

**Ivica Picek, istaknuti hrvatski teorijski fizičar***Krešimir Kumerički¹*

Ivica Picek je istaknuti hrvatski teorijski fizičar, profesor emeritus Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Početak njegovog znanstvenog rada 70-ih godina prošlog stoljeća, poklapa se s konačnom formulacijom danas još uvijek važećeg standardnog modela fizike elementarnih čestica. Rad na razumijevanju te sveobuhvatne teorije prirode obilježio je njegovu karijeru, bilo kroz zahtjevne precizne izračune kojima je rasvijetljavao međugru slabih i jakih fundamentalnih međudjelovanja, bilo kroz radove u kojima je analizirao pukotine u toj slici, u potrazi za još fundamentalnijom teorijom, za kojom fizičari i danas još tragaju. Osim u svojim znanstvenim radovima, ostavio je dubok trag i kao sveprisutni član hrvatske znanstvene zajednice, odgojivši niz znanstvenika, kao mentor i kao

profesor na PMF-u, gdje je dugi niz godina predavao fiziku čestica na diplomskom i poslijediplomskom studiju.

Možete li se ukratko prisjetiti prvog susreta sa svijetom znanosti? Što je u Vama probudilo interes za fiziku?

Sve do polaska u školu bio sam “neispisana ploča” zaigranog djeteta s livada zagrebačke Dubrave. Odrastao sam u okruženju gradske periferije u kojoj je životna misija naših roditelja bila podizanje obiteljskih kuća i odgajanje djece. U baraci na jednoj livadi otkrio sam knjižnicu i počeo gutati knjige, počevši od Karla Maya. S druge strane iz novina tadašnjeg hladnoratovskog razdoblja širio se strah od atomske kataklizme. Najpoznatija osoba koja je na nju upozoravala bio je profesor Ivan Supek. Usprkos straha od bombe bili smo zaokupljeni izradom raketa. Sjećam se da su nam zapaljive celuloidne filmske trake, odbačene kod “Jadran filma”, poslužile kao raketni pogon raznih ispražnjenih tuba. Nije čudo da je kasnije u okviru tehničkog odgoja bilo dosta interesa za raketašku grupu. U okviru muzičkog odgoja bili smo odabirani za školski zbor. Ja sam čak završio kod Dinka Fija, u zboru radiotelevizije. Ipak mi je bilo zabavnije od odbačenih leća naočala konstruirati teleskop i promatrati kratere na Mjesecu i pjege na Suncu. Dojmio me se prelazak u novoizgrađenu zgradu Osnovne škole “29. novembar” (današnje Osnovne škole dr. Ante Starčevića). U njoj se nalazila prekrasna biblioteka s atrijem gdje mi je, kad smo u školi dobili fiziku, pod ruku došla biografija Michaela Faradaya. Opis njegovih ustrajnih pokušaja kojima je došao do otkrića elektromagnetske indukcije nepovratno me odvuкао prema fizici. To me vodilo na izbor prirodoslovne gimnazije, tadašnje XIV. gimnazije 25. maja, koja se kasnije na novoj lokaciji spojila s XV. gimnazijom. Od početka gimnazije, umjesto na zbor radiotelevizije, odlazio sam na Zvezdarnicu u Opatičkoj ulici. Tamo su se među

¹ Krešimir Kumerički je redoviti profesor na Zavodu za teorijsku fiziku čestica i polja na Fizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu; e-pošta: kkumer@phy.hr

zaljubljenicima u fiziku i svemir stvorila trajna prijateljstva. Stariji, koji su već bili studenti PMF-a ili elektrotehnike, kao Toni Brajder, održavali su tečajeve i popularna predavanja. Preko ljeta smo imali priliku raditi i boraviti u esperantskom kampu u Primoštenu, kamo je tadašnji direktor zvjezdarnice, Gabrijel Divjanović, doveo brojne učenike. Tamo sam doživio i trenutak nezaboravnog spuštanja čovjeka na Mjesec. Tijekom gimnazijskog perioda uključio sam se u rješavanje zadataka u MFL-u. Dragan Miličić mi je posudio tek izašla "Feynmanova predavanja iz fizike". Osim na pisanje naturalnog rada iz fizike, to me vodilo i na izbor studija teorijske fizike na PMF-u u Zagrebu.

