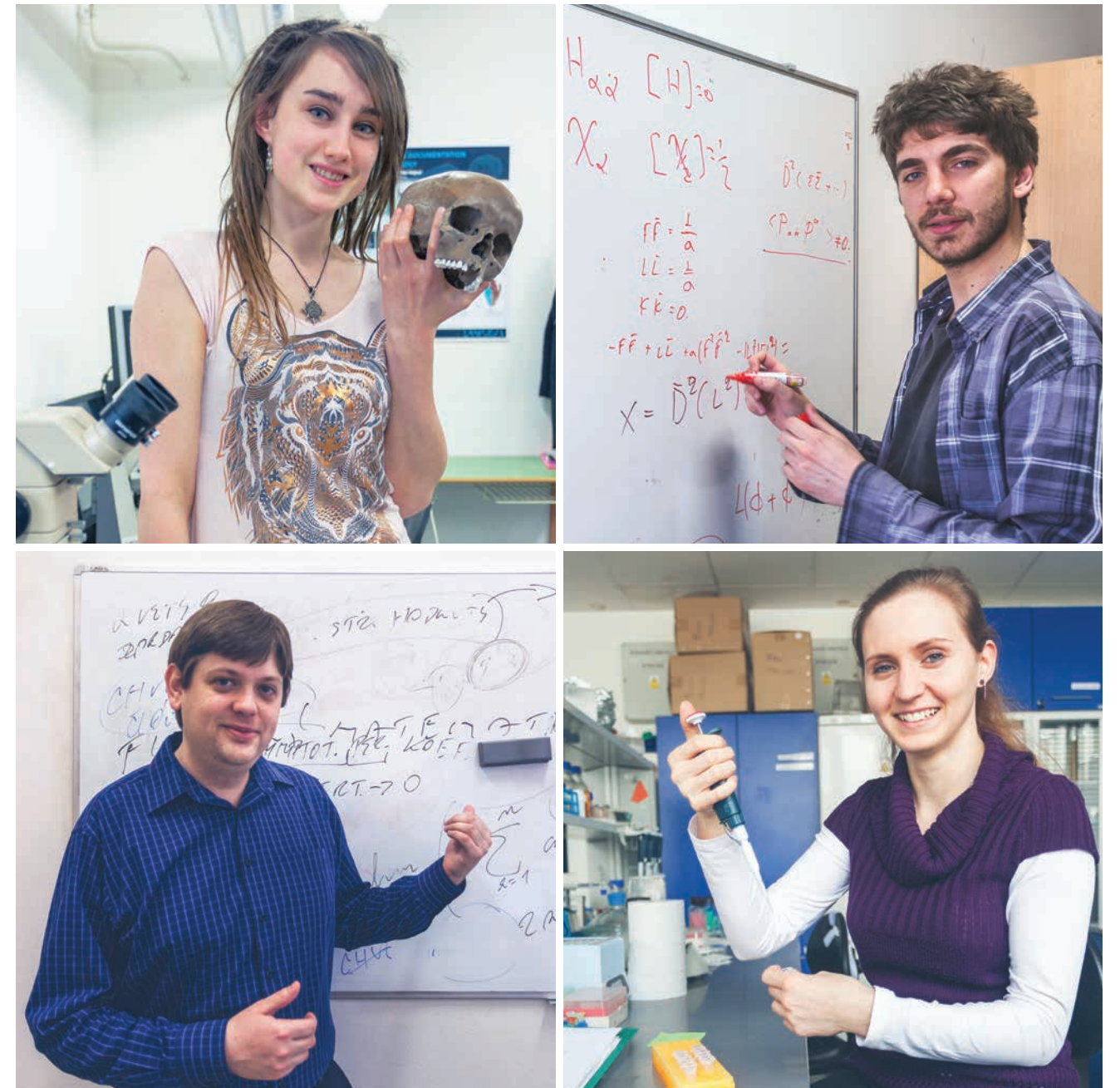




# Rozhovory se studenty a vědci

Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity

Zuzana Kobíková, Zuzana Došlá, Milan Gelnar (eds.)



Zuzana Kobíková, Zuzana Došlá, Milan Gelnar (eds.)

Rozhovory se studenty a vědci Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

muni PRESS

ISBN 978-80-210-7863-5



9 788021 078635

MASARYKOVA UNIVERZITA

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity



# Rozhovory se studenty a vědci

Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity

Zuzana Kobíková, Zuzana Došlá, Milan Gelnar (eds.)

Publikace vznikla díky projektu CZ.1.07/2.3.00/45.0018, Popularizace vědy a výzkumu v přírodních vědách a matematice s využitím potenciálu Masarykovy univerzity.



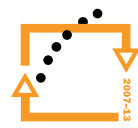
**esf**  
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Masarykova univerzita  
Brno 2015



# Obsah

Úvodem .....	6
--------------	---

## Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí

RADKA CHALOUPKOVÁ

<b>Lákají mne výzvy. Proteinové inženýrství jich nabízí dostatek.</b> .....	9
---	---

PAVEL BABICA

<b>Ekotoxikologie – od sinic ke kmenovým buňkám</b> .....	13
---	----

## Geografický ústav

KLÁRA ČÍŽKOVÁ

<b>Musím dělat něco, co má smysl. Praktický výzkum mi to umožňuje.</b> .....	17
--	----

ZBYNĚK ŠTĚRBA

<b>Ne každý uživatel mapy se zamýšlí nad její kvalitou</b> .....	21
--	----

## Národní centrum pro výzkum biomolekul

HANA SEDLÁČKOVÁ

<b>Jednou bych chtěla vést svoji vlastní laboratoř, ale už nyní vím, že to stojí hodně úsilí, práce a času</b> .....	25
--	----

DANIEL POKORNÝ

<b>Zkoumám mechanismus umožňující mikroorganismům zahájit infekci</b> .....	28
---	----

ROBERT VÁCHA

<b>Je pro mě důležité na základě simulací předpovídat nové objevy</b> .....	31
---	----

## Ústav antropologie

MARIE PRACHAŘOVÁ

<b>Archeologický antropolog odkrývá historii lidské kultury. Mě zajímá zemědělský pravěk a počátek domestikace zvířat.</b> .....	35
--	----

PETRA URBANOVÁ

<b>Nedestruktivnost, neinvazivnost, opakovatelnost, objektivnost a sdílení dat pro publikum jsou současné směry moderní fyzické a forenzní antropologie</b> .....	38
---	----

## Ústav biochemie

ŠTĚPÁNKA ŠTRAJTOVÁ

<b>Optimalizuji metody výzkumu extrémních bakterií, které produkují kyselinu sírovou</b> .....	42
--	----

ANTONÍN KUNKA

**Na práci s čísly a modely si člověk musí zvyknout a vyžaduje to slušnou představivost.  
Právě tenhle způsob práce je ale podle mne to, co dělá vědu vědou** ..... 44

JAN LOCHMAN

**Snažíme se objasnit molekulární podstatu „imunizace“ rostlin proti patogenům** ..... 47

## Ústav botaniky a zoologie

JANA ZAJACOVÁ

**Na základě výskytu vodních organismů umí hydrobiolog určit kvalitu vody** ..... 52

MICHAL HORSÁK

**Když jsem na začátku vysoké školy zjistil, že se mohu profesně věnovat pouze měkkýšům,  
bylo rozhodnuto** ..... 55

PETR ŠMARDA

**Od sbírání rostlin do herbáře ke studiu jejich genomů a globální evoluce** ..... 59

## Ústav experimentální biologie

LENKA JŮZOVÁ

**S vědou je to jako s karate: je třeba se rozhodnout, neváhat, nebát se,  
a pak dosáhnete úspěchu** ..... 64

HANA SVOZILOVÁ

**Zajímá mě vytváření projektů, řešení problémů a vynalézání,  
což nabízí i obor experimentální biologie** ..... 66

VÍTĚZSLAV BRYJA

**Vědeckou výzvu pro mě představují signální dráhy proteinů a mezibuněčná komunikace** ..... 69

## Ústav fyzikální elektroniky

MAREK TALÁBA

**Mým cílem je dokázat to, co se ještě nikomu nepovedlo: detekovat vodík  
v plazmatu hořícím za atmosférického tlaku metodou laserem indukované fluorescence** ..... 73

TOMÁŠ HODER

**Ve fyzice plazmatu se přibližujeme k hranici pozorovatelného** ..... 76

## Ústav fyziky kondenzovaných látek

MAGDALÉNA KREJČÍKOVÁ

**Jako biofyzik studuji strukturu a funkci proteinů a nukleových kyselin** ..... 80

JIŘÍ CHALOUPKA

**Teorie kondenzovaných látek se zabývá hledáním univerzálních principů, které umožňují popsat chování co možná největšího davu interagujících částic na co možná nejmenším kusu papíru . . . 83**

## Ústav geologických věd

KLÁRA LAKOTOVÁ

**Inženýrská geologie je zajímavý obor, jehož absolventi mají dnes velmi dobré uplatnění . . . . . 90**

TOMÁŠ KUMPAN

**Sedimentární horniny jsou přírodní archívy změn životního prostředí v posledních stovkách milionů let . . . . . 92**

## Ústav chemie

MICHAELA DOLEŽALOVÁ

**Na syntéze nanočástic mě nejvíce překvapila její nepředvídatelnost . . . . . 97**

PETER HORVÁTH

**Fotochemie je oblastí, která má perspektivu . . . . . 100**

JAKUB ŠVENDA

**Často je hotový výzkum prezentovaný z popularizačních důvodů jako relativně jednoduchý proces. V pozadí úspěchu ale stojí spousta práce, determinovanosti i občasného zklamání . . . 103**

## Ústav matematiky a statistiky

JANA SOTÁKOVÁ

**Objevování mi dává motivaci studovat, ale tím, že studuji, zase nacházím nové prostory, kde je co objevovat . . . . . 107**

MICHAL VESELÝ

**Matematika je v jistém smyslu spravedlivější než jiné obory: je v ní mnohem lépe zjištělé, kdo má pravdu a kdo se mýlí . . . . . 110**

## Ústav teoretické fyziky a astrofyziky

MIROSLAV JAGELKA

**Znám důvod, proč a jak co funguje, což je pointou mého úspěchu . . . . . 115**

FOTIS FARAKOS

**Fyzika je věda o energetických škálách. Fyzikové se snaží pochopit, jak se tyto škály objevují a jaké jsou jejich hodnoty. Studují věci, které jsou esenciální. Teoretičtí fyzikové se snaží pochopit základní strukturu přírody . . . . . 117**

# Úvodem

Milé čtenářky, milí čtenáři,

do rukou se Vám dostává publikace, jejímž cílem je formou rozhovorů představit úspěšné studenty a vědce, kteří svůj život spojili s působením na Přírodovědecké fakultě Masarykovy univerzity (PřF MU). Publikace vznikla díky projektu CZ.1.07/2.3.00/45.0018, Popularizace vědy a výzkumu v přírodních vědách a matematice s využitím potenciálu Masarykovy univerzity.

Rozhovory, které na Vás v knize čekají, se snaží jít do hloubky ve snaze představit naše studenty a vědce v kontextu jejich výzkumného zaměření. Ukazují, co mají naši studenti a vědci společné, ale i to, v čem spočívají nároky, které na ně studium a výzkum na naší fakultě klade. Dozvíte se, jaké motivace naše respondenty vedly ke studiu a/nebo volbě profesní praxe v oborech přírodních věd a matematiky. Zjistíte, co naši odborníci byli a jsou ochotni a schopni pro svou práci udělat, v čem je jejich výzkum těší, čemu je učí a co jim přináší. Mnohé otázky se týkají toho, co pro respondenty znamená studovat a učit na naší fakultě.

Věříme, že tento soubor třiceti rozhovorů zaujme čtenáře, které – krom chuti poznat osobnosti současné vědy – zajímá i pohled našich začínajících i zkušených vědců na povahu současné vědy v obecnosti (otázky managementu a administrativy vědy, publikování aj.); i co do specifik oborů, kterým se rozhodli zasvětit svůj profesní život. Věříme, že se nám podaří přiblížit čtenářům specifika a cíle vědecké práce teoretických fyziků, biochemiků, biofyziků, experimentálních biologů, botaniků, zoologů, geologů, geografů a dalších odborníků, kteří se vědecké činnosti věnují naplno a s radostí.

Rozhovory také představují náročnost a pestrost aktuálních témat výzkumu a vzdělávání na naší fakultě. Věříme, že se nám podaří podpořit v rozhodnutí věnovat se vědě ty, co o studiu přírodních věd a matematiky uvažují a nebojí se výzev. Právě slovo „výzva“ naši studenti i vědci v rozhovorech zmiňují velice často. Výzvy jsou tím, co naše respondenty na vědě baví. Věříme, že stejně příjemnou výzvou budou pro čtenáře se zájmem o vědu i rozhovory, do jejichž čtení se hodlá pustit. Jde o publikaci určenou všem, co mají chuť o vědě a vědcích přemýšlet.

Výsledná podoba publikace vznikla především díky respondentům, kteří rozhovory pečlivě pročetli, odborně korigovali, a v mnoha případech velice tvůrčím způsobem zpracovali tak, aby byly podané informace výstižné, přesné a pro čtenáře zajímavé. Poděkování tedy patří především jim, dále projektu, díky kterému bylo možné publikaci vydat, a pak všem, kteří se na její přípravě podíleli.

Za celý tvůrčí kolektiv Vám přeji příjemné čtení!

Zuzana Kobíková  
editorka publikace



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Publikace vznikla díky projektu CZ.1.07/2.3.00/45.0018, Popularizace vědy a výzkumu v přírodních vědách a matematice s využitím potenciálu Masarykovy univerzity.

**Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí**





## Lákají mne výzvy. Proteinové inženýrství jich nabízí dostatek

RADKA CHALOUPKOVÁ

**Odborná pracovnice  
Centrum pro výzkum toxických látek  
v prostředí a Ústav experimentální biologie**

Mgr. Radka Chaloupková, Ph.D., vystudovala Fyzikální chemii na Přírodovědecké fakultě MU a svou doktorskou práci obhájila v oboru Biochemie. Absolvovala zahraniční výzkumné stáže na University of Warwick a Diamond Light Source Ltd. ve Velké Británii. Na Masarykově univerzitě učí a pracuje v Loschmidtových laboratořích, kde vede jeden ze tří vědeckých týmů. Je spoluautorkou 45 zahraničních publikací v oblasti enzymologie, proteinového inženýrství a strukturální biologie a také jednoho mezinárodního patentu. Mezi její záliby patří divadlo, keramika a plavání.



### Jaký byl Váš vztah k učení na základní škole?

Mezi moje oblíbené předměty patřila chemie, matematika a dějepis, účastnila jsem se také olympiád z těchto předmětů. Myslím si, že zájem o konkrétní předmět v dítěti vždycky probudí dobrý pedagog, a já jsem měla ve zmiňovaných předmětech na výborné učitele štěstí. V chemii jsme dělali hodně pokusů, i když jen formou demonstrace, kdy učitel předvádí a žáci se dívají. Chemie se mi líbila i proto, že teta pracovala v laboratoři a já tam za ní ráda chodila. Vybavuji si zážitek, kdy nám ve škole ukazovali pokus spalování najímaného methanu ve zkumavce, vzniklého dekarboxylací octanu sodného. Chemikář nám řekl, že bubliny v bažinách jsou také unikající metan vzniklý činností mikroorganismů bez přístupu vzduchu. Já jsem se hned vydala do okolí vyhledat alespoň nějakou mini bažinku s cílem nalovit metan a následně ho spálit ve zkumavce. S sebou jsem měla kuchyňské trychtýře, několik zkumavek od tety z laboratoře a sirky. Nic jsem tehdy neuložila, všechny zkumavky se mi rozbily a já se vrátila domů s pořezanými gumáky. Byla to ale moje první výprava za pokusem, a to se mi moc líbilo. Jednou z motivací bylo i to, že chemii všichni brali jako neoblíbený předmět, nikoho moc nebavila. Já jsem ji vzala jako výzvu v tom, že chemii musíte rozumět. Učení chemického názvosloví z paměti jsem chápala jako zábavu. A když mě něco baví, učí se mi to snadno.

### Pro studium jaké střední školy jste se rozhodla?

Chemie mě bavila opravdu moc, a tak jsem se rozhodla pro studium odborně zaměřené Střední průmyslové školy chemické v Pardubicích. Mezi předměty byla skoro samá chemie: obecná, organická, anorganická, fyzikální, biochemie, také hodně matematiky a fyziky.

### Kde jste ve studiu chemie pokračovala na vysoké škole?

Studovala jsem na Přírodovědecké fakultě MU, program Chemie. Od třetího ročníku jsme si vybírali specializovaný obor a já si vybrala Fyzikální chemii. Doktorát mám z Biomolekulární chemie, což je podobor programu Biochemie.

### Co si můžeme představit pod pojmem fyzikální chemie, které se stále věnujete?

Fyzikální chemie je interdisciplinární vědní obor, který využívá spektroskopické, difrakční a rezonanční techniky společně s reakční kinetikou, termodynamikou a kvantovou mechanikou k popisu struktury

a funkce chemických a biologických sloučenin. V případě enzymů, které studujeme v Loschmidtových laboratořích, z těchto technik využíváme hlavně rentgenovou krystalografii, enzymovou kinetiku a molekulového modelování.

### **Jak jste zvládla přechod ze střední na vysokou školu?**

Chyběl mi biologický základ, protože biologii jsme na střední škole měli minimálně, naopak v chemii a v matematice to pro mne bylo snadné. Na vysoké škole vás pedagogové seznámí s daným tématem, představí základní pojmy a definice přednášeného předmětu a poskytnou informace, v jaké literatuře a z jakých zdrojů čerpat při dalším studiu. Je pak na každém studentovi, zda se s probíranou tematikou seznámí detailněji nebo ne. Každý student si sám zodpovídá za vlastní rozvrh, může si vybrat předměty dle vlastního zájmu a uvážení. Současně si ale musí uvědomit, jaké okruhy témat jsou potřeba ke státním zkouškám a podle toho si zvolit předměty, protože některé z nich bývají volitelné. Studenti tak mají na výběr z celé řady předmětů a tématik a zároveň je to učí, jak si organizovat vlastní čas i povinnosti.

### **Měla jste od začátku jasno v tom, že se chcete profesně věnovat vědecké kariéře, nebo Vás pro vědu získalo studium?**

Na střední škole jsme měli hodně laboratorních cvičení a dokonce i dvoutýdenní praxi. Také letní brigády jsem si často vybírala v laboratorním prostředí, například v laboratoři pro analýzu krmiv a siláží pro zvířata nebo v laboratoři pro výkup obilovin. Už na střední škole jsem věděla, že chci jít na vysokou školu, ale o vědeckém zaměření rozhodlo až moje doktorské studium. Přihlásila jsem se do skupiny Proteinového inženýrství, dnes Loschmidtových laboratořích, a zvolila jsem si téma využití spektroskopických technik pro studium struktury a stability proteinů. Lákala mě práce na nově zakoupeném spektrometru pro cirkulární dichroismus a možnost zavedení této metody fyzikální chemie v rámci skupiny. Mám ráda výzvy, a tohle byla výzva podle mých představ.

### **Kdo byl Johann Josef Loschmidt, po kterém jsou laboratoře, kde pracujete, pojmenované?**

Johann Josef Loschmidt žil v letech 1821–1895, byl to významný rakouský chemik a fyzik, zabývající se současně elektrodynamikou, optikou a krystalografií. Roku 1856 například odvodil tzv. Loschmidtovo číslo, udávající počet molekul v jednotce objemu ideálního plynu. Ve spisu *Chemische Studien I* z roku 1861 navrhl grafické znázornění více než 300 organických molekul způsobem velmi podobným tomu, který je používán v současnosti. Popsal schopnost atomů uhlíku tvořit vzájemnými vazbami kruhové molekuly, čímž definoval strukturu aromatických sloučenin.

### **Co je hlavním cílem Loschmidtových laboratořích?**

Loschmidtovy laboratoře jsou součástí Ústavu experimentální biologie a Centra pro výzkum toxických látek v prostředí RECETOX. Naš výzkum je zaměřen na oblast proteinového a metabolického inženýrství. Snažíme se pochopit strukturně funkční vztahy bakteriálních enzymů – halogenalkandehalogenas – a zlepšujeme jejich užité vlastnosti pro biotechnologické použití v bioremediacích, biokatalýze a biosensingu. Halogenalkandehalogenasy jsou enzymy, které dokáží hydrolyticky degradovat halogenované uhlovodíky, které jsou často toxické a špatně odbouratelné z životního prostředí. Jedním z cílů našeho výzkumu je na základě detailní znalosti struktury a funkce enzymu vytipovat určitý region molekuly, po jehož modifikaci získáme biokatalyzátor s výrazně vylepšenou aktivitou vůči nějaké toxické halogenované sloučenině, jako je 1,2,3-trichlorpropan, pesticid lindan nebo chemická zbraň yperit. Současně vyvíjíme nové softwarové nástroje pro širokou vědeckou komunitu. Naše programy pro design mutací a studium jejich vlivu na funkci proteinů používá více než 9000 uživatelů z celého světa. Klíčovou součástí našich každodenních činností je úzká spolupráce experimentátorů a teoretických chemiků. Naše výzkumná a pedagogická činnost je podporována Alfredem Baderem, zakladatelem celosvětově největšího dodavatele chemikálií pro výzkumné účely společnosti Sigma-Aldrich. Kromě základního výzkumu, který je naší hlavní náplní, úzce spolupracujeme s první biotechnologickou spin-off společností Masarykovy univerzity Enantis a jejími průmyslovými partnery. Enantis se snaží naše nápady, fungující v základním výzkumu, převést do praxe a nabízet je komerčním subjektům. Spin-off je označení pro typ společnosti, která vznikla na základě know-how vytvořeného na univerzitě a snaží se o jeho transfer do praxe.

### Co je Vaší náplní práce v roli vedoucí jednoho z týmů Loschmidtových laboratoří?

Loschmidtovy laboratoře mají více než 35 členů a jsou složeny ze tří výzkumných týmů, které spolu vzájemně spolupracují. Tým vedený doktorem Brezovským je teoretický a zaměřuje se převážně na molekulové modelování a vývoj softwarových nástrojů. Další dva týmy jsou experimentální. Experimentální tým docenta Prokopa se zaměřuje na kinetickou analýzu enzymů a vývoj screeningových technik. Oblastí zájmu mého experimentálního týmu je studium struktury a biochemických vlastností enzymů s využitím různých biofyzikálních technik. Vést lidi mě baví moc, ráda vidím na lidech pokroky a těším se z jejich úspěchů. Výzkum v Loschmidtových laboratořích je interdisciplinární a do týmové práce se zapojují studenti Biologie, Biofyziky, Biochemie a Bioinformatiky. Snažíme se studentům vytvářet přátelské a kreativní prostředí s aktivním školením.

### V čem je pro Vás inspirativní práce pedagoga?

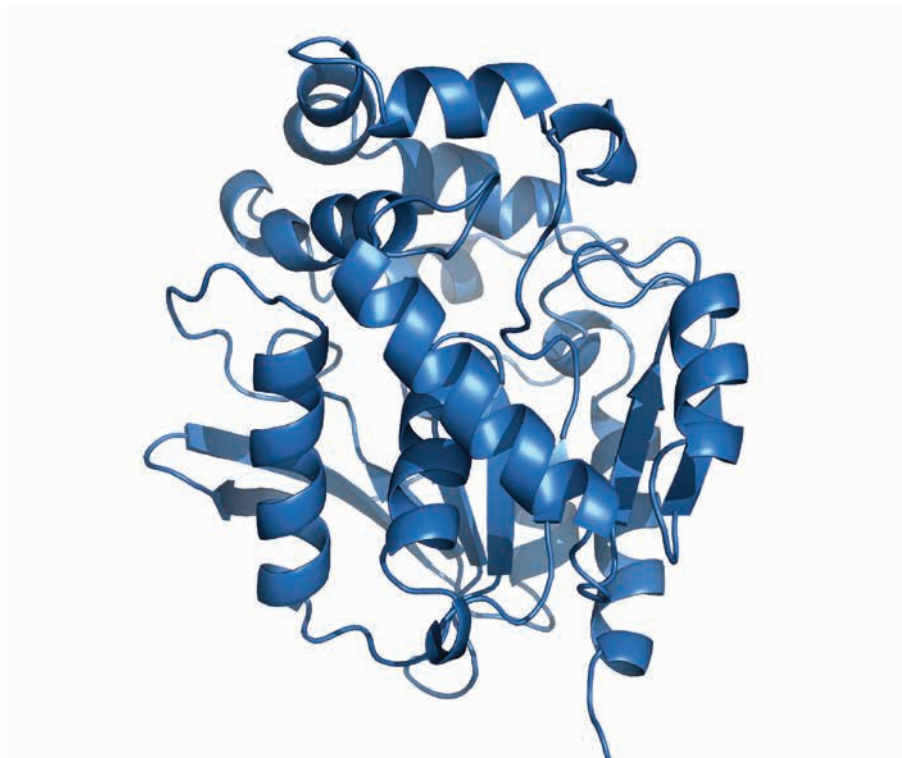
Na MU přednáším předmět Proteinové inženýrství. Učím jej třetí rok a zatím je o něj zájem. Cílem předmětu je seznámit studenty se základními přístupy proteinového inženýrství společně s metodami standardně používanými pro expresi, purifikaci, strukturní a biochemickou charakterizaci nově izolovaných nebo modifikovaných proteinů. Výuku vnímám jako nedílnou součást práce na univerzitě, kdy předávání znalostí studentům a mladším kolegům je společně s výzkumem naším primárním úkolem.

### Jak vnímáte roli vedoucího diplomových a disertačních prací?

Je ohromně zajímavé, když se z pozice studenta přenesete na druhou stranu barikády. Váš pohled se tím radikálně mění. Každý člověk je jiný a vyžaduje jiný způsob vedení, aby byl motivovaný a práce ho bavila.

### Komu je určena Letní škola proteinového inženýrství, kterou Loschmidtovy laboratoře pořádají?

Letní škola proteinového inženýrství je určena talentovaným studentům středních škol a začínajícím studentům škol vysokých se zájmem o biochemii, biologii, bioinformatiku a biotechnologie. Koná se jednou za dva roky a loni proběhla už potřetí. Program školy je složen z teoretických přednášek a pětrých laboratorních cvičení. Chceme, aby každý student měl možnost si sám vyzkoušet počítačový design, konstrukci a charakterizaci proteinů. Součástí letní školy je i trénink prezentačních dovedností studentů. Pod vedením mentorů každý z účastníků prezentuje cíle a nejdůležitější výsledky z vybrané

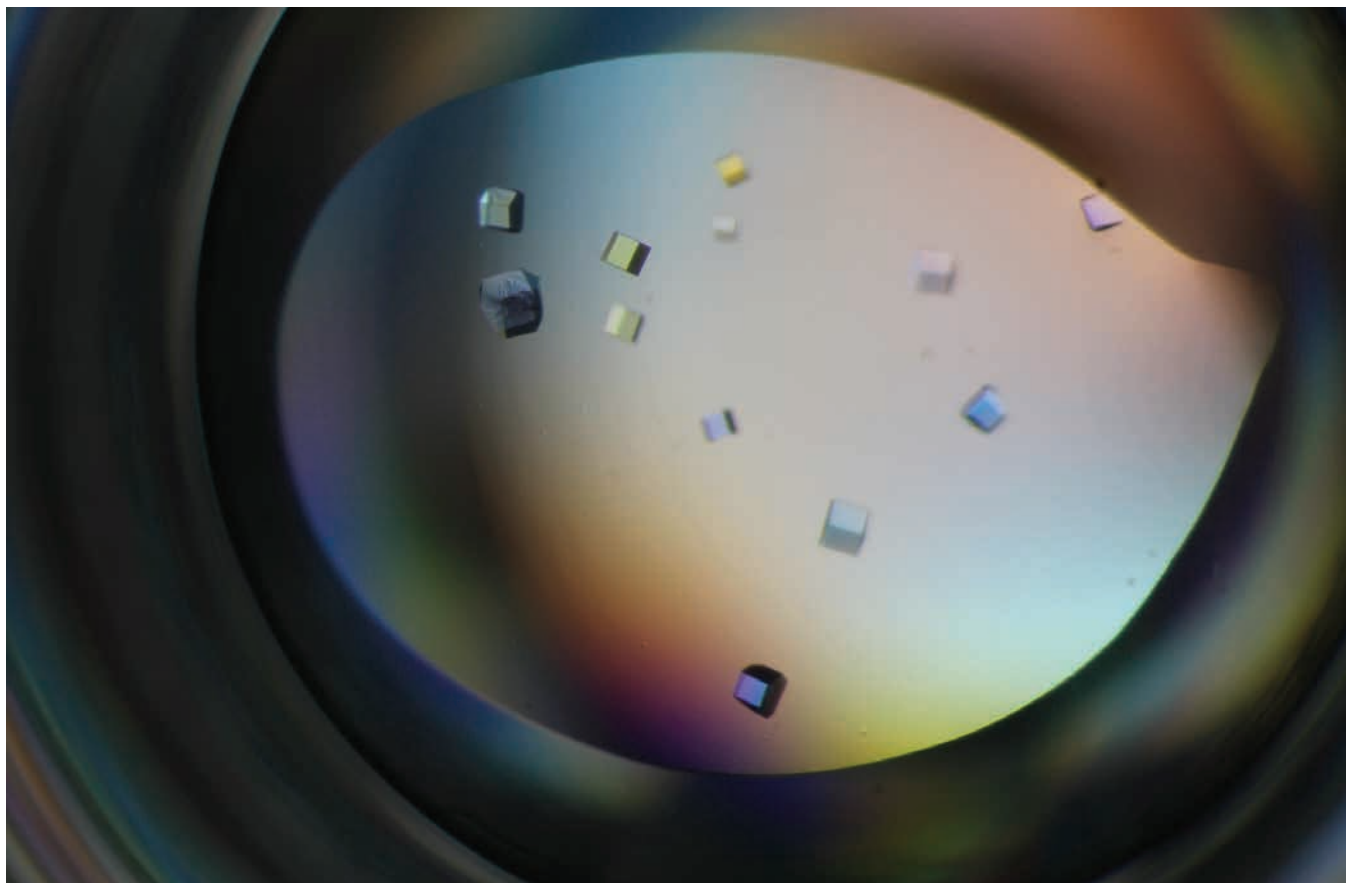


Model enzymu halogenalkandehalogenasy.

vědecké publikace. Po zveřejnění výzvy o letní škole zájemci vyplní elektronickou přihlášku, jejíž nedílnou součástí je motivační a doporučující dopis. Z doručených přihlášek potom vybereme dvacet studentů, kteří mají účast na letní škole zcela zdarma včetně ubytování a stravy. Těší nás, že je o letní školu velký zájem.

### **Jaká další výzva před Vámi v oblasti výzkumu stojí?**

Náš tým nyní nově pracuje na projektu, jehož cílem je pochopit strukturní podstatu katalytických vlastností rekonstruovaného předka dvou funkčně odlišných enzymů. Zjednodušeně řečeno jsme šli virtuálně „zpět do minulosti“ a zkonstruovali jsme předka současných enzymů. Studium jeho vlastností chceme pochopit, jakým způsobem se vyvinuly vlastnosti moderních enzymů.



Ukázka enzymových krystalů.

## Ekotoxikologie – od sinic ke kmenovým buňkám

PAVEL BABICA

**Výzkumný a vývojový  
pracovník**

**Centrum pro výzkum  
toxických látek v prostředí**



RNDr. Pavel Babica, Ph.D., vystudoval magisterský obor Ekotoxikologie v Centru pro výzkum toxických látek v prostředí RECETOX na Přírodovědecké fakultě MU, kde v roce 2006 obhájil disertační práci v oboru Chemie životního prostředí. Zabýval se především problematikou toxických a bioaktivních metabolitů produkovaných vodními květy sinic, od roku 2003 se výzkumu v této oblasti věnuje také jako pracovník Botanického ústavu Akademie věd ČR. Po získání titulu Ph.D. působil v letech 2006–2010 jako postdoktorální vědecký pracovník v USA na Michigan State University, kde zkoumal účinky environmentálních kontaminantů na mezibuněčnou komunikaci a vnitrobuněčnou signalizaci s využitím tkáňových kultur savčích kmenových buněk. Získané poznatky, zkušenosti a mezinárodní kontakty využívá po svém návratu do Česka v rámci svého výzkumu jak na Botanickém ústavu Akademie věd ČR, tak od roku 2012 také v Centru RECETOX, kde se zabývá vývojem a aplikací in vitro metod ke studiu a hodnocení účinků chemických látek na buněčné procesy a jejich roli v rozvoji některých chronických onemocnění. Mimo práci se věnuje především rodině. Zajímá se o akvaristiku, má také výtvarné sklony, byť aktuálně spíše nenaplněné. Hodně čte, jak beletrii, tak literaturu faktu, především historickou. Zajímá se o problematiku vědeckého skepticismu, kritického myšlení a v souvislosti s tím také o pseudovědy, zejména pak o kreacionismus a hnutí inteligentního plánu. Ze sportu jej oslovuje nejvíce umění rohovnické, ne nadarmo přezdíváné „the sweet science“. Velmi rád poslouchá hudbu, jeho nejoblíbenějšími žánry jsou punkrock, rock’n’roll a rockabilly, ale rád si pustí třeba také Radůzu nebo hip hop.

### Jaké předměty Vás bavily na základní a střední škole?

Tíhnul jsem k přírodopisu, fyzice, chemii. Bavil mě i dějepis nebo zeměpis. Olympiády z biologie jsem sice na základní škole absolvoval a umístoval jsem se, ale paní učitelka to vždycky zhodnotila tak, že jsem zvítězil jako jednooký mezi slepými. Základní škola pro mne nebyla problém, doma jsem se učil minimálně a měl jsem pěkné známky, což se na střední škole změnilo. Na gymnáziu jsem měl velký problém se naučit učit. Prospěch se mi zhoršil, olympiád ani Středoškolské odborné činnosti (SOC) jsem se neúčastnil. Dá se říci, že jsem nevěděl, co se sebou dělat.

### Projevoval se Váš vztah k přírodním vědám jinak než přehnanou zálibou v učení?

Ano, v zájmech jako akvaristika a teraristika. Zde musím vyjádřit obdiv k rodičům, byli tolerantní k tarantulám, škorpiónům, tíhl jsem hlavně ke studenokrevným a bezobratlým živočichům. Ale choval jsem také andulky, křečky, potkany. Občas došlo k únikům, gekona táta chytil do čepice, maminku zase nemile překvapila užovka schovaná mezi časopisy, a když utekl velký sklípkan, bylo to asi nejzajímavější. Záliba v chovatelství mi vydržela i na vysoké škole. Vždycky jsem se snažil mít alespoň malé akvárium i na kolejích a privátech. I dnes máme doma alespoň nanoakvárium s rybičkami a krevetkami.

## Nad jakými obory jste uvažoval při výběru vysoké školy?

Zhruba ve čtvrtém ročníku gymnázia jsem začal přemýšlet o studiu biologie a chemie, zajímala mě také problematika ochrany životního prostředí. Podal jsem si proto přihlášku na Ochranu životního prostředí a ekotoxikologii do Brna, kam jsem se dostal.

## Od bakalářské po disertační práci jste se věnoval tématu toxinů sinic. V čem je toto téma zajímavé?

Ekotoxikologie se zabývá tím, jak různé stresory, především tedy chemické látky, působí na živé organismy, jejich populace nebo celé ekosystémy. Chemických látek, které se v prostředí vyskytují ve zvýšeném množství kvůli činnosti člověka, je mnoho. Některé z nich nemusí být přímo toxické, ale způsobují například trofizaci vodních ekosystémů, tedy obohacování vod o živiny, které pak stimuluje růst sinic. Sinice jsou starobylá skupina mikroorganismů. Produkují sekundární metabolity a řada z nich je velmi toxických pro ostatní organismy včetně savců. Mimo jiné jsem se v rámci diplomové práce zabýval problematikou, jaká zdravotní rizika jsou spojena s výskytem sinic v přehradách. Snažil jsem se zjistit, jaké toxiny se ve vodních nádržích vyskytují, v jakém období, jaké jsou jejich koncentrace, a jaká mohou představovat zdravotní rizika pro člověka, ať již při koupání nebo pití kontaminované pitné vody.

## Jaké mají toxiny sinic složení?

Látky produkované sinicemi jsou po chemické stránce velice rozmanité, nelze je zařadit do jedné kategorie. Nejvýznamnější skupinou jsou peptidy, tedy látky složené z aminokyselin, ale často zcela jiných, než jaké nacházíme v proteinech. Kromě toho, že peptidové metabolity sinic obsahují unikátní aminokyseliny, které u ostatních organismů nenacházíme, tyto peptidy vznikají také jiným biochemickým mechanismem než proteiny, mívají často cyklickou strukturu či neobvyklé typy chemických vazeb. Další sinicové toxiny jsou látky heterocyklického charakteru, lipopeptidy či lipopolysacharidy.

## Proč vlastně sinice toxiny vytváří? Mají pro ně nějaký účel?

To je zajímavá otázka, na kterou se vědci snaží dlouho nalézt odpověď. Existují různé hypotézy, ale dosud se nedospělo k jednoznačnému konsenzu, navíc různé typy toxinů mohou mít odlišné funkce. Nejvíce prozkoumány jsou v tomto směru cyklické peptidy, microcystiny. Jedna z nejstarších hypotéz předpokládala, že microcystiny sinice vyrábí ke své obraně, aby donutily organismy živící se filtrováním vody k hledání jiné kořisti. Další hypotéza uvažovala, že jsou microcystiny produkovány s cílem potlačit konkurenční fotosyntetizující organismy, řasy a vyšší rostliny. Dnes se však ukazuje, že microcystiny jsou evolučně velmi starobylé a sinice je vytvářely už před vznikem eukaryot a mnohobuněčných organismů, takže toto pravděpodobně nebudou jejich původní funkce. Alternativní hypotézy tak předpokládají roli microcystinů v příjmu a skladování živin či plnění funkce chemických signálů, pomocí kterých se sinice dorozumívají. Nejnovější studie argumentují, že microcystiny jsou součástí obranného mechanismu sinic proti poškození, které vzniká světelným zářením. Jejich toxicita pro člověka je pouze shodou okolností.

## Jak tedy mohou sinice poškodit zdraví člověka?

Rozlišujeme pojmy nebezpečí a riziko. Zatímco nebezpečí vyjadřuje potenciál látky uškodit člověku, riziko je pak konkrétní pravděpodobnost, kdy za určité situace určité poškození zdraví nastane. Některé látky produkované sinicemi jsou velmi nebezpečné a schopné poškodit zdraví člověka již v malých množstvích. Konkrétní poškození však bude záviset vždy na typu a množství sinicových toxinů, způsobu, jakým s nimi člověk přichází do kontaktu, na četnosti tohoto kontaktu, na době jeho trvání. Účinky na zdraví se mohou pohybovat od podráždění kůže a sliznic přes nevolnosti a průjem až k poškození jater či komplikovaným gastroenteritidám v případě akutních otrav. Dlouhodobý opakovaný kontakt může zřejmě zvyšovat pravděpodobnost rozvoje nádorových onemocnění jater a zažívacího traktu. Výzkum sinicových toxinů na RECETOX přináší nové informace o nebezpečnosti jednotlivých toxinů, o nových typech toxinů či o mechanismech jejich toxických účinků, ale také údaje o jejich výskytu a osudu v prostředí. To umožňuje posoudit zdravotní a ekologická rizika spojená s toxickými sinicemi a vést k návrhům opatření pro snížení těchto rizik. Příkladem mohou být hygienické směrnice stanovující mezní hodnoty sinic pro koupání nebo limity pro koncentrace cyanotoxinů v pitné vodě, vývoj technologií pro odstraňování toxinů nebo metod pro omezení masových rozvoje sinic.

### Jakému výzkumnému tématu se věnujete v současnosti?

Sinicové toxiny jsem nikdy zcela neopustil. Po disertaci jsem byl na postdoktorální stáži v USA, kde jsem se věnoval *in vitro* toxikologii, konkrétně využití kultur progenitorových a dospělých kmenových buněk k charakterizaci některých specifických toxických účinků antropogenních chemických látek a k predikci možných dopadů na člověka. Tyto metody se nyní snažím dále rozvíjet a používat i po návratu do Česka ke studiu účinků různých skupin látek, z nichž jednou jsou i sinicové toxiny. Kromě toho, že kmenové buňky jsou velmi užitečný nástroj pro hodnocení toxicity, velmi nás zajímá také to, jak mohou chemické látky ovlivňovat právě kmenové buňky během vývoje a života jedince, a jakou to může hrát roli při vzniku a rozvoji různých onemocnění. Postupně se snažím vytvářet vlastní výzkumný tým, kam patří bakaláři, ale i magistři, doktorandi a postdoktorandi. Přímo v laboratoři trávím už jen málo času, spíše se věnuji studiu literatury, snažím se mít přehled o aktuálních poznacích, na základě toho formulovat hypotézy a pomocí našich experimentálních nástrojů je buď potvrdit, nebo vyvrátit. S tím souvisí činnosti jako plánování pokusů, vyhodnocování a interpretace výsledků a jejich publikování. Z větší části jde o základní výzkum, snažíme se rozklíčovat mechanismy, kterými působí různé látky na buňky či tkáně, a pochopit, co to může znamenat pro organismus. Nicméně ekotoxikologie a environmentální toxikologie má velmi blízko k praxi, vyvíjené metody a získané výsledky umožňují posoudit škodlivost jednotlivých chemických látek, směsí nebo vzorků prostředí, mohou být klíčové pro vývoj a přijetí opatření, jak se před jejich účinky chránit.

### RECETOX je významné pracoviště, můžete nějak přiblížit jeho výzkumný a společenský význam?

Česky zkratka RECETOX znamená Centrum pro výzkum toxických látek v životním prostředí, výzkum a výuka se tedy zaměřují na nejrůznější aspekty související s výskytem toxických látek v prostředí. Skupina Chemie životního prostředí se zabývá především identifikací chemických látek, které vstupují do prostředí z různých zdrojů znečištění, sledováním výskytu toxických látek v různých složkách životního prostředí, studiem jejich transportu, přeměn či degradace. Součástí je také vývoj nových metod a nástrojů pro analýzu a sledování toxických látek. Skupina Organické fotochemie a supramolekulární chemie se podrobně zabývá interakcemi toxických látek se světelným zářením a jeho vlivem na osud látek těchto v prostředí nebo také vývojem fotoaktivovatelných sloučenin pro nejrůznější aplikace. Skupina Proteinového inženýrství se zaměřuje na výzkum enzymatické katalýzy a na vývoj proteinových a buněčných biokatalyzátorů využitelných například pro degradaci toxických odpadů. Skupina Ekotoxikologie se pak zabývá studiem účinků chemických látek na živé organismy, ať už pomocí terénních studií nebo v laboratorních experimentech, a také problematikou hodnocení ekologických a zdravotních rizik spojených s výskytem toxických látek v prostředí. Výsledky našeho výzkumu pak napomáhají úsilí o snížení negativních dopadů působení toxických chemických látek na ekosystémy a na zdraví člověka. Centrum RECETOX je zapojeno do řady takto zaměřených národních i mezinárodních projektů a aktivit.

### V čem je pro Vás inspirativní práce pedagoga?

Přiznám se, že s učením v podstatě teprve začínám. V minulém semestru jsme s kolegy například vytvořili nový předmět Moderní metody v ekotoxikologii, který zastřešuji, a jsem jedním z několika přednášejících. Na vzdělávání studentů se podílím také jako vedoucí nebo konzultant řady bakalářek, diplomek a disertací. Přednášení i vedení prací chápu jako stimul k dalšímu rozšiřování svých znalostí, ale také ke zlepšení komunikačních dovedností, tak abych získané informace nebo zajímavé myšlenky uměl srozumitelně předat studentům. To je výzva.

### Jaká výzkumná výzva je před Vámi nyní?

V horizontu tří let je přede mnou zajímavý projekt, zaměřený právě na sinicové toxiny a studium jejich hepatotoxických a hepatokarcinogenních účinků pomocí *in vitro* modelů odvozených od dospělých kmenových a progenitorových buněk. Dlouhodobě se pak snažíme zaměřit na ovlivnění některých buněčných procesů, jež nejsou zcela běžně studované v rámci ekotoxikologického výzkumu. Ptáme se především, jaká je role těchto procesů a kmenových buněk při vzniku onemocnění, které může být působením chemických látek spuštěno či ovlivněno. Snažíme se také o přiblížení podmínek *in vitro* experimentů fyziologické *in vivo* situaci, například používáním třírozměrných tkáňových kultur a dalším zlepšením mikroprostředí. Usilujeme o vývoj a adaptaci některých *in vitro* metod tak, aby byly použitelné pro vysokokapacitní screening s použitím robotických a automatizovaných vyhodnocovacích systémů, což by umožnilo mnohem rychleji a efektivněji prozkoumat větší počet látek, sledovat ovlivnění více parametrů a v různých typech buněk.



# Geografický ústav

## Musím dělat něco, co má smysl. Praktický výzkum mi to umožňuje

KLÁRA ČÍŽKOVÁ

**Studentka oboru Fyzická geografie**

Bc. Klára Čížková se narodila se 25. září 1990 v Ostravě. V roce 2007 se přestěhovala do Paříže, kde vystudovala střední školu International School of Paris zakončenou zkouškou International Baccalaureate. Poté strávila rok v Londýně studiem ilustrace, kde ale nebyla spokojená a rozhodla se vrátit do Česka. Nyní studuje v prvním ročníku navazujícího magisterského studia oboru Fyzická geografie na Přírodovědecké fakultě MU a ve své práci se zabývá zejména ultrafialovým slunečním zářením.



### Jak jste prožila základní školu a nižší ročníky gymnázia, kam jste po 5. třídě v roce 2001 přešla?

Vždycky mě bavilo kreslení, čmárání, malování, ale také astronomie. Moje první kresba znázorňovala spoustu mimozemšťanů, zbožňovala jsem Star Trek a malovala jsem pana Spocka. Chodila jsem ráda do planetária nejen na přednášky pro děti, několikrát jsem navštívila astronomický kroužek. Měla jsem spoustu encyklopedií, atlasů vesmíru a knížek od doktora Jiřího Grygara, který je pro mě ve vědě dodnes velkým vzorem v oblasti popularizace výzkumu. Měla jsem odmala blízko k ekologii také proto, že moje maminka je diplomatka a pracovala při OECD v agendě životního prostředí v rámci české stálé mise. Věnovala se systémovému inženýrství se zaměřením na ekologii, a to se specializací na postindustriální zóny kolem Ostravy, takzvané „brownfieldy“.

### Co Vás v nižších třídách osmiletého gymnázia nebavilo?

Biflovat. Biflovat věci, které si normální člověk do pěti minut najde na internetu. Přežila jsem s tím postojem v pohodě, i když se čtyřkami. Špatné známky mě ale vůbec netrápily. České školství do nižšího stupně gymnázia mě vůbec nebavilo a nemotivovalo. Například učitelka matematiky mě nesnášela, já nesnášela ji, byla jsem zralá na propadnutí, ale skončilo to čtyřkou. Naschvál jsem si z ostatních předmětů zařídila jedničky, aby vedle nich ta čtyřka vypadala nemožně. Musím říci, že na té škole si mě dodnes pamatují. V hodinách jsme hráli poker, ve vyšších ročnících jsme se spolužáky vyráběli výbušniny, nebyla jsem opravdu žádný svatoušek. Na druhou stranu byla velmi vstřícná učitelka výtvarné výchovy v Lidové škole umění, kam jsem chodila po vyučování. Někdy jsem u ní i čtyřikrát týdně kreslila. Také jsem hrála na klavír a věnovala se opernímu zpěvu.

### Vaši maminku pak ale práce diplomatky zavedla do Paříže, kam jste se s ní přestěhovala. Co se ve Vašem životě změnilo?

Nejdřív jsem zažila kulturní šok. V šestnácti letech jsem se dostala na International School of Paris (ISP), což je škola, která vyučuje úplně jinak než školy v České republice. Je zde zaveden program International Baccalaureate. První půlrok byl neskutečně obtížný, jak kvůli jazykům, tak i proto, že mě v Česku nikdo nenaučil rozumně zpracovávat informace, najít si je na internetu a udělat syntézu. Což se po nás v Paříži chtělo jako automatická věc. Tohle, a navíc v angličtině, pro mne bylo moc těžké. Ale škola mě dokázala motivovat natolik, že jsem si nehodila nohy na stůl. Rozhodla jsem se, že to zvládnu. Na konci prvního roku jsem byla jedním z nejlepších studentů. Maturitní skóre jsem měla spolu s jedním singapurským studentem vůbec nejlepší, 43 bodů ze 45, na Cambridge se můžete hlásit od 41 bodů.

### **Jak se to stalo, že se z „drahouška“ stane premiant? Co Vás dovedlo motivovat?**

Prakticky zaměřené projekty. A také to, že se nám učitelé snažili vštípit, že nevadí, když jeden student bude lepší a druhý horší, a že se máme pokusit o to nejlepší, co v nás je. Druhá motivace byla negativní. Neměla jsem jazykové schopnosti, ostatní studenti mě nepřijali do kolektivu, posmívali se mi a udělali mi pár škaredých věcí. Řekla jsem si prostě: „A just natruc“. Systém výuky nebyl založen na biflování, ale projektech, začala mne bavit i dosud nenáviděná matematika. Bez ISP školy bych nyní na přírodovědném oboru určitě nebyla.

