

OSVRTI



Marie Skłodowska Curie i njezin put do uspjeha

– u povodu 150. obljetnice rođenja**

|| S. Paušek-Baždar*

Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
Trg Nikole Šubića Zrinskog 11, 10 000 Zagreb

Marie Skłodowska Curie (1867. – 1934.) nedvojbeno je najslavnija među ženama u povijesti koje su svoj život posvetile znanosti. Rodom je bila Poljakinja, a životom i djelom Francuskinja. Otkrila je novo znanstveno područje i istodobno je otvorila vrata ulasku žena u znanost. Bila je prva žena dobitnica Nobelove nagrade, štoviše dviju Nobelovih nagrada iz dva područja, fizike i kemije. Bila je prva žena profesorica na pariškoj Sorbonni, članica Medicinske akademije te utemeljiteljica i direktorica radioloških instituta u Francuskoj, a potom u Poljskoj. Marie Curie se u svojem životu istaknula izvanrednom inteligencijom, radošću i znanstvenim poslanjem, ali i ljudskim vrednotama: životnim poštenjem, nesebičnošću i plemenitošću.

Rođena je u Varšavi kao Maria Salome i bila je najmlađe dijete od petero djece obitelji Skłodowski. Premda je bila izvrsna učenica, nije mogla studirati u domovini jer je u ono doba visoka naobrazba bila nedostupna ženama u Poljskoj. Već u 14. godini života ostala je bez majke, a izgubila je i mlađu sestru Zozsu. Od tada je bila jako povezana sa svojom starijom sestrom Broniom. Po odlasku oca, srednjoškolskog profesora u mirovinu, obitelj je živjela vrlo skromno. Marieina sestra Bronislawa (Bronia) željela je studirati medicinu, no nije imala financijskih sredstava za studij. Stoga je Marie odlučila da se nakon mature zaposli kao guvernanta te je radila dijelom u Varšavi, a dijelom u provinciji, gdje se bolje plaćalo. Dogovor sestara je bio da Bronia ode na studij medicine u Pariz, a Marie će joj slati pola svojih primanja. Premda se Bronia najprije tomu opirala, pristala je kada je Marie obećala da će i ona doći na studij u Pariz čim se Bronia snađe. I doista, Bronia ju je pozvala da studira i živi kod nje u Parizu, pa je Marie tek u svojoj 24. godini doputovala i na Sorbonni upisala studij fizike. Završila ga je s izvrstnim ocjenama u rekordnom roku. Premda je imala nešto uštedevine i malu tzv. Alexandrowiczovu stipendiju,



namijenjenu najboljim poljskim đacima za studij u inozemstvu, morala je živjeti vrlo skromno, jer je bila prisiljena preseliti se iz Bronjinog doma, koja se u međuvremenu udala, u iznajmljenu sobicu u potkrovlju. Osim toga, Marie je tijekom studija nastojala i raditi. Poljsko "Društvo za podizanje nacionalne industrije" naručilo je od nje tehničku raspravu o istraživanju magnetskih svojstava raznih vrsta čelika. Neko vrijeme radila je u laboratoriju profesora Lippmanna, gdje je bilo prenapučeno. Morala je pronaći prostorije za svoj eksperimentalni rad. Upravo u to doba kratko je, kao gost profesor, u Parizu boravio profesor fizike sa Sveučilišta u Fribourgu, također Poljak Józef Kowalski, kojeg je Marie poznavala. Povjerala mu je svoje brige, a Kowalski je odmah odgovorio da ima rješenje. Upoznao ju je s već afirmiranim znanstvenikom 35-godišnjim fizičarem Pierrom Curiejem i predložio da Marie radi kod njega u laboratoriju na Ecolé de Physique et de Chimie. Pierra je Marie oduševila, ne samo svojom ljupkošću, mladošću i skromnošću već još više svojim znanjem i nepogrešivom pronaljačivošću. Čim ju je upoznao, Pierre se sjetio riječi koje je zapisao

