

FOTO PRAVDA - ROBERT HITTNER

# Matematiku netreba milovať, stačí ju vedieť

Prečo deti na prvom stupni základnej školy matematika baví a neskôr sa z nej stáva taký strašiak, že z nej dnes maturuje už len trinásť percent stredoškolákov? O tom, prečo je matematika rovnako dôležitá ako materinský jazyk a prečo chce znovu zaviesť povinnú maturitu z nej, hovorí šéf Slovenskej matematickej spoločnosti **profesor Karol Mikula**. Matematika podľa neho nemusí byť vždy zábava, ale tomu, kto ju ovláda, dáva nesmierne možnosti. Predpovedať lesné požiare, zachraňovať prírodu aj ľudské životy. A využiť sa dá dokonca aj v divadle, kam matematici radi chodia.

**Katarína Sedláková** [ksedlakova@pravda.sk](mailto:ksedlakova@pravda.sk)

**Vraj svojou prácou dokazujete, že matematika môže prispieť k záchrane života, ak ju dokážeme prepojiť s praxou. Prečo matematici skúma embryá rybiek zebričiek?**

Pretože embryo rybky zebričky pruhovanej má takú štruktúru, že sa dá zaznamenať pomocou 3D konfokálneho mikroskopu. Bunkovú štruktúru potom vieme dostať do počítača a spracovať. Dokážeme zistiť, ktorá bunka sa ako pohybuje, kedy sa rozdelí a zrekonštruovať prirodzený vývoj organizmu. Zároveň vieme zrekonštruovať vývoj organizmu, ktorý je už ovplyvnený nejakou látkou, ktorá sa využije v liečivách proti nádorovým ochoreniam. Keď zistíme, že prirodzený vývoj a ten ovplyvnený

sú iné, môžeme vyhlásiť, že táto látka môže pomôcť napríklad znížiť rýchlosť delenia buniek.

**Laikovi sa zdá, že biológia a matematika vôbec nie sú prepojené, a ono je to presne naopak?**

Dnes matematika vo svete preniká do všetkých odvetví, dokonca práve teraz začíname spoluprácu s botanikmi. Chceli by sme zo satelitných snímok podobnými metódami, ako sme pri rybičkách získavali tvary buniek, získať tvary vývoj v čase biotopov označených ako Natura 2000 - tie sú dôležité pre ekológov. Mali by sme zisťovať zmeny týchto oblastí v priestore a čase vďaka matematike a satelitným snímkam.

**Aké zmeny tam napríklad pozorujete?**

Například vzácny les môže byť nahradený monokultúrou alebo ojedinelý močiar môže vyschnúť vplyvom odvodňovania. Dnes je naša Zem monitorovaná vo veľmi jemnom rozlíšení a s využitím matematiky môžeme nahradiť terénnu prácu.

**Všetky projekty robíte naraz a priebežne alebo je projekt s rybkami už ukončený?**

Áno, matematika má tú výhodu, že je spoločným jazykom pre všetky vedné disciplíny. Keď teda vymyslíme matematický model, tak ten sa dá využiť v toľkých rôznych oblastiach, až sa človek čuduje. Máme veľmi šikovných študentov a doktorandov matematicko-počítačového modelovania. Každý rieši nejakú zaujímavú úlohu - napríklad šírenie lesných požiarov.

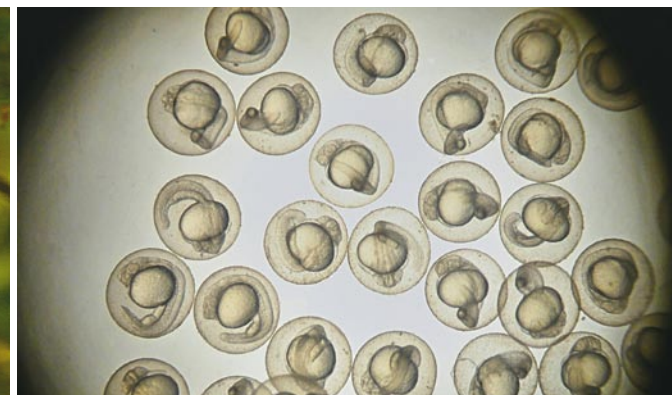


FOTO SHUTTERSTOCK (2)

Zebrička pruhovaná. Výskum jej embryí (na snímke pod mikroskopom), na ktorom sa podieľa tím profesora Mikulu, môže prispieť k liečbe nádorových ochorení.