### **Dal se přístup ISP školy přirovnat k vysokoškolskému studiu?**

Ano, výuka probíhala v rytmu semestr – zkouškové období. Přes semestr jsme pracovali jen na projektech proložených přednáškami. Učitelé vše vysvětlovali na případových studiích. Nešlo o pouhé biflování faktů a učení se vzorečků nazpaměť. Modelovali jsme například chladnutí vody pomocí Newtonovy chladicí křivky (Newton's cooling curve). To mě bavilo neuvěřitelně, ponořila jsem se do tématu a najednou se z „drahouška“, co na české škole hrál poker, stal člověk, kterého baví matematika. Kreslení a malování u mne ale stálo pořád na prvním místě, volný čas jsem trávila za stojanem nebo v ateliéru ve škole. V posledních dvou letech si student vybíral z přírodních věd jenom dvě. Já si nevybrala fyziku, protože jsem se jí bála a byla jsem ještě znechucená českou školou, kde mi učení fyziky nešlo a ani mě nebavilo. Dnes toho trošku lituju. Je to jeden z důvodů, proč jsem nešla studovat astrofyziku nebo fyziku atmosféry. Poslední rok na ISP se studenti věnují jen šesti až sedmi maturitním předmětům. Prvním z nich je mateřský jazyk, který jsem studovala ve spolupráci s českou IB školou v Praze, dále jsem studovala angličtinu a matematiku, jež je povinná, ale student si volí ze tří úrovní obtížnosti, zatímco u většiny předmětů si vybírá ze dvou úrovní. Mezi moje další maturitní předměty patřila geografie a ekologie. Geografii jsem si zvolila na vyšší úrovni. IB program mi ukázal, že mě geografie baví, zejména díky syntéze, kterou umožňuje. Jako šestý maturitní předmět jsem si vybrala výtvarné umění a jako sedmý francouzštinu.

### **Jak Váš studijní život pokračoval po pařížské zkušenosti?**

V Paříži jsem se zařekla, že půjdu studovat umění do Londýna. Vybrala jsem si Camberwell College of Arts, která je součástí University of the Arts London, což je známá škola s dobrou reputací. Nalákala mě jejich prezentace, se kterou přijeli na naši ISP školu. Naštěstí měli takzvaný „foundation year“, po jehož absolvování člověk dostane základní certifikát a pozná, zda ho studium umění opravdu baví, což je to nejdůležitější. Já jsem už v průběhu prvního měsíce zjistila, že v současném světě není slovo umění od „umět“, ale od slova „šokovat“, a že to nepředstavuje to, co bych chtěla dělat. Nicméně jsem „foundation year“ dokončila. Také jsem se bála, že mi na této škole úplně zakrní mozek. Z nudy jsem se dokonce přihlásila do britské sudoku ligy. Profesionální ilustrátorka ze mě tedy nebude, ale umění pro mě zůstává koníčkem.

### **Jak byste svůj umělecký projev popsala? Odráží se ve Vaší tvorbě nějak i Vaše přírodovědné zájmy?**

Věnuji se malbě a svůj styl bych zařadila mezi surrealismus a dekadenci, osobně mu říkám mystický realismus. Mým závěrečným projektem v Londýně byla problematika globálních klimatických změn, kterou jsem vyjádřila s pomocí postav a příběhů slovanské mytologie. Už tady je myslím patrný můj silný vztah ke geografii.

### **K čemu Vás tedy motivovalo demotivující studium umění v Londýně?**

Už tehdy pro mě byla geografie „jasná volba“, řečeno slovy nejmenované reklamy, po malování pro mě vždycky „moje věc“ číslo dva. Už na střední škole jsme psali delší odborný text, něco jako „mini bakalářku“. Zvolila jsem si geografické téma Vliv Vltavské kaskády na povodně v roce 2002. Ke konci středoškolského studia jsem se rozhodla vrátit se do Česka, kde mám spoustu kamarádů. Volila jsem mezi Univerzitou Karlovou a Masarykovou univerzitou. Zjišťovala jsem si podrobné informace o studiu geografie. Kromě osobních důvodů rozhodovala vědecká práce odborníků. Velice mne zaujala práce profesora Brázdila z Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. Klimatologie, studovaná v kontextu klimatické změny, je zde opravdu na špičkové úrovni. Proto padlo moje rozhodnutí studovat na této fakultě. Určitě jde o volbu, které nelituji.

## Jak jste prožívala začátek studia geografie?

První semestr pro mě představoval opakování učiva ze střední školy. Moc mě bavila cvičení ze statistiky. Na rytmus semestr – zkouškové období jsem byla zvyklá. Ve druhém semestru jsme se dozvěděli zajímavé informace, ale také jsme prošli spoustou ubíjejících cvičení a předmětů, zařazených podle mne snad jen proto, aby nás protřídily a udržely zaměstnané. Většinou šlo o čisté biflování informací, naučit se všechny říčky a potoky, což se mi teď hodí leda tak na machrování před kamarády. Ale už tehdy jsem věděla, že chci jít psát bakalářskou práci k doktorovi Kamilu Láskovi. Měla jsem na něj samé dobré ohlasy a bakalářská práce pro mě znamenala motivaci do budoucna.

## Vášim tématem byla Homogenizace řady erytemového UV slunečního záření naměřeného na Solární a ozonové observatoři (SOO) v Hradci Králové. Šlo o praktický výzkum? Kdy jste na tématu začala pracovat?

Svoji bakalářskou práci jsem začala psát od konce druhého ročníku, v létě jsem provedla základní rešerše. Moje práce vznikla na čistě praktických požadavcích SOO, což je nejlepší instituce pro měření solárního záření a ozonu v Česku. Oslovili doktora Lásku, mého školitele, s tím, že hledají studenta, který by tuto problematiku zvládl zpracovat. A já jsem do toho šla. Jednalo se o porovnání přesnosti měření přístroje, který se používá zejména pro orientační stanovení údajů intenzity UV slunečního záření. Porovnání probíhalo s pomocí velmi přesného měřicího zařízení. Šlo o aplikaci série oprav, ze kterých bylo mým úkolem vybrat tu nejvhodnější úpravu naměřených dat a komentovat reziduální variabilitu, jež zůstává v měření i poté, co jsou aplikovány možné opravy. Nejdůležitějším výsledkem bylo zjištění nejvhodnější kombinace oprav.

## Co Vás zaměstnává v magisterském studiu?

Zcela mě zaměstnává studium a také diplomová práce, kterou chci odevzdat na velice kvalitní úrovni. Zase jde o praktickou téma zadané Solární ozonovou observatoří v Hradci Králové. Také pomáhám ostravské pobočce Českého hydrometeorologického ústavu se zpracováním dat.

## Ze všeho, co říkáte, vyplývá, že jste zaměřená na ryze praktický výzkum. Čím je to dáno?

Dělat něco, jen aby se to dělalo, mi přijde plýtvání času mého, školitelova i lidí, co se tématu budou věnovat. Oceňuji, že naše fakulta má vynikající napojení na praktický výzkum, spolupracuje s řadou institucí. Musím zkrátka dělat něco, co má smysl. S mojí povahou by to jinak dopadlo špatně. Nemůžu se prostě „plácát“ od ničeho k ničemu.

## Co oceňujete na svém školiteli?

Ochotu, precizní spolupráci a to, že mě opravdu vede, zajímá se o témata, kterým se věnuji. Obecně řečeno, chce pro studenty to nejlepší, najít jim téma „na míru“. Když se objeví nový projekt, snaží se studenty zapojovat. Před výběrem tématu bakalářské práce jsme se domluvili, že bych ráda dělala zpracování dat, s trochou matematiky, trochou fyziky a velkým množstvím statistiky. Jsem moc ráda, že Přírodovědecká fakulta má napojení na praxi a je tu možnost praktického výzkumu pro studenty, kteří o něj mají zájem. Ale student musí chtít, nemůže si „hodit nohy na stůl“.

## O co ve výzkumu klimatologie UV záření, kterému se dlouhodobě věnujete, jde?

Cílem je kvantifikace faktorů, které ovlivňují intenzitu dopadajícího slunečního UV záření. Dalším úkolem je zjištění dlouhodobých změn a snaha o zmapování jejich příčin. Víme o problémech s ozonovou vrstvou, i ve střední Evropě bylo zaznamenáno její kolísání. Nyní se vrstva znovu obnovuje, určitě je zajímavé sledovat další vývoj a jeho vliv na intenzitu UV záření. Dalším tématem jsou aerosoly. Z průmyslu, zemědělství, domácností je do ovzduší emitováno množství aerosolů, které mají vliv na propustnost atmosféry a UV záření, což je třeba kvantifikovat. Sledujeme také změny cirkulace, se kterou mohou souviset změny oblačnosti. I ty hrají roli v otázce, jaká je intenzita dopadání slunečního, respektive UV záření na zemský povrch.

## Dovedete si představit, že jednou budete sama vyučovat na vysoké škole?

Sama už nyní doučuji, snažím se rozvíjet i v těchto dovednostech. Profesor Pavel Prošek přednáší úžasně, jako by člověk četl detektivku. Proto je jedním z mých velkých vzorů.

**Jakou máte představu o svém studijním a profesním životě po absolvování magisterského stupně studia?**

Určitě chci zůstat na Geografickém ústavu jako doktorand. Nemohu si vynachválit spolupráci se školicími, doktorem Láskou. Teoreticky už by se mohlo rýsovat téma disertace, opět spojené s klimatologií UV záření.



I am the Truth. Malba Kláry Čížkové.



Paris. Malba Kláry Čížkové.

Reprodukce obrazů: Archív Kláry Čížkové.

## Ne každý uživatel mapy se zamýšlí nad její kvalitou

ZBYNĚK ŠTĚRBA

**Odborný pracovník ve výzkumu – postdoc  
Geografický ústav**

Mgr. Zbyněk Štěřba, Ph.D., je odborným pracovníkem ve výzkumu – postdokem na Geografickém ústavu Přírodovědecké fakulty. Po absolvování bakalářského a magisterského studia oboru Geografie a kartografie se jako doktorand ihned zapojil do výzkumné činnosti na Geografickém ústavu, kde působí dodnes. Jeho výzkumná činnost se nejprve soustředila na oblast koncepce a tvorby map pro krizové řízení, postupně se pak ve svém výzkumu zabýval především kognitivními aspekty v kartografii a testováním použitelnosti kartografických produktů. Na těchto tématech úzce spolupracuje i s kolegy z ostatních oborů, zejména pak z oboru kognitivní psychologie či aplikované informatiky.



**Projevil se Váš zájem o geografii (nebo dokonce kartografii) už na základní škole? Bavilo Vás například v zeměpisu učit se země a jejich hlavní města, vědět, kde je co na mapě?**

Ano, geografie byla zcela určitě jedním z mých nejoblíbenějších předmětů už od základní školy, řekl bych možná, že i tím úplně nejoblíbenějším. Souviselo to určitě i se zálibou v cestování – vždy mě zajímalo, kam pojedeme a co tam uvidíme. Samozřejmě vzhledem k různým okolnostem nebylo například cestování do zahraničí tak obvyklé jako je tomu dnes, tak jsem velmi často cestoval i „prstem po mapě“ a snil o různých zajímavých destinacích. Mojí oblíbenou kratochvílí bylo tedy v tuto dobu prohlížení různých atlasů a map, které jsme měli doma. Takže ano, zrovna například zmíněná hlavní města jsem ovládal u všech světových států, což mi vydrželo až do maturity, poté jsem je začal už pomalu zapomínat (směje se). Co se týče samotné kartografie, tak s tou jsem přicházel do styku velmi často, ačkoliv jsem si to v tu dobu ještě úplně neuvědomoval. Od 11 let se věnuji orientačnímu běhu, takže používání mapy pro mě bylo téměř dennodenní záležitostí. Dokonce jsme měli v té době za úkol na některých táborech mapu relativně malého území vytvořit, a pak jsme na těchto „mapách“ běhali trénink orientačního běhu, tedy v některých případech to byla vzhledem ke kvalitě těchto map spíše parodie na orientační běh.

**Účastnil jste se na ZŠ a SŠ nějakých soutěží, olympiád, SOČ apod.?**

Nevzpomínám si přesně, o jaký typ soutěže se jednalo, ale nějakých zeměpisných soutěží jsem se účastnil na základní škole i později na gymnáziu. Ale žádných pronikavých vítězství jsem myslím nedosáhl, alespoň si tedy na ně nevzpomínám. Asi po nás chtěli i něco jiného než hlavní města.

**Jak jste uvažoval o výběru vysoké školy a oboru, který budete studovat? Proč jste zvolil kartografii a geoinformatiku?**

Můj zájem o geografii a kartografii se prohloubil i během studia na gymnáziu v Pardubicích, kde jsem měl i štěstí na dobré učitele na zeměpis, ze kterého jsem i maturoval. V tu dobu jsem se již intenzivně věnoval orientačnímu běhu a i zájem o samotný proces vzniku speciálních map, které se v tomto sportu používají, mě nasměřoval právě ke studiu těchto oborů. V tu dobu se tedy jednalo spíše o kartografii a geografii, a pokud si dobře pamatuji, tak se tak tento obor v době začátku mých studií i jmenoval. Geoinformatika, která je úzce spjatá s využitím informačních technologií, se v té době teprve rozvíjela do samostatné disciplíny. V prvních ročnících jí byl věnován jen malý zlomek všeho učiva. Dá se tedy říci, že mým hlavním důvodem pro studium kartografie byla opravdu motivace naučit se vytvářet mapy, případně celé atlasy.

## Jak se kartografie proměnila s rozvojem pokročilých informačních technologií?

S rozvojem informačních technologií se kartografie proměnila opravdu výrazně, a to hned v několika směrech. Jednak lze zmínit právě výrazný rozvoj oboru geoinformatiky, tedy využívání informačních technologií pro sběr, úpravu a prezentaci různých prostorových dat. Tím došlo k výraznému nárůstu efektivitu práce s prostorovými daty obecně – spousta činností probíhá automatizovaným a kontrolovaným způsobem pomocí geografických informačních systémů, které dokážou uchovat a nabídnout uživateli velké množství dat s různou tematikou k dalšímu využití. To může spočívat například v podrobných síťových analýzách obslužnosti městskou hromadnou dopravou a její následné optimalizaci nebo třeba k vytváření rychlých a přehledných analýz volebních výsledků. Nic z toho by bez existence geografických informačních systémů nebylo jednoduše možné, respektive proveditelné v nějakém rozumném časovém horizontu. Druhým aspektem, který lze s příchodem informačních technologií zmínit, je v oblasti kartografie naprostá proměna celého procesu tvorby mapy. Jednak je k dispozici relativně velké množství softwarů, ve kterých se dá v podstatě jakákoliv mapa vytvořit. Druhou věcí je i to, že v dnešní době vlastně kartograf kolikrát ani nemusí do mapovaného území fyzicky vkročit, což bylo samozřejmě ještě před nějakými deseti nebo patnácti lety v podstatě nemyslitelné. Vzhledem k dostupnosti různých opravdu detailních podkladových dat, jakými jsou například ortofotomapy s vysokým rozlišením, data z laserového skenování a podobně, je možné mapu vytvořit tak říkajíc „od stolu“.

## Co jsou to „mapy v krizovém řízení“? Proč je důležitá objektivizace a optimalizace hodnocení kartografické symboliky pro tyto mapy, které jste se věnoval v doktorské práci?

S mapami se můžeme setkat v mnoha podobách a při různých činnostech. Každý jistě někdy použil třeba turistickou mapu nebo Google Maps, ne každý uživatel mapy se ovšem zamýšlí nad kvalitou takových map. V tomto smyslu se dá hovořit jednak například o přesnosti zobrazených objektů a jevů na mapě, jejich aktuálnosti, ale i o takových aspektech jako je třeba jejich praktická použitelnost, jednoduše řečeno – s jakou úspěšností jsme jako uživatelé schopni mapu použít pro nějaký účel. U zmíněné turistické mapy se nám v případě nějaké nejasnosti může stát leda to, že se ztratíme, ovšem v případě map, které se používají při řešení různých mimořádných událostí, jakými jsou třeba povodně nebo požáry, je už potřeba klást na kvalitu patřičný důraz. Pro ilustraci si můžeme představit třeba operátora, který koordinuje a informuje zásahové jednotky při nějaké krizové situaci – takový jedinec musí v co nejkratším čase předat co největší množství přesných a zejména relevantních informací, jež by zasahujícímu pomohly k úspěšnému řešení nastalé situace. V podobných momentech je dalším důležitým aspektem i stres, pod kterým operátoři v daném momentě pracují – což je při vědomí, že podobné informace mohou významně pomoci k záchraně majetku nebo i dokonce lidských životů, celkem pochopitelné. Z těchto důvodů je nutné zajistit takovým uživatelům odpovídající zdroj informací – v tomto případě tedy použitelných map, které by v podobných situacích nabízely odpovídající množství potřebných informací. S tímto souvisí i správný návrh samotného kartografického zpracování, které by eliminovalo různé komunikační šумы a nepochopení na straně uživatele takových map, například zmíněného operátora. Souvisí s tím ale třeba i další kognitivní aspekty, jež mohou mít při vnímání informací na mapě nějaký vliv.

## Můžete čtenářům představit, co to znamená být „postdoc“?

„Postdoc“, neboli postdoktorská pozice, je určena pro mladé vědecké pracovníky v období po ukončení doktorského studia. V rámci této pozice pracovník obvykle pokračuje v započatém výzkumu a dále prohlubuje svoje odborné znalosti a dovednosti. Obvykle se pak jedná o časově omezené pracovní místo, financované převážně z různých grantových zdrojů, jak je tomu ostatně i v mém případě. Zjednodušeně se dá říci, že jako postdoc se můžete plně soustředit na plnění stanovených výzkumných cílů a nejste tolik „zatěžován“ výukovými povinnostmi, které samozřejmě jinak zaberou relativně velké množství času.

## V čem jsou pro Vás inspirativní studijní / pracovní stáže?

Stáže jsou obecně velmi přínosnou zkušeností, která především rozšiřuje obzor ve studovaném oboru. Nové znalosti a postupy se samozřejmě dají získat i komunikací s kolegy na různých konferencích či četbou odborných publikací, při každé stáži se člověk může ovšem blíže seznámit i se způsobem práce na daném pracovišti a s celkovou organizací aktivit. To může být v některých případech velmi inspirujícím podnětem a zkušeností přenositelnou i do domácího prostředí. Nejdůležitější je ovšem samotná

možnost osobně diskutovat o různých problémech s předními experty v daném oboru. V rámci stáže je na vše přeci jen více času než na krátké konferenci, lze tedy různá témata probírat více do hloubky, učit se postupům ostatních, případně i prezentovat přístupy běžné na vašem pracovišti. Velmi důležitým aspektem, jenž s uvedeným souvisí, je i navazování nových kontaktů, které mnohdy končí dalším pokračováním spolupráce, třeba i v rámci řešení nějakého společného projektu.

### **Jakému výzkumu se věnujete nyní?**

V rámci postdoktorického výzkumu se věnuji dále činnostem, kterými jsem se zabýval na Geografickém ústavu PřF MU už dříve. Jedná se tedy zejména o výzkum kognitivních aspektů v kartografii a jejich vliv na celkovou použitelnost map. Zaujímá mě, jakým způsobem jedinec vnímá informace zobrazené na mapě a jak se to dá objektivně hodnotit. Z tohoto hlediska se s kolegy věnujeme experimentálnímu testování práce uživatelů na různých typech map, přičemž pomocí speciálního interaktivního softwaru sledujeme různé parametry, pomocí kterých pak můžeme vyvodit relevantní závěry. Zejména se jedná o reakční časy uživatelů při plnění různých dílčích úkonů na mapě i jejich chybovost. Z tohoto hlediska lze kromě rozdílů mezi některými vizualizacemi pozorovat i odlišnosti mezi různými jedinci, které mohou být způsobené jejich osobnostními charakteristikami. To pro nás může být zajímavé například z hlediska návrhu a realizace případných změn ve způsobu kartografického zpracování daných map v souvislosti se způsobem, jakým je tato mapa danou skupinou uživatelů vnímána. Teoreticky by tak bylo možné takto uvažovat i o jisté personalizaci mapy pro daného uživatele tak, aby se mu s mapou pracovalo lépe a aby tak mapa odpovídala lépe svému účelu. Toto jsou nyní výzvy, jež obecně v této oblasti kartografie čekají na své řešení, a je nutné dodat, že se jedná o aktivity, které jsou i jedním ze záměrů Mezinárodní kartografické asociace.

### **Při jakých činnostech si od práce odpočnete nejlépe?**

Tak úplně nejvíce si odpočinu při jakékoliv aktivitě, při které nemusím sedět u počítače – to je totiž přece jen způsob, jak nejčastěji trávím svůj čas v práci. Mám tedy rád v podstatě jakýkoliv sport či aktivitu, při které se dostanu na čerstvý vzduch – běhání, kolo, běžky, turistiku a podobně. S tím trochu souvisí i moje záliba v cestování, čímž si i trochu naplňuji své dětské plány při cestování „prstem po mapě“. Ale mapy samozřejmě úplně neopouštím ani ve svém volném čase – jednak jsem se už zmínil o orientačním běhu, při němž je mapa samozřejmostí, ale rád si při svých cestách prohlížím jakákoliv mapová díla, která jsou k dispozici – kupuji si turistické mapy a atlasy, prohlížím si dostupné nástěnné mapy na informačních cedulích. To bude asi nějaký druh profesionální deformace, že?

### **Používáte raději GPS navigace nebo papírovou mapu, kde je hezky vidět větší část území?**

V tomto patřím do té konzervativní části, která raději používá klasické „papírové“ mapy. Přes nesporné výhody GPS navigace je pro mě klasická mapa dostatečným nástrojem při cestování autem i výletu někde v horách. Nic se prostě nevyrovná tomu pocitu držet papírovou mapu v ruce, mít možnost si ji libovolně skládat, rozkládat a otáčet. V běžném životě, zejména pak v městském prostředí, používám ale pro jednoduchou orientaci a vyhledávání různých míst interaktivní webové mapy na svém telefonu. V tomto případě je to samozřejmě už velké ulehčení, hlavně v souvislosti s jednoduchým propojením s dalšími informacemi dostupnými na internetu.



**Národní centrum  
pro výzkum biomolekul**

## Jednou bych chtěla vést svoji vlastní laboratoř, ale už nyní vím, že to stojí hodně úsilí, práce a času

HANA SEDLÁČKOVÁ

### Studentka oboru Genomika a proteomika

Bc. Hana Sedláčková se do biomolekulárního výzkumu zapojila velice úspěšně už jako středoškolská studentka. Za zcela nové poznatky v oblasti charakterizace proteinu RECQ4 získala například ocenění Česká hlavička v kategorii GENUS (2011) nebo mezinárodní prestižní stipendium společnosti General Electric (GE foundation) (2013). Šestým rokem pracuje jako studentská vědecká pracovnice v Laboratoři rekombinace a opravy DNA (LORD). Její výzkum souvisí s genomovou nestabilitou a vyšší náchylností k rakovině.



### Jakou jste měla představu o svém povolání jako dítě školou povinné?

Na základní škole jsem měla blízko k biologii díky paní učitelce, která vedla přírodovědný kroužek. Absolvovala jsem ekologické a biologické soutěže jako Zlatý list nebo Pětkrát z naší přírody, pořádané hnutím Brontosaurus. Biologickou olympiádu jsem vyhrála v krajském kole a dostala jsem se i do státního kola. Ze základní školy jsem odcházela s představou, že bych se chtěla stát ekologem. Bavilo mě trávit čas v laboratoři a zjišťovat, jaký vliv mají energetický průmysl a doprava (výfukové plyny) na životní prostředí.

### Jak jste se už jako gymnazistka dostala k výzkumným projektům zaměřeným na zkoumání velice vzácné genové mutace?

Objevila jsem možnost vědecko-výzkumné stáže pro středoškolské studenty na vysokých školách a díky ní jsem se dostala do Národního centra pro výzkum molekul k docentu Lumírovi Krejčímu, kde jsem trávila veškerý volný čas. V rámci této stáže a následně i Středoškolské odborné činnosti (SOČ), koordinované Jihomoravským centrem pro mezinárodní mobilitu (JCMM), jsem se začala věnovat proteinu RECQ4. O tomto proteinu zatím není mnoho známo, protože se s ním v laboratorních podmínkách těžko pracuje.

### Co je cílem výzkumu tohoto proteinu ve vztahu k lidskému zdraví?

Hlavním cílem je charakterizace RECQ4 helikázy v replikaci a opravě DNA. Pokud se v tomto genu vyskytne mutace, může se u člověka objevit vážné onemocnění, jehož těžší formy vedou k předčasnému stárnutí a vyšší náchylnosti k rakovině. Jde o dědičné onemocnění, které bylo popsáno zhruba u tří set případů (určení diagnózy onemocnění spojených s RECQ4 je velmi problematické). Začali jsme se zajímat o způsob fungování tohoto proteinu v lidské buňce a o úlohu, jakou by mohl mít při opravě poškozené DNA. Ve své SOČ jsem zpracovala první výsledky svého zkoumání a pokračovala jsem v něm i v bakalářském a nyní v magisterském studiu.

### Čemu se věnuje genomika a proteomika, které nyní studujete?

Genomika se zabývá genomem, což zahrnuje veškerou DNA v daném organismu. Zkoumá především geny a zabývá se jejich strukturou a funkcí v organismu, například jaké mutace určitého typu genu vedou k různým typům onemocnění. Proteomika se zabývá celým proteomem, tedy všemi proteiny v organismu nebo v buňce.

## **Jak dlouho Vás bude zaměstnávat vědecký projekt studia RECQ4?**

Určitě se mu budu věnovat do konce magisterského studia, po jehož dokončení bych chtěla pokračovat v doktorském studiu v zahraničí. A je možné, že si v zahraničí vyberu laboratoř, která se věnuje podobnému tématu. Publikováním článku většinou vědecká práce nekončí. Objeví se další otázky, následují nové experimenty, takže mohu bádát pořád dál.

## **Vidíte už v téhle fázi své práce pozitivní výsledky pro praxi?**

To je těžké říci. Po objevení genu nebo proteinu trvá velice dlouho základní výzkum, kterému se věnuji i já. Pak začne preklinické a klinické testování. A teprve potom může dojít k aplikaci nebo léčbě, po době dlouhé i desítky let. U RECQ4 není stále jasná jeho role v buňce v metabolismu DNA, tudíž žádné klinické aplikace nebo efektivní léčba onemocněných spojených s RECQ4 dosud neexistují.

## **Základem vědecké komunikace jsou konference. Jak jste se do nich dosud zapojila? V čem jsou pro Vás inspirativní?**

Zúčastnila jsem se například studentské vědecké Konference mladých chemiků a biochemiků 2013 pořádané Sigmou-Aldrich, hlavním distributorem chemikálií a laboratorních pomůcek. Obhájila jsem tam svoje výzkumné výsledky proti dalším magisterským studentům a doktorandům a získala svůj první grant, Cenu manželů Coriových za nejlepší prezentaci v oblasti biochemie. Podařilo se mi prezentovat svoji práci tak, aby ji pochopila multioborová odborná porota, složená z biochemiků, molekulárních biologů a chemiků. Měla jsem z toho velkou radost, protože jsem předtím prezentovala své výsledky na biochemickém sjezdu, pořádaném PŘF MU, kde jsem pravděpodobně své výsledky podala příliš složitě a možná i trochu nesrozumitelně. Tak jsem na sobě zapracovala a na konferenci Sigma-Aldrich připravila jednodušší, jasný a pochopitelný výklad. Praxe v laboratoři je výborný trénink i proto, že zde máme každý týden seminář, na kterém pravidelně prezentujeme svoje výsledky. Ostatní kladou mnohdy nepříjemné otázky, ale na konferencích se to člověku zúročí. Zpočátku je kritika samozřejmě nepříjemná, ale obvykle bývá velmi inspirativní. Snažím se vzít si z objektivní kritiky podněty pro budoucnost.

## **Co počítáte mezi svoje největší odborné úspěchy?**

Samozřejmě vědecké články. V letošním roce se nám podařilo publikovat v časopise DNA Repair článek o RECQ4, kde jsem první autorkou. Dále se nám podařilo publikovat v časopise Nucleic Acids Research článek o kvasinkovém proteinu Srs2, kde jsem spoluautorkou. Na domácí půdě se mi podařilo získat grant na podporu vynikajících diplomových prací, kterému se momentálně věnuji. Výzkum z bakalářské práce jsem pro svoji diplomovou práci a grant posunula, snažíme se zjistit, jak RECQ4 reaguje s ostatními proteiny a co potom dělá na DNA.

## **Jaká odměna Vás nejvíce potěšila?**

Za největší odměnu své práce považuji výzkumnou stáž v Dánsku ve špičkových laboratořích. Zatímco v Česku jsem se věnovala biochemii, v Dánsku jsem si vyzkoušela buněčné experimenty.

## **Jaká je reakce docenta Krejčího na Vaše úspěchy, granty a publikace?**

Docent Krejčí je náročný šéf, šetří nadšeným hodnocením, ale pochválit umí a dává nám i finanční odměny. Kdyby nebyl mým školitelem, tak bych se asi sama k ničemu nepřinutila. Je důležité mít někoho, kdo vás motivuje a podporuje. Samozřejmě ocenil, když jsem ze svého grantu získaného z projektu Sigma-Aldrich nakoupila chemikálie pro naši laboratoř.

## **Jakou máte představu o svém profesním životě?**

Nejsem si jistá. Pořád může přijít den, kdy všeho budu mít plné zuby a odejdu z výzkumu. Ale v současnosti si myslím, že na výzkumném pracovišti zůstanu. Jednou bych chtěla mít a vést svoji vlastní laboratoř, ale už nyní vím, že to stojí hodně úsilí, práce a času.

**Pracovala jste jako lektorka Vědeckého a výzkumného centra BIOSKOP MU. V čem je pro Vás zajímavé vědu popularizovat?**

Práce v centru mě naplňovala. Předávala jsem svoje zkušenosti, motivovala studenty pro práci v laboratoři a vymýšlela nové kurzy o DNA a PCR reakci. Bavilo mě přibližovat vědu žákům středních a základních škol tak, aby ji pochopili. Vymýšlela jsem modely transkripce a translace v buňce, ukazovala jsem jim, jak fungují procesy ve zkumavce. Experiment je pro uchopení znalostí nejdůležitější. Avšak s lektorskou činností v centru jsem již skončila. Nyní vedu středoškolskou studentku a bakalářského studenta při práci v laboratoři a na další aktivity mi už nezbývá čas. Také je mým úkolem pomáhat dva týdny v létě ve výuce biologie pro Lékařskou fakultu MU.

**Inspiruje Vás práce ve vědeckém týmu?**

Ano, hodně jsem se od svých mentorů naučila. Nyní mám chuť, a pociťuji to i jako závazek, předávat své informace dál, pomoci dalším studentům k úspěchu.

## Zkoumám mechanismus umožňující mikroorganismům zahájit infekci

DANIEL POKORNÝ

**Student oboru Biochemie**

Na základní a střední škole se Daniel Pokorný vždycky snažil zjistit víc, než bylo v knihách. Ke studiu biochemie jej přivedla stáž Otevřená věda, kdy se s PŘF MU seznámil. Nyní se věnuje výzkumu mechanismu, jakým se mikroorganismy přichycují na cílové buňky.



### Jak se vyvíjel Váš vztah k biochemii?

Můj otec je učitelem chemie na gymnáziu, takže jsem do jisté míry zdědil zálibu v přírodních vědách po něm. Zájem o ně se u mě začal projevovat v posledních dvou letech na střední škole. Nestáčily mi vědomosti načerpané z učebnic, snažil jsem se zjistit něco víc. Vyšli mi vstříc mí pedagogové. Posílali mě na různé mimoškolní akce, které jsem si posléze začal vyhledávat i sám. Určující se pro mě stala stáž s názvem Otevřená věda na zdejší Ústavu chemie, kde jsem pracoval pod vedením profesora Jana Preislera a jedné jeho studentky. Trvala asi rok. Dvakrát, třikrát za měsíc jsem navštívil Ústav chemie za účelem konzultace. Získal jsem tam spoustu znalostí o různých metodách výzkumu v chemii a také informací o studiu na zdejší univerzitě. Utvrdil jsem se v myšlence, že bych se studiu na PŘF MU opravdu rád věnoval.

### Absolvoval jste přírodovědné olympiády nebo jinou mimoškolní činnost?

Díky zkušenostem ze stáže jsem vypracoval Středoškolskou odbornou činnost (SOČ). Zúčastnil jsem se chemických a biologických olympiád, ale nikdy jsem nedosáhl větší úspěch. Z mimoškolních aktivit šlo o několik exkurzí pořádaných Jihomoravským centrem pro mezinárodní mobilitu (JCMM).

### Jaké téma jste zpracovával na své středoškolské stáži?

Zabývali jsme se stanovením riboflavinu, jednoho z vitamínů skupiny B v pivu. Určovali jsme ho pomocí metody kapilární elektroforézy s pomocí přístroje, sestaveného přímo na Ústavu chemie. Metodu jsme různě optimalizovali, aby se dal nehomogenní vzorek různých piv změřit.

### Měl Váš výzkum návaznost na praxi?

Získané znalosti se mi posléze hodily v nejednom předmětu. Naučil jsem se zacházet s laboratorním přístrojem a získal jsem základy vědeckého analytického myšlení.

### Zaujala prezentace Vaší práce hodnotící komisi SOČ?

Zajímalo je především množství piva, které je nutné vypít pro zajištění denní dávky vitamínu B. Bylo to v řádu desítek litrů.

### Proč jste si vybral obor Biochemie?

Na otázku, zda preferuji spíše biologii nebo chemii, jsem nikdy neuměl odpovědět, protože jde v obou případech o mé oblíbené předměty. Proto se mi biochemie zdála ideální kombinací obou věd, i když v ní převažuje chemie nad biologií. Díky samostatně vytvořenému studijnímu plánu je moje profílce individuální záležitostí, a tak si mohu vybírat na doplnění svých znalostí i biologické předměty.

## **Jak jste vnímal přechod ze střední školy na vysokou?**

Díky absolvované stáži jsem jednak získal náskok ve znalostech z biochemie a také jsem se už na fakultě dobře orientoval. Ale jinak, stejně jako pro spoustu dalších čerstvých vysokoškoláků, pro mě byl přechod na vysokou školu šok. Objem a náročnost přijímaných informací, které se musí zpracovat a naučit, je úplně jiný než na gymnáziu. Studium na vysoké škole přináší samozřejmě i výhody, třeba větší svobodu rozhodování, rozvrh si do jisté míry vytvářím sám. Potkal jsem tu také spoustu zajímavých lidí, získal jsem nové přátele a v Brně se mi líbí.

## **Na jakém výzkumu se podílíte?**

Pracuji ve Výzkumné skupině Glykobiemie vedené profesorkou Michaelou Wimmerovou. Věnujeme se zde proteinům lektinům se schopností vázat sacharidy, nacházející se u všech živých organismů. Tyto proteiny plní řadu funkcí a moje bakalářská práce je zaměřena přímo na funkci, kterou využívají mikroorganismy. Nazývá se adheze, neboli přichycení na cílové buňky, klíčový krok umožňující zahájit infekci a obsadit hostitelský organismus.

## **Můžete nám vysvětlit, jak mechanismus adheze funguje?**

Adheze probíhá díky proteinům. Každá buňka má na svém povrchu vystaveny různé sacharidové struktury. Stačí malá změna a dostane v kódu jiný význam. Proteiny sacharidové struktury rozpoznávají a váží je. Studujeme mechanismus vázání. Tato komunikace, velmi důležitá i pro imunitu, probíhá na molekulární úrovni.

## **Snažíte se problém lektinů pojmout multidisciplinárně?**

Na počátku probíhá bioinformatická analýza, kdy vyhledáváme, jestli se v genomu gen pro hledaný protein vyskytuje. Používáme molekulárně biologické přístupy, kdy si protein můžeme připravit v jiném organismu ve větším množství. Na tuhle charakterizaci používáme mimo jiné i metody strukturní biologie, kdy jsme nejen schopni zjistit 3D strukturu molekul s vysokým rozlišením, ale i vazbu sacharidu k proteinu. Používáme různé biofyzikální metody, které nám pomáhají vazbu charakterizovat.

## **Myslíte si, že na Váš bakalářský výzkum navážete v magisterském studiu?**

Určitě. Vybral jsem si dlouhodobější projekt, který svým rozsahem bakalářskou práci přesahuje.

## **Jak se od střední školy vyvíjela Vaše představa o práci ve výzkumu?**

Mými oblíbenými seriály se staly Kriminálka Miami a Dr. House, v nichž je věda velmi zpopularizovaná až do prakticky neproveditelných rozměrů. Začal jsem se o profesní praxi prezentovanou v těchto seriálech zajímat podrobněji a moje představa o budoucím povolání se začala blížit realitě. I dnes uvažuji o práci v oboru biotechnologie nebo biochemie, tedy vědách o živé přírodě, možností je i doktorské studium.

## **V čem je biotechnologická praxe zajímavá?**

Používá živé organismy pro výrobu různých látek, diagnostiku onemocnění nebo detekce jiných látek. Zabývají se jí firmy vyvíjející přístroje nebo materiály použitelné v laboratoři.

## **V čem je Vám vědecký přístup zkoumání světa blízký?**

Věda je mi sympatická, protože nám někdy umožní vstoupit na půdu, kterou před námi ještě nikdy nikdo neprobádal. Základní výzkum je důležitý, protože neprodukuje přímo výrobky, ale vědomosti. Objevy pak mohou mít i praktický dopad, může se podařit vyvinout i lék na těžká onemocnění.

## **Jak Váš výzkum souvisí s aktuálním problémem rezistence k antibiotikům?**

Rezistentní kmeny se objevují z důvodu nesprávného užívání antibiotik a jsou problémem hlavně ve zdravotnických zařízeních, kde je výskyt těchto organismů vyšší a může být velice nebezpečný pro pacienty s oslabeným imunitním systémem. Náš výzkum by mohl antiadhezivní terapii, v současnosti

používané pouze omezeně, posunout dále. Možností jsou léčiva, kterým se říká glykomimetika. Blokují lektiny a jiné proteiny, a tak mají podobný účinek jako antibiotika, ale při jejich užívání se nevyvine rezistence, protože mikroorganismy nezabíjí, jenom zabraňují jejich přichycení a začátku infekce.

### **Jaké vlastnosti Vás praxe v laboratoři učí rozvíjet?**

Trpělivost. Občas do laboratoře přicházím s určitým časovým plánem, který bych během dne rád splnil, avšak většinou ho musím měnit ihned po příchodu na pracoviště. Stává se, že se snažím určitý problém vyřešit i po několik týdnů, potom v posledním kroku udělám chybu a musím celý postup opakovat. Jde o zkoušky trpělivosti. Svoje neúspěchy se snažím brát s nadhledem, v bádání se s nimi počítá. Jde mimo jiné i o manuální zručnost. V laboratoři používáme malé zkumavky, často pracujeme pod mikroskopem a s objemy malými až na hranici viditelnosti. Můžeme se snadno zmylit. Hlavně při činnostech v laboratoři a pak také různých školních cvičeních jsem získal určitou manuální zručnost.

### **Máte čas na své mimostudijní aktivity a zájmy?**

Snažím se. Někdy jsem úspěšný více, někdy méně. Když si chci odpočinout od myšlení, tak si jdu zaběhat nebo se projít do přírody, pročistit si tak na čistém vzduchu hlavu. Rád si přečtu dobrou knihu, nebo se podívám na televizní seriál. Když si chci s někým popovídat, sejdu se s přáteli nad sklenkou vína nebo piva. Víím, kdy vypnout. Jsou dny, kdy se mi v práci nedaří a musím tam zůstat jedenáct nebo i dvanáct hodin. A pak přijdou dny, kde se mi výzkum daří dobře a mám z něj dobrý pocit, čas mi rychle utíká.

### **Pozorujete na sobě nějakou „profesní deformaci“?**

Vědecké metody se mi občas do praktického života promítnou. Někdy se doma přistihnu, že se snažím mít při vaření všechno sterilní. Samozřejmě se mi to v domácím prostředí nedaří a asi by to ani nebylo přínosné (směje se).

## Je pro mě důležité na základě simulací předpovídat nové objevy

ROBERT VÁCHA

**odborný asistent,  
koordinátor pro podporu projektu  
Středoevropský technologický institut  
Národní centrum pro výzkum biomolekul  
Ústav fyziky kondenzovaných látek**



RNDr. Robert Vácha, Ph.D., absolvoval magisterské studium Biofyziky a chemické fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy (UK) s červeným diplomem a následně získal titul Ph.D. na Přírodovědecké fakultě UK, kde se věnoval tématu Molekulové simulace povrchů vodních roztoků. Dále pracoval na University of Cambridge a Lund University. V současnosti pracuje ve Středoevropském technologickém institutu (CEITEC) a Přírodovědecké fakultě MU ve skupině profesora Jaroslava Kočí. S pomocí počítačových simulací se mu podařilo vysvětlit jak se některé nanočástice mohou dostávat do buněk nebo objevit novou strukturu membránového póru. Publikoval 39 článků v mezinárodních časopisech jako PNAS, Nano letters, ACS Nano, JACS nebo Accounts of Chemical Research.

### V současné době se věnujete vědecké práci. Vybavujete si ale, čím jste chtěl být jako dítě?

Nepamatuji si to jasně, ale myslím, že jsem chtěl být vynálezce. Vždy mě bavilo věci rozebírat, zjišťovat jak fungují, a zase je dávat dohromady. Pak jsem měl na základní škole výborné učitele fyziky a matematiky, kteří mi ukázali, že právě tyto obory se zabývají tím, jak funguje svět kolem nás a jak takové chování popsat. Začal jsem se účastnit matematických a fyzikálních olympiád, které mě bavily a zároveň mi rozšiřovaly znalosti. Matematiku a fyziku mám také rád proto, že se v nich nemusím učit tolik vědomostí nazpaměť, ale je důležité porozumět problému a na základě toho ho spočítat. Během vysoké školy mě zároveň začaly zajímat počítače, a vše se propojilo dohromady u výpočetní chemie a počítačového modelování biofyzikálních procesů.

### K čemu vědcům použití počítačových modelů slouží?

Modelování systémů slouží k jejich studiu za podmínek nebo s detaily, které nejsou experimentálně dostupné. V počítači lze také „vypnout“ některé interakce nebo nechat zmizet vybrané atomy či molekuly, což v realitě nelze. Pomocí takového „vypnutí“ lze zjistit, které interakce nebo části systému jsou důležité a jakou hrají roli. Počítačové modely tedy slouží jako virtuální experimenty.

### Baví Vás s pomocí modelování hledat řád v chaosu sledovaných jevů?

Myslím, že často se nejedná o chaos, jenom o nepochopený řád, kdy nevíme, proč se systém chová svým specifickým způsobem. Alespoň tomu tak je v biologických systémech, kterými se zabývám. Chaotický nám často přijde systém, kde nejsme schopni předpovědět budoucí chování. Jedním způsobem jak odhadnout budoucí chování systému je mít velkou databázi se známým chováním. Takovou databázi lze získat mnoha experimenty, například pomocí automatizovaných robotů. Můžeme vyrobit tisíce různých nanočástic a studovat je za tisíce různých podmínek. Když se vše vydaří, tak navíc v získaných datech můžeme najít společnou vlastnost, podle které poznáme, jak systém funguje. Nebo místo experimentů můžeme vytvořit modelový systém na molekulární úrovni a v počítači zkoumat, co a proč se v systému mění. Ideální je, když se oba přístupy potkají a doplní. Mně se to několikrát podařilo, navíc se nám povedlo na základě simulací předpovědět nové struktury nebo chování, které do té doby nikdo v experimentu nepozoroval. To je úžasný moment. Další můj oblíbený moment je, když správně pochopím, jak něco funguje. Například proč se některé ionty vážou na membránu a jiné ne.



## **Jaké má Vaše počítačové modelování fyzikálních procesů využití ve výzkumu vývoje léčiv?**

Pouze zprostředkované. V našem týmu se zaměřujeme na základní výzkum, ale jeho výsledky mohou být využity v aplikacích nebo při vývoji léčiv. Zkoumáme chování peptidů a nanočástic na fosfolipidových membránách. Zajímá mě například mechanismus, jakým jsou speciální peptidy schopny zabíjet bakterie a zároveň neovlivnit lidské buňky. Jeden z navrhovaných mechanismů je „přilepení“ peptidů na bakterii, kde následně vytvoří otvory (póry) v její ochranné membránové obálce. Takové peptidy jsou i v imunitním systému, a když pochopíme, jak fungují, budeme snad schopni předpovědět nové peptidy, které by mohly léčit některé bakteriální infekce. Nebo zkoumáme, jak se nanočástice mohou dostat do buněk.

## **Jak ve svém výzkumu pracujete s vlastnostmi nanočástic?**

Snažíme se modelovat, jak jsou nanočástice schopné překonat membránu buněk. Měníme podmínky, tvary, povrchovou strukturu i vazebná místa a zkoumáme, zda je pro takové nanočástice jednodušší nebo obtížnější membránu překonat. Tato práce je inspirována toxicitou nanočástic, u kterých je potřeba, aby do buněk nevstupovaly, i snahou mnohých skupin využít nanočástice jako nosiče léčiv, které by šlo cíleně dopravit na přesné místo v organismu. Výhodou je, že nanočástice jsou schopny se dostat na předtím nepřístupná místa podobně. Rozměrově jsou podobné virům. Víry jsou také schopné projít do našeho těla a dokonce zneužít přirozený mechanismus buněk, aby se dostaly dovnitř. Lidé se snaží připravit nanočástice na podobný způsob.

## **V čem výzkum nanočástic v poslední době pokročil?**

V současnosti jsme schopni vyrábět nanočástice dobře definovaných velikostí, tvarů a parametrů nebo dokonce jejich povrch pokrýt novými molekulami, a tak ovlivnit jejich interakce. Jsme také schopni pracovat na menších rozměrech s větší přesností. Celkově hodně pokročila technologie pracující s přesností nanometrů.

## **Jak je vlastně možné pozorovat procesy odehrávající se v nanosvětě?**

Existuje celá řada experimentů. Některé struktury lze rekonstruovat z NMR (Nuclear magnetic resonance), elektronové mikroskopie, rozptylu na krystalech nebo AFM (atomic force microscopy). Procesy pak lze studovat třeba pomocí fluorescence nebo mikroskopie. Fosfolipidové membrány a procesy na nich jsou ale stále výzvou a většina experimentů nám dá pouze nepřímou informaci. Když se taková nepřímá data shodují s molekulovou simulací, dostáváme jasnou představu o fungování celého procesu.

## **Jaký Váš odborný článek patří k nejcitovanějším?**

Nejčastěji citovaným článkem je práce, kde jsme ukázali, že na povrchu čisté vody se více shromažďují  $H^+$  než  $OH^-$  ionty. Klasická teorie popisující výskyt iontů na rozhraní vody a vzduchu říká, že ionty by měly být od povrchu elektrostaticky odpuzovány. Jednalo se tak o převratný objev, který změnil naše vnímání povrchu vody, co se týče hydroniových a hydroxidových iontů. Povrchová preference iontů byla pozorována už kolem roku 2000, kdy se ukázalo, že některé ionty díky své velikosti a/nebo polarizovatelnosti naopak preferují zůstat na povrchu vody. Velikost a polarizovatelnost iontů totiž v klasické teorii nebyla zahrnuta. Výjimečnost iontů  $H^+$  a  $OH^-$  spočívá v jejich malé velikosti, specifické struktuře a neustálé přítomnosti ve vodě, neboť vznikají i její samodisociací.

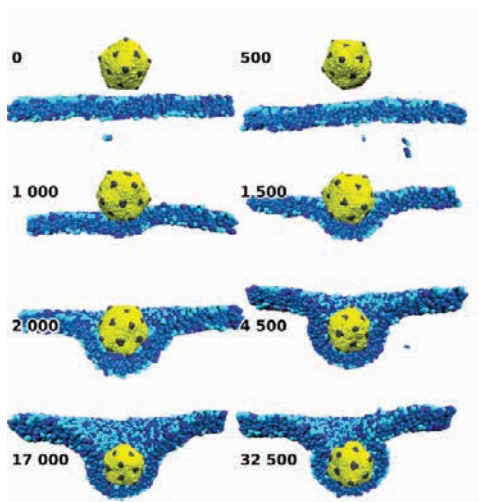
## **Proč získal Váš výzkum takový ohlas?**

Protože naše předpověď byla v rozporu s elektroforetickými měřeními probíhajícími desetiletí. Série těchto experimentů ukázala negativní náboj na vodních kapičkách, a to bylo následně interpretováno jako povrchová preference  $OH^-$  iontů. My jsme pomocí simulací s různým rozlišením a přesností předpověděli opačný jev, což také bylo potvrzeno celou řadou povrchově citlivých experimentů. Takové rozporné výsledky přitáhly pozornost ostatních vědců, kteří se snažili rozluštit, jak to ve skutečnosti je. Poslední data ukazují, že záporný náboj byly pravděpodobně nečistoty.

