

# Rozhovor s prof. RNDr. Anatolijom Dvurečenským, DrSc. o poslaní matematiky v jeho živote

## 1. Kto Vás nadchol pre štúdium matematiky?

Pred druhou svetovou vojnou bolo v Budapešti známe evanjelické nemecké gymnázium Fasori Gymnázium. Tam vyučoval matematiku legendárny profesor László Rátz. Po rokoch sa ukázalo, že z jeho bývalých žiakov sa stali svetoznámi matematici a fyzici, dokonca nositelia Nobelovej ceny: Eugen Wigner (fyzik a matematik, Nobelova cena za fyziku), János Harsányi (ekonóm a matematik, rozvinul teóriu hier, Nobelova cena za ekonómiu), János von Neumann (matematik, fyzik), Edward Teller (otec vodíkovej bomby) a iní. Keď sa ich po rokoch pýtali, komu vďačia za svoje úspechy, tak všetci spomínali svojho profesora matematiky L. Rátza. Tornaľa nie je Budapešť, no aj tu, v bývalom Šafárikove, sa niečo podobného stalo.

V siedmej triede prišiel na našu školu v Tornali nový pán učiteľ, Ladislav Jónáš (1935 – 2005), ktorý nás učil matematiku, fyziku a bol aj našim triednym učiteľom. Na Matematickom ústave sme mali kolegu, trochu mladšieho odo mňa, RNDr. Imra Vrťa, DrSc., ktorého kedysi tiež na ZDŠ v Tornali učil pán Jónáš. Takže aj v Tornali sa stalo, že dvaja bývalí žiaci nášho matematikára pracovali na poprednom slovenskom matematickom pracovisku. Nepochybne je to aj vďaka nášmu Pánovi učiteľovi. Znovu sa potvrdilo, aká je dôležitá úloha učiteľa dokonca už na základnej škole. Dobrý učiteľ vie nadchnúť žiakov a zlý učiteľ ich zase odplašiť. A nezávisí to od toho, či sa učí v malom mestečku ako Tornaľa, alebo vo veľkej Bratislave. Závisí to len od toho, s akou láskou učiteľ učí. Na strednej všeobecno vzdelávacej škole, ako sa vtedy volalo gymnázium, nás učil matematiku náš riaditeľ Ladislav Hricovíni. Obaja spomínaní učitelia mali na mňa veľký vplyv. Vedeli zaujať aj tých, čo nešli študovať matematiku.

## 2. Neuvažovali ste o tom, že pôjdete v otcových šľapajach študovať geodéziu?

Už ako malého špunta ma otec brával na meračky a keď som bol stredoškólakom, tak som cez prázdniny robil figuranta na geodézii. Prírodzene som ku geodézii inklinoval a chcel som ju študovať aj na vysokej škole. Raz v maturitnom ročníku sme išli s otcom merať do susednej dedinky Gemer - obyčajný susedský spor. Keď sme tam prišli, tak najprv ženy si skočili do vlasov, potom muži vytiahli sekery a vidly, takže my sme sa s otcom otočili na opätku a odišli sme domov. Vtedy som pochopil, že geodézia nie je veľmi mierumilovné povolanie. Takže nakoniec som si podal prihlášku na štúdium matematiky a fyziky na vtedajšej Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave. A tak som sa po čase stal profesionálnym matematikom.

Na Ústave teórie merania som zistil, že RNDr. Kubáček je vyučený zememerač, ktorý ešte vyštudoval aj matematiku. Takže aj keď ja sám som sa nestal zememeračom, pracoval som na oddelení matematicko-štatistických metód v meraní, ktoré viedol zememerač a matematik RNDr. Kubáček. Mimochodom, v našom oddelení pracovali viacerí pôvodní geodeti. Toto oddelenie sa stalo základom slovenskej štatistiky a pravdepodobnosti, kde pracovali vtedy také známe osobnosti ako RNDr. S. Pulmannová, CSc., RNDr. F. Rublík, CSc., RNDr. Š. Šujan, CSc. (1947 – 1985), RNDr. J. Volaufová, CSc., RNDr. J. Luha, CSc. (1947 – 2018). Ale aj ďalší štatistici z dnešného Ústavu merania SAV majú pôvod v tomto Kubáčkovom oddelení.

