

# POKROK VĚDY A VÝZKUMU

## Hledání nejtenčího polovodiče na světě

*Čeští vědci jsou blízko k objevu ultra tenkého a průhledného polovodiče, který může významně ovlivnit technický rozvoj v příštích desetiletích.*



**REGIONÁLNÍ CENTRUM  
POKROČILÝCH TECHNOLOGIÍ  
A MATERIÁLŮ**

Regional Centre of Advanced Technologies and Materials



*samostatná příloha odborného časopisu  
A-Z ELEKTRO speciál 2010*

# INVESTICE Z EU A ČR PROUDÍCÍ DO VĚDY A VÝZKUMU NESOU PRVNÍ ZASLOUŽENÉ PLODY

Rozhovor s úspěšnými vědci olomouckého výzkumného centra o aktuálním tématu "Nejtenčí polovodič".

ROZHOVOR VEDL MILOSLAV LEVEK

Odborná a nyní již i laická veřejnost s napětím sleduje snažení dvou českých vědců z olomoucké Univerzity Palackého, kteří by již brzy mohli představit nejtenčí polovodič na světě, jenž je pouhým okem neviditelný. Chemici doc. RNDr. Radek Zbořil, Ph.D. a doc. RNDr. Michal Otyepka, Ph.D. z Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů (RCPTM – o jeho otevření jsme psali v minulém vydání A-Z ELEKTRO) však mají silnou konkurenci. Stejný cíl totiž zároveň sleduje dvojice výzkumníků André Geim a Konstantin Novoselov z britského Manchesteru. Ti již za úspěchy při výzkumu grafenu – supertenkého uhlíkatého materiálu – získali Nobelovu cenu za fyziku za rok 2010.

Grafen je nejtenčí a nejpevnější forma uhlíku, která vede teplo lépe než jakýkoliv jiný dosud známý materiál, a je stejně dobrým elektrickým vodičem jako měď. S ohledem na malou hmotnost a unikátní vlastnosti představuje jeden z nejperspektivnějších materiálů pro 21. století.

Vědcům se již podařilo připravit i nejtenčí izolant na bázi grafenu, flourografen, ale dosud neuspěli v případě nejtenčího polovodiče. Díky němu by se v budoucnu mohly dočkat podstatného odlehčení, a tím i zmenšení mikroprocesory používané v běžné i speciální elektronice.

O podrobnosti pátrání po tomto unikátním polovodiči A-Z Elektro požádalo přímo oba české vědce, tedy Doc. RNDr. Radka Zbořila, Ph.D. a Doc. RNDr. Michala Otyepku, Ph.D. z Regionálního centra pokročilých technologií a materiálů (RCPTM).



doc. RNDr.  
Radek Zbořil,  
Ph.D.



doc. RNDr.  
Michal Otyepka,  
Ph.D.

**O projektu RCPTM jsme již v našem časopise informovali. Můžete nastínit, jak se na vašem týmu projevilo zapojení do tohoto projektu? Jaká je úloha vašeho týmu v celkovém zapojení do RCPTM?**

**MO:** Projekt RCPTM zastřešuje šest vědeckých oddělení a jedno z nich se věnuje uhlíkovým nanostrukturám a biomolekulám. Vědecký tým oddělení se soustředí na řešení projektů, které pokrývají oblast od uhlíkových nanostruktur přes biomakromolekuly až k hybridním systémům, které vycházejí z možné kombinace přírodních biomakromolekul s uhlíkovými nanostrukturami. Jen pro představu – samotná oblast

uhlíkových nanostruktur je velmi široká a zahrnuje takové materiály, jako jsou fullereny, grafen, nanodiamanty, uhlíkové kvantové tečky a nanotuby. Neméně rozmanitá je i oblast biomakromolekul, kam nepochybně patří enzymy a nukleové kyseliny. Plejáda stavebních kamenů, které se nabízejí pro návrh a následnou přípravu nových, vysoce funkčních materiálů, je tak nekonečná. A právě v oblasti návrhu a vývoje nových materiálů spatřujeme stěžejní cíl našeho oddělení.

