

„Zelená chemie“ je způsob, jakým se chemik dívá na svět

2.4.2024 - | Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Závěr uplynulého roku pro vás musel být velmi příjemný, že? Nejprve vám prezident republiky předal profesorský dekret, v dalším týdnu jste převzal Cenu rektora za mimořádné výsledky ve výzkumu a vědě...

Určitě, sešlo se to pěkně (směje se – pozn. red.). Na jednu stranu je to ocenění, na druhou stranu závazek. Byť to na první pohled vypadá jako čistě osobní ocenění, jde o uznání skvělé práce celé řady kolegů a studentů a zároveň neuvěřitelné podpory ze strany rodiny. Přirovnal bych se proto ke špičce ledovce ...

Když už jsme u prezidentů, sám jste se jedním stal, konkrétně prezidentem Evropské federace katalytických společností. Jaké jsou vaše úkoly plynoucí z této funkce? A jak zvolení prezidentem vnímáte?

Docela dlouhou dobu jsem byl v šoku. Zasedání EFCATS v Praze jsem se účastnil s hlavou plnou myšlenek na konferenci Europacat2023, která odpoledne začínala. K mému překvapení mne kolegyně z Polska, prof. M. Witko, s níž jsme spolu s kolegy z Česka, Maďarska, Polska a Slovenska konferenci připravovali, navrhla jako kandidáta. Ještě větší překvapení pak bylo, když jsem byl zvolen. Zpětně to vnímám jako ohromné vyjádření důvěry, ve kterém se asi odrazilo, jak jsme zvládli přípravu konference Europacat, a také pozitivní očekávání, jak konference proběhne. Nejde tedy pouze o osobní poctu, ale poctu všem, kdo se na organizaci Europacat2023 podíleli.

Naštěstí funkce prezidenta EFCATS nevyžaduje každodenní nasazení. Hlavními úkoly, které s kolegy v šestičlenném řídicím výboru řešíme, je výběr letních/zimních škol katalýzy, které finančně podpoříme, dále sledujeme přípravu příští konference Europacat 2025 v norském Trondheimu a připravujeme výzvu pro podání přihlášek na příštího organizátora konference Europacat v roce 2027. Na podzim jsme museli narychlo zajistit úpravu stanov a na jaře mne čeká jednání se sponzory cen, které EFCATS uděluje v různých kategoriích předním vědcům v oblasti katalýzy. Na podzim budeme vyhlašovat nominace na tato ocenění a posléze pak vybírat ty, kteří ocenění dostanou.

Ve výzkumu se zabýváte mj. využitím heterogenní katalýzy pro přeměny látek získaných zpracováním biomasy na pokročilá biopaliva a chemikálie. Oblast biopaliv přitom prošla ve vnímání laické veřejnosti bouřlivým vývojem od nadšení k naprostému odmítání. Jaká je vědecká a průmyslová realita?

Máte pravdu, je to tak trochu ode zdi ke zdi a všichni mají pocit, že tomu rozumí. Z pohledu výzkumu zůstává využití biomasy, a to jak na chemikálie, tak na biopaliva, horkým tématem. Klíčové je porozumění přeměně biomasy, resp. látek z ní získaných, na látky, které jsme schopni dále využít a třeba jimi nahradit produkty, které dnes vyrábíme z ropy. Výzkum biopaliv byl z mého pohledu takovým odrazovým můstkem. Díky velikosti trhu s motorovými palivy a snaze zavést biopaliva se našly peníze na výzkum v této oblasti. Z výsledků výzkumu nyní teží další oblasti, jako je například výroba chemikálií z biomasy za pomoci katalytických technologií.

Biopaliva jsou emočně spojena s na jaře všudypřítomnými poli s řepkou olejkou, lihovary namísto cukrovarů a nestabilitou způsobenou dotačními pobídkami. Nevole vůči biopalivům této tzv. první generace se přenesla, podle mne neprávem, na celou oblast biopaliv. Nicméně například biopaliva

vyráběná ideálně z různých odpadních rostlinných olejů a živočišných tuků se komerčně prosadila i přes svou vyšší cenu. Kromě povinnosti biopaliva přidávat do motorových paliv je důvodem jejich významně lepší kvalita, protože neobsahují síru ani aromáty, a jsou tak významně šetrnější k životnímu prostředí. Navíc, pokud budeme i nadále mít potřebu létat na dovolenou, představují takto vyrobené uhlovodíky nejlepší (tedy životní prostředí nejméně zatěžující) řešení. To se odráží ve strmém nárůstu výrobních kapacit a využití všech dostupných odpadních zdrojů. Ponecháme-li stranou dopravu, kterou lze elektrifikovat, jsou pro ostatní dopravu biopaliva určitě schůdnějším řešením než v dnešní době hojně skloňovaná „e-fuels“.

