

## KATEDRA ZA FIZIKU I BIOFIZIKU/ZAVOD ZA FIZIKU I BIOFIZIKU

### Zaposlenici Katedre za fiziku i biofiziku

(akademska godina 2016./2017.)

*Pročelnik:* Doc. dr. sc. Ozren Gamulin

*Nastavno osoblje u znanstveno-nastavnim i suradničkim zvanjima*

Doc. dr. sc. Maja Balarin

Doc. dr. sc. Sanja Dolanski Babić

Dr. sc. Kristina Serec, asistent

Marko Škrabić, dipl. ing., asistent



*Slijeva na desno: A. Perko, S. Dolanski Babić, O. Gamulin, M. Balarin, M. Škrabić, A. Horvatin, A. Ožvald, K. Serec*

*Vanjski suradnici*

Ognjen Budimlija, prof.

*Administrativno, stručno i tehničko osoblje*

Ana Horvatin, tajnica Katedre za fiziku i biofiziku

Anđelko Perko, tehničar

*Pomoćno osoblje*

Andreja Ožvald

## Povijest i razvoj

Isprepletenost medicine i fizike kao fundamentalne prirodoslovne discipline bila je poznata i utemeljiteljima Medicinskog fakulteta pa je od početka rada planirano i osnivanje Zavoda za fiziku. Kako je poznato, razumijevanje prirodnih procesa se najčešće temelji na razumijevanju osnovnih fizičkih principa. Želimo li razumjeti fiziološke procese u ljudskom organizmu moramo naučiti osnove biofizike. S druge strane, želimo li razumjeti kako rade uređaji koji se upotrebljavaju u medicinskoj dijagnostici i terapiji te kakav je njihov utjecaj na ljudski organizam pomoći će nam poznavanje medicinske fizike. Redovi predavanja iz 1918. godine pokazuju da je kolegij *Fizika s vježbama* nosio u prvom semestru 5 sati tjedno. Prvi predavač bio je dr. Stanko Hondl, redoviti profesor fizike Mudroslovnog fakulteta (danas Filozofski fakultet) u Zagrebu. Nakon podučavanja više od 15 generacija studenata medicine, početkom akademske godine 1935/36 Hondl, kao tadašnji potpredsjednik Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti i rektor Sveučilišta u Zagrebu, zbog zauzetosti mjesto honorarnog predavača prepušta dr. Marinu Kataliniću koji je godinu dana prije već preuzeo obvezu predavanja na Veterini i Farmaciji. Katalinić je 1943. imenovan izvanrednim, a zatim krajem 1944. redovitim profesorom na Katedri fizike pri Filozofskom fakultetu. Kako je te iste godine preuzeo rukovođenje Fizikalnim zavodom Sveučilišta u Zagrebu, njegovo mjesto honorarnog predavača (suplenta) Medicinske fizike na Medicinskom fakultetu preuzeo je dr. Juraj Korbler, izvanredni profesor Kliničke radiologije. Također, kratko vrijeme predaju dr. Ivan Supek i dr. Dragutin Mayer. Nakon 2. svjetskog rata Marin Katalinić nije uspio zadržati svoju poziciju na zagrebačkom sveučilištu te nastavlja raditi s jednakim entuzijazmom u Skopju kao redoviti profesor Katedre za fiziku Filozofskog i Katedre za fiziku Medicinskog fakulteta i konačno karijeru završava kao rektor Sveučilišta u Skopju.

Istovremeno, uprava Medicinskog fakulteta traži trajnije rješenje za održavanje nastave iz fizike pa 1945. godine angažira docenta Veterinarskog fakulteta, Božu Metzgera kao honorarnog predavača fizike. Vijeće Medicinskog fakulteta na svojoj redovitoj sjednici 23.01.1948.g. postavlja zahtjev za vođenje posebne knjige inventara Zavoda za fiziku, daje mu na raspolaganje manju svotu novaca za nabavke i imenuje asistenta i laboranta. U nastavku, Vijeće MF predlaže imenovanje predstojnika, imenovanje Zavoda i izradu službenog pečata Zavoda. Prvim pročelnikom je imenovan doc.dr. Božo Metzger (slika), a za upraviteljicu inventara je imenovana sveučilišna asistentica Dragica Winterhalter. Prema Redovima predavanja, predavanja kolegija *Fiziku za medicinare s vježbama* su se održavala u zgradi na Šalati, a vježbe u zgradi Veterinarskog fakulteta. Zbog nestašice nastavnog osoblja,