Samotné zapojení do týmu RCPTM pomáhá integrovat různé pohledy na vědecké problémy, neboť komunikujeme s teoretickými chemiky, fyziky, syn-

tetickými chemiky a molekulárními biologi. To přináší neotřelé pohledy na věc a velmi nás inspiruje. V budoucnu si od RCPTM slibujeme daleko víc, a to od posílení infrastruktury a vybavení až po usnadnění komunikace s průmyslovými partnery, například při zavádění nových materiálů do praxe.

**V médiích se v minulých dnech objevila zpráva o vašem objevu, která pohnula odbornou i laickou veřejností. Můžete nám stručně nastínit, o jaký „vědecký závod“ se v tomto ohledu jedná?**

**MO:** Podařilo se nám připravit nový materiál grafen fluorid čili fluoro-

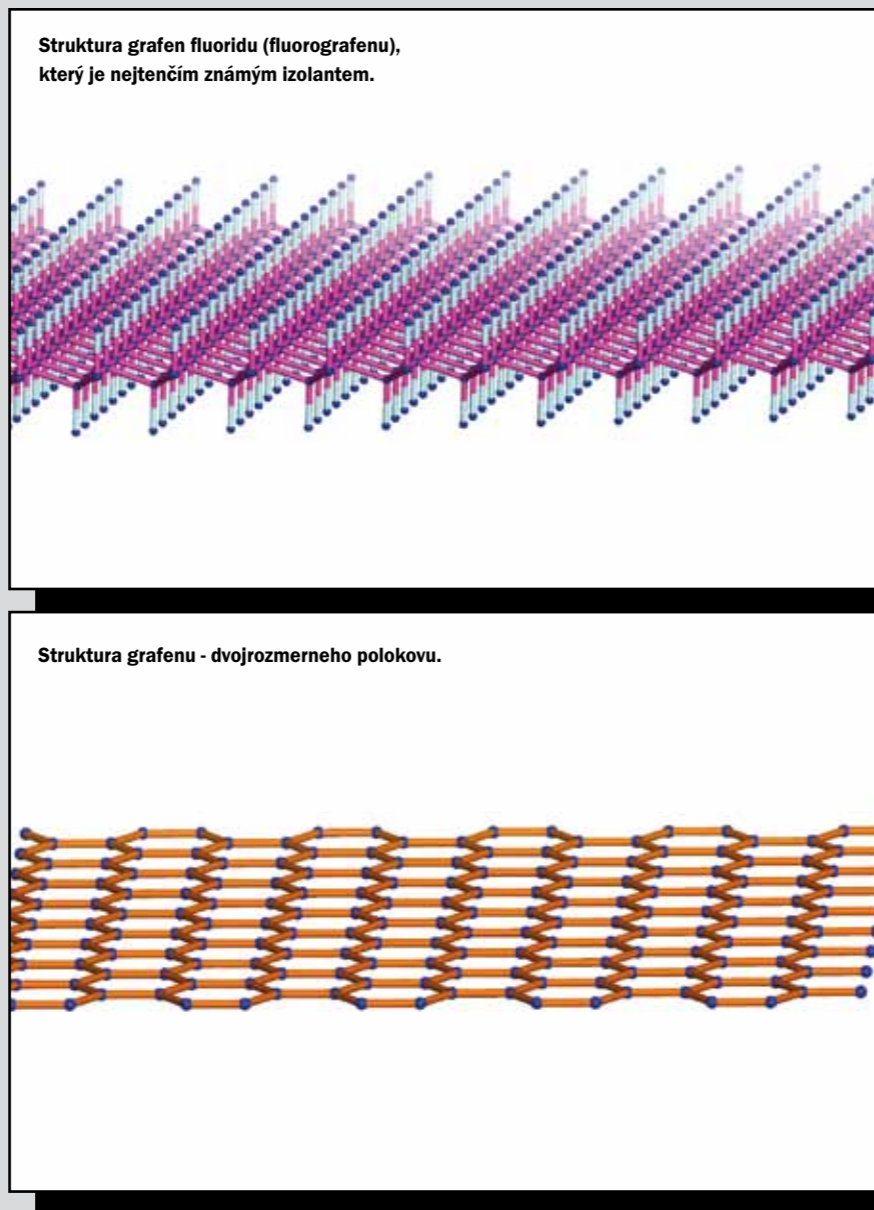
fen, a to ve stejnou chvíli, jako se to podařilo čerstvým nositelům Nobelovy ceny za fyziku profesorům Geimovi a Novoselovi z Manchesterské univerzity. My jsme použili jinou cestu, neboť jsme připravili fluorografen chemickým leptáním grafitu fluoridem na rozdíl od britských kolegů, kteří materiál připravili mechanickým odleptáváním také z grafitu fluoridem. Tento týden vyšly oba objevy zároveň v posledním čísle časopisu Small. Fluorografen samotný je dvojrozměrný stechiometrický derivát grafitu, který má však naprosto odlišné elektrické vlastnosti. Grafit je vynikající a nejtenčí známý vodič, naopak fluorografen je nejtenčím možným izolantem na světě.