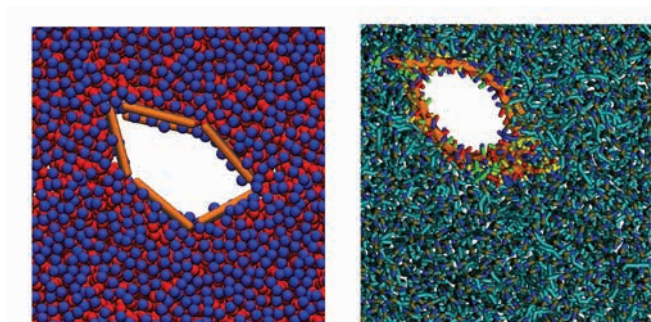
## **V čem je pro Vás důležitá vědecká diskuse Vašeho výzkumu?**

Komunikace je ve vědecké komunitě klíčová. Psát články a zveřejňovat v nich svoje výsledky je jedna věc, ale osobní kontakt a popsání výsledků osobně na konferenci je často důležitější pro další

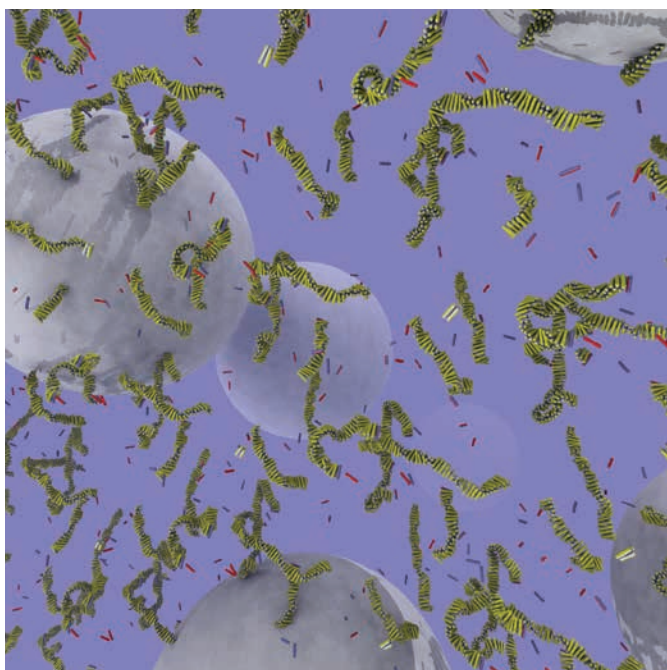
pokračování práce. Vznikají tak nové spolupráce a získám tak přímou reakci od ostatních odborníků z oboru. Díky diskusi se občas dozvím i o negativních výsledcích, o kterých se ve člancích často nepíše, nebo o nových výsledcích, které teprve publikovány budou. Celkově mě diskuse s ostatními posouvá dál díky jejich názorům, nápadům a jinému zaměření. Společně pak generujeme další nápady a výsledkem může být nečekaný objev.



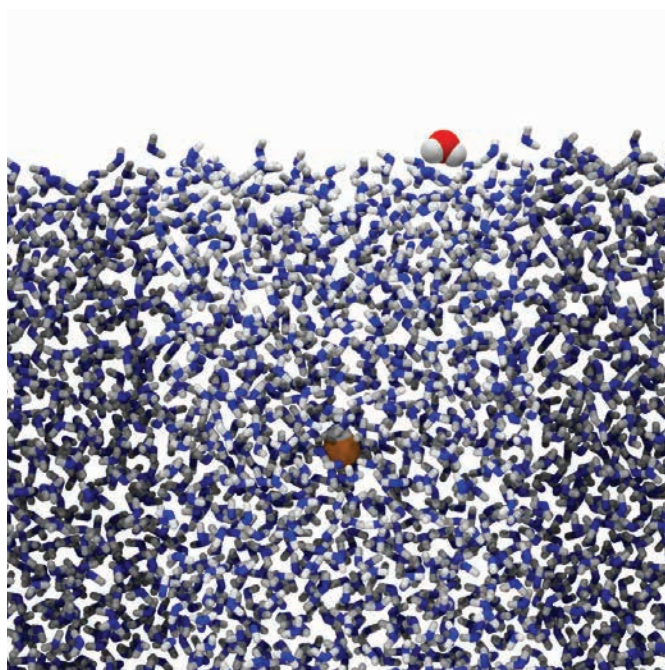
Průchod nanočástice přes membránu. Na obrázku je zachycen průřez membránou v místě těžiště nanočástice. Video viz <https://www.youtube.com/watch?v=Pkq-w2xhcw>.



Struktura nového membránového póru, kde jsou peptidy orientovány paralelně s membránou. Na obrázcích je pohled ze shora na membránu pro dva různé modely (vlevo zhruběný model, vpravo detailnější model). Video dostupné na <https://www.youtube.com/watch?v=KGjYiefL7Ek>.



Růst peptidových vláken v přítomnosti nanočástic.



Obrázek zachycující povrch vody s přítomností  $H^+$  a  $OH^-$  iontu v preferovaných pozicích.

# **Ústav antropologie**

## Archeologický antropolog odkrývá historii lidské kultury. Mě zajímá zemědělský pravěk a počátek domestikace zvířat

MARIE PRACHAŘOVÁ  
**Studentka oboru Antropologie**

Marie Prachařová se vyučila kuchařkou-číšnicí. Dálkově vystudovala na střední škole s ekonomickým zaměřením podnikovou ekonomiku. Díky zájmu o historii a studium kultur se dostala k archeologické antropologii. Její bakalářská práce se věnuje tématu lidské manipulace s těly zvířat v období zemědělského pravěku.



### Čím Vás antropologie při výběru vysoké školy zaujala nejvíce?

Svým uceleným pohledem na člověka. Chtěla jsem blíže poznat svůj druh. Nejvíce mne zajímaly rozdílnosti mezi jednotlivými kulturami a kmeny.

### V čem Vás ovlivnila možnost zapojit se prakticky do archeologicko-antropologického výzkumu?

Naše škola nabízí velké množství praxe v různých zaměřeních, jenom musíte chtít zapojit se. Nejprve jsem absolvovala velmi zajímavou týdenní povinnou praxi v Divákách, kde jsme vykopávali středověké pohřebiště. Také jsem strávila dva týdny na archeologickém nalezišti v Pavlově. Tehdy jsem se nadchla pro antropologickou archeologii především proto, že jsem mohla vlastníma rukama vykopat části kosti mamuta, lebku vlka nebo nespočet kamenných nástrojů a zvířecích pravěkých kostí. Byl to úžasný pocit: Lidé nám před tisíciletími zanechali svoje stopy a já jsem ten, kdo je teď odkryje, kdo je jako první po tak dlouhé době uvidí.

### Jaké archeologické pracovní činnosti jste si vyzkoušela?

Naše povinná praxe začíná tím, že nejdříve jdeme na plochu, kde začneme kopat. V začátku jsem se stále bála, že nějaký vzácný nález rozkopnu nebo překopnu, obtížně jsem nacházela tu správnou rychlost postupu práce. Pak omýváme nálezy a děláme tzv. průplavy. Odhadujeme věk, pohlaví, výšku lidí. To vše v rámci metod antropologie, kde se učíme vše kompletně zdokumentovat.

### Často se uvádí, že dnešní věda je primárně týmovou prací. Platí to i pro archeologicko-antropologický výzkum?

Na místě vykopávek je v ideálním případě přítomen odborník na zvířecí kosti, klasický antropolog, odborník na půdní vrstvy, archeolog specializující se na kamenné nástroje, další na keramiku atd. Naše práce je nutně týmová a multioborová, protože jeden člověk určitě nemůže nikdy všechno pojmout tak dobře jako tým složený z vysoce specializovaných odborníků.

### Které období historie lidské kultury Vás zajímá nejvíce?

Nejvíce mě zajímá počátek zemědělství, zemědělský pravěk začínající v neolitu příchodem prvních zemědělců a končící zhruba s příchodem prvních Slovanů. Jeho zkoumání se věnuje i má bakalářská práce s názvem Analýza fauny pod severočeskými převisy, manipulace člověka s těly zvířat v období zemědělského pravěku. Má práce je součástí celkového výzkumu v severočeských převisích, jednom z nejznámějších evropských nalezišť mezolitu. Jedná se o více než čtyřicet lokalit, nesoucích stopy nejenom zemědělského pravěku.

### **Existovala před zemědělskou kulturou na místě Vašeho výzkumu kultura jiná? Jak se tyto kultury lišily?**

V mezolitu na zkoumané lokalitě pobývali lovci-sběrači. Antropologům ještě není zcela jasné, jak došlo k přechodu na zemědělství. Nejsme si jistí, zda zemědělci přišli až po odchodu lovců, nebo jestli zde docházelo ke střetům. Zemědělci aktivně pěstovali svoji stravu, rostliny původem převážně z předního východu, a začali také chovat domestikovaná zvířata: tura, prase, ovci a kozu. Zasahovali mnohem více do svého životního prostředí. Nejrazantněji zasáhl do krajiny až zemědělec aktivním vypalováním a klučením lesů pro svá pole.

### **Předmětem Vašeho zkoumání jsou tedy zvířecí kosti. Co všechno z nich antropolog vyčte?**

Určitě víc, než jsem zenzačátku čekala. Když jsem uviděla poprvé svůj materiál, tak jsem z toho byla nešťastná, šlo o tisícovku velmi malých fragmentárních kousků, zvířecí zuby, kosti a parohy, sem tam něco většího. Ale když jsem se pustila do práce, mnohé si o tématu načetla a hojně konzultovala s vedoucí práce, ukázalo se, že je to jako puzzle, které mám za úkol poskládat dohromady. Nejdříve si kosti určím, zařadím si je taxonomicky, potom zkusím najít jejich různé tafonomické a patologické znaky. Mým cílem je najít znaky zanechané člověkem, zářezy či záseky, ukazující, jak bylo zvíře poražené, zda proběhla disartikulace končetin stahováním z kůže, jak bylo zvíře bourané a porcované, jestli byly kosti přepáleny, a pokud ano, tak proč.

### **Jaké metody pro práci s kostmi používáte?**

Základem mojí práce je komparace s atlasem, přiřazování k různým taxonomickým třídám a práce s komparativní sbírkou. Je to soubor popsaných kostí, kde je doloženo rozlišení jednotlivých překryvů zvířecích druhů. Nejčastěji pozoruji změny způsobené na kostech člověkem pouhým okem. Různým měřením se dá zjistit, o jaké šlo zvíře. Například podle velikosti prasečích stoliček lze rozlišit, zda se jedná ještě o divokou, nebo už o domestikovanou formu. Když dojdou k nějakému závěru, porovnávám ho ještě s výsledky jiných badatelů, zabývajících se stejnou lokalitou.

### **Je práce archeologického antropologa náročná na pozornost?**

Je náročná v práci s detaily, v rozpoznání jednotlivých typů. Ze začátku je určování obtížnější, postupně je stále jednodušší. Naučila jsem se určovat základní rysy, odlišující například šelmy od býložravců. Šelmy musí běhat a zatáčet rychleji než kopytníci. Proto mají oválnější kloubní plochy pro větší variabilitu pohybu. Kopytníci mají na kostech zase výraznější rýhy a hrany. Tímhle způsobem si určím druh savce. Čím menší zvíře je, tím hůř se mi určuje.

### **Co je pro Vás nejzajímavější ve vztahu člověka a zvířete?**

Asi je pro mě nejzajímavější postupný proces domestikace. To je jedna z věcí, na kterou bych se asi zaměřila v diplomové práci. Ne každé zvíře lze domestikovat. Řada zvířat je přirozeně divokých a člověku se zatím nepodařilo si je zkrotit do svého chovu. Je zajímavé, jak člověk zvířecí druhy formuje pro svoje účely.

### **Ochočování zvířat se tedy nějak projevuje na vývoji jejich druhů?**

Postupná domestikace je pozorovatelná v průběhu času nejlépe u dobytka. Pratur, předchůdce našeho dobytka, byl obrovský, ale v průběhu středověku, když byly krávy hůř živené a měly horší životní podmínky a méně pohybu, dorůstal menších výšek, zeslábly mu končetiny, což se dá doložit v archeologickém materiálu. Dnešní kráva je úplně jiná než ta starověká. Stojí celý den ve chlívků a nic nedělá, což se projevuje na stavbě jejího těla. Spousta krav dneska už ani přirozeně nerodí.

### **Jaká je Vaše představa o magisterském studiu?**

Zpočátku bych chtěla využít nabízené možnosti studijního programu Erasmus na vycestování do Norska. Pokračovala bych tam se svou diplomovou prací na téma vztahu člověka a zvířete. Právě začínám praktickou část své bakalářské práce a vím, že bych se chtěla i nadále věnovat archeologickému směru a vztahu člověka se zvířetem.

**Chtěla byste téma domestikace sledovat historicky nebo v jednom určitém období?**

Zajímá mě počátek domestikace. Ale pokud si pro svou diplomovou práci vyberu určité plemeno, tak budu sledovat jeho vývoj od začátku po dnešní dobu.

**Jaké jsou možnosti uplatnění archeologického antropologa?**

Myslím si, že v mém zaměření je možnost uplatnění vysoká. Nešla jsem studovat kulturní antropologii, protože tam není dostatek příležitostí k uplatnění a i financování praxe je horší. Nadchla mě práce na vykopávkách. Viděla jsem, že odborníků v tomto oboru není mnoho a že je archeologická antropologie prakticky využitelná. Moje práce mě baví, protože není pořád stejná. Doufám, že ji budu jednou vykonávat i ve svém profesním životě. Odjela bych na vykopávky vždy na sezónu, věnovala se odkrývání materiálu, a v zimě bych tento materiál zpracovávala.

**Co Vás na historických kulturách lidského druhu překvapilo nejvíc?**

Neustále mě překvapuje vyspělost těchto kultur. Dříve jsem si myslela, že to byli primitivové, ale když je člověk pochopí do hloubky, zjistí, že žili zkrátka tak, jak to pro ně bylo nejvýhodnější ve vztahu k době a prostředí.



Na fotce jsou (shora): Michaela Kovaříková, Marie Prachařová, Anna Vobořilová a Lucie Velebová na středověkém pohřebišti Diváky (2014).

## **Nedestruktivnost, neinvazivnost, opakovatelnost, objektivnost a sdílení dat pro publikum jsou současné směry moderní fyzické a forenzní antropologie**

PETRA URBANOVÁ  
**Odborná asistentka  
Ústav antropologie**



RNDr. Petra Urbanová, Ph.D., po magisterském studiu antropologie studovala tzv. doktorát pod dvojnásobným vedením na Faculté de Médecine, Université de la Méditerranée, Aix-Marseille II ve Francii. Dlouhodobě se zaměřuje na forenzní antropologii, a to ve vědeckém výzkumu i při soudně znalecké činnosti v oborech zdravotnictví a kriminalistika se specializací antropologie a forenzní antropologie. V současnosti vede Laboratoř morfologie a forenzní antropologie (LaMorFA).

### **Jak jste si získávala vztah k oboru antropologie?**

Vztah k vědeckému bádání jsem získala díky svým rodičům. Oba mají přírodovědecké vzdělání a díky nim jsem k těmto oborům měla vždy blízko. Současně mě zajímaly humanitně zaměřené disciplíny, jako jsou historie nebo archeologie. Na základní škole jsem neměla vyhraněné zájmy. Navštěvovala jsem výběrovou třídu s matematickým zaměřením. Prošla jsem matematickými a fyzikálními olympiádami. Na střední škole mě začala kombinace historie s přírodovědnými obory zajímat více. Při výběru vysoké školy jsem váhala mezi geologií s pozdějším zaměřením na paleontologii a antropologii.

### **Forenzní antropologii se věnujete ve vědecké i soudně znalecké činnosti. Proč jste si vybrala právě tento podobor antropologie?**

Od počátku studia antropologie jsem měla zájem se specializovat na oblast biologické a fyzické antropologie. Na začátku čtvrtého ročníku, kdy jsem si vybírala téma pro svou magisterskou diplomovou práci, vypsal docent Vladimír Novotný téma zaměřené na vytvoření histologické metody pro odlišení zvířecích a lidských kostí s přímou aplikací ve forenzní antropologii a já se začala věnovat využití antropologie ve znalecké činnosti a kriminalistice. Ke konci magisterského studia Antropologie jsem si přibrala ještě obor Všeobecné lékařství na Lékařské fakultě MU pro doplnění svého vzdělání v lékařských klinických oborech a biomedicině. Ale nakonec jsem dala přednost doktorskému studiu a kariéře ve forenzní antropologii. Díky stipendiu francouzské vlády jsem studovala lékařskou fakultu se zaměřením na soudní lékařství a forenzní antropologii v Marseille. Po čtyřech letech jsem se vrátila zpátky domů, obhájila doktorát na PřF MU a začala zde pracovat jako odborná asistentka. Nyní vedu Oddělení biologické antropologie na Ústavu antropologie PřF MU a laboratoř zaměřující se na využití virtuálních postupů a analýzy tvaru v antropologii a na rozvoj metod pro znalecké zkoumání ve forenzní antropologii.

### **Co je posláním Laboratoře morfologie a forenzní antropologie (LaMorFA), která pracuje pod Vaším vedením už pět let?**

V době zakládání laboratoře byla práce s trojrozměrnými virtuálními daty v antropologii velikou raritou. Ačkoliv jsme já i kolegové z oddělení měli nemalé zkušenosti s pokročilými metodami, ať už matematickými, záznamovými či zobrazovacími, získat trojrozměrný záznam kostí nebo celého člověka nebyla v té době jednoduchá a už vůbec ne rutinní záležitost. Rozhodli jsme se proto, že náš zakládající

projekt vypracujeme tak, abychom mohli vybavit naši novou laboratoř nejmodernějším vybavením v oblasti virtuálního bezdotykového vyšetření biologických objektů. To nás výrazně posunulo a posunuje v kvalitě i kvantitě výzkumu a se současným vybavením se můžeme směle srovnávat s jinými špičkovými zahraničními pracovišti. Celkové zaměření našeho výzkumu stojí na bezkontaktním neinvazivním a digitálním, obvykle trojrozměrném, záznamu lidského těla, ať už se jedná o kosterní nález či živého člověka. Na tyto digitalizované záznamy pak navazuje kvantitativní morfologická analýza prováděná kompletně v prostředí počítače. Vedle jednoduché formy skladování jsou digitální modely nekonečným zdrojem informací o tvaru, velikosti či struktuře lidského těla. Ty lze pak uplatnit ve výzkumu biologie člověka, biomedicíně, ale i v aplikovaných oborech, jako je ergonomie a forenzní antropologie.

### **Jaký přínos mají pro současnou antropologii nové metody využívající pokročilých technologií?**

Zapojení nových 3D technologií přináší zejména vyšší objektivitu, přesnost a opakovatelnost. Možnost zpětné kontroly postupů a výsledků je například nezbytným předpokladem znaleckého hodnocení důkazů ve forenzních vědách. 3D digitální záznam zůstává v počítači, k analýze je možné se vracet a opakovaně ji přehodnocovat. Také studenti si mohou vícekrát vyzkoušet, jaké postupy by zvolili a k jakým závěrům by dospěli. Naučí se různé způsoby, jak na problém nahlížet. Nedestruktivnost, neinvazivnost, spolehlivost, objektivnost, atraktivita i sdílení digitálních dat jsou nové přívlastky dnešní biologické antropologie.

### **Jaké projekty jste díky špičkovému vybavení laboratoře LaMorFA získali?**

V současnosti je pro nás stěžejní projekt Fidentis, na kterém spolupracujeme s Laboratoří interakce člověka s počítačem na Fakultě informatiky MU. Celý projekt je zaměřen na výzkum morfologie obličeje z trojrozměrných záznamů. Obecně lze říci, že projekt spojuje poznatky o vnější tělesné podobě člověka a digitální a informační technologie s potřebami identifikace osob a rekonstrukce obličeje. V současné době se znalecká činnost v identifikaci osoby zaměřuje na hodnocení a srovnání portrétních fotografií, kamerových záznamů z bezpečnostních kamer a znaků, které z těchto tradičních dokumentačních technik lze vyčíst. Do každodenní praxe se však postupně dostávají technologie založené na 3D záznamu, například vícekamerové systémy umožňující 3D rekonstrukci zachycené situace. Pro využití těchto technik ve forenzní antropologii prozatím neexistují standardy ani akreditované metody. Hlavní náplň naší práce je zjistit, jak přesné používané metody jsou, zda mají své uplatnění v praxi a jak velké toto uplatnění může být. K tomu jsme začali budovat rozsáhlou biometrickou databázi obličejů – Fidentis databázi 3D obličejů, která již dnes patří mezi nejpočetnější biometrické databáze a která umožní identifikační algoritmy i postupy prověřit a vypočítat jejich spolehlivost tak, aby mohly tyto údaje sloužit při znaleckém zkoumání, vyšetřování nebo soudním řízení u nás i v zahraničí.

### **Jednou z novinek ve vybavení LaMorFA je i obličejový a tělový 3D skener. K jakým výzkumům jej používáte?**

Obličej je důležitá část lidského těla, v níž se na první pohled odráží lidská identita, ale také emoce, citové rozpoložení člověka nebo zdravotní stav. Vedle prosazovaného využití v kriminalistice má studium tvaru obličeje i celého těla další uplatnění v biomedicíně, hodnocení tělesné zdatnosti a rizik kardiovaskulárních nebo metabolických onemocnění, ale také v psychologii v rozpoznávání emocí, vnímání obličejových rysů nebo v umění, kde je 3D záznam těla východiskem pro uměleckou tvorbu.

### **Co vlastně znamená výraz „forenzní antropologie“?**

Tento termín pochází z latinského „fórum“, náměstí, na kterém probíhala soudní jednání. Forenzní antropologie je tedy soudní antropologie. Zahrnuje jakoukoliv aplikaci znalostí o tělesných znacích člověka v kontextu policejního vyšetřování nebo soudního řízení. Mezi forenzní vědy patří dále soudní lékařství, biomechanika, forenzní biologie, forenzní entomologie a další znalecké obory, poskytující kriminalistům odborné zhodnocení důkazů zajištěných při vyšetřování daného případu. Forenzní antropolog se podílí na identifikaci živých lidí, obvykle zachycených na kamerových záznamech nebo fotografiích. Dále identifikuje kosterní nálezy neznámého původu, zjišťuje, jakým způsobem jedinec zemřel a zda jsou nalezené kosti významné pro vyšetřování či nikoliv. Každá oblast má svá specifika. Forenzní antropologie přistupuje ke kosternímu nálezu podobně, jako kdyby byl stovky let starý, ale zároveň s dodatkem o nutnosti určení identity. Z vlastností kostí se odhadne pohlaví, dožitý věk, proporce těla



či etnicita. Tuto část expertízy označujeme jako biologické profilování a slouží ke zpřesnění základních informací o identifikované osobě. Poté nastupuje hodnocení záznamů, které odpovídají již konkrétním vytipovaným, například pohřešovaným, osobám. Fotografie, rentgenové snímky, lékařské a zubařské záznamy, jsou srovnávány s nálezy na kostře zjištěnými v laboratoři. Shody nebo rozdíly v dostatečném počtu unikátních tělesných znaků pak potvrzují nebo vyvrací identitu vytipovaného jedince.

### **Další oblast Vašeho výzkumu souvisí se soudním lékařstvím. Můžete představit projekt rozvoje tzv. virtuální pitvy v České republice, na kterém se Vaše laboratoř podílí?**

Soudně lékařská pitva je destruktivní a invazivní zákrok do těla za účelem zjištění příčiny nebo okolností smrti jedince. Právě nevratný zásah do těla po smrti může u mnohých vyvolat nesouhlas z náboženských, kulturních nebo psychologických důvodů. Naše zaměření v laboratoři usnadňuje tyto situace vyšetřením těla bez zásahu skalpelu, pouze pomocí digitálních záznamů. Neznamená to však, že virtuální pitva ze dne na den nahradí tradiční postupy. Podobně jako ve forenzní antropologii i zde jsou virtuální záznamy doplňkem tradičních postupů. Jsme nicméně rádi, že rozvoji v této oblasti můžeme napomoci.

### **Jak se LaMorFA podílí na analýzách brněnské historie?**

Zkoumáme početné kosterní nálezy z období raného osídlení Brna. V současnosti jde například o bohatý soubor z ulice Vídeňská v Brně, jejíž výzkum odkrývá podobu i život Brňanů před tisícem let.

### **Budou podle Vašeho názoru přibývat pracovní místa pro forenzní antropology?**

Toto odvětví antropologie má u nás dobré předpoklady se dále rozšiřovat a rozvíjet. Znalci jsou vytížení a je jich málo. Současně se však také jedná o velmi odpovědnou práci, ve které není místo na chyby nebo přehmaty.

### **Jak vnímáte svoji roli v šíření dobrého jména Vašeho oboru?**

Snažím se dělat, co je potřeba pro zvýšení prestiže oboru. Mám v plánu další projekty pro získání finanční podpory. Snažím se rozšiřovat obzory veřejnosti o tom, čím společnosti antropologie může přispět. Nemusíme se ale vnucovat. Odborníci z jiných vědních oborů dnes přicházejí sami a oslovují nás pro navázání spolupráce.

### **Jaká je uplatnitelnost studentů, kteří pracují při Oddělení biologické antropologie?**

V rámci našeho ústavu jsme nejpočetnější oddělení. Máme pět akademických pracovníků a deset doktorských studentů. Přijímáme jeden až dva doktorské studenty za rok. Diplomantů bývá také asi deset ročně. Studium končí doktorským stupněm a kvůli omezeným nabízeným pozicím ne všichni najdou uplatnění. Někteří odejdou do zahraničí. Řada našich absolventů pracuje u Policie ČR nebo v laboratořích s biologickým zaměřením. Část studentů odchází do administrativy, kde se z nich stávají například projektoví manažeři.

### **Jak se odraťujete ze stresu, který je s Vaší prací spojen?**

Umění překonat nepříjemné pocity při řešení trestného činu a zapomenout na nepříjemný zážitek jsou zásadní. Výsledky znalců u soudu mohou být konfrontační, je vždy třeba vystupovat sebevědomě a umět obhájit svůj názor. Také míra odpovědnosti může být velmi stresující. Není to práce pro každého. V neúspěchu hledám pozitiva a změním jej na zkušenost.

# Ústav biochemie

## Optimalizují metody výzkumu extrémních bakterií, které produkují kyselinu sírovou

ŠTĚPÁNKA ŠTRAJTOVÁ

**Studentka oboru Analytická biochemie**

Bc. Štěpánka Štrajtová studovala Slovanské gymnázium v Olomouci, poté se vydala studovat biochemii na PŘF MU, kde nyní studuje poslední ročník magisterského studia. Kromě toho se věnuje orientačnímu běhu, vede organizaci pro děti a mládež a užívá si poslední chvíle studentského života.



### Lákala Vás na střední škole představa vědecké kariéry?

Lákalo mě pracovat v laboratoři, ale ze střední školy jsem měla o práci vědce trochu naivní představy. Reprezentovala pro mě spousta zajímavých, akčních a barevných experimentů. V semináři z chemie jsem měla štěstí na aktivního učitele. Navštěvovali jsme s ním různé chemické jarmarky a dny otevřených dveří, kde jsme předváděli zajímavé experimenty. Trpělivost nutnou k zvládnutí vědecké práce jsem v té době vůbec nepředpokládala. Po přechodu ze střední školy na vysokou jsem zjistila, že oblast biochemie je mnohem širší, než jsem si dovedla představit.

### Byla pro Vás biochemie jasným cílem při výběru vysoké školy?

Uvažovala jsem o chemii a farmacii. Pro výběr vysoké školy jsem měla dvě podmínky: zaměření na chemii a sídlo v Brně. Nakonec jsem se dostala na chemii na Vysoké učení technické i na biochemii na PŘF MU, kde jsem začala studovat. Biochemie pro mne představovala novou oblast chemie, kterou jsem chtěla prozkoumat.

### Jak jste se dostala k problematice metod separace sirných látek?

Téma své bakalářské práce, Metody separace anorganických sirných látek, jsem si zvolila na konci druhého ročníku při návštěvách semináře, kde vedoucí jednotlivých prací představovali nabídky témat bakalářských prací. Celý můj výzkum se týká bakterie *Acidithiobacillus ferrooxidans*, která se někdy ve zvýšené míře vyskytuje v opuštěných dolech po těžbě zlata nebo uranu. Moje práce je pouze dílčí částí výzkumu celého týmu laboratoře environmentálních biotechnologií. Zaměřuji se hlavně na oxidaci pyritu touto bakterií. Snažila jsem se najít cestu, která by nám v ideálním případě umožnila stanovit různé sirné látky vznikající v procesu oxidace pyritu, což by mělo vést k objasnění celého mechanismu. Během zpracovávání bakalářské práce jsem se snažila najít optimální podmínky a metody pro stanovení těchto sirných látek. Jde o základní výzkum, ale mohl by na něj navázat výzkum v oblasti životního prostředí.

### Jak ve Vaší biochemické praxi vypadá hledání optimální metody?

Obecně využívám separační metody hmotnostní spektrometrie a kapalinovou chromatografii, které jsou známy a řadu let běžně využívány k nejrůznějším aplikacím. My jsme se je „jen“ snažili nastavit tak, aby vyhovovaly našim podmínkám a vzorkům. Zkoumaná bakterie se běžně vyskytuje v životním prostředí, ale ve zvýšené míře se objevuje zejména v opuštěných dolech po těžbě zlata nebo uranu, kde prostředí nepříjemně ovlivňuje, protože její činností vzniká kyselina sírová. Ta se dostává do vody a vznikají tak kyselé důlní vody s velmi nízkým pH. Ale tato bakterie se dá i využít k bioloužení kovů, kdy se kovy získávají biologickou cestou. Její činností vznikají z nerozpustných sloučenin kovů jejich

rozpuštěné sírany. Kovy se potom získávají z těchto rozpustných forem. Tento postup je výhodný, pokud některé minerály nebo rudy obsahují malé procento daného kovu, který se procesem uvolňuje, a nemusí se proto těžit tak velké množství suroviny.

### **Jaké jsou vlastnosti bakterie schopné žít ve specifickém prostředí důlních vod?**

Bakterie *Acidithiobacillus ferrooxidans* je jen jednou z více druhů bakterií rodu *Acidithiobacillus*. Jde o extrémně acidofilní bakterie. Kultivujeme ji při pH zhruba 2, což by většina jiných bakterií vůbec nepřežila. Mezi bakteriemi se vyskytují extrémy. Jsou známé například i termofilní bakterie žijící při velmi vysokých teplotách, které jiné bakterie nesnáší.

### **Budete se této extrémní bakterii věnovat i ve své další výzkumné práci?**

Optimalizované metody separace chci během psaní své diplomové práce aplikovat na mechanismus oxidace pyritu. Existuje všeobecně uznávaný model tohoto mechanismu, ale výsledky naší výzkumné skupiny ukazují, že by tento model nemusel odpovídat realitě. Navrhli jsme tedy využití separačních metod pro prokázání pravdivosti nebo nepravdivosti modelu.

### **V čem se liší práce v laboratoři od Vaší dětské představy?**

Na střední škole jsem si například představovala, že experiment musí mít viditelný vnější efekt, zatímco tady zkoumáme věci, které na první pohled nejsou viditelné.

### **Při jaké činnosti od laboratorní práce odpočíváte?**

Vždy jsem měla spoustu zájmů, některé však musely postupně ustoupit školním povinnostem. V současné době se věnuji orientačnímu běhu, ale mám ráda více sportů, hlavně cyklistiku a běh na lyžích. Pak jsem předsedkyní organizace Duha Velká Medvědice. Pořádáme různé aktivity pro děti, jako víkendy, tábory a mezinárodní výměny.

### **Jak se Vám daří děti motivovat?**

Pokud nějaký program chystáme, tak se pro něj snažíme děti nadchnout. Už když něco připravujeme, tak o motivaci musíme přemýšlet od začátku. Motivovat před akcí je efektivnější, než přesvědčovat někoho, kdo už se nudí. Věnujeme tedy hodně energie vybírání zajímavých aktivit a doufáme, že děti přitáhnou.

### **Bavilo by Vás věnovat se učitelství?**

Přemýšlela jsem o tom, ale v naší rodině učí maminka, tatínek, bratr i švagrová. Tak jsem si řekla, že v naší rodině je už učitelů dost, a rozhodla se pro biochemii.

## Na práci s čísly a modely si člověk musí zvyknout a vyžaduje to slušnou představitivost. Právě tenhle způsob práce je ale podle mne to, co dělá vědu vědou

ANTONÍN KUNKA

### Student oboru Biochemie

Bc. Antonína Kunku přivedla k biochemii myšlenka vynalezení nového léku. Už na začátku druhého ročníku studia se zapojil do praktického výzkumu v Loschmidtových laboratořích, kde zkoumá chování enzymů, jejich dynamiku a funkčnost.



### Co Vás dovedlo k oboru Biochemie?

Mé představy o budoucím povolání byly různé. Když jsem byl menší, chtěl jsem být filosofem, později architektem. Teprve ve třetím ročníku na gymnáziu mě začala zajímat příroda a předměty jako chemie, fyzika a matematika. Především mne fascinovaly děje odehrávající se v lidském těle, jejich komplexita a vzájemné propojení. Při výběru dalšího studia jsem se nakonec rozhodl mezi biochemií a farmacií. Na farmacii mne lákal vývoj nových léčiv, hledání či izolace farmaceuticky důležitých látek a celková snaha vyvíjet látky prospěšné pro společnost. Nakonec jsem se rozhodl pro studium biochemie, od kterého jsem si sliboval širší záběr znalostí a následnou profilaci do užších, specializovaných oblastí vědy.

### Od jakého ročníku se na Ústavu biochemie PŘF MU mohou studenti zapojit do výzkumu?

Řekl bych, že tato věc je velice individuální. Pokud je člověk šikovný a aktivní, může se do výzkumu zapojit i v prvním ročníku. Potom už záleží na konkrétním vědeckém týmu a jeho politice. Někde preferují starší a už zkušenější studenty, ale najdou se i laboratoře, kde přijímají prváky. Studenti, kteří se již na střední škole o vědu zajímali nad rámec výuky a účastnili se mimoškolních projektů, jako je SOČ nebo různé olympiády, mají samozřejmě náskok a také větší šanci se někam dostat. Není to ale podmínka. Ústav biochemie nabízí i jiné způsoby, jak získat cenné zkušenosti v oblasti vědy. Jedním z příkladů je projekt BiochemNet. Ten představuje spolupráci brněnských univerzit a několika soukromých firem, ve kterých se studenti mohou účastnit různě dlouhých stáží. Já jsem měl díky tomu možnost vyzkoušet si techniky práce s nukleovými kyselinami ve firmě Elisabeth Pharmacon nebo například izolaci léčivých látek z tropických rostlin na Ústavu přírodních léčiv na Veterinární a farmaceutické univerzitě Brno.

### Vy pracujete od druhého ročníku v prestižním pracovišti, Loschmidtových laboratořích Ústavu experimentální biologie. Co jste udělal proto, abyste tuto praxi získal?

Našel jsem si vypsané téma bakalářské práce: Vývoj inhibitorů dehalogenas jako potencionálních anti-tuberkulotik, což mi připomenulo můj dávný zájem o farmacii. Po úvodním pohovoru s vedoucími jsem se seznámil s pracovištěm, laboratořemi a výzkumným týmem. Naše laboratoře se zabývají především studiem enzymů haloalkandehalogenas, jež dokáží odbourávat toxické halogenované látky v prostředí a přeměňovat je na netoxické produkty. V rámci týmu studujeme chování a vlastnosti těchto enzymů a metodami proteinového inženýrství se je snažíme vylepšovat tak, aby svoji funkci plnily ještě lépe.

Cílem mojí bakalářské práce byla kinetická studie látky, která inhibuje haloalkandehalogenasu vyskytující se v *Mycobacterium tuberculosis*, bakterii způsobující tuberkulózu. Pomocí kalorimetrických metod jsem studoval sílu vazby inhibitoru a také mechanismus jeho působení. Tato látka by mohla ovlivňovat výše zmíněnou bakterii, a tím například snížit její životaschopnost. To je ovšem jen hypotéza.

### **Souvisí téma výzkumu, na kterém se podílíte, s myšlenkou nového léku, jež Vás k biochemii přivedla?**

Těhle problematiky jsem se částečně dotkl ve své bakalářské práci. V současné době pracuji na jiných projektech. Jak už jsem zmínil, jedním z našich cílů je vylepšení určitých vlastností enzymů metodami proteinového inženýrství. Chceme například dosáhnout toho, aby enzymy rychleji přeměňovaly substrát na produkt, aby produkovaly jeden isomer místo směsi dvou nebo aby pracovaly v širším rozmezí pH a teplot. A právě zlepšování termostability enzymu je náplní projektu, na kterém se podílím.

### **Jak vypadá proteinové inženýrství v praxi?**

Všechno začíná, pro někoho možná překvapivě, u počítače. Nejprve se na modelech enzymů, získaných ze strukturních dat, hledají místa, kde by záměna jedné aminokyseliny v sekvenci za jinou vedla ke zvýšené stabilitě celého enzymu. Takových míst je většinou více. Naším úkolem je následně zjistit, zda má předpovězená záměna (tzv. mutace) kýžený efekt. Nejprve si musíme tuto mutantní formu enzymu připravit a následně ji charakterizovat. Snažíme se rozklíčovat mechanismus, kterým se naše enzymy „sbalují“, to znamená, jak získávají svoji prostorovou konformaci, ve které jsou schopny plnit svoji katalytickou funkci. Výsledky se potom zpětně diskutují a porovnávají s původními predikcemi. V této fázi se většinou snažíme zjistit, jaký efekt stojí za tím, že se naměřené hodnoty liší od hodnot předpovězených. Naše práce má tudíž dvě roviny: na té první se snažíme vytvořit stabilnější formy stávajících enzymů, které se v praxi využívají například pro bioremediaci, v biosenzorech nebo při syntéze opticky čistých látek. Druhá rovina představuje využití zjištěných poznatků pro zvýšení přesnosti predikce mutací pro další analýzy.

### **Jsou enzymy pozorovatelné mikroskopem?**

Jedná se o malé globulární proteiny. Nejsou pozorovatelné, mají velikost desítek angströmů, což představuje miliontinu milimetru. Pracuji tedy s čirým roztokem. Pouze v případě, že protein agreguje, mohou pozorovat bílé vločky, ale z toho radost nemám, neboť takový protein už je zničený (směje se). V praxi pracuji spíše s instrumentálními daty a křivkami.

### **To zní hodně abstraktně. Jak jste se naučil zkoumat jevy jen na základě nepřímých důkazů, čísel a modelů?**

Enzymy sice nelze pozorovat okem, ale existují jejich modely, které nám dávají představu o jejich prostorové konformaci. Na práci s čísly a modely si člověk musí zvyknout a vyžaduje to slušnou představivost. Právě tenhle způsob práce je ale podle mne to, co dělá vědu vědou. Na začátku je otázka nebo problém, který chceme rozluštit. Následně se vysloví hypotéza, na jejímž základě se navrhnou experimenty na její ověření, popřípadě vyvrácení. Po každém měření následuje analýza dat a diskuse. Pokud se měření neshoduje s předpovědí, je třeba zjistit proč, popřípadě přijít s úplně novým nápadem. Právě diskuse a brainstorming nad naměřenými daty považuji za nesmírně inspirativní a přínosné. Člověk se hodně naučí od zkušenějších kolegů. Také se musí učit za pochodu a každým dalším měřením získává zkušenosti, které mu v budoucnu pomůžou k řešení. Naštěstí jsou naše laboratoře založené na týmové spolupráci, což velice usnadňuje a zrychluje celý proces.

### **V jaké fázi se výzkum, na kterém pracujete, nachází?**

Zdá se, že se nám podařilo optimalizovat experimenty tak, že nám naměřená data poskytují dost informací k rozklíčování mechanismu sbalování a rozbalování prvního enzymu. Jakmile kompletně vyřešíme mechanismus u jednoho enzymu, bude možné zavedenou metodiku aplikovat i na enzymy další. Tím budeme moci porovnat efekty námi zavedených mutací na stabilitu.

### **Trávíte hodně času v laboratoři?**

Dá se říci, že docela dost. V průměru trávím ve škole 8 až 10 hodin, část z toho na přednáškách a zbytek v laboratoři. Někdy se měření protáhne do večera.

### **Jakým způsobem od své práce a svého studia odpočíváte?**

Snažím se sportovat. Založili jsme tým malé kopané, jezdím na kole, chodím hrát badminton, tenis, squash. Sem tam taky rád zajdu na nějaké to pívko s kamarády. Také tančím ve folklórním souboru, i když z časových důvodů bohužel čím dál méně. Poslední dobou taky rád čtu, ovšem čas mám většinou jen při jízdě v tramvaji.

### **Jakou máte představu o své budoucí vědecké orientaci?**

Určitě uvažuji o pokračování v doktorském studiu. Zpočátku jsem chtěl odjet studovat do zahraničí, ale teď, když jsem součástí dobrého týmu, váhám. Všechno bude záviset na tom, jak se dohodneme s vedoucími. Pokud vymyslíme pěkný projekt, zůstanu tu rád. V doktorském studiu je navíc možnost roční nebo půlroční stáže v cizině, což je ideální na poznání nového prostředí a lidí. Zázemí a vybavenost laboratoří v Loschmidtových laboratořích a v celém Univerzitním kampusu Bohunice je na vysoké úrovni, takže nikam pryč nespěchám.

## Snažíme se objasnit molekulární podstatu „imunizace“ rostlin proti patogenům

JAN LOCHMAN

**Odborný asistent  
Ústav biochemie**

Mgr. Jan Lochman, Ph.D., vystudoval na PŘF MU obor Biochemie. Jeho výzkum se soustředí na objasnění vztahů mezi rostlinami a patogeny, zejména pak na molekulární podstatu rozpoznání patogenů rostlinami. Na tomto tématu spolupracuje s kolegy z francouzské organizace INRA, v rámci které jsou studenti aktivně zapojováni do mezinárodní spolupráce. Ve svém volném čase se rád toulá po horách a lyžuje.



### Jak se vyvíjel Váš vztah k biochemii?

Přesto, že můj otec je biochemik a moje matka imunoložka, nikdo mě doma ke studiu přírodních věd nenutil. Laboratoř jsem navštěvoval rád od dětství. Od druhého stupně základní školy jsem dával přednost předmětům, jako jsou matematika, fyzika, chemie a část biologie, jejichž látku jsem se nemusel učit nazpaměť. Chemie mi přišla zajímavá, protože v ní lze celou řadu věcí logicky odvodit. Největší podíl na mém výběru oboru vysokoškolského studia měla právě učitelka chemie ze střední školy. Na druhé straně mě úplně nelákala ani čistá matematika a fyzika, spíše mě bavilo propojit biologii s chemií, což vyústilo ve výběr biochemie. U čisté chemie mi totiž chyběl biologický vhled, tzn. kontakt s reálným biologickým materiálem a problémem. I když jsem vysokoškolské studium začínal na oboru chemie, už od prvního ročníku vysoké školy jsem věděl, že se právě na biochemii budu chtít orientovat. Zpočátku studia biochemie mi bylo jedno, k jakému zaměření se přikloním. Diplomovou práci jsem vypracoval na studiu patogenních hub a následně jsem přešel na návazné téma hub parazitujících na rostlinách. A u rostlinného materiálu jsem už zůstal, i když okrajově se v současné době také podílím na výzkumu lidských onemocnění.

### Čím se zabývá výzkum molekulární fytopatologie, kterému se věnujete?

Molekulární fytopatologie se zabývá interakcemi mezi patogenem a potenciálním hostitelem, tzn. rostlinou. Ta se setkává během svého života s celou řadou patogenů. Mě zajímá molekulární podstata této vzájemné interakce. Jedním z nejčastějších patogenů rostlin jsou houbové patogeny, plísně nebo bakterie. V rámci své práce se konkrétně zabývám molekulární podstatou rozpoznání patogenu rostlinou a způsobem reakce rostliny na něj. Zjišťuji, jak rostlina aktivuje svoji pseudo-imunitní reakci. V některých ohledech jde o imunitní reakci velmi podobnou té lidské, ale v mnoha ohledech je to reakce zcela odlišná. Rostlina má stejně jako člověk určitou paměť, kdy je schopna si v rámci týdnů či měsíců pamatovat, že něčím podobným již prošla, a při dalším setkání je již vůči stejnému patogenu imunní. Právě zjištění molekulární podstaty této interakce může pomoci při vývoji postřiků zvyšujících odolnost rostlin vůči patogenům anebo při šlechtění odolnějších druhů rostlin. V současné době je možnost celoplošné „imunizace“ rostlin jedním z nejžádanějších prostředků v zemědělství.



## Na jakých principech takový „imunizační“ postřik proti patogenům rostlin funguje?

Věda se snaží vycházet z přírodních látek s imunizujícími účinky, produkovanými samotnými organismy, nejčastěji houbami, které nejsou pro rostliny primárně parazitické. Například nepatogenní oomyceta *Pythium oligandrum* je schopná zabít ostatní patogenní oomycety a houby v jakémsi evolučním souboji, čehož se využívá i komerčně. Tato oomyceta je například schopná i po naočkování do lidského těla vyhubit ostatní patogenní houby a poté v podstatě sama vyhyne, protože už nemá hostitele. Z této oomycety se poté dají izolovat proteiny, které jsou schopny imunizovat rostliny. V rámci své práce hledám právě podobné látky pro praktické využití v zemědělství. Geneticky modifikované organismy využíváme spíše ve výzkumu k objasnění různých mechanismů.

## Je Váš výzkum nějak aplikovatelný v zemědělství?

Provádíme sice pouze základní výzkum, ale stejně se na finální výsledek soustředíme, protože přeci nemá cenu vyvíjet nepraktické a v praxi nepoužitelné věci. Na druhé straně, pokud se i v praxi objeví nadějně vypadající látka, snažíme se prozkoumat mechanismus jejího účinku v rámci základního výzkumu. Spolupracovali jsme na aplikovaném výzkumu například s Mendlovou univerzitou, vyvíjeli jsme metody pro identifikaci václavek z půdy. Prakticky by měla tato metoda sloužit v zemědělství k analýze půdních vzorků pro identifikace patogenních druhů václavek. Vzorky se tedy odebíraly z reálného prostředí lesní půdy. Na druhé straně rostliny pro naše experimenty pěstujeme většinou v klimatické komoře s ideálními podmínkami zahrnujícími konstantní teplotu, světlo a vlhkost. Výsledky získané z těchto ideálních podmínek se pak přenáší do skleníku, kde už podmínky nejsou tak ideální, potom některé výsledky zkusíme aplikovat i na zkušebních venkovních porostech, například jsme pracovali s listy vína přímo z vinohradu. Vždycky je tu však velký rozdíl mezi výsledky zjištěnými v klimatické komoře za ideálních podmínek s výsledky v praxi, kde dochází ke kombinaci celé řady vnějších faktorů. Některé postřiky tak analyzujeme přímo ve venkovních podmínkách, aby měly výsledky větší vztah k realitě.

## Co je tématem Vašeho výzkumu v současné době?

Pracuji s malými proteiny, elicitory, sekretovanými oomycetami do svého okolí, které mají dodnes ne zcela objasněný význam. Rostliny se naučily v rámci evoluce tyto malé proteiny rozpoznávat, kdy jsou pro ně známkou přítomnosti oomycet jako potenciálního patogenu. Jejich rozpoznání rostlinou vede k aktivaci obranné reakce vedoucí k částečné nebo úplné eliminaci patogenu. V rámci laboratoře pracujeme s několika druhy těchto oomycet, kdy jsme z nich izolovali elicitory a zkusíme je aplikovat na modelové organismy, rostliny tabáku a rajčete. Potom v rámci spolupráce s francouzskými kolegy zkoumáme mechanismy rozpoznání těchto elicitorů rostlinou. Získané informace jsou důležité pro praktické využití v zemědělství a to pro vývoj postřiků schopných rostlinu imunizovat vůči působení celé řady patogenů. V rámci výzkumu pak pracujeme i přímo s extrakty z rozmixovaných patogenních organismů a zkoumáme jejich schopnost navodit obrannou reakci u rostlin. Všechny zkoumané látky musí být ve vodě rozpustné, aby se daly přímo aplikovat formou postřiku.

## Jsou rostliny schopné přenášet „v paměti uložené“ důležité poznatky mezigeneračně?

Důležité je rozpoznání vnitřních mechanismů rostliny při křížení nových variant. U většiny šlechtěných rostlin nastal ten problém, že jako hlavní kritérium zlepšování byla brána kvalita výsledného produktu (plodu) reprezentovaná jeho velikostí, vzhledem, tvarem a barvou. Vybíráním rostlin s tímto hlavním znakem se pak znak odolnosti vůči patogenům odsunul poněkud do pozadí. Důsledkem toho je, že většina takto šlechtěných rostlin je vysoce náchylná k patogenům a musí se více ošetřovat různými postřiky. Cíleným šlechtěním však lze určité zjištěné geny odolnosti do rostliny včlenit a sledovat tak dvě linie, linii kvality finálního produktu a linii odolnosti vůči patogenům. V současné době užitečné plodiny odolné vůči patogenům vznikají křížením se silně rezistentními druhy, kdy po křížení zjišťujeme, zda došlo k přenosu podporovaných znaků. Z historického hlediska však již existuje zkušenost, že pokud je rezistence způsobena pouze jedním genem, tak po přenesení tohoto genu do rostliny její odolnost vydrží pouze v řádu jednotek let. Poté si patogen najde jinou cestu k napadení rostliny, ona přestane být odolná a my musíme hledat gen jiný. Výhodou by tedy bylo nalézt celou sadu přirozených znaků způsobujících zvýšení rezistence, kterou patogen lehce neobejde. Z tohoto pohledu jde o neustálý vývoj.