Studij fizike Vam je bio uzbudljivi dio znanstvene karijere, kada se predmet budućih istraživanja po prvi put zaista upoznaje. Pored toga, u vrijeme Vašeg studija je i društvo prolazilo kroz turbulentni period, zar ne?

Na "Feynmanovim predavanjima" koje sam prije tek dotaknuo, profesor Boran Leontić je temeljio predavanja iz Opće fizike. Predmeti studija su se u početku slušali zajedno s matematičarima, koji su teško prihvaćali da je u fizici neizbježno korištenje aproksimacija. Predavanja na zadnjim godinama studija odvijala su se u modernim prostorijama Instituta za fiziku na Bijeničkoj. Središnje kolegije, Klasičnu elektrodinamiku i Kvantnu fiziku, ciklički su predavali profesori Mladen Martinis i Dubravko Tadić. Moja generacija je ušla u ciklus Mladena Martinisa. On je bio izvrstan predavač na čiju sugestiju sam se prijavio i dobio stipendiju Instituta "Ruđer Bošković". U to vrijeme već sam razumio zračenje atoma, no kad sam želio naučiti više o zračenjima atomske jezgre uputio me na Dubravka Tadića. On je bio profesor PMF-a koji je vodio istraživačku grupu na Ruđerovom Zavodu za teorijsku fiziku, gdje je bio i Martinis. Kod Tadića sam odabrao i temu diplomskog rada, koji je bio na tragu uspostavljanja budućeg standardnog modela čestica i sila. Zadatak mi je bio reproducirati dijelove iz rada Corbena i Schwingera iz 1940. godine. Oduševilo me da se neodređeni magnetski moment vektorskih mezona iz tog rada mogao fiksirati ako se prijeđe na novo formulirani elektroslabi baždarni model Glashova, Salama i Weinberga. Nakon što sam na toj temi diplomirao, pridružio sam se njegovoj istraživačkoj grupi na IRB-u. Uz njegovu preporuku dobio sam 1976. godine stipendiju za šestotjednu ljetnu školu u Les Houches u Francuskoj. Bila je to prilika da sretmem Feynmana, koji je tamo održao seriju predavanja iz baždarnih teorija.

Osim svojih znanstvenih postignuća, Richard Feynman je bio na glasu i kao interesantan predavač. Kakav je dojam ostavio na Vas?

Na predavanjima drugih uvažениh fizičara Feynman je znao biti nemilosrdan kritičar, no prema studentima je bio izuzetno susretljiv. Meni je rekao "da struja drugih vrsta nema" i da će me njihovo izučavanje u nuklearnim beta-raspadima, na koje sam bio upućen u Zagrebu, voditi u slijepu ulicu. Tako sam se na vrijeme vratio ispreplitanju slabog i elektromagnetskog međudjelovanja koje vodi na narušavanje pariteta pri interakciji fotona s nukleonima. Na tome sam i magistrirao početkom 1977. godine. Dobio sam i asistentsku poziciju u Zavodu za teorijsku fiziku IRB-a, uz sumnjičavu opservaciju jednog utjecajnog profesora nuklearne fizike "da jednim okom gledam na čestice". Fenomenologiju Weinberg-Salamovog modela, kojima je bila dodijeljena Nobelova nagrada za 1979. godinu, "s oba oka" sam smjestio u domenu fizike čestica. Na tome sam doktorirao kod prof. Tadića 1980. godine.

U kojoj mjeri je zagrebačka fizika u to vrijeme bila uključena u svjetska znanstvena zbivanja?

