

## ISTAKNUTI HRVATSKI PRIRODOZNAŠTVENICI NA POLJU ZNANOSTI O ZRAČENJU DO 1945. GODINE

*Branko Hanžek<sup>1</sup>, Zdenko Franić<sup>2</sup> i Gina Branica<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zavod za povijest i filozofiju  
znanosti, Zagreb

<sup>2</sup>Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, Jedinica za zaštitu  
od zračenja, Zagreb

[bhanzek@hazu.hr](mailto:bhanzek@hazu.hr), [zdenko.franic@imi.hr](mailto:zdenko.franic@imi.hr), [gina.branica@imi.hr](mailto:gina.branica@imi.hr)

### UVOD

Osim što su bili prve potencijalne žrtve izvora ionizirajućeg zračenja, fizičari i kemičari su prvi upozorili na štetni utjecaj tog zračenja na živi svijet. Liječnici i ostali postajali su žrtvama zračenja kasnije, nakon dugotrajnog i kumulativnog djelovanja štetnog zračenja. U ovom pregledu povijesti znanosti o zračenju u nas, utemeljenom na dostupnim literaturnim izvorima [1-5], pozornost ćemo posvetiti onima prvima.

### PREGLED I DJELATNOST PRIRODOZNAŠTVENIKA

*Vinko Dvořák*

Fizičar Vinko Dvořák (1848. – 1922.), prvi profesor fizike na osuvremenjenom Sveučilištu u Zagrebu, među prvima je iskoristio Röntgenovo otkriće. Sažetak njegove djelatnosti je kako slijedi:

- 22. 1. 1896. nabavio 2 rendgenograma
- 30. 5. 1896. nabavio rendgensku cijev
- 1897. nabavio novu rendgensku cijev (inv. broj 861)
- 28. 6. 1897. nabavio rendgensku cijev (inv. broj 891)
- 7. 1897. Zboru liječnika održao predavanje i pokazao rendgenogram vlastite ruke
- 1897. godine nabavio fluorescentni zastor
- 25. 11. 1897. snimio slomljenu ruku nadvojvode Leopolda Salvatora
- 18. 3. 1909. nabavio novu rendgensku cijev (inv. broj 896)
- 1910. nova rendgenska cijev (inv. broj 1070).

### *Peter Salcher*

Fizičar Peter Salcher (1848. – 1928.) bio je riječki profesor fizike na Mornaričkoj akademiji. 20. veljače 1896. godine nakon predavanja o Röntgenovom otkriću prikazao je Riječanima prvu demonstraciju primjene X-zračenja, prikazavši rendgenogram ruke barunice Vranyczany. Akademskoj javnosti poznatiji je po snimanju ultra brze fotografije taneta u letu u suradnji s prof. Ernstom Machom. Zahvaljujući njemu, 1897. godine Rijeka je nabavila prvi rendgenski uređaj. U tom kontekstu valja napomenuti da se u Zagrebu prvi rendgenski uređaj nabavlja tek godine 1901. na poticaj kirurga dr. Wickerhausera u Bolnici sestara milosrdnica u Zagrebu, a Ogulin, Šibenik, Zadar i Dubrovnik su prve rendgenske uređaje nabavili još godine 1898.

### *Oton Kučera*

Fizičar Oton Kučera (1857. – 1931.) napisao je u *Vijencu* 1897. godine prvi opsežan članak pod nazivom "Rentgenove zrake X" i to u dva dijela. U članku je uz temeljiti prikaz pronalaska X-zračenja predvidio i prvu primjenu u medicini i tehnici. U knjizi "Valovi i zrake" Otona Kučere 1903. godine date su slike Röntgenovih fotografija načinjenih djelovanjem X- zraaka na foto ploču. Kučera u *Glasniku Hrvatskog naravnoslovnoga društva* iz 1903. prenosi informacije o djelovanju elektromagnetskih valova na mozak.

