



# Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

## CHEMIE VŠECHNO MĚNÍ

Nanotechnologie v akci

Původní článek: Keith Healey

Původní jazyk článku: angličtina  
Český překlad: Marek Čtrnáct a Hana Čtrnáctová



Education and Culture

**Socrates**  
Comenius

CITIES (*Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*) je projekt COMENIUS, který vytváří vzdělávací materiály pro učitele. Jejich cílem je udělat hodiny chemie zajímavější ukázkou předmětu v kontextu chemického průmyslu a jejich každodenních životů.

Partnery projektu CITIES jsou následující instituce:

- Goethe-Universität Frankfurt, Německo, <http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de>
- Česká chemická společnost, Praha, Česká republika, <http://www.csch.cz/>
- Jagellonská univerzita, Kraków, Polsko, [http://www.chemia.uj.edu.pl/index\\_en.html](http://www.chemia.uj.edu.pl/index_en.html)
- Hochschule Fresenius, Idstein, Německo, <http://www.fh-fresenius.de>
- Evropská skupina chemických zaměstnavatelů (ECEG), Brusel, Belgie, <http://www.eceg.org>
- Královská chemická společnost, Londýn, Velká Británie, <http://www.rsc.org/>
- Evropská federace dělníků v důlním, chemickém a energetickém průmyslu (EMCEF), Brusel, Belgie, <http://www.emcef.org>
- Nottingham Trent University, Nottingham, Velká Británie, <http://www.ntu.ac.uk>
- Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh, Frankfurt/Main, Německo, <http://www.gdch.de>
- Institut Químic de Sarriá (IQS), Universitat Ramon Llull, Barcelona, Španělsko, <http://www.iqs.url.edu>

Další instituce spojené s projektem CITIES jsou:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, Velká Británie
- Masarykova střední škola chemická, Praha, Česká republika
- Astyle linguistic competence, Vídeň, Rakousko
- Karlova univerzita, Praha, Česká republika



**Tento projekt byl financován podporou Evropské komise. Tato publikace odráží pouze názory autora/ů a Komise nenes zodpovědnost za jakékoli použití zde uvedených informací. Tým CITIES doporučuje, aby byl každý uživatel experimentálního materiálu CITIES seznámen s příslušnými bezpečnostními pravidly, která jsou součástí správného profesionálního chování a příslušných národních a institučních nařízení, a dodržoval je. CITIES nemůže nést zodpovědnost za žádné škody vzniklé nevhodným použitím těchto procedur.**

---

## NANOTECHNOLOGIE V AKCI – SAMOČISTÍCÍ MATERIÁLY

---

### “Skromný lotos – ten se má hodně co zodpovídat!” Úvod

Nebyla by nádhera, kdybychom už nikdy nemuseli používat mýdlo a vodu? No, to už možná zacházíme trochu daleko – ale dnes už jsou k dispozici jisté materiály, které jsou samočistící. To otvírá celou škálu použití, především ve stavebním a látkovém průmyslu.



### Kdy to všechno začalo?



Pracovat se na tom začalo počátkem sedmdesátých let dvacátého století, kdy Wilhelm Barthlott, který pracoval na Bonnské univerzitě v Německu, objevil takzvaný "lotosový efekt". Zajímalo ho, proč jsou listy lotosu vždy tak čisté, bez ohledu na prostředí, ve kterém se nacházejí. To ho vedlo k tomu, že do nejmenších detailů prozkoumal povrch těchto listů s použitím elektronového mikroskopu.



Věděl, že povrch listu je voskovitý, ale záběry zblízka odhalily maličké "hrbolky" na povrchu o průměru pouhých několika mikronů (mezi  $10^{-6}$  a  $10^{-8}$  metru v průměru).

## Je to vůbec chemie?

Už dlouho je známo, že vosk odpuzuje vodu, a proto by nikoho nemělo překvapit, že tento účinek má i voskovitý list lotosu. Říká se tomu "hydrofóbie", doslova "odpor k vodě". Co už se tak dobře nevědělo, bylo, že povrch listu odpuzuje vodu mnohem víc, než co se dá vysvětlit prostou přítomností vosku. Kapky vody se rozmísťují na povrchu listu pod jistým úhlem: takzvaným "kontaktním úhlem". Zdá se, že ty maličké hrbolky na povrchu listu způsobují, že tento kontaktní úhel narůstá na hodně přes 150°. To zase umožňuje, aby vodní kapky nabyly tvaru malých kuliček, takže v kontaktu s povrchem listu je co možná nejmenší část kapky – potom mezi kapkou a listem nebude existovat prakticky žádná adhezivní přitažlivost. Celkovým efektem je, že se kapky velmi snadno skutálejí z povrchu listu. Toto chování se nazývá "superhydrofobickým".



(Fotografie z  
[http://www.botanik.unibonn.de/system/lotus/en/prinzip\\_html.html](http://www.botanik.unibonn.de/system/lotus/en/prinzip_html.html))

Barthlott vysvětlil, že když se kapičky vody dotknou částic špíny, tak se tato špína namočí a také se v kontaktu s hrbolky stane superhydrofobickou.

Díky tomu se špína může skutálet z povrchu listu úplně stejně, jako to dělá voda.

