

**SEMESTRÁLNÍ PRÁCE  
KKY/HKUI**

# **NANOTECHNOLOGIE**

**PATRIK NACHTMANN  
3. 12. 2017**

# NANOTECHNOLOGIE

*Fyzikální zákony, pokud je mi známo, nijak nenaznačují, že by nebylo možné manipulovat s věcmi atom po atomu.*

Richard Feynman, laureát Nobelovy ceny

Během celých lidských dějin člověk zdokonaloval nástroje a snažil se částečně získat moc nad přírodou. Od doby, kdy lidé díky metalurgii začali stavět primitivní budovy a změnili tím vývoj a kvalitu lidských životů, uplynulo několik tisíc let a nyní stojíme na prahu ovládnutí zcela jiných nástrojů, mocnějších než cokoliv doposud. Nanotechnologie je myšlenka ovládnutí a manipulace s materiály na úrovni jednotlivých atomů. Vývoj této technologie během tohoto století pravděpodobně odstartuje druhou průmyslovou revoluci, protože díky molekulární výrobě bude lidstvo schopno vytvářet nové materiály s vlastnostmi, o jakých dnes sníme, supersilné, superlehké, s úžasnými elektrickými a magnetickými vlastnostmi. Nanotechnologie má ohromný význam hned v několika odvětvích - v lékařství, průmyslu, počítačové technice nebo třeba letectví.

Laureát Nobelovy ceny **Richard Feynmann** v 60. letech minulého století, v době kdy se počítače začaly zmenšovat, přišel s myšlenkou, že teoreticky je pro fyziky možné vytvořit libovolnou chemickou látku, díky přesným parametrům od chemika a následným rozmístěním atomů. Feynman postupem času došel k závěru, že vyrobit stoji složené z jednotlivých atomů není nemožné, ačkoliv to bude velmi obtížné. Feynman dále poznamenal, že v menším měřítku se fyzikální zákony nechovají zcela stejně jako v našem prostředí. V atomovém měřítku vládou jiné síly, jako vodíkové můstky a van der Waalsova síla, které určují další fyzikální vlastnosti nanotechnologie. Kromě těchto sil se na úrovni atomů projevují také bizarní kvantové síly, kterých si v každodenním životě nevšimneme, nicméně jsou všudypřítomné.

## PRŮMYSL

Nanotechnologie je stále ještě v plenkách, přesto už vyvolala rozkvět průmyslového oboru chemických povrchových úprav. Praktické využití je zřejmé, nastříkáme-li na produkt několik molekul silnou vrstvu chemikálií, výrobek se stane odolnější (například vůči rezivění). Jiným příkladem aplikace povrchové úpravy na úrovni molekul je nástřík textilu, díky kterému se oblečení stane odolné vůči skvrnám a nebo nástřík mikropovlaku na povrch k dosažení odolnosti proti poškrábání.

Ovládnutí atomů demonstrovali vědci na Cornellské univerzitě vytvořením atomové kytary. Má šest strun, každou jen 100 atomů silnou, což je přibližně 5000krát menší, než je šířka lidského vlasu. Na kytaru se pomocí jemné jehly (s hrotem, jenž má šířku jeden atom) dá skutečně hrát. Frekvence této atomové kytary je příliš vysoká na to, aby ji lidské ucho zaznamenalo, ale přesto to byl obrovský krok ve vývoji.

## LÉKAŘSTVÍ

V blízké budoucnosti se možná objeví nový typ nanozařízení, které by mohlo způsobit revoluci v lékařství, jako například nanočástice putující v našem krevním oběhu. Jedním z cílů nanotechnologie v lékařství je vytvořit molekulární roboty, kteří rozpoznají rakovinové buňky a opatrně je zlikvidují tak, aby nebyly porušeny zdravé buňky. Tento proces rozpoznání a likvidování pouze rakovinových buněk je revoluční, neboť chemoterapie v současné době funguje tak, že zaplaví celé tělo smrtelnými jedy, a tím ničí rakovinné



[1]

buňky o něco účinněji než ty zdravé. Vedlejší škody při chemoterapii jsou ale tak rozsáhlé, že každý, kdo zažil hrozné vedlejší účinky chemoterapie, chápe, nakolik mohou tyto nanočástice omezit lidské utrpení. Vývoj v této oblasti odstartoval v roce 1992 vědec **Jerome Schentag** z univerzity v Buffalu, který vyrobil chytrou tabletu, kterou pacient spolkl a následně ji doktoři mohli elektronicky sledovat. V budoucnu bude možné pomocí malých pilulek provádět menší chirurgické zákroky zevnitř, aniž by byla narušena kůže. Nanotechnologie v budoucnu objeví kolonie rakovinových buněk několik let nebo desetiletí před tím, než by mohly vytvořit nádor. Ke zničení těchto buněk se budou používat nanočástice obíhající v naší krvi.