Važan aspekt života teorijske fizike u Zagrebu bile su međunarodne aktivnosti na kojima sam mogao slušati i upoznavati vodeće fizičare čestica. Uz ljetne škole na International Center for Theoretical Physics (ICTP) u Trstu i zimskih škola u

Schladmingu, bili su tu “Adriatic meetings”, koje su organizirali IRB i PMF u Zagrebu te “Triangular meetings” (Beč-Budimpešta-Zagreb). Tako sam 1981. godine zajedno s Pavlom Senjanovićem organizirao “Triangle meeting on advances in QCD and unification” u Stubičkim Toplicama. Pavle, koji se po povratku iz SAD-a zaposlio u teorijskoj grupi na IRB-u, uspio je privući vrhunske sudionike i konferencija je postigla sjajan uspjeh. Na Pavlovu preporuku za izlet smo odabrali dvorac Trakošćan. Godinu dana ranije, na Adriatic meetingu u Dubrovniku, susreo sam dva profesora kod kojih ću kasnije provesti postdoktorske boravke. U periodu od 1981. do 1984. boravio sam kao gost Holgera Nielsena na Institutu Nielsa Bohra (INB) u Kopenhagenu, a od 1986. do 1988. na Humboldtovoj stipendiji kod Roberta Pecceija na Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY) u Hamburgu.

Poslijedoktorski period Vam je bio obilježen najintenzivnijim radom. Kojim ste se znanstvenim pitanjima tada bavili?

U Kopenhagenu sam s Janom Eegom objavio naš prvi zajednički rad. Objavljeni račun protonskog raspada bio je nastavak izučavanja velikih unifikacija (GUT) započetog u Zagrebu. GUT su dovele u fokus magnetske monopole, na čije izučavanje sam se prije toga pridružio Pavlu Senjanoviću. Najupečatljiviji trag monopolu su ostavili na Alen Guthovom uvođenju “inflacije”, koja objašnjava njihovo neopažanje u kozmologiji. S druge strane GUT vodi na nestabilnost protona. Rad s Tadićem i Meljancem, proveden neposredno nakon Stubičkih Toplica, zapeo je u korespondenciji s recenzentom uglednog časopisa u koji je poslan. Nakon prezentacije na seminaru na INB-a, u prisutnosti stručnjaka u tom području, Cecilije Jarlskog, oba rada (ovaj iz Kopenhagena i prethodni iz Zagreba) su prihvaćena za objavljivanje. Nakon seminara sam bio polaskan izjavom Predraga Cvitanovića kako sad konačno razumije kako dolazi do raspada protona. Veliku unifikaciju je na doktorskom studiju predavao Holger Nielsen, no ja sam mu se pridružio na programu “slučajne dinamike” koji je on razvijao sa suradnicima na INB-u. Bio je to svojevrsni anti-unifikacijski program u kojemu iz kaotične strukture na visokim energijama proizlaze zakoni i simetrije koje opažamo na niskim energijama koje su dostupne našim pokusima. U tom programu bi i sama kvantna mehanika ili baždarna i Lorentzova (relativistička) simetrija proizlazile kao “simetrije u infra-crvenom”.

U medijima se uvijek velika pozornost pridaje istraživanjima koja “pokazuju da je Einstein bio u krivu”. Naravno, najčešće je riječ o senzacionalizmu bez podloge, ali činjenica je da su ispitivanja Einsteinovih teorija relativnosti bila inspiracija za mnoge znanstvenike. I Vi ste, znači, tada u Kopenhagenu radili na preispitivanjima specijalne teorije relativnosti (STR), zar ne?