## 3. Ktorí z pedagógov na vysokej škole boli pre Vás inšpiráciou pre Vašu vedeckú dráhu?

V treťom ročníku vysokej školy nás začali učiť (vtedy mladí) doc. RNDr. Tibor Neubrunn, CSc. (1929-1990) a doc. RNDr. Beloslav Riečan, CSc. (1936-2018). Mali sme s nimi teóriu množín, teóriu miery a integrálu a teóriu pravdepodobnosti. Ich spôsob prednášania a zápal pre matematiku nás zaujal natoľko, že v štvrtom ročníku som spolu s nebohým spolužiakom Jožkom Kalasom oslovil pána docenta Riečana s prosbou dať nám nejakú tému na diplomovú prácu. Ja som dostal tému Poincarého veta o rekurentnosti na kvantových logikách. Kvantové logiky

bol nový smer, ktorý začal už v 30. rokoch, keď sa ukázalo, že Kolmogorov model pravdepodobnosti nevyhovuje meraniam v kvantovej mechanike. Odvtedy sa hľadali vhodnejšie matematické modely a v 60. rokoch začal ich boom vo svete aj na Slovensku. Práve doc. Neubrunn a doc. Riečan a tiež doc. RNDr. T. Katriňák, CSc., RNDr. A. Pázmán, CSc. a RNDr. S. Pulmannová, CSc., boli prvými protagonistami u nás tejto zaujímavej oblasti matematiky, v ktorej sa stretáva teória pravdepodobnosti s algebrou, funkcionálnou analýzou, Hilbertovými priestormi, matematickou logikou, fuzzy modelmi, atď. Vtedy som netušil, že kvantové logiky, ktoré dnes poznáme aj ako kvantové štruktúry, poznačia celý môj profesionálny život. Okrem toho, táto oblasť matematiky sa v priebehu pár rokov stala veľmi úspešnou na Slovensku a Slovensko sa stalo jedným zo svetových lídrov.

#### **4. Ako ovplyvnil Vašu vedeckú dráhu pobyt v Spojenom ústave jadrových výskumov v Dubne?**

Plánovaný dvojročný pobyt v Dubne, ktorý sa predĺžil na šesť rokov, bol pre mňa obohacujúci z viacerých dôvodov. Našiel som svoje ruské korene, narodil sa nám syn Andrej a mal som možnosť spolupracovať s ľuďmi, ktorí ma významne posunuli v mojom vedeckom raste.

V Dubne bol mojim šéfom prof. G.A. Ososkov, ktorý doposiaľ aktívne pracuje v SÚJV. Nedávno prof. L. Kubáček a prof. G.A. Ososkov oslávili 90. narodeniny. Ososkov bol najskôr ašpirantom u A. J. Chinčina (1894 – 1959) a potom, keď Chinčin ochorel, tak sa stal ašpirantom A. N. Kolmogorova (1903 – 1987). Na svete je len málo pravdepodobnostiarov, ktorí sa môžu pochváliť, že ich školitelia boli takí matematickí géniovia ako Chinčin a Kolmogorov. V teórii pravdepodobnosti existujú dva druhy zákona veľkých čísel. Jeden hovorí, kedy priemerná hodnota konverguje k normálnemu rozdeleniu a potom druhý limitný zákon pre diskrétne náhodné premenné, keď limitou je Poissonovské rozdelenie. A Ososkov, ako mladý ašpirant, sa zaoberal práve tým druhým prípadom. Kolmogorov mal vo zvyku brať svojich ašpirantov na dlhé prechádzky do prírody, kde počas prechádzky každý musel vysvetľovať na čom pracuje. Pri vysvetľovaní nesmeli používať žiadne papiere, všetko z hlavy. Tak aj Ososkov musel hovoriť, čo vydumal. Kolmogorovovi sa niečo nepáčilo a Ososkov potom strávil niekoľko dlhých

týždňov, kým našiel chybu vo svojom uvažovaní. Ako perličku uvádzam, že keď partia študentov prišla k jazeru, tak sa vykúpali ako ich Pán Boh stvoril, a preto údajne Kolmogorov nemal žiadne aspirantky.

Keď som prišiel do Dubny, Ososkov mi predložil starú úlohu určenia parametra ionizácie elementárnych častíc v trekových komorách vo fyzike vysokých energií. Keď urýchlené častice prechádzajú komorou, po narazení na terčik, sa častice rozpráchnu podľa svojich hmotností, ionizujú a to sa fotilo. Na fotografiách bolo vidieť trajektórie s väčšími alebo menšími iskrami vo forme malých obláčikov. Prof. Pázman už predo mnou robil určitú analýzu, takže keď som sa pozrel na jeho výsledky, tak som si po čase uvedomil, že máme pred sebou systém hromadnej obsluhy s nekonečným počtom obsluhujúcich kanálov. Dovtedy som teóriu hromadnej obsluhy neštudoval a bol som veľmi prekvapený, že také systémy hromadnej obsluhy s nekonečným počtom kanálov nie sú len matematická fikcia, ale skutočne reálne fyzicky existujú. Keď som to ukázal môjmu šéfovi Gennadijovi Alexejevičovi, bol tiež veľmi prekvapený a začali sme sa intenzívne zaoberať takýmito modelmi a ich aplikáciám do fyziky vysokých energií. Bol to pre neho návrat do mladosti, keď sa opäť zaoberal týmto druhom pravdepodobnosti. Napísali sme spolu sériu prác a dodnes sa tieto naše práce citujú.

