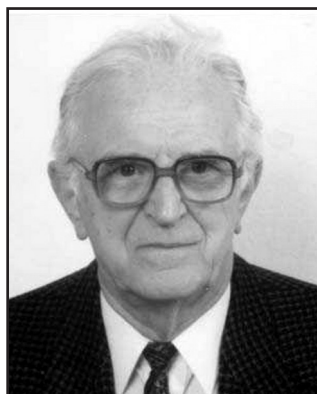


## Dr. sc. IGOR DVORNIK (1923. – 2010.)

Dr. sc. Igor Dvornik umro je u Zagrebu 21. kolovoza 2010. u 88. godini života, dva mjeseca nakon odlaska njegove životne suputnice Vere. Igor Dvornik rođen je 9. svibnja 1923. u Splitu. Diplomirao je na Kemijsko-tehnološkom odjelu Tehničkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu 1951. godine radom iz koloidno-kemijske problematike u preradi boksita. Između 1951. i 1953. godine radio je u Institutu za lake metale u Zagrebu, gdje je istraživao koksiranje katrantskih smola. Zatim se zaposlio u Koksari u Lukavcu, Bosna i Hercegovina. Na Institut Ruđer Bošković došao je 1957., gdje je osnovao Laboratorij za radijacijsku kemiju, koji je vodio do svog umirovljenja 1985. Doktorirao je iz kemije 1965. godine na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu.



Iako Igor Dvornik nije pripadao prvoj generaciji zaposlenika Instituta Ruđer Bošković, njegova djelovanja i uvjerenja ostavila su trajne učinke na Institut i znanost u Hrvatskoj. Njegovo osnivanje nove znanstvene discipline s jedne strane i njegovo shvaćanje uloge znanosti u maloj zemlji s druge strane, nastavili su utjecati, kako na razvoj drugih grana znanosti u Hrvatskoj tako i na rasprave o politici znanosti.

Povijest osnutka Instituta Ruđer Bošković 1950. godine, kako ju je u nekoliko prigoda ispričao njegov osnivač profesor Ivan Supek, sadrži dojmpljivu pojedinost o značajnoj slobodi koja mu je bila dana prilikom osnivanja novog instituta. Kad se pridružio Institutu osam godina kasnije, Dvorniku su sličnu slobodu izbora dali profesori Supek i Težak. Uzimajući u obzir svoje prethodno istraživačko iskustvo u koloidnoj kemiji, mogao je birati da se pridruži Težakovoj skupini, koja je uskoro imala postati poznata kao Zagrebačka škola koloidne kemije, ili da predloži vlastito polje svog budućeg rada. Nakon nekoliko mjeseci proučavanja istraživačkih aktivnosti Instituta, rasprava s kolegama, prelistavanja časopisa, praćenja međunarodnih događanja i djelovanja Savezne komisije za nuklearnu energiju (SKNE), Dvornik je odlučio započeti nešto novo. Ova odluka svjedoči o njegovoj sklonosti traženju vlastitih puteva i samopouzdanju. Elaboratom od 5. srpnja 1958. predložio je instaliranje snažnog izvora zračenja i osnivanje laboratorija za radijacijsku kemiju u Institutu. Ove prijedloge odobrila je uprava Instituta i SKNE.

Isti elaborat najavio je da će se istraživanja u novom laboratoriju usredotočiti na probleme koji se odlikuju znanstvenom relevantnošću s jedne strane i potencijalom da njihovo rješavanje pridonese praktičnim primjenama s druge strane. Dihotomija osnovnih i primijenjenih istraživanja ujedinjenih pod istim vodstvom ukazuje na Dvornikov osjećaj za društvenu odgovornost znanosti, ali će isto tako postati i jabuka razdora između njega i svih onih unutar i izvan Instituta koji su više voljeli izbjegavati bilo koje praktične posljedice svojih istraživanja.

Nuklearno usmjerenje Instituta Ruđer Bošković bilo je očito od početka. Njegovo osnivanje bilo je motivirano tadašnjom težnjom za iskorištavanjem atomske energije za mirmodopske primjene s jedne strane, ali isto tako i težnjom da se stečena znanja podrede

vojnim ciljevima s druge strane. Ostalo je nejasno da li su ambicije vrhovnoga državnog vodstva ikada bile usmjerene na razvoj vlastitoga nuklearnog naoružanja, ali činjenica je da je značajan istraživački napor u Institutu bio usmjeren na radiobiologiju. Danas je od toga vidljiv samo "civilni" dio u Godišnjim izvještajima i publikacijama u otvorenoj literaturi iz tog razdoblja, ali poznato je da je stanovit broj zaposlenika radio na zadacima ugovorenima s vojskom.

