

NEKA BUDE SVETLOST. I BI PLAVA

Američki naučnik svetskog ranga, profesor emeritus i četverostruki akademik, prof. dr Frank Erwin Karasz (Beč, 1933) o svom bogatom istraživačkom radu u Velikoj Britaniji i u SAD, karijeri i životnom delu u oblasti hemije i fizike polimera



Dr Frank E. Karasz

Silvio O. Conte Distinguished Professor Emeritus

EKSKLUZIVNO

Profesor Frank E. Karasz doktorirao je iz hemije i stekao Ph.D. zvanje na *University of Washington* (1958) i D.Sc. zvanje na *University of London* (1971). Najveći deo svoje profesionalne karijere u periodu od 1967. do 2004. proveo je kao profesor na *University of Massachusetts (UMass)*, Amherst, SAD. Profesor Karasz je učestvovao u osnivanju *Department of Polymer Science and Engineering* na ovom Univerzitetu. Jedan je od istinskih velikana u oblasti optoelektronskih polimera koji se koriste kao LED uređaji i jedan od glavnih naučnika na planu razumevanja termodinamičkih principa polimernih mešavina. Izabran je u članstvo *U.S. National Academy of Engineering* 1991. i član je Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, *Indian National Academy of Engineering* i Srpske akademije nauka i umetnosti

Kratak boravak profesora Karasza u Beogradu prošle jeseni bio je prilika da se dogovori intervju za časopis „Svet polimera”. Razgovor je obavljen putem elektronske pošte nakon profesorovog povratka u SAD.

Profesore Karasz, pre svega želela bih da izrazim svoje zadovoljstvo što ste pristali da date intervju za naš časopis „Svet polimera”. Vaša biografija i karijera impresivne su. Rođeni ste u Beču, a diplomirali iz oblasti hemije na *Royal College of Science, Imperial College, University of London*, 1954. Šta Vas je opredelilo da se nakon Ph.D. teze iz hemije na *University of Washington* (1958) i nakon godine postdokorskog rada na *University of Oregon*, vratite u Englesku?

Dozvolite mi da Vam se zahvalim na ovoj prilici da komuniciram s Vama i Vašim čitaocima i na vrlo ljubaznim rečima koje ste izrazili.

Što se tiče mog povratka u Veliku Britaniju 1959, jedan od razloga bio je da sam imao dovoljno sreće da dobijem dobru ponudu od strane *National Physical Laboratory*, što je zaista izvanredno mesto za početak istraživačke karijere. Takođe, bilo je i porodičnih razloga koji su uticali na moju odluku.

U *National Physical Laboratory (NPL)* blizu Londona bavili ste se termodinamikom savijenog lanca jediničnih kristala polietilena koji se

formiraju tokom kristalizacije i započeli rad s faznim prelazima i „tečnim” kristalima koji se odlikuju rotacionom neuređenošću. U čemu je suština Karasz–Pople teorije topljenja molekularnih kristala?

U *NPL* sam imao mogućnost da radim na brojnim problemima. Termodinamika tada novootkrivenog savijenog lanca polietilenskih kristala bila je „vruća” tema u to vreme i mi smo bili u mogućnosti da damo neki doprinos u ovoj oblasti.

Saradnja s dobitnikom Nobelove nagrade Johnom Popleom dovela je do prilično ispravnog statističkog i mehaničkog shvatanja prelaza u tečnim kristalima koji se danas uobičajeno nazivaju „rotaciono neuređenim kristalima”. Jednostavan primer takvog materijala bio bi, recimo, metil-cikloheksan. U geometrijski asimetričnom molekulu, poput ovog, u principu mogu postojati dva fazna prelaza – jedan koji se odnosi na početak rotacione neuređenosti, a drugi koji se odnosi na početak pozicione neuređenosti, što je topljenje. U zavisnosti od relativnih energijskih ograničenja između ova dva procesa, prelazi ili mogu da se spoje u ono što mi percipiramo kao fenomen topljenja ili, mnogo ređe, početak rotacione neuređenosti može da prethodi i da bude razdvojen od početka pozicione neuređenosti. To je ono što se dešava u „tečnim

kristalima". Naš tretman je kasnije bio obrađen od strane drugih, kako bi se dobilo preciznije razumevanje, ali po cenu, mogao bih reći, uvođenja dodatnih parametara.

Posle nekoliko godina provedenih u Engleskoj vratili ste se u SAD u *General Electric Research Laboratory*, Schenectady, New York. Između ostalog, istraživali ste sintetske polipeptide i zainteresovali se za polimerne blende. Godine 1967. otišli ste na *University of Massachusetts*, Amherst, gde ste intenzivno radili na izučavanju polimernih blendi i legura. Čime ste se konkretno bavili i koji je bio glavni napredak u ovoj oblasti?