u razdoblju od 1951. do 1953. godine, Metzger predaje fiziku i na Farmaceutskom fakultetu. Božo Metzger je svojim zalaganjem i uz znatnu materijalnu pomoć tadašnjeg dekana Medicinskog fakulteta Andrije Štampara, uspio oformiti zajednički praktikum za studente Veterinarskog, Medicinskog i Farmaceutskog fakulteta u akademskoj godini 1953/54. Praktikum je postavio u suradnji s asistenticama Katarinom Kranjc (Veterinarski fakultet), Dragicom Winterhalter (Medicinski fakultet) i Lidijom Colombo (Farmaceutski fakultet). Godine 1954. Zavodi za fiziku Veterinarskog, Farmaceutskog i Medicinskog fakulteta spajaju se u zajednički Zavod za medicinsku fiziku na čijem je čelu bio doc.dr.Božo Metzger. 1956. izabrana su dva nova asistenta fizičara: Ankica Kirin i Branko Čelustka, a potom 1961. Antun Kuntarić i 1964. godine Juraj Nikolac. Metzger je dužnost predstojnika obnašao do 1962. kada odlazi sa Sveučilišta i zapošljava na radnom mjestu radiološkog fizičara u bolnici Dr. Mladen Stojanović (danas Bolnica sestara milosrdnica) u novoosnovanom Odsjeku za primjenu radioaktivnih izotopa. Sa Zavodom za radiologiju i nuklearnu medicinu iste bolnice surađuje još od 1958.g. kao konzilijarni fizičar na području dozimetrije ionizirajućeg zračenja pa se smatra prvim zaposlenim medicinskim fizičarem na području Republike Hrvatske.

Velik broj studenata i složenost procesa nastave na Medicinskom, Veterinarskom i Farmaceutsko-biokemijskom fakultetu čine neodrživim opstanak zajedničkog Zavoda pa 1962. godine Zavod za fiziku Medicinskog fakulteta ponovo postaje neovisan na čelu s dr. Tomislavom Pinterom, profesorom kemije i istodobno predstojnikom Zavoda za kemiju i biokemiju. Godine 1966. predstojnica Zavoda postala je docentica Dragica Winterhalter kao prva zaposlena sveučilišna nastavnica Zavoda za fiziku. Mr.sc. Dalibor Broz se zapošljava 1971.g. s prethodnim profesionalnim iskustvom u industriji dok mr.sc. Dubravka Krilov 1974.g. i mr.sc. Jasminka Brnjas-Kraljević 1975.g. s iskustvom u znanstvenim institucijama. U tom periodu postojala je dobra praksa usklađivanja nastavnih programa i izmjena iskustava na nivou nastavnika fizike svih medicinskih fakulteta na području tadašnje države. Naime, razumijevanje fizike bioloških sistema zahtijeva interdisciplinarnan pristup, a za podučavanje studenata potrebno je, uz znanje i iskustvo, veliki entuzijazam. I dalje se praktikum iz fizike nalazi na Veterinarskom fakultetu pa studenti medicine ondje odlaze na nastavu. Konačno, 1981. godine Zavod za medicinsku fiziku i biofiziku dobiva prostorije na Šalati u zgradi Dekanata, čime se rješava problem nedostatka prostora nužnog za održavanje nastave za studente Medicinskog i Stomatološkog fakulteta. Kao asistenti se zapošljavaju Maja Balarin 1985., Ozren Gamulin 1990., a Sanja Dolanski Babić 1993. godine. Treba posebno naglasiti da su predstojnici prof.dr.sc. Branko Čelustka, prof.dr.sc. Ankica Kirin i prof.dr.sc. Jasminka Brnjas-Kraljević zajedno s ostalim članovima našeg malog Zavoda učinili iznimne napore

