možemo, a što ne smijemo zahtijevati i to stoga jer je stvar akustički nemoguća. Treba naglasiti da je ta knjiga pisana bez upotrebe matematike.

b) O rukopisu Akustika

Taj se rukopis sastoji od dvije radne i završne radne verzije. Čuva se u Državnom arhivu u Zagrebu kao 5 jedinica unutar osobnog fonda Franje Dugana. S obzirom na sadržaj u njima očito je da je taj rukopis nastajao dulje vrijeme, otprilike nekoliko godina, a završen je 1943. godine.

Jedna radna verzija ima 47 listova rukom pisanih veličine malo veće od današnjeg A5 formata. U toj verziji Dugan tumači ljestvice (Pitagorejske i harmonijske) te iznosi razlike među njima. Znanstvenu podlogu te verzije čini upotreba matematičke metode izlaganja

kada Dugan omjer $3/4$ razvije u verzijne (lančane) razlomke. Raspravlja se i o kromatskoj ljestvici i matematički (pomoću zrcalne simetrije) izlaže stav da se dur i mol trozvuci odnose kao predmet i slika. Za glazbenike istančanija sluha matematičkim se sredstvima, upotrebom eksponencijalnih funkcija, pokazuje da bi između C i D tipke klavira moglo stati još 8 tipaka pa da ljudi s istančanim sluhom razlikuju odsvirane tonove. Dugan u rukopisu iznosi pojedinosti u svezi s parcijalnim tonovima i udarima povezujući to sa sviralama i limenim instrumentima. Dugan tumači i kombinacijske tonove prvog i drugog reda, a objašnjava i važni pojam diferencijalnog tona. Ističe i primjenu pojave udara kod ugađanja glazbenih instrumenata. Druga radna verzija ima 51 stranicu na kojima su crna slova otisnuta pisačim strojem a format stranica je malo veći od današnjeg A4. Uz tu originalnu verziju nalaze se i 2 duplikata od po 51 stranicu svaki na kojima su slova otisnuta plavom bojom (vjerojatno od indigo papira). Ta verzija je bogatija od rukopisne verzije za fizikalni pristup zvučnom doživljaju koji se sastoji od tri čimbenika (izvor zvuka, sredstvo širenja i detektor- najbolje naše uho, kada je glazba u pitanju). Dalje se prelazi na matematičko-fizikalni opis oscilacija (titranja) i nastanka putujućih i stajnih valova.

Završna verzija sastoji se od 1 originala (67 stranica) formata malo većeg od današnjeg A4 u kome je tekst otisnuta pisačim strojem (crni otisak) a potom ispravljana rukom. Tekst je pisan s manjim razmakom između redaka. Matematički dio te verzije pisan je rukom. Uz taj original dolaze i tehnički dotjerani crteži sinusoidalnih putujućih valova, stajnih valova i longitudinalnog vala čiji prikaz se postiže konstrukcijom iz transverznog sinusoidalnog vala. Uz taj original nalazi se i 1 kopija (prijepis) originala otisnut indigo plavom bojom, a koji je također ispravljan rukom. U ori-