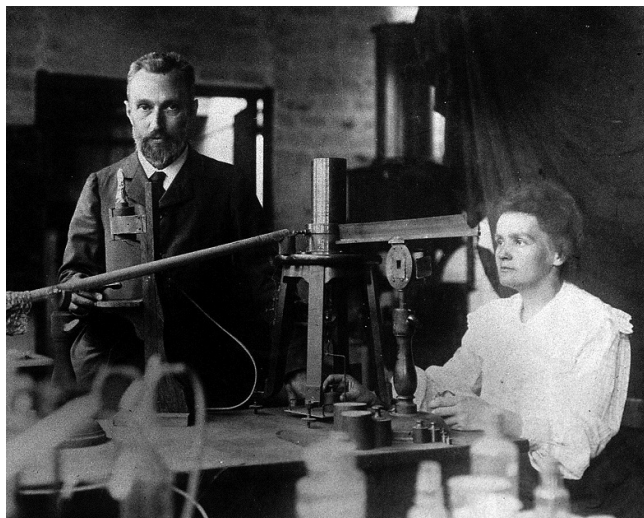
u svojem dnevniku: ...genijalne žene su rijetke. Bio je siguran da je jednu takvu upravo upoznao. Ubrzo ju je zaprosio i oni su se vjenčali (1895.).

Kada je Henri Becquerel otkrio do tada nepoznate zrake iz uranovih spojeva koje izbijaju elektroskop, ioniziraju zrak i čine ga vodljivim, Marie je odlučila da za temu svoje disertacije istraži narav tih zračenja. Ustanovila je da zračenje ne potječe od uranove soli, već od samog uranovog atoma i toj pojavi dala je ime *radioaktivnost*. Njezin suprug Pierre Curie i njegov brat Jacques izradili su elektrometar kojim se mogla točno mjeriti jakost zračenja i odrediti udio radioaktivne tvari u uzorku. Marie je ispitala na radioaktivnost sve poznate kemijske elemente, te je ustanovila da je pored urana radioaktivan i teški metal torij. No uskoro je otkrila da su neki uranovi minerali, kao što je smolinac (uranov oksid) i halkolit (bakrov uranilfosfat), mnogo aktivniji od samog urana. S nepogrešivom intuicijom, upravo genijalno je pretpostavila da te rude moraju sadržavati u malim količinama pored urana

još neki do tada nepoznati element izvanredne radioaktivnosti. Njezino predviđanje pokazalo se ispravnim. Supruzi Curie su analitičko-kemijskim postupkom razdijelili sastojke uranove rude i potom mjerili radioaktivnost svakog sastojka posebno. Ustanovili su da svoj rad moraju usredotočiti na dva sastojka odnosno na otkriće dva nova elementa. U mjesecu srpnju 1898. lokalizirali su prvi novi element u određenoj frakciji, pokazali da je srodan bizmutu, 400 puta radioaktivniji od urana i nazvali ga *polonium* prema Poljskoj, Marieinoj domovini. U prosincu iste godine otkrili su još jedan novi element goleme radioaktivnosti, element koji je milijun puta radioaktivniji od urana. Dali su mu ime *radium*, prema latinskoj riječi *radius*-zraka. No to je bio tek prvi stupanj otkrića radija. Taj novi element, kojega u smolincu ima u vrlo malim količinama, trebalo je izdvojiti u elementarnom stanju.

* Prof. dr. sc. Snježana Paušek Baždar
e-pošta: spbazdar@hazu.hr

** Ovo predavanje izloženo je na skupu "Život i djelo nobelovke Marie Skłodowska-Curie" u organizaciji Hrvatske udruge stipendista francuske vlade, održanom 25. svibnja 2017. u prostorijama Rektorata Sveučilišta u Zagrebu, Zvonimirova 8.