**Proč vlastně média používají v souvislosti s vaším výzkumem výrazy jako „vědecké klání“, „souboj“, „závod s časem“?**

**MO:** Myslím, že je to velmi trefné, neboť objev fluorografenu přišel ve stejnou chvíli. Nicméně probíhá druhé kolo závodu. Chceme připravit dvojrozměrný polovodič na bázi derivátu uhlíku. Už máme jeho teoretický model a snažíme se ho připravit. Víme ale, že na podobném projektu v současnosti pracuje alespoň pět zahraničních týmů. A jak zpívá ABBA, „the winner takes it all!“

**V čem spočívají výhody a případně nevýhody nových materiálů, které navrhuje? Proč zrovna grafit a fluorografen?**

**MO:** O vlastnostech grafitu byly napsány mnohé články a jde opravdu o velmi slibný materiál. Připomeňme si, že grafit byl připraven v tomto desetiletí, ale teprve asi před dvěma lety byla zvládnuta jeho příprava ve větší měřítku, a to omezuje jeho současné využití. Z těch nejdůležitějších vlastností vzpomenu alespoň úžasnou



mechanickou pevnost, pružnost, vynikající vodivostní parametry pro elektrický proud a teplo a velmi malou tloušťku (pouhé  $3 \cdot 10^{-10}$  m), danou monoatomickou vrstvou uhlíků. Fluorografen je také velmi pevný, tenký a má dobré izolační vlastnosti. Jde však o čerstvě narozený materiál a odhalení všech jeho tajemství nás teprve čeká.

**Dokážete našim čtenářům popsat výhody a nevýhody jednotlivých**

**postupů, které vás a vaše protivníky v pomyslném závodě odlišují?**

**MO:** Nevýhoda mechanického přístupu, který využili Britové, je v tom, že se podaří připravit jen velmi malé a nevažitelné množství materiálu. Nám se podaří připravit koloidní roztok obsahující fluorografen a výtěžek přípravy se pohybuje okolo desítky procent. Avšak například pro elektrotechnické aplikace jsme omezeni tím, že máme roztok. Nedávno se objevily i další přístupy

k fluorografenu, které využívají fluoraci grafitu, ale u těchto postupů zase nevzniká dobře definovaný produkt. Čeká nás ještě kus práce, než se nám podaří dobře zvládnout manipulaci s fluorografenem.

**Jak odhadujete výsledek tohoto klání z pozice odborníka, který by se na danou věc díval s odstupem? Praxe totiž napovídá, že vaše snaha o počítačové modelování může v mnohem usnadnit a urychlit vývoj a výzkum a tudíž máte jakousi pomyslnou výhodu.**

**MO:** V silné teoretické skupině, kterou v rámci RCPTM máme, spatřuji naši obrovskou výhodu. V počítači se totiž podaří navrhnout a otestovat stovky možných materiálů a vybrat pak k syntéze jen ty nejslibnější. Modelování nám tak pomáhá výzkum mnohem lépe zacílit, a navíc nám umožňuje efektivněji využívat zdroje. Tohle dobře chápou farmaceutické firmy, které mají vlastní teoretická oddělení a investují do výzkumu označovaného jako „drug design“.