Jedan od tih zadataka bavio se razvojem radiološkog dozimetra za izvanredne situacije. Do tada je u različitim zemljama bilo razvijeno nekoliko djelatnih rješenja, a sva su se zasnivala na radiolizi dvofaznih sustava, koji su se sastojali od vodene i organske faze i čiji se odziv zasnivao na

zračenjem izazvanim lančanim reakcijama dehalogenacije u organskoj fazi. Lančana reakcija bila je odgovorna za visoku osjetljivost, što je bilo poželjno, ali i za slabu ponovljivost i ovisnost odziva od brzine doze, što je, naravno, bilo nepoželjno. Dvornik je također bio uključen u razvoj izvorno domaćeg rješenja za dozimetar u slučaju nesreće. Njegova originalna ideja da se poboljša ponovljivost i postigne nezavisnost odziva od brzine doze na račun osjetljivosti zasnivala se na napuštanju lančanih reakcija, što se postiglo eliminacijom dvofaznih sustava i prijelazom u homogenu otopinu. Ova zamisao ostat će neostvarena dok je ne probude nove geopolitičke okolnosti.

Sljedećih desetak godina Dvornik se bavio izgradnjom laboratorija i projektiranjem nekoliko izvora zračenja. Rukovodeći se nastojanjem koje je bilo iskazano prilikom osnivanja Laboratorija za istraživanja spoje znanstveni interes s jedne strane i mogućnost primjene s druge strane, jedno od područja na kojima se mogao ostvariti sretan spoj ovih nastojanja bilo je istraživanje fizičko-kemijskih učinaka ionizirajućih zračenja u polimernim sustavima. Naime, osobito izraženi učinci ionizirajućih zračenja mogu se očekivati u sustavima koji se sastoje od molekula što veće molekulske mase i/ili u sustavima u kojima zračenje inicira lančane reakcije, a polimerni sustavi ispunjavaju oba kriterija. Ovaj izbor dobro se uklapao i u upravo proklamirani interes Hrvatske za razvoj petrokemijske industrije. Kako tada u Hrvatskoj nije bilo afirmiranih istraživanja na tom području, Dvornik je bio upućen na uspostavljanje međunarodne suradnje. Istraživanja fizičko-kemijskih učinaka ionizirajućih zračenja na polimere u suradnji s Institutom industrije plastika u Budimpešti i prestižnim Institutom kemijske fizike u Moskvi putem Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) započela su 1963. godine. U okviru te suradnje kasnije je nabavljena i jedinstvena oprema specifična za radijacijsko-kemijska istraživanja polimerizacije u polju zračenja: Calvetov mikrokolorimetar i univerzalni relaksacijski spektrometar.

Osim projektiranja izvora zračenja zatvorenog tipa za svoj laboratorij, Dvornik je projektirao izvor zračenja za istraživanje mutacija u Zavodu za genetiku Poljoprivrednog fakulteta; njegovo glavno djelo, međutim, je veliki panoramski izvor gama-zračenja kobalta-60. U projektiranju tog uređaja Dvornik je pokazao ne samo zamjetne inženjerske sposobnosti nego i svoju dalekovidnost kad

je projektirao zaštitu od zračenja oko komore za ozračivanje i pristupnog labirinta tako da je stvorena mogućnost smještanja mnogo snažnijeg izvora zračenja nego što je bio prvi instalirani izvor. Proći će više od dvadeset godina prije nego što taj izvor zračenja bude napunjen radioaktivnim kobaltom-60 do svog punog kapaciteta.

Kad je otpočinjao baždarenje polja zračenja, Dvornik se susreo s ograničenom primjenjivošću tadašnjih dozimetrijskih sustava, poglavito Frickeova dozimetra. U to vrijeme nije bilo nijednoga komercijalno pristupačnog dozimetrijskog sustava za taj posao, ali u literaturi su se predlagala brojna rješenja. Dvornikovo iskustvo s kemijskom dozimetrijom u razvoju osobnog akcidentalnog dozimetrijskog sustava pomoglo mu je da formulira novi vlastiti kemijski dozimetrijski sustav pogodan za mjerenje visokih doza. Novi sustav je označio otklon od dotad prevladavajućih vodenih sustava upotrebljavajući etanol-klorbenzensku otopinu, po kojoj je i dobio ime: etanol-klorbenzenski dozimetar. Kako se pokazalo u brojnim kasnijim istraživanjima, odziv dozimetra bio je nezavisan od doze, brzine doze, LET-a i energije zračenja u širokom rasponu ovih varijabla, bio je neosjetljiv na nečistoće i uvjete u okolišu, a za njegovo očitavanje mogle su se upotrijebiti brojne analitičke tehnike. Zahvaljujući svojoj jednostavnosti i pouzdanosti sustav je postao popularan među korisnicima diljem svijeta, posebno u svezi s domišljatom metodom očitavanja, koju su primijenili mađarski znanstvenici. Prihvaćen je kao standard ISO/ASTM od 1993., opisan u svim priručnicima dozimetrije visokih doza, uključen u odgovarajući izvještaj ICRU, tu "Bibliju dozimetrije" i upotrebljava se u više od 30 zemalja.