**5. V roku 1993 Vám vyšla v prestížnom vydavateľstve Kluwer Academic Publishers monografia *Gleason's Theorem and Its Applications*. Čo Vás priviedlo k tejto téme?**

Téma mojej dizertačnej práce bola o stavoch na kvantových logikách. Pokračoval som o Poincarého vete a pridával nové témy. Môj školiteľ mi poradil, aby som si pozrel Gleasonovu vetu, ktorá je kľúčovým výsledkom reprezentujúcim  $\sigma$ -aditívne stavy (pravdepodobnostné miery) na logike všetkých uzavretých podpriestorov separabilného Hilbertovho priestoru dimenzie aspoň 3 pomocou pozitívnych Hermitovských operátorov s jednotkovou stopou. Tento výsledok sa mi veľmi zapáčil a venoval som sa jeho aplikáciám a zovšeobecneniam niekoľko desiatok rokov, čo kulminovalo k tomu, že počas svojho pobytu na Ústave teoretickej fyziky v Kolíne nad Rýnom (štipendista Humboldtovej nadácie v rokoch 1991 – 92) som napísal spomínanú monografiu.

## 6. Ktoré vyriešené matematické problémy si osobne najviac ceníte?

Jeden z najvýznamnejších problémov, ktorý sa podarilo vyriešiť, bol vzťah medzi kompatibilitou pozorovateľných, združenými pozorovateľnými a komutátorom systému pozorovateľných. Zaujímavé boli aj výsledky, ktoré súviseli s úplnosťou pred-hilbertových priestorov pomocou stavov. Jeden z takýchto výsledkov sa podarilo napísať aj s profesorom Neubrunnom.

V 90. rokoch som začal spolupracovať s talianskymi kolegami pri štúdiu MV-algebier. Najprv to boli kolegovia okolo prof. P. de Lucia z Univerzity v Neapoli, a potom s prof. A. Di Nalom z Univerzity v Salerne. Pseudo MV-algebry ma inšpirovali k štúdiu rôznych nekomutatívnych štruktúr. Napr. s doktorandom T. Vetterleinom sme uviedli pseudo efektové algebry, ktoré sa tiež stretli s veľkým záujmom odbornej verejnosti. Ďalšie nekomutatívne štruktúry boli napr. pseudo efektové algebry. Zaujímavé výsledky som získal o stavových morfizmoch, kde som spolupracoval s prof. Franco Montagna (1948 – 2015), Dr. T. Kowalskim, doc. M. Boturom. Išlo tu o otázku, ako možno axiomatizovať stav na logike tak, že sa rozšíri jazyk MV-algebier. Pre MV-algebry existuje základný reprezentačný výsledok od D. Mundiciho, ktorý hovorí, že kategória MV-algebier je kategoriálne ekvivalentná kategórii unitálnych abelovských zväzovo usporiadaných grúp s fixnutou silnou jednotkou. Mne sa podarilo tento výsledok zovšeobecniť, keď som ukázal, že každá pseudo MV-algebra je vlastne intervalom v niektorej zväzovo usporiadanej grupe už nie nutne abelovskej s fixnutou silnou jednotkou a dokázal som aj kategoriálnu ekvivalenciu. Tento výsledok je dôležitý, pretože pseudo MV-algebry tvoria varietu, t. j. základné operácie sú definované pomocou jednoduchých identít, zatiaľ čo trieda unitálnych grúp nie je varieta. Takže tento výsledok bol vlastne mostíkom alebo prekladačom medzi dvoma jazykmi matematických štruktúr. Svojho času bol tento výsledok označený ako najcitovanejší výsledok slovenského autora bez západných spoluautorov evidovaný v databáze Web of Science. Na tejto problematike som potom spolupracoval aj prof. W.C. Hollandom (1935—2020), prof. C. Tsinakism, obaja z USA a prof. A. Di Nalom.