Da, vratio sam se u SAD 1961. da bih radio u *GE Research Laboratory* koja je u to vreme takođe davala dosta slobode istraživačima da izučavaju teme od sopstvenog interesa. Tako sam bio u mogućnosti da sa saradnicima istražujem tzv. prelaz „spirala-klopko" u rastvorenim sintetskim polipeptidima i određenim proteinima. Zatim, *GE* je u to vreme razvijao komercijalno važne polimerne blende koje su takođe bile od velikog naučnog interesa za moje saradnike i mene, jer se tako malo znalo o relativno retkoj pojavi istinske mešljivosti u polimernim sistemima. Ja sam nastavio da radim na ta dva problema kada sam dobio mesto na *University of Massachusetts*. Dugi niz godina, zajedno s kolegama, postdoktorantima i diplomiranim studentima, nastavio sam da radim na generalnom problemu polimernih i kopolimernih blendi i mislim da smo napravili određen napredak u razumevanju tih sistema.

Godine 1972. Vi i pokojni Roger Porter osnovali ste *NSF (National Science Foundation) Materials Research Laboratory (MRL)* na *University of Massachusetts*. Smatraju Vas za jednog od očeva polimerne nauke na Univerzitetu, jer ste bili uključeni u osnivanje *Department of Polymer Science and Engineering*. Nakon toga saradivali ste sa kolegama i saradnicima u oblasti konjugovanih provodljivih polimera koja se brzo razvijala. Do čega je dovelo ovo istraživanje?



Prof. Karasz povodom dodele priznanja *SEAM* za istraživanje elektroaktivnih materijala (2000)

Da, Roger i ja postali smo ko-direktori kada smo kao nagradu od strane *NSF* dobili finansijska sredstva za osnivanje *Material Research Laboratory* na *UMass*. Mislim da je u to vreme bilo svega 12–13 *MRL* u SAD, a naša laboratorija jedina je bila primarno posvećena izučavanju makromolekula. Podrška *MRL*-a bila je, zaista, glavni faktor za postavljanje našeg, upravo osnovanog, Departmenta na čvrste temelje. Postali smo dobro poznati u zemlji i inostranstvu i na taj je način uspostavljena plodna saradnja s kolegama i saradnicima iz celog sveta. Bivša Jugoslavija je postala vrlo važno mesto za mnoge moje kolege i mene lično i, kao rezultat, upoznao sam i radio s mnogo divnih i talentovanih naučnika uključujući, ako smem da dodam, i moju suprugu.

Kasnih 70-ih uspostavili smo blisku saradnju s kolegama iz druge *MRL*, locirane na *University of Pennsylvania*, zbog rada na novootkrivenim elektroprovodnim konjugovanim polimerima, u početku – poliacetilenu. Bila su to uzbudljiva vremena!

U čemu je najveći značaj elektroluminiscentnog polimera koji emituje plavu svetlost, tj. prvog visokorastvorljivog segmentiranog blok-kopolimera koji emituje plavu svetlost, a koji ste razvili 1993? Te ste godine stekli veliki publicitet kada ste objavili otkriće tog polimera.

Osamdesetih godina pažnja se pomerila sa poliacetilena, nerastvorljivog polimera prilično komplikovane strukture i morfologije, ka širokom spektru drugih konjugovanih sistema. U mojoj grupi počeli smo da radimo na polimerima koji se mogu mnogo lakše karakterisati standardnim metodologijama za polimere. Na primer – poli(fenilen-vinilen), PPV, obično je, takođe, nerastvorljiv, ali smo mi prevazišli ovaj problem sintetišući alternirajuće kopolimere koji sadrže kratke, dobro karakterisane PV sekvence umetnute u metilenskom lancu. Ovaj koncept je doveo do dobro definisanih materijala sa interesantnim (bar za nas) svojstvima – električnim i optičkim. Promenom dužine konjugovanih blokova mogli smo da proizvedemo emisiju praktično bilo koje željene boje. Plava je bila od posebne važnosti, jer u to vreme nije bilo poznato plavo LED osvetljenje, bar koristeći rastvorljiv (i zato proizvodljiv) makromolekul. Nasuprot tome, sam PPV, koji je strukturno kompleksan i verovatno sadrži smešu dužina efektivno konjugovanih sekvenci, davao je širi spektar zelenkastoplave emisije.

S ciljem razvoja polimerne svetleće diode (LED), istraživali ste serije konjugovanih-nekonjugovanih kopolimera (CNCPs) koji sadrže više uniformno naizmeničnih krutih konjugovanih i fleksibilnih nekonjugovanih blokova koji ispoljavaju plavu elektroluminiscenciju. Koje su bile prednosti strukture blok-kopolimera u odnosu na blende malih molekula u inertnoj polimernoj matrici?