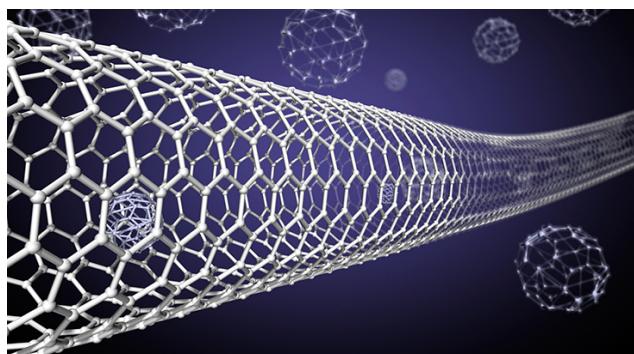
Dalším krokem v oblasti nanočástic v lidském těle jsou nanoauta. Nanoauta jsou v krvi pacienta dálkově ovládána, narozdíl od nanočástic, které jen volně putují krevním řečištěm. Jedním z cílů výzkumu vědce **Jamese Toura** je zhotovení molekulárního auta, které bude schopné vozit krevním řečištěm malého robota, který bude schopen dopravit lék na potřebné místo nebo cestou rovnou hubit nádorové buňky. Zásadním problémem v tomto vývoji je vytvoření molekulárního pohonu pro nanoauto. V lidských buňkách se energie uchovává ve formě ATP molekul, nicméně vytvořit uměle její syntetickou alternativu je obtížné. Jinou možností je řídit nanoauta pomocí magnetismu. Lze si představit, že v budoucnu chirurgii zcela nahradí molekulární stroje a řezání do kůže by se tím mohlo stát minulostí.

Výzkum a rozšíření nanotechnologií v budoucnu nejenže pomůže v boji proti rakovině, ale pomůže i při diagnóze rakoviny. Nechat si v dnešní době udělat chemickou analýzu a celkovou diagnostiku pro včasné objevení rakoviny stojí několik stovek dolarů a trvá několik týdnů. Z tohoto důvodu je možné udělat pouze omezený počet diagnostik v časovém horizontu. S rozvojem biočipů se radikálně změní rychlost a dostupnost diagnózy rakoviny. Díky těmto biočipům bude možné diagnostikovat většinu známých chorob během několika minut a za pár centů. **Leroy Hood** a jeho kolegové z University of Washington vytvořili 4 cm velký čip k testování bílkovin z jediné kapky krve. Jelikož jsou bílkoviny základním stavebním kamenem svalů, kůže, vlasů, hormonů a enzymů, detekce chorob z bílkovin je velmi účinná. Hood říká, že jednou bude biočip umět v mžiku analyzovat stovky tisíc bílkovin a upozorní nás na široké spektrum chorob o celé roky dříve, než se vyvinou do vážného stádia.

## UHLÍKOVÉ NANOTRUBICE

Další z ukázek toho, co nanotechnologie dokáže, jsou uhlíkové nanotrubičky. V podstatě se jedná o materiál silnější než ocel a také elektricky vodivý, takže je možné postavit počítače založené na uhlíku. Uhlíkové nanotrubičky jsou nesmírně pevné, hlavní nevýhodou však je, že musí mít dokonalý tvar, jinak ztrácí svou pevnost. Proto má v současné době nejdelší uhlíková trubice pouze několik centimetrů. Za své téměř zázračné vlastnosti vděčí uhlíkové nanotrubičky své atomové struktuře.

