



## Krešimir Kumerički, istaknuti teorijski fizičar čestica i polja, rješavač problema i edukator fizike

Ivica Picek

*Povodom 80 godina PMF-a zamolili smo za razgovor cijenjenog profesora, vrhunskog predavača i autora niza priloga za MFL.*



*Krešimir Kumerički*

Ovom godišnjicom PMF-a obilježavamo i 35 godina od kako je njegov Fizički odsjek (FO) ujesen 1991. počeo funkcionirati na lokaciji na Bijeničkoj. U to vrijeme su mnogi diplomirani studenti fizike iz Zagreba odlazili na doktorat u SAD, a Krešimir Kumerički pripada generaciji koja je ovdje tek započela studij da bi kasnije preuzela nastavu i istraživanje u Hrvatskoj. Od diplomiranja 1993. zaposlen je u Zavodu za teorijsku fiziku FO-PMF-a, da bi kod mene (Ivice Piceka) i magistrirao 1996. te doktorirao 1998. u području fenomenologije fizike elementarnih čestica proučavanjem procesa kod kojih dolazi do promjena fermionskih vrsta. Istraživanje je nastavio u okviru projekta Ministarstva znanosti i tehnologije *Elementarne čestice, teorija polja i kozmologija* kojeg sam, nakon prerane smrti prof. Dubravka Tadića, vodio od 2003. do 2014. Potom sam do 2018. sudjelovao na Krešimirovom projektu *Tvar i međudjelovanje na ubrzivačima i u svemiru* Hrvatske zaklade za znanost. Kako je u našem polju istraživanja elektro-slabo-jake teorije izrastao proslavljeni standardni model (SM), tako je Krešimir napredovao do izbora u redovitog profesora u trajnom zvanju 2024.



*Primopredaji donacije za Zbirku učila iz fizike nazočili su direktor firme Belmet97 Martin Marčinko, dekan PMF-a prof. Mirko Planinić i pročelnik Fizičkog odsjeka prof. Krešimir Kumerički sa suradnicima.*

U međuvremenu je sa suradnicima u Zagrebu predložio i istražio niz modela izvan SM-a (BSM), koji objašnjavaju male mase neutrina i istovremeno su dostupni provjerama na Velikom hadronskom sudarivaču (LHC). U sljedećoj fazi se posvetio istraživanju strukture protona pomoću poopćenih partonskih distribucija. Pritom je kao prvi primijenio neuronske mreže u istraživanjima trodimenzionalne kvarkovsko-gluonske strukture protona i kritičkom preispitivanju dostupnih izračuna distribucije tlaka. To postignuće objavio je 2019. u uglednom časopisu *Nature*. Kao vrhunski samostalni rad, u potpunosti izrađen u Hrvatskoj, nagrađen je godišnjom državnom nagradom za znanost. Kroz bogatu popularizacijsku djelatnost i nastavu uočen je i njegov izuzetan edukacijski dar. U diplomskoj i doktorskoj nastavi fizike vodio je niz kolegija (Teorija Grupa, Simetrije u fizici, Simboličko programiranje, Fizika izvan standardnog modela, Fizikalna kozmologija, Fizika elementarnih čestica). Značajan trag ostavio je kao voditelj dokorskog studija fizike, te kao pročelnik Fizičkog odsjeka PMF-a 2020.–2022. Putem razgovora koji slijedi, pokušao sam dodatno približiti samozatajnu osobu prof. Kumeričkog.

### **Koja su Vas prva pitanja odvela prema fizici i znanosti općenito?**

Sjećam se da sam kao učenik osnovne škole (današnja Osnovna škola Samobor) svake nedjelje s velikom pozornošću gledao dokumentarnu seriju Carla Sagana “Kozmos”. Osim atraktivnih slika i simulacija, ta serija i pripadajuća knjiga su zanimljivo pričale o važnim koracima iz povijesti znanosti. Još se dobro sjećam Saganovog entuzijazma s kojim objašnjava kako je Eratosten običnim mjerenjem duljine sjene štapa i poznavanjem udaljenosti do mjesta, u kojem je istovremeno Sunce bilo točno u zenitu, mogao s nevjerojatnom točnošću odrediti promjer Zemlje.