### *Mile Cindrić*

Fizičar Mile Cindrić (1869. – 1939.), koji je povremeno radio i u fizikalnom kabinetu zamjenjujući jedinog Dvořákovog asistenta Dušana Pejnovića, napisao je 1905. godine u *Nastavnom vjesniku* članak pod nazivom "O elektriziranju s pomoću plamena i Becquerelovih zraka". U tom je članku opisao pokuse koji su povezani s elektriziranjem pomoću Becquerelovih zraka. Kako u to doba nije bilo uzoraka radioaktivnih tvari, Cindrić se korisno dosjetio da se na dobro očišćene pločice stupa cink-bakar stavi prah od Auerovih mrežica. Naime u Auerovim mrežicama ima radioaktivnog elementa torija koji emitira Becquerelove zrake i ionizira zrak oko sebe. Pločice od bakra i cinka djeluju tako da se ti ioni razluče, te pozitivni predaju svoj električni naboj bakrenoj, a negativni cinkovoj pločici.

### *Stanko Hondl*

Fizičar Stanko Hondl (1873. – 1971.), Dvořákov nasljednik na mjestu profesora fizike na Sveučilištu u Zagrebu. Predavao je fiziku na

medicinskom fakultetu od ljetnog semestra 1917./18. do ljetnog semestra 1934./35. Godine 1912. je pisao u *Nastavnom vjesniku* o fizikalnim jedinicama. Objasnio je kako je *Međunarodni kongres za radiologiju i elektricitet* u Briselu 1910. godine izabrao međunarodno povjerenstvo za radijev standard te je uzet standard Marie Curie od 21,99 mg RaCl<sub>2</sub>. Sažetak daljnje njegove djelatnosti je kako slijedi:

- 1913. nabavio je rendgensku cijev (inv. broj 1142), a 1938. 3 rendgenske cijevi (inv. brojevi 2005, 2015 i 2019)
- 5. 6. 1926. nabavio rendgenski aparat
- 1937. nabavio naočale s olovnim staklom (inv. broj 1891)
- 1938. nabavio 1 mg radija (inv. broj 2020).

#### *Eduard Ante (Slavoljub) Brixy (Bernardo)*

Fizičar Slavoljub Brixy (1882. – 1946.) je široj javnosti poznat kao pisac prve stručne knjige o radiju na Balkanu koju je napisao godine 1925. godine kao profesor na franjevačkom učilištu u Varaždinu i nadbiskupskoj visokoj školi u Zagrebu. Studirao je matematiku i fiziku i uz pomoć profesora Hondla bavio se problemom interferencije rendgenskih zraka. U članku objavljenom u *Hrvatskoj prosvjeti* 1916. godine piše o rendgenskim zrakama, ali se obazire i na najnovija otkrića. Manje je poznato da je u tom članku upozorio na opasnost od rendgenskih zraka za liječnike, koji su nakon 3 do 11 godina izloženosti zadobivali opekline ruku. Brixy navodi da je 1908. godine u Bostonu zabilježeno 47 slučajeva od kojih se 36 razvilo u rak, a 1909. umro je dr. Gustav Opitz "od rendgenskog oštećenja".

#### *Josip Olujić*

Fizičar fra Josip Olujić (1888. – 1944.) doktorirao je 1918. na Sveučilištu u Fribourgu (tada u Švicarskoj) na pobudu prof. A. Gockela koji je prvi u svijetu 1910. godine mjerio pražnjenje elektroskopa zbog zračenja i to pri uspinjanju balona do 4500 metara. Tema disertacije bila je: *Beiträge zur Messung Radium-emanation in der Atmosphäre* (Doprinosi mjerenju radijeva zračenja u atmosferi). Olujić je, nakon povratka u Hrvatsku odmah nakon završenog doktorata, predavajući na Franjevačkoj gimnaziji u Sinju, kontaktirao JAZU oko nabavke elektrometra (1921. godine, dopis br. 174 i 1923. godine, dopis br. 252). Ti podaci su preuzeti iz urudžbenog zapisnika HAZU. U dopisu br. 174. iz 1921. fra Jozo Olujić je obavijestio JAZU da je za elektrometar određeno 7000 tadašnjih kruna. U dopisu br. 252 iz 1923. godine fra Olujić piše da je prije godinu dana kupio elektrometar od firme

Spindler & Hoyer u Göttingenu, a za mjerenje radijeve emanacije u zraku. Olujić u drugom dopisu moli da mu povrate novac koji je on isplatio za taj elektrometar (u to vrijeme najbolja verzija po Schmidtu) i to da se vrati podružnici Zadružne gospodarske banke u Splitu. Tako je utanačeno da po uplati elektrometar postaje vlasništvo Akademije, a s njime će se služiti Olujić. Akademija javlja da je doznačila isplatu i to od 1750 dinara te moli Olujića da uredi pitanje vlasništva. Kako je uspio nabaviti samo taj jedan kvalitetni uređaj, nije uspio realizirati svoju ideju da oformi čitav niz promatračkih postaja koje bi mjerile ionizirajuće zračenje u Hrvatskoj. Tako je Olujić bio prvi kvalificirani idejni preteča znanosti o zračenju na tlu Hrvatske na egzaktnim, mjeriteljskim pokazateljima. Ovi podaci do sada su bili potpuno nepoznati i široj i užoj akademskoj javnosti.

