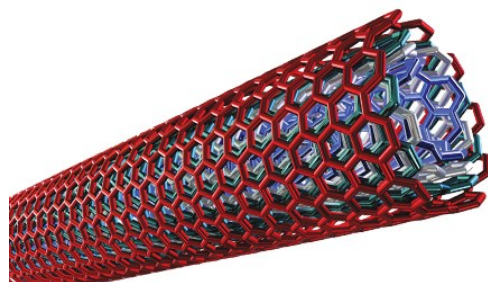


Semestrálny projekt
FPT v Púchove
Ivana Krasku 491/30, 020 01, Púchov



NANOMATERIÁLY



Nanomateriály vo vnútornom a vonkajšom prostredí

Vypracoval	Bc. Iveta Procházková
Ročník	3E52X (II. roč. Ing.)
Rok	2014

1 ÚVOD.....	3
1.1 Kde sa nanomateriály nachádzajú.....	3
1.2 História nanotechnológií.....	4
1.3 Prví priekopníci nanotechnológií.....	5
1.4 Definícia nanomateriálov.....	5
2 Zdravotné aspekty.....	8
2.1 Ako dochádza k vystaveniu nanomateriálom na pracovisku.....	8
2.2 Riadenie rizík nanomateriálov na pracovisku.....	8
2.3 Ekotoxicita nanomateriálov.....	9
2.4 Nebezpečné nanomateriálov.....	10
2.5 Expozície a riziká.....	10
2.6 Nanotechnológia a medicína.....	11
3 Opatrenia OECD.....	15
4 Nanomateriály z hľadiska životného prostredia.....	17
4.1 Nanomateriály na úpravu vody.....	17
4.2 Príklady nanosorbentov.....	17
5 Recyklácia nanočastíc.....	19
5.1 Štúdium nanočastíc v životnom prostredí.....	19
5.2 Vybrané dôrazy v dejinách nanotechnológií.....	20
6 Záver.....	23
7 Zoznam použitej literatúry.....	24

1 ÚVOD

Mnohé organizácie sa zhodujú v definícii nanomateriálov v tom, že ide o materiály, ktoré obsahujú čiastočky s aspoň jedným vonkajším rozmerom v rozsahu 1 až 100 nanometrov (nm).

Nanomateriály sú až 10 000-krát menšie než ľudský vlas a ich veľkosť je porovnateľná s atómami alebo molekulami. Ich názov je odvodený od ich miniatúrnej veľkosti (nanometer je 10 na mínus deviatu metra). Vlastnosti nanomateriálov sa líšia od rovnakých materiálov väčšej veľkosti nielen pre ich drobnú veľkosť, ale aj pre ďalšie fyzikálne a chemické vlastnosti, ako sú napríklad tvar a povrchová plocha.

Pre tieto rozdiely nanomateriály ponúkajú nové a vzrušujúce príležitosti v oblastiach ako strojárstvo, informačné a komunikačné technológie, medicína, farmaceutický priemysel atď. Tieto charakteristiky, ktoré nanomateriálom udeľujú ich jedinečné vlastnosti, sú takisto zodpovedné za ich účinky na ľudské zdravie a životné prostredie Error: Reference source not found.

Veľmi známym príkladom nanomateriálov sú sadze, ktoré sa vyrábajú nedokonalým spaľovaním organických látok bohatých na uhlík. Priemyselná výroba sadzí je stará viac ako 100 rokov. Sú to častice amorfného uhlíka o veľkosti 10 - 500 nm. Celosvetovo sa ich vyrába asi 6 mil. ton a patria k jednému z doteraz najpoužívanejších nanomateriálov. Približne 90 % vyrobených sadzí sa používajú v gumárskom priemysle a na výrobu technickej gummy (hadice, remene, gumené káble, farby a iné) Error: Reference source not found.