### **Jeste li neke odgovore upjeli dobiti već u ranoj dobi školovanja?**

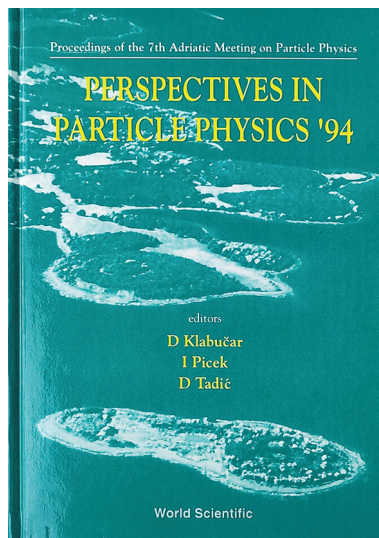
Ne bih baš rekao. Bio je to period u kojem sam prvenstveno čitao znanstveno-popularne knjige kao priče. Dodatno, moj otac, kemičar imao je običaj kupovati raznovrsne stručne i znanstvene knjige koje ni on ni ja većinom nismo mogli razumjeti, ali svejedno su ostavljale dubok utisak na mene. Posebno se sjećam jedne matematičke knjige o algoritmima u kojoj su bile izložene ideje Turingovog univerzalnog stroja i problema izračunljivosti. Bilo mi je impresivno da se o takvima, naizgled “tehničkim” pitanjima, kao što je strojno računanje, mogu dokučiti univerzalne vječne istine i da one posredno daju uvid i u granice ljudske spoznaje. Tu se vjerojatno nalaze i korijeni mojeg zanimanja za računarstvo što me još uvijek drži i što često kombiniram s fizikom.

### **Primijetio sam da niste bili tipičan učenik MIOC-a koji je nastavio studij na PMF-u i kao da Vam je to čak dalo neke prednosti?**

Da, mene je u osnovnoj školi prvenstveno zanimala elektronika. Sav novac koji sam imao trošio bih na kupovinu elektroničkih komponenti od kojih sam sastavljao jednostavne sklopove (koji često nisu radili, pa je dobro da sam završio u teorijskoj fizici). Tako mi je bilo logično upisati današnju Tehničku školu Ruđera Boškovića gdje sam stekao zvanje elektroničara za radio-televizijsku tehniku. No negdje sam putem shvatio da bih se ipak u životu rado bavio nekim manje tehničkim zanimanjem. Prekretnica je bio razgovor s jednim prijateljem iz razreda koji je bio sklon “alternativi” i koji mi je rekao da namjerava upisati fiziku i znanstveno objasniti natprirodne pojave. Mene je tada privukla ideja studija fizike, premda iz manje “alternativnih” razloga. Obojica smo stvarno na kraju to i upisali, no on je otišao iz Hrvatske. Meni je pak vrlo ozbiljna nastava iz elektronike i fizike u “Ruđeru” dala vještine i znanja koja su mi dobro došla u praktikumima i tada zloglasno teškom kolegiju elektronike na studiju fizike PMF-a u Zagrebu. Nedostatak nekih matematičkih znanja, s obzirom na gimnazijalce poput onih iz MIOC-a, uspio sam nadoknaditi.

## Kako ste doživjeli studij početkom 90-ih? Za neke je “tada sve stalo”, a Vi ste značajno doprinijeli da se već 1994. organizira prva Međunarodna konferencija iz fizike u neovisnoj Hrvatskoj.

