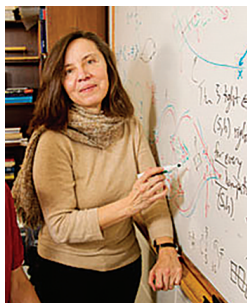




Gordana Matić, hrvatsko-američka matematičarka – topologinja

Željko Hanjš



Gordana Matic iz Pule je studirala matematiku na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu (PMF) Sveučilišta u Zagrebu i diplomirala 1980. s diplomskim radom *Fibrirani svežnjevi*, a mentor joj je bio naš poznati akademik Sibe Mardešić. Tu se usmjerila prema topologiji koja se ovdje u ono vrijeme intenzivno izučavala. Ubrzo nakon toga otišla je u SAD gdje je 1986. obranila doktorsku disertaciju *SO(3)-connections and rational homology cobordisms* pod mentorstvom profesora *Ronalda J. Sterna*. Od 1990. radi na University of Georgia. Objavila je radove u prestižnim matematičkim časopisima. Godine 2015. izabrana je za 'Fellow of the American Mathematical Society' "za doprinos niskodimenzionalnoj i kontaktnoj topologiji". Zamolili smo ju za razgovor o njezinom studiju i radu na poznatim sveučilištima, na što se vrlo rado odazvala.

Molim Vas opišite Vaše osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje. Jeste li sudjelovali na matematičkim natjecanjima?

Osnovnu i srednju školu sam završila u Puli. U zgradi u kojoj sam živjela u ranom djetinjstvu bilo je dosta djece i naš se mali čopor svaki dan igrao u velikom dvorištu. No kad sam navršila šest godina, moje društvo, malo starije od mene, je krenulo u školu, a ja sam ostala sama u dvorištu. Kako me mama, koja je bila učiteljica, znala povesti sa sobom u školu, naučila sam čitati već s tri godine i bila sam sigurna da sada mogu poći u školu. Nakon mog dugog moljakanja i protestiranja, moji su roditelji uspjeli isposlovati da me se provizorno primi u prvi razred na početku drugog polugodišta. Kako nije bilo problema, ostala sam učenica osnovne škole Tone Peruško do kraja osnovnoškolskog obrazovanja.

U sedmom razredu moja nastavnica matematike, čijeg se prezimena Janković još i danas dobro sjećam, pozvala me jednom i odvezla u jednu pulsku školu gdje su mi dali zanimljive matematičke zadatke za rješavanje. To je, u stvari, bilo općinsko natjecanje iz matematike, i mene su onako poslali tamo, bez najave i pripreme. Nakon nekoliko dana sam dobila obavijest da sam dobro riješila zadatke te da ću ići u Zagreb na republičko natjecanje. To mi je tada bilo jako uzbudljivo. Na put sam pošla s nastavnicom i još jednim učenikom iz neke druge pulske škole. Bili smo smješteni u "Pionirskom gradu" gdje se i održavalo ovo natjecanje. Na moje čuđenje, pitanja su pretpostavljala poznavanje gradiva koje još nismo obrađivali u školi. Bila sam strašno razočarana svojim rezultatima. Kad sam bila osmi razred nije bilo natjecanja u Puli, ili me nitko na njega nije pozvao. To me donekle uvjerilo da baš i nisam tako dobra matematičarka ili da bih trebala ići u neku puno bolju školu gdje bih naučila dovoljno matematike za natjecanje.

U Pulskoj gimnaziji Branka Semelića imala sam divnu profesoricu matematike, prof. Tenčić, od koje sam mnogo naučila. Bila sam se pretplatila na Matematičko-fizički list, no mnogi tamošnji zadatci su bili van dosega mojih mogućnosti, a nije bilo matematičke grupe gdje bi te zadatke zajednički diskutirali i rješavali. No ipak u četvrtom razredu gimnazije u našoj školi bilo je organizirano natjecanje iz matematike i tu sam se plasirala