V súčasnej dobe chemická katalýza urýchľuje denne tisíce chemických premien, ako sú napr. rafinácie ropy na benzín, premena lacného grafitu na syntetický diamant pre nástroje, uplatňuje sa pri výrobe liekov a polymérov atď. Pri skúmaní katalyzátorov modernými prostriedkami bolo zistené, že mnohé z nich majú vysoko usporiadané kovové a keramické nanoštruktúry, obsahujúce Nanopor Error: Reference source not found.

1.1 Kde sa nanomateriály nachádzajú

Nanomateriály sa nachádzajú v prírode napríklad ako sopečné emisie alebo môžu byť vedľajším produktom ľudskej činnosti, napríklad v motorových výfukových plynch alebo cigaretovom dyme. Osobitný záujem však predstavujú vyrábané nanomateriály, ktoré sa už nachádzajú v širokej škále výrobkov so širokými možnosťami využitia Error: Reference source not found.

Niektoré takéto nanomateriály sa používajú už desaťročia, napríklad amorfný kremík v betóne, pneumatikách a potravinových výrobkoch. Ďalšie boli objavené len nedávno, napríklad nano oxid titaničitý ako činidlo na blokovanie ÚV žiarenia v náterových farbách a krémoch na opaľovanie, nano striebro ako antimikrobiálne činidlo v textilnom a medicínskom využití alebo uhlíkové nanorúrky, ktoré sa pre ich mechanickú silu, nízku hmotnosť, rozptýl tepla a elektrickú vodivosť používajú vo veľkom rozsahu v elektronike, akumulácii energie, štruktúrach kozmických lodí a vozidiel a v športovom náčiní. Neustále pokračuje rýchly vývoj nových generácií nanomateriálov a očakáva sa, že ich trh porastie Error: Reference source not found.

1.2 História nanotechnológií

Už dávno pridávali sklári pre dosiahnutie zaujímavých farebných efektov do skiel prášky z kovov a iných látok, najmä zo zlata, striebra, zinku, kadmia, síry a selénu. Ako sa v nedávnej dobe ukázalo, boli medzi nimi aj častice v rozmere nanometrov, ktoré spôsobovali unikátnu farebnosť skiel. Známe sú tzv. Lykurgove poháre pochádzajúce asi zo 4. storočia nášho letopočtu, z ktorých časť sa nachádza v Britskom múzeu v Londýne. Obsahujú nanočastice zliatiny na báze Au-Ag (v pomere 3:7). Nie je známe, akú technológiu výroby týchto pohárov a podobných artefaktov rímski sklári používali Error: Reference source not found.

Ďalším príkladom je výsledok analýzy lesklej glazovanej keramiky z 13. - 16. storočia. Zistilo sa, že lesk vyvoláva dekoratívny kovový film s hrúbkou 200 - 500 nm, obsahujúci kovové (strieborné) sférické nanokryštály rozptýlené v matrici bohaté na kremík, pričom vo vonkajšej vrstve filmu o hrúbke 10 - 20 nm sa kov nenachádza. Kompozitná štruktúra má optické vlastnosti závislé ako na rozmere častíc, tak i na matricu. Lesklá vrstva bola zrejme prvým nanoštruktúrnym filmom vyrábaná človekom Error: Reference source not found.

Keramika z talianskej Umbrie bola v 15. a 16. storočia pre svoje nádherné farby vysoko cenená po celej Európe. Tím vedcov z univerzity v Perugii vedený Brunom Brunettim zistil, že glazúry renesančnej keramiky obsahujú častice medi a striebra o priemere 5 - 100 nm a spĺňajú kritérium pre zaradenie medzi nanomateriály. Kovové nanočastice odrážajú svetlo zo svojho povrchu bez toho, že by ho rozptýľovali. Výsledkom je jedinečný "metalízový" efekt Error: Reference source not found.