osiguravajući održavanje nastave na Stomatološkom fakultetu od njegova osnutka te na studiju medicine u Splitu (od 1974. do 1996.), Osijeku (1979. do 1998.) i Mostaru (1997. do 2006.) do konačnog osamostaljenja tih medicinskih fakulteta. Također, u prostoru Zavoda za fiziku i biofiziku se održavala nastava na Višoj školi za medicinske sestre i zdravstvene tehničare u Zagrebu (danas Zdravstveno veleučilište) od 1984. do 2000.g. U današnji prostor Zavod za fiziku i biofiziku se smjestio 1993.godine. Posjeduje praktikum, prostor za pripremu pokusa, 7 uredskih prostorija, knjižnicu s oko 500 knjiga i od 2003.godine Laboratorij za nanostrukturne materijale.

Prvi predavač fizike za studente medicine, Stanko Hondl je još 1922.g. pripremio udžbenik *Fizika za više razrede srednjih škola* iz svojih rukopisa predavanja. Njegov nasljednik, Marin Katalinić je izdao skripte *Fizika za medicinare* (u tri dijela) s originalnim crtežima i opisima pokusa na oko 200 stranica u organizaciji Kluba medicinara Sveučilišta u Zagreb (slika) i možemo ih smatrati prvim nastavnim tekstovima iz fizike za studente medicine. U svom predgovoru, kojeg je napisao davne 1939., možemo prepoznati i današnji trenutak: *Nаша izvorna stručna literatura tako je mlada i oskudna, da ni iz daleka nije kadra zadovoljiti potrebama modernog medicinskog studija.* Božo Metzger kao docent Veterinarskog i Medicinskog fakulteta je pripremio 1947. poznatu skriptu *Fizika za medicinare i veterinare* koja je doživjela više izdanja. Uvođenjem praktičnih vježbi iz fizike u kojima studenti individualno izvode mjerenja pokazala se potreba za odgovarajućim udžbenikom kojeg je 1962. godine pripremila Dragica Winterhalter sa suradnicima. *Vježbe iz fizike za studente medicinskog, veterinarskog i farmaceutsko-biokemijskog fakulteta* su tiskane u više od 10 izdanja. Od postanka Zavoda do danas tiskano je 13 sveučilišnih udžbenika, 2 udžbenika za višu medicinsku školu i 2 udžbenika za srednje škole. Tijekom svih ovih godina umnožen je veliki broj skripti i dodatnih nastavnih tekstova. Članovi Zavoda su također preveli s engleskog jezika udžbenik *Fizika za biologe i medicinare* autora D.M. Burnsa (1973. godine). Članovi Zavoda se nisu bavili samo fizikom za što je izvanredan primjer Božo Metzger, kao autor najpoznatijeg priručnika za radio amatere i tehničare na prostoru bivše Jugoslavije, s 4 ponovljena izdanja.

Službena literatura za današnje studente medicine je:

.....  
J.Brņas-Kraljević, D. Krilov: *Fizika za studente medicine, Medicinska naklada (2012)*

J.Brņas-Kraljević, D. Krilov: *Fizika za studente medicine: struktura materije i dijagnostičke metode, Medicinska naklada (2001)*

M. Balarin, D. Broz: *Vježbe iz fizike, Medicinski fakultet Zagreb (1999)*

M. Balarin, J. Brnjas-Kraljević, O. Gamulin; *Physics Laboratory Manual, Medicinska naklada (2004)*



Doc. dr. sc. Božo Metzger, utemeljitelj  
Zavoda za fiziku; Pročelnik od 1948. do  
1962. g.



Naslovnica prvog nastavnog teksta iz fizike  
za studente medicine autora dr. Marina  
Katalinića (1939.g.)