**Vraťme se ale nyní zpět do prostředí vašeho výzkumu. Je věcí hodně**

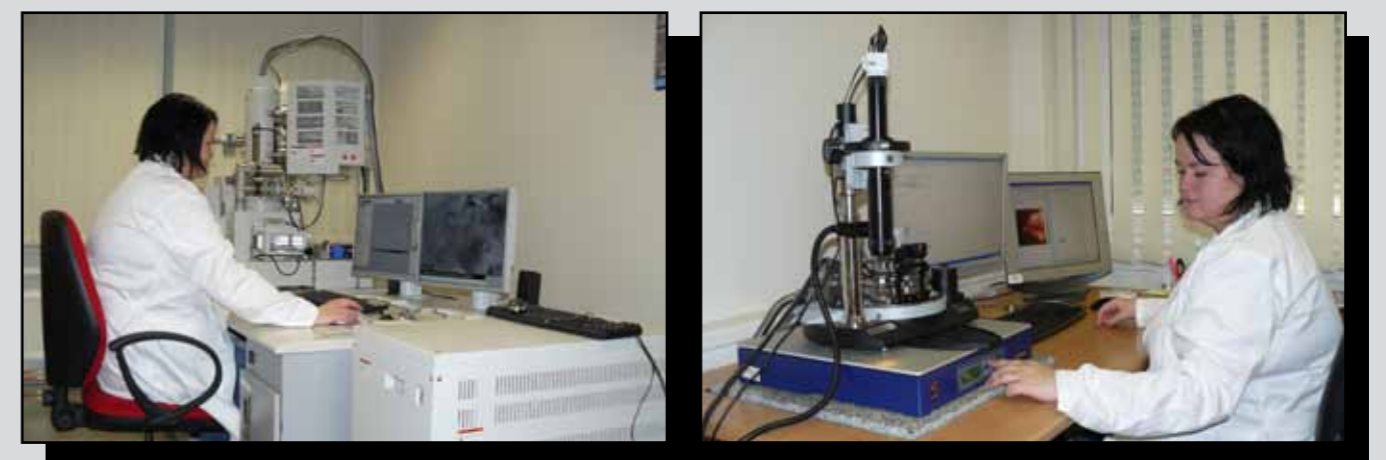
**diskutovanou, že věda a výzkum jsou v lokálních podmínkách často odkázány na tzv. neveřejné zdroje. Jak se v tomto případě staví RCPTM k otázce zapojení komerčních subjektů do výzkumů, jako je například právě námi diskutovaný?**

**RZ:** Jde o velmi komplexní problém, který se dotýká způsobu financování vědy a výzkumu v ČR. RCPTM má samozřejmě enormní zájem o zapojení komerčních subjektů do výzkumných projektů, podobně jako všechna nově vzniklá velká centra podpořená ESF. To, nač vzájemně narážíme, je velmi malá pružnost jednání a vzájemná informovanost mezi akademickým a průmyslovým sektorem. Nicméně v rámci organizačních struktur vědeckých center již vznikají oddělení transferu technologií, která se snaží tyto historické problémy řešit cestou aktivního a pravidelného kontaktu s průmyslovými partnery včetně prezentace nabídek know-how i analytických prací. Osobně se domnívám, že velmi dobře jsou nastaveny také projekty MPO a nově vzniklé Technologické agentury ČR, které investují velké peníze do společných projektů akademických institucí s partnery z komerční sféry. Věřím, že

řada výstupů z těchto projektů skutečně nalezne uplatnění v podobě nově zavedených technologií a výrobků.

**Jaké další aktivity v současné době reprezentují činnost vašeho centra?**

**RZ:** Centrum se kromě uhlíkových nanostruktur a biomakromolekul věnuje také koordinačním sloučeninám s vysokou protinádorovou aktivitou, kovovým nanočásticím železa a stříbra použitelným při čištění vod a v desinfekčních aplikacích či nanomateriálům na bázi oxidů kovů pro medicínské použití jako nosiče léčiv a kontrastní látky. Ve skupině analytické chemie usilujeme o vývoj nových metod a zařízení využívajících nanomateriály v separačních a identifikačních technikách. Optická skupina pracuje například na vývoji detektorů pro vysokoenergetické kosmické záření a podílí se na instalaci optických prvků na observatoři Pierre Auger v Argentině.



Mgr. Klára Šafářová, Ph.D. při analýze vzorků pomocí metod SEM a AFM.