## 7. Inšpirovali Vás vo Vašej vedeckej práci aj slovenskí matematici?

V polovici 80. rokov pôsobil na Vysokej vojenskej škole v Liptovskom Mikuláši prof. Riečan, ktorý bol matematický živel na Slovensku, známy svojimi mnohými nápadmi pritiahnúť čo najväčší počet ľudí do matematiky. Liptovských záujemcov o matematiku (ale nielen ich) „nakazil“ aj myšlienkami okolo fuzzy množín. V Liptovskom Jáne, na jednej z konferencií, som sa zoznámil aj s jeho mladými kolegami Ferrom Kôpkom (1953 – 2008) a Ferrom Chovancom. Prof. Riečan zariadil, že som bol aj ich spoluškoliťom. V roku 1991 Kôpka a Chovanec vyrukovali so zaujímavou myšlienkou, D-posetmi, kde hlavnou operáciou bol rozdiel dvoch porovnateľných prvkov. Hneď ma to zaujalo a začal som sa im venovať aj ja. Ich model zahrňoval všetky predchádzajúce modely kvantových logík, modeloval aj tzv. neostré merania pomocou mier s hodnotami v množine pozitívnych operátorov a obsahoval aj mnohohodnotovú logiku predstavovanú MV-algebrami. Za chvíľu si ich prácu všimli aj americkí kolegovia, D. J. Foulis (1930 – 2018) and M. K. Bennettová, ktorí prišli s ekvivalentnou štruktúrou, efektóvymi algebrami, kde základnou operáciou je súčet navzájom sa vylučujúcich udalostí. Tento slovenský „vynález“ spôsobil revolúciu v teórii kvantových logík a začalo sa hovoriť o kvantových štruktúrach. Vznikla aj *International Quantum Structure Association*, ktorá bola ustanovená na Smolenickom zámku v r. 1991. Postupne sa začali organizovať aj Konferencie IQSA každé dva roky a v roku 1988 sme túto konferenciu usporiadali aj na Slovensku v Liptovskom Jáne. Efektóvym algebrám, resp. D-posetom, som sa začal intenzívne zaoberať aj ja a v roku 2000 sme s RNDr. S. Pulmannovou vydali spoločnú monografiu *New Trends in Quantum Structures*, ktorá vyšla v Kluweri. V roku 2004 som bol zvolený v Denveri za prezidenta IQSA, čo bolo ďalšie významné ocenenie Slovenskej školy kvantových štruktúr, pretože v roku 2001 bola prezidentka IQSA RNDr. S. Pulmannová.

## 8. Získali ste veľa medzinárodných aj domácich ocenení. Ktoré z ocenení udelených na Slovensku si najviac vážite?

V roku 2003 som bol zvolený za zakladajúceho člena Učenej spoločnosti pre SAV a v roku 2006 som bol vyhlásený sa Vedca roka Sloven-

skej republiky za r. 2005. Bol som prvý matematik, po mne sa stali vedcami roka ešte dvaja ďalší slovenskí matematici prof. RNDr. I. Podlubný, DrSc. a prof. RNDr. M. Fečkan, DrSc., čo svedčí o tom, že slovenskí matematici majú medzi slovenskými vedcami cveng. Oficiálne ocenenia potešia, ale oveľa dôležitejšie je, keď si Vaše výsledky všimnú odborníci zo sveta, ktorí sa vyznajú v problematike.

**9. Keď ste spomenuli profesora Riečana, okrem iného aj zakladateľa konferencií Matematika a hudba, nedá mi nespýtať sa, aký je Váš vzťah k hudbe?**

Keď mi prof. RNDr. A. Huťa, CSc. (1915 – 2000) písal odporúčenie na ašpirantúru, tak celý náš rozhovor bol o hudbe a nie o matematike pretože sám trochu hrám na klavír a gitaru. Nie nadarmo, lebo matematika a hudba majú k sebe veľmi blízko a mnohí vynikajúci matematici boli aj dobrými hudobníkmi. Prof. RNDr. B. Riečan, DrSc. bol prvotriedny klavirista a organista a každá konferencia musela mať aj hudobné predstavenie, na ktorom hrali účastníci konferencie. Keď po rokoch sme mali na Matematickom ústave prijímací pohovor na doktorandské štúdium, prihlásil sa ku mne mladý kolega z Nemecka, T. Vetterlein, bol dobrý a na konci pohovoru som si všimol jeho ruky. “Ste klavirista?” „Áno.“ “Tak ste prijatý!” bola moja odpoveď.

**10. Mali ste čas popri množstve vedeckých aktivít venovať sa aj pedagogickej práci?**

V roku 1989 ma pozvali prednášať na Stavebnú fakultu SVŠT a ako zaujímavosť, učil som matematiku budúcich zememeračov, takže som si opäť spomenul na svojho otca a môj záujem o geodéziu. Potom nastúpili známe novembrové udalosti a zakrátko som odišiel do Nemecka na Humboldtovo štipendium. Po návrate som opäť začal prednášať na Stavebnej fakulte, na architektúre a na MFF UK. V roku 1993 som sa habilitoval a v roku 1998 som na MFF UK aj inauguroval. Aj dnes sa ešte venujem pedagogickej práci a v rámci doktorandského štúdia prednášam pravdepodobnosť doktorandom z fakulty ako aj našim doktorandom. Okrem iného bol som školiteľom 7 ašpirantov/doktorandov. Le Ba Longovi z Vietnamu, ktorý dnes je dekanom v Hanoji, T. Vetterleinovi z Nemecka, ktorý pôsobí na Univ. v Linzi, E. Chetcutimu

docentovi z Maltskej univerzity, A. Tirpákovej, ktorá je dnes profesorka UKF v Nitre, doc. F. Kôpkovi a doc. F. Chovancovi (ako školiteľ špecialista) z Akadémie ozbrojených síl gen. M.R. Štefánika v L. Mikuláši a Dr. M. Hyčkovi z nášho ústavu.

