

## doc. RNDr. Tomáš Vejchodský, Ph.D.

<http://www.www.nfneuron.cz/cs/oceneni-vedci/laureati-ceny-neuron/2016/tomas-vejchodsky/>



$1+1 = 2$ . Tento přesný výsledek zná každý školák. Ovšem někdy matematika tápe. Například při navrhování mostů, přehrad a dalších technických staveb používají inženýři parciální diferenciální rovnice, které poměrně přesně popisují složité jevy v konstrukcích. Přesné řešení těchto rovnic však téměř nikdy nejsme schopni najít. Matematici tedy přišli s myšlenkou rezignovat na přesnost a začali hledat přibližné řešení pomocí numerických metod. Kromě parciálních diferenciálních rovnic se numerickými metodami řeší i jiné složité a v praxi užitečné úlohy, například úlohy na vlastní čísla. Právě těm se věnuje Tomáš Vejchodský, který nyní získal Neuron Impuls, tedy půl milionu korun na další výzkum.

### **Odhadnout přesnou velikost chyby je skoro zázrak**

#### **Co vás na matematice baví?**

Řešit složité úlohy. Už ve škole, když jsem na něco přišel, to byl krásný pocit. Kvůli tomu se věnuji matematice.

#### **Je potřeba k matematice talent, nebo se dá naučit?**

Pokud chce člověk matematiku dělat na vysoké úrovni, talent musí mít. Kdo ho nemá, může samozřejmě matematické postupy nadřít a taky se dostane daleko, ale nikdy nebude nejlepší. Vidím v tom podobný rozdíl jako mezi uměním a řemeslem.

#### **Jak se matematický talent projevuje?**

V rychlosti s jakou řešíte problémy. Talentovaný matematik na první pohled intuitivně pozná jak postupovat. Člověk bez talentu musí obvykle projít všechna možná řešení, a to nějakou dobu trvá.

#### **Musí se talent cizelovat?**

Určitě. Podobně jako hudebník nebo sportovec, musí i matematik talent dál rozvíjet, nejlépe praxí. Můžu si přečíst odborný článek a sledovat, jaké důkazy autor uvádí. Ale mnohem cennější pro mě je, když problém řeším po svém. Snažím se získat nový náhled, jinou perspektivu, pak vidím limity autorova řešení, zkusím rozšířit pohled na věc.

#### **Nabízí vaše specializace na numerickou matematiku nějaké možnosti k mezooborovému výzkumu?**

To mě hodně zajímá, protože bych rád, aby moje výsledky našly uplatnění. Nyní se snažím s kolegou rozvíjet spolupráci s informatiky z národního superpočítačového centra [IT4 Innovations](#). Směřujeme k projektům jak využít superpočítače k řešení obrovských úloh numerické matematiky.

Podílím se také na výzkumu [Wolfsonova centra pro matematickou biologii](#) v Oxfordu. Zabýváme se biochemickými procesy v buňkách, kde hraje důležitou roli Brownův pohyb molekul. Matematickými modely sledujeme interakce dvou tří chemikálií, po roce jsme dospěli k deseti. Ale v živé buňce vzájemně interagují tisíce chemikálií. Musíme být optimisty. Nedávno jsme sledovali tři chemikálie, dnes už deset, superpočítače umožní dostat se asi k patnácti prvkům. Ale pokud chceme sledovat tisíc chemikálií, bude nutné sestavit úplně jiné modely a klást si jiné otázky.

### **Není to trochu frustrující, vidět cíl tak daleko?**

Máme obrovskou motivaci. Až se podaří pochopit všechny důležité pochody v buňce, bude mnohem jasnější, jakými způsoby a jakými chemikáliemi ovlivňovat biochemické procesy. To by umožnilo navrhovat nové léky mnohem efektivněji než dnes. Patrně je to cesta k léčbě mnoha chorob.

### **Co je cílem vašeho projektu, na který jste získal od Neuronu půl milionu korun?**

Studovat a zdokonalovat numerické metody pro řešení úlohy na vlastní čísla tak, abych mohl co nejpřesněji odhadnout velikost chyby.

### **Jak to chcete udělat, když neznáte přesný výsledek?**

To je právě vzrušující, jak odhadnout chybu, když neznám přesné řešení. Považuji za malý zázrak, že to je vůbec možné. Řešení úlohy na vlastní čísla s parciálním diferenciálním operátorem se skládá z vlastního čísla a příslušné vlastní funkce. V případě vibrující konstrukce odpovídá vlastní číslo frekvenci a vlastní funkce amplitudě vibrací. Chyba numericky vypočítaného vlastního čísla je jeho rozdíl od přesné hodnoty. Určit tuto chybu přesně není možné, protože to bych musel znát přesné řešení, ale mohu velikost chyby odhadnout. Mohu vypočítat číslo (tzv. aposteriorní odhad chyby) takové, že chyba bude zaručeně menší než toto číslo. Jinými slovy, nedokážu přesně určit, že velikost chyby je třeba deset, ale mohu spočítat, že je určitě menší než dvacet. V projektu, na který jsem získal od Neuronu finance, budu navrhovat nové zaručené aposteriorní odhady chyby vlastních čísel a také příslušných vlastních funkcí.

### **Cílem numerických matematiků tedy je dosáhnout co nejpřesnějšího odhadu chyby?**

Ano, a zároveň snaha spotřebovat co nejméně počítačového času, aby řešení vyšlo co nejlevněji.

### **Jak přesného odhadu lze dosáhnout?**

Chybu můžu tlačit co nejlíže k nule, ovšem rozsah úlohy pak roste a řešení spotřebovává více a více počítačového času. Limitem je tedy velikost počítače a čas, který mohu výpočtu věnovat. Osobně, pokud chci dosáhnout co největší přesnosti, nechám počítač počítat přes noc. Ale vtip je v tom, že pokud nespočítám odhad chyby tak nevím, jak přesné řešení jsem spočítal. Když ale aposteriorní odhad spočítám, poznám třeba už po několika minutách, že chyba bude méně než jedno procento. Pokud je tato odchylka přijatelná, nemusím už počítač zahlcovat a ušetřím jeho čas. Další výhodou je fakt, že tato informace o velikosti chyby je zaručená. Můžu například konstruktérovi dodat přibližné řešení se zárukou, že jeho chyba je nejvýše jedno procento.

### **Kdo vám řekne, jaká chyba je ještě přijatelná?**

Představte si modelovou situaci. Inženýr chce stavět most a potřebuje spočítat například vlastní kmity jeho konstrukce. Dobře ví, jaké jsou odchylky v kvalitě použitých materiálů a s jakými nepřesnostmi vůči projektu bude reálná stavba provedena. Proto má dobrou představu o tom, jak velkou přesnost při numerických výpočtech potřebuje. Přijatelnou velikost chyby tedy snadno stanoví.

### **Co vás motivuje?**

Cílem projektu je vyvinout nové metody pro aposteriorní odhadování chyb. Moje poznatky mohou pomoci ve výpočetních softwarech, které používají inženýři. Třeba při výpočtech vlastních kmitů mostů, maximálních deformací konstrukcí a podobně.

*Text: Josef Matyáš*

**Napsali o něm:**

- [Matematikou k léčbě](#) (EkonTech.cz, prosince 2016)