## Může i u rostlin, podobně jako u lidí, vzniknout rezistentní patogen?

U rostlin není tak velké riziko rezistentního patogenu, protože rostlina nikdy proti stresu nebojuje tak, jako bojují lidé. U nás jde o boj imunitního systému, a když ten selže, tak nasadíme antibiotika. Rostlina má svoje antibiotika, tzv. phytoalexiny, látky mikrobicidní povahy, hubící bakterie. Její imunita je oproti té lidské spíše nespecifická, ale nabízí tak celý komplex obranných dějů. Rostlina exprimuje enzymy rozkládající buněčnou stěnu houby, tzv. thaumatin-like proteiny představující analogii k lidskému komplementovému systému svou schopností perforovat membrány patogenu a tím zabraňovat jeho růstu. Výhodou rostliny na rozdíl od člověka je, že v momentě napadení část „těla“ obětuje. Spustí se hypersenzitivní reakce charakterizovaná masivní produkcí peroxidu vodíku s mikrobicidními vlastnostmi, která patogen v podstatě uvězní v nekrotické tkáni. Pokud má být tedy patogen v rámci infekce rostliny úspěšný, tak ho nesmí rostlina rozpoznat.

## Vyvíjí rostliny nové strategie v rámci boje proti patogenům?

Ne v rámci produkce obranných látek, ale spíše ve schopnosti co nejčasnějšího rozpoznání samotného patogenu. V momentě, kdy patogen zjistí, že ho nějaká látka prozrazuje, přestane ji syntetizovat, a opět se stává pro rostlinu nebezpečný. Ona si časem opět najde způsob, jak ho rozpoznat. Z evolučního hlediska mají samozřejmě výhodu rostliny s vyšší hladinou rezistence, takže z tohoto pohledu by většina vyšlechtěných odrůd v přírodě nemohla dlouhodobě existovat. Míra rezistence má však větší vliv na kvalitu produktu, takže vysoce rezistentní druhy nelze využívat v zemědělství.

## Je trendem současnosti příklon k biologickým metodám ošetřování rostlin?

Bádání cestou přírodní molekulární evoluce je jednodušší než v laboratoři. Pokud se například ošetřují rostliny stále se zvyšující dávkou herbicidu, tak z nich přirozeným výběrem přežijí ty, které s sebou ponесou gen rezistence vůči použitému herbicidu. V případě bakterií je známý fakt, že nové antibiotikum je plně účinné jenom osm až dvanáct měsíců, než se objeví první rezistentní kmeny. Trendy současnosti jsou tak spíše zaměřené na odklon od chemických postřiků k biologickým metodám. Ale bez chemie se zcela nikdy neobejdeme. Jenom je nutné ji používat jako poslední volbu. U vína například již dnes dochází ke spolupráci vinařů s meteorology. Podle vlhkosti, teploty a směru větru lze odhadnout, odkud a kdy přijde infekční tlak daného patogenu. Vinaři tak mohou postřikem ošetřovat velmi cíleně a pouze v období akutního ohrožení. Šetří tím nejen peníze, ale i případné množství xenobiotik v rostlinách, což je i současný trend v zemědělství.

## Jaká je výhoda nebo nevýhoda produkce bioproduktů pro zemědělce?

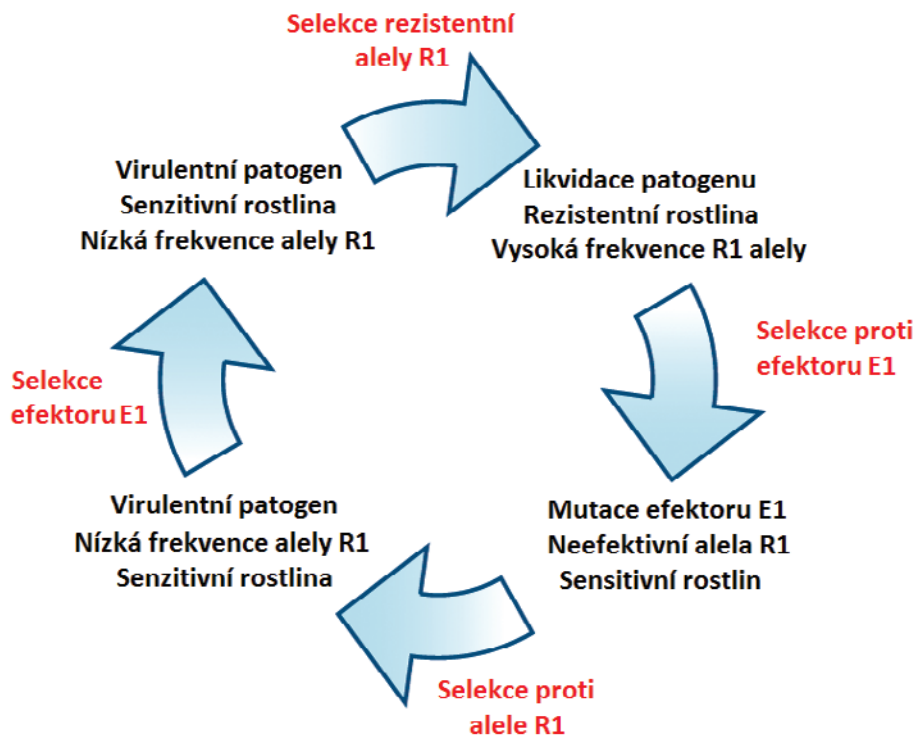
Myslím si, že většina z nich se na přirozenou ochranu pěstování už dívá z dlouhodobého hlediska. Bioprodukt má vyšší užitnou hodnotu za vyšší cenu.

## Co vnímáte jako svůj největší profesní úkol?

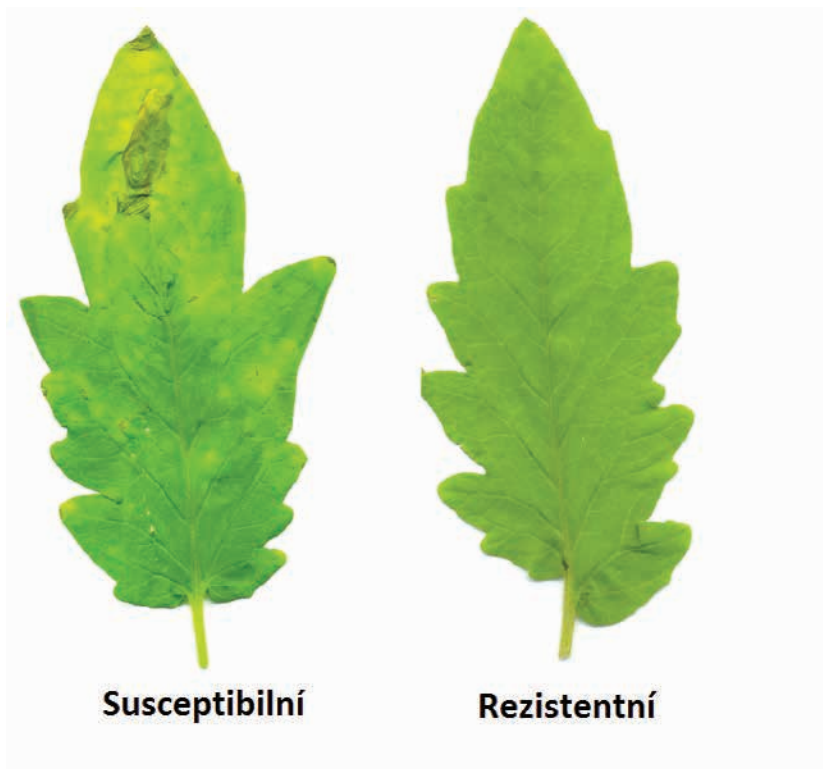
Každý rok podáváme projekty na získání grantů na dobu dvou až tří let. Profesně nám to komplikuje výzkum, protože si musíme stále podávat žádosti o projekty a pracujeme tak bez dlouhodobého výhledu. Největší výzvou je skloubit učitelskou a výzkumnou činnost dohromady. V učitelské činnosti se držíme jedné linie: Mou profesní výzvou je, aby absolventi mohli ze studia přejít do dobrého profesního života a odnést si cenné praktické zkušenosti.

## Jsou studenti biochemie zapojováni do praktické výzkumné činnosti?

Dostáváme peníze na učební činnosti jako jsou přednášky i praktické kurzy a zároveň provádíme výzkumnou činnost, jež se hradí z prostředků určených pro výzkum. Je pro nás nezbytné, abychom byli ve svém bádání úspěšní a dostávali grantové peníze, protože z toho následně financujeme výzkum pro studenty. Na magisterském a doktorském stupni máme ze studenta udělat vědce, odborníka pro řešení konkrétních úkolů. Nikdy jsem se nebránil motivační finanční spoluúčasti studenta. Podle mne by bylo vhodné zařídit stipendijní programy pro úspěšné studenty. Ti méně úspěšní by si museli studium částečně hradit. Vzdělání by se totiž dle mého názoru mělo chápat jako jedna z nejdůležitějších životních investic.



Ko-evoluce hostitelského genu rezistence R a komplementárního efektoru patogenu E1. Patogen nese efektorový gen (E1), který je rozpoznáván řídkce se vyskytující alelou R1. Vzájemná interakce vede ke zvýšení četnosti R1 alely v populaci, na základě čehož dochází k mutaci efektoru patogenu E1, aby byl schopen dále na rostlině nesoucí alelu R1 růst. V populaci rostlin a patogenů dochází k neustálému koloběhu v rámci tohoto cyklu za účasti různých efektorových genů patogenů a rezistentních alel rostlin (Upraveno dle Jones and Dangl, Nature Reviews, 2009).



Listy susceptibilního rezistentního genotypu rajčete po infekci patogenem *Pseudomonas syringae*.

# **Ústav botaniky a zoologie**

## Na základě výskytu vodních organismů umí hydrobiolog určit kvalitu vody

JANA ZAJACOVÁ

**Studentka oboru Zoologie**

Bc. Jana Zajacová se narodila v roce 1992 v Bruntálu, kde navštěvovala místní všeobecné gymnázium. Na PŘF MU vystudovala bakalářský studijní obor Ekologická a evoluční biologie. V současné době pokračuje ve studiu v magisterském oboru Zoologie se zaměřením na hydrobiologii. Kromě zoologie a ochrany životního prostředí jsou jejími zájmy turistika, cyklistika, volejbal, kreslení a četba.



### Jaké předměty Vás bavily na základní a střední škole?

Už na základní škole mě bavil přírodopis, matematika a výtvarná výchova. Zajímala jsem se o zvířata i rostliny asi proto, že jsem vyrostla na vesnici a hodně jsem chodila do přírody. Měli jsme velkou zahradu, kde jsem sledovala přírodu kolem sebe. Na gymnáziu se moje záliby prohlubovaly. Začala jsem se věnovat i chemii, stále více matematice a z ekologického hlediska živočichům i rostlinám. Účastnila jsem se také matematických olympiád.

### Jaké byly Vaše představy o budoucím zaměstnání?

Až na gymnáziu jsem zjistila, že bych se mohla živit biologií a ochranou přírody, lákala mě i práce v zoologické zahradě.

### Jaké aspekty jste zvažovala při výběru vysoké školy?

Hledala jsem obor zaměřený na terénní biologii, kdy živočichy zkoumáte v přirozeném prostředí. Nechtěla jsem se zaměřovat na biologii související s chemií ani na molekulární biologii. A tak jsem si vybrala Ekologickou a evoluční biologii na PŘF MU v Brně. Byla jsem na dvou dnech otevřených dveří, kde jsme navštívili také místní botanickou zahradu a prostředí se mi tu zalíbilo.

### Jak jste po nástupu na vysokou školu vnímala rozdíl mezi středoškolskou a vysokoškolskou výukou?

Vysokoškolský způsob výuky byl pro mě příjemnější, užívala jsem si, že mám předměty zaměřené pouze na biologii z různých úhlů pohledu. Už od počátku studia jsme měli hodně zajímavých praktických cvičení v laboratoři i v terénu. V prvním ročníku je povinné absolvovat dvě pětidenní terénní cvičení – ze zoologie a z botaniky. Během studia máme na výběr i volitelná cvičení, například z entomologie nebo mykologie. Díky pobytu v terénu student zjistí, kde lze konkrétní druhy živočichů a rostlin najít, jestli třeba v lese pod listím, na skalách nebo u vody. Seznámí se také s metodami odchytu a pozorování živočichů. To pak dobře uplatní ve vlastním výzkumu, neboť činnost v terénu je základem vědecké práce botanika a zoologa. Pokud se člověk chce věnovat zkoumání organismů v jejich přirozeném prostředí, je tenhle obor dobrou volbou.

### Na jakou oblast biologie se zaměřujete?

Orientuji se na studium hmyzu ve vodním prostředí. V našem oboru máme čtyři zaměření: skupinu zkoumající obratlovce, suchozemské bezobratlé, týmy zaměřené na hydrobiologii a parazitologii. Mě vždycky zajímala voda a bezobratlí a pro hydrobiologii mě nadchlo také první terénní cvičení, kde jsme lovili hodně vodních bezobratlých. Líbí se mi i to, že hydrobiologie má hodně praktický význam. Na základě výskytu vodních organismů se zjišťuje kvalita vody. Když umíte druhy správně určit a znáte

jejich ekologii, tedy jaké prostředí potřebují ke svému životu, dá se podle toho zjistit, jak na tom daný ekosystém je. Existují druhy, například červené larvy pakomárů, kterým se běžně říká patentky, které dobře snášejí i velmi znečištěnou vodu. Jiné se zhoršením podmínek ve vodním prostředí vymizí, a to je znamením, že s prostředím není něco v pořádku. Mezi tyto druhy, nazývané indikátory, by patřila řada druhů hmyzu z řádu pošvatek, jepic a chrostíků.

### **Odkud se vzal Váš zájem o vodní prostředí?**

Jsem z horské oblasti, původem z Bruntálu, teď bydlím v Beskydech na Třinecku, takže mi byly vždycky blízké drobné horské toky. Blízko domu mám potok, k němuž jsem odmala chodila, občas jsem domů přinesla nějaká zvířata. Pamatuji si dokonce i to, že jsme chrostíky s rodiči někde našli, překvapili nás, a tak jsme si dohledávali, co jsou zač.

### **Byla Vaše bakalářská práce zaměřena na praktický hydrobiologický výzkum?**

Moje práce je součástí několikaletého výzkumu prameništích slatinišť Západních Karpat. Jsou to velmi zajímavé oblasti s pozoruhodnými druhy rostlin i živočichů. Já jsem se zaměřila na chrostíky. Jde o skupinu hmyzu, která má vodní larvy stavějící si velice zajímavé schránky, díky kterým bývají lidově nazýváni „živá dřívka“. Schránky se velmi liší tvarově i materiálem, z něhož jsou vytvořeny. Larvy vylučují hedvábný sekret, kterým slepují třeba písek, kameny, kousky rostlin nebo dřeva. Schránky jim slouží jako ochrana proti predátorům. Některé druhy žijící v tekoucích vodách si dokonce namísto schránek staví sítě, do nichž zachytávají drobné živočichy nebo částičky rostlin pohybující se v proudu. Když došlo na výběr bakalářské práce, byli mi chrostíci nabídnuti. Řekla jsem si zkrátka, proč ne?

### **Jak vypadá psaní bakalářské práce, která je součástí většího výzkumu?**

Téma jsem si vybrala na konci prvního ročníku, což bylo prozřetelné. Už v jarním semestru jsem pracovala v laboratoři, kde se bezobratlí z odebraného materiálu třídí do skupin. Třídění je mravenčí práce, při níž pozorujete pod mikroskopem odebraný materiál a vybíráte organismy, které se následně třídí do skupin. Většina z nich je pouhým okem viditelná, ale jsou mezi nimi i milimetroví. Zejména se jedná o larvy různých skupin hmyzu, kroužkovce, korýše a měkkýše. V jednom vzorku dna se běžně vyskytují tisíce jedinců, proto je přebírání vzorků časově velmi náročné. Následně si jednotlivé skupiny v rámci pracovního týmu rozdělíme a určujeme jedince do druhů, já jsem tedy určovala chrostíky. Vznikne tak velký soubor dat. Vlastní výsledky jsem pak porovnávala s odbornou literaturou a v závěru tvorby bakalářské práce jsem si vyzkoušela také statistické zpracování dat. Sledovala jsem rozšíření chrostíků v závislosti na faktorech prostředí, jako jsou teplota, rychlost proudu, typ substrátu a podobně. Statistické metody umožňují zjistit, zda se druhové zastoupení nebo počet jedinců mění v souvislosti se změnami těchto proměnných.

### **Jak složité je takové určování malých tvorečků schovaných v originálních schránkách?**

V České republice žije přes dvě stě druhů chrostíků. Určování je náročné především na začátku. S pomocí určovacích klíčů a nezbytných rad školitelky i konzultantky jsem se postupně do metodiky určování zapracovala. Řídím se podle morfologických znaků, tedy podle vnějšího vzhledu, tvaru jednotlivých částí těla nebo také zbarvení.

### **Jak probíhá vývoj chrostíků od larvy až po dospěléce?**

Larvy chrostíků žijí ve vodě několik měsíců až let, pak se zakuklí. Kukla chrostíka je na rozdíl třeba od kukly motýlů (kteří jsou mimochodem nejbližší příbuzní chrostíků), pohyblivá. Po určité době vyplave na hladinu nebo na souš, svlékne se a vyvine v dospěléce. Ten vypadá jako malý motýlek s nenápadným zbarvením, průměrně je 0,5 cm až 3 cm velký, létá kolem vody. Dospělci žijí maximálně několik měsíců, v období rozmnožování někdy dochází k rojení, následně samice nakladou vajíčka do vody a životní cyklus se opakuje.

### **Věnujete se při magisterském studiu opět chrostíkům?**

Studuji magisterský obor Zoologie, zaměřuji se opět na hydrobiologii. Na magisterské práci už pracuji, tématem jsou stále chrostíci, tentokrát ale ti, co žijí v potocích poblíž slatinišť. Budu porovnávat, jak

se liší druhy žijící v těchto dvou prostředích. Přestože se nacházejí velice blízko sebe, vypadá to, že druhové zastoupení se bude dost lišit, protože životní podmínky jsou tu docela jiné.

### Jaká je Vaše představa o Vaší profesní budoucnosti?

Určitě chci pokračovat v doktorském studiu. Profesně bych se chtěla věnovat vědecké činnosti nebo ochraně životního prostředí, nejlépe samozřejmě v souvislosti s hydrobiologií.

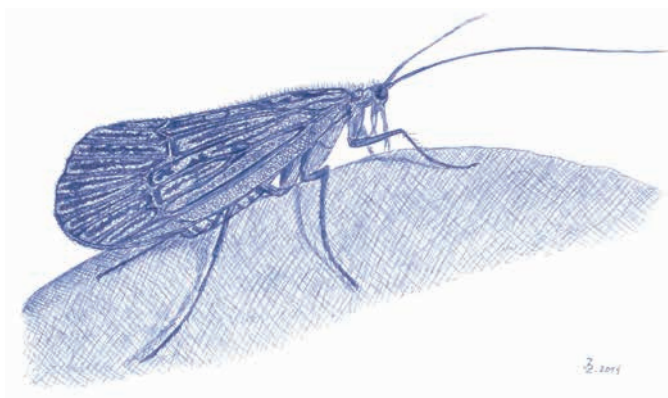


Larva chrostíka *Chaetopteryx albicorne* (délka 12 mm).

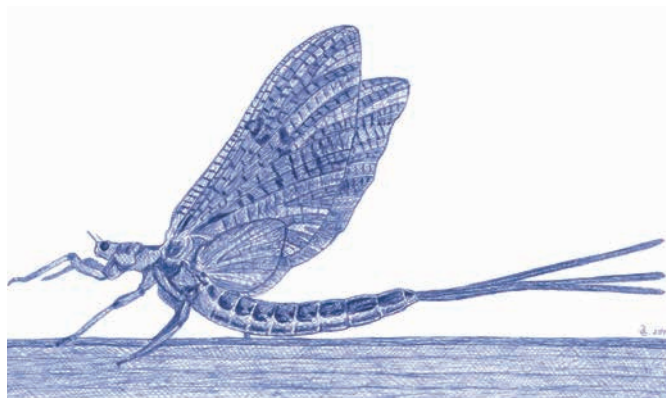


Larva chrostíka *Odontocerum albicorne* (délka 12 mm).

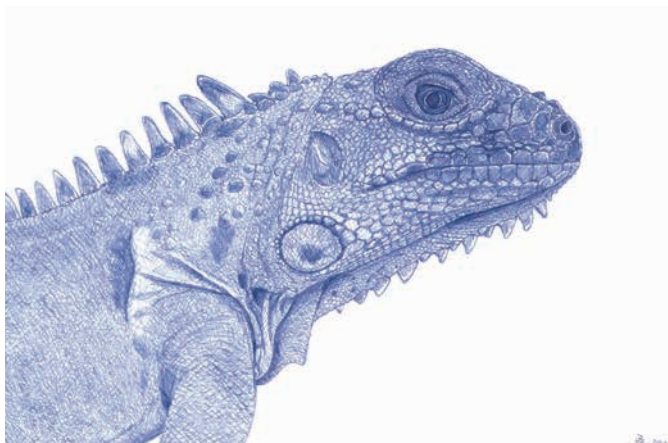
Fotografie larev chrostíků s různou strukturou schránek pořízené za pomoci binokulární lupy. Foto: Jana Zajacová



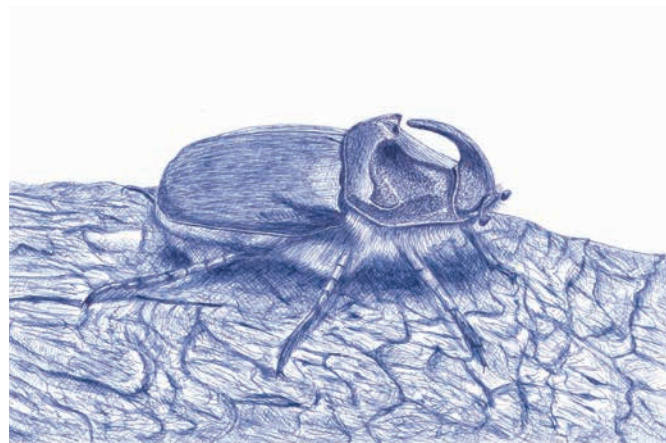
Chrostík rodu *Halesus*.



Jepice rodu *Ephemera*.



Leguán zelený.



Nosorožík kapucínek.

Kresby Jany Zajacové.

## Když jsem na začátku vysoké školy zjistil, že se mohu profesně věnovat pouze měkkýšům, bylo rozhodnuto

MICHAL HORSÁK

**docent**

**Ústav botaniky a zoologie**



Doc. RNDr. Michal Horsák, Ph.D., (39) vystudoval na Masarykově univerzitě magisterský obor Systematická biologie a ekologie, doktorský obor Hydrobiologie. Profesně se soustředí na výzkum kontinentálních měkkýšů a zákonitostí utvářejících rozmanitost biologických společenstev, nejen měkkýšů. Bez možnosti terénního výzkumu by si svou práci nedovedl představit. Rád poznává podmořský život, musí předstírat, že rád lyžuje, a když najde čas, učí se hrát na djembe.

### Jaké předměty Vás bavily na střední škole?

Nejvíc mě bavila matematika, biologie a chemie. Podle mne to hlavně souvisí s pedagogem, většinou člověka baví ty předměty, které učí dobří pedagogové. Naopak jazyky, čeština a „pamatovací předměty“ mě úplně nebraly. Když jsem se rozhodoval pro vysokou školu, přihlásil jsem se na učitelství matematiky a biologie, ale to hlavně proto, že na střední škole mi neukázali další možnosti, jak se biologii profesně věnovat.

### Co pro Vás znamenal přechod na vysokou školu?

První rok studia učitelství biologie a matematiky pro mne znamenal vyjasňování si toho, že chci dělat jen odbornou biologii. Vnímal jsem, že se mi otevřely možnosti v biologii, pochopil jsem, jak se jí člověk může věnovat profesně. Hned jsem se přihlásil na předměty jako Entomologie, která byla tehdy určená pro 4. ročník odborného studia, a to mě hodně ovlivnilo. Starší kolegové se mě ptali, o co se zajímám. Rekl jsem, že o měkkýše, v tom jsem měl jasno od začátku. Kolega docent Josef Bryja mě přizval k jednomu výzkumnému projektu jako „specialistu“ na měkkýše, což mě do oboru dostalo hodně rychle. Bylo ale třeba ročník dokončit a od začátku se přihlásit na obor Systematická zoologie a ekologie.

### Dá se nějak vysvětlit Váš dlouhodobý zájem o měkkýše?

Jako malého kluka mě fascinovaly ulity. Jsou to staré a hodně silné, intenzivní vzpomínky. Když jsme se jako malí koupali u řeky za domem, tak jsem našel zvláštní ulitu. Jak vypadala, si pamatuji tak věrně, že ji zvládnou druhově zařadit, a taky vím, že u Luhačovic, odkud pocházím, tento druh žije. Byla to jedna ze závoznatek, mnohozubka evropská, má v ústí ulity spoustu zoubků, čímž je mezi našimi druhy unikátní. Byl jsem tenkrát fascinován tím, co u nás v řece dělá? Dedukoval jsem, že to musí být mořský druh, netušil jsem, že by u nás něco takového mohlo žít, byl jsem z ní zkrátka konsternován. Nebo si vybavuji, jak jsme šli s kamarády za humna. Moji rodiče mají dům na kraji vsi u řeky, je tam krásný lužní les a rozvolněný svah. Všiml jsem si plže, co lezl na plotě. Dnes vím, že to byla keřnatka vrásčitá, může se jevit podobná hlemýžďi zahradnímu, ale je mnohem menší. Tenkrát jsem uvažoval, že to nemůže být mládě od hlemýžďe, protože má na svou velikost příliš mnoho závitů. Zase mi vrtalo hlavou, co to je za zvláštního šneka? Ulity mě fascinovaly celé dětství. Jakmile jsem u někoho viděl ulity mořských druhů, vyptával jsem se na ně, snažil se je získat. Když jsem na začátku vysoké školy zjistil, že se měkkýši sbírají, studují a lze se věnovat jenom jim, bylo rozhodnuto. Pamatuji si, že jsem šel za docentkou Věrou Opravilovou, která u nás stále působí, a ona mi dala na výběr: buď barevnou knížku, kde nejsou všechny naše druhy, nebo určovací klíč, kde jsou jen černobílé fotky, ale obsahuje



všechny u nás zastoupené druhy. Vybral jsem si klasický určovací klíč Vojena Ložka a vyrazil jsem za dům sbírat i určovat měkkýše. Tak to před koncem prvního semestru začalo.

### **V čem jsou pro výzkum měkkýšů zajímavá prameniště slatiniště Západních Karpat, kterým se ve svém výzkumu věnujete?**

Prameništní slatiniště je mokřad sedící na prameni. Voda tu vyvěrá z podzemí do celé plochy rozbředlého průsaku. Díky stabilní vlhkosti tam žijí specifické druhy rostlin, hlavně mechorostů, a nedochází tam k rozkladu vegetace, která tam roste, odumírá a hromadí se jako sediment nerozložených těl. Když je to vápnaté prostředí, najdeme tam i schránky měkkýšů. Taková lokalita je jako knihovna, archiv. Pod sebou uchovává historii a umožňuje vám v ní číst. Odebereme vzorek, nakrájíme jej na vrstvičky. Náš tým analyzuje pylová zrna, semena rostlin, schránky měkkýšů, schránky krytenek, což jsou jednobuněčné organismy. Když znáte nároky jednotlivých druhů na prostředí, kde žijí, lze na základě druhového složení říci, že právě tato vrstva ukazuje, například, že kdysi byla lokalita zalesněná. A s pomocí metody radiokarbonového datování se dá určit, že s určitou spolehlivostí tu žil nalezený organismus například před 7 500 lety. Takže víme i to, kde se nacházíme v historii. Tohle je unikátní výhoda slatinišť, kterou nenabízí zdaleka žádné přírodní prostředí.

### **Výzkum Vás ale zavádí i dál. V chladných oblastech centrálního Altaje na hranicích Ruska a Mongolska jste našli celá společenstva „živoucích fosilií“. Co si pod tímto pojmenováním můžeme představit?**

Jde o organismy, o kterých se myslelo, že již vyhynuly. Označují se tak i organismy známé z hodně dávnoho fosilního záznamu, které se nemění, jsou stále stejné. Jde o hodně staré evoluční linie druhů, které ale dokázaly přežít, na rozdíl třeba od mamutů a dalších druhů velkých savců. V případě měkkýšů jsou ale zcela maličkatí. Například zrnovka sprašová byla v podobě fosilních ulit nalezena ve spraších celé Evropy. Spraš je sediment, který se hromadil v nížinách v době ledové. U nás v Brně je jeho významným nalezištěm Červený kopec naproti centrálnímu hřbitovu, za Univerzitním kampusem Bohunice. Je to ojedinělý kvartérní profil mezinárodního významu se sprašemi a pohřbenými půdami zachycujícími období okolo dvou miliónů let. Zrnovka sprašová, o které se myslelo, že zcela vyhynula na konci poslední doby ledové, na Altaji stále žije. Před tím existovaly jisté indicie, že snad stále přežívá v pohořích Centrální Asie, ale až náš tým to ukázal přesvědčivě. V přibližně stejné době k podobnému zjištění dospěli i zahraniční kolegové.

### **Proč na Altaji „dnes znamená včera“, jak váš tým uvádí v titulku článku pro časopis Vesmír?**

Je to proto, že na Altaji je z celé Euroasie v druhovém zastoupení nejmenší rozdíl oproti minulosti. Až na velké tvory, jako byl mamut, nosorožec srstnatý a další zástupci tzv. megafauny, kteří mají nízké populační hustoty a potřebují velké plochy, tam přežila většina glaciálních druhů. Živoucí fosilie, o kterých jsme mluvili, nacházíme v krajinách „zamrzlých v čase“. V pohoří Altaje se zachovala unikátní kombinace podmínek. Ze západního směru se zvedají stále vyšší hřebeny, kde je stále chladněji, ale za každým hřebenem navíc prší méně, jsou tam srážkové stíny. Ze severozápadu na jihovýchod je to na Altaji cesta časem. Začínáte v teplé, vlhké krajině, která je obdobou současné Evropy a i druhy jsou tam stejné. Posouváte se jakoby na stroji času do minulosti, do podmínek, jež jsou chladné, suché, bazické a odpovídají našim představám o glaciálu, jak klimaticky, tak co do druhového zastoupení. Samozřejmě i zde probíhaly klimatické změny. Oblast, kde dnes námi sledované druhy žijí, byla v glaciálu zaledněná. Ale kousek níž po hřebeni pro ně byly podmínky příznivé. Takže tyto druhy měly dost času, aby se v rámci svých migračních schopností dostaly do příznivých podmínek. Měly zkrátka kam utéct, zatímco tady v Evropě nikoli, a tak byly odsouzeny k vyhynutí. V komunitě vědců, kteří se zabývají rekonstrukcí glaciálního prostředí, se tušilo, že někde v Rusku takové prostředí je. My jsme tam jezdili s interdisciplinárně zaměřeným týmem, který vedl profesor Milan Chytrý a který byl složen z odborníků, jež zajímaly rostliny, měkkýši či obratlovci. Jako první jsme toto prostředí komplexně a detailně ukázali a popsali, jak to tam vypadá, jaké druhy tam žijí a kde přesně žijí.

### **Je pro Vás důležité i to, že se dostanete do krásné přírody? Máte vůbec čas ji vnímat?**

Zažíváme tam úžasné pocity a je to důležité, když chcete získat inspiraci pro vlastní výzkum. Pokud chcete přijít na novátorské myšlenky, nemůžete stále pracovat v drilu. To jste sice výkonnější, ale málokdy vás napadne něco mimo plán a vytyčený směr. Kolega David Zelený mne nedávno seznámil

s trendem „pomalé vědy“ (slow science). Často všichni jen běžíme dopředu, podle plánu. A na zásadní objevy potřebujete čas, nápad potřebuje někde uzrát a to v terénu funguje výborně. Plány nám svým způsobem staví bariéry. Všiml jsem si, že přibývá vědců, kteří jen analyzují data, jichž je v dnešní době na internetu hromada. Stáhnete je, počítáte, ale dosažené výsledky jsou někdy pro zkušeného přírodovědce úplně hlouposti. Vědci jdou často po matematické přesnosti, jež vychází z povahy dat, ale je biologicky nerelevantní. A naopak, co je relevantní, nemusí být statisticky průkazné. Ti, co jen stahují, analyzují, modelují, musí věřit kvalitě dat, tu berou jako status quo. Ale přírodu vždycky měříme velmi okleštěně, a když je to okleštění moc velké, ztratíme to podstatné, a vychází výsledky, které jsou jen v datech, a ne v reálu. Člověk, co v reálném terénu nebyl, kvalitu dat nepozná. Jeden kolega řekl, přírodovědec si musí ušpinit ruce od bahna. Navíc lokalitu vždycky vnímáme jinýma očima, podle toho, jaké si klademe otázky. Mít oči otevřené, to je v ekologickém zkoumání základ, pomáhá nám to pak dobře posoudit analyzovaná data.

### **Působíte také jako pedagog v rámci programu Ekologická a evoluční biologie. Jak se uplatňují Vaši studenti?**

I když své zásluhy nechci přeceňovat, je příjemný pocit vidět, když předáváte informace někomu, koho to zajímá, když vidíte, že je vaše výuka posouvá. Odměnou po deseti, dvanácti letech, co učím, je, že přichází absolventi a říknou, že díky mému nasměrování jsou tam, kde jsou. Často zůstanou u vědy, potkávám je na konferencích. Uplatňují se na Akademii věd ČR, ve výzkumných ústavech, přírodovědných muzeích, orgánech státní správy či Agentury ochrany přírody a krajiny ČR sloučené se Správami chráněných krajinných oblastí. Možnosti uplatnění nabízí také referáty životního prostředí, nevládní organizace, výuková ekologická střediska. Rada míst vznikla z evropských programů. Je třeba počítat s tím, že hodně často musí naši absolventi určitým způsobem změnit svoje odborné zaměření.

### **Jak vnímáte roli vedoucího diplomových a disertačních prací?**

Vnímám ji jako hodně velký závazek a zodpovědnost. Razím přesvědčení, že vedoucí nebo školitel by se měl studentovi hodně věnovat, snažím se být flexibilní a najít si na čas na konzultace v co nejkratším termínu. Oceňuji, když mají studenti zájem. Snažím se je motivovat, aby pracovali nad rámec svých prací. Mám hodně studentů, co publikují v rámci diplomky, byli oceněni na konferenci za nejlepší přednášku a podobně. Napsat dobrou publikaci totiž vyžaduje hned několik schopností. Dosáhnout výsledku, který stojí za to, usadit jej do kontextu existujících informací, logicky a srozumitelně prezentovat předpoklady, metodu, výsledky i závěry, zvládnout na výborné úrovni anglický jazyk, často i složitou statistiku, grafy, obrázky... Když chcete napsat dobrý článek, musíte být dobrý hned v několika schopnostech a dovednostech. Psaní představuje prostor rozvíjet se. Schopnost srozumitelně formulovat myšlenky a logicky je prezentovat, to se člověku hodí skoro v každé profesi.



Malebná krajina jižního Altaje při hranici s Čínou hostí mnoho druhů drobných plžů, které se u nás hojně vyskytovaly v době ledové. Dnes je většina z nich ve střední nebo i celé Evropě vyhynulá. Foto: Michal Horsák



Jeden z poněkud vlhkých zážitků na expedici Altaj 2011. „Per aspera ad astra“ stojí psáno na pravém boku většího z pronajatých expedičních vozů. Foto: Michal Horsák



Rozsáhlé bazické slatiniště Brezové v podhůří Vysokých Tater vzniklo díky hlubinným pramenům. Jeho stáří bylo pomocí radiokarbonové metody stanoveno na více než 11 tisíc let. Foto: Michal Horsák



Tůňka na jednom ze silně bazických slatinišť je zarostlá parožnatkami (zelené řasy se stěnou často inkrustovanou uhličitanem vápenatým) a velkými larvami bráněnek (dvoukřídlý hmyz, lidově mouchy), které mají kutikulu také inkrustovanou uhličitanem vápenatým. Foto: Michal Horsák

## Od sbírání rostlin do herbáře ke studiu jejich genomů a globální evoluce

PETR ŠMARDA

**Vědecký, výzkumný a vývojový pracovník  
Ústav botaniky a zoologie**

Mgr. Petr Šmarda, Ph.D., (37) vystudoval na Masarykově univerzitě magisterský obor Systematická botanika a geobotanika, doktorský obor Botanika. Profesionálně se soustředí na výzkum velikost genomu a GC obsahu v genomech rostlin a na hledání jejich ekologických a evolučních souvislostí o vesmíru. Volný čas tráví s rodinou, příležitostným sportem, turistikou, sběrem lesních plodů, hrou v šachy nebo zařizováním domu a zahrady.



### Jaké jste měl zájmy na základní škole?

Příroda mě bavila odjakživa, ale že se z toho jednou vyvrbí zájem o botaniku, to mě na základní škole nenapadlo. Bavil mě vesmír, Grygarovy pořady a zvířátka, rostliny mě moc „nebraly“. Biologické olympiády jsem dělal a bavily mě, ale většinou jsem skončil v okresním nebo krajském kole. Obvykle jsem skončil právě na určování rostlin. Ale musím říci, že jsem se na soutěže moc nepřipravoval a podle toho to dopadalo.

### Přitáhlo Vás k botanice studium na gymnáziu?

Ano, protože jsme měli výborného učitele biologie s velkým rozhledem, nepotřeboval vykládat podle učebnic, prostě látku znal a uměl předat. Učil nás přemýšlet, vědět proč. V prvním ročníku jsme měli za úkol vytvořit herbář a to mě chytlo. Stačil takhle malý impuls a chytil jsem se na to svými sběratelskými vášněmi, sbíral jsem, co kde rostlo. Začalo to jít do stovek položek, začal jsem se učit druhy určovat, ve třetím ročníku jsem se účastnil Středoškolské odborné činnosti (SOČ) a probojoval se až do státního kola, ze kterého jsem si odnesl diplom vítěze, který ale, myslím, získalo více soutěžících. Když jsem představil herbář s devíti sty položkami a asi šesti sty druhy, na komise to zabíralo, oceňovali kus odvedené práce. Využíval jsem i Muzeum Vysočiny Třebíč, kde měli herbář, a kam jsem chodil konzultovat. Zde se začala rodit moje první představa o budoucím povolání: klídeček v herbářové sbírce ztělesňoval to, co jsem chtěl dělat. Zůstanu v herbáři, budu se hrabat položkami, jezdit do terénu, sbírat kytky a znát všecko, co kde roste.

### Byla pro Vás při volbě oboru vysokoškolského studia botanika jasnou volbou?

Protože jsem se stále profesně viděl v třebíčském herbáři, byla jasnou volbou Systematická botanika nebo Geobotanika. A protože jsem to měl nejbliž do Brna, tak jsem po úspěšně absolvovaných přijímacích skončil zde. Jako pojistku jsem si dal Jihočeskou univerzitu v Českých Budějovicích, ale k teplejší části republiky jsem měl blíže, jezdil jsem sem za babičkou do Hustopečí u Brna sbírat kytky. Když jsem začínal studovat, byli jsme oborově rozdělení už od prvního ročníku a já jsem se pochopitelně rozhodl pro botaniku.

### Věděli jste, jaký má zdejší Ústav botaniky a zoologie ohromný herbář? Co Vás nejvíc zaujalo v prvním ročníku studia?

Že má náš ústav herbář s 600 000 položkami, to mě samozřejmě mile překvapilo. Nejvíce mě ale v prvním ročníku zaujala terénní cvičení. Myslím si, že to je nejlepší prostor pro „odchyt“ perspektivních

studentů. Hned v prvéku jsem dostal jako nabídku téma diplomky, měl jsem dělat taxonomii smělků rodu *Koeleria*. Začal jsem na tématu pracovat, ale zjistil jsem, že s tím už někdo začal jinde, a tak jsem téma změnil na kostřavy, konkrétně šlo o druh *Festuca pallens* (kostřava sivá) a její taxonomii na jižní Moravě. Postupně se téma rozšířilo na zkoumání v celé republice a nakonec v celém areálu, sahajícím od Belgie až na Ukrajinu.

### **Co v botanice znamená, že se věnujete taxonomickým tématům, jako v případě Vaší bakalářské práce?**

Většinou je na začátku nějaký problém, typicky s tím, že se jednomu druhu říká v každé zemi trochu jinak a je potřeba to nějak sjednotit, nebo naopak s tím, že v rámci jednoho druhu existují trochu jinak vypadající populace a je potřeba prověřit, jestli to nejsou samostatné druhy. U kostřavy sivé jsem u různých jedinců a populací počítal počty chromozomů. Pokud mají rostliny různý počet chromozomů, nemusí dobře geneticky komunikovat a mají také zpravidla různě velké buňky. Chtěl jsem tedy vyjasnit, jestli tedy nejde o dva druhy, a ukázalo se, že ano. Jenomže mi popis nového druhu „vyfoukli“ kolegové z Německa, tak jsem alespoň natruc našel v jednom maďarském herbáři starší popis toho jména. Jim tedy patří prvenství v rozlišení nového druhu, který se ale musí jmenovat podle jednoho maďarského kopce *Festuca csikhegyensis*. Tak jsem jim to trochu vrátil. Hloupé je, když na výzkumu trávíte hodně času, chcete mít vše pečlivě zdokumentované, a pak to někdo stručně zmíní bez větších analýz v lokálním druhořadém časopisu. To už ale k této vědě prostě patří.

### **Že jde o dva druhy, šlo tedy poznat až pod mikroskopem? Je hodně těžké určovat rozdíly mezi travami, když jsou na první pohled nerozlišitelné?**

Odlišovací znaky u kostřav najdete zpravidla uvnitř, například na příčném řezu listem. A když jich „nakrájíte“ pár tisíc, naučíte se pak druhy určovat i podle znaků vnějších. Stále mi sem chodí vzorky kostřav, které chtějí kolegové určit. Já jsem už u bakalářské práce strávil dny a týdny počítáním chromozomů z kořínků kostřav a optimalizací způsobu, jak chromozomy počítat. Což bylo mnohdy frustrující. Naučíte se, jak preparáty barvit, zasadíte rostliny, odeberete kořínky, nabarvíte je, celý den koukáte do mikroskopu, a nenapočítáte nic. Postupem času zjistíte, že aby byly chromozomy vidět, musí být zkoumané rostliny ve „správné náladě“, kdy kořínky začínají růst. Když se mi to po dlouhé době podařilo pochopit, byl můj výzkum mnohem radostnější. Musel jsem si uvědomit, že kostřavy jsou suchomilné a nějakým způsobem vnímají počasí. Pro ně je limitující, aby neuschly. Jejich kořínky se proto začnou dělit a růst až ve chvíli, kdy má rostlina tuhle jistotu.

### **Jde třeba jen o určitou denní dobu nebo je to složitější?**

Vyozoroval jsem, že špičky kořínků se začaly dělit ve chvíli, kdy byl dva až tři dny nízký tlak a přšelo. Další den, když tlak stoupl a vysvitlo slunce, tak měla rostlina jasno: je vysoká vlhkost, chvíli to trvalo a asi ještě potrvá, nyní je dopoledne, slunce svítí, ale ještě ne moc – takže můžu začít. Bylo vidět, že dopoledne jsou listy roztažené a rostlina ví, že má pár hodin klid, kdy může beztréstně transpirovat, fotosyntetizovat a pracovat na růstu kořínků. Když se kořínky odebraly v téhle chvíli, šance na nalezení počítatelných chromozomů značně narostla. Tohle bylo první, na co jsem musel přijít. Později jsem se dostal do Olomouce, kde začínali s metodou průtokové cytometrie, která je pro účely mého bádání mnohem pohodlnější a efektivnější. Zatímco metodou počítání z kořínků jsem spočítal v den, kdy byly vhodné podmínky, maximálně osm kytek, na cytometru se jich dalo za dopoledne naměřit sto, bez ohledu na počasí. To byl značný posun kupředu.

### **Dostal jste se tedy k laboratornímu výzkumu, ve kterém stále pokračujete. Změnila se časem Vaše profesní představa zaměstnance herbáře?**

Ano, začalo to asi objevováním vědeckých problémů. Poštěstilo se mi, že když se u kostřav začalo s cytometrií, ukázalo se, že mají různě velký genom, i když mají stejný počet chromozomů. Napadlo nás, že tohle je vlastně případ probíhající evoluce genomu a že by se takto dalo studovat, jak se vlastně stane, že z mateřského druhu vznikne dceřiný druh s jinak velkým genomem. Měření vnitrodruhové variability ve velikosti genomu jsou ale metodicky celkem náročná a výsledky mnoha dřívějších prací, které se tomuto tématu věnovaly byly později novějšími metodami vyvráceny. Naše výsledky pak patří k těm několika málo, kde je vnitrodruhová variabilita dokumentována obzvlášť důkladně a v průběhu

dalších pokusů se nám z *Festuca pallens* podařilo udělat modelovou rostlinu pro výzkum tohoto fenoménu. Úspěchy s měřením velikosti genomu průtokovou cytometrií mě pak motivovaly hledat další vědecké problémy a pomalu se ze mě začal stávat samostatný vědec. Hodně k tomu přispěla podpora kolegů, kteří moje nápady pomáhali realizovat, a grantové peníze. Najednou jsem mohl dělat něco, co mě bavilo, a ještě jsem za to dostával peníze. Skončilo období stavebních a úklidových brigád, kdy jsme jako studenti vylévali podlahy nebo zametali nekonečné plochy nově vznikajících obchodních center. Když jsem zjistil, že mě ve vědě baví objevování, vidina práce v herbáři se postupně vytrácela. Stále mě samozřejmě baví objevovat rostliny, které na tomto místě nebo vůbec ještě nikdo nenašel, ale stále více cítím, že to, co mě na vědě nejvíce přitahuje, je objevování procesů a toho, jak a proč věci vlastně fungují. Člověk si klade čím dál obecnější otázky, třeba jak vysvětlit chod vegetace v geologické historii Země pro celou zeměkouli. I k tomu se člověk často dopracuje od celkem banálních otázek typu: proč roste tato rostlina právě na tomhle kopečku?

### **Vedle taxonomie se věnujete biosystematice. O co jde v této botanické vědní oblasti?**

Je to studium procesů, které vedou ke vzniku druhů nebo poznání toho, jak probíhá evoluce rostlin, taxonomie pak popisuje existující diverzitu. Biosystematická skupina na našem ústavu zkoumá, jak dochází k evoluci velikosti genomů a co to pro rostliny znamená, co s velkým genomem můžou a nemůžou, a jak to například mohlo ovlivnit jejich šance na přežití v současné geologické době. Vybavením a technickým zázemím naše pracoviště a Česká republika vůbec patří v tomto oboru k naprosté světové špičce.

### **Co Vás ve studiu a ve vědecké práci motivuje?**

Ve studiu jsem měl štěstí na spolužáky. Nad námi byl velmi silný botanický ročník, kterému jsme se chtěli vyrovnat. Moji zoologičtí spolužáci byli navíc lidé, kteří vyhrávali celostátní kola nejen biologických olympiád, všechno to byli lidé se zájmem o výzkum, kteří ve svých oborech vesměs už nějakou dobu pracovali. Už v prváku jsme se dali dohromady a začali si dělat vlastní výzkum, domluvili jsme se například s Chráněnou krajinnou oblastí Bílé Karpaty a jeli tam na týden zkoumat. Na tom jsem se hodně naučil i z jiných biologických oborů, bylo to stimulující, člověk „nekrněl“, viděl, že kolegové jsou mnohdy lepší a měl motivaci růst. Mnozí z této „pracovní skupiny“ také zůstali na ústavu a tvoří zde „novou vědeckou vlnu“. Štěstí mám i na šéfa, docenta Petra Bureše, vedoucího skupiny Plant Biosystematics, který podporuje kritické myšlení a objevování nových myšlenek a dává mi velký prostor pro vlastní práci. To je pro vědeckou kariéru zásadní. Když máte prostor přemýšlet, ptát se a máte možnost propojovat poznatky z různých oborů, nové nápady přicházejí téměř samy.

### **Jak Váš aktuální botanický výzkum souvisí se zkoumáním genomů rostlin?**

Zajímá nás, z jakých „písmenek“ jsou složeny genomy rostlin a naše laboratoř je jediná na světě, kde se GC obsahy u rostlin zkoumají ve větším měřítku. Podobně jako jiný laboratorní výzkum je to finančně náročnější. Jako botanici máme ale oproti klasickým laboratorním vědcům ohromnou výhodu, protože umíme poznávat kytky a víme, kde je hledat. Excelentní pracoviště občas složitě shánějí přes několik lidí semínka, která se posílají třeba až z Austrálie, a my víme, že daný druh nám roste v trávniku před domem. Těším zde tak ze svého taxonomického a herbářového vzdělání a mohu svůj výzkum dělat na velkém množství druhů a opravdu globálně.

