
Pavelka: Kde je hmota, tam je geometrie

Pavelka: Hledáme geometrii v přírodních procesech

„Kde je hmota, tam je geometrie,“ prohlásil kdysi slavný matematik a astronom Johannes Kepler. A **Michal Pavelka** z Matematicko-fyzikální fakulty UK (MFF UK) tento výrok s oblibou cituje. „Vystihuje totiž náš výzkum,“ vysvětluje. Za projekt *Víceškálová nerovnovážná termodynamika* byl oceněn Cenou předsedkyně Grantové agentury ČR (GA ČR).



„Věnujeme se geometrii, ale geometrii diferenciální – a ta může být pro laiky špatně představitelná, nedá se nakreslit ve smyslu trojúhelníků a čtverců, jsou to spíše rovnice a vzorečky,“ popisuje svůj vědecký zájem Michal Pavelka. Oceněný projekt *Víceškálová nerovnovážná termodynamika* vysvětluje na hrnku kávy. „Víceškálovost znamená, že máme jeden fyzikální systém – třeba kávu, kterou můžeme popisovat na různých úrovních detailů. Budeme-li se na kávu dívat jako na soubor jednotlivých částic, které se pohybují a vzájemně interagují, musíme vyřešit obrovské množství rovnic, typicky 1024, což může být pro další využití nepraktické,“ vysvětluje. „Kávu ale také můžeme popsat na mnohem hrubší-obecnější úrovni, třeba jako tekutinu s barvou a teplotou, která se liší místo od místa. Neboli pomocí fyziky

kontinua popisujeme vývoj tekutiny v čase, kdy se soustředíme na průměrné lokální vlastnosti, například rychlost a teplotu, a řešíme jen dvě rovnice," vysvětluje a dodává: „Obě úrovně popisu můžeme někdy využít, záleží na tom, co chceme zjistit, jaký máme experiment.“

Termodynamika se zabývá všemi procesy, které jsou alespoň částečně nevratné, a podle Pavelky ji lidé dobře znají z běžného života, ačkoli si to často neuvědomují. „Když budeme systém pozorovat na detailní úrovni – pozorujeme vratné procesy – částice se pohybují tam a zpět. Naopak na obecné úrovni pozorujeme nevratný proces – kdybych teď tuto kávu vylil (ukazuje na hrneček), byla by na zemi a nešlo by to vrátit zpátky,“ dodává.

Ani jeden popis sám o sobě není úplně správný. „Správně je to dohromady. Všechny procesy jsou částečně vratné a částečně nevratné,“ říká mladý matematik. Proto když k disipativním (nevratným) rovnicím přidáme například setrvačné procesy, tak se z nich stanou částečně vratné – systém můžeme využívat efektivněji. „Když to uvedu na příkladu, mohu mít kolo anebo předmět šoupat po zemi. Když šoupu, tak je to podle mechaniky od Aristotela disipativní proces – nevratný. Pokud ale použiji kolo – přidám setrvačnost, vratný proces, a přesun předmětu bude jednodušší,“ vysvětluje Michal Pavelka. Spolu s kolegy koncept přidání setrvačnosti využívají v praxi například při výzkumu nových baterií: „Modelujeme děje, které probíhají uvnitř baterií, popsali jsme třeba tzv. vlny polarizace. Tyto znalosti a pochopení systému nám mohou pomoci k vývoji nových, efektivnějších baterií.“



S jeho výzkumem ještě souvisí pojem entropie – míra neuspořádanosti systému. „U entropie také záleží na tom, na jaké úrovni a kdo pozoruje. Když do pokoje, kde si hrály děti, přijdu já jako rodič, vidím obrovský nepořádek, chaos, všude jsou rozházené hračky – pozoruji nevratnou dynamiku obecného systému, celého pokoje, tedy maximální entropii. Dítě ale systém vidí jinak – hračky jsou pro něho uspořádané v různých detailních schématech – traktor parkuje vedle autíčka, protože... Dítě v tom má systém, řád a pozoruje nízkou entropii.“ vysvětluje otec tří dětí.

Spolu s kolegy z Česka, Kanady, Itálie, Ruska, Číny, Španělska, Turecka a Anglie se Pavelkovi podařilo najít obecnou geometrickou strukturu (Poissonova závorka, entropie a disipační potenciál), která vyjadřuje přechody (evoluční rovnice) na každé úrovni popisu, které nás z detailního popisu zavedou na popisy méně detailní a naopak.

„Zahraniční spolupráce vznikají přirozeně. Vědců, kteří se věnují nerovnovážné termodynamice není moc – pár stovek – známe se, píšeme si, spolupracujeme. A je úplně jedno, jestli se jedná o zahraničního nebo českého kolegu – věda je jedna,“ komentuje vznik široké zahraniční spolupráce. Osobně strávil rok na École Polytechnique de Montréal v Kanadě a byl na několika kratších stážích a zahraničních zkušenostech si moc cení. „Je důležité odjet, aby člověk viděl, jak to funguje jinde, aby měl srovnání, co je u nás dobré a co by se dalo zlepšit. V Montréalu jsme každý den diskutovali o geometrii a termodynamice s profesorem Grmelou, přičemž jsem se hodně naučil.“



Výsledkem oceněného projektu je kromě dvanácti odborných článků i knižní publikace *Multiscale Thermo-Dynamics: Introduction to GENERIC*, jež byla vyhodnocena jako jedna z nejlepších publikací Karlovy univerzity za rok 2018. „Z ocenění mám samozřejmě velkou radost a je to úspěch nejen můj, ale i kolegů. Věda se ale nedělá pro ceny – motivací mi je nové vědecké poznání a fakt, že mě to baví,“ komentuje mladý matematik, který prý za mnohé vděčí svému Ph.D. školiteli prof. Františku Maršíkovi.