**Ako sa dá matematika využiť pri skúmaní požiaru?**

Skonstruujeme krivku, ktorá popisuje hranicu lesného požiaru v danom okamihu, a zisťujeme zákonitosti ďalšieho šírenia krivky. V niektorom poraste sa požiar šíri rýchlejšie, v inom pomalšie, smerom do kopca alebo keď fúka vietor, tak sa požiar šíri rýchlejšie v smere vetra a pomalšie proti smeru vetra. Keď tieto zákony vložíme do vývoja krivky, tak vieme matematicky modelovať pohyb krivky, a teda stav lesného požiaru v budúcnosti. Zaujímavé je, že model vývoja krivky je veľmi podobný modelu, ktorý sme použili pre segmentáciu buniek v biológii. Keď sa nejaká krivka vloží do obrazu, mení svoj tvar, aby našla hranicu tej štruktúry bunky, ktorá je viditeľná ľudským okom. Cieľom je, aby túto štruktúru našiel počítač na základe matematického a numerického algoritmu.

**Ako sa k týmto výskumom dostanete? Vymyslíte si ich sami alebo vás oslovia trebárs botanici?**

Je to rôzne. Keď má človek zásobu matematických modelov a aplikácií, na ktorých už pracoval, ľahko zbadá aj novú aplikáciu, kde sa dajú využiť podobné matematické metódy. Napríklad teraz intenzívne spolupracujeme s istou firmou v Grazi, ktorá optimalizuje procesy horenia v spaľovacích motoroch, aby sa znížili škodlivé emisie.

**Takže vy ste skúmali embryo rybiek zebričiek a napadlo vám, že podobný model sa dá použiť pri skúmaní šírenia lesných požiarov?**

Áno. V tom je matematika zaujímavá. Typický príklad je rovnica difúzie, tú dokonca rozoberali ako finále vedeckého výskumu v divadelnej hre Toma Stopparda Arkádia.

**Boli ste na Arkádií v SND?**

Áno, a vôbec som nevedel, na čo idem. Bolo to o vedeckom výskume, kde vo finále šlo o rovnicu difúzie, ktorej sa hovorí aj rovnica vedenia tepla. Je to matematická rovnica, ktorá popisuje deje v šírení tepla - napríklad keď chceme zistiť tepelné pomery v budove, v zime a v lete, keď sa menia vonkajšie podmienky, popisuje šírenie látok v roztokoch, prúdenie podzemnej vody, deje v elektromagnetizme a čo je najzaujímavejšie, je základom metód v spracovaní obrazu a počítačovom videní. Dokonca na škole učíme aj predmet o finančnej matematike, kde sa tiež objavuje rovnica difúzie.

**A tam sa objavuje v akej podobe?**

Všade, kde na seba pôsobia častice náhodným pohybom, ktorého strednú hodnotu a rozptyl vieme odhadnúť, tam sa objaví difúzia. A tu úlohu častíc predstavujú ceny akcií alebo dlhopisov. Môžete si to predstaviť aj tak, že vo Viedni sú na koncertoch vysoké ceny piva, v Bratislave nízke. Difúzia spôsobí, že len čo je rozdiel v nejakej veličine - ktorej hovoríme potenciál - v blízkych bodoch veľký, ten rozdiel sa bude stále znižovať, až dospejeme k ustálenému stavu. Takže dnes už aj v Bratislave na koncerte môže pivo stať 3,50 eura.

**Nevysvetľovala sa difúzia na základnej škole na príklade čajového vrecúška?**

Áno, to je prúdenie v pôrovitom prostredí. Na takéto niečo prišiel Darcy, keď modeloval, ako sa v štrku a íle šíri voda. Vieme, že v niektorých materiáloch sa šíri rýchlejšie, v iných pomalšie. Keď toto zistíme v laboratóriu, vieme spočítať napríklad stav hladiny výšky podzemnej vody na území Žitného ostrova alebo medzi prírodným kanálom a starým korytom Dunaja a vieme riadiť prísun vody, aby napríklad nevyschli lužné lesy.