### **O co ve výzkumu GC obsahů rostlin jde?**

Jádra buněk můžeme barvit různými barvami a z jejich porovnání pak spočítat, kolik je v GC a AT párů bazí v jejich DNA. Podobný výzkum se provádí u bakterií a živočichů, ale o rostlinách se toho zatím moc neví. Začal jsem zase s travami. Ukazuje se, že mají shodou okolností nejvyšší známé GC obsahy, a tak je to k takovému studiu skupina nanejvýš vhodná. Trávy jsou navíc evolučně velmi úspěšné. Je to velmi mladá skupina, stará jen 30–40 miliónů let, ale za tuto dobu vytvořila dominantu na třetině povrchu Země. Náš výzkum pak ukazuje, že zvýšený GC obsah a s tím související změny v genomech trav s tímto úspěchem nějakým způsobem přímo souvisí. GC obsahy momentálně měříme také u dalších suchozemských rostlin, počínaje mechy a konče krytosemennými rostlinami. Naším cílem je vypracovat celosvětový přehled GC obsahů napříč všemi rostlinami. Spolu s GC obsahem zkoumám i velikosti genomu (obsah DNA v jádře). Zde mě zajímá hlavně vztah velikosti genomu a dostupnosti fosforu

v půdě, který je jednou z hlavních stavebních součástí kostry DNA. Pokud v půdě není dost fosforu, lze čekat, že se zde rostlinám s velkým genomem nepovede dobře a že zde ani nebudou ochotně vznikat. Nyní provádíme výzkum na Svalbardu (česky Špicberky) v Arktidě, kde je fosforu málo, ale rostliny tu přesto mají poměrně velké genomy. Jezdíme také do jižní Afriky, kde jsou rostliny na nedostatek fosforu adaptované, ale jsou tam zároveň i místa, kde jsou půdy s velkým množstvím fosforu, což je pro srovnání výborné. V současnosti také připravujeme přehled velikosti genomů kompletní české flóry a sledujeme, jak se ve velikosti genomu liší druhy na různých biotopech a v různých typech vegetace. Díky tomuto srovnání bychom pak mohli poznat, jak moc prostředí ovlivňuje velikost genomu rostlin. Trochu se tím vracím k herbářové vědě a dělám na tom, co jsem tak trochu vždycky chtěl: mít v herbáři všechny české kytky.

### Čeho se týká Váš nový výzkum zaměřený na globální změny klimatu? Jak takové téma vlastně souvisí s botanikou?

Přes velikost genomů jsem se dostal ke zkoumání průduchů a k fyziologii rostlin. Čím je větší genom, tím musí být větší buňka a tím je větší i průduch, kterým rostliny přijímají oxid uhličitý a vypařují vodu, což značně ovlivňuje jejich celkovou fyziologii. Rostlina s většími a pomalejšími průduchy si pak nemůže dovolit úplně všechno, třeba růst bez dalších adaptací v suchém prostředí, kde by těmito průduchy ztrácela nadměrné množství vody. Momentálně uvažuji o tom, udělat přehled velikostí průduchů rostlin po celém světě a zjistit, jakým způsobem souvisí velikost průduchů s ekologií jednotlivých druhů i jejich celosvětovým rozšířením. Velikost průduchů by pak mohla souviset i rizikem vymírání a úspěšností některých skupin v průběhu globálních změn klimatu. Víme například, že od druhohor se snižuje koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře a v současné době je ho více než desetkrát méně. Rostliny se na to musely nějak adaptovat a dá se předpokládat, že těm s velkými genomy a průduchy se to mohlo dařit podstatně hůř a takové druhy pak mohly vymírat mnohem častěji než rostliny s malými genomy. Je také možné, že by se díky popisu mechanismu adaptace průduchů dala predikovat i reakce jednotlivých druhů na současnou globální změnu klimatu a na antropogenní růst koncentrace oxidu uhličitého. O to se sice snaží řada vědeckých týmů, možná by se tohle všechno dalo ale poznat jednodušším botanickým způsobem než těmi, na které jsou vypisovány mnohamiliónové dlouhodobé projekty.

### Když objevíte nový, nepojmenovaný rostlinný druh, po kom jej pojmenujete?

Myslím, že z výzkumu z jižní Afriky mám nový druh. Zasloužil by si jméno po ženě či dceři, abych se jim odvděčil za to, že mi dávají prostor se vědecky realizovat. Ale měl bych na tom začít asi pracovat, aby mě někdo s popisem nového druhu nepředběhl.



Svalbard – arktické souostroví daleko za polárním kruhem je rájem polyploidních rostlin a ledních medvědů, kvůli kterým s sebou ale botanik kromě terénní lopatky musí nosit pro jistotu vždy i zbraně těžšího kalibru. Foto: Petr Bureš



Diploidní rostlina kostřavy sivé (*Festuca pallens*) se čtrnácti chromozomy na reliktním vápencovém výchozu na Muráňské planině na Slovensku – na podobně pěkných stanovištích roste tento druh po celé střední Evropě. Foto: Petr Šmarda

**Ústav**  
**experimentální biologie**



## S vědou je to jako s karate: je třeba se rozhodnout, neváhat, nebát se, a pak dosáhnete úspěchu

LENKA JŮZOVÁ

### Studentka oboru Molekulární biologie a genetiky

Lenka Jůzová se do praktického výzkumu zapojila hned na začátku svého studia. Cílem její bakalářské práce je získat přehled o současných biologických vlastnostech a diagnostických markerech Ewingova sarkomu a možnostech jejich budoucího využití v nových léčebných strategiích tohoto sarkomu.



#### Jak jste se dostala k experimentální biologii?

Moje cesta k experimentální biologii začala v primě/sextě osmiletého gymnázia, kdy jsem začala upřednostňovat přírodovědné předměty. Mými nejoblíbenějšími předměty byla biologie a chemie.

#### Podle jakých kritérií jste si vybírala vysokou školu?

Nejdříve mě zaujala medicína – konkrétně patologie, ale došlo mi, že učení se věci nazpaměť, s ní nutně spojené, není zrovna to, co by mě lákalo. Tak jsem začala uvažovat nad obory, které se zaměřují na biologii a chemii. Výsledkem byla volba oboru Molekulární biologie a genetiky na Ústavu experimentální biologie PŘF MU.

#### Jak jste na střední škole rozuměla spojení „experimentální biologie“?

Znělo mi to velice honosně, ale nevěděla jsem, co si pod ním mám konkrétně představit. Po prostudování jednotlivých oborů zaštitěných tímto názvem mě nejvíce zaujal obor Molekulární biologie a genetiky. Jedná se o obor navzájem se doplňujících předmětů z celé biologie. Obor zahrnuje širokou škálu předmětů, které se zabývají problematikou rostlin, zvířat i lidí.

#### Dostala jste v rámci bakalářského studia možnost účastnit se laboratorního výzkumu?

Ano, stačilo prokázat vlastní iniciativu a nebát se zeptat. Při představování jednotlivých laboratoří mě zaujala Laboratoř nádorové biologie. Napsala jsem profesorce Renatě Veselské, zda by bylo možné se zúčastnit projektů v její laboratoři. Od té doby jsem navštěvovala základní laboratoř zaměřenou na pasážování buněk. Pouze ve třetím ročníku jsem tuto možnost nevyužívala, kvůli nedostatku času a tvorbě bakalářské práce.

#### Co je cílem pasážování buněk? S jakým typem buněk pracujete konkrétně?

V laboratoři, se kterou spolupracuji, se věnují pasážování rakovinných buněk. Úkolem je odebrat namožené buňky z již vyčerpaného média, zředit je a nanést na nové médium tak, aby práce byla absolutně sterilní a nedošlo ke kontaminaci.

**Pro Vaši práci je tedy předpokladem velice jemná práce rukou, je to tak?**

Při pasážování buněk se nesmí klepat ruce a soustředěnost je také nutná. Jelikož jsem se již na nižším gymnáziu zúčastnila chemických olympiád, získala jsem na jistotě při manipulaci s chemickým náčiním a látkami.

**Hodně času trávíte i na přednáškách. Jak dlouho dokážete udržet pozornost ve výuce?**

Zřejmě každý má jistou hranici. Pro mě jsou velkým problémem tříhodinové přednášky. I s malou přestávkou jsou náročné. Ve zkouškovém období si vypracovávám plán, podle kterého se snažím řídit, abych docílila největší efektivity učení.

**Souvisí Vaše laboratorní praxe s tématem Vaší bakalářské práce?**

Částečně ano. Vybrala jsem si téma týkající se Ewingova sarkomu. Jedná se o vzácný typ rakoviny vyskytující se u dětí a adolescentů. Jeho incidence je 3–5 nemocných na milion lidí. Je charakterizován typickou balancovanou translokací mezi chromozomem 11 a 22. V posledních dvaceti letech došlo k rapidnímu zvýšení přežitosti pacientů na šedesát až sedmdesát procent. Má práce se zaměřuje dostupné diagnostické, prognostické a prediktivní markery, které by mohly napomáhat k objevení nových léčebných strategií. Většina inovativních postupů je teprve v preklinických či v klinických fázích vývoje, ale jejich výsledky mají významnou hodnotu a v budoucnu by mohly napomáhat k zlepšení léčby Ewingova sarkomu.

**Vaše bakalářka je prací přehledovou. Kolik článků v ní citujete?**

Bakalářská práce bude obsahovat zmínky z asi sedmdesáti článků. K sepsání je potřeba přečíst spoustu literatury. Není-li článek možný stáhnout z databáze školní knihovny, či jiných dostupných zdrojů, je třeba kontaktovat autora článku. Z počátku jsem se ostýchala autorům napsat, neboť se jedná o autory velice vážené, ale jejich reakce byla vstřícná a svůj článek mi vždy poskytli, což mě v komunikaci se zkušenými vědci povzbudilo.

**Jak si představujete svoji profesní budoucnost?**

Momentálně ukončuji bakalářské studium a plánuji pokračovat v navazujícím magisterském. Pokud se mi podaří dokončit magisterské studium, nabízí náš obor širokou škálu uplatnění. Zatím nemám vyhrazený určitý obor, ve kterém bych se chtěla uplatnit. Molekulární biologií a genetikou bych se chtěla samozřejmě zabývat i po absolvování školy. Nevadilo by mi pracovat ve zdravotnictví, provádět genetické rozborů, věnovat se forenzní genetice či oblasti umělého oplodnění. Také se tu nabízí možnost pokračovat v doktorském studiu. Ale zatím se v těchto plánech hodně vyskytuje „pokud“ a „jestli“ (směje se).

**Kolik času věnujete svému studiu a vzdělávání?**

Svému studiu věnuji tolik času, kolik je potřeba. Omezila jsem své mimoškolní aktivity, abych měla dostatek času na přípravu a studium.

**Jak funguje vědecká mikrokommunita na Ústavu experimentální biologie PŘF MU?**

V rámci mého ročníku funguje komunikace výborně. Spravujeme si svoji vlastní facebookovou skupinu s početnou komunitou, kde řešíme jednotlivé problémy a dotazy. Naše imatrikulační skupina si vyměňuje ráda zkušenosti a rady týkajících se zkoušek, cvičení či protokolů.

**Dlouhodobě se věnujete karate. Představuje pro Vás protiváhu k učení a pečlivé práci v laboratoři?**

Obecně řečeno, sportuji ráda. Dříve jsem v karate hodně závodila, ale během studia vysoké školy se závodů účastním v menší míře. Během let jsem získala černý pás a v juniorské kategorii jsem vyhrála Mistrovství České republiky. Po určité době se stalo karate mým životním stylem, setkávám se tam s přáteli, udržuji se v kondici. Karate mě naučilo mnoho věcí, které využívám v praktickém i profesním životě: soustředit se, vyrovnat se se stresem, umět se rozhodnout a neváhat.

## Zajímá mě vytváření projektů, řešení problémů a vynalézání, což nabízí i obor experimentální biologie

HANA SVOZILOVÁ

### Studentka oboru Molekulární biologie a genetiky

Hana Svozilová si svůj obor studia zvolila na základě zkušeností z exkurzí představujících středoškolákům možnosti vysokoškolského studia a vědecké praxe. Od prvního ročníku působí v Laboratoři Funkční genomiky a proteomiky rostlin PŘF MU (FGPP), kde je velice spokojená. Ve volném čase se podílí na organizaci přírodovědných a jiných soutěží.



#### Co Vás přivedlo ke studiu molekulární biologie?

Začalo to tak, že jsem získala silný vztah k přírodě díky mému otci, mikrobiologovi. Ten se mi hodně věnoval, chodil se mnou na procházky, kde mi popisoval různé živočichy a na konkrétních příkladech vysvětloval fungování dějů v přírodě. Například mi předvedl chování mravkolva v jeho přirozeném prostředí, nebo mě byl schopen vzbudit v noci, aby mi ukázal lezoucího ježka. Věděla jsem, že se v budoucnosti nebudu zabývat studováním zvířat, tak jsem uvažovala i o jiných možnostech. Chvíli byla ve středu mého zájmu veterinární škola, ale bohužel mi vadí pohled na krev, a navíc je v tomto oboru velká konkurence. Tak jsem si pro vysokoškolské studium vybrala obor molekulární biologie.

#### Byla jste jako středoškolačka soutěživá? Máte zkušenosti s odbornými stážemi či soutěži?

Na základní škole jsem ještě o olympiádách nevěděla, účastnila jsem se pouze soutěže Přírodovědný klokan. Na střední škole jsem se zúčastnila biologické olympiády, v prvním ročníku jsem hned postoupila do krajského kola. Uspěla jsem sice v testech, ale poznání a určování druhů mi moc nešlo. Ve třetím a čtvrtém ročníku střední školy jsem se účastnila znalostní týmové mezioborové soutěže N-Trophy, jejíž součástí je biologie, chemie, fyzika a logika. Inspirativní pro mne byly exkurze pořádané Jihomoravským centrem pro mezinárodní mobilitu (JCCM). Navštívila jsem prostředí Veterinární a farmaceutické univerzity Brno a také Laboratoř funkční genomiky a proteomiky PŘF MU. Získala jsem povědomí o tom, jak se provádí práce a jak funguje laboratoř. K rozhodnutí o výběru vysoké školy mi také pomohly zkušenosti mých známých. Vybrala jsem si laboratoř PŘF MU, protože mi imponoval způsob práce v ní a také to, že bych se nemusela tolik věcí učit zpaměti, ale spíše uvažovat logicky, a to pro mě představovalo lákavou výzvu.

#### Proč jste dala přednost experimentální biologii oproti biologii obecné?

Zajímá mě vytváření projektů, řešení problémů a vynalézání věcí, což nabízí právě experimentální biologie. Na rozdíl od systematické biologie se tu jako studenti nemusíme učit spoustu vědomostí nazpaměť a v mnoha cvičeních provádíme chemické, biochemické či molekulárně biologické experimenty. Jsme vedeni k poznávání funkcí buněk. Názorná cvičení nám ukazují, jaké metody můžeme provést, abychom v organismech sledovali či pozměnili určité děje. Například v předmětu Metody molekulární biologie se učíme metodiku práce s DNA, RNA a proteiny.

## **Nabídla Vám PŘ MU možnost zapojit se do praktického výzkumu?**

V prvním ročníku jsme si v předmětu Úvod do studia molekulární biologie a genetiky vyslechli přednášky externích odborníků z různých laboratoří. Ti nám pomohli získat představu o různorodém spektru laboratoří. První semestr jsem si říkala, že je pro mě na práci v laboratoři ještě brzo, že jsem na ni ještě nevyzrálá. Potom jsem byla zařazena do Programu podpory nadaných studentů v již zmíněném JCMM, kde pořádají různé akce pro studenty, kteří si předávají zkušenosti a vzájemně se motivují. Na slavnostním zahájení programu mi doporučili začít s prováděním experimentů a prací v laboratoři. Napsala jsem tedy do laboratoře CEITEC docenta Jana Hejátka, který nám předtím přednášel. Moje nynější vedoucí, inženýrka Blanka Pekárová, mě vřele přijala a postupně a beze stresu mi vysvětlila všechny potřebné detaily. Praxe v Laboratoři funkční genomiky a proteomiky rostlin (FGPP) mě baví a neustále se učím něco nového.

## **Jak dlouho v Laboratoři funkční genomiky a proteomiky rostlin (FGPP) působíte?**

Pracuji tu od druhého semestru svého studia. Teď mám právě přestávku, kdy se více zaměřuji na svou bakalářskou práci. Po jejím dokončení se opět vrátím k experimentům. Bakalářská práce je teoretické povahy, takže si své experimenty nechávám pro práci diplomovou.

## **Co Vás naučila praxe v laboratoři?**

V laboratoři jsem se naučila lépe počítat chemické výpočty, protože je používám každý den. Moje vedoucí mě naučila dívat se na používané vzorečky logicky a počítat vše jednodušeji, třeba i z hlavy. Také mě seznamuje se správným prováděním nejručnějších experimentů, což by mě naučili i ve škole, ale později. Práce v laboratoři je celkově více motivační.

## **Čemu Vás učí pokusy, které nevycházejí podle Vašich predikcí?**

Učí mě trpělivosti. Jeden semestr jsem stále dokola opakovala jediný experiment v několika variacích. Zatím ale naštěstí nepotřebuji předkládat tolik výsledků, jako bych musela pro disertační práci, takže nejsem tolik stresovaná.

## **V bakalářské práci se věnujete využití protilátek v rostlinné biologii. V čem je tato metoda pro experimentálního biologa zajímavá?**

Moje bakalářská práce se doslova jmenuje Využití protilátek ke studiu proteinů vícestupňového přenosu fosfátu u *Arabidopsis thaliana*. Protilátky tedy nejsou jen prostředkem, který nám umožňuje bránit se proti rýmě a chřipce, ale dají se využít i pro výzkum rostlin. Zjednodušeně se dá říci, že když se protilátky proti určitému proteinu (například proti XYZ) označí nějakou viditelnou značkou, můžeme poté pozorovat, kde se protein XYZ nachází. Protein jako takový by jinak v buňce nebo tkáni vidět nebyl, ale tím, že se na něj naváže označená protilátka, je jeho detekce snazší. Já se ve své bakalářské práci zabývám proteiny, které v rostlinných buňkách přenášejí signály hormonů. Předmětem mého studia je konkrétně rostlinný hormon cytokinin, který ovlivňuje růst a dělení rostlinných buněk. Součástí mé bakalářské práce je i přehled dosud vyvinutých protilátek proti proteinům přenášejícím tyto hormonální signály. Moje diplomová práce se pak bude prakticky zaměřovat na testování protilátek proti jednomu konkrétnímu receptoru ze zmíněné buněčné dráhy.

## **Jaký přínos pro experimentální biologii lze u Vašeho výzkumu předpokládat?**

Protilátky, které jsou vyvinuté přímo proti jednomu konkrétnímu proteinu, urychlují spoustu výzkumných metod. Navíc pochopení toho, jak funguje příjem rostlinných signálů, může časem posloužit k tomu, že bude možné tento mechanismus cíleně ovlivnit.

## **V čem je pro Vás laboratorní práce motivující?**

Práce je náročná na jemnou motoriku třeba v případě vážení na tisíciný gramu, pipetování, kdy je potřeba se trefovat do správné jamky, nebo pomalého nabírání vzorku. Zpočátku jsem měla strach, když jsem něco pokazila. Teď už jsem psychicky odolnější. Už jsem i vysvětlovala postupy práce jiněmu studentce. Zjistila jsem při tom, že existují postupy, které jsem bez problémů praktikovala celý půlrok, ale u některých kroků jsem při dotázání nebyla schopná dostatečně vysvětlit jejich princip. Vysvětlovat svoji práci druhému je pro mě dobrou školou, protože zároveň zjišťuji, co mi není jasné.

### Vnímáte, jak Vás zkušenost pracovat ve vědeckém týmu ovlivňuje?

Když kolem sebe vidím zkušené odborníky, tak mám pocit, že nic nevím. Učím se víc ptát, ale stejně mám při komunikaci se skutečnými vědci blok, který pouze pomalu odbourávám. Nyní jsem, zejména v seminářích, kde je diskuse základ, spíše pasivní posluchač. Někdy nevím, jak mám určitý problém slovy vyjádřit, natož klást relevantní otázky. Dělán si ze seminářů zápisky a podle nich si najdu zmiňované články. Postupně si doplňuji znalosti.

### Baví Vás stejně jako práce v laboratoři i práce s odbornou literaturou?

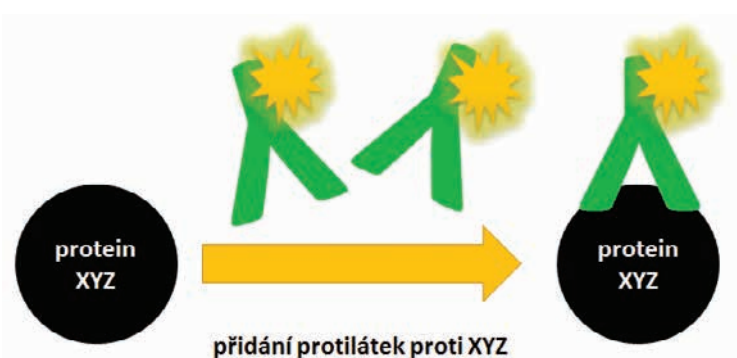
Využívám odborné články nalezené na internetu třeba na přípravu zkoušky z angličtiny CAE. Termíny, které se ve vědeckých člancích používají, mi totiž hodně pomáhají rozvíjet slovní zásobu, jež je pro složení této zkoušky klíčová. Rozvíjí se také můj vztah k odborným textům, protože čím dál více chápu podstatu a informace v nich obsažené, jednak teoretické a jednak praktické. Nicméně opravdoví odborníci už mají na rozdíl ode mne načteno spoustu článků, a když dojdou k nějakému problému, mají už teoreticky zjištěné, jak k němu přistupovat.

### Odpočíváte aktivně nebo pasivně?

Neumím moc odpočívat. Baví mě ale šifrovací hry. Když vyluštím zadání, tak mohu postoupit na další místo, kde dostanu následnou šifru. Objevuji přitom nová místa, popovídám si s kamarády. Týmové soutěže jsou pro mě zajímavé. Jednou jsem šifrovací hru i organizovala. Šlo o přípravu ještě náročnější na trpělivost, než je práce v laboratoři. Scházeli jsme se a připravovali celý rok a vše pro jediný den akce. Zároveň pomáhám s vymýšlením a opravou biologických úloh v soutěži N-Trophy. Vrátila jsem se tam jako organizátor poté, co jsem se soutěže zúčastnila jako student na střední škole. Dalším mým koníčkem jsou kreativní činnosti, jako například malování a kreslení, ale těm se tolik nestíhám věnovat.

### Jakou máte představu o své profesní budoucnosti?

Přemýšlela jsem o zaměstnání v laboratoři, kde pracuji právě teď. Byla by škoda nejit ve studiu víc do hloubky, když už toho vím o jednom tématu tolik. Ale zase bych nechtěla zůstat pouze u jednoho tématu, nerozvíjet se jiným směrem. Naštěstí mám ještě čas se rozhodnout. Chtěla bych také určitě zkusit i nějakou krátkodobou stáž v zahraničí.



Na obrázku je zjednodušené schéma přímé detekce proteinu XYZ protilátkami. Protilátky jsou značené, a proto jsou schopné protein XYZ zviditelnit. Ve většině pokusů se dnes však používá nepřímá detekce – nejdřív se nanese neznačená protilátka proti XYZ, tzv. primární protilátka, a pak teprve značená sekundární protilátka, která se váže na primární protilátku.

## Vědeckou výzvu pro mě představují signální dráhy proteinů a mezibuněčná komunikace

VÍTĚZSLAV BRYJA

**docent, hlavní manažer projektu  
Ústav experimentální biologie**

Doc. Mgr. Vítězslav Bryja, Ph.D., vystudoval Molekulární biologii a genetiku na PřF MU. Ve své experimentálně-biologické praxi se věnuje zjišťování a popisu mezibuněčné komunikace a možnostem využití těchto znalostí v léčbě leukémie. Podílí se také na projektech zapojujících studenty do mezinárodní spolupráce, garantuje na Přírodovědecké fakultě multioborový seminář MU Life Sciences Seminar.



### **Jak jste si hledal cestu ke svému oboru molekulární biologie?**

Na základní škole jsem se ve volném čase zabýval systematickou biologii, laicky řečeno, sbíral jsem všechno, co se hýbalo. Na střední škole jsem v rámci Středoškolské odborné činnosti (SOČ) zkoumal ptačí hnízda. Zpočátku jsem psal o ptácích v nich, ale posléze jsem začal sledovat, co v nich žije dalšího. Tak jsem se dostal k pavoukům a díky jejich zkoumání jsem se propracoval až do celostátního kola SOČ. Hledal jsem rozptýlení také ve výrobě ptačích budek. Kontroloval jsem, co v nich žije, počítal jsem vajíčka a pak jsem z informací sestavoval grafy. Absolvoval jsem chemickou olympiádu, která na mě měla velký vliv. Díky ní jsem nešel na systematickou biologii, ale vybral jsem si biologii molekulární, která mi otevřela další možnosti.

### **Naplnilo studium molekulární biologie Vaše očekávání?**

Naplnilo. Poznal jsem nová témata, zaujala mě chemická a molekulární praktika a při psaní diplomové práce jsem se zabýval vlastním výzkumem. Sledoval jsem v rámci základního výzkumu, jak jeden protein, transkripční faktor, mění odpověď buňky. Popisoval jsem jeho funkci, když jsem ve stejné buňce experimentálně manipuloval metabolismus lipidů. Buňka reaguje odlišně na různé stimuly podle toho, co má ve svém okolí, co obsahuje ve své membráně.

### **Váš výzkum se týká komunikace buněk lidského těla. Jde o téma, které nabízí stále nevyřešené vědecké problémy?**

Naší specializací se stalo zkoumání jevů na mezibuněčné úrovni. Mým úkolem je zjistit, jak jednotlivé buňky, ze kterých se skládáme, poslouchají naše tělo, aniž by potřebovaly centrální řízení. Buňky vytváří fungující organismus, vykonávají řadu funkcí důležitých pro přežití, a všechny spolupracují ve prospěch celku. Když se ale vymknou kontrole, může to vést k problémům. Kvůli špatné komunikaci buněk může dojít ke vzniku degenerativních chorob a nádorů.

### **V čem je podstata experimentální biologie, jejíž metody jako molekulární biolog využíváte?**

V molekulární biologii, které se věnuji, se předpoklady ověřují vědeckým nástrojem, experimentem. Já například ověřuji důležitost genů pro funkci buněk. Používáme několik postupů pro „zapínání“ a „vypínání“ genů. Vždycky pracuji s určitou hypotézou, ale dříve, než se mohu pustit do zkoumání, si musím prostudovat, zda experiment už někdo jiný neprovedl. Poté prověřuji svůj předpoklad fyzickým

provedením pokusu. Při zkoumání experiment buď vyvrátí, nebo potvrdí naši hypotézu. Potěší mě potvrzení něčeho zásadního, což se ale neděje moc často. Když jsme popsali signalizaci jednoho důležitého proteinu, přišli jsme jako první na důvod, proč se zachová určitým způsobem. Čím dál častěji se svoje výsledky snažíme převést do praktického užití. Příjemně nás překvapily čerstvé výsledky blokovaní jedné signální dráhy u leukémie. Základní výzkum se zde spojuje s praktickým využitím.

### **Jaké používáte argumenty v experimentální vědě?**

Musíme vhodně interpretovat výsledky experimentu a zvolit rozumný design s přidáním pozitivními a negativními interními kontrolami. Pracujeme na mikroskopických úrovních nepřímými metodami. Aby byl výsledek přesvědčivý, musí se minimálně třikrát zopakovat ověřitelnými metodami a posléze se kvantifikuje a statisticky hodnotí.

### **Jaké jsou možnosti transferu Vašich unikátních poznatků do aplikovaného medicínského výzkumu?**

Když rozpracujeme naše bádání do pokročilé fáze, předáme je kolegům z nemocnic nebo soukromým firmám, ochotným za naše know-how zaplatit a rozvinout je dále, protože v akademické sféře nejsou prostředky na dokončení studie až do fáze léků. Naše výsledky ještě čekají preklinické a klinické studie. O jejich zapojení do praxe jednáme se soukromým partnerem.

### **V současné vědě je důležité publikování výsledků. Jak vypadá cesta od napsání článku až po jeho zveřejnění v prestižním impaktovaném časopise?**

Čtení vědeckých materiálů je pro mě zásadní. Rešerše si vždycky vypracuji při psaní článku. Kdybych nevěděl, co se v mé zkoumané oblasti děje, tak nebudu moci definovat klíčové otázky, které pak vedou k novým objevům. Odborná komunita by nás nebrala vážně, kdybychom nepublikovali. Čím má časopis vyšší kvalitu, tím tvrdší v něm probíhají oponentní řízení. Je kupříkladu velice obtížné publikovat v tak exkluzivním časopisu jako je Nature. Zde dostanou obsah článku na zhodnocení v několika kolech revizí externí oponenti i jinde ve světě, kteří potvrdí významnost a řádné provedení experimentů. Pokud v některých bodech s našimi tvrzeními nesouhlasí, existuje pro nás několik možností. Vše můžeme buď vzdát, anebo se pokusit s námitkami vyrovnat, což znamená nové experimenty, táhnoucí se několik dalších měsíců, v extrémním případě až let. Pak pošleme revidovanou verzi s přepracovanými požadavky. Pokud všechny oponenty uspokojíme, je náš článek přijat a publikován. Pokud se práce publikuje ve špičkovém časopise do roka od prvního zaslání, tak jde v podstatě o rychlý proces.

### **Je pro Vás důležitá práce v týmu? Zapojujete se do mezioborové spolupráce na úrovni fakulty?**

Práce v týmu je pro mě zásadní. Složitost vědeckých metod založených na odborných znalostech už dnes neumožňuje ani jiný způsob bádání. Máme k dispozici síť kontaktů na vědce ochotné spolupracovat, ať už v metodikách biochemických nebo na úrovni zvířecích modelů, které není možné zkoumat na jednom místě přímo u nás v laboratoři. Spolupracujeme s dalšími ústavu fakulty podle potřeby. Dobře etablované jsou například spolupráce s Centrem molekulární biologie a genové terapie Fakultní nemocnice Brno nebo s proteomickým centrem Laboratoře funkční genomiky a proteomiky, patřící pod CEITEC. Spolupracujeme s vědci zabývajícími se nukleární magnetickou rezonancí, biologi, lékaři z nemocnic a dalšími výzkumnými centry. Často máme podobné otázky a odlišné metodiky; pak se snažíme porovnávat výsledky. Když nám vyjde konečná informace stejně, je to uspokojující.

### **Jaké je současné téma Vašeho bádání v oblasti komunikace mezi buňkami?**

Zaujalo mě téma WNT signální dráhy, zejména jedné její varianty, nekanonické WNT dráhy, což je jedna z důležitých drah v našem těle, která kontroluje chování našich buněk. Jedna buňka vyloučí ven bílkovinu nazývanou se WNT. Ta si sedne na jinou buňku, která pro ni má připravený svůj specifický receptor, a ten spustí určitý děj. Jedná se o komunikaci mezi dvěma buňkami na krátké vzdálenosti, ovlivňující tělo lokálně. Typická věc je třeba obnova epitelu střev, vyměňující se jednou za týden. V dráze, jež výměnu zajišťuje, přibývají neustále nové buňky, ale pouze v množství, které dovolí kontrolní signální dráha. V každém orgánu pak existuje nějaká kontrola. Jenom funkční varianty, jež si umí nastavit signální dráhy správně, přežijí.

## **Multioborový je i seminář MU Life Sciences Seminar, jehož jste garantem. Můžete představit jeho tematickou náplň?**

Life Sciences je souhrnné označení pro skupinu vědních disciplín, které se zabývají fungováním živých organismů v oblastech biologie, biochemie, strukturní biologie a ekologie. Zahrnuje široké pojetí přírody, živočichy, rostliny i mikroorganismy. Do těchto oborů pronikají postupy, dříve vyhrazené fyzice, chemii a materiálovým vědám s technologiemi zobrazování, mikroskopie a modelování. Chtěli bychom otevřít studentům širší pohled na světové trendy s možností srovnání s absolutní světovou špičkou. Jednou za týden proto zveme do Brna renomovaného vědce ze světa. Podařilo se nám tento seminář prosadit tak úspěšně, že je k dispozici pro celý kampus. Chodí tam lidé z Lékařské fakulty, CEITECu a lidé z biologických oborů, biochemie a strukturní biologie PŘF MU. Jednou týdně se tak pravidelně všichni setkáváme na neformálním semináři s kolegy a naplňujeme tak původní vizi vybudování Univerzitního kampusu Bohunice. Někdy díky semináři zjistíme, že téma, které řešíme složitou spoluprací se zahraničními univerzitami, se už probírá i tady, jenom jsme to nevěděli, protože jsme nevystrčili hlavy z ulity svého oboru.

## **Snažíte se zapojit i do mezinárodní vědecké spolupráce?**

Osobně se snažím organizovat projekty typu MU Life Sciences Seminar, které bychom chtěli prodloužit i do budoucích let. Jedním z dalších projektů je spolupráce s Karolinska Institutet (projekt KI-MU), ze Švédska, což je druhá nejlepší evropská univerzita v oboru medicíny. Vytvořili jsme mezinárodní platformu, kde má každý projektový účastník, jichž je asi deset, vlastního školitele v České republice i ve Švédsku. Ve Švédsku, kde jsem strávil určitý čas, jsem oživil své kontakty a naši studenti tam mohou nyní jezdit na stáže až na dva roky. Projekt KI-MU vnímám jako osobní úspěch. Studenti jsou z něj nadšeni a švédští školitelé nám zase podávají pochvalnou zpětnou vazbu o našich žácích, kteří, až se vrátí ze stáže, dokáží zavést naučené metody do praxe i u nás.

## **Mohl byste přiblížit, jak fungují stáže na základě Vašich osobních vazeb a vědeckých kontaktů?**

Pro hledání partnerů je důležité najít člověka, který si s sebou přinese svoje dobré jméno, na kterém se kontakt staví. S udržováním kontaktů je spojena spousta starostí. Musí se vypěstovat osobní důvěra, kterou má samotná instituce problém poskytnout. Je třeba partnery přesvědčit o našem potenciálu. Tím jsou naši studenti, kteří na PŘF MU dostanou základní kvalitní výuku a zároveň mají motivaci, protože pro ně stáže představují velkou příležitost posunout se dopředu.

## **Jaká profesní výzva před Vámi stojí nyní?**

Vědeckou výzvu pro mě stále představuje pochopení signální dráhy WNT. Myslím si, že se k rozluštění mechanismu jejího fungování blížíme. Chtěl bych poskytnout jednoznačně potvrzenou verzi toho, jak tato dráha funguje. Druhou výzvou je dovést tento výzkum do aplikovaného využití, speciálně léčení leukemie. Moje třetí výzva je manažerská. Drobnými kroky se snažím pomoci udělat z Univerzitního kampusu Bohunice místo, které bude mít ve vědeckém světě velký kredit.



# **Ústav fyzikální elektroniky**

## Mým cílem je dokázat to, co se ještě nikomu nepovedlo: detekovat vodík v plazmatu hořícím za atmosférického tlaku metodou laserem indukované fluorescence

MAREK TALÁBA

**Student oboru Fyzika plazmatu**

Bc. Marek Talába patří mezi studenty, kteří studiu s chutí věnují maximum času a energie. Studuje obor Fyzika plazmatu a v posledním roce získal grant na podporu vynikajících diplomových prací, kde se věnuje tématu detekce vodíkových radikálů v atmosférických výbojích.



### Fyzika patří, zejména na gymnáziu, k náročným předmětům. Měl jste ji v oblíbě?

Ano, na střední škole mě nejvíce bavila matematika a fyzika. Neměl jsem s nimi žádné problémy, nepotřeboval jsem se je vůbec učit. Většinou mi stačilo věnovat jim pozornost na hodině, maximálně jsem si učebnici přečetl před písemkou. Neměl jsem horší známky než jedničky. Proto jsem se přírodním vědám později rozhodl věnovat více. Absolvoval jsem všechny dostupné olympiády zaměřené na logiku, matematiku a fyziku. Pomohly mi v rozvíjení logického myšlení. Navštěvoval jsem sice na gymnáziu jazykovou třídu, ale jazyky mě moc nebavily, musel jsem se je učit i doma, a to se mi nelíbilo. Při studiu si vše obrazově představuji. Na zkoušce si v hlavě nalistuji odpovídající stránku z knížky a „přečtu“ ji. Snažím se vše uložit hned napoprvé do paměti. V zapamatování mi pomáhají u textu obrázky, ke kterým si přiřčením popisky a poučky.

### Máte tedy dobrou paměť?

Snažím se svoji paměť vylepšovat a rozvíjet. Když se něčemu déle nevěnuji, tak to lehce zapomínám. Ale pak mi stačí si text jednou přečíst a zase se na vše rozvzpomenou.

### Jaká je Vaše technika rozvíjení paměti?

Musím věci věnovat absolutní pozornost. Na začátku vysoké školy jsem měl svůj rytmus učení. Přišel jsem ze školy domů a učil jsem se ještě dalších šest hodin. Jednou jsem se učil na zkoušku čtyři dny sedmáct hodin denně, učivo jsem tehdy dokázal zvládnout za čtyři dny místo dvou týdnů. Když dokončím nějaký podobný studijní maraton, tak mám nutkání začít zase něco nového, protože mi najednou začne učení chybět. Někdy si dovolím vzít jeden den volno, podívám se na pár filmů, ale nemohu to přehánět, protože pak by se mi do práce už třeba nechtělo vrátit.

### Jak jste se dostal k zaměření na fyziku plazmatu?

Na vysoké škole jsem nastoupil na obor Obecná fyzika. Je to čistě teoretický obor, vysvětlující základy fyziky. Několik předmětů se tehdy fyzikou plazmatu okrajově zabývalo, například Elektřina

a magnetismus a Výboje v plynech. Při výběru své bakalářské práce jsem se na toto téma podíval podrobněji a zaujalo mě. A tak jsem se na konci druhého ročníku zapsal ke svému tehdejšímu vedoucímu, doktoru Pavlu Dvořákovi. Jeho výklad se mi zalíbil, začal jsem s ním spolupracovat a od té doby je fyzika plazmatu předmětem mého výzkumu až dodnes. Na bakalářském stupni jsem se věnoval laserem indukované fluorescenci v plazmatu, což je diagnostická metoda pro zkoumání reaktivních částic v plazmatu, obtížná na velmi citlivé nastavení všech svých komponentů. Svítíme na plazma laserovým zářením o vlnové délce, kterou jsou schopny absorbovat zkoumané částice, přecházející díky absorbování záření ze svého základního stavu do vyššího excitovaného stavu. Po určité době opět přejdou do stavu nižšího. Přebytkové energie se zbaví vyzářením fluorescenčního záření, z něhož umíme určit, jaká byla jejich původní koncentrace v základním stavu.

### **Je Váš magisterský výzkum podobnou výzvou, co do nastavení aparatury experimentu?**

Nyní se věnuji detekci vodíku tou samou metodou, jedná se o zajímavé a dosud nezpracované téma. Vodík v atmosférických výbojích je těžké detekovat, protože má krátkou dobu života v excitovaném stavu, ale nám se to zatím diagnostickou metodou laserem indukované fluorescence daří.

### **V čem je náročné měřit reaktivní částice touto metodou?**

Postup mého výzkumu se dá rozdělit na část měření a část vyhodnocování. Měření se vždy protáhne kvůli ladění technických přístrojů někdy i na několik dní. Laserový paprsek se směřuje pomocí soustavy čoček k plazmatu. Záření se generuje v UV oblasti, takže se musíme chránit brýlemi. Na tak krátké vlnové délce se záření ztrácí na každém prvku optické soustavy. Proto potřebujeme přístroje co nejlépe naladit. Když upravíme jeden přístroj, musíme upravit i druhý a zase zpětně první, což zabere den i dva dny. Celkové měření může proběhnout během tří, čtyř dnů. Pak přijde na řadu komplikované zpracování výsledků. Většinou napíšeme předpokládaný scénář jevu v programovacím jazyku. Výsledek zpracovávají vždycky alespoň dva lidé, kteří si potom navzájem porovnávají výsledky.

### **Jak hodnotíte technické vybavení, které máte k dispozici?**

Jsou to prvotřídní přístroje. Například náš typ laseru vlastní jen pár laboratoří v celé Evropě. Tyto přístroje nám umožňují pokračovat ve špičkovém výzkumu.

### **Má Váš výzkum praktickou aplikaci, nebo jde o výzkum základní?**

Detekci vodíkových radikálů zkoumám v objemovém dielektrickém bariérovém výboji, který hoří ve směsi argonu, vodíku a malé příměsi kyslíku. Tento typ výboje se používá k rozkladu hydridů k analytickým účelům. Rozklad hydridů ve výboji umožňuje citlivou absorpční anebo fluorescenční detekci kovů, kterými jsou například arzén, antimon, bizmut, rtuť a podobně. Proto, aby tyto analytické metody mohly být stále zdokonalované, je potřeba znát prostorové rozložení reaktivních částic v tomto typu výboje, mezi které patří i vodík.

### **Úspěšný jste také v podávání projektů, které je v současnosti důležitou součástí shánění prostředků pro vědeckou práci. Jaké je téma a cíl Vašeho studentského projektu podpořeného Fondem rozvoje Masarykovy univerzity?**

Získal jsem projekt pro podporu výborných diplomových prací. Musel jsem napsat krátké shrnutí obsahu své diplomové práce a nabídnout důvod, proč ji má smysl podporovat, jaký je její předpokládaný přínos. Součástí projektu je stipendium a účast na konferenci ICPIG (International Conference on Phenomena in Ionized Gases) v Rumunsku, kde budu svoje výsledky prezentovat. Tématem mého výzkumu je i zde detekce vodíkových radikálů v atmosférických výbojích. Vodík má ve vyšším excitovaném stavu velice krátkou dobu života, je těžké ho detekovat. Proto o měření vodíku za atmosférického tlaku ještě nebylo nic podrobněji napsáno. My jsme se chtěli pokusit dokázat ho změřit právě za atmosférického tlaku. Vodík má ve výboji jednu z klíčových rolí, snad dokonce nejdůležitější.

### **Jak řešíte chvíle, kdy si ve výzkumu nevíte rady?**

Většinou se ptám na věci, kterým sám nerozumím. Nejprve si vše snažím zjistit sám, ale když by opravdu stačila k vyřešení problému jenom jedna otázka, tak se raději zeptám, než nad věcí bát a ztrácet

čas. Ze střední školy jsem přišel neohrabaný, nevěděl jsem, jak pořádně pokládat otázky, ale naučil jsem se to. Pro úspěch studia na vysoké škole je velice důležité nebát se zeptat.

### **Jaký je přínos studia na vysoké škole pro Váš osobní život?**

Je velký rozdíl mezi mými zkušenostmi ze střední a z vysoké školy. Teď, když se přede mne postaví nějaký problém, tak se ho snažím vyřešit. Problémy z výzkumné praxe jsou stejně složité, jako jsou ty v životě. Takže si myslím, že budu mít dobrý základ, až školu dostuduji.

## Ve fyzice plazmatu se přibližujeme k hranici pozorovatelného

TOMÁŠ HODER

**Výzkumný a vývojový pracovník  
Ústav fyzikální elektroniky**

Mgr. Tomáš Hoder, Ph.D., se věnuje fyzice plazmatu. Dlouhodobě získával zkušenosti na prestižních institucích, zejména v Německu. Věnuje se například problematice nadoblačných blesků či laboratorním mikro-výbojům pomocí techniky časově korelovaného čítání fotonů. Vědeckou výzvou je pro něj zkoumání jevů na hranici současných pozorovacích možností – často extrémně rychlých sub-nanosekundových ionizačních změn.



### Co pro Vás bylo impulsem ke studiu fyziky?

V dětství mne zaujala kniha Okna vesmíru dokořán a později popularizační knihy Stephena Hawkinga. Absolvoval jsem okresní matematické soutěže a olympiády. Na střední škole jsem se zúčastnil velmi zajímavého korespondenčního semináře z fyziky na tehdejší Katedře obecné fyziky PřF MU, který mne ještě více upevnil v rozhodnutí studovat právě na této fakultě. Během studia na MU jsem si pak dále rozšiřoval obzory a využil také možnosti věnovat se studiu i výzkumu v zahraničí. V současnosti je pro mne výzvou stále široká škála problémů při zkoumání výbojů v plynech – převážně experimentální studium.

### Jak Vás obohatily zahraniční stáže na významných institucích věnujících se fyzice plazmatu?

Magisterské studium jsem absolvoval v České republice. V rámci něj i inspirativní několikaměsíční pobyt na univerzitě v německé Bochumi. Během doktorandských let jsem vícero měsíců ročně trávil na Komenského univerzitě v Bratislavě nebo na partnerské univerzitě v německém Greifswaldu, kde má právě fyzika plazmatu dlouhodobou tradici. Greifswald je se dvěma instituty studujícími nízkoteplotní plazma a fúzním reaktorem (aktuálně ve výstavbě) jedním z center fyziky plazmatu v Evropě. Prostřednictvím profesora Mirko Černáka (ředitele ÚFE, MU) jsem právě na jednom z těchto institutů, na Leibnizově institutu INP, začal v roce 2008 výzkumnou stáž. Původně jsem měl v Německu zůstat půl roku, ale stáž se protáhla na šest let. Na INP jsem se podílel jak na základním, tak i na aplikovaném výzkumu. Na půl roku jsem si také odskočil z Německa do Prahy na Akademii věd České republiky, kde jsem se ještě s kolegy ze španělské Granady věnoval výzkumu fyziky blesků v zemské strato- a mezosféře. Obdržel jsem tehdy stipendium European Scientific Foundation pro vývoj spektroskopické metody, která by měla významně přispět ke studiu těchto nadoblačných blesků.

### Co to nadoblačné blesky jsou? Jak souvisí se zkoumáním plazmatu?

Bouřkový mrak se skládá z více elektricky nabitých vrstev, domén, je polarizovaný. Když se část jeho náboje vybije do země v podobě klasického blesku, jiná část, opačně nabitá, zůstane, a pokud jsou podmínky vyhovující, náboj se vybije směrem do horních vrstev atmosféry. Tyto blesky pak mají obří rozměry – šířky stovky metrů a délky i několik desítek kilometrů. Počáteční fáze těchto blesků (je jich několik druhů, používají se názvy jako Sprites či Blue jets) jsou projevem nízkoteplotního plazmatu. Takové jevy pak můžeme simulovat v laboratoři. Vědci, například z univerzity na Aljašce, se snaží tyto blesky „lovit“ z letadel, která jsou pro pozorování speciálně vybavena, například rychlými kamerami. Poprvé byly tyto

blesky nasnímány asi před dvaceti lety a tehdy ještě nikdo netušil, jak fungují. Za dobrých podmínek, a se štěstím, je tuto událost možné pozorovat nad bouřkami i ze země. V současnosti se jejich studiu věnujeme ve spolupráci s kolegy ze Španělska.

### **Co Vás na těchto blescích jako fyzika plazmatu zajímá?**

V těchto nadoblačných blescích, tedy tzv. „přechodných světelných událostech“ (doslova přeloženo z anglického termínu Transient Luminous Events) se uvolňuje nárazově poměrně obrovská elektrická energie. Chemie horní atmosféry je tímto samozřejmě ovlivněna. Ať už produkcí či tepelným rozkladem ozónu nebo jiných sloučenin, například oxidů dusíku. Aby mohly být tyto procesy plně pochopeny, je třeba znát základní parametry plazmatu (elektronové koncentrace nebo elektrická pole) ve kterém probíhají. Emisní spektroskopie nám pak umožňuje určovat tyto důležité parametry.

### **Jak lze studovat objekty nedostupné přímé smyslové zkušenosti?**

Přechodné nízkoteplotní plazma za atmosférického tlaku, kterým se převážně zabývám, se lidskému oku jeví jako drobná jiskra, i jen necelý milimetr velká. Jedná se například o korónový či bariérový výboj. Ve vzduchu pak svítí jemně namodralou barvou. Ke studiu těchto jevů můžeme standardně použít fotonásobiče či intenzifikovanou CCD kameru s makro-objektivem. Když si s jejich pomocí konkrétní událost přiblížíme, zjistíme, že se v tomto mikro-systému děje velmi mnoho a také velice rychle. Doby trvání jednotlivých výbojů jsou často jen několik málo nanosekund. Dostal jsem příležitost jmenované výboje zkoumat blíže při svém pobytu v Greifswaldu. Skupina, v níž jsem pracoval, se nespokojila se standardním snímáním těchto výbojů. Vyvíjeli jsme spektroskopickou metodu založenou na technice tzv. časově korelovaného čítání fotonů (anglicky time-correlated single photon counting). Jedná se o metodu, která umožňuje dostat se k velice slabým a také velice rychlým signálům. Pro důkladné pochopení základních mechanismů mikro-výbojů potřebujeme zjistit, jak se ionizace plynu postupně vyvíjí, jak se mění elektrické pole, jakou rychlostí se šíří i jak se vyvíjí koncentrace elektronů. Díky této technice můžeme docílit desítek pikosekund časového rozlišení. Kromě Greifswaldu a univerzity v Moskvě vlastní toto unikátní know-how i náš Ústav fyzikální elektroniky PřF MU. V kombinaci se spektroskopickými metodami a postupy se přibližujeme k hranici pozorovatelného. Když se nám pak takovéto měření podaří a využijeme skulinu mezi jednotlivými technickými i principiálními limity a omezeními v daném výboji za daných podmínek, můžeme se touto jedinečnou akcí dostat k informaci, která zůstává jiným skryta. Díky uvedené experimentální technice můžeme získat přesné výsledky tam, kde ostatní pouze aproximují, předpokládají. A protože v těchto extrémně krátkých časových intervalech existuje více jevů, vymykajících se běžné zkušenosti, je tu stále možnost přijít na něco nového.