[2]

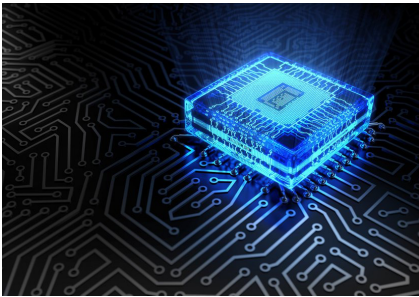


Uhlík je zajímavý materiál hlavně tím, že podle stavby atomů se zcela mění jeho pevnost. Například tuha se skládá z čistého uhlíku, ale je velmi měkká, protože je složena z vrstev, které po sobě vzájemně klouzají. Na druhé straně diamant se také skládá z čistého uhlíku, je však nejtvrdějším přirozeně se vyskytujícím nerostem. Atomy uhlíku v diamantu jsou uspořádány do těsně propojené krystalické struktury, která mu dává jeho fenomenální tvrdost. Podobně i uhlíkové nanotrubičky vděčí za své úžasné vlastnosti pravidelné atomové struktuře.

Uhlíkové nanotrubičky si již našly cestu k průmyslovému využití. Díky jejich výborné vodivosti je možné je využít k výrobě kabelů k přenosu velkých objemů elektrické energie. Pro svou pevnost jsou vhodné k výrobě hmot odolnějších, než je kevlar. Největší využití uhlíku však bude pravděpodobně v počítačovém průmyslu. Uhlík je jedním z materiálů, které by jednou mohly nahradit křemík jakožto základ počítačové techniky.

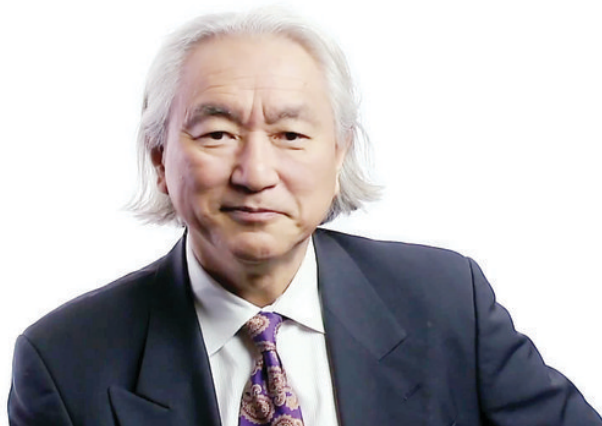
## KVANTOVÉ POČÍTAČE

Jednou z možných náhrad křemíkových čipů představují tranzistory skládající se z jednotlivých atomů. Molekulární tranzistory již existují. Několik společností oznámilo, že vytvořily tranzistory skládající se z jednotlivých molekul. Než se však stanou komerčně využitelné, je třeba umět je správně pospojovat a vyrábět ve velkém. Nejambicióznější myšlenkou je využití kvantových počítačů, které provádějí výpočty na samotných atomech. V bizarním kvantovém světě může atom pojmout mnohem více informací než je 0 a 1. Výkon kvantových počítačů je tak ohromný, že se CIA začala zajímat jejich využitím. Hlavní využití vidí v možnosti prolomení složitých kódů. Státy běžně využívají těžko prolomitelné kódy k zašifrování svých zpráv. Tyto klíče mohou být založeny například na rozkladu velkého čísla na prvočinitele. Je snadné rozložit číslo 21 na součin 3 a 7. Představme si nyní, že zadáte počítači úkol, aby rozložil číslo o 100 číslicích jako součin dvou jiných čísel. Velmi výkonnému počítači na bázi křemíku by tento výpočet mohl trvat století.



[3]

Kvantový počítač je však tak výkonný, že tento kód v zásadě prolomí bez potíží. Kvantové počítače nejsou sci-fi, dnes už skutečně existují, ale skutečný problém, proč zatím nejsou komerčně využitelné, je jejich nestabilita. Rušivé vlny z okolí znemožní kvantovému počítači vykonávat zadané úkoly. V praxi tak stačí hlučné nákladní auto venku před laboratoří, které zničí jemnou souhru rotujících atomů a kompletně znehodnotí výpočet. Problém dekoherence je hlavní a nejobtížnější překážkou při tvorbě kvantových počítačů. Ten, kdo tento problém vyřeší, získá Nobelovu cenu a stane se nejbohatším člověkem na světě.



Jako zdroj této seminární práce byla použita kniha *Fyzika budoucnosti* od fyzika a popularizátora vědy **Michia Kaku**.

Obrázek [1] <http://www.scind.org/692/Technology/emerging-trend-in-nanotechnology-for-model-era.html>

Obrázek [2] <https://nudgee.libguides.com/c.php?g=400250&p=2721013>

Obrázek [3] <http://trendintech.com/2017/04/30/time-crystals-could-be-the-key-to-the-first-quantum-computer/>