Na jaká konkrétní témata se se svou skupinou GreenCats zaměřujete?

Naše skupina se zajímá především o heterogenní katalyzátory a jejich využití pro selektivní přeměny látek získaných z biomasy. Snažíme se porozumět vztahům mezi katalyzátorem (jeho složením, strukturou a vlastnostmi) a jeho chováním v chemické reakci (jeho aktivitou, selektivitou a stabilitou). Typicky jde o hydrogenační a hydrogenolýzní reakce, které nám umožňují regulovat obsah kyslíku v produktech, a také o kondenzační reakce, díky nimž jsme schopni řídit molekulovou hmotnost a strukturu produktů. Našimi oblíbenými reaktanty současnosti jsou 5-hydroxymethylfurfural, furfural, guajakol, anisol a mastné kyseliny.

Výzkumný záběr je tak velmi pestrý. Na jedné straně si připravujeme vlastní katalyzátory, a to nejen relativně jednoduchou modifikací vhodných komerčně dostupných nosičů, ale také nosiče syntetizujeme, abychom získali maximální kontrolu nejen nad složením katalyzátoru, ale také nad jeho strukturou a zejména jeho vlastnostmi. To je zcela zásadní. Drobné variace vedou ke změnám ve vlastnostech, např. díky specifickým interakcím mezi nosičem a aktivní kovovou složkou, často s podstatným dopadem na skladbu produktů. Naší snahou je mít skladbu produktů pod kontrolou tak, abychom získávali pouze žádané produkty a minimalizovali množství produktů vznikajících vždy přítomnými vedlejšími reakcemi. Abychom byli schopni tyto změny interpretovat, zabýváme se vedle syntézy i detailní charakterizací fyzikálně-chemických vlastností syntetizovaných katalyzátorů. Některé z charakterizací zvládáme sami, na dalších spolupracujeme s kolegy jak z Centrálních laboratoří, tak z dalších ústavů na VŠCHT. Bez jejich pomoci by to rozhodně nešlo, protože záběr potřebných charakterizací nejenže překračuje možnosti malé výzkumné skupiny, jako je GreenCats, ale i celé VŠCHT. Spolupracujeme proto s celou řadou dalších kolegů jak v ČR, např. na Katedře fyzikální chemie na Univerzitě Pardubice anebo Institutu environmentálních technologií VŠB v Ostravě, tak v zahraničí, např. ITQ Valencie, NIC Lublaň, Univerzita Lipsko, Åbo Akademi a mnoho dalších.

Na druhé straně se pak věnujeme detailnímu testování přeměn našich vybraných reaktantů v průtočných i vsádkových reaktorech v relativně širokém rozmezí teplot a tlaků. Cílem je nejen reaktanty úspěšně (tedy selektivně) přeměnit na žádané produkty ve vysokém výtěžku, ale získat také informace o rychlosti jednotlivých přeměn a o změně rychlosti v čase, tedy zjistit, zda je aktivita katalyzátorů stabilní, anebo zda dochází k příliš rychlé deaktivaci. Díky těmto datům se můžeme vrátit zpátky na začátek – tedy k syntéze a charakterizaci, abychom katalyzátory dále vylepšili. Snem je samozřejmě objevit jednoznačný vztah mezi vlastnostmi katalyzátoru a jeho výkonem. Ale to se podaří jen zřídka. Většinou je to o indiciích a jejich interpretaci.

V názvu vaší výzkumné skupiny figuruje slovo Green, odkazující k zelené chemii. Co si pod souslovím zelená chemie - což je i název předmětu, který jste na VŠCHT vytvořil - má člověk konkrétně představit?