#### *Franjo Brössler*

Fizičar Franjo Brössler (1893. – 1953.) doktorirao je 1919. godine u Beču iz područja radioaktivnosti pod vodstvom prof. dr. St. Meyera. Nakon povratka u Hrvatsku godine 1920. i 1921. radio je kao kustos u geološko-paleološkom odjelu zemaljskog (tada Narodnog) muzeja u Zagrebu kao ekspert za istraživanje radioaktivnosti termalnih voda i tla. Danas je to Prirodoslovni muzej u Demetrovoj 1. U više je navrata putovao u Beč kako bi preuzeo skupocjenu opremu (Wulfove elektrometre s dvije niti s posudom za ionizaciju) koja je ondje bila i baždarena. O svojim istraživanjima pisao je u člancima: "Novi radioaktivni element" (*Priroda*, 1921;5:98-99), "Nešto o istraživanju radioaktivnosti voda u Daruvaru" (*Naša domovina* 1/1921;6:4-5), "Razbijanje dušikovog atoma" i o izgradnji elemenata iz vodika (*Revue chimique*, 1/1921; 3/4:42-48; 5/6:74-80). Kako je o Brössleru do sada minorno pisano, ovi podaci potpuno su nepoznati i široj i užoj akademskoj javnosti.

#### *Vladimir Glumac*

Vladimir Glumac, dipl. phil. (1904. – 1960.), diplomirao je na smjeru primijenjena matematika te je široj akademskoj javnosti dosad potpuno nepoznat. Od 1. 5. 1930. do 1. 11. 1931. radio je u Jugoslavenskom Siemensu d.d. na elektro-medicinskom odsjeku kao fizičar. Izveo je projekt zaštite od rendgenskog zračenja u Bolnici sestara milosrdnica 1931. godine. Na Sveslavenskom liječničkom kongresu u Splitu od 5. do 8. 10. 1930. godine kao fizičar je sudjelovao s predavanjem "Dozimetrija rendgenskog zračenja sa demonstracijama", a to predavanje je imalo karakter izvornog znanstvenog rada. Drugi izvorni znanstveni rad objavio je u časopisu *Ars*

*Therapeutica* 1934. godine pod nazivom "Dužnost rendgenskog pregledavanja".

#### *Danijel Uvanović*

Danijel Uvanović (1908. – 1948.) je široj akademskoj javnosti dosada potpuno nepoznat. Znanstveni je publicist iz matematike i prirodoslovlja i tehnike, a najviše je pisao u dnevniku *Hrvatska straža*. Tako je godine 1930. u br. 295 na str. 3. pisao o izgradnji instituta za liječenje raka pomoću radija. U tom je članku naveo da će institut imati dva odjela: opći, kojim će ravnati dr. J. Körbler i ginekološki kojim će ravnati dr. Vidaković. Člankom su navedene zadaće tog instituta, a kao metoda liječenja radioterapijom navedena je bakteriološkijska metoda. Uvanović je u svom članku u *Hrvatskoj straži* br. 249, str. 5. od 29. 10. 1930. upozorio na žrtvu znanosti među liječnicima.

