

Czech Nanoteam - nový impulz pro nanovědy a nanotechnologie v ČR

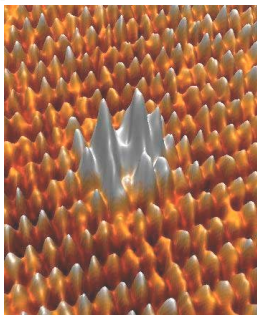
## Proč ta nanomanie?

Smyslem tohoto příspěvku je představit základní cíle a vybrané aktivity skupiny vědců, kteří založili „Czech Nanoteam“ (<http://www.fzu.cz/~nanoteam>). Nejprve ale pár slov o tom, proč nanotechnologie a nanovědy v posledních letech vzbuzují takový zájem odborné, ale i laické veřejnosti (vybrané informace také v TT, např. 3/2004).

Vkládáme totiž do nich velké naděje v celé šíři lidské činnosti, počínaje mikroelektronikou a výpočetní technikou (výkonnější a energeticky úspornější počítače, tranzistory z „uhlíkových nanotubiček“,...) přes nové materiály unikátních vlastností (např. povlaky pro „samočisticí okna“ (TT 16/2004) a jejich využití v péči o zdraví (nové léky a jejich cílený transport do tkání pomocí „molekulárních nádob“ či magnetických nanočástic,...), a v neposlední řadě také při ochraně životního prostředí (lepší katalyzátory, odolné a ekologické barvy...).

Zásadním milníkem pro rozvoj nanotechnologií byl objev skenovacího tunelového mikroskopu (STM - Scanning Tunneling Microscope) pány Binnigem a Rohrerem v roce 1981, jehož význam přesvědčivě dokládá nevyzpytlé rychlé udělení Nobelovy ceny již v roce 1986.

Právě STM a další odvozené typy sondových mikroskopů, například mikroskop, využívající atomárních sil (tzv. AFM - Atomic Force Microscope), umožnily nejen „zviditelnit atomy“, jak ilustruje obr. 1, který se dostal na titulní stranu časopisu „Omicron Newsletter“, ale také vytvářet umělé nanostruktury, například „psát“ pomocí lokální oxidace titanu (sířka čáry 30-200 nanometrů), viz. obr. 2. Fotomontáž těchto dvou obrázků tvoří logo pro „Czech Nanoteam“.



Obr. 1. Zviditelnění atomů: „pochoří“ uprostřed obrázku o rozměru cca 1 nanometr odpovídá změně nábojové hustoty vyvolané jedním atomem křemíku zabudovaným těsně pod povrchem GaAs polovodiče. Změřeno STM ve Fyz. ústavu AV ČR.

Je „nano“ vysněný kouzelný proutek či máme se ho bát? Je třeba si uvědomit, že řada např. kovových nanočástic se používá od středověku k barvení skla, aniž jsme věděli, že to jsou „nano“ částice. Proto je určitě pozitivní, že STM a další nové mikroskopy nám umožňují nahlédnout do nanosvětla a posoudit tak i možná rizika, spojená s některými nanočásticemi, či vytvářením umělých nanostruktur. Na rozdíl od geneticky manipulovaných potravin, jejichž zavedení vyvolalo ostrou polemiku, je dobré, že již teď, kdy je nanoprůmysl stále ještě v plenkách, je možným rizikům něk-

terých nanotechnologií věnována značná pozornost a je reálná šance taková rizika vyloučit, viz např. „EuroNanoForum 2003“ v Terstu (<http://www.euronanoforum2003.org>), kterého jsem se, jako jeden z mála z České republiky, zúčastnil.

### NANOVĚDY A NANOTECHNOLOGIE VE SVĚTĚ A U NÁS

Vysoká očekávání vedla k tomu, že v USA byla v roce 2000 vyhlášena „Národní nanotechnologická iniciativa“, která byla v roce 2003 ještě podpořena zvláštním zákonem (s rozpočtem v miliardách dolarů).



Obr. 2. Možnosti nanotechnologií vytvářet umělé nanostruktury: nápis s šířkou čáry cca 150 nm byl vytvořen lokální oxidací Ti na Fakultě strojírenské inženýrství VUT v Brně.

V Evropské unii jsou nanotechnologie od roku 2003 jednou ze 7 priorit 6. rámcového programu. I když v ČR existuje již 5-10 let řada skupin, zabývajících se nanotechnologiemi, jsou většinou spíše izolované.

Prvním krokem k řešení této nepříznivé situace v ČR bylo a je zlepšit vzájemnou informovanost. V této oblasti došlo ke značnému pokroku. Přispěly k tomu aktivity České společnosti pro nové materiály a technologie, pořádající od roku 2002 „Nano“ setkání v Brně (<http://csnmt.fme.vutbr.cz/nano04>) i v roce 2003 vytvořený „Czech Nanoteam“, což je neformální sdružení 17 vědců z universit v Brně, Olomouci, Praze, Ústí nad Labem a z Ústavů Akademie věd ČR v Brně a Praze, reprezentující cca 150 pracovníků, kteří cítí, že je třeba udělat další kroky, zejména:

1. Vytvořit potřebné experimentální zázemí, přičemž kromě nákupu nových a nákladných zařízení je cestou s daleko rychlejším dopadem propojit a efektivně využít již existující STM a jiné mikroskopy, unikátní technologie a charakterizační techniky s nanometrovým rozlišením.

