

Mgr. Ondřej Kreml, Ph.D.

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



Švýcarský fyzik a matematik Leonhard Euler formuloval před téměř 300 lety rovnice pro proudění ideální kapaliny, která nemá vnitřní tření. Šlo o model opomíjející skutečnost, protože v reálném světě neexistuje tekutina bez viskozity. Eulerovy rovnice mají mnoho tzv. slabých řešení. Rozšířit dosud existující poznatky o těchto slabých řešeních je cílem projektu matematika Ondřeje Kremla. Na svůj výzkum nyní získal Neuron Impuls Junior, tedy čtvrt milionu korun.

V čem je váš projekt původní?

V Česku se drtivá většina matematiků v našem oboru věnuje tekutinám s vnitřním třením, které jsou popsány parciálními diferenciálními rovnicemi druhého řádu. Ty jsou z hlediska matematické analýzy zcela odlišné a používané techniky lze jen vyjimečně použít pro ideální kapalinu bez vnitřního tření. Projekt, který navrhuji, je tak v rámci České republiky velmi původní.

Slabých řešení je nekonečné množství, ale jenom jediné je správné?

Stručně řečeno, ano.

Existuje nástroj, jak z mnoha řešení vybrat to správné?

Je potřeba vzít kritérium přípustnosti, které z mnoha slabých řešení dokáže určit to správné, popisující fyzikální realitu. Máme nápad, jaké kritérium zkusit, ale předem nevíme, jestli bude fungovat. A i kdyby fungovalo, musíme na nějakém příkladu dokázat, že z nekonečného množství slabých řešení vybere kritérium to jediné správné.

Matematici často mluví o pěkném řešení, které je jednoduché a elegantní. Může být určitým znakem správného kritéria jeho elegantnost?

To bohužel nemusí být pravda. Jedno z poměrně elegantních kritérií, které se nabízí a funguje dobře v případě jedné prostorové dimenze, ve více prostorových dimenzích selhává. Pokud rovnice řeší problém v jedné dimenzi, tedy na přímce, máme k dispozici uspokojivě fungující teorii ze 70. let minulého století. Ale jakmile je dimenzí více, je vše mnohem složitější.

Kdy poznáte, že jste našli správné řešení?

Dostatečně dobré řešení poznáme, když odpovídá fyzikálnímu řešení. Pak můžeme říct, že kritérium výběru funguje dobře. To platí, když víme, jak má fyzikální realita vypadat.

Jenže vy zkoumáte řešení, která nemají fyzikální předlohu...

Ověřit, jestli je kritérium dobré, předpokládá jeho testování na případech, kdy víme, jak by mělo fyzikální řešení vypadat. Je sice pravdou, že všechny tekutiny, které na světě existují, mají nějakou

nenulovou viskozitu, mnohdy však lze pozorováním ukázat, že Eulerův model popisuje jejich chování dostatečně přesně v případech, kdy je jejich vnitřní tření zanedbatelně malé.

Pomáhá vám při hledání intuice?

Určitě, musíme na ní trochu spoléhat. Vyplatí se vrátit se k fyzikálním základům a najít nějaký fyzikální princip, který jsme doposud nebrali v úvahu. A poté navrhnout podmínky, za kterých může řešení fungovat.

Jaký přínos pro matematiku bude mít vaše práce?

Přínosem bude jakýkoliv poznatek, který prohloubí znalosti o hyperbolických systémech zákonů zachování ve více dimenzích, protože to je velká a doposud neprobádaná oblast matematiky. Zatím jsme využili nedávné poznatky matematiků De Lellis a Székelyhidiho. Aplikací jejich výsledků se nám podařilo dokázat, že jedno z potenciálních kritérií pro výběr správného slabého řešení nefunguje tak dobře, jak se očekávalo.

Co by to znamenalo, kdyby se vám podařilo najít potřebné kritérium?

Pokud se nám povede ukázat nějakou zajímavou vlastnost kritéria, které máme v úmyslu použít, byl by to poznatek, který by se mohl dále studovat a rozvíjet.

Text: Josef Matyáš