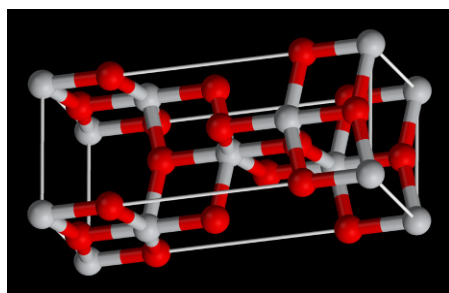
(Fotografie z  
[http://www.botanik.unibonn.de/system/lotus/en/prinzip\\_html.html](http://www.botanik.unibonn.de/system/lotus/en/prinzip_html.html))



## Takže, chcete něco zkusit?

Vezměte broskev a podržte ji pod vodou tekoucí z kohoutku. Podívejte se, jak voda stéká z povrchu, aniž by namočila broskev. Maličká vlákna mezi sebou drží vzduch, což zvyšuje kontaktní úhel, takže vodní kapičky k chlupatému povrchu neproniknou. Je to hydrofobický efekt.

## Rozšíření



(fotografie z Wikipedie)



O několik let později si Barthlott uvědomil, že pokud by bylo možné vyrobit syntetický materiál s těmito superhydrofobickými vlastnostmi, bylo by možné aplikovat ho na povrch všech možných věcí, který by se tak staly samočisticími!

Po mnoha letech výzkumu německá nadnárodní společnost Sto AG tyto myšlenky uvedla do praxe ve formě barvy na fasádu budov.

Zanedlouho poté začali vědci hledat látky s opačnými charakteristikami, než mají superhydrofobní materiály. Asi nepřekvapí, že se jim říká "superhydrofilní". Jednou z nejlepších superhydrofilních látek, které v současné době známe, je oxid titaničitý – někdy též zvaný "titania". Tato látka se už mnoho let používá jako bílý pigment v barvách. Také je to jedna z hlavních složek krému na opalování. Používala se i jako potravinové barvivo (E171). Oxid titaničitý,  $\text{TiO}_2$ , existuje ve třech formách. Nejlepší formou pro superhydrofilní použití je anatas.

V roce 1967 Akira Fujishima, který pracoval na Tokijské univerzitě v Japonsku, zjistil, že titania má schopnost rozkládat za přítomnosti ultrafialového záření vodu na vodík a kyslík.

Chemie tohoto procesu je dost složitá, ale v zásadě titania funguje za přítomnosti UV záření jako katalyzátor (je takzvaně "fotokatalytická"). Protože titan je přechodný prvek, je relativně snadné dosáhnout v titaničitých iontech elektronových přeskoků, pokud je k dispozici to správné množství energie; a UV záření má dostatek energie na to, aby to umožnilo. Další práce ukázala, že i organické materiály (včetně bakterií) se v přítomnosti ultrafialového záření a titanie rozkládají na oxid uhličitý a vodu.

## Jak se tyto samočisticí materiály vyrábějí?

Jak byste očekávali, metody se liší. Silně závisejí na tom, co se vyrábí. V případě skleněných a keramických aplikací se do povrchu zapéká velmi slabá vrstva titanu. Tyto vrstvy mají tloušťku  $10^{-6}$  až  $10^{-9}$  metru – příliš tenké, než aby mohly být viditelné, a příliš tenké na to, aby mohly mít nějaký výrazný efekt na přenos světla.

Další povlaky se vyvíjejí v jednom kuse – některé mohou fungovat i bez přítomnosti světla, čímž se zvyšuje rozsah aplikací.

## Takže, jaké jsou výhody?

- Oblečení/látky odolné proti skvrnám
- Šetření vodou (protože nemusíte mýt okna, nátěry, zdi)
- Šetření čistícími prostředky – a tedy i ropou, ze které se vyrábějí
- Prevence znečištění řek přílišným používáním detergentů
- Energetická efektivita – šetření elektrinou na mytí oken atd.
- Energetická efektivita – šetření elektrinou na osvětlení, pokud jsou okna stále čistá
- Protizamlžovací nátěr na okna/čelní skla automobilů/brýle
- Protibakteriální/protizápachové nátěry v koupelnách/kuchyních

## Jsou známá nějaká rizika?

*Možná* mohou být tyto látky pro člověka karcinogenní, pokud je vdechne.

[2006, <http://monographs.iarc.fr/ENG/Meetings/93-titaniumdioxide.pdf>]

Bylo zjištěno, že způsobují mírnou plicní fibrózu. Pro krysy jsou karcinogenní.

## Další vývoj

- Menší aerodynamický odpor vozidel (a tedy nižší spotřeba paliva)
- Menší hydrodynamický odpor plavek (a tedy vyšší rychlost v závodech)
- Lékařské vybavení?

## **Zaujalo vás, co jste si přečetli? – Chcete zjistit víc?**

Běžte na následující webové stránky:

<http://members.ziggo.nl/scslai/lotus.pdf>

<http://www.sciam.com/article.cfm?id=self-cleaning-materials>

[http://aspdin.wifa.uni-leipzig.de/institut/lacer/lacer05/I05\\_19.pdf](http://aspdin.wifa.uni-leipzig.de/institut/lacer/lacer05/I05_19.pdf)

<http://news.bbc.co.uk/1/hi/sci/tech/4696434.stm>

<http://www.technologyreview.com/Nanotech/20306/>

<http://www.saint-gobain-recherche.com/anglais/tuiles.htm>