**Ešte sa vrátme k hre Arkádia, práve vďaka pasážam o spomínanej rovnici bola pre matematických laikov pomerne náročná na pochopenie...**

A mne sa to páčilo, v publiku bolo vtedy veľa matematikov. Stretol som tam napríklad Ivana Mizeru, ktorý kedysi zakladal divadlo GUNaGU a teraz je v Kanade ako vynikajúci štatistik. Povedal mi, že jemu táto naša verzia Arkádie neseď. Videl ju v Londýne aj v Kanade a tam ju podľa neho hrali presvedčivejšie. Ja som ju na iných scénach nevidel a mne sa to páčilo. Mám rád naše Slovenské národné divadlo, veľmi často tam chodievam, bol som s tou hrou spokojný. Pre nevedca to mohlo byť ťažké, ale na druhej strane aj zaujímavé.

„Škola nemá úroveň takú, akých má učiteľov, ale aj akých má študentov.“

**Neboli tam žiadne matematické nezmysly?**

Myslím, že nie. Hoci človek rýchlo zabúda a študent zvlášť. Práveže to smerovalo k tej rovnici difúzie, ktorú učím študentov a viem, že to je jeden z vrcholov matematického modelovania. Tieto modely, to sú parciálne diferenciálne rovnice, ktoré sa dajú využiť od statiky cez prúdenie až po spracovanie obrazu a finančnú matematiku.

**Chodíte často do divadla?**

Veľmi často, kúpim si lístky cez internet a túto hru sme dovtedy s manželkou nevideli. Netušil som, že to bude takto vedecky orientované. Momentálne má SND vynikajúce hry, všetky.

**Manželka je tiež matematická?**

Skončila učiteľstvo matematika - fyzika, chvíľu aj učila, ale dnes ráno nám naše vnučky povedali, že už chápu, prečo babka s učením skončila. Je veľmi jemná a nevie vydávať povely a príkazy. Občas ich však deťom treba dať.

**Vy ste povedali, že ľudia sa dnes boja matematiky viac ako pred desiatimi rokmi. Prečo? Čo sa za tých desať rokov stalo?**

Za posledných desať rokov výmera výučby matematiky hlavne na stredných školách poklesla. Mój názor je taký, že keď človek niečo nevie, bojí sa toho a nejde ďalej študovať veci, ktoré by inak mohol zvládnuť.

**A keď nevie matematiku, uzatvára sa mu asi veľké množstvo odborov?**

Presne, ale deti vo veku 15-16 rokov, v druhom ročníku na strednej škole, keď si musia vybrať semináre, ktoré ich dovedú k maturitnému predmetu, ešte nie sú detailne rozhodnuté, čo budú študovať. Tým, že sme z matematiky urobili nepovinný maturitný predmet pre všetkých, je málo študentov stredných škôl, ktorí si matematiku vyberú. A to je z pohľadu Slovenskej matematickej spoločnosti najväčší problém, ktorý máme.

**O koľko klesla výučba matematiky?**

Na gymnáziách ešte kedysi bežne bývala matematika každý deň počas štyroch rokov, takže 20 hodín. Dnes je predpísaný minimálny objem pre študenta len 12 hodín. Tí, čo z nej nejdu maturovať, majú tieto hodiny matematiky sústredené do prvých troch rokov a vo štvrtom ročníku matematiku nemajú vôbec. →



Potrebuje veľmi dobrých študentov, ktorých budú učiť veľmi dobrí učitelia, potom budeme veľmi dobrou školou a môžeme získať aj tie najlepšie granty.

Aj od našich vysokoškolských študentov vieme, že keď majú rok - dva prestávku, veľa zabudnú. A učiteľovi sa ťažko nadväzuje na tie zabudnuté poznatky. Na gymnáziách je dnes alarmujúco nízky počet maturujúcich z matematiky, iba okolo 25 percent...

**Inokedy sa spomínalo, že len 13 percent?**

Zistil som si to detailnejšie. Trinásť percent je neakceptovateľné číslo, veď vždy to bývalo 70-80 percent. Od 90. rokov sa to začalo meniť, matematika sa okolo roku 2008 stala voliteľným predmetom, odvtedy počet maturujúcich z matematiky začal výrazne klesať. Dnes je to celkovo 13 percent a keďže na gymnáziách je to podľa informácií z minulého roka 27 percent, tak na ostatných stredných školách je maturujúcich z matematiky ešte oveľa menej ako 13 percent. Zistil som napríklad, že na jednej priemyselnej strednej škole končí 99 študentov, z nich 72 sa hlási na vysoké školy, ale iba štyria maturujú z matematiky. Lebo na stredných odborných školách je systém taký, že matematika je piaty dobrovoľný maturitný predmet a študenti si ho už vôbec nevyberajú. A keď títo študenti prídu k nám na Stavebnú fakultu STU - prijímačky momentálne nerobíme, podobne ako mnohé iné fakulty - píšú vstupný test a z 22 študentov ten test urobí iba sedem, aj to len tak-tak.