Pedagogická práca je veľmi dôležitá aj pre pracovníkov akadémie. Už nebohý akad. Štefan Schwarz podporoval a odporúčal mladým kolegom, aby sa venovali sem-tam aj vyučovaniu. To umožňuje mať živý kontakt so školou a študentmi. Lebo najlepšia aplikácia matematiky je naučiť študentov, čo je matematika a aký má význam a medzi študentmi sa dajú najst' budúci doktorandi a vedeckí pracovníci.

**11. Čo by ste z pohľadu súčasnosti urobil inak vo svojom profesijnom živote?**

To je hypotetická otázka, pretože nič sa už nevráti. Ale ja si myslím, že sa nemôžem rúhať a sťažovať sa na osobný alebo profesijný život. Cieľom môjho snaženia nebolo dosiahnuť nejakú významnú funkciu. Nikdy ma nenapadlo, že by som mal byť riaditeľom Matematického ústavu SAV a nakoniec som ním bol 16 rokov. Vždy som sa snažil poctivo robiť svoju prácu a tá postupne priniesla svoje úspechy v mojom živote ako matematika, ale aj v rodinnom živote. Takže nemám čo meniť na svojich skutkoch.

**12. Kam sa podľa Vášho názoru uberá dnešná matematika ako veda a aké trendy sa prejavujú v slovenskej matematike?**

Slovenská matematika nemá takú dlhú históriu ako napr. česká. Moderný typ matematikov začal skromne a za slovenského matematika číslo nula možno považovať prof. Jura Hronca (1881 – 1956). Bol to otec-zakladateľ vysokých škôl na Slovensku. Po ňom nasleduje prvá generácia okolo akad. prof. RNDr. Štefana Schwarza (1914 – 1996), teória čísel, prof. RNDr. Anton Huťa, DrSc. (1915 – 2000), numerická matematika a štatistika, a ďalší, ktorí študovali v Prahe. Akad. Jur Hronec sa zaslúžil aj o založenie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave počas vojny. Odtiaľ vyšli prví povojnoví matematici ako akad. prof. RNDr. Ján Jakubík, DrSc. (1923 – 2015), algebraik, ktorý ešte ako 90-ročný pracoval na našom ústave., prof. RNDr. Milan Kolibiar, DrSc. (1922 – 1994), algebraik, prof. RNDr. Tibor Neubrunn, DrSc. (1929 – 1990), teória miery. Veľmi úspešnou generáciou povojnových

matematikov bol ročník prof. Beloslava Riečana (1936 – 2018), teória miery, kde boli napr. prof. RNDr. Pavol Brunovský, DrSc. (1934 – 2018), dynamické systémy, prof. RNDr. J. Gruska, DrSc. (1933), informatik, a iní. Protagonistom v teórii grafov bol RNDr. J. Bosák, DrSc., (1933 – 1987), prvý víťaz Matematickej olympiády v Československu. Títo mladí matematici spolu so staršou generáciou významne ovplyvnili rozvoj matematiky na Slovensku a jej úspešné dopady vidieť aj dnes a ešte dlho budú markantné. Súčasná slovenská matematika je významným hráčom v európskom ako aj celosvetovom kontexte.

V poslednej dobe traja matematici sa stali Vedcami roka SR (ja za rok 2005, prof. RNDr. I. Podlubný, DrSc. za rok 2012, prof. RNDr. M. Fečkan, DrSc. za rok 2017) a prof. RNDr. M. Fečkan, DrSc., náš bývalý ašpirant, získal prestížne ocenenie Highly Cited Researcher za rok 2019 a zaradil sa tak medzi 1 % najcitovanejších vedcov vo svojom odbore na svete.