2. Navázat či zintenzivnit vědeckou spolupráci v rámci konkrétních vědeckých projektů, nejprve v oblasti fyziky nanostruktur a nanotechnologií, později s cílem vytvořit mezioborové vazby, typické pro nanovědy. To znamená, že Nanoteam nechce být celonárodní společností (jako např. ČSNMT), ale platformou pro přípravu národních i mezinárodních projektů.

Prvním krokem na této cestě byl Czech Nanoteam „Kick - off meeting“, který proběhl za účasti více než 90 pracovníků 22.-23. dubna 2004 na VŠCHT v Praze. Jeho program je na vyšší uvedených stránkách Nanoteamu, formát workshopu byl v několika bodech záměrně odlišný od jiných seminářů.

Nebyl připraven žádný sborník ani abstrakta, neboť cílem nebylo

„vyrobiť další publikaci“ lokálního významu, ale během prvního dne představit členy a hosty Nanoteamu, z nichž každý měl za úkol ilustrovat svůj dlouhodobý cíl (jakýsi „sen“), jeden nedávny konkrétní výsledek a jaké unikátní techniky nabízí či naopak potřebuje. Díky přesnému dodržení vymezeného času zbyl vždy čas na diskuzi, která byla hlavním cílem, a která pomohla zejména studentům a doktorandům zorientovat se v dané oblasti.

Každý, kdo měl či má zájem o přednesené prezentace, může kontaktovat přímo řečníky, kontakt i jejich curriculum vitae jsou na veřejných www stránkách Nanoteamu.

Druhý den byl věnován zvaným přehledovým přednáškám špičkových zahraničních odborníků z různých oblastí nanotechnologií (nepokrývající členy Nanoteamu), ale i zástupců průmyslu.

### SPOLUPRÁCE S PRŮMYSEM

Spolupráce akademických institucí s průmyslem je, a to nejen v této době, ale již řadu let, ožehavé téma. Na Euro-Nanoforum 2003 v Terstu mě zaujal referát švýcarského zástupce, který prezentoval národní Nanoprogram zahrnující jak akademické instituce, tak řadu zástupců průmyslu. Vznikal postupně 7 let a klíčovou roli sehrálo „vytváření vzájemné důvěry“.

A to je právě to, co se mi zdá, že v ČR trochu schází. Nejvíce záleží na konkrétních lidech a jsem rád, že to mohou říci, že většina členů Nanoteamu nemá problém spolupracovat s průmyslovými partnery, se kterými se navzájem respektují. Jako příklad mohou uvést firmy Vakuum Praha s.r.o., HVM Plasma s.r.o., Praha, Tescan s.r.o., Brno, Výzkumný ústav anorganické chemie, a.s., Ústí nad Labem (člen skupiny UNIPETROL), PRECHEZA a.s., Přerov, FARMAX a.s., Olomouc.

Jak základní, tak aplikovaný výzkum a vývoj mají různé časové horizonty. Dnešní základní výzkum, pokud je na špičkové mezinárodní úrovni, připravuje půdu pro budoucí aplikace. Při obsluze unikátních výsledků, ale také „know-how“. Zejména pro malé a střední podniky může být předání tohoto „know-how“ velmi cenné, ušetří tak spoustu omylů. Spolupráce akademických institucí s průmyslem je velmi důležitá, ale nesmí vést k tomu, že se základní výzkum vytratí - brzy by nebylo co aplikovat!

### NANOELEKTRONIKA

Příkladem, jak může výsledek základního výzkumu vyústit do praktického využití je řada; jak zajistit, aby jich bylo více, je jiný problém. Může průmysl ovlivnit základní výzkum a potřebuje ho? Samozřejmě, a proto má řada velkých korporací laboratoře, kde dělají i základní výzkum. Dokladem je fakt, že STM mikroskop, který nastartoval rozvoj nanověd, objevili v laboratořích průmyslové firmy IBM!

Krásným příkladem symbiózy základního a aplikovaného výzkumu je mikroelektronika. Zatímco v chemii a biologii se od počátku používá přístup, dnes označovaný jako „bottom-up“, tj. tvorba materiálu „zespodu“, to znamená „skládáním“ z molekul s nanometrickými rozměry (například tzv. supramolekulární chemie), v oblasti mikroelektroniky bylo pokroku dosahováno „top-down“ metodou, tj. neustálým zmenšováním rozměrů součástek. Právě v roce 2004 však proniknutím pod 100 nm hranici vstoupila mikroelektronika do „nanosvětla“, kde se rozdíl mezi fyzikou a chemií stírají a společnou základnou se stávají kvantové jevy.