**Čo s takými študentmi robíte?**

Majú prípravné kurzy z matematiky a tí, čo nespriavia vstupný test, majú voliteľný predmet základy matematiky. Za 13 týždňov majú dohnať to, čo mali mať zvládnuté za predchádzajúcich 12 až 13 rokov štúdia. Takéto skúsenosti majú všetky vysoké školy, ktoré matematiku potrebujú - technické, ekonomické a ďalšie, že 30 až 40 percent študentov nedokončí bakalárske štúdium. Takže sú to vyhodnené peniaze.

**Čo sa stalo so študentmi? Zhlúpli?**

Nezhlúpli. U nás existuje predstava, že dokážeme veci naučiť za veľmi nízku hodinovú výmeru nejakými supermetódami, ale to nefunguje. Keď študent nematuruje z matematiky, nezaujima sa viac o ten predmet, nemá čas sa mu venovať... Je problém Slovenska, tohto štátu, že ľuďom nevytvorí podmienky, aby sa matematiku počas svojho života mohli naučiť. Vykašľali sme sa na to, nechali mladých napospas osudu, veriac, že oni sa v 15 rokoch vedia správne rozhodnúť. Všade v okolitých krajinách je matematika povinný maturitný predmet, my už budeme o štyri roky jediní, ktorí nebudú povinne maturovať z matematiky. Študenti budú žiť až do osemnástky happy, bez stresu a potom príde ten šok, že na vysokej škole študujú len s veľkými problémami. Ďalší problém je ten, že z 13 percent maturantov nám veľmi veľa odíde do Brna, Prahy či Viedne, takže tu nám ostane zvyšok. Škola nemá úroveň takú, akých má učiteľov, ale aj akých má študentov. Keď chceme na Slovensku vybudovať vynikajúce školy, ktoré dokážu konkurovať iným európskym vysokým školám, musíme vzdelávať aj vynikajúcich študentov.

**Takže problémov je veľa.**

Vákuum, ktoré tu vzniká - že Slovensko ostane jedinou krajinou, ktorej študenti nebudú poriadne pripravení z matematiky, je asi najhoršie.

**A pomôže to vyriešiť povinná maturita z matematiky?**

Isteže, povinná maturita nie je všeliek. Mnohí študenti z matematiky nematurovali, ale majú logické myslenie a vedľa sa to naučiť, dokážu byť úspešní. Ale vo všeobecnosti platí, že

povinná maturita z matematiky by pomohla. A z môjho pohľadu ide aj o opätovné vrátenie váhy matematike v našej spoločnosti.

**Už ste niekde spomínali, že matematika by mala mať minimálne také postavenie ako materinský jazyk. Prečo?**

Pretože matematika je spoločným jazykom pre všetky vedné disciplíny a pre celú prax. Včera som našiel na webstránke jedného veľmi úspešného slovenského matematika, ktorý je vedúcim katedry na Vanderbiltovej univerzite v Nashville v Tennessee, tento výrok: „Zanedbávanie matematiky spôsobuje rany všetkým vedomostiam, lebo ten, ktorý ju ignoruje, nemôže porozumieť vedám ani iným predmetom tohto sveta.“ Povedal to Roger Bacon, ktorý žil v rokoch 1219 až 1294.