na republičko natjecanje. Bila sam strašno ponosna kad sam tu dobila (treću) nagradu i kad sam saznala da ću ići na savezno natjecanje koje se održavalo u Beogradu. Posebno iznenađenje za mene je bilo kada sam pozvana u Zagreb na tjedan dana priprema. Bilo mi je teško odlučiti da li da idem na te pripreme i samo natjecanje jer sam morala zbog toga odustati od svoje maturalne zabave koja se održavala isti tjedan kad i savezno natjecanje. No pripreme i put u Beograd bilo je osobito uzbudljivo, a uz to tu je bila mogućnost za učenje i druženje. Tako sam propustila maturalnu zabavu. Pripreme su se održavale u Matematičkoj gimnaziji u Zagrebu tjedan dana neposredno prije Saveznog natjecanja, a onda smo svi zajedno putovali u Beograd. Koliko se sjećam, osim mene i mladeg člana hrvatske ekipe, Mladena Bestvine iz Osijeka, svi ostali učenici od nas 24 (po šest iz svakog razreda), su bili polaznici Matematičke gimnazije u Zagrebu. Kad sam čula da u Beogradu, po uzoru na Sovjetski Savez, postoji Matematička gimnazija koja ima i đački dom za talentirane učenike iz Srbije koji nisu iz Beograda, shvatila sam koliko rada i vremena se tamo ulaže u pripreme za natjecanje. Te godine skoro sve nagrade u četvrtom razredu su otišle toj školi. No sjećam se da je jedna bila za Hrvatsku – dodijeljena Mladenu Bestvini, koji je kasnije bio dodiplomski student u Zagrebu i danas je jedan od ponajboljih svjetskih topologa.

Kao što sam uvijek voljela matematiku, pokazivala sam sklonost i za biologiju, u kojoj sam uspješno sudjelovala na natjecanjima. Ljeto prije četvrtog razreda gimnazije, kao nagradu za uspjeh na natjecanjima, bila sam pozvana na dvotjedno kampiranje s drugim uspješnim natjecateljima, kao i istraživanje kvalitete i zagađenosti voda u Lici. To su bila divna druženja, i bila sam skoro odlučila studirati mikrobiologiju i genetiku. Da nije bilo matematičkog natjecanja u zadnjem razredu gimnazije, vjerojatno bih otišla studirati biologiju. No saznala sam da su se tada u programu studija biologije u Zagrebu mikrobiologija i genetika predavale tek pri kraju studija. Moje sudjelovanje u pripremama i savezno natjecanje iz matematike mi je dalo poticaj da odustanem od biologije i krenem u svoju matematičku avanturu.

Tokom studija ste se usmjerili na topologiju. U to vrijeme u Zagrebu se ova grana matematike intenzivno proučavala.

Moje sudjelovanje na pripremama i saveznom natjecanju bilo je ključno za moje spretno snalaženje na studiju. Dok mi je Klub studenata Istre, koji se u to vrijeme nalazio na prvom katu jedne zgrade u Ilici, bio mjesto zabave i druženja s prijateljima iz Pule, društvo s bivšim natjecateljima mi je bilo divno okruženje na fakultetu. Još dan-danas se sjećam naše grupe od pet natjecatelja (šesti je otišao studirati medicinu). Osim mene tu su bili: Jadranka Kraljević, Robert Manger, Mladen Rogina i Saša Singer. Mi smo se intenzivno družili, nekad zajedno učili i jedan drugome davali podršku. Svi smo nastavili karijere u matematičkim istraživanjima. Robert, Mladen i Saša su postali asistenti i potom profesori na PMF-u, a Jadranka se zaposlila na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu.

Nakon prvog semestra počeli smo raditi kao grupa s asistentima Miroslavom Kreclom i Dragutinom Švrtnanom koji su nas počeli učiti osnove opće topologije, što je bilo veoma uzbudljivo i zanimljivo. Na drugoj godini studija smo slušali predmet *Matematička analiza*, koji je predavao prof. Sibe Mardešić, gdje su se učile osnove topologije potrebne za razvoj teorije mjere. No tek na četvrtoj godini sam stvarno slušala pravi kurs iz topologije, *Algebarsku topologiju*. Prof. Mardešić je bio fantastičan predavač, i zamolila sam ga da mi bude voditelj diplomskog rada. Dobila sam temu *Fibrirani svežnjevi* i nekoliko knjiga kao izvor informacija. To je za mene bila vrlo korisna tema, jer sam ovdje dobro naučila mnoge osnovne pojmove koji su se kasnije obilato pojavljivali u mom matematičkom radu.

Nakon studija ubrzo ste otišli u SAD na doktorat. Gdje ste tada studirali i obranili disertaciju?

Diplomirala sam 1980. i počela pohađati postdiplomski Seminar iz topologije, uzdržavajući se instrukcijama i nadajući se asistentskom mjestu na nekom zagrebačkom

fakultetu. No ništa od toga se nije ostvarilo tokom prve godine nakon diplome. Za to vrijeme uspjela sam, zajedno s dvoje asistenata na Matematičkom odjelu, od kojih je jedan bio moj dečko i danas moj suprug, dobiti stipendiju za pohađanje postdiplomskog studija na University of Utah. Njih su dvojica tamo išli na specijalizaciju u teoriji reprezentacija i geometriji, a ja sam bila zainteresirana za topologiju.