### **Čeho se týká Váš základní výzkum?**

Hlavním tématem je pro mne elektrický průraz v plynech jako takový: od mikro-výbojů v korónových či tzv. bariérových výbojích za atmosférického tlaku až po průraz ve zředěném vzduchu za podmínek blízkých podmínkám v horních vrstvách zemské atmosféry. Elektrický průraz začíná často velice pomalými a slabě emitujícími ionizačními jevy na hranici detekovatelnosti. Pokud se takto vytvoří dostatečný náboj, dojde následně k velice rychlému, intenzivnímu a silně nelineárnímu jevu, tzv. streamerovskému průrazu. Rychlost šíření takového streameru (jedná se o ionizační vlnu) může za daných podmínek dosahovat i několika procent rychlosti světla. S pomocí techniky časově korelovaného čítání fotonů, jsme schopni detekovat tyto jevy s vysokou citlivostí a časovým rozlišením. A v kombinaci s emisní spektroskopií pak určovat základní fyzikální parametry těchto výbojů. Máme pak experimentální přístup ke zkoumání fyzikálních mechanismů stojících jak za blesky v horní atmosféře, tak i mikro-výboji používaných v aplikacích fyziky plazmatu. Pro mě je výzvou objevovat skryté zákonitosti, dávat je do nových souvislostí a pak se i tu a tam podaří odhalit něco doposud neznámého.

### **Jaké jsou možnosti aplikace poznatků Vašeho výzkumu v průmyslu?**

Osobně preferuji spíše práci na fundamentálních otázkách před průmyslovými aplikacemi. Samozřejmě mne ale těší, když například v sousední laboratoři dojde k aplikaci výsledků mé práce, a když se na tom mohu také částečně dále podílet. Konkrétním příkladem bylo vyvinutí metody pro měření charakteristických elektrických parametrů nanosekundových pulzních výbojů, které jsou stále hojněji využívány pro své unikátní vlastnosti. Ve spolupráci s firmami v Německu jsme se také podíleli na zefektivnění

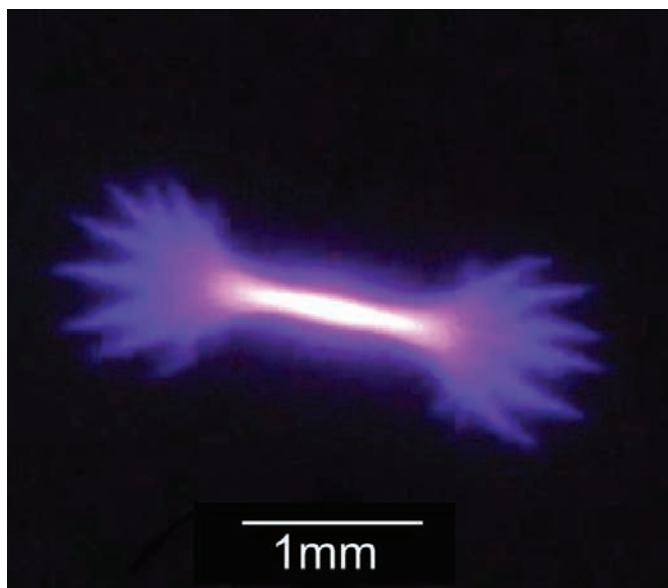
produkce ozónu v tzv. bariérových výbojích. Ozón je silně reaktivní plyn (zdraví nebezpečný), ale pro čištění vody je to v podstatě to nejekologičtější řešení. Sám se do několika minut rozkládá, takže jeho účinek je jen dočasný. Na Ústavu fyzikální elektroniky PŘF MU se bariérové výboje používají k úpravě povrchů různých materiálů (skla, polymerů i kovů) a výsledky týmu profesora Černáka jsou v zahraničí ceněny. Populární je nyní také tzv. plazmová medicína. Na základě zmíněných bariérových výbojů se konstruuje milimetrové plazmové trysky (jde o nízkoteplotní plazma, tj. nepopálí, ale budí chemické reakce vysokoenergetickými elektrony), které jsou za daných podmínek díky svému fyzikálnímu i chemickému působení schopné urychlit například hojení ran či chronických kožních zánětů. Tady už se ale dostávám na pro mne profesně tenký led.

### Jaká profesní výzva stojí před Vámi?

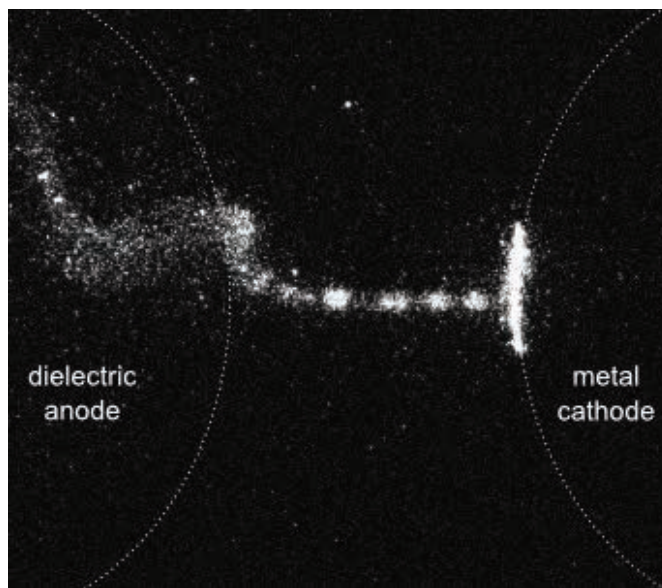
Vrátil jsem se před půl rokem ze zahraničí do Brna, podal jsem první grantové projekty a doufám, že s jejich pomocí se mi podaří dát dohromady skupinu mladých nadšených vědců. S tímto týmem se pak chci věnovat výzkumu výbojů v kontaktu s tekutinami. Stále existuje dost zajímavých otázek a já mám jenom jednu ruce, sám bych na to nestačil.

### Je podle Vás obor fyziky plazmatu perspektivní z hlediska uplatnění absolventů?

Uplatnění absolventů je myslím velmi dobré, často ve vědeckých institucích po celé ČR či high-tech firmách, to samozřejmě i mimo obor fyziky plazmatu. Když má někdo chuť a vůli zůstat v akademické sféře, tak jde také o štěstí – získání stálé pozice není jednoduché nikde ve světě. Absolventi fyziky plazmatu se také prosazují v průmyslu a vědeckých centrech v zahraničí. Analytické myšlení nutné k hlubšímu pochopení fyziky komplexních systémů a praktické zkušenosti z aplikovaného výzkumu dávají absolventům oboru fyziky plazmatu široké možnosti uplatnění.



Bariérový výboj hořící na povrchu korundové keramiky. Jde o modelový experiment připravený pro spektroskopická měření. Technologie se používá pro modifikaci povrchů polymerních, skleněných, ale i kovových materiálů.



Stratifikace nanosekundového mikro-výboje v argonu jako projev nelineárních jevů v systému. Vzdálenost mezi kovovou katodou a v keramice vloženou anodou je 1,5 milimetru.

# **Ústav fyziky kondenzovaných látek**



## Jako biofyzik studuji strukturu a funkci proteinů a nukleových kyselin

MAGDALÉNA KREJČÍKOVÁ  
**Studentka oboru Biofyzika**

Bc. Magdaléna Krejčíková uvažovala o studiu lékařské fyziky, ale nakonec se rozhodla pro studium oboru Biofyzika. V rámci magisterského studia se zabývá převážně strukturou, funkcí a interakcemi proteinů a nukleových kyselin s jinými molekulami. V diplomové práci se snaží popsat strukturu krátkého úseku DNA s navázanou sloučeninou platiny, potenciálním novým léčivem.



### Jaké předměty Vás bavily na základní a střední škole?

U mě se to dost měnilo. V prvních ročnících víceletého gymnázia jsem měla pocit, že chci být právničkou nebo psycholožkou. Až v předposledním ročníku jsem si uvědomila, že matematika s fyzikou mě baví mnohem víc než ostatní předměty. A také mi přišlo, že na rozdíl od pro mě těžko pochopitelných základů společenských věd a filozofie se je nemusím učit nazpaměť.

### Absolvovala jste na střední škole olympiády?

Olympiády spíše ne, protože jsem si svoje záliby uvědomila až ve vyšších ročnících. Teď si říkám, že je to škoda, že by mi mohla účast hodně přinést. Zúčastnily jsme se ale s kamarádkami soutěže vypsané Ekologickým institutem Veronika, která se týkala vylepšení prostředí města Brna – pro oblast za Modřicemi jsme navrhly naučnou stezku. Náš projekt se zalíbil a vyhrál. Odměnou nám byl zajímavý výlet po elektrárnách využívající obnovitelné zdroje energie v Česku a Rakousku.

### Účastnila jste se přípravných kurzů PĚF MU?

Neabsolvovala jsem žádné přípravné kurzy, protože jsem byla přijata díky studijnímu průměru ze střední školy.

### Jaké obory jste při volbě vysoké školy zvažovala?

Původně jsem chtěla jít na Lékařskou fyziku. Měla jsem velké štěstí na vyučující z fyziky na střední škole – zájem o fyziku ve mně vlastně probudila ona. Navíc mi doporučila biofyziku, obor podobný lékařské fyzice, ale z jejího pohledu více odpovídající mým zájmům. Nakonec jsem se rozhodla pro biofyziku a nedokážu si představit, že bych někde mohla být šťastnější, než jsem tady. Našla jsem zde všechno, co jsem najít chtěla.

### Co pro Vás znamenal rozdíl v přístupu učitelů na střední a vysoké škole?

Vzhledem k tomu, že studium na vysoké škole není povinné a každý student si obor volí sám, většina z nás už ke studiu přistupuje zodpovědněji. A to se, myslím, projevuje na vztahu vyučující student, který je jiný než na střední škole, více o diskusi, rovnocenný.

## **Biofyzika je velmi zajímavý a specializovaný obor, který si nevolí masy studentů. Jak probíhá při Vašem studiu komunikace s učiteli?**

Jelikož v našem ročníku biofyziky jsme jen čtyři studenti, je vše osobnější a komunikace s vyučujícími mnohem jednodušší. Většina nás zná jménem a velmi ochotně pomohou a poradí, když potřebujeme.

## **Biofyzika je interdisciplinární obor. Jaké nároky klade na Vaše znalosti? Jakému tématu se věnujete konkrétně?**

Biofyzika aplikuje fyzikální principy při studiu buněčných mechanismů. K úplnému pochopení těchto biologických procesů jsou zapotřebí i chemie a biologie. Pro mě je to atraktivní kombinace mých oblíbených předmětů s jejich aplikací. V rámci magisterského studia se zabývám proteiny a nukleovými kyselinami, převážně jejich strukturou, funkcí a interakcemi s jinými molekulami, a mohu tak zúročit vše, co jsem se v průběhu studia biofyziky naučila, a dále se rozvíjet.

## **Jak vypadají experimenty, které při svém studiu biomolekul provádíte?**

Studujeme proteiny a nukleové kyseliny, které se musí nejdříve buď rekombinantně purifikovat, nebo syntetizovat. Vzorky, jež následně měříme pomocí spektroskopie nukleární magnetické rezonance (NMR), představují většinou zhruba 500 mikrolitrů čiré kapaliny ve dlouhé skleněné trubičce o průměru 5 mm. Následuje několik hodin optimalizace měření a několikadenní samotné měření. Analýza naměřených spekter může trvat týdny až měsíce a výsledkem je v kombinaci s výpočetními přístupy strukturní informace o zkoumané molekule.

## **Můžete nám přiblížit, jak souvisí téma Vaší diplomové práce s medicínou a využitím sloučeniny platiny a DNA?**

Některé platinové sloučeniny po navázání na DNA mění její vlastnosti, nádorová buňka se těmto změnám nedokáže přizpůsobit a může dojít k programované buněčné smrti, což je důvod, proč jsou sloučeniny platiny používány při léčbě nádorových onemocnění. Zatím nejsme tento děj schopni zkoumat přímo v buňce, proto pracujeme ve zkumavce, kde prostředí buňky simulujeme. V rámci své diplomové práce se snažím vyřešit strukturu krátkého úseku DNA s navázanou sloučeninou platiny, potenciálním novým léčivem. Námí zkoumanou DNA si lze představit jako ohnutý válec o průměru dva nanometry a délce také zhruba dva nanometry se strukturními detaily na úrovni desetin nanometru, z praktických důvodů označovaných jako angströmy. Jak již bylo řečeno, strukturu zkoumáme pomocí NMR spektroskopie, která nám může poskytnout informace o vzdálenostech mezi jednotlivými vodíkovými atomy v molekule. Z dostatečného množství těchto vzdáleností jsme schopni pomocí počítačových simulací určit strukturu DNA. V budoucnu bychom chtěli být schopni určit, jak tato struktura vypadá uvnitř buňky.

## **Máte představu o svém budoucím profesním uplatnění?**

Pravděpodobně budu po magisterském studiu pokračovat v doktorském, ale nejspíš změním působiště. Lákají mě zahraniční laboratoře. Biofyzika má široké uplatnění i v praxi, existuje spousta společností, kde se znalosti a zkušenosti získané během studia mohou uplatnit.

## **Dovedete si představit, že by bylo v budoucnu součástí Vaší práce vyučování?**

I když jsem doučovala děti ze základních a středních škol, nevím, jestli bych učení zvládala jako profesí. Jedna věc je něčemu rozumět a druhá je informaci předat srozumitelně druhým. Na vysoké škole je situace pravděpodobně trochu odlišná, studenti sem přichází, protože si to sami vybrali a mají o obor zájem. Na druhou stranu se musí mnohem více zapojovat a značná část práce spočívá v samostudiu mimo přednášky. Zatím nemám zkušenosti a nejsem si jistá, že bych dokázala studenty nadchnout pro studovanou látku. Vysokoškolské pedagogové mají můj velký obdiv.

## **Co pro Vás znamená vědecký přístup k práci v oblasti přírodních věd?**

Vědecký přístup pro mě znamená racionální uvažování. Odlišnými přístupy zkoumám konkrétní problém z různých hledisek a na jejich základě se snažím vyvodit závěry.

### **Máte prostor na mimostudijní aktivity a zájmy?**

Určitě lze volný čas najít, i když ho není mnoho. Nejvíce si odpočinku při sportu, kdy nepřemýšlím nad školou. Zajdu si ven s kamarády, se psem a také si ráda zahraji plážový volejbal nebo badminton.

## Teorie kondenzovaných látek se zabývá hledáním univerzálních principů, které umožňují popsat chování co možná největšího davu interagujících částic na co možná nejmenším kusu papíru

JIŘÍ CHALOUPKA

**odborný pracovník – stážista  
Středoevropský technologický institut  
Ústav fyziky kondenzovaných látek**



Mgr. Jiří Chaloupka, Ph.D., vystudoval fyziku kondenzovaných látek na PŘF MU. Po ukončení doktorského studia v roce 2009 působil na Max-Planck-Institute for Solid State Research ve Stuttgartu. V létě roku 2012 se vrátil do Brna, kde se nyní v rámci CEITEC MU věnuje teorii pevných látek, zejména magnetismu a supravodivosti v silně korelovaných elektronových systémech.

### Jak jste si hledal k fyzice cestu?

Moje cesta k fyzice začala spíše u matematiky. K jejímu studiu mě motivovala praktická potřeba. Jako malý chlapec, zhruba v páté třídě, jsem lepil miniaturní papírové modely všemožných dopravních prostředků a staveb. Byly skutečně titěrné, většinou dva až tři centimetry veliké a docela propracované, skládaly se z desítek až sta dílů. Plánky k nim jsem si maloval sám a při této příležitosti bylo občas zapotřebí provést drobný výpočet, například spočítat obvod kružnice či použít Pythagorovu větu, což jsou matematické úkony sice jednoduché, ale žákům v páté třídě nedostupné. Dnešní chlapec by v mé situaci problém vyřešil nejspíš vhodně zvoleným dotazem položeným webovému vyhledávači, ale za nás byly ještě základním zdrojem poučení knihy. A to byla velmi šťastná okolnost. Dobré knihy totiž nabízejí ucelený a konzistentní přehled určité oblasti, na jaký je v chaosu, který na webu panuje, jen velmi obtížné narazit. Díky tomu neposkytnou jen odpověď na konkrétní otázku, ale inspirují a provedou čtenáře i studiem širší problematiky. Takto jsem tedy začal rozvíjet své vědomosti nad rámec matematiky, která se učila ve škole. Zanedlouho se ukázalo, že matematika je pro mě zábavnější než tvorba modelů, se kterou jsem záhy skončil. Zájem o matematiku mě neopustil dodnes. Od matematiky se zdá být k fyzice jen krůček, ale kupodivu mě v nižších ročnících sedmiletého gymnázia fyzika ještě příliš neoslovila, mými nejoblíbenějšími předměty byly matematika a také chemie, která si mě získala vizuálními a akustickými projevy „míchání vodiček“. Učivo fyziky se v té době omezovalo spíše na kvalitativní popis jevů a matematický aparát si vystačil s trojčlenkou, což mě jako člověka, který ocení komplikovanější kvantitativní vztahy, příliš neuspokojovalo. Později se to však změnilo, fyziku jsem přibral do trojice svých oblíbenců a matematika, dříve mající výsadní postavení, se dokonce stala především nástrojem fyziky. V posledních dvou ročnících gymnázia jsem již věděl, že bych u fyziky chtěl profesně zůstat.

### Motivovali Vás na gymnáziu ke studiu fyziky učitelé?

Na gymnáziu jsem měl na učitele štěstí. Navštěvoval jsem nově vzniklé gymnázium v Židlochovicích, kde panovala velmi příjemná, až rodinná atmosféra. V prvním roce své existence mělo dokonce pouhé

dvě třídy, primu a naši sekundu, a až postupně se zaplňovalo. Učitelé mi rozhodně vycházeli vstříc. Nejen poskytováním materiálů rozšiřujících učivo, ale také podporou při účasti na předmětových olympiádách, které byly velmi užitečnou zkušeností. Díky nim jsem mimo jiné získal přesnější představu o tom, co mě při studiu jednotlivých oborů na vysoké škole čeká. Mohl jsem si tak vybrat obor, který mi vyhovoval nejvíce.

### **Bylo pro Vás studium fyziky na vysoké škole náročné co do nutnosti přípravy?**

Říká se, že nejtěžší je ustát první ročník, ve kterém se odehraje přechod ze středoškolského do vysokoškolského režimu studia. Pro mě byl tento přechod usnadněn zkušenostmi získanými účastí na středoškolských fyzikálních soutěžích, kde se již objevilo mnohé z prvního ročníku vysoké školy. Mohl jsem se tak zabývat opět o něco pokročilejšími věcmi a být stále o krok napřed. V důsledku toho mi studium nepřišlo příliš náročné, i když jsem byl vcelku pečlivý student.

### **Na jaká témata z oblasti fyziky kondenzovaných látek jste se při studiu zaměřil?**

Dá se říci, že jsem byl takový tematický nomád a na každé úrovni, bakalářské, magisterské a doktorské, jsem se věnoval něčemu úplně jinému. Na začátku doktorského studia jsem své střídání zájmu hodnotil negativně a považoval za vhodnější navazovat na předchozí zkušenosti, ale s odstupem času si myslím, že vyzkoušení více věcí bylo prospěšné. Teď už tolik neexperimentuji a víceméně dodržuji ve své práci kontinuitu. Jako téma své bakalářské práce jsem si vybral kvantové tečky u docenta Dominika Munzara. Následně jsem přešel k profesoru Václavu Holému, u něhož jsem se zabýval fotonickými krystaly. Na doktorát jsem se vrátil k docentu Munzarovi, ovšem tentokrát jsem pod jeho vedením zkoumal optické vlastnosti vysokoteplotních supravodičů. Během doktorského studia jsem vyjel na roční stáž do Německa, kde jsem získal svého nejbližšího spolupracovníka, profesora Giniyata Khaliullina. S ním pracuji zejména na kvantovém popisu magnetismu v oxidech přechodových kovů.

### **Čemu se vlastně ve své profesi věnuje teoretický fyzik kondenzovaných látek?**

Jako teoretický fyzik se věnuji základnímu výzkumu. V aplikovaném výzkumu ostatně nenacházejí teoretičtí fyzikové kondenzovaných látek přílišné uplatnění. Zlé jazyky by mohly tvrdit, že příčinou je neschopnost teoretických fyziků cokoli užitečného spočítat. Ve skutečnosti je to ovšem způsobeno komplexností systémů, které studujeme. Ta nám většinou znemožňuje docílit výsledků dostatečně přesných například pro návrh parametrů nějakého konkrétního zařízení. Základní výzkum znamená do hloubky pochopit jádro daného fyzikálního jevu a odhlédnout od mnoha „nepodstatných detailů“, které jsou ovšem zase podstatné pro naše kolegy v aplikovaném výzkumu. Těžištěm mé práce je vyvodit ze struktury určitého materiálu a zákonů popisujících chování jeho základních částic, zvláště elektronů, které „poslouchají“ Diracovu rovnici, rozmanité vlastnosti tohoto materiálu. Může jít o elektrickou vodivost, optické a magnetické projevy a mnoho dalšího. V našem slangu říkáme, že se snažíme o mikroskopický popis kondenzovaných látek. Takto postavený úkol je nesmírně komplikovaný svou mnohačasticovou povahou (miliarda miliard je přiměřené číslo pro vyjadřování počtu částic v miniaturním zrnku pevné látky) a z principu neřešitelný, v podstatě jen získáváme stále lepší a lepší přibližná řešení. Zároveň má zajímavou hierarchickou strukturu a často je potřeba vytvořit zcela nový fyzikální jazyk, kterým lze jednoduše a kompaktně vystihnout nižší úroveň popisu, a s jeho pomocí pak vybudovat úroveň vyšší. Přes tuto komplikovanost je to velké dobrodružství a rozhodně nelituji, že jsem se stal teoretikem. Kdyby mě snad přepadly pochyby, mám dostatek příležitostí pozorovat, jaké obtíže musí překonávat moji experimentální kolegové, ať už jde o obstarávání vzorků, jejich přípravu na měření nebo mnohdy detektivní práci při odstraňování rušivých vlivů při samotném měření. Navíc mi poskytuje teoretické zaměření značnou flexibilitu, nejsem vázaný na žádnou experimentální aparaturu, takže mohu poměrně lehce střídat působiště. Vlastně si vystačím s tužkou a papírem, občas použiji počítač na nějaký numerický výpočet, ale tomu se snažím spíše vyhýbat, je-li to možné. Ruční počítání a nutnost používat při vyčíslování různé aproximace motivují k hlubším úvahám o povaze problému. Náročné numerické výpočty naproti tomu právě kvůli své náročnosti mnohdy svádí k přehnané důvěře v získané výsledky a opomíjení případné vratkosti vstupních fyzikálních předpokladů. Také většinou nebývá úplně snadné numerické výsledky správně interpretovat.

## Jakým kondenzovaným látkám se věnujete ve svém výzkumu?

Rozdělil bych své zájmy na dvě oblasti, které ovšem mají značný překryv, protože se obě týkají takzvaných silně korelovaných elektronových systémů. První z nich by byla nekonvenční supravodivost, druhou pak kvantový magnetismus dosti exotických materiálů. V oblasti supravodivosti jsem se doposud nejvíce věnoval kuprátovým supravodičům na bázi oxidů mědi, které před asi třiceti lety způsobily malou revoluci ve fyzice pevných látek. Stejně jako běžné, konvenční supravodiče přecházejí i tyto materiály za nízkých teplot do stavu, kdy nekladou pražádný odpor elektrickému proudu. Kuprátové supravodiče mají ovšem obrovskou praktickou výhodu, která stála za zmiňovanou revolucí. Zatímco obyčejné supravodiče je nutno chladit velmi drahým kapalným héliem, kuprátům postačí kapalný dusík, který je mnohokrát levnější. Rozdíl spočívá v teplotě přechodu do supravodivého stavu, která u obyčejných supravodičů leží nad teplotou varu kapalného hélia ( $-269^{\circ}\text{C}$ ), ale pod teplotou varu kapalného dusíku ( $-196^{\circ}\text{C}$ ). U kuprátů s aplikačním potenciálem se tato teplota pohybuje okolo  $-180^{\circ}\text{C}$ , proto je stačí ponořit do kapalného dusíku.

## V čem jsou supravodiče výhodné oproti klasickým vodivým materiálům, jakým je třeba měď?

Právě v tom, že nekladou elektrickému proudu žádný odpor. U obyčejných kovů se vždy část přenášeného výkonu přemění na teplo. Dochází tak ke ztrátám a navíc se vodiče zahřívají, proto si větší přenášené výkony vyžádají odpovídající průřez drátu. Naproti tomu u supravodičů jsou ztráty prakticky nulové. V šedesátých letech byl například proveden experiment, při kterém byl sledován pokles proudu tekoucího uzavřenou supravodivou smyčkou, bez jakéhokoli napájení. Vyplývalo z něj, že ve zkoumaném případě by se protékající proud zmenšil na polovinu až za sto tisíc let. Z pohledu délky lidského života tedy prakticky perpetuum mobile, jen ten pohyb neuvidíme očima. Supravodiče také snesou nevídané proudové hustoty, u kuprátů v ideálním případě třeba i 1000 ampérů na milimetr čtvereční. Z technologických důvodů jsou kuprátové supravodivé kabely vyráběny především ve formě tenkých pásků, jež mohou přenášet stovky ampérů při centimetrové šířce. Doma přitom máme měděné vodiče s průřezem 2,5 milimetru čtverečního, které jsou dimenzované na 16 ampérů.

## Jakou vidíte budoucnost supravodičů v praxi?

Kromě speciálních aplikací v měřicí technice a nedávno i v určitém typu kvantového počítání zřejmě stále častěji uslyšíme o jejich využití v energetice. Existuje několik zkušebních projektů, ve kterých supravodivé kabely slouží v oblastech s velmi koncentrovanou spotřebou elektrické energie, jakou je například Manhattan. Nejblíže k nám se takový projekt odehrává v centru německého Essenu, kde je od roku 2014 v provozu asi kilometrový kabel založený na kuprátových supravodičích a zatím kolem něj panuje nadšení. Přirozeně, že klade specifické nároky na infrastrukturu, kabel se vlastně nachází v trubce protékané kapalným dusíkem, ale díky nulovým ztrátám vyjde v dlouhodobém provozu levněji než odpovídající měděné vedení. A to i přes relativní nevyzrálou technologii a s tím související vysoké pořizovací náklady.

## Přejděme k druhé oblasti. Proč jsou pro Vás zajímavé exotické magnetické materiály, se kterými pracujete?

Pod pojmem magnetické materiály si mnoho lidí představí železo nebo magnety, s jejichž pomocí si zanecháváme vzkazy na ledniče, ale tento typ magnetů pro mě není dostatečně exotický. V poslední době se zabývám ve fyzice „módními“ magnetickými materiály obsahujícími prvky, jako je třeba iridium nebo ruthenium. Jde mi o pochopení jejich nezvyklých magnetických vlastností, jež vyplývají z propletení orbitálních a spinových magnetických momentů. Orbitální magnetický moment si lze spojit s vířením elektronů v atomech, kde vytvářejí, velmi hrubě řečeno, malé cívky nesoucí magnetický moment. V samotných elektronech se navíc odehrává jakési vnitřní víření, které odpovídá spinovému magnetickému momentu. V lehkých atomech jsou elektrony „líné“ a okolo jader běhají pomalu; v těžších, jakým je například zmíněné iridium, začnou být jejich rychlosti nezanedbatelné vůči rychlosti světla a nastupuje Einsteinova speciální teorie relativity přenesená do mikrosvěta dalším geniálním fyzikem, Paulem Diracem. Předpovídá vzájemné ovlivňování orbitálního a spinového magnetického momentu, které je neoddelitelně proplete. Kromě uvedeného propletení podporuje pozoruhodnost magnetických vlastností i krystalová struktura těchto materiálů. Skládají se z relativně dobře izolovaných dvourozměrných mřížek atomů. Často se setkáváme s tzv. honeycomb mřížkou, jež vypadá jako včelí plást, populární je také kagomé mřížka, jejímž opakujícím se motivem je Davidova hvězda.

### **Lze nějakým způsobem experimentálně nahlédnout pod pokličku těchto exotických magnetů?**

Zajímavé fyzikální procesy se odehrávají na atomární úrovni, tedy v detailech tisíckrát menších, než dokáže rozlišit optický mikroskop. Relevantní experimentální metody jsou tedy většinou velmi nepřímé. Magnetické vlastnosti se dají na mikroskopické úrovni zkoumat třeba neutronovým rozptylem, kdy neutrony s poměrně přesně danou rychlostí dopadají na vzorek, jejich magnetické momenty interagují s magnetickými momenty elektronů ve vzorku a neutrony se tak odpoutají od své původní přímé dráhy. Na základě pečlivého rozboru způsobu, jakým se neutrony na vzorku rozptýlily, pak můžeme usuzovat něco o magnetickém uspořádání či procesech, které ve vzorku probíhají.

### **Jak vyhledáváte problémy k řešení? Používáte výsledky z jiných výzkumů, snažíte se vysvětlit procesy, které k těmto výsledkům vedou?**

Většinou můj výzkum začíná tak, že si na konferenci nebo v nějakém článku všimnu zajímavého experimentálního výsledku na materiálu, jímž se zabýváme, nebo jemu příbuzném. A pokud přijde rozumný nápad, jak se toto konkrétní pozorování dá vysvětlit, můžeme zkusit zformulovat příslušnou teorii a porovnávat její kvantitativní předpovědi s realitou. Předpovědi, ke kterým zatím nejsou experimentální výsledky, poslouží k otestování nové teorie. Na tuhu jsou naši experimentální kolegové, kteří mají příležitost teorii vyvrátit. Je-li teorie kvalitní, měla by obstát při srovnání s co největším množstvím pozorování, ideálně se všemi. To se ovšem málokdy podaří. Zároveň je někdy možné odhadnout, jaké modifikace daného materiálu, například náhrada jednoho typu atomů jiným, by vedly k zajímavým jevům, a inspirovat tak experimentální kolegy k syntéze nových vzorků. Jsme-li dostatečně odvážní, lze se pustit do kvantitativních předpovědí, co by mohlo být pozorováno. Takovéto předpovědi ale mají výrazně menší šanci na úspěch. Vysvětlování již pozorovaného je přirozeně mnohem snazší, protože výsledek, ke kterému je třeba se dobrat, je znám.

### **Pracujete nyní jako výzkumný pracovník při CEITEC. Jaká cesta k tomu vedla?**

Během svého doktorského studia jsem měl příležitost na jeden rok vyjet do zahraničí. Druhý ročník svého studia jsem totiž strávil na Max-Planck-Institute for Solid State Research ve Stuttgartu, kde jsem si významně rozšířil své zaměření, a se svými bývalými kolegy z tohoto institutu dodnes intenzivně spolupracuji. Po ukončení doktorského studia jsem pracoval asi rok na Ústavu fyziky kondenzovaných látek na PŘF MU a během této doby jsem si podal přihlášku na stipendium nadace Alexandra von Humboldta, které mi mělo umožnit dočasný návrat do Stuttgartu. Byl jsem úspěšný a na Max-Planck-Institutu jsem tehdy pracoval více než dva roky. Když jsem se vrátil z Německa, nastala poněkud kuriózní situace, protože jsem při odjezdu do Německa opustil PŘF MU a vrátil jsem se k témuž stolu a usedl na tutéž židli, ale již v CEITEC MU. V rámci CEITEC jsem se zapojil do projektu SYLICA, zaměřeného mimo jiné na reintegraci vědců vracejících se ze zahraničí. Od letošního roku se většinou úvazku věnuji řešení svého juniorského projektu GAČR 2015. Výhodou je, že náplň projektu jsem při podávání návrhu do soutěže stanovoval sám, a proto přesně odpovídá mým zájmům. Navíc jsem měl štěstí na dvě talentované a pracovitě doktorské studentky, které mi s projektem pomáhají.

### **CEITEC klade důraz na mezioborovou spolupráci. Má to pro Vás praktické důsledky?**

Mezioborovou spolupráci rozvíjíme již na úrovni kanceláře, ve které sídlím. Jsme v ní čtyři a každý z nás se zabývá odlišným oborem. Při vzájemných diskuzích se tak můžeme inspirovat a získávat přehled o ostatních oblastech, kde nejsme specialisté. Prostorově nejbliže je mi biofyzikální kolega, který zároveň sídlí i v bohunickém kampusu a informuje nás o novinkách v oborech s biologickým zaměřením. Další kolega je odborníkem na rozptyl rentgenového záření. A spolupracovník, jenž k nám nedávno přišel ze Švýcarska, se zabývá měřeními optickými.

### **Ústav fyziky kondenzovaných látek rozvíjí spolupráci s průmyslovým sektorem. Jste do ní nějak zapojen?**

Jak už jsem zmiňoval, teoretici nejsou pro aplikovaný výzkum příliš užiteční, to je záležitost spíše mých experimentálních kolegů, kteří s průmyslem intenzivně spolupracují. Přesto se jednou i mně naskytla příležitost být prospěšný průmyslovému sektoru. Ústav fyziky kondenzovaných látek udržuje tradiční spolupráci s firmou ON Semiconductor v Rožnově pod Radhoštěm, kde se zabývají výrobou polovodičových desek a elektronických součástek. Při této výrobě je potřeba měřit různé vlastnosti

polovodičových desek, například jejich elektrickou vodivost. Měření se provádí pomocí čtyř hrotů uspořádaných v řadě blízko sebe, které se zaboří do povrchu vzorku. Do dvou z nich se pustí elektrický proud a na zbývajících dvou se měří napětí. Získané údaje je nutné poměrně významně korigovat s přihlédnutím ke tvaru a rozměrům vzorku, což je drobný teoretický problém, který se nám podařilo vyřešit.

### **Když se dostaneme k Vaší roli pedagoga, zdá se Vám obtížné studentům fyziku dobře vysvětlit?**

Což o to, vysvětlování by mi snad šlo, větší potíž bývá studenty zaujmout a jejich zájem udržet. Začal jsem učit během svého prvního ročníku na doktorském studiu, takže na studenty působím s přestávkami již zhruba deset let. Za tu dobu jsem získal poměrně hodně zkušeností a také jsem mohl pozorovat určitý ne zcela šťastný vývoj. Může to být můj subjektivní pohled, protože za těch deset let jsem jistě prošel nějakým vývojem také já. Navíc jsou samozřejmě skupinky studentů velmi nehomogenní a každý ročník přináší určité výkyvy, přijde mi ale, že se z dlouhodobého hlediska stále více rozcházejí představy studentů o studiu fyziky na vysoké škole s tím, co je doopravdy čeká. Může tak dojít ke zklamání na obou stranách. V dnešní době se klade důraz na zábavnost výuky a v důsledku technického pokroku máme k dispozici pohodlné nástroje, které okamžitě poskytují řešení standardních problémů. To nezřídka svádí studenty přicházející ze středních škol k představě, že fyzika pro ně bude v podstatě dobrodružná hra. To ona svým způsobem je, ale nezbytnou součástí hry je trpělivá a pečlivá práce. Nelze očekávat, že je možné se bez důkladné průpravy a porozumění širším souvislostem ihned pustit do špičkového výzkumu. Zdá se mi, že studenti se čím dál více zdráhají na toto pravidlo přistoupit a neradi se pouštějí například do počítání příkladů, jejichž smyslem je poučení a získání zkušeností, nikoli bezprostřední využitelnost v konkrétním výzkumu. Také někdy mohou být rozčarovani z toho, že nové objevy nás nepotkávají na každém kroku, jak by se snad mohlo zdát při sledování zpráv v médiích.

### **Jste schopni vidět za výpočty, které provádíte, konkrétní fyzikální jevy?**

Ano, ale taková dovednost se získává až cvikem. Funguje podobně jako čtení. Člověk se musí nejdříve naučit rozpoznávat jednotlivá písmenka, poté zkouší číst různé texty a po delší době začne získávat schopnost na první pohled vnímat celá slova, aniž by je pracně rozebíral písmenko po písmenku. Stejně tak mohu v určitých případech na základě struktury rovnic, se kterými pracuji a na které jsem zvyklý, odhadnout, jaké budou jejich fyzikální důsledky.

### **Jsou absolventi studia fyziky dobře uplatnitelní na trhu práce?**

Hodně záleží na studentově výběru podoboru a tématu práce. Je přirozené, že uplatnitelnost je vyšší tam, kde mohou studenti přejít do průmyslu, což se týká spíše studentů zaměřených experimentálně. Na druhé straně, když si studenti vyberou téma z oblasti z ekonomického pohledu neatraktivní, třeba se rozhodnou zkoumat tajemství vesmíru, těžko mohou čekat, že by snadno našli uplatnění. Vyniknou-li, stanou se z nich výzkumníci, v opačném případě budou nejspíš nuceni obor časem změnit. To však nemusí být tragédie. Studium fyziky je naučí logicky myslet, odhalovat souvislosti, vyvozovat z předpokladů důsledky, kvantitativně popisovat jevy, numericky řešit praktické úlohy a podobně. S touto obecnou přípravou je možné uspět v překvapivě mnoha oborech a fyzika tedy může být někdy nejen dobrou ale dokonce velmi šťastnou volbou.

### **Máte nějaké vzory mezi významnými fyziky?**

Vzory přímo ne, vzory by to byly nedostižné, ale inspirován náhodnými podněty občas přidám na nástěnku nad svým pracovním stolem nějaký zajímavý materiál, třeba portrét s citátem, který mě zaujme. Takto se tam doposud ocitli čtyři pánové, Carl Friedrich Gauss, Lev Davidovič Landau, Isidor Isaac Rabi a Nikola Tesla, za které bych se jako za své vzory rozhodně nestyděl. Z této čtveřice je zvláště pozoruhodný Nikola Tesla, jehož rozsáhlé dílo je do značné míry obestřeno tajemstvím a lze jej podezřívát prakticky ze všeho.

### **Při jaké činnosti si od své práce odpočnete?**

Vzhledem k povaze svého povolání si nejlépe odpočinu při něčem intelektuálně nenáročném. Docela se mi osvědčilo věnovat se manuální činnosti. V předminulém roce jsem například prožil poněkud nezvyklou dovolenou, kterou jsem zasvětil činnosti, jež by se dala nazvat truhlářinou. Ty dva nebo tři



týdny byly velice osvěžující, ale naštěstí jsem s tím zavčas přestal, takže jsem si nestihl ublížit. Jinak se věnuji standardním koníčkům, občas si něco přečtu, líbí se mi klasické sci-fi od Herberta G. Wellse nebo Stanislaw Lema, někdy poslouchám hudbu. Zde vyhledávám spíše speciality, v širokém spektru od klezmeru až po Iron Lung, ale ne ty ze Seattlu, aby nedošlo k mýlce.

# **Ústav geologických věd**

## Inženýrská geologie je zajímavý obor, jehož absolventi mají dnes velmi dobré uplatnění

KLÁRA LAKOTOVÁ

**Studentka oboru Geologie**

Bc. Klára Lakotová se zaměřuje na inženýrskou geologii, konkrétně na problematiku staveb tunelů a posouzení jejich stability na základě geologických podmínek. Učí se prakticky provádět geologický průzkum a posuzovat horninové prostředí. Této činnosti se chce v budoucnu věnovat profesně.



### Co Vás přivedlo k zájmu o geologii?

Mé první setkání s geologií proběhlo už na základní škole, kdy jsme jezdili na školní výlety do krásných jeskyní. Stále si vybavuji vstup do jeskyně s klasickým dřevěným domkem a výstavou leštěných polodrahokamů, které mě nadchly tak, že jsem je začala sbírat. Poté jsem nastoupila na Ostravskou univerzitu v Ostravě, kde jsem rok studovala Ochranu a tvorbu krajiny. Po absolvování předmětů Geologie a Petrologie v prvním ročníku jsem se rozhodla začít studovat hlavně tyto obory. Zjistila jsem si, že se v Brně na PŘF MU nabízí kvalitní obor Geologie, podala jsem si zde přihlášku a bez přijímacích zkoušek jsem byla přijata. Dnes si nedovedu představit, že bych se věnovala něčemu jinému. Výuka je velice kvalitní, máme k dispozici skvělé zázemí s dobře vybavenou knihovnou, areálem s botanickou zahradou a geoparkem.

### Zaměřujete se na inženýrskou a strukturní geologii. Co je tématem Vašeho zkoumání?

Jak v bakalářské, tak v diplomové práci se zaměřuji na ryze praktické problémy. V bakalářské práci jsem se věnovala dnes už dokončenému Vítkovskému železničnímu tunelu v Praze. Studovala jsem stabilitu diskontinuit – zlomů, puklin apod. V rámci práce jsem statisticky zhodnotila data z geologické dokumentace a následně vyhodnotila geologickou stavbu a stabilitu tunelu. Pro svou diplomovou práci jsem dokumentovala nejen geologickou stavbu tunelu, ale i výchozy v jeho okolí. Hlavním cílem bylo vyhodnotit, zda předpokládaný výstup z předběžného průzkumu odpovídá skutečné geologické situaci na stavbě, a jestli se na základě dat z něj lze vyjadřovat ke geologii širšího okolí.

### Jakou problematiku řeší inženýrský geolog v případě staveb tunelů, na které se dlouhodobě zaměřujete?

Jedná se o posouzení jejich stability na základě geologických podmínek. V terénu provádím geologický průzkum, zjišťuji, jaké horniny se kde vyskytují, jaké je jejich mineralogické složení, zda jsou porušené puklinami nebo zlomy a jaké další struktury je možné na odkryvu pozorovat. Poznámky a měření z terénu následně zpracovávám v programech pro vyhodnocení strukturních a jiných dat.

### Cítíte ve své profesi zodpovědnost za vykonanou práci?

Ano, zodpovědnost za svou práci cítím. Vyučující a školitelé nás vedou ke zvládnutí metodiky práce a k tomu, abychom jsem si vždy data z terénu či jiné informace ověřovali.

### **Nacházíte v terénu obtížně určitelné horniny?**

Často. Proto je pro mě důležitý prvotní průzkum literatury. Nastuduji si, co v terénu mohu očekávat, což mi umožní se zaměřit na charakteristiky dané lokality a usnadní mi to práci v terénu. Také je vhodné si z terénu odnést vzorky na detailní analýzy, které pomohou s identifikací minerálů a fosílií. Pokud si ve svém závěru nejsem jistá, vyhledám odborníka a s ním daný problém konzultuji.

### **Jaký byl Váš důvod pro výběr prakticky zaměřené geologie?**

Na univerzitu jsem nastoupila s cílem získat co nejlepší vzdělání pro budoucí profesi. Výběr oboru Inženýrské geologie považuji za dobré rozhodnutí, protože jeho absolventi mají dnes velmi dobré uplatnění. Vždy mě bavily aplikované předměty. Po pěti letech mohu říci, že i věda je pro mě nyní lákavá, a to i díky vzdělání, kterého se mi tady dostává.

### **Jaké máte zkušenosti s prezentováním výsledků svého výzkumu?**

Zúčastnila jsem se dvakrát konference CETEG (Central European Tectonic Groups), určené pro odborníky věnující se strukturní geologii a tektonice. Vloni jsem zde prezentovala výsledky své bakalářské práce. I když jsem se zaměřila na téma lišící se od ostatních příspěvků, našlo se hodně lidí se zájmem o mé výsledky a zároveň jsem získala spoustu podnětů od jiných vědců. Pokud chce student poznat odborníka ve svém oboru nebo i jen získat kontakty, tak jsou pro něj konference ideálním místem.

### **Jak se připravujete na veřejná vystoupení?**

V přípravě mi pomáhají zkušenosti z předmětů Bakalářský a Diplomový seminář, kde jsem absolvovala povinné prezentace svých závěrečných prací. Pochopila jsem především, jak sama reaguji na vystoupení před publikem a jak se na takovou situaci nejlépe připravit. Nejdůležitější je předem projít celou prezentaci, dohledat dodatečné informace, které by mohli publikum zajímat, a především si připravit odpovědi na možné otázky. Velmi mi také pomáhá konzultace se školitelem.

### **Proč jste přesvědčená, že je výběr oboru Geologie dobrou volbou z hlediska budoucího uplatnění?**

Geologie je základem mnoha oborů. Dobrým příkladem je stavebnictví, každé větší stavbě předchází geologický průzkum a následný monitoring stavby. Povolání geologa zahrnuje práci v terénu a spojená s cestováním, což také považuji za výhodu.

### **Preferujete aktivní nebo pasivní odpočinek?**

Baví mě hrát hry. Hraji logické a strategické deskové i online hry, kde člověk nehraje pouze proti počítači, ale proti týmu sestavenému z jiných hráčů. Jelikož v nich hodně záleží na spolupráci, mohu si zároveň rozvíjet komunikaci s týmem a společně prožívat pocit vítězství, když protivníka porazíme. Podobný pocit zažívám z úspěšně dokončené práce.

## Sedimentární horniny jsou přírodní archívy změn životního prostředí v posledních stovkách milionů let

TOMÁŠ KUMPAN

**Odborný pracovník  
Ústav geologických věd**

Mgr. Tomáše Kumpana přivedl ke studiu geologie na PřF MU zájem o fosílie. Je geologem, který studuje záznamy změn přírodního prostředí z vrstev usazených hornin, a to konkrétně z prvohorních období devonu a karbonu. Při své práci se snaží využívat kombinaci mnoha geovědních disciplín, kterými jsou především paleontologie, sedimentologie, geochemie nebo geofyzika. Stal se držitelem stipendia Ph.D. talent Jihomoravského centra pro mezinárodní mobilitu (JCMM) (2010–2013) a Ceny děkana PřF MU (2013 a 2015). Spolu se svou ženou Simonou, která se také věnuje geologii, zpívá a hraje v duu Sim sala Saguan.



### **Souvisí Váš zájem o fosílie s dostupností nalezišť trilobitů v okolí Brandýsa nad Labem, odkud pocházíte?**

Je to tak. V okolí Brandýsa jsou i jiné lokality s prvohorní a druhohorní faunou, ale trilobiti jsou asi nejpobulárnější. Jako dítě mě nejvíce upoutali právě oni. Naštěstí mne v mém zájmu podporovali rodiče a jezdili se mnou už od první třídy na výzkumné výlety, kde jsem potom kupal a hledal zkameněliny.

### **Co pro Vás bylo podnětem k zájmu o hledání zkamenělin?**

Úplný počátek mého zájmu bylo asi první zhlédnutí filmu Cesta do pravěku a pak jsem velmi rád četl knížku o pravěku ilustrovanou Zdeňkem Burianem. V první třídě mi můj kamarád přinesl fosílii trilobita od Příbrami a paleontologii jsem propadnul úplně. Jeden ze starších kolegů, sběratelů, mi později doporučil Střední průmyslovou školu Příbram s oborem Užitá geologie – ekologie. Po maturitě mi studium geologie v Brně přišlo jako dobrá volba, protože jsem dostal o této škole samé dobré reference.

### **Co považujete za svůj nejcennější nález?**

Ze sběratelského hlediska jsou mými nejcennějšími nálezy někteří kompletní trilobiti. Ale sběratelství postupně ustoupilo vědeckému přístupu a teď jsou pro mě nejcennější nálezy, které jsou významnými ukazateli stáří horniny. Některé jsou zajímavé tím, že jsem je našel ve vrstvách starších, než ve kterých byly dosud popsány. V paleontologické části mého zájmu se specializuji na konodonty – mikroskopické zoubkovité útvary, které patřily vyhynulé skupině primitivních rybkovitých organismů. Během evoluce těchto konodontových organismů se velmi rychle měnil tvar některých jejich „zoubků“, takže jednotlivé druhy měly relativně krátkou dobu výskytu. Konodontové „rybky“ byly globálně rozšířené díky tomu, že žily na širém moři, a my je můžeme dnes použít pro relativní datování usazených vrstev. Stejná posloupnost

výskytu konodontů ve vrstvách sedimentů po celém světě dala vzniknout jemnému rozčlenění stamiliony let vzdálených časových úseků do tzv. konodontových biozón.