**A my na to znovu prichádzame po vyše 700 rokoch!**

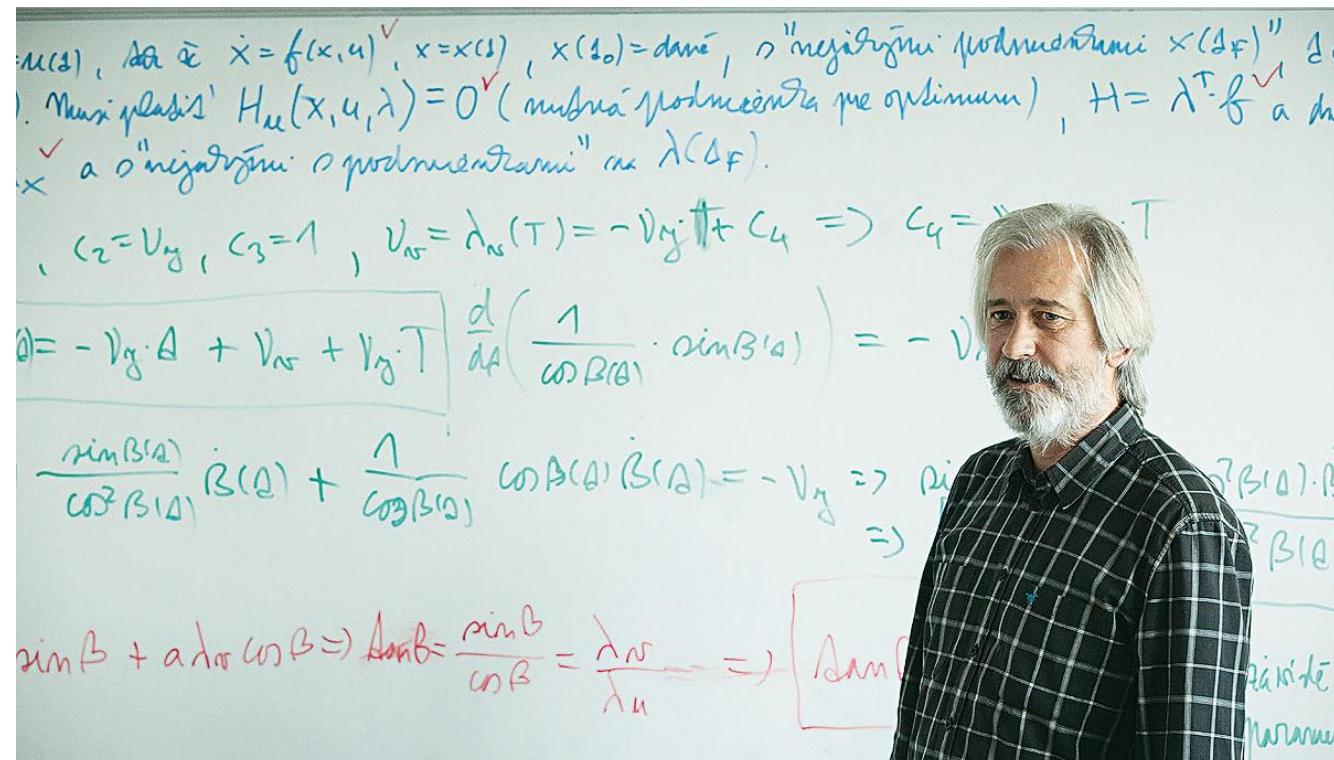
Ešte za čias Rakúsko-Uhorska u nás bolo matematické vzdelávanie na výbornej úrovni, malo určitú tradíciu a bol tu zavedený systém, v ktorom maturita z matematiky bola úplne prirodzená vec. Toto pokračuje v krajinách ako Rakúsko a Maďarsko bez akejkoľvek zmeny, je tam stále povinná maturita z matematiky na všetkých stredných školách a veci fungujú ďalej štandardným spôsobom.

**Prečo sa u nás povinná maturita z matematiky zrušila?**

To sú otázky nie na mňa, ale na ľudí, ktorí v tom čase rozhodovali.

**Ale čím sa to zdôvodňovalo?**

Že nie všetci budú matematiku potrebovať? Asi tak. Ja si myslím, že matematika je naozaj dôležitá pre všetky vedné disciplíny a stojí nad



Mnohí nemajú ani predstavu, akú náročnú matematiku potrebuje napríklad projektant nejakej funkčnej budovy, statik alebo tvorca medicínskeho softvéru.

nimi. Našiel som aj taký názor, že matematika je na rovnakej úrovni ako biológia alebo chémia. Nechcem sa nikoho dotknúť, ale ja si to nemyslím. Napríklad v Rakúsku je systém, že sú tam len jazyky a matematika, pričom matematika je predmet, na ktorom sa človek učí logicky myslieť, ale aj riešiť príklady z praktického života. Ak chcú vedci alebo ľudia z praxe spolu komunikovať na báze, kde sa využívajú technické poznatky, tak na ich formuláciu potrebujú matematiku. Preto by som matematiku zaradil medzi jazyky. Tak ako sa materinským jazykom môžete dohovoriť vo svojej krajine a angličtinou takmer na celom svete, tak matematikou sa viete dohodnúť v pracovnom procese s ľuďmi, ktorí robia podobné alebo iné typy aplikácií. V Maďarsku je to tak, že popri týchto troch predmetoch sa maturuje ešte aj z dejepisu. Model, ktorý je v okolitých krajinách, je podľa mňa pre nás veľmi vhodný. Povinná maturita z matematiky sa nikdy nemala zrušiť, teraz máme obrovský problém ju zaviesť naspäť. V Poľsku to vyriešili už v roku 2010...