Matematika 19. a 20. storočia bola inšpirovaná fyzikou. Aj v súčasnosti napr. kvantová mechanika dáva impulz pre oblasť na pomedzí matematiky a fyziky, kvantovým technológiám. Tieto technológie dnes majú veľkú podporu v USA, Číne ako aj v EU, a je dobre, že aj Slovensko zachytilo tento trend. Rozvoj počítačov prispel tiež k rozvoju matematiky a naopak. V roku 2000 bol svetový rok matematiky a vtedy Clayov ústav v matematiky v USA v spolupráci s poprednými svetovými matematikmi vybral 7 tzv. miléniových problémov, za vyriešenie každého je odmena milión dolárov. Zatiaľ bola vyriešená Poincarého hypotéza v roku 2004 ruským matematikom G. J. Perelmanom, ktorý odmietol aj milión dolárov aj Fieldsovu medailu, ktorá je pre matematikov niečo ako Nobelova medaila. Je známe, že Nobelova cena pre matematiku neexistuje. Ak matematik chce získať Nobelovu cenu, musí ísť mimo matematiku. Tak napr. L.V. Kantorovič (1975), János Harsányi (1994) a John F. Nash (1994) získali Nobelovu cenu za ekonómiu takže aj ekonómia veľmi ovplyvnila rozvoj matematiky.

Matematiku 21. storočia budú ale ovplyvňovať biologické systémy, pretože živé organizmy sú komplexnejšie ako fyzikálne. Dnes sa derie do popredia bio-matematika a počas môjho pôsobenia pri výbere ERC-grantov pre mladých matematikov v Bruseli to bolo veľmi vidieť. Už teraz niektoré problémy z medicíny sa riešia u nás pomocou

matematiky, napr. diferenciálnych rovníc alebo matematickej štatistiky a to je iba začiatok. Pomocníkom bude bio-informatika. Do riešenia aktuálneho problému so šírením koronavírusu COVID 19 sa zapojili aj matematici zo Slovenska, konkrétne z FMFI UK a tiež matematici nášho ústavu sa snažia pochopiť jeho šírenie.

Aktuálna situácia s pandémiou koronavírusu ukázala, aká je významná veda, vrátane matematiky, v boji proti nej. Dúfam, že vysoký kredit slovenskej vedy, ktorá sa okamžite zapojila do pomoci, si všimli aj predstavitelia vlády a budú ju podporovať aj vtedy, keď korona odznie.

### **13. Máme v súčasnosti mladých matematikov, ktorí môžu svojimi výsledkami posunúť matematiku ako vedu?**

Na Slovensku sa matematika študuje hlavne na FMFI UK v Bratislave, PF UPJŠ v Košiciach, ale aj na STU. Ďalšie významné centrum, kde študujú matematiku slovenskí maturanti, je MFF UK v Prahe ako aj Masarykova univerzita v Brne a Palackého univerzita v Olomouci. A mnohí vynikajúci mladí ľudia študujú aj na popredných britských univerzitách. Bohužiaľ, len málo z nich sa vracia naspäť na Slovensko. No napriek tomu sa nájdu vynikajúci mladí ľudia, čo sa vrátili, alebo čo študujú matematiku doma a tí sú nádejou, že matematika bude na Slovensku úspešne napredovať.

Matematika je jedna zo základných oblastí, bez ktorej kultúrny, vzdelanostný, ekonomický, obranný a ľudský rozvoj nie je možný v žiadnej krajine. Koncom februára 2020 zomrela vo veku 102 rokov americká numerická matematická Katherine Johnson, ktorá v NASA počítala ručne bez výkonných počítačov dráhy pre prvých amerických kozmonautov. Kozmonaut J. Glen žiadal ešte tesne pred prvým svojim štartom, aby Katherine rýchlo prepočítala jeho orbitu a až po jej potvrdení Glen súhlasil so štartom. Takéto zaujímavé príklady sa dajú nájsť v každej krajine a pre mladých ľudí môžu byť inšpiráciou prečo sa treba venovať štúdiu matematiky.

### **14. Kde je podľa Vás príčina častokrát negatívneho postoja žiakov k matematike a nezájmu študentov o jej štúdiu?**

Detskí psychológovia si dávno všimli, že určité matematické danosti sú vrodené ľuďom od narodenia. Keď ukazovali bábätkám dve hračky

a potom iné dve hračky, po čase ich to prestalo baviť. Ale keď im ukázali tri tie isté hračky, tak zo záujmom sa na to pozreli. Keďže matematika nie je nič iné ako zdravý sedliacky um, tak základné matematické povedomie je geneticky vložené do výbavy každého novorodenca. To je niečo také ako keď bábätko vedia plávať po narodení, ale keď to ďalej nerobia, tak táto schopnosť zakrní a neskôršie sa deti musia učiť plávať od začiatku. Všimnime si, že malé deti majú záujem o počítanie, ale keď sa to potom nepodporuje, neskôr môže vzniknúť strach až odpor k nej. Na vlastnej skúsenosti viem, akú významnú úlohu zohráva dobrý učiteľ, rodič alebo kamarát. No neraz sme svedkami, že dobrý učiteľ vie vzbudiť záujem o matematiku aj slabšieho žiaka a zlý pokaziť aj šikovného počtára. Deti majú prirodzenú zvedavosť, však si všimnime ako neraz do omrzenia sa pýtajú a prečo a prečo? Keď sa podarí túto zvedavosť udržať aj do vysokého tínedžerského veku, je nádej, že mladá deva, alebo mládenec sa nebude báť matematiky a môže študovať techniku, ale aj matematiku. A dobrý učiteľ je potom na nezaplatenie. Ak lekár alebo právnik ovláda matematiku, nič lepšieho sa mu nemôže stať.