Nema ničeg neobičnog u preispitivanju STR-a. I sam Einstein ju je “preispitao”! U prisutnosti gravitacijske sile (u zakrivljenom prostor-vremenu) poopćio ju je na opću teoriju relativnosti (OTR). Mi smo se pitali može li do potrebe poopćenja doći već i u prisutnosti elektroslabe sile. Naime, korekcije od gravitacije se u fizici čestica pojavljuju na nemjerivo udaljenim decimalnim mjestima, što s učincima slabe sile možda ne bi bio slučaj. U tom smislu se bavljenje Lorentz-neinvarijantnošću (LNI) suprotstavilo tada prevladavajućoj ideji postojanja “teorije svega” (TOE), kao “simetrije u ultraljubičastom”. Dakle, naš LNI je bio napad na TOE, a ne ispravljanje Einsteinove teorije! Slučajna dinamika navješćuje da, kad jednom i ustanovimo “standardni model” (SM), morat ćemo dopustiti da postoji fizika izvan SM-a (BSM). Naš konkretni model narušenja Lorentzove simetrije građen je na zamisli da sektor narušenja Lorentzove simetrije mora biti podložan eksperimentalnim testovima. Ta stabilnost će biti osigurana ako se odstupanje od Lorentzove simetrije pojavljuje već na elektroslaboj skali. Stoga smo predložili LNI modifikaciju Higgsovog sekora, a da se i dalje poštuje baždarna simetrija SM-a. Uvedena modifikacija u konačnici se očituje putem interakcija kozmičkog tenzorskog polja s kiralnim fermionima SM-a. Na postavljanju granica na te interakcije nastao je jedan od pionirskih radova u tom području.

Tijekom usavršavanja sreli ste još neke svoje buduće suradnike.

U 1983. godini, pri kraju moje specijalizacije na INB-u, dodatnu živost na institut unio je prof. Gerry Brown. On je došao sa svojim doktorskim studentima sa Sveučilišta Stony Brook iz SAD-a da bi oko njih razvio teorijsku aktivnost u koju sam se uključio. Tu je počela moja suradnja s Dubravkom Klabučarom, inače asistentom s IRB-a, koji je doktorirao kod Gerryja. Ta aktivnost je trebala povezati kvantnu kromodinamiku kao teoriju fundamentalne jake sile s rezidualnom jakom silom koja djeluje između nukleona. S Dubravkom sam objavio rad koji je bio dio njegovog doktorata. Usporedno je u Kopenhagenu započela prava suradnja s Janom Eegom iz Osla. Njega sam upoznao još 1976. u Les Houchesu, kao studenta prijašnjeg Feynmanovog studenta Finna Ravndala. Sad smo se prihvatili izračuna električnog dipolnog momenta neutrona i proveli ga na dvije petlje (misli se na petlje u odgovarajućim Feynmanovim dijagramima), u okviru sada već ustanovljene elektroslabo-jake teorije. Suradnja s Janom je nastavljena i do sljedećeg postdoca na Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY), kad smo proveli proračun oscilacija neutralnog kaona na tri petlje. Izučavanje narušavanja vremenske mikrobrativosti (CP-narušenja) nastavit ćemo kao trajni projekt, koji se u sljedećim godinama (i desetljećima) odvijao na rijetkim raspadima K- i B-mezona. Za vrijeme postdoca na DESY-u objavljivan mi je rad u suradnji s Brankom Guberinom i Robertom Pecceijem, a u okviru Nielsenovog projekta su predviđene tri generacije fermiona, prije nego su na to ukazala mjerenja na CERN-u.

Nakon poslijedoktorskog usavršavanja vratili ste se u Zagreb. Kako ste se prilagodili tadašnjem domaćem sustavu znanosti?

Zahvaljujući tom plodnom periodu neočekivano sam se našao na vrhu rang-liste objavljivanja u IRB-u u Zagrebu. Nije mi se dopalo čime se zaokupljaju znanstvenici na IRB-u. Po povratku u Zagreb želio sam barem u teorijskoj fizici oživjeti seminare koji su potpuno zamrli. Preseljenje Fizike PMF-a s Marulićevog trga u novu zgradu na Bijeničkoj početkom 90-tih omogućilo je i zajedničke seminare dviju teorijskih grupa. I dolazak Gorana Senjanovića na PMF unio je u početku dodatnu živost. On je uspio animirati studente kroz kurs Fizike čestica, no njegovom temperamentu nije odgovaralo da se vežu za neko mjesto. U Zagrebu je prvo trebalo izraditi magisterij, a tek onda doktorat. Možda je to bio razlog da svojim preporukama upućuje studente na doktorat u SAD. Bilo je to suprotno spremnosti Tadića da vodi doktorande, a tek potom ih upućuje na postdoktorske specijalizacije.