Da, kao što sam rekao, jedna od prednosti bila je mogućnost podešavanja, a druga jednostavnost izrade. Kako bih odgovorio direktno na Vaše pitanje: korišćenjem jednog, za razliku od multikomponentnog

sistema, izbegli smo probleme vezane za agregaciju, kompatibilnost i samim tim – reproduktivnost (ili smo bar tako mislili u to vreme!).

S kojim ste kopolimerima radili na razvoju polimernih svetlećih dioda i kakva su njihova svojstva? Koji su bili zaključci u vezi emitovanja plave i zelene svetlosti? Kako se efikasnost i osvetljenost ovih uređaja mogu poboljšati?

Moje kolege i ja proveli smo dosta vremena izučavajući varijetet konjugovanih sistema koristeći principe naizmeničnih kopolimera koje ste Vi ranije spomenuli. Kao što ste ispravno zaključili, glavni cilj uvek je bio da se poboljšaju efikasnost i osvetljenost i mi smo napravili određen napredak u tim oblastima.

Šta sve uključuju opto-elektronske primene, osim LED uređaja? Da li su neki od tih plastičnih materijala koji imaju elektro-optička svojstva našli primenu u laserima?

Mi smo (kao i uvek: kolege, saradnici, postdoktoranti i diplomirani studenti) bili u mogućnosti da koristimo neke od ovih materijala u primenama za lasere. Ali nismo razvili ovu primenu u nekoj većoj meri.

Prvi naučni rad objavili ste kada ste imali 23 godine, sa ukupno oko 550 radova u naučnoj literaturi prema podacima do 2009. Koje su oblasti istraživanja od Vašeg interesa u fizici i hemiji polimera?

Moj istraživački interes poslednjih godina uglavnom je bio usmeren na potencijalne termo-električne primene konjugovanih polimera. U ovoj oblasti od primarnog je značaja efikasnost konverzije toplote u električnu energiju i obrnuto. Termo-električna svojstva svih materijala sada dobijaju daleko veću pažnju nego u prošlosti, delimično i zbog implikacija vezanih za upotrebu i očuvanje energije.

Vaše važne istraživačke aktivnosti fokusirane su na opto-elektronska svojstva modifikovanih konjugovanih polimera. Koje su druge oblasti od interesa za Vas u poslednjih desetak godina?

Nisam više aktivan u optičkoj oblasti. Osim termo-električnih svojstava polimera koja sam upravo pomeno, još uvek sam zainteresovan za pitanja prelaza u rastvorenim polipeptidima u koja sam bio uključen još pre neke četiri decenije, ali još uvek nismo našli način da učinimo nešto korisno u toj oblasti.

Dobitnik ste brojnih počasti i priznanja, počev od „Mettler Medal” 1975. za istaknuta dostignuća u termičkoj analizi. Koja biste priznanja posebno izdvojili? Kakav značaj za Vas ima „Herman Mark Medal” (2002) koju dodeljuje Austrian Research Institute for Chemistry and Technology za istraživače u oblasti polimerne nauke i plastike?

Vrlo je ljubazno od Vas što ste spomenuli ove počasti. Naravno, ovo priznanje bilo je i jeste ekstremno prijatno. Priznanje „Herman Mark Medal”

koje pominjete bilo je značajno iz dva razloga. Jedan je što nosi ime profesora Marka koga sam veoma dobro poznavao i veoma mu se divio tokom mnogo, mnogo godina. Drugi je razlog što se ceremonija dodele priznanja odvija u Beču – gradu u kome sam rođen i prema kojem imam poseban odnos.

Godine 1991. izabrani ste u članstvo U.S. National Academy of Engineering za inovativne doprinose kod polimernih legura i kompozita, teorije mešljivosti i provodljivih polimera, uključujući tehnologiju prerade. Dopisni ste član Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti – HAZU (1997), Inostrani član u Indian National Academy of Engineering (1999) i Inostrani član u Srpskoj akademiji nauka i umetnosti – SANU (2000) u Odeljenju hemijskih i bioloških nauka. Šta je bila tema Vaše pristupne akademske besede održane u SANU 2002?

Bio sam veoma privilegovan što sam izabran za Inostranog člana Srpske akademije nauka i umetnosti. To zaista smatram jedinstvenom čašću. U svom inauguracionom govoru u Akademiji u Beogradu 2002. izložio sam rad koji smo godinama obavljali u oblasti svojstava konjugovanih polimera.

Prof. Karasz, Vi ste član brojnih naučnih udruženja. Koja biste posebno izdvojili?

Sva su ona važna za mene. U nekim slučajevima imam ili sam imao neku vrstu oficijelne uloge tako da sam mogao da doprinesem, a ne samo da budem pasivan član.

Prof. Karasz, jedna Vaša važna delatnost je i uređivački rad. S kojim ste sve časopisima saradivali i bili u Uređivačkim i Savetodavnim odborima? Šta nam možete reći o međunarodnom časopisu „New Polymeric Materials” čiji ste bili osnivač 1985?