#### *Mladen Paić*

Kemičar i fizičar Mladen Paić (1905. – 1997.) doktorirao je 1932. na Tehničkom fakultetu u Zagrebu iz područja tehnike (kemija) s disertacijom pod nazivom "Primjena Debye-Scherrerove metode na kemijske probleme". Godine 1933. postigao je na Sorboni doktorat iz fizičkih znanosti. U svezi s disertacijom iz Zagreba valja istaknuti da je jedan njen izvadak objavljen u *Arhivu za hemiju i farmaciju* (Zagreb, 1933;5:143-146). Izvadak je objavljen pod nazivom "Osjetljivost Debye-Scherrerove metode". Kao podnaslov je navedeno "Mogućnost njene upotrebe u kvantitativnoj analizi". U izvadku se ističe da kod proučavanja kompleksnih kemijskih sustava nije moguće neke spojeve rendgenografski dokazati. Kao obrazloženje slabe osjetljivosti navedeni su ovi uzroci: "upotrijebljeno zračenje nije monokromatsko, pojava fluorescentne radijacije koja jednolično zacrnjuje film, pojava Comptonovog zračenja što opet dodatno zacrnjuje film, veliki broj linija dovodi do međusobnog stapanja i dočaravanja kontinuiranog zacrnjenja". Ovaj zadnji uzrok može poticati i od nesavršeno izgrađene prostorne rešetke ili amorfnih supstanci. Prva se tri uzroka mogu značajno smanjiti pa se tako može povećati osjetljivost metode. Pritom je "značajno i to da se mjerenja načine sa što više parova linija jer tako sigurnost mjerenja raste", zaključio je na kraju Paić.

#### *Marin Katalinić*

Marin Katalinić (1887. – 1959.) je od 1935. do 1943. predavač fizike za medicinare na Medicinskom fakultetu. Dana 26. 3. 1935. održao je na

Pučkom Sveučilištu predavanje pred 120 slušatelja pod nazivom "Umjetno stvaranje radioaktivnih elemenata". Od 1937. do 1945. godine bavio se atomskom fizikom. 1940. godine objavio je sliku tragova alfa čestica na foto ploči, a koji potiču od radija. Godine 1943. utemeljio je treći odjel Fizikalnog zavoda odnosno laboratorij za atomsku fiziku. Iste godine s asistentom B. Markovićem izložio je foto ploče utjecaju "visinskih zraka" (kozmičkom zračenju) te ih kasnije razvio i istraživao pod mikroskopom.

### *Ivan Supek*

Akademik Ivan Supek (1915. – 2007.), hrvatski fizičar, filozof, pisac, borac za mir i humanist također je značajno pridonio i znanosti o zračenju. U članku "Kozmičke zrake" objavljenom u *Nastavnom vjesniku* iz godine 1940./41. iznio je niz zanimljivih i aktualnih informacija o toj tematici. Uredništvo je taj članak pozdravilo komentarom navodeći da je Supek "đak Heisenberga, jednog od vođa fizike", ali je napomenulo i to da članak nema namjeru dati kritički prikaz tog područja moderne fizike. U članku je Supek dao povijesni prikaz tematike sve od Wilsona iz 1900. godine pa preko Rutherforda 1907., Hessa 1912., Heisenberga i Schrödingera sve do Diraca i Andersona, jer je ispitivanje kozmičkih zraka dobilo gotovo presudno značenje u razvoju kvantne teorije. Kao rezultat sveukupnog teorijskog i eksperimentalnog rada moglo se izreći da su kozmičke zrake pozitroni i elektroni koji se velikim brzinama, bliskim svjetlosnim, kreću svemirom i udaranjem u našu atmosferu prouzrokuju niz složenih fizikalnih procesa. Supek daje i crtež jedne kaskade iz kojeg se vidi da pri prolasku svemirskog elektrona kroz olovo nastaju gubici njegove energije emitiranjem kvanata svjetlosti koji proizvode parove elektron-pozitron. Članak je dopunjen poglavljima o zakočnom zračenju i tvorbi parova. Zanimljivo je da u ovom drugom poglavlju Supek govori o Jukawinim teorijskim predviđanjima jedne nove čestice mase dvjestotinjak puta veće nego što je masa elektrona. Ti teški elektroni su zaista nakon tri godine i otkriveni i dobili ime mezotron (danas: mezon). Supek je 1941. godine napisao knjigu "Svijet atoma". U toj je knjizi na 396 stranica te 15 slika dao prvi popularni opsežni prikaz kvantne teorije u njezinim primjenama na raznim područjima atomske fizike u formi knjige. U knjizi se nalaze ova poglavlja: klasična mehanika, svjetlost kao valno gibanje, elektromagnetizam, klasični rezultati ispitivanja atoma, o prostoru i vremenu, kvantna teorija, atomi, molekule i kristali, atomne jezgre, kozmičke zrake, problem života, mutacije. U tom zadnjem poglavlju Supek ističe da pod djelovanjem  $\alpha$ ,  $\beta$ , i  $\gamma$  zraka kao i katodnog zračenja ugibaju bakterije. Govori se i o mutacijama gena umjetno

proizvedenim pomoću obasjavanja rendgenskim zrakama, doduše samo u eksperimentima izvršenim na mušici *Drosophila*.