**Zasa matematiku vrátili ako povinný maturitný predmet?**

Áno a v Česku na jar tiež prijali zákon, že o štyri roky sa matematika vráti ako povinný maturitný predmet na stredné školy. Ak by sa to aj u nás podarilo uskutočniť, model je taký, že by sa zaviedli dve úrovne maturity. Každý, okrem učebných odborov na stredných školách, kde ľudia naozaj idú do praxe, všetci ostatní na určitej úrovni by mali matematiku ovládať a na tej úrovni by aj maturovať. A tí študenti, ktorí plánujú pokračovať na STEM vysokých školách (science, technology, economics, management and mathematics čiže technické, ekonomické, informatické, prírodovedné, manažérske a matematické VŠ), by

mali maturovať z vyššej úrovne, ktorá by zodpovedala maturite, akú zvládajú najšikovnejší študenti v krajinách V4. Inak sa staneme ostrovcikom nevzdelania. Možno práve tento argument najviac zaväži. Lebo je ťažké zavádzať niečo ako povinné, keď to bolo desať rokov nepovinné.

**Nie je to celkové znížovanie nárokov? Nedávno som čítala rozhovor s profesorom Juliusom Špičkom z pražskej nemocnice IKEM, kde hovoril o tom, že už sú nižšie nároky na ovládanie anatómie medikov. Nie je to desivé?**

Dnes všetci majú množstvo iných možností, ako využiť čas, je mnoho nových tém, v ktorých sa dá vzdelávať... Niekde sa muselo ubrať. Podľa mňa sa ubralo na nesprávnych miestach, napríklad v matematike.

**A kde by sa mohlo ubrať? Kedysi sa na gymnáziách učila aj gréčtina či latinčina.**

Napríklad v Rakúsku a myslím, že aj v Poľsku, sa maturuje aj z jedného neživého jazyka. Pre lekárov, botanikov či biológov je to stále vhodné, nezrušili to. Za tie desaťročia sa ukázalo, že aj tieto veci sú potrebné. A pomôže to aj pri učení iných jazykov.

„Dnes akoby nám šlo len o finančnú gramotnosť, aby si ľudia vedeli spočítať hypotéku.“

**Aj vy ste sa učili latinčinu?**

Ja nie, mal som klasické socialistické vzdelanie, učil som sa ruštinu.

**A mali ste dobrých učiteľov matematiky?**

Vynikajúcich. Pritom som chodil na školy, ktoré sa vtedy nepovažovali za nejaké prestížne. Chodil som na ZŠ Nevädzova a potom na Gymnázium Ivana Horvátha.

**Ved'to patrí v Bratislave k tým lepším gymnáziám.**

Lenže keď som naň chodil ja, malo za sebou ešte len pár rokov existencie, za vynikajúce sa považovalo Gymnázium Tomášikova, Jura Hronca a GAMČA. „Horvátka“ bola také normálne gymnázium.

**Čím boli vaši učitelia takí dobrí?**

Tým, že nás to vedeli naučiť. Na základnej škole nás bolo v triede možno 20 a ešte aj na druhom stupni sme desiaty či dvanásť mali samé jednotky. A z tej triedy sme šli štyria na Gymnázium Ivana Horvátha a všetci sme boli úspešní aj na vysokých školách, nikto nemal najmenší problém s matematikou - ja som potom študoval matfyz - ani v iných oblastiach. V tom čase v školstve boli rozumné platy na úrovni vyššej strednej triedy. Napríklad na strednej škole nás učil matematiku profesor Butaš, ktorý mohol pokojne učiť aj na vysokej škole. Bol veľmi dobre pripravený na výučbu stredoškolskej matematiky, takže sme od neho veľa dostali. Na vysokej škole som bol vďaka tomu pripravený na matematickú manuálnu prácu. Dôležité totiž je, aby človek na strednej škole získal aj tie techniky, ktoré bude neskôr potrebovať pri vysokoškolskom štúdiu.