Organizirali ste prvi međunarodni znanstveni skup iz fizike u neovisnoj Hrvatskoj. To je zasigurno bilo posebno iskustvo.

Profesor Tadić, Dubravko Klabučar i ja odlučili smo pokrenuti prekinuti Adriatic meeting. Bilo nam je jasno da će se predavači lakše ohrabriti ako konferenciju smjestimo na Brijune, tada već javnosti otvoreno Titovo rezidencijalno otočje u blizini Trsta. Uz poruke da je za konferenciju preuranjeno, stizala su otkazivanja nekih prethodnih predavača, ali i članova International Advisory Committeea. Najviše sam se mogao osloniti na suradnike i kolege sa svojih postdoktorskih boravaka (primjerice Kronfeld i Bijnens) koji su se mahom odazvali. Pridružili su se i američki mentori nekih mojih donedavnih diplomanata (slika 1). Treba istaknuti i entuzijizam i volontiranje diplomskih studenata. Nemjerivu pomoć pri organizaciji konferencije i pri uređivanju zbornika dao je Krešimir Kumerički. Zahvaljujući njemu zbornik se pojavio u obliku udžbenika s modernim poglavljima fizike čestica. Poslije će se pokazati da je to bio prvi međunarodni znanstveni skup iz fizike u neovisnoj Hrvatskoj. Na njega se nadovezao "Prvi znanstveni sastanak HFD-a". U njegovoj organizaciji priključio sam se Tončiju Dučiću i pozvao Predraga Cvitanovića. Mislim da su ti skupovi bili važni za slijed novih

generacija koje su doktorirale u Zagrebu i koje su danas preuzele brigu za budućnost znanosti u nas.



Slika 1. S izleta s Prve međunarodne konferencije iz fizike u neovisnoj Hrvatskoj, Brijuni 1994.

Neposredno ste sudjelovali i u rekonstrukciji zagrebačke fizike čestica u Hrvatskoj.

Sretna okolnost je bila da smo se u devedesetim godinama mogli osloniti na Europski znanstveni projekt. Vodio ga je Dubravko Klabučar zajedno s prof. Beierom iz Bielefelda. Osim što nam je pružio nužnu financijsku podlogu za organiziranje konferencije, taj projekt nam je omogućio da u godinama između 1991. i 1996. po mjesec dana posvetimo istraživanjima u Bielefeldu. Na te boravke nam se uz Dubravkovog suradnika, Dalibora Kekeza s IRB-a, priključio i Krešimir Kumerički, asistent na PMF-u. U tom kontekstu je izrastao i prvi sveučilišni udžbenik iz fizike elementarnih čestica na hrvatskom. Objavljen je na stogodišnjicu otkrića elektrona kao prve elementarne čestice. U narednom periodu zaživjela je znanstvena suradnja između trojca na fotografiji (slika 2) koja je rezultirala brojnim posjetima i kasnijim postdoktorskim boravkom Krešimira u Oslu.



Slika 2. Ivica Picek, Jan Eeg i Krešimir Kumerički.

Nakon smrti profesora Tadića 2003. godine uslijedilo je za mene desetljeće vođenja, tada “trajnog projekta istraživanja” MZOS-a, u okviru kojega je doktorirala plejada mladih fizičara. Na njima je, u sinergiji sa starijim kolegama, u konačnici izrastao Zavod za teorijsku fiziku čestica i polja na FO PMF-a (bio sam mu predstojnikom od 2013. do 2016. godine). Predstojništvo starog Zavoda za teorijsku fiziku (2005.–2007.) zapalo me u zadnjim godinama vođenja poslijediplomskog doktorskog studija fizike (2000.–2006.), kao zajedničkog studija PMF-a, IRB-a i IF-a. Usporedno su se odvijale dodjele Nobelovih nagrada iz područja čestica i kozmologije, u pravilnom slijedu, svake druge godine. Redovno bi ih studentima popratio na prigodnim predavanjima i u prilozima u MFL-u. S druge strane, pokrenute reforme i reorganizacije dovele su do trošenja ljudi i vremena i osjetio sam da je krajnje vrijeme za povratak fizici.