### **Vaši magisterskou a částečně i disertační práci jste věnoval hraničnímu intervalu v devonu a karbonu v Brně-Lišni. Co je na tomto období a území ze stratigrafického hlediska zajímavé?**

Celosvětově unikátní jsou v Lišni a jejím okolí mnoha lomy odkryté devonské a karbonové vrstvy vápenců, ve kterých se společně nacházejí již zmiňovaní širomořští konodonti (zoubkovité útvary vyhybnulých rybovitých organismů) a foraminifery (jednobuněční mořští prvoci), žijící v mělkých mořských prostředích. Toto je ve světovém měřítku unikátní a je to dáno způsobem uložení místních vápenců. Jedná se totiž o uložení gravitačních proudů, jež nesly materiál z mělkých částí šelfu, který byl shazován do hlubších částí pánve a mixován s širomořským a hlubokovodním sedimentárním materiálem. Období devonu mě zajímalo vždy, líbily se mi jeho fosílie. Na konci prvního ročníku vysoké školy jsem si našel téma bakalářské práce u profesora Jiřího Kalvody zaměřené na devonské konodonty a a v diplomové práci jsem se již zabýval konodonty, sedimentologií a petrofyzikálním výzkumem hranice mezi devonem a karbonem v Lesním lomu v Lišni. V disertační práci, vedené profesorem Ondřejem Bábkem, jsem k uvedeným metodám přidal navíc geochemii a studuji devon-karbonové hraniční vrstvy z celé Evropy. Kromě Česka také například v Německu, Rakousku, Francii či Belgii.

### **Co je předmětem zájmu stratigrafie, které se věnujete?**

Stratigrafie je geologický vědní obor, který studuje například stáří sedimentárních hornin a záznamy změn přírodního prostředí. Velký zájem patří v posledních desetiletích zejména tzv. hraničním úsekům mezi různými geologickými časovými obdobími, které byly často spojené s přírodními katastrofami a hromadným vymíráním organismů. Například právě na hranici devonu a karbonu se událo jedno z největších vymírání za poslední půl miliardy let, které výrazně ovlivnilo podobu a směr vývoje pozdějších ekosystémů. Aby bylo možno posuzovat význam sedimentárních záznamů změn životního prostředí, je potřeba sjednotit vnímání geologického času a hranic mezi jednotlivými obdobími. K tomu slouží tzv. stratotypy – „standardní“ nebo spíše typický sled sedimentárních vrstev, kde je na základě prvního výskytu určitého znaku, převážně tzv. vůdčí fosílie, vedena dohodnutá hranice mezi geologickými érami, útvary, stupni nebo zmiňovanými biozónami. Stratigrafové z celého světa vyberou pro každou hranici jeden typový sled vrstev a vyznačí konkrétní vrstvu, ve které se poprvé objevuje vůdčí fosílie. Tak například hranice mezi devonem a karbonem byla definována ve Francii na lokalitě La Serre, ve vrstvě s číslem 89, kde se objevuje první exemplář konodonta druhu *Siphonodella sulcata*. Při novějších výzkumech byly však úlomky tohoto konodonta nalezeny o mnoho vrstev níže, tedy ve starších vrstvách, a v současnosti dochází k pokusu o lepší a objektivnější definování této hranice. Součástí těchto snah je i má disertační práce, kde kromě fosilií studuji i změny v sedimentaci, izotopickém složení uhlíku, radioaktivitě, magnetické susceptibilitě a prvkovém složení na několika lokalitách v Evropě.

### **Je podle Vás geologie perspektivní z hlediska uplatnitelnosti absolventů?**

Myslím si, že uplatnitelnost našich absolventů je dobrá, především díky širokému spektru geologických oborů. Studium se po všeobecném základu už v bakalářském programu rozděluje podle zájmu posluchačů na různé směry, zahrnující jak předměty z užití geologie jako jsou Inženýrská geologie, Environmentální geologie, Ložisková geologie nebo Hydrogeologie. Znalosti ze základních geologických oborů, kterými jsou například Strukturní geologie, Mineralogie, Paleontologie nebo Sedimentologie, mohou být uplatněny jak v základním výzkumu, tak samozřejmě opět ve sféře aplikované geologie. Je zde opravdu široký výběr zaměření. Uplatnění v oboru je samozřejmě do velké míry otázkou píle a částečně také náhody, jak to tak v životě bývá.

### **Jaké aktivity pořádá Váš ústav pro zájemce o geologii?**

Už druhým rokem pořádáme letní školu pro děti, jejíž součástí jsou různé naučné aktivity a exkurze. Probíhají u nás také Dny vědy, kdy si zájemci mohou prohlédnout naše sbírky a zabavit se při různých naučných hrách. Spolupracujeme také na Středoškolských odborných činnostech (SOČ). Já osobně nyní třeba dokončuji geoparčík v rodném Brandýse nad Labem, kde chci veřejnost informovat o tom, že i na malém území v okolí tohoto města mohou všichni, pokud chtějí, nalézt sedimentární záznamy tří moří a několika prakontinentů!

## Za jaké téma jste získal stipendium Ph.D. talent?

Když jsem nastupoval na doktorát, našel jsem ve schránce výzvu k zapojení se do soutěže o stipendia od Jihomoravského centra pro mezinárodní mobilitu Ph.D. talent. Řekl jsem si: Proč to nezkusit? Stipendium mi pak umožnilo naplno se věnovat disertační práci. Připravil jsem projekt na téma geochemických ukazatelů klimatických změn na hranici mezi devonem a karbonem, navazující na mou disertaci. Myslím, že ve studiu klimatických změn v daleké historii můžeme hledat poučení, srovnávat s tím, co se děje dneska nebo v posledních stovkách tisícovek let.

## Jak se na studiu klimatických změn podílí geologové?

Jak už jsem se zmínil, vrstvy sedimentů jsou vlastně archívy změn přírodního prostředí, které je ve velké míře ovlivňováno právě změnami klimatu. Geologie přináší již téměř po staletí doklady o tom, že ke změnám klimatu, a to často zcela zásadním a rychlým, docházelo už od doby vzniku naší atmosféry. Studium migrace teplomilných/chladnomilných organismů ve fosilním záznamu, studiem výskytu klimaticky indikativních sedimentů nebo geochemických ukazatelů můžeme sledovat, že na Zemi panovala období obecně velmi teplá a období velmi chladná. Poslední teplé období, tedy globální klimatický režim skleníkového efektu, zde panovalo v období druhohor. Z tohoto období nepochází doklady výrazného zalednění, a to ani z polárních oblastí, hladina oceánů byla o stovky metrů vyšší než dnes a životu se nesmírně dařilo. Fosílie gigantických dinosaurů jsou toho důkazem. Velké množství vymírání a kolapsů ekosystémů pak bylo přímo či nepřímo spojeno s ochlazením a nástupem zalednění. Z mého pohledu se nyní můžeme nacházet ve smyslu vývoje klimatu v době meziledové, však průměrné teploty minulých dob meziledových dosahovaly podobných, ne-li vyšších hodnot a trvaly mnohem déle než dnešní relativně teplé období posledních deseti tisíc let. A prudký nárůst teplot v minulých dvou stoletích může být podpořen našimi aktivitami, ale hlavně je spojen s koncem tzv. malé doby ledové, trvající od 14. do 19. století. Mediální a politická hysterie kolem globálního oteplování je tedy dle mého soudu spíše na škodu, neboť se na boj s tímto oteplováním vynakládají nesmírné prostředky. Při tom existují asi palčivější environmentální problémy, jako jsou přímá toxikace životního prostředí, eutrofizace oceánů, odlesňování, přelidnění atd.

## Pracujete při České geologické službě v Brně. Co je její náplň práce?

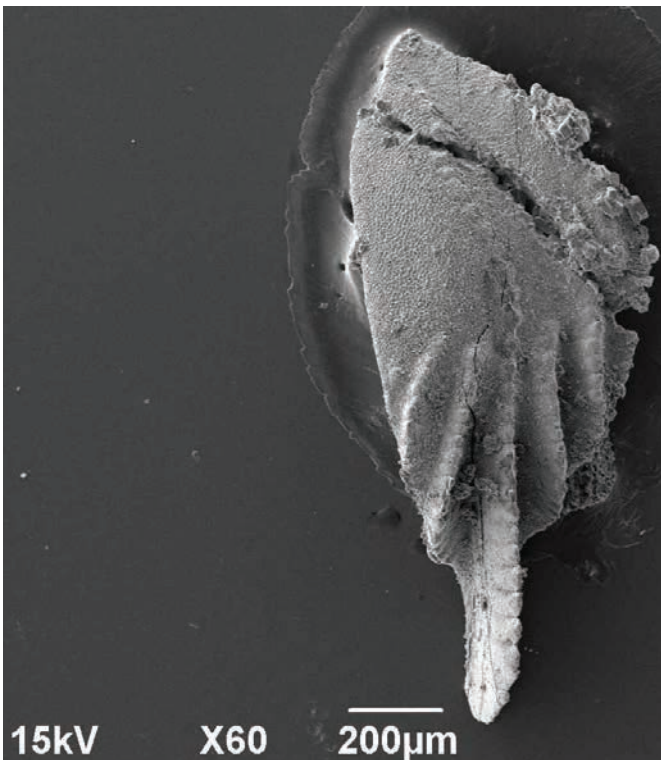
Tato státní instituce provádí širokou škálu činností. Sbírá a zpracovává údaje o geologickém složení České republiky a předává je správním orgánům pro politická, hospodářská a ekologická rozhodování. Do jejího pole působnosti spadá environmentální geologie, hydrogeologické záležitosti, jako jsou kontaminace vod, rebilance zásob podzemních vod, rebilance ložisek nerostných surovin nebo třeba monitoring svahových sesuvů. Probíhá zde také základní geologický výzkum. Já se podílím na mapování geologické stavby České republiky v okolí Moravského Krumlova a Miroslavi.

## Jakou činností od práce odpočíváte?

S mojí manželkou Simonou hrají v kapele Sim sala Saguan. Ona je taky geoložkou, takže jsme vlastně takové geologické duo. Dokonce máme i jednu písničku, kterou jsme vymysleli z legrace na mapovacím kurzu. Měl to být začátek hudebně geologických skript k historické geologii. Skládáme si vlastní hudbu i slova a říkáme, že hrajeme akustický crossover, tedy možná něco mezi folkem, reggae nebo třeba punkem. Já většinou tvořím texty, hrají na kytaru, řvu a Simona je dobrá zpěvačka, takže se vzájemně doplňujeme. Jinak je geologie i mým koníčkem, takže asi největší relax prožívám při geoturistice, při výpravách po Česku i po světě, všude tam, kde se můžu setkat se zajímavými geologickými fenomény.

## Jaká před Vámi stojí studijní a profesní výzva?

Do mého krátkodobého plánu patří hlavně dokončení doktorského studia, což plánuji na druhou polovinu tohoto roku. Poté bych chtěl zkusit vyjet na nějakou dobu na zkušenou na postdoktorandskou stáž do zahraničí, pokud to okolnosti dovolí. Mým dlouhodobým plánem je pokračování práce ve stratigrafickém oboru tady na Ústavu geologických věd PŘF MU, kde jsem od roku 2013 zaměstnán jako odborný pracovník. Právě dokončuji, společně s mými kolegy, návrh projektu, posouvající má studia z hranice devonu-karbonu do nejspodnějšího karbonu, kam sahá počátek zalednění paleokontinentu Gondwany. Chtěl bych porovnat sedimentární záznam nástupu zalednění jak z lokalit v Evropě, v Severní Americe, tak v jižní Číně.



Konodont rodu *Siphonodella*. Na základě posloupnosti výskytů jeho druhů lze členit období spodního karbonu (vzdálené zhruba 360 milionů let) na biozóny, které představují časové úseky o délce zhruba 1 až 0,5 milionů let. Brno-Líšeň, Lesní lom. Fotografie z elektronového mikroskopu.  
Foto: Archív Tomáše Kumpana



Vrstvy sedimentárních hornin představují přírodní archívy životního prostředí. Na obrázku je sled usazený při úpatí pevninského svahu v období karbonu – tmavé vrstvy se usazovaly po dlouhá tisíciletí pozvolným vypadáváním jemnozrnného materiálu ze suspense, zatímco světlé vrstvy vznikly z podmořských sesuvů během několika minut nebo hodin. Severní Španělsko, Asturias, Playa Antromero.  
Foto: Archív Tomáše Kumpana



Karbonské mořské (šedé) a permské pevninské (červené) sedimenty, s Andami v pozadí. Argentina.  
Foto: Archív Tomáše Kumpana



# Ústav chemie

# Na syntéze nanočástic mě nejvíce překvapila její nepředvídatelnost

MICHAELA DOLEŽALOVÁ  
**Studentka oboru Chemie**

Michaela Doležalová chtěla být původně překladatelkou, ale díky stáži Otevřená věda ji chemie zaujala natolik, že nyní pracuje na Oddělení materiálové chemie Ústavu chemie PŘF MU, kde se věnuje syntézám sol-gelů nanočástic.

## V současnosti studujete chemii. Jak jste si k tomuto oboru hledala cestu?

Na základní škole mi šlo bez snahy všechno snadno. Až na gymnáziu jsem se začala rozhlížet, co by mě nejvíc zajímalo. Zpočátku to byly jazyky. Je pro mě jednoduché zapamatovat si kvanta dat, slovíčka a gramatika pro mě nebyly problém. Směřovala jsem tedy k překladatelství. Ve druhém ročníku jsem se díky učitelce chemie a biologie dostala ke stáži Otevřená věda, vedené Akademií věd ČR. Procházela jsem si i různé jiné stáže, například mikrobiologii na Vysokém učení technickém a na Veterinární a farmaceutické univerzitě v Brně. Nejvíc mě však zaujala chemie prezentovaná profesorem Jiřím Pinkasem z PŘF MU. Poprvé jsem se zde setkala se skutečnou laboratorní chemií. Nakonec se naše spolupráce s profesorem Pinkasem rozvinula do Středoškolské odborné činnosti (SOČ). Mým tématem byly různé typy syntézy nanočástic analyzovaných pomocí několika metod. V laboratoři se mi zalíbilo, uvědomovala jsem si, že bych chtěla dál ve vědecké práci pokračovat, a nejlépe pod vedením profesora Pinkase, který mě při práci stále vedl.

## Co jste se během stáží dozvěděla o vědecké práci?

V žádném případě se nedala tato zkušenost srovnat s teoretickým předmětem chemie na střední škole. Rozhled mi poskytly právě stáže a kontakt s odborníky. Podobu studia na vysoké škole mi přiblížili doktorští studenti, kteří mě vedli a pomáhali mi. Chemie mě už tehdy nadchla a od té doby vím, že bych v této dráze chtěla pokračovat i nadále. Syntéza nanočástic je moc zajímavé téma.

## Jaká byla Vaše středoškolská představa o nanočásticích?

Moje základní představy vycházely z časopisů a médií. Popularizovaná definice nanočástice zní, že je to malá částice vykazující trochu odlišné vlastnosti, vhodné pro určité technologické postupy. Při syntéze nanočástic mě překvapila jejich nepředvídatelnost. Částice mají problémy se stabilitou nebo s distribucí velikosti, takže syntetizovat v průmyslu použitelné nanočástice je obtížné. Může se stát, že se syntéza nepodaří nebo jsou výsledky úplně jiné, než se čekalo. Když se experiment pokazí, tak musím pokaždé začít znovu.

## Dostala jste už od počátku svého studia na Přírodovědecké fakultě MU možnost věnovat se praktickému výzkumu?

Profesor Pinkas vede Oddělení materiálové chemie, kde se zkoumají kromě nanočástic i silikátové gely neboli sol-gely, do jejichž syntézy jsem se zapojila. Snažím se uzavřít do nich syntetizované nanočástice. Poté pozoruji případnou změnu vlastností sol-gelů. Je to neprozkoumané téma, nevíme přesně, co zde můžeme čekat, jde o základní výzkum. Neprozkoumanost mého tématu je pro mě velmi motivující. Ale protože toto téma ještě není nikde pořádně popsané, tak se těžko uchopuje. Nejsem si jistá prioritami výzkumu. Existuje velké množství způsobů, jak na částici nahlížet, co konkrétně měřit, jaký vliv to bude mít a jakou konkrétní vlastnost při výzkumu sledovat.

## Jakému zkoumání se věnuje materiálová chemie, na kterou se zaměřujete?

Materiálová chemie zkoumá struktury od molekul výše. Snažíme se vyvinout materiály s různými vlastnostmi. Vybíráme výchozí sloučeniny mající velký potenciál velkého povrchu, důležitého například pro katalytické či absorpční vlastnosti.

## Co přesně nyní zkoumáte na syntéze sol-gelů a nanočástic?

Syntéza sol-gelů a nanočástic současně je relativně čerstvé téma. Pracuji na něm něco málo přes rok a syntézy trvají relativně dlouhou dobu. Částici se mi podařilo v sol-gelu uzavřít, naměřili jsme několik spekter, abychom zjistili vlastnosti změněného gelu. Zjistili jsme, že částice v sol-gelu nejsou od sebe dostatečně izolované, protože sol-gel obsahuje kanálky, které jednotlivé nanočástice spojují. Když přesáhneme teplotu tání specifickou pro daný typ nanočástic, tak se slíjí dohromady. Od toho okamžiku už to není jenom jedna nanočástice. Potřebuji tedy zjistit lepší způsob enkapsulace. Když se mi podaří dojít k vytouženému výsledku, tak vymyslím, jakým dalším způsobem se pokus dá ověřit nebo zopakovat se stejným výsledkem. Není totiž vůbec snadné podmínky a vnější vlivy kontrolovat.

## Pozorujete, jak Vás vysokoškolské studium, kde se učíte především vědecký způsob práce, mění?

Stala jsem se mnohem zkušenější v organizování věcí. V laboratoři musí být práce vysoce organizována, musím vědět, kam mají syntézy směřovat, co od nich čekat, a když se stane něco nečekaného, tak co musím případně změnit. V začátcích, kdy jsem ještě neměla přísně vědecký návyk všechno zapisovat a kontrolovat, jsem zpětně často zjišťovala, že si nejsem schopná vybavit věci, které jsem si předtím nezapsala, protože jsem si myslela, že si je budu pamatovat. Takto postrádám spoustu postřehů z počátku svého zkoumání, které by bylo zajímavé srovnat se současným pozorováním. Je jich velká škoda. Raději si nyní zapisuji skoro všechno a až časem zjistím, co se z těchto srovnávacích pozorování dá vytěžit. Racionální přístup vědce mi vyhovuje svými přísně logickými postupy, ověřováním výsledků.

## Jak se vyrovnáváte s neúspěchem, s objevováním směrů, kterými cesta nevede?

Hodně nad neúspěchem přemýšlím a snažím se pokus co nejlépe a nejdříve napravit. Kdybych se tím ovšem trápila, tak bych nemohla ve výzkumu pokračovat. Zpočátku mě chyby mrzely a nebyla jsem si jistá, jestli mě budou v laboratoři ještě dál chtít. Ale čím déle tady jsem, tím více si všímám, že chyby dělá každý a pokazit se může vždycky všechno a každému. A pak je potřeba proces opravit nebo jinak nastavit.

## Které fáze zkoumání Vás baví více a které méně?

Nejvíce mě baví praktická syntéza, horší to je s měřením vzorku. To je časově náročné, někdy trvá jeho příprava i deset dní. I vyhodnocování dat je zdoluhavé. Co mě baví nejméně, je vyhodnocování všech dat s pomocí počítače. Jedna věc je vše změřit, další je výsledky porovnat, zjistit, zda odpovídají původním předpokladům. Pak jen sedím u počítače, hledám v databázích, snažím se spektra popsat a upravit, aby bylo zcela jasně vidět změny ve vzorku a v jeho vlastnostech. V případě chyby musím vše měřit ještě jednou, což je opět zdoluhavá práce, obzvláště když existuje měřených vzorků více.

## Je Váš výzkum individuální nebo spíše týmový?

V laboratoři jsem zvyklá pracovat individuálně. Ale při vyhodnocování výsledků je tým potřeba, sama bych to nezvládla. V dnešní době není ani možné, aby vědeckou práci člověk dělal jenom sám. Současná věda funguje na bázi úzkého zaměření odborníků na určitou část výzkumu. Proto jsou potřeba týmy, kdy každý poslouží svou znalostí.

## Věnujete se ve volném čase studiu jazyků, které Vás bavilo na střední škole?

Jazykům se věnuji, ráda bych jich znala co nejvíce. Hodně často nestačí jenom angličtina. Vidím to na přihláškách ke stážím, hostitelské instituce vyžadují od zájemců znalost místního jazyka. Studuji japonštinu a francouzštinu, začínám s němčinou. Rozšiřuji si znalost řečí a ráda bych si osvojila jazyky zemí, kam bych se chtěla vydat. Do Japonska jsem se už dostala jako turista a moc mě láká představa tam znovu odjet. Řeč mě učí rodilý Japonec, od kterého se učím i to, jak u nich společnost a věda fungují. Myslím si, že jejich vědecká úroveň je v porovnání s naší na mnohem vyšším stupni, protože k ní

mají jiný přístup. Jsou schopni obětovat studiu všechno, zatímco my si užíváme i svůj volný čas. Je těžké se tam dostat třeba na stáž. Musíte umět perfektně japonsky, protože jinou řečí se tam nedomluvíte.

### **Co je pro Vás synonymem studia na PŘF MU?**

Je to studijní výzva. Musím prokázat dostatečný rozhled nejen v chemii, ale skoro ve všech přírodovědných oborech. Rozdělení na předměty ve skutečnosti nefunguje. Záleží jen na způsobu popisu skutečnosti a na tom, jak k ní přistupujeme. Sice může být náročnější pro absolventy fakulty najít v některých případech na trhu práce uplatnění, ale když už práci najdou, tak je velice perspektivní. A pokud je jejich výzkum baví, tak mají zábavu na celý život. Domnívám se, že vědců je všeobecně nedostatek, zvláště těch dobrých.

### **Naplňuje Vás Vaše práce?**

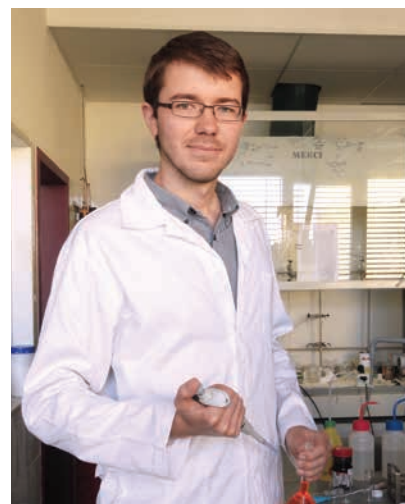
Určitě ano. Stále objevuji něco nového a zajímavého a mohu si připadat užitečná.

## Fotochemie je oblastí, která má perspektivu

PETER HORVÁTH

**Student oboru Chemie**

Peter Horváth se už při studiu na Gymnázium Jána Chalupku v Brezne věnoval studentským výzkumným projektům v oboru organické a analytické chemie. S jejich prezentací byl úspěšný v mezinárodních soutěžích. Od začátku svého studia na Masarykově univerzitě působí na Oddělení organické chemie, ve skupině zaměřené na fotochemii. Ve volném čase se věnuje bezmotorovému létání.



### Jak se vyvíjel Váš vztah k chemii?

Přírodní vědy mě zajímaly už na základní škole. Bavila mne hlavně geografie, pak jsem se dostal k fyzice, chemie mě začala bavit v devátém ročníku základní školy. Na gymnáziu jsem věnoval většinu svého pracovního času prakticky už jenom studiu odborné chemické literatury a práci v laboratoři.

### Účastnil jste se na střední škole soutěží nebo olympiád z chemie?

Prošel jsem olympiádou z chemie a byl jsem úspěšný v národní úrovni. Pak jsem začal pracovat na vlastních výzkumných projektech, s nimiž jsem vyhrál několik slovenských soutěží. Získal jsem různá ocenění, například Cenu ministra školství, zvítězil jsem ve slovenském národním kole ve Stredoškolské odborné činnosti z chemie. Postoupil jsem do několika mezinárodních soutěží, jako je například GENIUS Olympiad v USA, kde jsem vyhrál zlatou medaili a speciální cenu za nejlepší vědomosti. Na Intel ISEF v Pittsburghu v USA jsem vybojoval třetí místo v kategorii chemie, což považuji za svůj největší úspěch, protože jde o nejprestižnější mezinárodní soutěž studentských vědeckých projektů.

### Získali Vás pro chemii učitelé, nebo jste si k ní cestu našel sám?

Chemie mě zajímala hodně, ale o soutěžích vědeckých studentských projektů jsem nevěděl, jen o olympiádách a korespondenčních seminářích. Na gymnáziu jsem se o projektových soutěžích dozvěděl od své učitelky chemie. Měl jsem vlastní nápad týkající se metody spektrofotometrického stanovení některých těžkých kovů, například v odpadových vodách. Realizoval jsem vlastní výzkum v laboratoři na gymnáziu a též jsem chodil na slovenské univerzity, kde jsem prováděl některá měření. Výsledky jsem zpracoval do posterové prezentace, s níž jsem navštěvoval slovenské národní soutěže, z nichž jsem někdy postoupil do mezinárodních soutěží. Na gymnáziu jsem měl individuální studijní plán, nemusel jsem chodit do školy tak často jako ostatní studenti a svému projektu jsem mohl věnovat opravdu hodně času.

### Jak Vás napadlo téma týkající se metody spektrometrického stanovení těžkých kovů, konkrétně v odpadových vodách?

Našel jsem jednu komerční látku, která se vyrábí pro spektrofotometrické stanovení kadmia, a napadlo mě, že relativně jednoduchými syntetickými postupy, které lze provést i v laboratoři na gymnáziu, bych mohl syntetizovat podobné látky (deriváty), jež dosud nebyly zkoumány pro účel stanovení kadmia. Některé z těchto derivátů dovolily dosáhnout lepší citlivosti metody než s komerčně používanou látkou. Citlivost metody ale zase nebyla tak signifikantní, aby se vyplatilo tuto metodu patentovat. Asi by to stálo za vědeckou publikaci, ale dostat středoškolský projekt do vědeckého časopisu by bylo nemožné.

### Co pro Vás znamenala účast na mezinárodních soutěžích v zahraničí?

Viděl jsem hodně zemí, kam bych se jako středoškolák jinak nedostal. Přišel jsem do kontaktu s řadou odborníků a studentů z oblasti chemie. Přínosem bylo i to, že jsem při obhajobě před zahraničními akademiky dostal inspirativní zpětnou vazbu a naučil se obhajovat svoje argumenty.

## Jaký význam pro Vás měla středoškolská soutěž ViBuCh, kterou pořádá PŘF MU?

Byl to pro mě jeden z hlavních důvodů, proč jsem šel studovat do Brna. Měl jsem možnost pobývat týden na přírodovědecké fakultě, poznat zdejší lidi a výborné podmínky pro studium. Na kurzu ViBuCh jsem se také dozvěděl hodně o těch částech chemie, s jakými jsem do té doby nepřišel do kontaktu, například o výpočtové chemii a nukleární magnetické rezonanci. Rozhodoval jsem se mezi Univerzitou Karlovou a Masarykovou univerzitou. Tu jsem si nakonec vybral i kvůli doporučením kamaráda, který tu nyní studuje chemii o ročník výš. Znal jsem ho už z chemické olympiády a dal mi množství referencí o výzkumu pracovní skupiny, do které jsem se rozhodl zapojit.

## Jaké je zaměření Ústavu chemie? Jaké oblasti chemie se věnujete Vy?

Ústav chemie je rozdělený na Oddělení organické, fyzikální, anorganické, analytické a materiálové chemie. Já působím na Oddělení organické chemie, naše skupina se věnuje fotochemii. Jde o odvětví zabývající se interakcí chemických látek a světla, například v kontextu chemických reakcí, kde světlo funguje jako hnací síla reakce. Nebo se zajímáme o syntézu látek, jaké připravuji já, jež fluoreskují a mají zajímavé fotofyzikální vlastnosti například pro zobrazování v biologii. Pracuji tedy v laboratoři a vytvářím nové látky, jejichž fotofyzikální vlastnosti potom zkoumám pomocí spektroskopických metod.

## Říkáte, že vytváříte nové organické látky. Jak se to dělá?

Od specializovaných dodavatelů koupíte běžně používané jednoduché látky, tzv. stavební bloky, a syntetickými metodami je upravujete, spojujete, modifikujete jejich funkční skupiny, až se dostanete k cílové molekule. Tu z reakční směsi izolujete pomocí separačních technik a pomocí spektroskopických technik potvrdíte její chemickou strukturu.

## O co jde ve Všem fotochemickém výzkumu konkrétně?

Hned po nástupu jsem absolvoval setkání s profesorem Petrem Klánem, který vede skupinu organické fotochemie, a dohodli jsme se na náplni mého výzkumu. Začal jsem pracovat na vývoji nových organických fluoroforů. Jde o molekuly vykazující fluorescenci. Při ní látky absorbují elektromagnetické záření v podobě světla s vyšší energií a vyzařují světlo s nižší energií. Když se na ně svítí, například UV světlem, pro lidské oko neviditelným, tak molekuly vyzařují světlo ve viditelné oblasti spektra, což má široké uplatnění při vizualizaci buňkových struktur anebo při vizualizaci konkrétní molekuly, označené tímto flouroforem. Já se věnuji molekulám, jež obsahují pyroninový skelet a vykazují velký Stokesův posun, tedy velký rozdíl vlnové délky, při které absorbují světlo, a vlnové délky, při níž světlo emitují. Mají výhodu oproti látkám s nižším Stokesovým posunem. Když máme molekuly označené v buňkových strukturách, kde je flouroforů hodně, a když se absorpční s emisním pásmem překrývají, dochází k samozhášení, snižuje to celkový jas záření a nevidíte to, co vidět potřebujete. Konečná aplikace je možná v zobrazovacích metodách molekulární biologie. Lze například použít dvě barvy, které excitujete při 400 nanometrech. Díky tomu, že jedna látka má Stokesův posun 200 nanometrů a tedy emituje světlo až při 600 nanometrech, lze mezi ně vložit ještě barvivo, jež emituje při 500 nanometrech. Můžete tedy naráz označovat vícero barvivy při použití jedné excitační vlnové délky, což je samozřejmě výhodné.

## Podářilo se Vám publikovat výsledky své práce v nějakém odborném časopise?

První odborný článek, nazvaný Small-Molecule Fluorophores with Large Stokes Shifts: 9-Iminopyronin Analogues as Clickable Tags, mi v časopise *The Journal of Organic Chemistry* vyšel před nedávnem. Většinu experimentálních prací jsem měl na starost já, menší část spoluautoři, komunikaci s redakcí zajistil samozřejmě profesor Klán. Určitě jsem se naučil pracovat více systematicky a dokumentovat vše, co připravím, abych nemusel přeměřovat znovu a znovu, když mi chybí nějaká data. Moc nás potěšilo, že v časopise uvedli článek dokonce jako „featured“ a požádali nás o vytvoření titulní stránky. Ted' náš tým dokončuje druhý článek, kde budeme popisovat výsledky, které nebyly v článku prvním. Pak mám naplánované další projekty související s tématem fluoroforů s vysokým Stokesovým posunem.

## V čem Vám studium na naší přírodovědecké fakultě otevřelo nové možnosti?

Studium se mi oproti gymnáziu výrazně nezměnilo, většina vědomostí stále pochází ze samostudia. Co se týče výzkumu, v rámci skupiny se mi pracuje o moc pohodlněji. S kolegy se věnujeme podobným projektům, mám profesionální vedení, účastním se mítinků, kde diskutujeme výsledky a další postup na projektech. To je přesně to, co mi v období samostatné práce na výzkumných projektech na gymnáziu chybělo.

## Je ve Vaší odborné práci potřeba hodně trpělivosti?

Určitě ano. I když umíte předvídat, jak látky spolu reagují, často se Vám při složitějších reakcích výsledná látka nevytvoří anebo se rozpadne. Výzkum přináší celou řadu nečekaných problémů a jejich řešení je časově náročné. Na chemii mě nejvíc baví možnost syntetizovat nové sloučeniny, objevovat a zkoumat jejich vlastnosti a na jejich základě získávat nové poznatky s obecným využitím.

## Jakou máte představu o svém studijním a profesním životě po absolvování magisterského stupně studia?

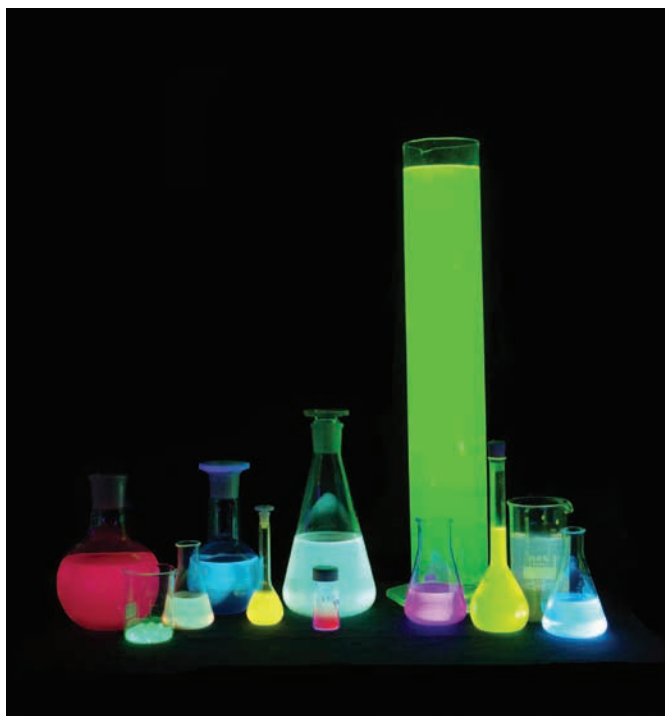
Rád bych zůstal u fotochemie. Minulý rok byla za práci v oblasti chemie udělena Nobelova cena za vývoj vysokorozlišné fluorescenční mikroskopie využívající látky podobné těm, které vyvíjíme my. Fotochemie je určitě oblastí, která má perspektivu. V magisterském studiu bych rád absolvoval stáž v rámci Erasmu a podle zkušeností bych doktorát zkusil získat v zahraničí.

## Při čem si od svého výzkumu nejlépe odpočínáte?

Kromě výzkumu a školy se věnuji své přítelkyni, která studuje medicínu. Poslední rok je pro mě relaxem také bezmotorové létání na větroních v Medláncích. Je to hodně velký „žrout času“, a tak mi teď na jiné koníčky prostor nezůstává.

## Jaký je to pocit, letět v něčem, co nemá motor?

O moc lepší než létat letadlem, jež motor má. Je tam ticho, je to větší zábava a větší výzva. Na to, abyste se ve vzduchu udrželi co nejdéle, využíváte stoupavé vzdušné proudy. Teď se připravuji na pilotní zkoušky. Létání pro mě znamená odreagování se. Nemyslím při něm na nic jiného.



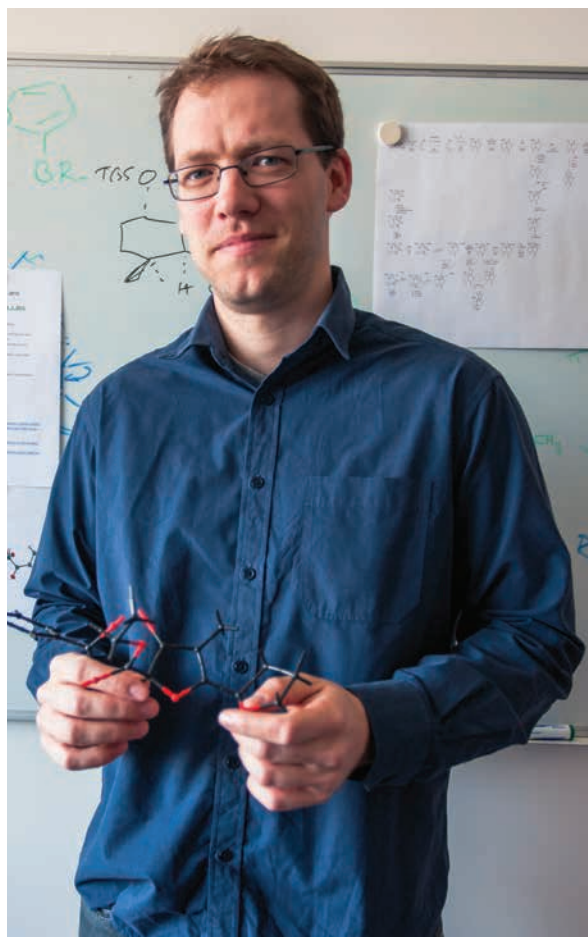
Fluorofory mohou absorbovat energii neviditelného UV záření a emitovat ji ve formě viditelného světla s vyšší vlnovou délkou.  
Portrétní a ilustrační foto: Archív Petera Horvátha

## Často je hotový výzkum prezentovaný z popularizačních důvodů jako relativně jednoduchý proces. V pozadí úspěchu ale stojí spousta práce, determinovanosti i občasného zklamání

JAKUB ŠVENDA

**Odborný asistent  
Ústav chemie**

Mgr. Jakub Švenda, Ph.D., vystudoval chemii a biologii na PŘF MU. Titul Ph.D. v oboru organické chemie získal na Harvard University, Cambridge, USA. Působil na Max Planck Institute of Molecular Physiology v Německu a od podzimu 2012 vede Laboratoř organické syntézy a medicínální chemie na Masarykově univerzitě.



### Který obor jste si vybral pro vysokoškolské studium?

Na střední škole mě zajímala biologie a medicína a měl jsem štěstí na dobrého učitele. Přihlásil jsem se na PŘF MU na obor Chemie-biologie, který jsem začal studovat jako učitelský obor společně s geologií. Nakonec mi to přišlo jako příliš široké spektrum zájmů a zůstal jsem u učitelské chemie a biologie. Na vysoké škole jsem se rok rozkoukával, než jsem se v druhém ročníku setkal s organickou chemií, která mě uchvátila. Její výklad v podání doktora Petra Beňovského, dříve pedagoga na MU, momentálně vedoucího výzkumu v jedné farmaceutické firmě, byl velmi přitažlivý. Živě si pamatuji, že jsem nevěděl jak se do výzkumné chemické laboratoře dostat. Ale zaklepal jsem na ty správné dveře.

### Co je posláním Laboratoře organické syntézy a medicínální chemie, kterou vedete?

Snažíme se zde vyvinout efektivní metody pro přípravu „malých“ organických molekul (látky s molekulovou hmotností menší než 900 daltonů, což odpovídá velké části současných léčiv) se zajímavou biologickou aktivitou. Jde o ambici podpořit na MU propojení klasické organické chemie, dříve relativně izolovaného oboru, s biologickými disciplínami. Komunikujeme s biology z České republiky (Lékařská fakulta MU, Akademie věd ČR) i ze zahraničí (například Max Planck Institute, Německo), kteří námi připravené molekuly testují ve svých buněčných systémech. Farmaceutický průmysl a biomedicínální výzkum běžně využívá metody molekulární biologie a genetiky, ale i malé molekuly, jako nástroje k ovlivňování významných biologických procesů. Doufám, že některé z našich výzkumných projektů budou mít význam i pro klinický výzkum.

### Jak se podle Vás ze studenta chemie stává úspěšný odborník?

Projekty v naší laboratoři často začínají výběrem biologicky a strukturně zajímavé malé molekuly, pro kterou je nutné navrhnout syntézu, tedy postup pro její poskládání z menších fragmentů. Studenti se potom v laboratoři snaží tento plán realizovat. Nevyhnutelně jsou součástí tohoto procesu i neúspěšné experimenty a je nutné si vybudovat jistou vnitřní rezistenci vůči zklamání. To ovšem ve finále dělá ze studentů



úspěšné absolventy a kvalitní experimentalisty. Kdo touhle cestou neprojde, protože má například štěstí nebo pracuje na projektu, který už byl někým dříve realizován, může být v budoucnu velmi zaskočen. Celý proces vývoje syntézy malé molekuly je ale zároveň velmi vzrušující, a odhodlaní studenti, kteří u svého výzkumu vydrží, velmi často řešení daného problému najdou. Samozřejmě jsou i situace, kdy je důležité být schopen říci: „Zkusili jsme všechno, co bylo možné, a teď musíme vymyslet alternativní strategii.“

### **Učíte svoje studenty, jak se při výzkumu vyrovnat s neúspěchem?**

Schopnost vyrovnat se s neúspěchem je individuální záležitostí. Úspěšní studenti se typicky s problémy vyrovnají relativně snadno, dokonce bych řekl, že je ženou vpřed. To důležité je si touto zkušeností projít a naučit se, jak v takových situacích reagovat. Ten pocit si člověk zapamatuje a nese s sebou. Svoji roli vidím z velké části v podpoře studentů během tohoto procesu. I já se v tomto směru stále učím, například jak efektivně se studenty komunikovat a jak využít maximum jejich potenciálu, aby se po ukončení magisterského studia mohli ucházet o místo v dobrých institucích.

### **Vnímáte svoji zkušenost s učitelstvím jako přínos pro práci s vlastní výzkumnou skupinou?**

To určitě ano. Vystudoval jsem učitelství, prošel jsem si v rámci školní praxe výukou na střední škole, a skončil jsem jako odborný chemik v laboratoři. Přednášení na vysoké škole je pro mě relativně čerstvá zkušenost. Výuka je zajímavá a je náročné vypracovat se v dobrého učitele. Vyžaduje to vedle základních předpokladů kontinuální a intenzivní přípravu. Bylo pro mě inspirativní sledovat, s jakým bezprecedentním nasazením se lidé na Harvardu na přednášky připravovali. Nejde jen o znalosti, ale i o schopnost podívat se na představovanou látku z pohledu studenta, o schopnost nezahltit ho množstvím faktů a vybavit ho dostatečně flexibilním uvažováním pro jeho budoucí působení. Dnes určitě není nedostatek informací, otázkou je, které z nich vybrat a jak je strukturovat.

### **Jak vnímáte svou zkušenost s budováním nové pracovní skupiny?**

Jsem relativně spokojen s momentální velikostí své výzkumné skupiny. Nebylo jednoduché ji nově vybudovat, protože pro studenty jsem byl zcela neznámým pedagogem. Přesto se mi podařilo získat několik velmi šikovných studentů. Důležité také bylo, že jsem získal evropský grant (Marie Curie Foundation) umožňující integraci vědce v rámci vybrané instituce. Podpora zahrnovala flexibilní finanční podporu naprosto nezbytnou pro dovybavení laboratoře na MU a nákup chemikálií potřebných pro experimentální výzkum. Na dobrých institucích je běžné, že seniorní vědci pomáhají novým skupinám v rozjezdu, a mně v tomto směru výrazně pomohl jeden z mých kolegů, doktor Kamil Paruch. Každému studentovi se zájmem o působení v chemické laboratoři se snažím, v rámci možností, dát příležitost.

### **Jaká je další cesta molekul, které Vaše laboratoř vyvíjí?**

Lze se věnovat jen syntéze pro syntézu. Ačkoliv se v naší laboratoři věnujeme výhradně organické syntéze, snažíme se, aby projekty nekončily přípravou dané molekuly, ale spíše byly začátkem pro následnou chemicko-biologickou spolupráci. Ideální je samozřejmě neformální a přirozená spolupráce. Naše laboratoř je zodpovědná za „poskládání“ (syntézu) malých molekul, které předáme biologům pro testování v buněčných systémech, a výsledky společně diskutujeme. Je nezbytné být otevřen spolupráci a přesvědčit ostatní týmy o tom, že technologie malých molekul má i v jejich výzkumu co nabídnout. Není to jednoduché – najít vhodné molekuly je náročný proces. Přesto je potenciál celého přístupu velmi zajímavý a tato technologie často nabízí komplement k tradičním metodám studia biologických procesů. Příkladem jednoho z komplexních procesů, který nás zajímá, je diferenciací buněk indukovaná malými molekulami. Jde o oblast ve které pracují na MU kvalitní vědecké skupiny doktora Petra Dvořáka a doktora Aleše Hampla.

### **Co podle Vás může naše fakulta nabídnout zahraničním studentům?**

Myslím, že máme k dispozici kvalitní infrastrukturu a syntetické laboratoře na evropské úrovni. Klíčová pro přilákání dobrých zahraničních studentů je ovšem také vědecká úroveň a jméno celé instituce. V rámci naší laboratoře se snažíme nabídnout kvalitní training v oblasti organické syntézy a medicínské chemie a některé z projektů jsou myslím velmi zajímavé. Pracujeme také na tom, aby i pro zahraniční studenty existovaly kurzy v dostatečném spektru a kvalitě a aby bylo možné absolvovat většinu přednášek i v angličtině. S tím souvisí i nutnost dalšího rozvoje doktorského programu.

### Co Vám dalo studium na špičkových zahraničních univerzitách?

Díky nadaci Alfreda Badera, který zřídil stipendium pro doktorský program v oboru chemie na špičkových univerzitách (Columbia University, Harvard University, University of Pennsylvania, Imperial College of London), jsem mohl studovat na jedné z nejuznávanějších chemických institucí na světě. Dostal jsem se tak do zaběhnutého a skvěle fungujícího prostředí, což bylo velmi motivující. Běžné doktorské studium v USA trvá pět let a výběr školitele hraje ve formování studenta významnou roli. Pracoval jsem pod vedením profesora Andrewa Myerse, špičkového vědce v oblasti organické syntézy a opravdu výborného mentora. Společně se svými kolegy jsem trávil v laboratoři spoustu času, což vytvářelo takřka rodinnou atmosféru. Byla to pro mě výborná zkušenost a každému studentovi bych přál něco podobného prožít. Svoje zkušenosti se v nejlepší možné míře snažím předat svým studentům.

### Jakým způsobem Vás výzkum naplňuje po osobní stránce?

Baví mě. Organická chemie je logická záležitost, celou řadu věcí lze odvodit. Běžně připravujeme nové molekuly a studujeme jejich vlastnosti, což je fascinující. Často musíme řešit problémy, na které není možné se předem zcela připravit. Zkušenost a znalosti jsou důležité pro jejich překonání. Když se obtížný experiment povede, je to dobrý pocit. I přesto, že jsme tlačeni časem a financováním, je důležité si v základním výzkumu ponechat prostor pro překvapení a být otevřen náhodě. Je velmi vzrušující, když pozorujete něco nečekaného. Mnohdy se ukáže, že podobné pozorování už někdo dříve popsal, ale ne vždy. Když se potom experimentu věnujete detailněji, abyste zjistili, jak celý proces funguje, mohou z toho vzejít velmi zajímavé věci.

### Jaká profesní výzva je před Vámi?

Velkou výzvou je být schopen nabízet talentovaným studentům experimentální výzkum, který bude zajímavý, a také spoluvytvářet prostředí s kvalitní výukou. Rád bych takto přispěl k formaci začínajících vědců, kteří by mohli v budoucnu působit na dobrých institucích. Moje předchozí zkušenosti mi v tomto směru nastavily laťku velmi vysoko.

### Jak relaxujete?

Moje práce mě naplňuje a rád čtu o věcech, které třeba jen vzdáleně souvisí s chemicko-biologickým výzkumem. Kromě trávení času s rodinou relaxuji hudbou. Hrou na trumpetu a na klavír procvičuji odlišnou část mozku než při práci odborné. To mě odreaguje spolehlivě.

# **Ústav matematiky a statistiky**

## Objevování mi dává motivaci studovat, ale tím, že studuji, zase nacházím nové prostory, kde je co objevovat

JANA SOTÁKOVÁ

**Studentka oboru Obecná matematika**

Jana Sotáková je studentka obecné matematiky, která se matematice začala věnovat už na střední škole, ráda boří stereotypní obrázek matematiků. Matematika je zejména její koníček, zdaleka ne však jediný. Mezi její sny patří dům na pláži a rovnocenné postavení žen ve společnosti, lidské i matematické.



### Začněme tím, že si píšete blog pod názvem **Můj svět, moje matematika. O čem Váš blog je?**

Píši o tom, co se děje v mém osobním i matematickém životě. Psát vyloženě matematický blog není jednoduché a zabere to hodně času, proto mne to ani příliš neláká. Mám sice rozpracovaných více matematických témat najednou, ale každé z nich mi bude trvat tak měsíc práce, než s tím budu spokojená. Blog píšu dvojjazyčně, anglicky i česky, protože mám spoustu zahraničních přátel, ale blog mi slouží i jako kontakt s rodinou – moje babičky anglicky nemluví. Matematické články píši spíše anglicky. Blog držím více na osobní úrovni, je ale překvapivě hodně lidí, kteří píší o svém matematickém výzkumu, nejznámější z nich je asi matematik Terence Tao. Píše i hodně studentů matematiky. Když chce člověk zpracovat matematické téma jasně, srozumitelně a pravdivě, spoustu věcí se u toho naučí. Matematická témata se objevují sama, většinou čtu nějakou knížku, ve které není něco dobře vysvětleno, a když o tom přemýšlíte, zjistíte, že se to dá udělat třeba jednodušeji. Čas od času mě napadne něco milého, co chci sdělit matematickému světu, nejde mi o popularizaci, ale o komunikaci s lidmi, kteří se matematice věnují.