Naziv kolegija, od početnog *Fizika s vježbama*, se mijenjao pa se tako u razdoblju 1945-1953 kolegij zvao *Fizika za medicinare s vježbama*, od 1953. do 1962. *Primijenjena fizika s vježbama*, od 1963. do 1978. *Fizika s vježbama*, potom sve do 2006. *Medicinska fizika i biofizika*. Od 2006.g. kolegij *Fizika i biofizika* se predaje na prvoj godini (6 ECTS), a *Fizika medicinske dijagnostike* na 4. godini studija medicine (1 ECTS). Od svog osnutka Zavod za fiziku je nekoliko puta promijenio ime prateći promjene u programu obaveznog kolegija iz fizike za studente medicine prve godine pa se jedno vrijeme zvao Zavod za medicinsku fiziku, a unazad 20 godina Zavod za fiziku i biofiziku. Danas je Zavod za fiziku i biofiziku Medicinskog fakulteta u Zagrebu posebna organizacijska jedinica u kojoj se ostvaruju znanstveni, nastavni i stručni programi iz područja fizike, biofizike, medicinske fizike i biomaterijala. Uvijek su se naši nastavnici bavili znanstvenim radom, ali u grupama izvan našeg Zavoda u okviru formalnih i neformalnih suradnji s Institutom Ruđer Bošković, Institutom za fiziku te Farmaceutsko-biokemijskim fakultetom. Međutim, takav način rada nije pružao mogućnost jače kohezije unutar samog Zavoda osim na nastavnom planu. Konačno, nabavkom uređaja za infracrvenu spektroskopiju s Fourierovom transformacijom i Ramanovu spektroskopiju kao kapitalne opreme 2000.g. za što se posebno angažirala tadašnja

predstojnica J. Brnjas-Kraljević, postavljeni su potrebni temelji za razvoj Laboratorija za nanostrukturne materijale u okviru Zavoda koji su mogli udružiti sve članove Zavoda na istoj znanstvenoj temi ili istoj znanstvenoj metodi. Tako su Marin Kosović i Kristina Serec, zaposleni kao asistenti, doktorirali pod vodstvom naših nastavnika u našem laboratoriju što nitko do sad od samog osnutka Zavoda za fiziku nije imao prilike. Trenutno se u Laboratoriju za nanostrukturne materijale izvode mjerenja za 10-tak disertacija koje će biti predane na ocjenu Medicinskom, Stomatološkom ili Prirodoslovno-matematičkom fakultetu. Zavod za fiziku i biofiziku se danas zaista nalazi na mjestima dodira fizike i medicine i u okviru svojih nastavnih i znanstvenih aktivnosti. Početkom 2018. godine proslavit ćemo 70 godina od osnutka našeg Zavoda, ali i 100 godina od prvog predavanja iz fizike za studente medicine Sveučilišta u Zagrebu.

Predstojnici Zavoda za fiziku i biofiziku od osnutka 1948.g. su: B. Metzger (do 1962.), T. Pinter (1962-1966), Dragica Winterhalter (1966-1976), Branko Čelustka (1976-1981, 1983-1985, 1987-1993), Ankica Kirin (1981-83, 1985-87), Jasminka Brnjas-Kraljević (1993-2009) i Ozren Gamulin od 2009.godine.

Nažalost, zauvijek su nas napustili članovi Zavoda: prof.dr.sc. D. Winterhalter (2003.), prof.dr.sc. B. Metzger (2012.), mr.sc. D. Broz (2012.) i doc. dr. sc. Maja Balarin (2017).

.....

## **Djelatnost Katedre za fiziku i biofiziku u razdoblju od 2007. do 2017. godine**

### *Nastava*

#### **INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI STUDIJ MEDICINE**

##### **OBAVEZNI KOLEGIJI**

Fizika i biofizika (voditelj: O. Gamulin, J. Brnjas-Kraljević do 2009.)

Fizika medicinske dijagnostike (voditeljica: S. Dolanski Babić, J. Brnjas-Kraljević do 2009.)

##### **OBAVEZNI KOLEGIJI STUDIJA MEDICINE NA ENGLISKOM JEZIKU - *MEDICAL STUDIES IN ENGLISH***

Physics and Biophysics (voditeljica: M. Balarin, D. Krilov do 2013.)

Physics of Medical Diagnostics (voditelj: O. Gamulin)

##### **IZBORNI KOLEGIJI**

Reologija arterijskog krvotoka (voditeljica: S. Dolanski Babić, D. Krilov do 2013.)