Postup pri výrobe takýchto glazúr sa zachoval v knihe talianskeho autora Cipriana Piccolpassa z roku 1557. Soli medi a striebra miešali hrnčiari s octom, okrom a ílom. Touto

zmesou potom natierali nádoby, ktoré už mali na svojom povrchu jednu vypálenú glazúru. Ďalším vypaľovaním pri konštantnej teplote dosiahli jedinečnej " metalízy ". V roku 1861 ako prvý popísal suspenziu obsahujúcu častice s rozmermi 1 - 100 nm Thomas Graham, britský chemik a nazval ju koloidným systémom Error: Reference source not found.

1.3 Prví priekopníci nanotechnológií

Na možnosti z oblasti " nanosveta " ako prvý poukázal Richard P. Feynman, ktorý svoju víziu o nanotechnológiach načrtol v decembri roku 1959 pri príležitosti zasadnutia Americko fyzikálnej spoločnosti na Kalifornskej technologickej univerzite (Caltech). Jeho prednáška mala názov "There 's Plenty of Room at the Bottom" ("Tam dole je veľa miesta ") a pojednávala o možnostiach praktického využitia sveta atómov v budúcnosti.

Richard Philips Feynman sa narodil v New Yorku 11. mája 1918. študoval na Massachusetts Institute of Technology (MIT) a Princetonskej univerzite. Počas vojny pracoval na projekte atómovej bomby . V roku 1945 bol menovaný profesorom teoretickej fyziky na Cornellovej univerzite a od roku 1950 pôsobil ako profesor na California Institute of Technology (Caltech).

Hlavná oblasť Feynmanových výskumov patrí do oblasti kvantovej mechaniky, konkrétne kvantovej elektrodynamiky. Vytvoril tzv. Feynmanové diagramy, ktoré sú grafickým vyjadrením matematických vzťahov, ktoré popisujú správanie systémov interagujúcich častíc. V roku 1986 sa preslávil na verejnosti odhalením príčin závad na raketoplánu Challenger. Je nositeľom Nobelovej ceny za fyziku z roku 1965 Error: Reference source not found.

Feynmanove myšlienky boli spropagované v 80. a 90. Rokoch najmä vďaka úsiliu K. Erica Drexlera (1955) v knihách "Stroje stvorenia : Nástup éry nanotechnológie" (angl. Engines of Creation : The Coming Era of Nanotechnology , 1986) a "nanosystémy" (angl. Nanosystems , 1992). Drexler rozpracoval myšlienku nanotechnologickej revolúcie a opísal svet miniatúrnych umelých systémov, akýchsi neuveriteľne malých strojčekov čiže nanorobotov, ktoré sa budú podobat' živým organizmom nielen schopnosťou reprodukcie, ale aj vzájomnou komunikáciou a sebazdokonaľovaním, pričom ich veľkosť sa bude pohybovať na molekulárnej úrovni Error: Reference source not found.

1.4 Definícia nanomateriálov

Dňa 18.října 2011 Komisia prijala odporúčanie o definícii nanomateriálov. Podľa tohto odporúčania "nanomateriálov" rozumie:

Prírodné, náhodné alebo vyrobený materiál obsahujúci častice v neviazaného stave alebo ako agregát alebo zoskupenie, na 50% alebo viac častíc vo veľkostnom rozdelení jeden alebo viac vonkajších rozmerov v rozmedzí veľkosti 1 nm - 100 nm Error: Reference source not found.

V osobitných prípadoch, a ak je to odôvodnené obavami o životné prostredie, zdravie, bezpečnosť alebo konkurencieschopnosť, môže byť počet prah distribúcie veľkosti 50% nahradená hranicou medzi 1 a 50% Error: Reference source not found.

Odlíšne od vyššie uvedených, fullerény, grafenových vločiek a jednotlivé uhlíkové nanorúrky s jedným alebo viacerými rozmermi pod 1 nm by sa mali považovať za nanomateriály Error: Reference source not found.

Definície budú použité predovšetkým na identifikáciu materiálov, pre ktoré sa môžu týkať zvláštne ustanovenia (napr pre hodnotenie rizík alebo označovanie prísad). Tieto osobitné ustanovenia nie sú súčasťou definície, ale osobitných právnych predpisov, v ktorých bude použitá definícia Error: Reference source not found.