Znatno vrijeme i napor bili su utrošeni na dozimetrijsko baždarenje postojećih polja zračenja. Čim su izvori zračenja baždareni na odgovarajući način, Dvornik je omogućio bezuvjetni pristup drugim istraživačima zainteresiranima za različite vidove istraživanja zračenja. Dvornik je dopuštao drugim istraživačima da se služe uslugama ozračivanja u njegovom laboratoriju, a da nikada nije od kolega tražio da im bude koautor. Postupajući tako, on je ispunjavao obećanje dano prilikom osnivanja laboratorija, istodobno pokazujući rijetku nesebičnost prema kolegama znanstvenicima. Zamjetni korpus znanstvenih rezultata na istraživanjima učinaka zračenja u fizici čvrstog stanja, biofizici i radiobiologiji, koji je ostvaren u Institutu može se zahvaliti slobodnom pristupu, koji su njihovi autori imali uređajima za ozračivanje, a koje su izgradili i održavali Dvornik i njegovi suradnici.

Dvornik je bio jedan od pionira radijacijske kemije, koji je rano prepoznao ulogu netermalnih elektrona u radiolizi koncentriranih otopina. Obuhvatni pregled literature koji je načinio za svoj doktorat 1965. godine i njegova blistava intuicija pomogli su mu doći do razumijevanja odnosa između uhvata elektrona u plinskoj fazi i reaktivnosti elektrona s akceptorima u tekućoj fazi četiri godine prije objave modela za radiolizu vode, koji je po prvi put uveo u sliku reakcije suhih elektrona. Kada je Dvornik objavio svoje zamisli 1970., to je još bio pionirski rad jer nije bilo više od dva laboratorija na svijetu koji bi ih bili spremni prihvatiti.

Geopolitičke okolnosti koje će potaknuti Dvornika da oživi svoj raniji rad iz osobne dozimetrije, što će snažno odrediti budućnost njegova laboratorija i njega osobno, bila je sovjetska okupacija Čehoslovačke 1968. godine. Odgovor jugoslavenskog vodstva na ovaj događaj bilo je uvođenje obrambene doktrine nazvane općenarodna obrana i društvena samozaštita, pri čemu se nije isključivala ni uporaba nuklearnog oružja. Svako realistično predviđanje ponašanja u slučaju nuklearnog napada zahtijevalo je da izolirane vojne postrojbe i civilne vlasti mogu djelovati s visokim stupnjem autonomije u donošenju životno važnih odluka; decentralizacija i samopomoć bile su ključne za preživljavanje. Da bi bio tehnički izvediv, sustav osobne dozimetrije trebao bi zadovoljiti prilično teške zahtjeve. Dvornik je oživio svoju raniju zamisao o jednofaznom dozimetru za izvanredne situacije i dopunio je odgova-

rajućom jednostavnom napravom za očitavanje golim okom, kolorimetrijskim komparatorom. Sustav je udovoljavao najstrožim zahtjevima: bio je robusan, jednostavan za uporabu i nezavisan od ikakvih izvora energije. Dokazano je radio bilo u čijim rukama bez mnogo prethodnog uvježbavanja i savršeno se uklapao u filozofiju obrane. Istodobno je bio višestruko jeftiniji od konkurentnih stranih sustava.

Za svoje rješenje osobnog dozimetrijskog sustava za izvanredne situacije Dvornik je nagrađen Državnom nagradom Nikola Tesla za tehničko postignuće 1970. godine; iste godine počela je masovna proizvodnja dozimetara i čitača u Institutu. Tijekom gotovo dvadeset godina proizvedeno je i raspodijeljeno za potrebe vojske i civilne zaštite gotovo dva milijuna dozimetara i tisuće čitača. Dvornik je držao da bi cijena trebala pokriti ne samo gole proizvodne troškove nego da mora nadoknaditi minuli i budući istraživački i razvojni rad, te je uspio uvjeriti vlasti da to i prihvate. Zaista, prihod od proizvodnje bio je značajan, omogućivši investicije u znanstveni kapital: osoblje, prostor i opremu.