ginalu završne verzije, nakon fizikalnog uvoda, Dugan prilagođava izneseno glazbenicima tako što im određeni ton, uz navođenje pripadajuće frekvencije, predočava odgovarajućim notnim zapisom na notnom crtovlju. Ulazi u potanko objašnjenje pojma ophodnog vremena i faze oscilacije uspoređujući titranje harmoničkog oscilatora koje se odigrava na jednom pravcu (što je u stvari nejednoliko promjenljivo gibanje zbog promjenljive elastične sile) s jednolikim gibanjem po periferiji kruga. Nakon toga prelazi na postanak transverznog putujućeg vala i matematički izvodi jednadžbu tog vala. Zatim prelazi na odbijanje valova i daje tumačenje postanka stojnog vala uz koji daje i posebno grafičko tumačenje (uz slike). Posebno naglašava fizikalne razlike između putujućeg i stojnog vala, a matematički izvodi jednadžbu stojnog vala. Posebno se osvrće i na longitudinalni val kod kojeg čestice zraka titraju u smjeru širenja titranja (kod transverznog okomito na smjer širenja). Dugan dalje nastavlja objašnjavati visinu tona, prelazi na dur ljestvicu i glazbene intervale. Opisuje i titranje žice navodeći formulu za frekvenciju titranja i objašnjavajući postanak tonova koje sve predočava notnim pismom. Naglašava razliku u postanku tona između onog nastalog dodirom prstiju titrajuće žice na određenim udaljenostima i onog nastalog klizanjem gudača po žici. Dugan objašnjava i razliku između parcijalnih i alikvotnih tonova. Parcijalni tonovi se broje od osnovnog (najniže frekvencije – koji je prvi- oznaka n), pa dolazi drugi ($2n$ titraja), treći ($3n$ titraja)... dok se alikvotni tonovi (današnjim znanstvenim terminom nazvani viši harmonici) broje od prvoga ($2n$ titraja) pa se prelazi na drugi ($3n$ titraja), treći ($4n$ titraja) i tako redom. Uz to, Dugan daje i teorijsko tumačenje titranja žice izvođeci diferencijalnu jednadžbu gibanja žice i povezuje to s putujućim valovima. Na kraju toga dijela

daje Bernoullijev oblik rješenja diferencijalne jednačbe uz naznaku da je to za glazbene probleme najpodesniji oblik i to rješenje (potpuni integral) potcrtava principom superpozicije jednostavnih titranja odnosno valova. Dugan potom prelazi na titranje štapića, uvodeći bitne pojmove sutitranja i rezonancije (koju povezuje s pojmom prisilnog titranja) i proširuje te pojmove na titranje ploča. Konačno, na 27 stranici prelazi i na svirale koje detaljno tumači. Spomenute tonove oslikava notama na notnom crtovlju. Povezuje visinu tona svirale s širinom svirale i temperaturom te sve prati egzaktno matematičkim izrazom, a nastavlja tako i kod tumačenja pojma brzine zvuka. Nakon toga osvrće se i na udešavanje svirala. Tu se Dugan pojavljuje i kao tvorac hrvatskih termina za njemačke izraze koje u tekstu citira. Opsežno obrađuje i pojmove menzure svirale i boju zvuka. Osvrće se i na registre sa zatvorenim sviralama i opisuje pokuse s orguljama na čak dvije strane (35 i 36) koristeći se stručnim izrazima i opaskom o njemu dobro poznatim orguljama zagrebačke katedrale (firme Walcker). Dugan iznosi i Töpferovo izvođenje zakona za pad proreza svirale u jednom registru a nakon toga naročito naglašava ulogu materijala od kojeg je načinjena svirala. Potom prelazi na svirale s jezičcem i naglašava poteškoće u građenju tih svirala dajući objašnjenje kako se tumačenje toga daje samo skicirati. Nastavlja opisom i tumačenjem orkestralnih puhaćih instrumenata na četiri strane (43, 44, 45 i 46), limenih instrumenata na više od četiri strane (47, 48, 49, 50 i dio 51 stranice), da bi na 51 stranici prešao na opis i tumačenje ljuskog grla, nastanak tona i analizu i sintezu vokala. Tu je spomenuo i velikog H. v. Helmholtza i njegovu analizu vokala. Nakon toga, na 56 stranici, prelazi na čovječje uho i daje detaljni opis građe i funkcije uha. Dugan iznosi i neke pokuse na klaviru. Na str. 59 ističe i teoriju slušanja osobito se

osvrnuvši na H. v. Helmholtzovu teoriju slušanja osnovanu na pojavama sutitranja i rezonancije. Daje osvrt i na pojam jakosti zvuka izvodeći formulu za jakost u ovisnosti od udaljenosti. Na kraju tog rukopisa Dugan na str. 63 – 67 daje detaljno tumačenje značajnog fizikalnog pojma interferencije i udara naglašavajući da udari mogu vrlo dobro poslužiti kod udešavanja orgulja.