Matematika, tak ako každá disciplína, potrebuje aj určitý cvik. Aj najväčší hudobný talent musí cvičiť. Kalkulačky nie sú matematika a vedieť niečo naspamäť ako napr. násobilku je nutné a osožné. Najprv je matematika ľahká, ale po čase sa nároky zvyšujú, a keď sa plynule žiak s nimi neoboznamuje a neskúsi to na príkladoch, po čase zistí, že už nerozumie. A tu vzniká prvý strach z nej. Bohužiaľ, ani učitelia nie sú vždy na patričnej výške a nie najlepší študenti idú študovať matematiku. Negatívom je, že učitelia matematiky nie sú platení najlepšie a tí šikovnejší absolventi učiteľstva matematiky sa radšej zamestnajú v IT firmách, aby mohli užiť svoje rodiny. Vo Fínsku učiteľ je dobre zaplatený, najlepší fínski maturanti idú preto študovať za učiteľa. Potom sa nesmieme čudovať, že v testoch PISA sa Slovensko objavuje na chvoste krajín OECD, zatiaľ čo Fínsko je na popredných priečkach. Preto treba dávať zvýšenú pozornosť výberu budúcich učiteľov, hlavne učiteľov matematiky, aby študentov neodradzovali, ale inšpirovali.

V Prahe pôsobí prof. Milan Hejný, CSc., ktorý aj mňa učil na vysokej škole a mám na neho dobré spomienky ako na vynikajúceho učiteľa. Prof. Hejný sa celý život venuje didaktike matematiky, svojho času viedol v Petržalke experimentálnu triedu, do ktorej chodila aj

moja dcéra. V polovici 90. rokov odišiel do Prahy a tam rozvinul metódu vyučovania matematiky na základných školách, ktorá má pôvod ešte u jeho otca. Dnes v Čechách, ako aj na Slovensku je veľká skupina nadšených podporovateľov Hejného metódy ale aj veľa neprajníkov. Na tomto príklade chcem len dokumentovať, aké zložité je nájsť spoločný konsenzus, ako sa má učiť matematika.

### 15. Aký je Váš názor na dlho diskutovanú otázku povinnej maturity z matematiky?

Nedávno som si pozrel vysvedčenie môjho otca z reálneho učilišťa v Rusku z r. 1919. Na vysvedčení má predmety ako náboženstvo, ruský jazyk, nemecký jazyk, francúzsky jazyk, 4 matematiky - konkrétne: **aritmetiku, algebru, trigonometriu, špeciálny kurz (základy analytickej geometrie a analýza nekonečne malých)**. Okrem toho tam boli známky ešte z histórie, prírodovedy, fyziky, **matematickej geografie**, kreslenia a úvodu do práva. Už pre sto rokmi v cárskom Rusku poznali význam matematiky! Preto sa nečudujme kvalitám sovietskej a ruskej matematiky. A čo my na Slovensku v r. 2021?

To, že matematika nie je povinná pri maturite aspoň na školách s prírodovedným alebo technickým zameraním nepomohlo, skôr naopak. V roku 2018 maturovalo z matematiky 13% maturantov a v roku 2019 14%, čo je žalostne málo. Preto nie je záujem o štúdium techniky a matematiky. Veľké množstvo univerzít na Slovensku je skôr brzdou rozvoja, ako jej výhodou. Univerzity si potom preťahujú študentov a neraz zoberú aj takých, čo by nemali čo robiť na vysokej škole. Veľký počet absolventov sociálnych štúdií nedokáže pokryť slovenský malý trh. A potom so skutočnosťou, že pokladničky v supermarketoch sú absolventky univerzít, sa nemôžeme nahlas chváliť ani doma ani pred svetom.

Pomaly 30 rokov ide diskusia o znovuzavedení povinnej maturity z matematiky napr. pre gymnázia aspoň prírodovedného zamerania alebo pre stredné odborné školy technického, ekonomického, informatického zamerania. Za to obdobie sa na ministerstve vymenilo asi 20 ministrov školstva. Niektorí z nich boli vyučení matematici, resp. fyzici (aj posledná ministerka bola absolventkou MFF UK). Keď bol ministrom školstva D. Čaplovič, archeológ, tak ten si dobre uvedomoval

historický význam matematiky a zasadzoval sa o znovuzavedenie matematiky ako povinného maturitného predmetu, ale nepodarilo sa. V autorskom tíme ministerského národného programu Učiace sa Slovensko z roku 2017 zo šiestich autorov boli traja matematici a jeden fyzik, no nič sa nepodarilo realizovať a program bolo pozastavený.