Mikroelektronika, jako dravé a úspěšné průmyslové odvětví tak vstoupila do éry „nanoelektroniky“. Tím se otevírají zcela nové možnosti využití unikátních kvantových jevů, ale vyvstává i několik zásadních problémů, pro jejichž řešení je naprosto nezbytný základní výzkum. Charakteristickým rysem nanosvětla je mezioborovost, takže dnes např. i špičkové bioaplikace vyžadují propojení s nanoelektronikou. Právě proto bude nanoelektronika jedním z hlavních směrů evropského výzkumu v rodném se 7. rámcovém programu EU, k jehož vytváření se jako člen Expert Advisory Group snažím přispět.

Jedním z velkých problémů dalšího rozvoje elektroniky je, že snižující se rozměry (nutné pro vyšší integraci) vedou k tomu, že narůstá počet součástek a délka vodivých spojů v integrovaných obvodech, a tak enormně narůstá i odporový ohřevem uvolněné teplo! Tento problém má možná řešení, určující tři směry potřebného základního výzkumu:

- Využití místo transportu elektronického náboje fotonů světla, tj. zvládnout fotonické zpracování informace, samozřejmě nejlépe na bázi křemíku.

- Využití pro přenos, ale i uchování informace místo náboje elektronu jeho „spinu“. To by mohlo vést nejen ke snížení uvolněného tepla, ale i k revolučním změnám paměti i dalším výhodám tzv. spintroniky.

- Použití místo dnes dominujícího krystalického křemíku nové mate-



Czech Nanoteam - oficiální logo.

riály - např. diamant (který vydrží mnohem větší teploty) či uhlíkové nanostruktury s unikátními vlastnostmi. Důležitá je také schopnost „bio-funkcionalizace“ povrchu těchto materiálů, umožňující integrovat různé typy biosenzorů, otevírající tak možnost využití v medicíně a biologii.

### CO DĚLÁME A CHYSTÁME V NAVAZUJÍCÍM ROKU

Jedním z deklarovaných cílů Nanoteamu je přispět ke vzdělávání v oblasti nanověd a nanotechnologií. Co pro to děláme? Průkopnickou práci odvedli autoři R. Kubínek, M. Vůjtek a M. Mašláň z Palackého univerzity v Olomouci, kteří vydali v roce 2003 v knižní i elektronické verzi úvodní text pro zájemce o mikroskopické techniky (využívající STM a AFM) s názvem „Mikroskopie skenující sondou“. Detailní informace najdete mimo jiné na www stránkách Nanoteamu, resp. na <http://atmlab.upol.cz/mss>. Kniha je přístupná i zájemcům bez vyššího fyzikálního vzdělání.

Pro studenty FJFI VUT v Praze připravili pracovníci FZÚ AV ČR v letním semestru 2004 kurs „Nanostruktury a nanotechnologie“, zaměřený zejména na polovodičové materiály, který se bude opakovat i v roce 2005. Řadu přednášek pro studenty každoročně připravují pracovníci FSI VUT v Brně.

Pro získání studentů technických směrů je však třeba začít dříve, ještě na školách. Jeden z posledních seminářů Heureka (pořádaných pro učitele fyziky na všech stupních), který zorganizovala ZŠ Cervený vrch Praha a Katedra didaktiky MFF UK spolu s FZÚ AV ČR v lednu 2004, byl věnován právě „nano“ nástrojům, viz. „Věci malé a ještě menší“ a obr. 3. Kdo chce vědět víc, může navštívit tyto www stránky: [http://kdf.mff.cuni.cz/Heureka/Seminare/Trad/2004\\_01/Seminar2004\\_01\\_Mensi.htm](http://kdf.mff.cuni.cz/Heureka/Seminare/Trad/2004_01/Seminar2004_01_Mensi.htm)

Vzhledem k perspektivitě nanoelektroniky a tomu, že řada skupin Nanoteamu se vybranými částmi nanoelektroniky aktivně zabývá, navázali na toto úvodní představení Nanoteamu v dalších číslech TT nejprve tři příspěvky, ve kterých se autoři pokusí srozumitelně a populárně ukázat, co lze od nanoelektroniky očekávat a co pro to děláme. Předběžné názvy:

- Podají se donutit křemíkové nanokrystaly laserovat?
- Spintronika dnes a zítra
- Nanodiamant - jak vzniká a co umí?

Co říci závěrem? Nebojte se a pojďte s námi do nanosvětla! •

RNDR. JAN KOČKA, DRSc.  
FYZIKÁLNÍ ÚSTAV AV ČR, PRAHA



Obr. 3 RNDR. Antonín Fejfar, CSc. z Fyz. ústavu AV ČR uvádí na semináři Heureka (pořádaném o víkendů 16.-18.1. 2004) učitele fyziky do „nanosvětla“.

Pozn. Tento pdf soubor obsahuje původní text zasláný TT, který byl redakci TT v uvedení čísla zkrácen.