### *Božo Metzger*

Fizičar Božo Metzger (4.3.1913.) je od 1942. do 1945. kao docent na katedri za fiziku Veterinarskog fakulteta predavao fiziku za veterinare i u okviru predavanja detaljno tumačio rendgenske zrake, građu atoma i radioaktivnost. Zajedno s navedenim temama također je spominjao zaštitu od štetnog zračenja. Također, predavao je i o određivanju doze za potrebne rendgenske terapije i primjeni radioaktivnosti u medicini. O njemu, kao i o Dragutinu Mayeru (1912. – 2010.) opširno je pisano u časopisu *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* [5].

## **ZAKLJUČAK**

Ovaj kratki prikaz zbog ograničenoga prostora prikazuje djelatnost samo nekih hrvatskih prirodoslovaca na području znanosti o zračenju u Hrvatskoj u periodu do kraja 2. svjetskog rata. Vidljivo je da efektivni počeci znanosti o zračenju, pa tako i zaštite od zračenja, na području Hrvatske sežu čak do druge polovice 19. stoljeća. Pretraga arhivske građe i dostupne literature, te uvid u život i rad nekih od tih doajena znanosti o zračenju i zaštite od zračenja u Hrvatskoj, omogućili su da se sustavnije zabilježe i obrade brojne, do sada nepoznate, činjenice i detalji važni ne samo za povijest i razvoj znanosti o zračenju, nego i medicinske fizike u Hrvatskoj. Sve to pokazuje da Hrvatska od samoga početka ne samo da slijedi najsuvremenije znanstvene spoznaje iz tih područja već i njima aktivno pridonosi. Međutim, za širi i sustavniji prikaz te problematike potrebna su daljnja istraživanja.

## **LITERATURA**

- [1] Arhiv Rektorata Sveučilišta u Zagrebu
- [2] Arhiv HAZU
- [3] Arhiv Filozofskog fakulteta
- [4] Hondl S. Fizika za više razrede srednjih škola. Zagreb: Trošak i naklada Pokrajinske uprave, Odjeljenja za prosvjetu i vjeru; 1922.
- [5] Hanžek B, Franić Z. Dragutin Mayer i Božo Metzger – velikani znanosti o zračenju i zaštite od zračenja u Hrvatskoj. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* 2010;61(4):479-498.

## NOTABLE CROATIAN SCIENTISTS IN THE FIELD OF RADIATION SCIENCE UNTIL YEAR 1945

*Branko Hanžek<sup>1</sup>, Zdenko Franić<sup>2</sup> and Gina Branica<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Croatian Academy of Sciences and Arts,  
Institute for History and Philosophy of Science, Zagreb, Croatia

<sup>2</sup>Institute for Medical Research and Occupational Health,  
Radiation Protection Unit, Zagreb, Croatia

[bhanzek@hazu.hr](mailto:bhanzek@hazu.hr) , [zdenko.franic@imi.hr](mailto:zdenko.franic@imi.hr) , [gina.branica@imi.hr](mailto:gina.branica@imi.hr)

Apart from being among first potential victims of exposure to ionising radiation, physicists and chemists were also first to warn about harmful effects of radiation to living organisms. Physicians as well as some other professionals were first to experience consequences of prolonged and cumulative exposure to ionising radiation. In this paper the work of first notable scientists in the field of radiation science in Croatia until year 1945 is discussed. It is evident that effective beginning of radiation science in Croatia, as well as radiation protection in Croatia can be traced to the end of 19<sup>th</sup> century. Search of archives and known literature not only gave insight to life and work of some of these radiation science doyens but also enabled for more systematic recollections of previously unknown facts and details important for history and development of radiation science, radiation protection as well as medical physics. Consequently, it can be concluded that Croatia from the very beginning not only followed all contemporary scientific knowledge from this fields but also made notable contributions. However, the need for larger and more systematic review of this problematic calls for further research.