Otkriće Po i Ra

Radija u smolincu (uranovu oksidu) ima vrlo malo. Na tonu urana samo 0,14 grama. Da bi ga izdvojila u elementarnom stanju, Marie Curie je trebala vrlo velike količine rude. Kako je ustanovila da joj nije potreban čisti uran koji je u smoli, ona se upravo genialno dosjetila da preko Bečke akademije znanosti zamoli otpad od prerade smolinca iz rudnika Jáchymov u Češkoj, gdje se uran izdvajao za potrebe staklarske industrije. Naime, nakon izdvajanja urana, taj otpad bio je bogatiji radijem. I doista, austrougarska vlada je 1895. poklonila supruzima Curie tonu otpada, a oni su svojim osobnim sredstvima platili prijevoz. Slijedio je četverogodišnji mukotrpan znanstveno-istraživački rad. Naime, državna uprava nije imala razumijevanja i nije im osigurala prostor za eksperimentalni rad. Stoga su se suprugi, uz dozvolu ravnatelja škole za fiziku i kemiju gdje je Pierre radio, uselili u napuštenu i derutnu baraku koja je prokišnjavala. Nalazila se u dvorištu preko puta škole i bila je u tako bijednom stanju da im nitko nije sprječavao da u njoj rade. Uz teške uvjete za rad i njihova financijska situacija bila je vrlo skromna. Pierre je i dalje radio u Školi za fiziku i kemiju, jer nije uspio dobiti profesuru na Sorbonni, a Marie je 1893. dobila posao na djevojačkoj École Normale Supérieure u Sèvresu kraj Versaillesa. Svaki slobodan trenutak posvećivali su mukotrpnom istraživanju u “svojoj” baraci. Unatoč tomu, u pismu svom bratu Josipu, već kao udovica, više godina kasnije je napisala: *...A ipak su bile godine koje smo proživjeli u toj staroj baraci i koje su bile posvećene samo radu, najljepše i najsretnije u našem životu. Više sam puta tamo pripremala i ručak, kako ne bismo morali prekinuti kakav vrlo važan postupak. Katkada sam po cio dan miješala tvarinu, što se kuhala sa željeznom motkom koja nije bila ništa manja od mene. Uvečer sam bila na smrt umorna.*

Naime, Marie Curie je u kiselini otapala po 20 kg otpada, odvajala radijev sulfat s barijem, pretvarala ga u radijev klorid i kristalizirala više tisuća puta. Objavila je 32 znanstvene rasprave, a postupak izdvajanja radija opisala je u svojoj disertaciji “O istraživanju radioaktivnih tvari” 1903. godine. Iste je godine, zajedno sa suprugom Pierream i Henrijem Becquerelom dobila svoju prvu Nobelovu nagradu za fiziku, za otkriće radioaktivnosti. Pokazala je da je radioaktivnost svojstvo atoma i da se sastoji u pretvorbi atoma. Njezina otkrića brzo su prerasla granice Francuske. Suprugi Curie iste su godine pozvani u Royal Society u London, gdje im je podijeljeno najveće odlikovanje – zlatna Davyjeva medalja. Marie se dopisivala s vodećim europskim znanstvenicima (William Crookes, Boltzmann i drugi) te im je nesebično davala tumačenja, opis i objašnjenja tehničkih postupaka. Pokazalo se da radij ima vrlo korisnu primjenu u medicini. Marie i Pierre su se odrekli velikog novčanog dobitka, jer su odlučili da neće patentom zaštititi svoje

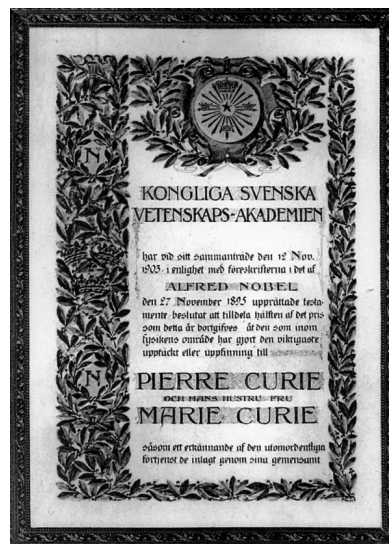
otkriće. Dvadeset godina kasnije Marie je zapisala: *“...naše otkriće nismo zaštitili patentom i bez pridržavanja objavili smo rezultat našeg istraživanja kao i postupak za pridobivanje radija. Osim toga davali smo interesentima sva objašnjenja što su ih željeli. To je bila velika blagodat za industriju radija, jer se mogla sasvim slobodno razvijati...”*. U doba svojeg posjeta Americi 1920. godine izjavila je novinarki Meloney: *Radij ne bi smio nikoga obogatiti. Radij je element i vlasništvo svih ljudi svijeta.*

Nakon Nobelove nagrade Pierre Curie je 1904. godine konačno dobio katedru fizike na Sveučilištu u Sorbonni, a već 1905. izabran je i za člana Francuske akademije znanosti i umjetnosti, čime je osigurao financijsku stabilnost svojoj obitelji. No obiteljska sreća je kratko trajala. Uskoro je slijedila tragedija.