U to doba bila je praksa da se nakon dodiplomskog studija, u trajanju tri do četiri godine prvo magistrira u Hrvatskoj, pa se tek onda ide na doktorat u SAD ili negdje u Europi. Zbog moje privatne situacije prijavila sam se za postdiplomski studij prije nego sam magistrirala, misleći da će me, ako budem imala sreće, primiti u Utah na magisterij, no na sveopće iznenađenje, bila sam primljena direktno na doktorski studij. Mnogo dugujem prof. Stevenu Ferryu kojeg sam upoznala na Topološkoj konferenciji u Dubrovniku 1981. On je bio jedan od onih koji su mi napisali preporuke, i također me savjetovao da od mnogih topologa u Utahu izaberem upravo Rona Sterna za voditelja doktorata. Steven mi je rekao da je niskodimenzionalna topologija vrlo teška, ali ujedno posebno interesantan dio matematike pred kojim je bila svijetla budućnost. I tako sam završila kao student Rona Sterna na University of Utah.

U prve dvije godine mog studija dogodile su se dvije revolucije u topologiji 4-dimenzionalnih mnogostrukosti. U domeni topoloških mnogostrukosti tu je bio rad Michaela Freedmana, a u domeni glatkih mnogostrukosti rad Simona Donaldsona. Pohađala sam predavanja koja je o radu Freedmana držao prof. Stern za vrijeme moje druge godine studija. Kad se saznalo za revolucionarne rezultate Simona Donaldsona, prof. Stern je organizirao seminar na kojem smo učili potrebnu geometriju i globalnu analizu da bi razumjeli tehnike koje je zahtijevao taj novi pristup 4-dimenzionalnim prostorima. Freedman i Donaldson su 1986. dobili Fieldsove medalje, tada najveće priznanje za matematičare, za rad o kojem sam imala prilike učiti od svog voditelja. Ron Stern i njegov dugogodišnji koautor Ron Fintushel su bili prvi klasični niskodimenzionalni topolozi koji su počeli raditi s novim tehnikama, i koji su osobito mnogo pridonijeli razvoju niskodimenzionalne topologije. Imala sam sreću da u tom prijelomnom trenutku za niskodimenzionalnu topologiju budem Sternov student.

Fintushel i Stern su razvili modifikaciju Donaldsonove teorije koja je bila analitički jednostavnija i vrlo primjenjiva te smo dobili brojne interesantne rezultate. Za doktorski problem mi je sugerirano da razvijem sličnu teoriju za slučaj mnogostrukosti s rubom, i primijenim to u nekim topološkim problemima. No analiza za tu situaciju je bila veoma teška, i imala sam veliku sreću da je u Salt Lake City došao držati predavanje prof. Cliff Taubes koji je dokazao da postoji neprebrojivo mnogo glatkih struktura na 4-dimenzionalnom euklidskom prostoru upotrebljavajući analitičku tehniku koju je sam razvio. U to doba nije bilo interneta i brzog širenja ranih varijanti radova pa je posjet prof. Taubesa bio za mene velika sreća. Još je veća bila činjenica da sam bila u mogućnosti provesti mjesec dana kao negov student-gost na Harvardu. Kombinacija Fintushel-Stern i Taubes tehnika je bila rješenje mog problema, i to je bila baza moje disertacije.

Nakon toga ste gostovali na raznim sveučilištima. Kako je dalje tekao Vaš znanstveni rad?

Kad je ujesen 1985. izgledalo da ću do ljeta 1986. imati dovoljno rezultata za doktorat, prof. Stern mi je savjetovao da se prijavim na nekoliko mjesta na kojima se nadao da ću imati prilike naučiti više nego ako ostanem još godinu dana u Utahu. Ako i ne dobijem postdoktorsku poziciju na nekom od tih fantastičnih mjesta mogu ostati još godinu dana u Salt Lake Cityju i prijaviti se na veći broj mjesta. Prijavila sam se ne očekujući ništa. Bila sam veoma iznenađena i uzbuđena kada sam dobila ponude s nekih mjesta o kojima sam mogla samo sanjati, i odlučila uzeti Moore Instructorship na MIT-u (Massachusetts Institute of Technology). Nakon godinu dana na MIT-u, provela sam sljedeću na Institute for Advanced Study u Princetonu, gdje je bilo mnogo onih koji su bili zainteresirani za *gauge theory*, područje čije rezultate je Donaldson upotrijebio u

svom radu. Nakon još jedne godine na MIT-u provela sam sljedeću na Harvardu, gdje sam dalje radila kod prof. Taubesa.