Dvornik je uskoro osjetio da je osim dozimetrima, dužan opskrbiti korisnike i odgovarajućim znanjem o osnovnim načelima zaštite od zračenja. Zato je laboratorij preuzeo obrazovanje onih koji odlučuju, kao i običnih korisnika zaštite od zračenja u pretpostavljenim izvanrednim situacijama. Vjerodostojnost instruktora zahtijevala je radno znanje zaštite od zračenja. Zato je Dvornik dodao zaštitu od zračenja spektru svojih zanimanja i proširio program svog laboratorija, u čiji je naziv dodao i dozimetriju, što je sve bilo tim više logično što se bližio i dovršetak prve nuklearne elektrane u zemlji. Dvornik se također zainteresirao za nuklearnu sigurnost, što je dovelo do njegova imenovanja članom uskrsnule Komisije za nuklearnu energiju. Dvornik je uveo u svoj laboratorij modernu dozimetrijsku tehniku, koja se zasniva na termoluminescenciji, što je omogućilo prikupljanje kvantitativnih dozimetrijskih podataka o izloženosti osoblja, pacijenata i prostora kod medicinskih upotreba zračenja, kao i dozimetrijski nadzor okoliša, što je sve omogućilo unapređenje prakse zaštite od zračenja.

Pojava taktičkog nuklearnog oružja s pojačanom neutronsom komponentom, takozvane neutronske bombe, predstavljala je ne samo globalnu opasnost nego je dozimetrija miješanih polja gama i neutronske zračenja bila i izazov za dozimetriju. Dvornik je angažirao svoje mnoge osobne kontakte organizirajući eksperimente s dobro baždarenim neutronske snopovima da bi odredio odziv osobnog dozimetra na neutrone različitih energija. Kao sretan ishod tih pokusa pokazalo se da je dozimetar gotovo ekvivalentan tkivu s istim odzivom za istu dozu gama zraka i neutrona. Do danas je to jedini dozimetar s ovim jedinstvenim osobinama.

Iako se najviše poistovjetio s dozimetrijskim sustavom za izvanredne situacije, Dvornik je ohrabrivao i druge inicijative koje su spajale znanstvene i primijenjene ciljeve i koje su se nastavile razvijati u Laboratoriju i nakon njegova umirovljenja. Jedna od njih su istraživanja vezana uz iskorištavanje biocidnog učinka zračenja, što je uključivalo radijacijsku sterilizaciju, ozračivanje namirnica i dr. Da bi omogućio istraživanja i razvoj na tom području, pristupio je rekonstrukciji panoramskog uređaja za ozračivanje, čime je taj uređaj pretvoren u poluindustrijski uređaj s najjačim izvorom gama zračenja u regiji. Također je izgradio odgovarajući prostor koji je omogućio prihvata donacije linearnog akceleratora elektrona pogodnog za pulsnu radiolizu i radijacijsku tehnologiju. Obje akcije pokazale su se uspješnijima: panoramski uređaj za ozračivanje pruža usluge ozračivanja već više od 25 godina, a na elektronskom linacu upravo je završena opsežna rekonstrukcija koja je pokazala da je akcelerator operabilan.

Dvornik je bio nemirna i nezavisna duha, nije se dao impresionirati konvencionalnim mišljenjem niti uvriježenim metodama, uvijek u potrazi za vlastitim putevima i rješenjima. Kad bi ih jednom prihvatio, bio je odan ljudima i ustrajan u realizaciji ideja. Strastveno je branio svoja stanovišta, znanstvena i politička, a da ih nije

nikome naturao. Sam skromna osoba, jedino što nije podnosio bila je bahatost. Imao je neizmjereno razumijevanje za probleme drugih i obično bi im nastojao naći rješenje već za vrijeme razgovora. Dvornik će ostati zapamćen po svom nepokolebljivom optimizmu. On mu je pomagao da preživi godinama na čelu proizvodnje osobnog dozimetrijskog sustava usprkos mnogim preprekama na koje je nailazio unutar i izvan Instituta, uzimajući ih kao izazove radije nego kao povode za malodušnost.

Dvornik je tečno govorio engleski, francuski, njemački, talijanski i ruski jezik i uživao je razgovarati s ljudima, najviše na njihovu materinjem jeziku. Uživao je sudjelovati na znanstvenim sastancima kao najpoticajnijem i najučinkovitijem načinu razmjene ideja i

mišljenja. Okupio bi malu neformalnu skupinu i raspravljao pitanja koja su ga zanimala do dugo nakon sjednica. U mnogim takvim prilikama sklopio je trajna prijateljstva. Koliko god volio usmenu komunikaciju, osjećao je i tešku odgovornost pred pisanom riječju. Tek potreba da stigne na vrijeme za konferenciju bila je za njega jaka motivacija da formulira svoja razmišljanja u pisanom obliku.

Bio sam povlašten što sam imao osoban odnos s Igorom Dvornikom. Uživao sam u njegovom vodstvu u svojim mladim danima a kasnije i njegovom prijateljstvu. Igora i Veru naslijedila su dva sina, Srđan i Siniša i tri unuke, Hana, Maša i Lada, koji nasljeđuju njihove humanističke i intelektualne ideale i vrijednosti.

*Dušan Ražem*