Jednog kišnog dana u travnju 1906. Pierre Curie je zamišljeno prelazio ulicu i poginuo pod konjskim kopitima teretnih kola. Marie je ostala udovica s dvije kćeri u 38. godini života. No sjetila se Pierreovih riječi u teškim trenucima malodušja: *Neka dođe što mu drago, pa makar ostalo čovjeku samo bezdušno tijelo, morao bi svejedno još raditi.* Stoga je skupila snagu da nastavi sa znanstvenim radom. Premda su je nazivali “slavnom udovicom” i nudili joj vrlo visoku mirovinu, Marie se odlučila za rad. Neumornim nastojanjem nekoliko francuskih znanstvenika, osobito Marcellina Berthelota i Henrija Poincaréa, Marie je 13. svibnja 1906. imenovana izvanrednom profesoricom na Prirodoslovnom fakultetu Sveučilišta u Parizu, kao prva žena koja je dobila taj položaj. Njezino nastupno predavanje je glasilo: “Ionizacija plinova i radioaktivnost”.

Da bi istaknuli snagu Marie Curie kao žene, majke i znanstvenice, treba se sjetiti da je uoči tih velikih otkrića, koja je uz pomoć supruga objavljivala u *Izvešćima Francuske akademije*, rodila svoju prvu kćer Irène koja će nastaviti majčin rad i također zaslužiti Nobelovu nagradu za umjetnu radioaktivnost. Druga njezina kći Ève, sedam godina mlađa od sestre, imala je nepune dvije godine kad joj je poginuo otac.

Marie Curie se nakon suprugove smrti odlučila za daljnja istraživanja. S nekoliko dekgrama radijeva klorida načinila je drugo mjerenje radijeve atomske mase, vrijednosti 225, što vrijedi i danas, a potom je odlučila prirediti radij u obliku čistog metala. Naime, od tada joj je uspjelo prirediti pročišćene radijeve soli, kloride i bromide. U suradnji s Andréom Debierneom, Pierreovim kolegom i prijateljem, uspjela je, jednim od najtežih postupaka u kemiji prirediti metalni radij, koji je neovisan o atmosferskim utjecajima. Priredila ga je elektrolizom vodene otopine radijeva



Prva Nobelova nagrada (1903.)

klorida sa živinom katodom. Radij je srebrnobijeli i mekan metal, koji na zraku pocrni i lako reagira s vodom. Nakon toga Marie je sama otkrila metodu za određivanje količine radija u aktivnim rudama i odredila prvu međunarodnu mjeru za radij. Kako se radij pokazao učinkovitim u liječenju, Curiejeva terapija radijem proširila se na svih pet kontinenata. Marieina metoda bila je važna za najstrožiju točnost u odjeljivanju radija. Kako se radilo o tisućinkama miligrama, vaga nije pomagala, pa je Marie određivala količinu djelića radioaktivne tvari pomoću zraka koje one izlaze.

Njezina znanstvena dostignuća Francuska je morala nagraditi. Za velikane je bio predviđen križić legije časti i izbor u Francusku akademiju znanosti i umjetnosti. Marie je odbila križić legije časti, po uzoru na pokojnog supruga, koji ga je također odbio, a pristala je da bude kandidirana za člana Akademije, da je ne bi smatrali suviše oholom. Premda ju je nekolicina uglednih francuskih znanstvenika podržavala, npr. Poincaré, Lippmann i drugi, većina ih je bila vrlo zavidna i ljubomorna. Među njima je bio i predsjednik Akademije. Na dan izbora 23. siječnja 1911. godine, predsjednik Amagat je na otvorenju sjednice izjavio *Pustite u dvoranu sve osim žena*. Dobila je jedan glas premalo da bi bila izabrana. No svijet je popravio ono što je Francuska pogriješila. U prosincu iste 1911. godine godine švedska Akademija znanosti dodijelila je Marie Curie Nobelovu nagradu, ovog puta za kemiju. Još nitko od znanstvenika prije te godine nije bio odlikovan Nobelovom nagradom dva puta.