Zasigurno ste surađivali s mnogim poznatim matematičarima. Molim Vas da opišete tu suradnju.

Na većini mojih radova nakon doktorata surađivala sam s više kolega. Imam nekoliko višegodišnjih suradnika. Paolo Lisca s University of Pisa i ja upoznali smo se na jednoj konferenciji u SAD-u, no počeli smo surađivati kad smo oboje bili članovi Max Planck instituta u Bonnu 1995. Ta je suradnja trajala nekoliko godina, i on je proveo 2001. u posjeti University of Georgia (UGA). Ko Honda (sada profesor na UCLA, a tada postdoktor na UGA), Will Kazez s UGA i ja smo 2000. počeli suradnju koja je rezultirala mnogim člancima o kontaktnoj topologiji, a neki od njih su moji najdraži rezultati. Suradujem s Gagatay Kutluhanom, Jeremy Van Horn-Morrisom i Andy Wandom od 2016., a od 2020., kad sam ponovo bila na Max Planck institutu, imam nekoliko novih suradnji koje su tamo započele.

Sve matematičke suradnje u kojima sam sudjelovala bile su fantastična iskustva. Raditi na problemu sama sa sobom nije mi bilo tako interesantno i uzbudljivo kao kad razgovaram s kolegama. Suradnja na problemu je s mojeg stanovišta najproduktivniji i najuzbudljiviji način da se radi i razvija matematika. Ovih dana je sve veći postotak matematičkih radova koji su rezultat suradnje grupe matematičara, često grupe koja se okupila oko problema koji ih sve zanima. Suradnja obično počne kad se matematičari nađu na konferenciji, workshopu ili na nekom institutu gdje se često, baš zbog poticanja pozitivnog ozračja za suradnju, organiziraju specijalni programi gdje su pozvani ljudi koji se bave sličnim problemima.

U Vašem plodnom znanstvenom radu imate mnogo radova. Koji su vaši najznačajniji doprinosi u topologiji?

Rezultati moje doktorske disertacije, *SO(3)-connections and rational homology cobordisms* objavljeni su u Journal of Differential Geometry, i taj moj prvi rad mi je jedan od najdražih, no realno ne i najznačajniji. Jedan od radova na koji sam najviše ponosna je članak s Paolom Lisca *Tight contact structures and Seiberg-Witten invariants*. To je prvi članak u kojem obrađujem temu kontaktnih struktura na 3-dimenzionalnim mnogostrukostima, a proučavamo ju u relaciji s 4-dimenzionalnim mnogostrukostima kojima su one rub. Članak je bio prilično utjecajan, i objavljen je u poznatom časopisu *Inventiones mathematicae*. Sa suradnicima Hondom i Kazezom objavila sam dosta članaka, no najvažniji su *Right-veering diffeomorphisms of compact surfaces with boundary*, koji daje opis jedne važne vrste kontaktnih struktura na 3-dimenzionalnima koje zovemo *tight*, mnogostrukostima u terminima preslikavanja ploha s rubom na same sebe, i *The contact invariant in sutured Floer homology*, oba objavljena u *Inventiones mathematicae*, te *On the contact class in Heegaard Floer homology* objavljen u Journal of Differential Geometry.

Jeste li pisali i knjige?

Nisam napisala knjigu, ali sam bila urednica dviju knjiga koje su bile zbornici topoloških konferencija održanih na University of Georgia in Athens, Georgia, SAD. Naše sveučiliste domaćin je godišnje međunarodne konferencije iz geometrijske topologije, Georgia Topology Conference. Ta tradicija traje još od 1961., i zbornici ove konferencije iz raznih godina sadrže mnoge važne članke i liste otvorenih pitanja iz tog područja.

Možete li uputiti savjet učenicima srednjih škola koji bi se više željeli posvetiti matematici?

Da, čitala sam Matematičko-fizički list, i uživala razmišljati o problemima čak i kad ih nisam mogla riješiti. Kako se to često dešavalo, mislila sam da matematika možda i nije najbolji izbor studija za mene. No, to razmišljanje se pokazalo neispravnim. Ako volite matematiku i razmišljanje o zadacima koji nisu samo računanje, za koje vam treba mnogo vremena, i koje često ne možete riješiti, no svejedno uživajte u tom razmišljanju o njima čak i kad nemate pravu ideju, matematika je studij o kojem bi trebali ozbiljno razmisliti, posebno ako vas ona interesira.