Treba reći da je hrvatska vlast, koliko se to moglo, kroz veći dio tog vremena rata štedila studente od mobilizacije imajući, po svoj prilici, u vidu budućnost zemlje. Zahvaljujući toj izvanrednoj privilegiji mogli smo u Zagrebu relativno nesmetano studirati. Ulaskom u novu zgradu Fizičkog odsjeka PMF-a tih ranih 90-ih nam je, štoviše, po prvi put otvoren pristup internetu, a time i preprintima znanstvenih članaka iz fizike koji su se u to vrijeme počeli svakodnevno elektronički objavljivati. Od tada sam bio čvrsto uvjeren da najveća ograničenja u mojem znanstvenom radu dolaze od mojih vlastitih (ne)sposobnosti, a ne od toga što radim na malom sveučilištu u relativno siromašnoj, a tada i zaraćenoj zemlji. Istina, to mi je vjerojatno lakše reći kao teoretičaru kojem ne treba skupa oprema. Odmah nakon diplome, kao mladog asistenta, dopalo me da pomažem u organizaciji prve Međunarodne konferencije iz fizike u neovisnoj Hrvatskoj na Brijunima gdje sam po prvi put imao prilike upoznati mnoge značajne svjetske fizičare.



Naslovnica zbornika 7<sup>th</sup> Adriatic Meetinga na Brijunima, koji se, zahvaljujući pomoći prof. Kumeričkog, pojavio u obliku knjige iz fizike čestica koja je najavila smjerove istraživanja u nadolazećim desetljećima.

## Kako je došlo do odabira elementarnih čestica za polje budućeg istraživanja?

U fizici uvijek postoji posebna atraktivnost potrage za samim temeljima prirode, za njenim najelementarnijim sastojcima i zakonima te nisam kao student bio imun na to. Tako sam se s posebnim entuzijazmom tijekom studija posvetio kvantnoj fizici i fizici elementarnih čestica gdje se sjećam svojeg seminara o Einstein-Podolsky-Rosenovom paradoksu koji se osobito sviđao prof. Dubravku Tadiću, te seminara o paradoksu gubitka informacije u crnim rupama koji se sviđio mom budućem mentoru, prof. Ivici Piceku. On mi je kasnije ponudio da mu budem asistent, a to je značilo i ulazak u istraživanja elementarnih čestica kojima se bavio i u čemu sam ostao do danas, i nikad to nisam požalio.

## Pripadate zadnjoj generaciji koja je prije doktorskog pisala i magistarski rad. Možete li to usporediti s današnjim doktoratima?

Rekao bih da samo pisanje magistarskog rada nije ono što čini toliku razliku prema današnjem postdiplomskom tj. doktorskome studiju. Veća je razlika u tome što su nekad doktorandi imali tipično osam i više godina garantiranog zaposlenja za izradu magisterija i doktorata. To je svakako imalo svojih prednosti i davalo mladim istraživačima vremena da dublje uđu u svoje područje istraživanja i da steknu stvarnu istraživačku samostalnost istovremeno s doktoratom, što je i bila neka tradicionalna ideja doktorata. No moderna znanost naprosto izgleda drugačije, karijere su dinamičnije i da bi naši mladi doktori znanosti bili konkurentni u svijetu, morali smo skratiti postdiplomski studij i izbaciti magisterij

znanosti. Prava samostalnost se sad stiće tek tijekom postdoktorskih usavršavanja koja tipično znače i boravak u inozemnim institucijama i sticanje dobrodošlog međunarodnog iskustva.



*Prof. Kumerički tijekom LHC konferencije 2006. u Splitu, s prof. Janom Eegom, suradnikom kod kojeg je u Oslu bio gostujući znanstvenik, te prof. Ivicom Picekom.*

### **Što možete reći o važnosti izrade doktorata u Zagrebu, kao i o važnosti sudjelovanja u nastavi?**

Broj naših studenata koji odlaze u inozemstvo radi izrade doktorata je danas veći nego ranije, no još je upečatljiviji porast stranih studenata na našem doktorskom studiju fizike. Ono što mislim da je posebno važno jest da Zagreb može ponuditi studij i mentore za najatraktivnija područja fizike i da imamo kvalitetnu obrazovnu vertikalnu od preddiplomskog do doktorskog studija i za buduće istraživače i za buduće nastavnike fizike. Uključenost u nastavu već kroz demonstrature, koje drže studenti, pa do vježbi, koje drže asistenti, jednako je važan dio razvoja mladog znanstvenika kao i istraživački rad. *Najbolje naučiš neku materiju kad si je prisiljen objasniti nekome drugome.*