### Byl Váš vztah k matematice odjakživa vřelý?

Na základní škole mě bavily jednoduché příklady, hádanky, rébusy, kde se čeká jednoduchá odpověď. První soutěží, která mě bavila, byla na druhém stupni základní školy Pythagoriáda, kde stačí vyřešit příklad a říci výsledek. Věnovala jsem se matematické olympiádě, ale zkoušela jsem také olympiády v zeměpisu, ale i chemii a historii. Na střední škole jsem studovala v matematické třídě na Gymnáziu Brno, třída Kapitána Jaroše 14. Tam mě čekalo více matematiky, ale na základní i střední škole jsem byla především atlet, běžec na krátké tratě, překážky, což mi bralo nejvíc času. Začala jsem však chodit na stáž Otevřená věda, pořádanou Akademií věd ČR. Tam jsem se setkala se svým současným vedoucím bakalářské práce, profesorem Radanem Kučerou. Od poloviny druhého ročníku jsem za ním docházela třikrát, čtyřikrát měsíčně na pár hodin. Naučila jsem se od něj opravdu hodně. Tam se začal vyvíjet můj hlubší vztah k matematice, protože spousta věcí, co mě naučil, byla krásná, a to člověka nadchne. Získala jsem chuť dozvědět se víc.

### Jak vypadá studium matematiky v praxi?

Každý to má trochu jinak, ale v mém vztahu ke studiu matematiky jde o dvě stadia. Jednak jde o „biflovací fázi“, rozhodnete se, že se naučíte nějakou část matematiky, a věnujete tomu většinu svého času, vezmete si knížku a nevylezete z postele, dokud se z ní všechno nenaučíte. Samozřejmě, většinou se člověk poměrně záhy zasekne, ale s každým pokusem se dostane dál a dál a pokaždé si z toho něco odnese. A jednak jde o objevitelskou část, kdy vás v knížce, skriptech či odborném článku zaujme nějaký odstaveček, nebo se dozvíte něco podnětného, a pak první noc strávíte na Wikipedii brouzdáním

a hledáním všeho, co se o tomto tématu dá říci. Další dny strávíte na matematickém fóru, kde se ptáte na zdroje, hledáte, kdo o té věci kdy co řekl, kdo napsal jaký vysvětlující článek. Buď odpověď najdete snadno, nebo zjistíte, že si musíte spoustu materiálů nastudovat, abyste ten problém pochopila, takže se zase dostanete do „biflovací fáze“. Nedávno se mi například podařilo dostatečně odpovědět na otázku, na kterou jsem se poprvé zarazila asi před třemi lety. Náhodou jsem našla odpověď v poznámce pod čarou. Celý problém mi vysvětlila, což je skvělý pocit. Objevování vám dává motivaci studovat, ale tím, že studujete, zase nacházíte nové prostory, které byste chtěla prozkoumat. V zásobě mám spoustu problémů, o nichž se dá bavit s kolegy. Občas mi mozek „sepne“ brzy, občas jde o trýznivé měsíce, kdy otázce nerozumíte, zaseknete se v knížce a nejste schopná přečíst jeden hloupý odstavec, ale to ke studiu matematiky patří, pak je nejlepší problém na chvíli odložit a jednou za čas se k němu vracet.

### **Spoustu informací si tedy musíte udržet v paměti. Spoléháte se na tu svou, nebo pracujete i s „externími paměťmi“?**

Musím si psát spoustu poznámek. Často mám problém s koncentrací. Když je něco moc jednoduché, tak to mou pozornost nepřitáhne, když je to moc složité a v látce se ztratíte, je těžké si z toho něco odnést. Ale naučila jsem se psát si velmi rychle hodně detailní poznámky. Vedu si matematický deník, kam si zapisuji nejdůležitější postřehy. Když jsem například na semináři, udělám si pracovní poznámky, doma si je projdu, během několika týdnů se k nim snažím dostudovat podrobnosti a až pak si z nich vytvořím souvislý zápisek. Když si nic nenapíšu, brzo to zapomenu, kdybych si to zapsala hned, nebude to dávat smysl. Když něco slyším poprvé, většinou to nemám šanci hned pochopit. Musím to v sobě nechat uzrát a dohledat si veškeré možné důležité poznatky.

### **Vztah k Přírodovědecké fakultě MU jste získala už na střední škole díky stáži Otevřená věda, kdy jste na fakultu docházela. Ke studiu jste byla přijata bez přijímaček, na základě úspěchů z matematické olympiády. Účastnila jste se nějakých akcí pořádaných fakultou pro středoškoláky?**

Byla jsem na seznamovacím kurzu pro maturanty v létě před začátkem studia. Seznámila jsem se zde s některými ze svých budoucích spolužáků, což bylo velmi přínosné. Hlavním pozitivem studia matematiky je možnost komunikace a diskuse s různými stejně zaměřenými lidmi. Je rozhodně jednodušší studovat s někým dalším, než se učit sama. Samozřejmě knihy za Vás nikdo nepřechte, ale když se někde „zaseknete“, je skvělé mít někoho vedle sebe. Mně a kolegům se takovéto vazby podařilo navázat už na přípravném kurzu. Je příjemné, že poznáte také studenty z vyšších ročníků, kteří akcí organizují, poznáte budoucí spolužáky, a je mnohem lepší, když od začátku semestru potkáváte na chodbách lidi, které znáte, než když vstupujete na neznámé území. Pravidelně chodím na Noci vědců, jde o velmi pohodový večer. Dozvíte se něco nového a máte možnost poznat své vyučující a vědce z ústavu v jiném světle.

### **Momentálně jste na studijní stáži v Holandsku. Čemu se věnujete tam?**

Jde o stáž programu Erasmus při matematickém ústavu Leiden University. Jsem tu měsíc a čekají mě zde ještě asi tři až čtyři měsíce. Zejména tady píšu svou bakalářskou práci, která je o jednom algoritmu na rozkládání velkých čísel na prvočísla. Shodou okolností, jeden matematik, který stál u zrodu tohoto algoritmu, profesor Hendrik Lenstra, je v Leidenu emeritním profesorem a jeden z jeho bývalých studentů, profesor Peter Stevenhagen, má tento algoritmus rád a rovněž o něm publikoval. Kontaktovala jsem ho a dohodli jsme mou stáž. Oproti našemu ústavu je zde opravdu velká výzkumná skupina zaměřující se na teorii čísel. Jde o desítky lidí, takže je to pro mne nová zkušenost. Kromě svých předmětů a bakalářky tu navštěvuji přednášky i semináře a tak se seznamuji s matematickým světem.

### **Vaše téma bakalářské práce spadá pod teorie čísel, což zní velice obecně. Co si pod tímto termínem může laik představit?**

Teorie čísel je odvětví matematiky zabývající se analogiemi vlastností přirozených čísel. V množině přirozených čísel máme prvočísla, základní stavební bloky všech přirozených čísel v tom smyslu, že se každé číslo dá zapsat jednoznačně jako součin prvočísel. Víme přesně, jaká nejvyšší mocnina prvočísla naše číslo dělí, máme velká a malá čísla, umíme udělat záporná čísla a zlomky a z nich umíme vytvořit reálná čísla. Zjednodušeně se dá říci, že v teorii čísel vezmete jednoduché vlastnosti celých čísel a snažíte se je zobecnit pro „divočejší“ čísla. Ale je to neobyčejně hravá oblast, ptáte se třeba: když máme

číslo, které je druhou mocninou, a přičteme k němu dvojkou, můžeme dostat číslo, jež je mocninou třetí? Všimnete si třeba, že  $5^2 + 2 = 27$ , což je  $3^3$ . A hledáte víc takových řešení. I takováto jednoduchá otázka vás dovede téměř okamžitě jak ke klasické algebraické teorii čísel, tak do jedné z nejmodernějších oblastí matematiky. Jsou to mnohdy jednoduché otázky s velmi těžkými odpověďmi. Například  $x^2 + 2 = y^3$  jiné řešení v celých číslech už nemá, kromě  $(-5)^2 + 2 = 3^3$ , ale není to vůbec jednoduché ukázat, a když vám dvojkou nahradím jiným číslem, odpověď se drasticky změní. Jednoduché nejsou ani základní otázky o prvočíslech. Chovají se trochu chaoticky, trochu pravidelně, a pro matematiky i aplikace je důležité jejich chování podrobně znát. Můj vedoucí se věnuje kruhovým jednotkám, což je velmi specializovaná oblast teorie čísel, já bych se raději věnovala více geometrické části. V teorii čísel si vlastně můžete najít všechno. Je tu krásná čistá algebra, silný geometrický pohled, náhoda a pravděpodobnost, ale také pro mě „ošklivá“ analýza, která ovšem dává nádherné výsledky, a je potřeba, tak se ji stejně musím naučit. Hodně se mi líbí, že často najdete známé věci ve velmi nečekaných místech. To je v matematice běžné. Nějaké téma vás přestane bavit, a tak se vrhnete na něco, co se vám prostě líbí víc. A když uděláte tři, čtyři podobné skoky, zjistíte, že jste zpět na své domácí půdě, která z nové perspektivy vypadá ještě lépe než kdysi.

### Jaká je praktická uplatnitelnost Vaší práce?

Kdysi měla teorie čísel aplikace v hudbě, teď je nejvíc viditelný přínos v kryptografii, tedy šifrování. Když potřebujete s někým komunikovat a nechcete, aby vás někdo odposlechl, vymyslíte šifrovací protokol. A tím se otevírá otázka jeho bezpečnosti. Mě zajímá, jak abstraktně zašifrovat zprávu, i když praxe je v tomhle taky neuvěřitelně zajímavá. V teorii čísel se nachází spousta drobných nápadů, které lze v kryptografii využít. Nyní je třeba moderní šifrování pomocí eliptických křivek. Moje bakalářka se dotýká šifrovacího protokolu RSA, který využívá toho, že opravdu velké číslo (stovky cifer) neumíme rozložit na prvočísla dostatečně rychle. Algoritmus, který studuji, umí rozložit číslo o 230 cifrách za 2,5 roku matematické spolupráce, a to je zatím suverénně nejrychlejší pro velká čísla. Ale kryptografie je pro mě spíše koníček, zajímá mě, jak se zde teorie čísel používá. Nejsou to jenom aplikace, řada algoritmů v sobě má spousta skvělých myšlenek, ze kterých se můžete hodně naučit, a navíc vás to přinutí opravdu porozumět všem výhodám a nevýhodám toho, co a jak děláte.

### Jakou máte představu o svém studijním a profesním životě po absolvování magisterského stupně studia?

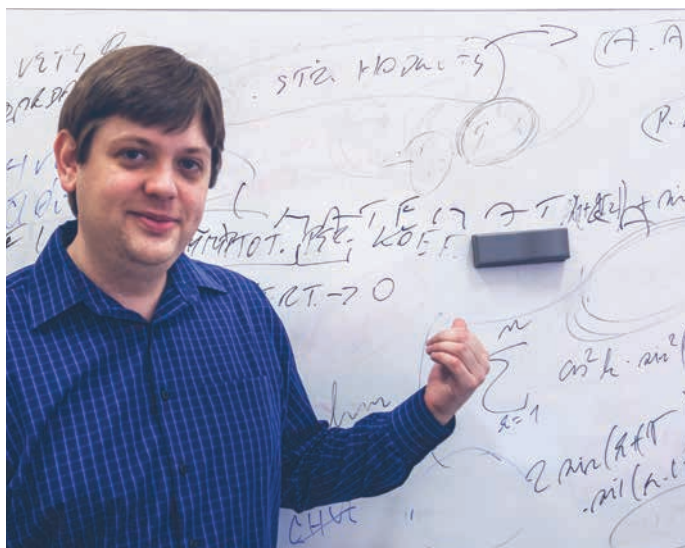
Chtěla bych zkusit získat titul Ph.D., a pak se uvidí. Ráda bych učila na vysoké škole, předávání vědomostí mě baví a věřím si, že se časem naučím učit. Teď sice o matematice umím povídat nadšeně, ale občas se nechávám trochu unést. Navíc témata, která mě zajímají, nejsou třeba pro středoškoláky přístupná, nicméně bych se ráda zapojila do projektu podobného Otevřené vědě nebo vedla práce vznikající v rámci Středoškolské odborné činnosti.

### Jaké máte kromě matematiky zájmy?

Bohužel už jsem skončila s běháním. Zajímám se o studium jazyků, učím se francouzsky, německy a také holandsky, stále rozvíjím svou angličtinu, zajímá mě spíš gramatika než konverzace. Na střední i vysoké škole jsem se věnovala latině, teď už ji potkávám, jen když přemýšlím, která slova jsou odkud přejatá. Baví mě historie matematiky a snažím se dělat matematice dobrý obrázek ve světě. Snažím se například podporovat dívky v rozhodnutí studovat matematiku nebo přírodní vědy. Ráda čtu, učím se nové věci, a i když hodně cestuji, snažím se trávit čas s přáteli a rodinou.

## Matematika je v jistém smyslu spravedlivější než jiné obory: je v ní mnohem lépe zjistitelné, kdo má pravdu a kdo se mýlí

MICHAL VESELÝ  
**vědecký, výzkumný  
 a vývojový pracovník**  
**Ústav matematiky a statistiky**



RNDr. Michal Veselý, Ph.D., po maturitě na Gymnáziu Dr. Karla Polesného ve Znojmě (v roce 2002) začal studovat matematiku na Přírodovědecké fakultě MU. V oboru Obecná matematika zde získal titul Bc. (2005) a v oboru Matematická analýza poté tituly Mgr. (2007), RNDr. (2007) a Ph.D. (2011). Je autorem či spoluautorem 15 vědeckých článků obsahujících nové výsledky, z nichž 13 vyšlo v časopisech s impaktním faktorem. Další 6 článků je již přijato k publikaci nebo v recenzním řízení (stav k 1. 4. 2015). U většiny článků je hlavním autorem. Zúčastnil se 12 vědeckých konferencí, kde prezentoval své výsledky. Ze stáží jsou pravděpodobně nejdůležitější 2 dvouměsíční – v Ulmu v Německu, kde se seznamoval s tamní výukou předmětů finanční matematiky, a nedávná na Univerzitě Komenského v Bratislavě, kde vznikl základ pro současnou vědeckou spolupráci s tímto pracovištěm.

### Patřil jste mezi žáky, kteří se učí matematiku snadno, nebo jste si k ní cestu postupně budoval?

Nikdy jsem s matematikou neměl žádné problémy, a tak jsem si k ní nemusel hledat cestu příliš složitě. Nebylo to ovšem tak, že bych tušil, že se jí jednou budu živit.

### Jaké zájmy jste měl v dětství?

V dětství mě zajímala celá řada věcí, nejvíce asi logické a strategické hry. Zabýval jsem se především klasickými deskovými hrami. Hrál jsem i šachy. Dáma mě pak nebavila vůbec, neboť obsahuje málo kombinací. Spíše mě bavilo číst si o starých až částečně zapomenutých hrách a zkusit všechny jejich varianty. Měl jsem dětskou ambici něco nového vymyslet. Vybavuji si, jak jsem sám tvořil hry. Myslím si však, že se mi nikdy žádnou nepovedlo vytvořit dokonale. Byly nedomyšlené – nepředkládaly vyvážené situace pro jednotlivé hráče. Tehdy mně hraní a tvorba her jen vyplňovala čas.

### Co pro Vás bylo důležité při volbě oboru vysokoškolského studia?

Paradoxně jsem se nejdříve rozhodl, čím bych se jednou chtěl živit. Volil jsem povolání, možné budoucí uplatnění. A pak jsem podřídil volbu vysoké školy, fakulty a oboru tomuto rozhodnutí. Překvapivě poměrně rychle jsem vylučovací metodou v maturitním ročníku dospěl k závěru, že by pro mě byla nejvhodnější vědeckovýzkumná činnost. A pak už šlo jenom o rozhodnutí, v čem bych mohl něco zajímavého zkoumat. Matematika mi ze všech možností vycházela na prvním místě. Líbilo se mi například, že matematika je v jistém smyslu spravedlivější než jiné obory: je v ní mnohem lépe zjistitelné, kdo má pravdu a kdo se mýlí; je zde mnohem průkaznější, co je správné a co nikoliv. Zároveň se mi líbilo, že můžu dosahovat významných výsledků, aniž bych měl oporu v podobě skvěle vybavené laboratoře. Jedinec, který je talentovaný, může v matematice konkurovat velkým skupinám vědců, a to jsem vnímal jako obrovské plus.

### Zohledňoval jste také vynaložené úsilí, které svému budoucímu oboru budete muset věnovat?

Toho jsem se až tak moc nebál. Není to tak, že bych si nějak zvlášť věřil, ale byl jsem odhodlán se vybranému oboru plně věnovat. Kdybych se rozhodl pro jiný obor, věnoval bych se mu rovněž naplno.

Vědecký způsob práce byl pro mě ten nejlákavější. Představa, že třeba skončím někde v laboratoři v sutěru, pro mne byla velice lákavá. Domnívám se, že k tomu je třeba mít „správnou náuru“.

### **V čem pro Vás byla lákavá teoretická matematika, které se nyní věnujete?**

Mě nikdy nebavilo počítání. Zajímalo mě řešení abstraktních problémů.

### **Čím přesně se nyní zabýváte?**

Můj výzkum má dvě nesouvisející části, spíše jde o dva paralelní výzkumy. V jednom se zabývám skoroperiodičností řešení homogenních lineárních diferenčních systémů a ve druhém oscilatoričností pololineárních diferenciálních rovnic.

### **Vysvětlil byste, co jsou skoroperiodické funkce, kterým jste se věnoval ve všech stupních svého studia?**

Zidealizovaně se jevy charakterizují jako periodické, ale ve skutečnosti mají „kazy“. Vyskytují se v nich perturbace a v důsledku toho je nutné brát v potaz obecnější než periodické případy. Z tohoto důvodu se zavedly a studují kvaziperiodické, pseudoperiodické, limitně periodické nebo právě skoroperiodické funkce. Já se zabývám různými zobecněními periodických úloh. Ve chvíli, kdy přejdeme od periodické úlohy k mírně obecnější, nezohledňujeme příliš mnoho nových situací, pouze periodická vstupní data nahradíme o něco málo obecnějším případem, a tak je velmi zajímavé, že vznikají specifické situace, jež v tom ryze periodickém případě nastat nemohou. Vznikají popisné události a dostáváme výsledky, které by člověk nečekal. Právě na to se zaměřuji.

### **O co jde ve Vašem zkoumání diferenciálních rovnic?**

Věnuji se kvalitativní teorii diferenciálních rovnic. Rovnice je zápis obsahující rovnítko a něco neznámého. A diferenciální rovnice vznikne, když pozici neznámého obsadí funkce a když se v rovnici vyskytuje i nějaká její derivace. Celé kouzlo kvalitativní teorie spočívá v tom, že většinu konkrétních diferenciálních rovnic neumíme explicitně vyřešit. Přesto jsme ale schopni analyzovat chování jejich řešení.

### **A co znamená „skoroperiodičnost řešení rovnic“?**

Skoroperiodičnost je jakási zákonitost, jež řešení vykazuje. Jde o zákonitost realizace konkrétních hodnot.

### **Řešíte konkrétní problémy?**

Neanalyzujeme rovnice pro žádný konkrétní případ. Vezmeme hned nekonečně mnoho úloh, obecnou situaci, obecné koeficienty a vyřešíme vše najednou, pokud to ovšem dokážeme. Já se ve svém výzkumu odvolávám na dřívější práce a zdůvodňuji, proč zkoumám dané typy rovnic, právě odvoláním se na předchozí výsledky. Zobecňuji, vylepšuji, doplňuji a posouvám výsledky, které už přede mnou někdo obdržel a uplatnil je v aplikacích.

### **Jaký máte vztah k práci pedagoga? Bavilo Vás přednášet od začátku?**

Učím finanční matematiku, vyučuji také na Fakultě informatiky MU. Na Přírodovědecké fakultě MU učím dále matematickou analýzu – parciální diferenciální rovnice, obyčejné diferenciální rovnice a v příštím roce bych si k tomu měl přidat i dynamické systémy. Dodnes si myslím, že jsem se ještě ne naučil učit. Pořád to zkouším a pořád se mi nezdá způsob, jakým přednáším. Stále v něm vidím rezervy a nedostatky. V každém semestru něco udělám jinak. A nikdy nemám pocit, že by to bylo k lepšímu. Učím překvapivě docela dlouho: začal jsem v magisterském studiu. Poměrně dlouho také přednáším ve větších posluchárnách. Bylo mi snad dvacet čtyři let, když jsem poprvé přednášel na Fakultě informatiky MU v učebně D1. Když jsem vstoupil do přeplněné posluchárny, kde je více než dvě stě míst k sezení, v duchu jsem si řekl: „A sakra“. A nebyl jsem si docela jist, že vím, co dělám. Tento pocit trval do chvíle, než jsem se dostal k probírání matematiky. Najednou zde byl konkrétní problém. Byl jsem si jistý, že vím, co mám říkat. Najednou jsem věděl, co mám dělat. A šlo to. Ale respekt z výuky mám dodnes. Nepodceňuji přípravu. Vždy mám dopředu velmi podrobně rozmyšleno co, jak a kdy během výuky



budu provádět a mám vše rozpočítané na časové úseky tak, aby mi vše vyšlo v ideálním případě přesně na stanovenou dobu. Výuku řeším hodně. Ale pořád ještě nejsem spokojený.

### **Dostali Vás někdy studenti do úzkých nějakou otázkou?**

Dodnes se mi stává, že se student na něco zeptá, naznačí rozpor s tím, co říkám, a já velice znervózním. Nejsem si jist, zda je ta nervozita vidět navenek. Dle všeho není, ale mohu se mýlit. Většinou přichází námitky k příkladům, když studenti mají pocit, že jsem něco nezohlednil nebo dosadil špatnou hodnotu. Na otázku reaguji tak, že se otočím k tabuli a celé to přepočítávám v hlavě. Štěstí je, že mi obvykle netrvá moc dlouho příklad přepočítat. Poctivě se na výuku připravuji, takže by se mi nemělo stát, že natrefím na příklad, kde doopravdy netuším, o čem jde. Mám to štěstí, že jsem se zatím nedostal do příliš svízelné situace. Nevím, jak bych zareagoval, kdybych nějakou větší chybu spáchal. Stát se to může každému. Přehlédnutí je v matematice velmi snadné. Na druhou stranu se dá velmi lehce opravit a všichni tolerují a chápou, že se člověk jenom přepsal. Skutečně závažná chyba ve výuce by byla problém. Asi bych se omluvil tak sto až stopadesátkrát v průběhu přednášky. A protože se snadno nechám znervóznit, vůbec netuším, zda bych přednášku dokázal dokončit. Ale měl bych. Jsem za to placený. (Usmívá se.)

### **Jaké typy problémů pro studenty do výuky připravujete?**

Vždy podřizuji výuku tomu, co mám přednášet a procvičovat. Analýzu přednáším zcela odlišným způsobem než finanční matematiku. V analýze dávám důraz na dovednosti studentů vypočítat danou úlohu rychle, efektivně, s využitím nejsilnějších nástrojů, které máme k dispozici. Nechci, aby se studenti naučili jedinou metodu, o které ví, že funguje. Motivuji je, aby zkoušeli různé cesty k nalezení řešení problému, aby si s ním „hráli“. Ve finanční matematice se naopak zaměřuji na nejdůležitější praktické úlohy a kladu důraz na tradiční postupy i zápisy.

### **Jaký je Váš vztah k chybám? Znervózňují Vás?**

Směřem k ostatním jsem tolerantní, ale mé vlastní chyby mě štvou moc. Všechny své články vědecké povahy neustále kontroluji. Jsem si vědom, jak snadno v nových věcech může dojít k omylu. Mohu něco nedomyšlet a udělat velkou chybu. Právě proto mi většinu času při výzkumu zaberou kontroly a opravování. Doba, kdy přemýšlím nad výsledkem, je překvapivě mnohem kratší, než doba věnovaná kontrolám. Myslím si, že kdybych byl příliš suverénní, měl bych blíže k velké chybě, kterou bych ani nebyl schopen dodatečně zjistit. To u mne asi funguje i během výuky. Jakmile jsem v klidu a mám pocit, že teď nemůžu nic pokazit, přestanu se soustředit a minimálně začnu mluvit zmateně. Neustálá kontrola je pro mě zásadní. Domnívám se, že matematika to vyžaduje.

### **Jaký je Váš názor na povinnost maturity z matematiky?**

Kdybyste mi tuto otázku položila před více než deseti lety, ideálně v době, kdy jsem byl studentem na střední škole, pak bych řekl velké množství kategorických, rázných, velkohubých slov a v každém případě bych byl rezolutně proti. Na střední škole jsem hodně vnímal své vrstevníky a uvědomoval jsem si, co by se stalo, kdybychom nechali z matematiky povinně maturovat ty, co tento předmět nenávidí. Říkal jsem si, že oni by matematiku nechápali jako řešení problémů. Oni by ji degradovali na nefungující algoritmy. Vůbec by nechápali proč a jak co funguje a hlavně by nebyli schopni danou úlohu modifikovat. A to jsem nevnímal jako žádoucí. A dnes, možná i proto, že přednáším finanční matematiku, si uvědomuji, že člověk může mít reálný užitek z matematiky i v situaci, kdy úplně přesně neví, jak a proč v ní postupy fungují. Aktuálně říkám, že jsem spíše proti povinné maturitě z matematiky.

### **Při jakých činnostech si od své práce, kladoucí důraz na kontrolu, nejlépe odpočnete?**

Nejlépe si odpočinu, jakkoli je to možná neuvěřitelné, při přemýšlení o problémech v matematice. Mám rád abstraktní problémy. Čím obecnější, tím lepší. Relaxuji při řešení situace, kdy objevím nový problém, zamýšlím se nad ním, snažím se vymyslet protipříklad nebo si uvědomit, proč by měly některé závěry platit zcela obecně. Zpočátku při tomto procesu jenom nervózně přecházím sem a tam a v hlavě si procházím všechny možnosti. Zabývám se tím hodiny v kuse. Na tuto část své práce se těším a vůbec po ní nejsem unavený. Hodně specifické je, že si nedělám žádné poznámky. Myslím si, že řešení problémů v matematice bez poznámek je hodně neobvyklé. Samozřejmě hrozí nebezpečí, že

ve chvíli, kdy člověk vytvoří v hlavě dlouhou konstrukci, tak ji před přenosem na papír buď pozapomenou, nebo si až dodatečně uvědomí problémy, které ho předtím nenapadly. Právě tahle fáze přemýšlení nad matematikou bez poznámek a výpočtů mě ale baví nejvíce a funguje jako příjemný relax. Pokud se však ptáte na činnosti zcela nesouvisející s matematikou, tak mohu odpovědět jednoslovně, filmy.

### **Jste schopen film jenom pasivně vnímat?**

Některé filmy ano. Většinou předvídám děj, který mě nezaujme dost na to, abych se na něj plně soustředil. Ale jsou i skvělé výjimky.

### **Máte na matematické konstrukce dobrou paměť?**

Paměť se mi zlepšuje. Nedokážu svůj způsob přemýšlení přesně vyjádřit. Jde o pohrávání si s matematikou. Přemýšlím nad tím, co by mohlo platit a co ne. Zkouším vymyslet protipříklady anebo vyplývající návaznosti, souvislosti jednotlivých dílčích výsledků. Velmi často si až dodatečně uvědomím, že jsem hodiny zvažoval naprostý nesmysl a dlouhou sérii myšlenek mohu beztrápně zapomenout. Ale ta první fáze řešení problémů, kdy vymýšlím možné přístupy a vytvářím konstrukce bez poznámek, je pro mě natolik lákavá, že ji nechci opustit. Já k smrti nerad něco píši nebo počítám. Nejen v matematice je to ale samozřejmě nezbytné. Toho jsem si vědom.

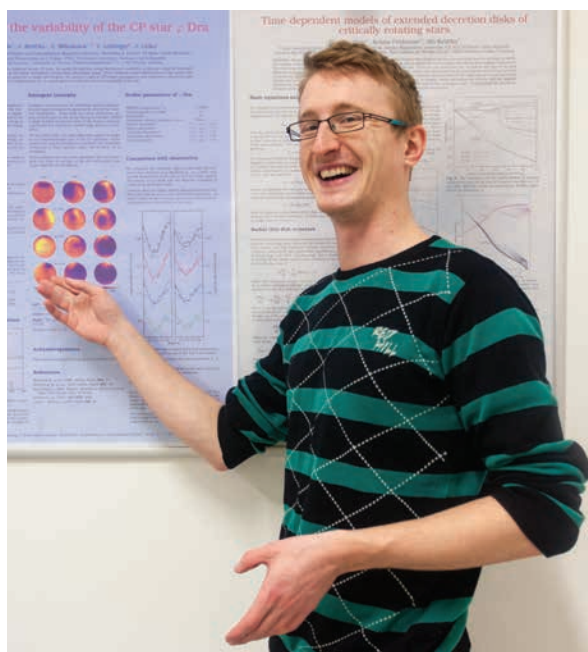
# **Ústav teoretické fyziky a astrofyziky**

## Znám důvod, proč a jak co funguje, což je pointou mého úspěchu

MIROSLAV JAGELKA

### Student oboru Teoretická fyzika a astrofyzika

Bc. Miroslav Jagelka studoval osmileté Gymnázium Jozefa Lettricha v Martine se specializací matematika-fyzika. O astrofyziku se zajímal od dětství, na střední škole byl úspěšný v mezinárodních kolech astronomických soutěží. V současné době studuje astrofyziku na PŘF MU v magisterském stupni, specializuje se na problematiku tzv. chemicky pekulárních hvězd.



#### Jaký jste měl na základní a střední škole vztah ke školním předmětům?

Zkoušel jsem si najít vztah ke každému předmětu, i když ne všechny mě úplně bavily. Všude jsem se snažil najít nějakou logiku, důvod, proč by mě to mělo zajímat. Bral jsem jako samozřejmost, že se určité věci musím naučit, ale zároveň mě i zajímaly. Když jdu po lese, vím, jaké jsou kolem mě rostliny. Podívám se na oblohu a vím, co tam najdu za hvězdy. Znáám důvod, proč co a jak funguje, což je vlastně pointou mého úspěchu. Snažím se rozumět všem věcem, jdu v nich do hloubky a jsem spokojený, až jim skutečně porozumím.

#### Jak jste si utvářel vztah ke studiu hvězd?

Byl jsem pro astronomii od dětství nadšený. S astrofyzikou jsem začal asi v šestém ročníku základní školy v astronomickém kroužku. Také jsem se zapojil do astronomické soutěže Čo vieš o hviezdach, kde jsem měl už ze začátku menší úspěch, což mě potom motivovalo se astronomii více věnovat. Součástí soutěže byly teoretické otázky, prověřování schopnosti orientace na obloze a počítání astronomických příkladů. Jednou jsem vyhrál metrový dalekohled, z kterého jsem potom pozoroval v noci z otevřeného okna hvězdy. Postupně se mi na soutěžích začalo dařit více. V osmém ročníku základní školy jsem vyhrál první místo v národním celoslovenském kole a do soutěže jsem se zapojoval i na střední škole. V té době byla na Slovensku založena Astronomická olympiáda. Ve třetím ročníku střední školy jsem vyhrál první místo v rámci celoslovenského kola a jel jsem na mezinárodní kolo do Teheránu v Íránu. Byla to moje první zkušenost s mezinárodní olympiádou, takže jsem ještě neměl šanci se umístit. Ale podařilo se mi získat čestné uznání. Rok nato se mi opět podařilo vyhrát celoslovenské kolo Astronomické olympiády. Tentokrát jsme jeli do Číny, olympiáda byla organizovaná v Pekingu, kde se mi podařilo získat stříbrnou medaili. Díky vítězstvím v soutěžích jsem šel bez přijímacích zkoušek studovat astrofyziku na PŘF MU v Brně.

#### Jaký pro Vás byl začátek studia na Oddělení astrofyziky Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky Přírodovědecké fakulty MU?

Zpočátku jsem si nebyl jistý, zda si mám podat přihlášku na astrofyziku nebo na fyziku, ani jsem nevěděl, kterou školu si vybrat. Na Slovensku se astrofyzika vyučuje až od magisterského stupně, nejbližší škola se nachází v Brně a další ještě v Praze a v Opavě. Fyzika by mi nabízela do budoucnosti lepší vyhlídky a širší možnosti uplatnění, ale obával jsem se, že její studium nebudu pohodlně zvládat. I když jsem byl přijat na oba dva obory, rozhodl jsem se pro studium astrofyziky. Začátky studia byly, jako asi pro každého studenta, dost obtížné. Zatímco astronomické předměty jsem zvládal bez problémů, matematika a fyzika mě nutily se hodně učit, abych měl dobré známky.

## **V čem jsou zajímavé tzv. proměnné hvězdy, kterým se Váš ústav dlouhodobě věnuje? Jak jste se k jejich studiu dostal?**

Téma proměnných hvězd mi bylo nabídnuto při výběru tématu bakalářské práce. Oslovil mě profesor Zdeněk Mikulášek, jedna z největších kapacit v oboru. Proměnné hvězdy jsou obecně jakékoliv hvězdy měnící svou jasnost. Dělíme je na dva základní typy. Jeden typ jsou geometricky proměnné hvězdy, jejichž jasnost se mění na základě geometrie a rotace hvězdy s nerovnoměrně rozloženým jasným povrchem. Druhý typ jsou fyzicky proměnné hvězdy, ve kterých probíhá nějaká fyzická aktivita, jako erupce, exploze nebo průtok hmoty z jedné hvězdy na druhou. Tato situace nastává ve dvojhvězdných systémech, kde jsou hvězdy velmi blízko sebe a v určitém bodě se mezi nimi vyrovnávají síly. Může nastat moment, kdy hvězda překoná gravitační bariéru a čím více se rozpíná, tím větší množství její hmoty protéká na hvězdu druhou. Já se zabývám chemicky pekulárními, tedy proměnnými hvězdami majícími na svém povrchu skvrny. Jsou zajímavé tím, že jsou barevné s nerovnoměrně rozloženým jasným povrchem.

## **Co to znamená, že je hvězda „chemicky pekulární“?**

V atmosféře hvězdy nastává jev, kdy energie proudící z vnitřku hvězdy přerozděluje jednotlivé prvky, například železo, chrom, hořčík, křemík, hélium apod. Dejme tomu, že máme atom železa mající větší poloměr než atom vodíku. Tento atom je nadnášený větší silou, a proto se může stát, že se do atmosféry vynese asi tisíckrát víc železa, než je obvyklé. V tomto případě se může pohltit ve spektrálních čárách větší objem energie a efekty výsledných barev i změny jasnosti jsou následně významnější. Nemusí se ale jednat jen o případ nadprůměrného množství prvku obsaženého v atmosféře, může jít také o jeho podprůměrné množství. Světlo je téměř jediná informace přicházející k nám z vesmíru. Pokud k nám vyzařuje stále stejný objem světla, dokážeme zjistit o hvězdě jenom pár informací, například teplotu nebo přítomnost magnetického pole. Hvězdy, které zkoumáme, se nachází od Země tak daleko, že bychom tuto vzdálenost mohli přirovnat k pozorování vlasu ze vzdálenosti sta metrů. Ani současná velmi vyspělá technika neumožní přímé mapování vesmírných objektů. Jakákoliv změna světla nám poskytne dodatečnou informaci. Použitím odlišných filtrů můžeme odměřit, kolik energie k nám dopadá z hvězdy v jednotlivých vlnových délkách. U proměnných hvězd s barevnými skvrnami můžeme například určit periodu rotace, z čehož můžeme přibližně určit jejich poloměr. Díky existenci spektrálních čar můžeme určit ze světla i procentuální složení atmosféry nebo gravitační zrychlení.

## **Máte v plánu se tomuto tématu věnovat v magisterském a doktorském studiu?**

Pokračování mého výzkumu v této oblasti je spíš automatické. Pohybují se v ní už delší dobu, vykonal jsem velké množství výzkumu a stále v něm pokračuji. Stávám se v této oblasti odborníkem. Existuje mnoho výzkumů, na které bych chtěl navázat.

## **Čemu se věnujete ve svém volném čase?**

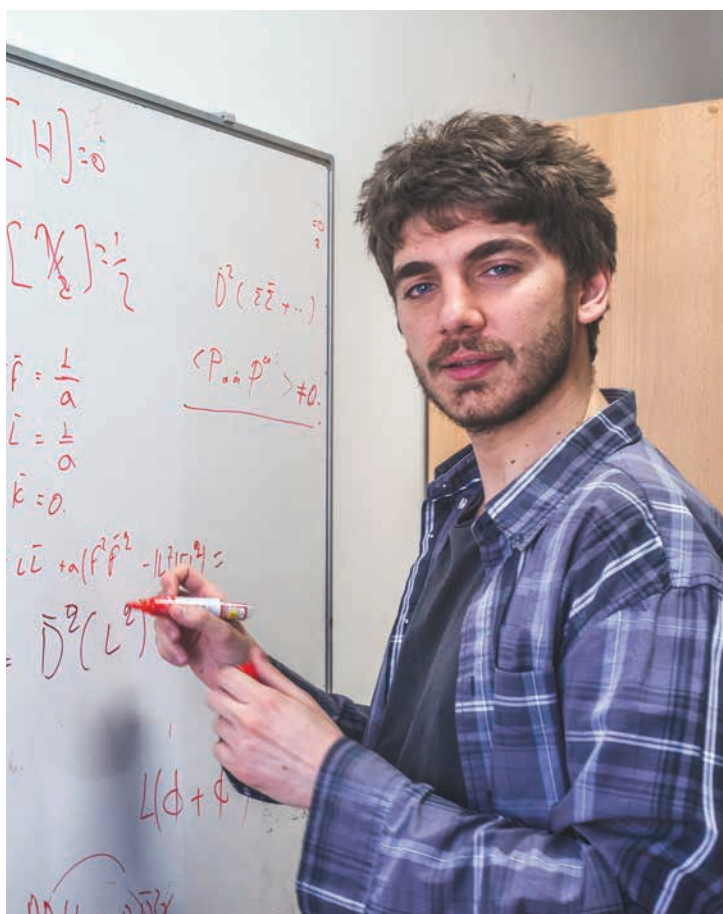
Dříve jsem se věnoval mnoha aktivitám, většinou nějakému sportu. Například volejbal hraji velmi dlouhou dobu. Věnoval jsem se i stolnímu tenisu, společenským tancům, squash, ručním výrobkům, skládal jsem Rubikovu kostku, učil jsem se žonglovat, zpíval jsem ve sboru. V poslední době jsem členem kolejni rady. Spolupracuji také s organizací GaTe, kde připravujeme pro mládež aktivity, jako jsou letní tábory a další akce.

## **Jaké možnosti profesního uplatnění Vám astrofyzika nabízí?**

V astrofyzice mohu jít třemi základními směry. Buď studium ukončím teď a půjdu na hvězdárnu dělat popularizační astronomii nenabízející žádnou možnost rozvoje a vědeckého výzkumu. Výhodou je, že bych zprostředkoval vědu veřejnosti. Je to poloviční cesta mezi vědou a amatérismem. To mi nevyhovuje, potřebuji mít možnost jít někam dále. Druhá možnost je zavřít se do nějakého výzkumného ústavu, kde bych pracoval jenom profesionálně, což je pro mě příliš jednostranné. Ideální možnosti mi poskytuje učení na vysoké škole. Možnost vyučovat studenty, zprostředkovávat vědu mladým lidem, popularizovat vědu a přednášet amatérskému publiku, navštěvovat konference, poznávat cizí země, navazovat spolupráci s jinými školami a také si vypisovat vlastní výzkumné projekty a granty na výzkum. Učení na vysoké škole by mi poskytlo potřebnou flexibilitu v mém povolání.

**Fyzika je věda o energetických škálách. Fyzikové se snaží pochopit, jak se tyto škály objevují a jaké jsou jejich hodnoty. Studují věci, které jsou esenciální. Teoretičtí fyzikové se snaží pochopit základní strukturu přírody**

FOTIS FARAKOS  
**odborný pracovník**  
**Ústav teoretické fyziky**  
**a astrofyziky**



Dr. Fotis Farakos, Ph.D., studoval teoretickou fyziku na oddělení fyziky univerzity v Athénách. V magisterském studiu se věnoval více kvantové kosmologii, v doktorském stupni se začal věnovat teorii supergravitace, která kombinuje principy supersymetrie a obecné teorie relativity. Tomuto tématu se věnuje také v postdoktorské stáži na PŘF MU. Být teoretickým fyzikem pro něj znamená dělat to, co ho baví.

### **Jaký je Váš vztah k fyzice a matematice?**

Matematika je pro mě velice krásná a zábavná věda. Musíte se jí hodně učit, ale když jí porozumíte, nikdy se s ní nebudete nudit. A to platí i o fyzice. Dělat jen výpočty pro výpočty je nuda. Zapojit je ve fyzice znamená, že matematicky vyjadřujete věci, které opravdu existují, jsou základní, a proto důležité, snažíte se pochopit základní strukturu přírody. Na střední škole jsem měl raději matematiku, fyzika byla trochu nudná, protože vám dali všechna ta pravidla, která musíte následovat, a to pro mne nebylo to pravé. Matematika byla opakem, můžete použít jakýkoli postup, když dojdete ke správnému výsledku. Proto mám moc rád matematiku a chtěl jsem ji studovat, ale rodiče mě přesvědčili, že jako fyzik najdu snáze povolání. Stále jsem se ale zaměřoval na hodně matematickou fyziku, která se v teoretické fyzice dobře uplatní. Na konci magisterského studia jsem měl fyziku rád stejně jako matematiku. Ale nyní jsem zcela zaujatý fyzikou.

### **Jak hodnotíte podmínky pro své postdoktorské studium na Ústavu teoretické fyziky a astrofyziky PŘF MU?**

Jsem tady moc spokojený, protože tu jsou lidi ochotní spolupracovat. Na ÚFTA našem ústavu oceňuji, že je otevřen mezinárodní spolupráci. Myslím, že studenti jsou tady šťastní a mají perfektní podmínky pro své výzkumy. Mezi Čechy se cítím podobně jako s lidmi v Řecku. Moc se mi líbí Brno, mám ho velmi rád. Je v srdci Evropy a dá se odsud snadno cestovat, jezdit na konference, komunikovat s dalšími fyziky, což je pro mne profesně ohromně důležité.

## V čem je pro fyziku důležitá komunikace?

Důležitá je komunikace v čase i prostoru, to znamená hodně se inspirovat tím, co již udělali fyzikové před námi, a pracovat v týmu. Více lidí toho více zvládne. Kromě toho, že sám hodně cestuji, zveme na ústav často hosty, například mé kolegy z Národní technické univerzity v Athénách (NTUA) Ioannise Dalianise nebo Cristiana Germani z mnichovské Ludwig-Maximilians-Universität.

## Vy se věnujete kosmologii a částicové fyzice. Jak tyto obory souvisí s teorií inflace, na které také pracujete?

Kosmologie se zabývá vesmírem v jeho počátcích, v současnosti i budoucnosti. Tzv. Standardní kosmologický model Velkého třesku měl některé teoretické problémy. Jednou z možností jejich řešení je říci, že se ve velmi raném stádiu vznikání vesmíru vyskytlo období inflace. V současnosti pozorujeme světlo velmi nízké frekvence pocházející z vesmíru (CMB), které podporuje teorii inflace. Já jsem fyzik částic, který pracuje se supersymetrií. Zkouším pochopit, jak inflace funguje v supergravitaci.

## Jaké problémy teorie supersymetrie staví před teoretické fyziky?

V částicové fyzice označuje supersymetrie symetrii mezi bosony a fermiony. Podle supersymetrických teorií každý fundamentální fermion má bosonického superpartnera a naopak. Supersymetrie může být aplikována na kvantovou teorii i na standardní model částicové fyziky a v obou případech pomáhá řešit problémy těchto teorií. Ale když se tomuto tématu chcete věnovat, musíte nejprve vysvětlit, jak a proč se supersymetrie narušuje. V teorii s neporušenou supersymetrií se předpokládá, že každý pár superpartnerů sdílí to samé množství vnitřních kvantových členů. Například „selectron“ (superpartner elektronu) by byl bosonickou verzí elektronu. Měl by mít stejnou hmotu, a proto by měl být snadno naležitelný i v laboratorních podmínkách. Jenomže žádná taková částice nebyla dosud pozorována. Pokud tedy existuje supersymetrie, pak musí být tzv. spontánně narušenou symetrií. Mechanismus porušení supersymetrie je důležitý pro teoretické i experimentální fyziky.

## Co to znamená, že se věnujete fenomenologii v částicové fyzice?

Jde o to, že něco pozorujete a snažíte se být teoretický, jak nejvíce dokážete. Staráte se o to, jak vytvořit matematicky popsateľný mechanismus, který se shoduje s experimentem. Jde o popis a predikci toho, jak se věci dějí a dít budou. Fenomenologie tvoří most mezi matematickými modely teoretické fyziky (například kvantové teorie pole, teorie struktury časoprostoru) a experimentální fyzikou částic. V rámci Standardního modelu je fenomenologie kalkulací podrobných předpovědí pro experimenty. Kromě Standardního modelu se fenomenologie zabývá experimentálními důsledky nových modelů: jak by bylo možné jejich nové částice hledat, jak měřit parametry modelu a jak lze model odlišit od jiných, konkurenčních modelů. Když chcete jít dál, opustíte fenomenologii a začnete se věnovat teoretické fyzice: Snažíte se popsaný mechanismus vysvětlit. Začnete se ptát, proč funguje právě tak, jak funguje.

## Co znamená pro částicovou fyziku Standardní model, který je znám především díky prokázání existence tzv. Higgsova bosonu?

Standardní model, přesněji Standardní model částicové fyziky nebo Standardní model částic a interakcí, je teorie, která popisuje silnou, slabou i elektromagnetickou interakci a elementární částice, jež tvoří veškerou hmotu. Jde o teorii formulovanou v sedmdesátých letech. Je to kvantová teorie pole, jež je konzistentní jak s kvantovou mechanikou, tak se speciální teorií relativity. Dodnes jsou výsledky téměř všech pozorování i experimentů zkoumajících interakce popsané Standardním modelem v souladu s předpoklady a odvozenými důsledky této teorie. Standardní model je schopen adekvátního popisu hmoty, kterou vidíme kolem sebe. Poslední experimentálně prokázanou částicí Standardního modelu je právě Higgsov boson.

## Zmínil jste, že je pro Vás jako pro teoretického fyzika důležité dělat „dobrou teorii“. Co to pro Vás znamená?

Když jste teoretický fyzik, děláte teorii proto, že vás to baví. Pro mě je důležité dělat věci, které mě baví, a to, že mohu využít matematické výpočty. Dobré teorie se snaží vysvětlit nějakou malou část fyziky, protože teorie fyziky je obrovská a není dosud sjednocená. Sledujete nějaký specifický teoretický

problém a hledáte mechanismus, který by jej mohl vysvětlit. Často máte různé teorie vysvětlující tu samou věc. Je důležité studovat různé teorie a nakonec je srovnat s experimentem, abyste pochopili, co se v přírodě odehrává.

### **Kterého fyzika v historii obdivujete nejvíce?**

Z rané fyziky je to Isaac Newton. Myslím, že právě on začal s teoretickou fyzikou a s moderním způsobem fyziky založené na užití matematiky a pozorování. Matematiku používal jako řeč fyziky. Začal vytvářet matematické nástroje, které fyzici potřebují. Samozřejmě, že s matematickými nástroji pracovali fyzici i před ním, ale on dokázal sjednotit mnoho dosud známých teorií.

### **Co pro Vás nyní představuje výzvu do budoucna?**

Budu šťastný, když lépe pochopíme mechanismus porušení supersymetrie. Zatím čekáme na nové výsledky LHC experimentu, které ukáží, zda supersymetrie v přírodě existuje, nebo ne.



# Anotace

Cílem publikace je formou rozhovorů představit studenty a vědce ze všech ústavů Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity (PřF MU) v kontextu jejich studia a výzkumné práce. Jednotlivé rozhovory výstižně představují složitost a pestrost aktuálních témat výzkumu a vzdělávání na naší fakultě. Čtenář se dozví, jaké motivace naše respondenty vedly ke studiu přírodních věd a matematiky, co je na vědecké práci baví, čemu je tato práce učí i co jim přináší. Publikace vznikla díky projektu CZ.1.07/2.3.00/45.0018, Popularizace vědy a výzkumu v přírodních vědách a matematice s využitím potenciálu Masarykovy univerzity.

# Abstract

The aim of this collection of interviews is to introduce students and scientists from all institutes of the Faculty of Science, Masaryk University, in the context of their study and research. These interviews introduce in detail the complexity and diversity of current research and education at the Faculty. The reader is welcome to read which motives led our respondents to study natural sciences and mathematics. We present what they enjoy and appreciate about their research and study. The publication was published thanks to the project CZ.1.07/2.3.00/45.0018, “Popularization of Science and Research in Natural Sciences and Mathematics using Potential of Masaryk University”.



## **Rozhovory se studenty a vědci Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity**

Editoři: Zuzana Kobíková, Zuzana Došlá, Milan Gelnar  
Korektura: Magdalena Bronson  
Autor fotografií: Oliver Staša, archívy respondentů  
Grafický design a sazba: Metoda spol. s r.o., Hluboká 14, 639 00 Brno  
Tisk: TISKÁRNA K-TISK s.r.o., Dolní 1452/11, 79201 Bruntál



Vydala Masarykova univerzita, Brno 2015

Publikace vznikla díky projektu CZ.1.07/2.3.00/45.0018, Popularizace vědy a výzkumu v přírodních vědách a matematice s využitím potenciálu Masarykovy univerzity.

ISBN 978-80-210-7863-5