Živčani signali u bolestima stvaranja i prijenosa signala (suradnik O. Gamulin)

#### **POSLIJEDIPLOMSKI STUDIJI**

##### **SPECIJALISTIČKI POSLIJEDIPLOMSKI *ULTRAZVUK U GINEKOLOGIJI I PORODNIŠTVU***

Osnove medicinskog ultrazvuka (Fizika i tehnika) (voditeljica: S. Dolanski Babić, J. Brnjas-Kraljević do 2010.)

SPECIJALISTIČKI POSLIJEDIPLOMSKI FIZIKALNA MEDICINA I  
REHABILITACIJA

Termoterapija (suradnik O. Gamulin)

SPECIJALISTIČKI POSLIJEDIPLOMSKI IZ OFTALMOLOGIJE I OPTOMETRIJE

Optometrija (suradnica M. Balarin)

DOKTORSKI STUDIJ BIOMEDICINA I ZDRAVSTVO

Infekcije biomaterijala (suradnik O. Gamulin)

**SURADNJA U NASTAVI ZA STUDIJE DRUGIH SASTAVNICA SVEUČILIŠTA U  
ZAGREBU**

**INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI STUDIJ DENTALNE MEDICINE U  
ZAGREBU**

**OBAVEZNI KOLEGIJ**

Fizika (voditelj: O. Gamulin, D. Krilov do 2013.)

**DOKTORSKI STUDIJ BIOFIZIKE NA PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKOM  
FAKULTETU U ZAGREBU**

Opća biofizika (voditeljica: S. Dolanski Babić, J. Brnjas-Kraljević i D. Krilov  
do 2013.)

**Znanost**

U posljednjih 10 godina nastavnici i suradnici Katedre objavili su ukupno 104 originalna znanstvena rada u časopisima indeksiranim u bazi Scopus koji su citirani 447 puta. Nastavnici i asistenti Katedre su autori 63 navedena znanstvena rada s ukupno 296 citata.

**ZNANSTVENI PROJEKTI U RAZDOBLJU 2007.-2017.**

***Projekti financirani od Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta RH***

1. Mehanizmi narušavanja strukture lipoproteina djelovanjem vanjskih čimbenika (voditeljica: D. Krilov od 2007 do 2013.; O. Gamulin do 2014)

***Kratkoročne potpore istraživanja Sveučilišta u Zagrebu***

1. Razvoj biosenzora temeljenih na poroznom siliciju i površinski pojačanoj vibracijskoj spektroskopiji, 2015-2016 (voditelj: O. Gamulin)

***Suradnja djelatnika Katedre u okviru drugih znanstvenih projekata***

1. Jako korelirani anorganski, organski i biomaterijali (suradnica Sanja Dolanski Babić) projekt financiran od MZOŠ na Institutu za fiziku u Zagrebu voditeljice Silvia Tomić; 2007-2014
2. Interdisciplinarni projekt *STRUNA „Izgradnja hrvatskoga strukovnog nazivlja izgradnja, odabir i usuglašavanje nazivlja u fizici“* (suradnica Sanja Dolanski Babić) financiran od HRZZ voditeljice Vjera Lopac; 2010-2011
3. Novi funkcionalni materijali (suradnici M.Balarin, O.Gamulin, M.Kosović do 2017., M.Škrabić i S. Dolanski Babić od 2017.) projekt financiran od MZOŠ i Strukturni EU fondovi u Znanstvenom centru izvrsnosti za napredne materijale i senzore voditelja M. Ivande; 2014-2019
4. Hibridne silicijske nanostrukture za sensoriku (suradnici M.Balarin, O.Gamulin, M.Kosović do 2017. i M.Škrabić od 2017.) projekt financiran od HRZZ na Institutu Ruđera Boškovića voditelja M.Ivande; 2015-2019

## DOKTORSKE DISERTACIJE SURADNIKA KATEDRE U RAZDOBLJU OD 2007.-2017.

1. Sanja Dolanski Babić: *Električna i dielektrična svojstva vodenih otopina genomske deoksiribonukleinske kiseline*, Prirodoslovno-matematički fakultet, 16.10.2008.; Mentorica: Silvia Tomić