Tokom godina imenovan sam u Uređivačke odbore više veoma uspešnih polimernih časopisa. S druge strane, časopis „New Polymeric Materials” nije bio uspešan i prestao je da izlazi posle nekoliko godina. U engleskom jeziku postoji izreka: „Do not bite off more than you can chew” („Nemoj da zagrižeš više nego što možeš da sažvačeš”). Trebalo je da obratim više pažnje na ovaj



savet.

Prof. Karasz, predsednik Naučnog veća CNR Polymer Laboratory u Napulju, 1995

Kako biste opisali Vašu saradnju i jake veze sa evropskom polimernom zajednicom? U čemu se saradnja sastojala?

Mislim da su moje veze sa evropskom i, zapravo, s međunarodnom zajednicom u celini, bile, bez sumnje, jedan od najvećih aspekata zadovoljstva celog mog profesionalnog i ličnog života. Te su veze bile brojne: formalna i neformalna naučna saradnja, posete članovima našeg polimernog bratstva širom Evrope, mogućnosti da se napravi međunarodna istraživačka grupa u Amherstu itd. To je bilo vrlo prijatno iskustvo.

U Vašu su čast više puta održavani simpozijumi i konferencije povodom godišnjica Vašeg rođenja (npr. 2009, Valeta, Malta). Poslednji simpozijum održan je u junu 2013. povodom Vašeg 80. rođendana. Kako se osećate kada se okupe brojni prijatelji i saradnici iz SAD i iz inostranstva koji Vam odaju priznanje u takvim prilikama? Koje su naučne teme zastupljene u programima tih konferencija?

Ovi „Rođendanski susreti” sjajna su prilika da se sretne s bivšim kolegama i prijateljima s kojima se, u nekim slučajevima, nisam sreo godinama. Mnogi ljubazni ljudi bili su uključeni u organizovanje ovih događaja, uključujući posebno moju suprugu. Kao što možete i da zamislite, veoma je korisno čuti iz prve ruke o dostignućima i uspesima bivših studenata i postdoktorskih saradnika. Formalni razgovori na susretima obično su polimerno orijentisani, ali ponekad bivši kolega uđe u neku drugu oblast i to uvek vodi ka nekim veoma zanimljivim diskusijama.

Profesore Karasz, na kraju želim da Vam se zahvalim na ljubaznosti što ste posvetili svoje vreme da za čitaoce „Sveta polimera” date odgovore na naša pitanja. Želim Vam srećne sledeće jubileje.

Hvala Vama na ljubaznim željama i što ste mi dali priliku da odgovorim na Vaša promišljena pitanja.

Intervju vodila Aleksandra Mihajlović

Važnija priznanja, nagrade i članstvo

- Član *National Academy of Engineering*, 1991.
- Dopisni član Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti, 1997.
- Inostrani član *Indian National Academy of Engineering*, 1999.
- Inostrani član Srpske akademije nauka i umetnosti, 2000.
- Predsednik Naučnog veća *IRTEMP*, Napulj, 1995–2002.
- Član *USRA Microgravity Science and Applications Science Council*, 1999.
- Član *National Research Council, National Materials Advisory Board*, 2001.
- Education Service Award, *Plastics Institute of America*, 1971.
- Mettler Award in Thermal Analysis, 1975.
- High Polymer Physics Prize (Ford Prize), *American Physical Society*, 1984.
- Research Award, *Society of Plastics Engineers*, 1985.
- Chevalier of the Order of St. John (Knights of Malta), 1997.
- SEAM Award, *Polytechnic University*, 2000.
- Herman F. Mark Medal, *Austrian Institute for Chemical Research*, 2002.
- Inostrani član *Indian Materials Research Society*
- Honorary Medal, *Slovak Academy of Sciences*
- Ko-direktor *NSF Materials Research Laboratory* (1973–1985)
- Ostalo članstvo: *American Chemical Society* – Polymer Materials Science and Engineering Division; *American Physical Society*; *American Association for the Advancement of Science*; *Sigma Xi*; *Materials Research Society*; *Cosmos Club*
- Važniji urednički rad: „*Macromolecules*”; „*Polymer International*”; „*European Polymer Journal*”; „*Innovations in Materials Research*”; „*Turkish Journal of Chemistry*” itd.
- Zvanja: *Distinguished University Professor* (1986); *Silvio O. Conte Distinguished Professor of Polymer Science and Engineering* (1992); *Silvio O. Conte Distinguished Professor Emeritus* (2005)



Simpozijum „Slobodna šetnja kroz polimernu nauku” u čast profesora Karasza povodom njegovog 80. rođendana (2013)
Izvor: www.pse.umass.edu/sites/default/files/images/people/PSE_Newsletter_2013.pdf