Na kraju istaknimo i to da je Franjo Dugan sudjelovao, kao jedan od osmorice srednješkolskih profesora matematike u raspravama priznatih stručnjaka, na poziv vlade. Riječ je bila o uvođenju nove naučne osnove za matematiku u gimnazijama i realnim gimnazijama i reformi mjerstvenog crtanja i opisnog mjerstva u realnim gimnazijama. Povezanost Dvořaka i Dugana iskazana je i tada kada je Dvořakov nasljednik Hondl ispitivao Duganu sluh koristeći se Dvořakovim akustičkim aparatima. O tome je govorio pokojni prof. Vatroslav Lopašić. U svezi akustike valja primijetiti da je i prije tog Duganovog rukopisa bilo pisanja o akustici na hrvatskom jeziku. To je učinio Oton Kučera koji je u knjizi valovi i zrake od 1903. godine, izdanje Matice Hrvatske u II poglavlju pod nazivom »Zvučni valovi i zvuk uopće« s lakoćom pisao znanstveno popularnim stilom o akustici i to namijenio najširijim slojevima hrvatskog naroda. No, to ipak nije bio znanstveni prikaz budući da je na stranicama od 43. do 151. Kučera pisao na način da uopće nije koristio egzaktno matematičke izraze.

LITERATURA:

- Janko Barle: Franjo Dugan st., Sv. Cecilija, sv. 5, str. 122-129; sv. 6. str. 150-160, Zagreb 1935.
- Anđelko Klobučar: Franjo Dugan, Život i rad, RAD Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, knj. 351, str. 91-166, Zagreb 1969.
- Branko Hanžek: Glazba i akustika, Tonovi br. 37/38, Zagreb 2001, str. 113-121
- Rene Bruderlin, Akustik für Musiker, Gustav Boosse Verlag, Regensburg 1078.
- Juraj Kobler, Medicinska fizika, IBI; Zagreb

1957.

Stanko Hondl, Fizika za više razrede srednjih škola, Naklada školskih knjiga i tiskarnica Banovine Hrvatske, Zagreb 1940.

Zvonimir Šikić, Matematika i muzika, Hrvatsko matematičko društvo, Zagreb 1999.

Branko Hanžek, Vinko Dvorak – fizičar sa sluhom za glazbu i glazbeno darovita duša u fizici, Tonovi, god. 15. br. 1/35 i 2/36, Zagreb 2000.

Vatroslav Lopašić, Predavanja iz fizike, III dio, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1962.

Gustav Šindler, Uloga Vinka Dvořaka (Dvořaka) u razvitku fizike u Hrvatskoj, zbornik radova trećeg simpozija iz povijesti znanosti, prirodne znanosti i njihove primjene krajem 19. i početkom 20. stoljeća u Hrvatskoj, Zagreb 1981.

Žarko Dadić, Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata dva, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1982.

Ksenofont Ilakovac, Vinko Dvorak i njegovo djelo, Priroda, Zagreb srpanj – kolovoz 1996.

Višnja Henč-Bartolić, Neki Dvořakovi pokusi iz akustike, Piroda, Zagreb svibanj 1997.

Vladimir Muljević, Naš fizičar Vinko Dvořak u povodu 150. godišnjice rođenja, Hrvatski glasnik intelektualnog vlasništva, Zagreb 1997.

Vinko Dvorak, Über eine neue Art von Variationstonen, Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien 1874.

Oton Kučera: Počela fizike na osnovu iskustva i pokusa s dodacima o astronomiji i kemiji, St. Kugli, Knjižara Kr. Sveučiliša i Jugosl. Akademije, Zagreb 1920.

Oton Kučera: Valovi i zrake, Matica hrvatska, Zagreb 1903.

Branko Hanžek: Genealogy of Science and Acoustics – A Supplement to the Description of the Role of Vinko Dvorak, International Review of the Aesthetics and Sociology of Music, Vol. 35 No2, p. 183-210, Zagreb 2004.

M. Maletić - B. Hanžek – M. Rogina: Vinko Dvorak sliding tones: Do they exist?

International Review of the Aesthetics and Sociology of Music, Vol. 37, No2, p. 225- 232, Zagreb 2006.

Franjo Dugan: Nauk o glasbalima s osobitim obzirom na orgulje, Nakladi odjel Hrvatske državne tiskare, Zagreb 1944.

Franjo Dugan: Akustika (rukopis), Državni arhiv Hrvatske, Zagreb 1943.