Často přirovnávám „zelenou chemii“ k filozofii. Je to způsob, jakým se chemik (resp. chemický inženýr či technolog) dívá na svět. Dříve bylo hlavní motivací vyrobit žádaný produkt, dnes se již klade důraz na to vyrobit produkt efektivně, s minimálními energetickými náklady a bez odpadů či

vedlejších produktů. A to je vlastně „zelená chemie“. K tomu se přidala snaha využívat dostupné obnovitelné zdroje (tedy minimalizovat zdroje fosilní) a vyvarovat se používání nebezpečných chemikálií jako klíčový aspekt minimalizace environmentální a zdravotních dopadů nejen případných havárií, ale i vlastní standardní výroby.

Připravil jste a zrealizoval nový mezinárodní studijní program „International Master in Technology and Management for Circular Economy“, do nějž se přihlášily stovky lidí z celého světa. Čekali jste takový zájem?

Popravdě řečeno, nečekal. Díky velkému zájmu se setkáváme během výběru studentů s mnoha zajímavými lidmi, které kvůli kapacitním a finančním omezením nemůžeme ke studiu přijmout. Velký zájem odráží jednak skutečnost, že se jedná o velmi aktuální téma, a také to, že jde o program Erasmus Mundus, kde mohou studenti získat stipendium a studovat na minimálně třech skvělých evropských vysokých školách. Je jasné, že bez stipendií by byl zájem mnohem menší, protože bez něj by si celá řada studentů nemohla dovolit v Evropě studovat, a to by byla velká škoda. Nicméně budu se ještě jednou opakovat. Sám toho člověk moc nezmůže. Příprava programu IMATEC začala díky inspirativní diskuzi s prof. J. Bartáčkem v Singapuru a byla výsledkem tvrdé práce jak nás na VŠCHT, tak kolegů ve Španělsku a ve Finsku. Myslím si, že naší výhodou bylo, že se se zahraničními kolegy dobře známe a do pedagogického projektu jsme překloupili výzkumná témata, která nás baví. Realizaci si zase neumím představit bez práce a nasazení Zahraničního oddělení. Přece jen, zpracovat a vyhodnotit téměř 300 přihlášek dá opravdu zabrat...

A jaký je zamýšlený profil absolventa programu?

Absolventi získají chemicko-inženýrské a chemicko-technologické znalosti v oblasti environmentálních technologií s důrazem na jejich udržitelnost a využití obnovitelných surovin. Tyto technické dovednosti pak zkombinují s manažerskými a ekonomickými dovednostmi, které jim umožní stát se skutečnými odborníky v oblasti cirkulární ekonomiky, kteří dokážou realisticky posoudit průmyslové technologie nejen z technického, ale i z ekonomického, legislativního a environmentálního hlediska.

Vraťme se na chvíli na začátek vaší profesní kariéry. Po absolvování VŠCHT jste dva roky působil ve výzkumném centru tehdejšího Chemopetrolu, dnes Orlenu, pak jste se na čtyři roky vrátil do akademické sféry doktorským studiem ve Finsku, abyste se pak opět vrátil do Chemopetrolu. Můžete toto období trochu přiblížit?

Zajímal mne výzkum, ale nechtěl jsem v té době zůstat na škole. Spolu s manželkou jsme se proto po konci studia přestěhovali do Litvínova a nastoupili do Výzkumného a vývojového centra Chemopetrolu v Záluží. Já jsem zároveň zahájil kombinovanou formu doktorského studia. Zhruba po roce se v rámci restrukturalizace stal výzkum součástí Výzkumného ústavu anorganické chemie. V té době jsem se svým tehdejším školitelem, prof. J. Hanikou, diskutoval o možnosti letní stáže v zahraničí. Z nabízených možností mne oslovilo Finsko. Během léta, kdy jsem se na Åbo Akademi věnoval hydrogenaci cukrů, jsem dostal nabídku nastoupit u nich na doktorát na projekt, který právě začínali. Po dohodě s manželkou jsem na ni kývl a další čtyři roky jsem se intenzivně věnoval vývoji katalyzátorů, které by dokázaly selektivně otvírat naftenický kruh dekalinu. Skvělé bylo, že asi po roce za mnou mohla manželka přijet a další tři roky jsme ve Finsku strávili společně. Až později jsem si uvědomil, jaké jsme měli štěstí, že nás Milan Petrák, tehdejší ředitel VÚANCH, podpořil v našem „finském dobrodružství“. Další mělo přijít zhruba dva roky po návratu z Finska, když se objevila příležitost zažádat o projekt na modernizaci výzkumné infrastruktury a výzkumného zaměření VÚANCH. Tak se zrodilo UniCRE (dnes ORLEN UniCRE). Spolupracovat na takto velkém projektu, a to jak ve fázi přípravy, tak realizace, byla ohromná neocenitelná škola. Podařilo se nám díky tomu v Litvínově rozvinout nový směr zaměřený na využití biomasy pro bio-paliva a chemikálie. S tím se pojí