Možná i proto se kromě vlastního výzkumu intenzivně věnuje i studentům a výchově nových vědců. „Je to pro mě nové, sám se učím – nemohu jim říci: dělej to takto - to bych jim zkazil radost z poznání – a ta nejvíce formuje a motivuje k další práci. Snažím se je pouze směřovat, podporovat a ukazovat cestu formou návrhů. Jsem moc rád, že jim mohu předávat své znalosti a zkušenosti,“ říká.

Čtyři zlaté lekce od Stevena Weinberga pro začínající vědce, které Michal Pavelka rád připomíná sobě i studentům:

1. Připravte se, že nezbohatnete.
2. Připravte se, že svým kamarádům nedokážete vysvětlit, co děláte.
3. Vyberte si téma, které je těžké až ošklivé – co je hezké a jednoduché, je už vyřešené.
4. Připravte se, že 90 % času budete narážet na problémy a slepé cesty – jen těch 10 % povede k cíli – novým poznatkům a výsledkům, a to pouze pokud budete hodně dobří.

V tématu nerovnovážné termodynamiky plánuje pokračovat: „Chceme prohlubovat znalosti těchto systémů na teoretické úrovni, ale především chceme naše matematické rovnice aplikovat do praxe – například je využívat při strojovém učení, výzkumu supratekutiny (např. pro chlazení satelitů), v elektrochemii nebo při dynamice antivirových nanočástic,“ vyjmenovává. Na posledním tématu již spolupracují s česko-britskou firmou Therapharm a doc. Klikou z ČVUT. „Budeme modelovat jak v krvi speciální nanočástice vycytávají a zneškodňují viry,“ popisuje Pavelka zcela nový koncept antivirové léčby, kterou před nimi zatím nikdo nezkoumal. „Sám jsem moc zvědavý, jak to bude fungovat,“ dodává.



Jak to vše jako otec tří malých dětí stíhá? „Mám obrovskou výhodu, že mohu pracovat téměř odkudkoli, často mi stačí pouze tužka a papír. Ta volnost je pro mě velmi důležitá. Člověk ale nemůže být líný. Naučil jsem se pracovat kdekoli – v tramvaji, při běhání, i když po mě šplhají děti,“ směje se bývalý hokejista a příležitostný hráč na dudy. „Jsem ze Strakonice, to nejde jinak,“ komentuje s úsměvem svůj neobvyklý koníček.

RNDr. Michal Pavelka, Ph.D.

Vystudoval matematické modelování na Matematicko-fyzikální fakultě (MFF UK). Pracoval na École Polytechnique de Montréal (Kanada), na Západočeské univerzitě a na Vysoké škole chemicko-technologické. V současné době působí opět na MFF UK, kde se zabývá především výzkumem víceškálové nerovnovážné termodynamiky. Kromě vlastního výzkumu se věnuje i vedení a výuce studentů.

Grantová agentura České republiky (GA ČR) financuje projekty základního výzkumu ve všech vědních oblastech. Za 27 let existence GA ČR podpořila více jak 18 tisíc výzkumných projektů vybraných na základě několikastupňového transparentního výběrového procesu.

Cena předsedkyně GA ČR je udělována jako ocenění mimořádných výsledků dosažených při řešení grantových projektů ukončených v předchozím kalendářním roce. „Každoročně je velmi obtížné vybrat z několika desítek excelentních projektů ty úplně nejlepší. Ani letošek nebyl výjimkou, protože projekty, které se dostaly do užšího výběru, dosahují světové úrovně,“ rekla předsedkyně GA ČR a jaderná fyzička RNDr. Alice Valkárová, DrSc.

Ceny se udělují od roku 2003 a oceněno bylo již 75 řešitelů. Letos bylo oceněno pět projektů ([záznam slavnostního předávání](#)), kromě Michala Pavelky z MFF UK, také:

- [Judit E. Šponerová, Ph.D.](#) – *Vznik života na Zemi a ve vesmíru – experiment a teorie* (Biofyzikální ústav Akademie věd ČR, Brno)
- [Dr. rer. nat. Leoš Shivaya Valášek, DSc.](#) – *Detailní analýza funkcí a regulačního potenciálu jednotlivých podjednotek lidského translačního iniciačního faktoru 3 a jejich dílčích pod-komplexů* (Mikrobiologický ústav Akademie věd ČR, Praha)

- Mgr. Aleš Březina, Ph.D. – *Souborné vydání díla Bohuslava Martinů – 2. Fáze* (Institut Bohuslava Martinů, o.p.s, Praha)
- RNDr. Terezie Mandáková, Ph.D. – *Chybějící souvislosti: evoluce genomu v tribu Camelinae (brukvovité)* (Středoevropský technologický institut, Masarykova univerzita, Brno)