Uoči Prvog svjetskog rata Marieinim zalaganjem je u Parizu u ulici Rue Pierre Curie osnovan Institut za radij (*Institut Du Radium – Pavillon Curie*). Kada je u srpnju 1914. izbio rat, Marie je bila spremna služiti svojoj novoj domovini. Poznavajući rendgenske zrake koje mogu otkriti metak ili krhotinu granate u rani, nabavlja rendgenske aparate i osniva rendgenološke stanice po bolnicama u Parizu i okolici. Osim toga, dosjetila se ugradnji rendgenološkog aparata u automobil. Donacijama francuskih dama uspjela je nabaviti i osposobiti dvadeset automobila s aparatima. Njezine automobile prozvali su imenom "mali Curieji". Dozvolu za vožnju vojnih automobila dobila je kao ravnateljica rendgenološke službe specijalnih misija Saveza francuskih žena. U njima je zajedno sa svojim pomoćnicima obilazila bojišnice. U jednom pismu Paulu Langevinu 1915. napisala je: *Odlučila sam staviti sve svoje sile na korist mojoj adaptiranoj domovini*. Štoviše švedske krune od Nobelove nagrade uložila je u razne državne rentne papire, a donijela je i svoja zlatna odličja i predala Francuskoj narodnoj banci da ih istale. Dakako, banka je tu ponudu odbila, pa ih je Marie vratila u Institut. Premda joj je bila tuđa svaka taština, u tom trenutku bila je počašćena. O svojem ratnom iskustvu napisala je knjigu *La Radiologie et la guerre (Radiologija i rat)*.

Po završetku rata Marie pozivaju sve zemlje svijeta. Godine 1921. posjetila je s kćerima Ameriku, gdje joj je, osim ostalog, predsjednik Harding u Washingtonu poklonio gram radija za njezin institut. Nakon Amerike posjetila je Italiju, Nizozemsku, Englesku, Čehoslovačku i Belgiju, Španjolsku i dakako svoju Poljsku, gdje je u Varšavi također 1932. osnovala Institut za radij. U svim zemljama svijeta doživjela je priznanja i počasti, a osnivaju se i međunarodni studijski fondovi, pa je u razdoblju od 1929. do 1935. više od 200 liječnika boravilo na usavršavanju u Marieinom Institutu za radij u Parizu, gdje se proučavalo liječenje Curiejevom metodom.

Da bi ispravili nepravdu što dvostruka nobelovka nije izabrana za člana Francuske akademije znanosti i umjetnosti, 1922. izabrali su je, bez potrebne procedure, za članicu Medicinske akademije. Godinu dana kasnije u toj akademiji je, u organizaciji Francuske vlade, na svečanosti u povodu 25. obljetnice otkrića radija, predsjednik Francuske dodijelio Marie Curie kao "narodnu zahvalu" mirovinu od 40 000 franaka, koju nasljeđuju njezine kćeri.



Marie Curie s američkim predsjednikom W. Hardingom (1920.)

U čast bračnog para Curie prozvana je jedinica brzine raspada radioaktivnih tvari imenom KIRI.

Marie Curie preminula je 1934. od perniciozne anemije, uslijed izloženosti zračenju. Njezino glavno djelo *Radioactivité* objavila je starija kći godinu dana nakon njezine smrti. Marieina mlađa kći Eve, pijanistica i književnica, autorica je veoma čitanog romana o životu svoje majke. Preveden je na gotovo sve jezike, pa je tako sačuvan spomen na Marie Curie, ne samo u svjetskim znanstvenim i intelektualnim krugovima već i među širom čitalačkom publikom.

Kasnija otkrića naravi radioaktivnosti α -, β -, i γ -zraka, osobito otkriće Ernesta Rutherforda o tvornoj naravi α -zraka bila je potvrda teorije radioaktivnog raspada elementa, što je ustanovila Marie Curie.

Marie Curie je proglašena najznamenitijom ženom i znanstvenicom 20. stoljeća. Ima svoje mjesto u pariškom mauzoleju Panthéonu, kao prva žena koja je u njemu pokopana i to više od 200 godina poslije francuskog političara i publicista de Mirabeaua, koji je tamo pokopan 1791. No Panthéon i dalje nosi zastarjeli natpis *Velikim muževima zahvalna domovina*.

Literatura

- J. Balchin, 100 znanstvenika koji su promijenili svijet (prijevod s engleskog Vjera Lopac, ŠK, Zagreb, 2005., str. 152, 153.
- Adrienne R. Weill, Curie Marie (Maria Skłodowska), Dictionary of Scientific Biography, Charles Scribner's sons, New York 1981., str. 497-503.
- E. Curie, Madame Curie (prijevod s francuskog Ljubomir Lisac), Narodna knjižara, Zagreb, 1945.
- D. Grdenić, Povijest kemije, SNL i ŠK, Zagreb, 2001., str. 794-799.