i celá řada zajímavých projektů, jak ve spolupráci s akademickou sférou, tak přímo pro Českou rafinérskou a Unipetrol RPA. Jak se ukázalo později, výsledky řešených grantových projektů, jež se nám dařilo hojně publikovat, byly výborným základem pro následnou akademickou dráhu.

V čem vás dlouhý pobyt ve Finsku změnil nebo inspiroval?

Myslím si, že mi umožnil skutečně se postavit na vlastní nohy. Navíc dostal můj zájem o katalýzu vyvolaný, mimo jiné, přednáškami doc. J. Koubka nový rozměr. Získal jsem jak teoretické znalosti, tak praktické zkušenosti díky tomu, že kolem mne byla najednou celá řada katalytických témat. Inspirativní byl i přístup k vědecké práci – od návrhu hypotézy přes analýzu a interpretaci experimentálních dat až po formulaci závěrů. Skvělou zkušeností byla také spolupráce s kolegy z celého světa a možnost nahlédnout i do života Finů, který se odehrává svým vlastním, chtělo by se říct poklidným, tempem, což je často jen pouhé zdání. Díky projektu, který jsem v rámci dizertace řešil, jsem měl možnost spolupracovat s firmou Neste Oil. Přímá zkušenost s firmou s jasnou vizí, kterou naplňuje svými často odvážnými výzkumnými aktivitami, byla velmi podnětná a je to něco, co mi u nás chybí.

A Finsko vám nechybí?

Svým způsobem ano. Někdy ale přemýšlím, jestli mi chybí Finsko, nebo bezstarostný život doktoranda, který má svůj projekt, kterému se může naplno nerušeně věnovat. Každopádně se do Finska velmi rád vracím. Naposledy jsem tam byl předloni na konferenci, kdy jsem měl příležitost podívat se s přednáškou i na Åbo Akademi do nových prostor, kam se nedávno přestěhovali.

V prostředí blízkém aplikačnímu výzkumu jste strávil včetně působení v Technoparku Kralupy >15 let. Nyní působíte také na Ústavu udržitelných paliv a zelené chemie (dříve Ústav technologie ropy a alternativních paliv) a během necelých tří let jste zvládl docenturu a profesuru. Co stálo za touto změnou?

Klíčovým impulzem ke změně byl rok 2015, kdy jsem pochopil, že způsob výzkumné práce, který mne nejvíc baví, patří spíše na univerzitu než do průmyslového podniku. To ostatní šlo už vlastně samo. Tedy samo, díky změně zaměstnavatele byl rok 2016 méně hektický, což mi umožnilo se více věnovat vlastnímu výzkumu. Navíc jsem měl štěstí, že podporu získal evropský H2020 projekt Biomates i projekt GAČR, který jsem v tom roce podal. Díky tomu jsem rok 2017 končil se třemi skvělými doktorandy a dvěma velmi zajímavými výzkumnými tématy. A pak už to šlo opravdu samo. Ještě se vrátím ke zmíněnému aplikačnímu výzkumu. Kolegové, kteří se věnují aplikačnímu výzkumu, by řekli, že dělám základní výzkum. Zatímco kolegové, kteří se soustředí na základní výzkum, jsou přesvědčeni o tom, že dělám výzkum aplikační. Osobně to nijak nerozlišuji. V mém světě jeden bez druhého být nemůže.

Jaké máte plány do nejbližších let? Čeho byste rád dosáhl jak ve výzkumu, tak i v dalších profesních rolích?

Moc rád bych trávil méně času v „profesních rolích“ a měl opět více času na vlastní výzkum. Ve výzkumu bych chtěl pokračovat v tom, co dělám. Mohl bych tak dokončit svou metamorfózu na katalyzátor. To je to, co mne opravdu baví, dávat věci do pohybu a snad i inspirovat.

<https://www.vscht.cz/popularizace/rozhovory/kubicka-zelena-chemie-je-zpusob-jakym-se-chemik-diva-na-svet>