V Čechách sa pôvodne mala zaviesť dvojstupňová maturitná skúška z matematiky. No práve v polovici júna 2020 bol prijatý zákon, ktorým sa povinná maturita z matematiky ruší. Rakúšania a Maďari sa tejto skúšky nevzdali. Našťastie Slovenská matematická spoločnosť bubnuje na poplach. V posledných dňoch sa podpory dostalo aj od zamestnávateľov, ktorí žiadajú povinnú maturitu z matematiky, povinnú výučbu angličtiny a výraznú podporu technického a prírodovedného vzdelávania. Inak sa podľa nich Slovensko nebude môcť podieľať na inováciách a uspieť v medzinárodnej konkurencii. Podpora matematiky od vysokých škôl technického zamerania je samozrejماً. Našťastie Ministerstvo školstva otvorilo pred rokom diskusiu o skvalitnení matematického vzdelávania. Ale bude úspešné? Koronavírus tiež ukázal, že existujú aj nové spôsoby vyučovania a učitelia sa museli zo dňa na deň bez varovania rýchle preorientovať na on line vzdelávanie. Nevedie aj tadeto cesta? No treba poznamenať, že osobná prítomnosť a osobnosť učiteľa sú nenahraditeľné.

Asi v roku 2006 americký prezident G. Bush dosiahol, že sa znížilo financovanie experimentálnej biológie a peniaze sa dali na rozvoj matematiky a fyziky na školách. Podobného úspechu sa podarilo americkým matematikom v polke 80. rokov, keď presvedčili americký kongres, že treba podporovať matematiku a fyziku. Dôvod - bola obava zo sovietskej matematiky. Sovietski matematici spravili následne podobné opatrenia. Vývoj raket, atómových bômb, obrana, kybernetická bezpečnosť, ochrana údajov, ochrana financií, medicína, meteorológia, technika, atď. sa nedá robiť bez znalostí špičkovej matematiky. V roku 2006 Američania sa začali obávať vplyvu indickej a čínskej matematiky.

A čo Slovensko, nepotrebuje matematiku, nepotrebuje šikovných matematikov? Sú naše účty, údaje, počítače, nemocnice, elektrárne zabezpečené pred útokmi zvonku? Na to a na všeličo iné potrebujeme veľa dobrých matematikov! Čakáme na mladých adeptov matematiky!

## Post Scriptum

Moje prvé stretnutie s profesorom Dvurečenským bolo začiatkom roku 1989 na pôde Vysokej vojenskej technickej školy (VVTTŠ) v Liptovskom Mikuláši. Na prvý pohľad možno prekvapujúce miesto, ale v tomto období prichádzali na Katedru matematiky VVTŠ, kde som v tom období pôsobila, mnohí významní slovenskí, ale aj českí matematici. Dôvodom bol matematický seminár z pravdepodobnostných metód a ich aplikácií, ktoré od roku 1986 každý týždeň organizoval profesor Riečan. Profesor Dvurečenskij mal na týchto seminároch niekoľko prednášok, ktoré boli inšpiráciou pre viacerých mladých matematikov katedry. Začal veľmi úzko spolupracovať najmä s RNDr. Františkom Kôpkom a RNDr. Ferdinandom Chovancom. Stal sa nielen ich vedeckým konzultantom, ale aj iniciátorom ich výskumných pobytov na Matematickom ústave SAV, ktoré priniesli mnohé zaujímavé a medzinárodne uznávané vedecké výsledky.

Nechcem ale na tomto mieste hovoriť o ňom ako o významnom slovenskom vedcovi alebo pedagógovi. Veľmi rada si totiž naňho spomínam aj ako na hlavného konferenciera všetkých spoločenských podujatí konferencií Fuzzy Set Theory and Applications (v dvojročných intervaloch sa konajú na Liptove už od roku 1992), ale aj IQSA (International Quantum Structures Association), na ktorých sme sa pravidelne stretávali. Jeho prirodzený jazykový talent a neodmysliteľný šarm oslovili každého účastníka a vytvorili neopakovateľnú atmosféru týchto konferencií. Na základe mnohých našich pracovných, ale aj priateľských stretnutí môžem povedať, že profesor Dvurečenskij je nielen uznávaným matematikom, ale aj výborným spoločníkom, ktorý dokáže stmeliť ľudí nielen prostredníctvom vedy.

Som mu veľmi vďačná, že neodmietol participovať na tomto projekte a podelil sa so svojím životným príbehom, ale aj názormi na vedu, matematiku a jej miesto v slovenskom školstve.

Mária Jurečková