U posljednje vrijeme se bavite objašnjavanjem malih masa neutrina. Mnogi vjeruju da su neutriini jedinstveni prozor u novu fiziku koju bi tek trebalo otkriti.

Zamoren prekomjernom administracijom, zaželio sam se posvetiti fizici neutrina, koju sam uvijek pomalo pratio. S Branimirom Radovčićem, koji je kod mene diplomirao, odlučio sam ući u to, za obojicu, novo područje. Kod mentora je to česta dilema, da li odabrati utabanu stazu ili ući u novo, što je manje poznato. Riječ je o odgovornosti voditelja, da odabrani problem ne bude nesavladiv za kandidata. Stoga sam Branimira nastojao poslati na nekoliko vrhunskih ljetnih škola, a potom i na tromjesečni boravak kod Waltera Grimusa u Beču. Osobno sam prve rezultate prezentirao na specijalističkim konferencijama i uspio za suradnju zainteresirati Krešimira Kumeričkog. Uključenjem daljnjih diplomanada i doktoranada, izrasli su u Zagrebu originalni modeli nastanka neutrinških masa. Naglasio bih da, iako je u njima Higgsov sektor SM-a poopćen, mase neutrina proizlaze istim spontanom lomljenjem simetrije, koje daje masu elektroslabim baždarnim bozonima. Mase neutrina su doista najopipljiviji BSM, jer ih je nemoguće proizvesti bez proširenja čestičnog sadržaja SM-a. A onda smo i na pragu “skotogeničnih modela masa”, da masu neutrina proizvede virtualne čestice koje pripadaju tamnoj materiji. Nakon Maovog originalnog doprinosa, Branimir i ja smo s njim proizveli i “novi skotogenični model”. Osjetio sam zadovoljstvo prožimanja fizike čestica i kozmologije.

S druge strane, nedostatak značajnih novih eksperimentalnih otkrića u fizici visokih energija posljednjih godina obeshrabruju neke istraživače i pojavljuju se mišljenja da je fundamentalna fizika možda, u nekom smislu, došla do kraja. Što mislite o tome?

Feynman je svojedobno rekao da možemo zamisliti vrijeme kad će svi temeljni zakoni fizike biti otkriveni. Sudaranje protona u kojima ih razbijamo na njihove partonske fragmente, usporedio je sa strahovitim sudarima ručnih satova, da bi pokušali pohvatati komadiće koji se razlete i iz toga naučiti kako ti satovi rade prije sudara. No u međuvremenu smo doživjeli neočekivani napredak u tehnologiji, pa možda ni Feynman danas ne bi bio tako skeptičan. Konačno, i sam higgs je otkriven “u scenariju noćne more”, pri vrijednosti njegove mase kod koje se vjerovalo da ga je nemoguće razlučiti od pozadine. S druge strane, svemir se otvara kao prirodni laboratorij za energije koje se nikad neće postići u zemaljskim laboratorijima. I u česticama i u kozmologiji nailazimo na problem obrade velikog broja događaja. Nade se polažu u mogućnost da umjetna inteligencija i strojno učenje, umjesto nas prepoznaju neke poveznice u enormnoj količini dostupnih podataka. Ne mislim da će nam ona dati odgovor, ali se nadam da će nam pomoći da postavimo *prava pitanja* jer bez njih nema pravih otkrića. Neki istraživači će radije biti “obeshrabreni” umjesto da priznaju da su sebi i fizikalnoj zajednici nametali kriva pitanja. U spoju s kozmologijom fizika čestica našla je novi izazov, a time svoj novi život i svjetlu budućnost. Ja bih rekao da je došao kraj ere sa slijedom “vođenih otkrića”. Nakon ovogodišnje Nobelove nagrade za crne rupe, ostaje izazov nagradama nepokrivenih preostalih tamnih sastavnica svemira.