2. Maja Balarin: *Elektrokemijsko jetkanje silicija na izolatoru*, Prirodoslovno-matematički fakultet, 15.07.2011.; Mentor: Mile Ivanda

3. Marin Kosović: *Nanostrukturalna svojstva visoko luminiscentnoga poroznoga silicija*, Prirodoslovno-matematički fakultet, 23.06. 2015.; Mentor: Ozren Gamulin

4. Kristina Serec: *Vibracijska dinamika tankih filmova deoksiribonukleinske kiseline*, Prirodoslovno-matematički fakultet, 17.11. 2016.; Mentorica: Sanja Dolanski Babić

Treba napomenuti da su nastavnici Katedre za fiziku i biofiziku od 2007. godine mentorirali više od 15 završnih radova studenata medicine. Studenti M. Rašić i V. Radonić su pod vodstvom M. Balarin pripremili studentski rad za kojeg su dobili Rektorovu nagradu (2014/15), a A. Bejić i J. Grzelja (mentor O. Gamulin) su dobitnici Dekanove nagrade za najbolji studentski rad (2015/16).

### **Suradne ustanove u RH**

Suradne ustanove Zavoda za fiziku i biofiziku tijekom posljednjih 10 godina su: Institut Ruđera Boškovića, Institut za fiziku, Farmaceutsko-biokemijski fakultet i Stomatološki fakultet iz Zagreba. Treba naglasiti da su članovi Zavoda: Maja Balarin, Ozren Gamulin i Marko Škrabić suradnici u Znanstvenom centru izvrsnosti za napredne materijale i senzore voditelja M. Ivande Instituta Ruđera Boškovića.

### **Oprema, radni prostor**

Praktikum Zavoda za fiziku i biofiziku od posjeduje 2 optičke klupe s priborom, 6 svjetlosnih mikroskopa, 2 seta za izvođenje kalorimetrijskih mjerenja, 20-tak viskozimetara i stalagmometara te staklenih pipeta, 20-tak voltmetara i ampermetara te pripadajući pribor za izvođenje vježbi iz električnih strujnih krugova, spektrometar, Geiger-Mullerov brojač i ultrazvučni uređaj za ehosonografiju i dopler dijagnostiku s 3 sonde. Uz to posjedujemo više setova za izvođenje pokusa na seminarima i predavanjima koji su uglavnom kućne izrade.

Uređaj za infracrvenu spektroskopiju s Fourierovom transformacijom i Ramanovu spektroskopiju (PerkinElmer) je osnovna oprema Laboratorija za nanostrukturne materijale. Od vrijednijih uređaja možemo još nabrojati: pH-metar, analitičku vagu, magnetske mješalice, 10-tak automatskih pipeta, pribor za pripremu tankih filmova vodenih otopina bioloških uzoraka sušenjem, pribor za jetkanje poroznog silicija, strujno-naponski izvor *Keithley*, uređaj za pripremu pastila pod visokim tlakom, peć za pripremu uzoraka u širokom temperaturnom području i svjetlosni mikroskop prilagođen za promatranje neprozirnih preparata. Također smo očuvali i izložili zbirku uređaja od kojih su neki bili u uporabi još polovicom 19. stoljeća u predvorju Zavoda za fiziku i biofiziku. Na slikama u nizu možete vidjeti spektrometre kroz povijest, do 19. do 21. stoljeća. Naime, prvi primjerak proizveo je Rudolf Fuess Stegiltz-Berlin prije više od 150 godina, spektrometar proizvođača Carla Zeissa datira iz 1930., a spektrometar koji je još uvijek u uporabi tijekom izvođenja studentskih vježbi je ruske proizvodnje iz pedesetih godina prošlog stoljeća. Zanimljivo je primijetiti da je uređaj za infracrvenu i Ramanovu spektroskopiju kao osnovni uređaj našeg Laboratorija, spektrometar 21. stoljeća.





Spektroskop (1850.g.)



Spektroskop (1930.g.)



Spektroskop (1950.g.)



Uređaj za infracrvenu i Ramanovu spektroskopiju (2000.g.)

*Pripremila: Sanja Dolanski Babić*