*Teorijska grupa čestica i polja, dok je bila unutar jednog zajedničkog projekta, proslavila bi obranu doktorata svojeg člana (ovdje doktoranda Branimira Radovčića, I. Piceka s prof. Kumeričkim i prof. Walterom Grimusom iz Beča kao članovima komisije).*

### **Koju epizodu iz svoje istraživačke karijere biste posebno istaknuli?**

Zadnjih dvadesetak godina se najviše bavim istraživanjima razmještaja kvarkova i gluona u protonu i sličnim česticama. Tu su mi od velike pomoći metode strojnog učenja koje

sam počeo primjenjivati u tom području prije više od deset godina. Sjećam se prvih rezultata koji su mi bili dosta nerazumljivi s obzirom da su mi nedostajala znanja iz same teorije strojnog učenja. Bio sam dosta uplašen kad sam te rezultate trebao prezentirati 2011. na seminaru u Berkeleyu. Ponio sam jednu opću knjigu o neuronskim mrežama, da imam što čitati u avionu, i prelistavajući je uočio sam teorem koji mi je trenutno razjasnio zašto su moji rezultati takvi kakvi jesu. To me je osokolilo pa sam na seminaru uspio neke doajene mojeg područja uvjeriti u veliku moć tih, tada novih metoda. Već na povratku u avionu sam napisao članak i taj mi je jedan od najdražih, premda zapravo ne sadrži neku bitnu spoznaju o prirodi. No te metode su mi kasnije omogućile znatan napredak u mojim istraživanjima.

### **Što možete reći o važnosti popularizacije fizike? Posebno mislim da bi trebalo oživjeti poveznicu na nagrađivanu e-školu kozmologije koju ste vodili!**

Popularizacija se u profesionalnim krugovima, nažalost, nedovoljno cijeni, ali volim je raditi, posebno na javnim predavanjima. U pučanstvu, od djece do umirovljenika, uvijek se pojavi entuzijazam za teme iz fizike jer skoro svakog u nekoj mjeri zanima priroda. E-škola kozmologije, pod imenom "Fizika svemira" je trenutno opet dostupna na stranicama Hrvatskog prirodoslovnog društva. Nema novih tekstova, ali skoro sve što tamo piše je i dalje sasvim točno i aktualno. Nadam se da će i novoosnovano Hrvatsko fizičko društvo nastaviti s takvim aktivnostima.

### **Koje izazove prepoznajete u Vašem polju istraživanja?**

Mislim da bi više od 90 posto znanstvenika danas na ovo pitanje odgovorilo podjednako: umjetna inteligencija (UI) nezaustavljivo ulazi u znanost i trenutno je nesagledivo na koje će se sve načine znanstveni rad mijenjati. Zasad su promjene još uglavnom kvantitativne. Na primjer, jedan dio znanstvenog procesa u mojem području je sofisticirano procesiranje velike količine podataka koji dolaze s npr. akceleratora čestica. UI tu omogućuje nevjerojatno ubrzanje pri izradi algoritama za inače relativno dosadni dio obrade tih podataka tako da znanstvenicima ostaje više vremena za zabavniji dio posla. Mnogi se pitaju hoće li UI uskoro moći raditi i zabavniji dio znanosti i samostalno dolaziti do važnih otkrića? Hoće li i znatan dio znanstvenika, kako vidimo, postati nepotreban, a što se već događa u nekim drugim zanimanjima? Osobno vjerujem da će kvalitetni znanstvenici u suradnji s umjetnom inteligencijom činiti dobitnu kombinaciju koja će čovječanstvu omogućiti da se otisne prema zvijezdama i fizički, a ne kao dosad, samo teleskopima.



*Zasad samo uz teleskop, Krešimir Kumerički s Darijem Maričićem na zagrebačkoj Zvezdarnici.*

### **Što biste poručili mladim čitateljima?**

Poručio bih im da njeguju i razvijaju svoj interes za prirodu. U tome se može naći zadovoljstva za cijeli život.