EÚ nanomateriál opisuje ako „*prírodný, vedľajší alebo priemyselne vyrábaný materiál pozostávajúci z častíc v neviazanom stave alebo ako agregát alebo zoskupenie, v prípade ktorého sa 50 % alebo viac častíc v zložení materiálu podľa veľkosti a počtu častíc nachádza vo veľkostnom rozsahu od 1 nm do 100 nm*“ Error: Reference source not found.

Definícia v odporúčaní EÚ by mala byť použitá ako podklad pre určenie, či by mal byť materiál považovaný za "nanomateriály" pre legislatívne a politické účely v Európskej únii. Definícia pojmu "nanomateriály" v právnych predpisoch Únie by mala byť založená len na veľkosti čiastočiek v materiály, bez ohľadu na nebezpečenstvo a riziká. Táto definícia, založená iba na veľkosti materiálu, sa vzťahuje na prírodné, náhodné alebo vyrábané materiály Error: Reference source not found.

Uverejnenie tohto odporúčania je významným krokom k lepšej ochrane občanov a obsahuje jasné vymedzenie materiálov, ktoré musia byť osobitne zohľadnené v špecifických právnych predpisoch Error: Reference source not found.

Nanomateriály sa už používajú na mnohé účely a v mnohých spotrebných výrobkoch od zubnej pasty po batérie, farby a odevy. Vývoj týchto inovačných látok je dôležitou hnacou silou európskej konkurencieschopnosti a tieto látky môžu v značnej miere prispievať k dosahovaniu pokroku v oblastiach ako medicína, ochrana životného prostredia a energetická efektívnosť. Keďže ešte stále panuje určitá neistota, pokiaľ ide o ich riziká, je potrebné ich jasne definovať, aby sa zabezpečilo uplatnenie príslušných pravidiel chemickej bezpečnosti.

Ich definícia pomôže všetkým zainteresovaným stranám vrátane priemyselných združení, pretože sa tak zosúladí široká škála definícií, ktoré sa používajú v jednotlivých sektoroch.

Vymedzenie pojmu „nanomateriál“ sa podrobí revízii v roku 2014 z hľadiska dosiahnutého vedeckého a technického pokroku Error: Reference source not found.

Týmto odporúčaním sa plní aj záväzok voči Európskemu parlamentu z roku 2009 stanoviť jedno vymedzenie pojmu, ktoré bude možné všeobecne použiť v rámci všetkých právnych predpisov, v ktorých sa uvádzajú nanomateriály Error: Reference source not found.

Európsky komisár pre životné prostredie Janez Potočnik uviedol: *„Som rád, že môžem vyhlásiť, že EÚ prišla ako prvá s vymedzením nanomateriálov na všetky regulačné účely platným pre všetky oblasti. Predložili sme vymedzenie pojmu na pevných základoch vychádzajúce z vedeckých informácií a rozsiahlych konzultácií. Priemysel potrebuje jasný súdržný regulačný rámec v tomto dôležitom hospodárskom sektore a spotrebitelia si zaslúžia presné informácie o týchto látkach. Ide o významný krok pri zabraňovaní akýmkoľvek možným rizikám pre životné prostredie a zdravie obyvateľov, pričom sa zabezpečí využitie všetkých možností, ktoré táto nová technológia ponúka“* Error: Reference source not found.

2 Zdravotné aspekty

Existujú značné obavy týkajúce sa zdravotných účinkov nanomateriálov. [Vedecký výbor pre vznikajúce a novo zistené zdravotné riziká](#) zistil, že existujú dokázané nebezpečné účinky na zdravie súvisiace s mnohými vyrábanými nanomateriálmi. Nie všetky nanomateriály nevyhnutne majú toxické účinky, popri prebiehajúcim výskume je však potrebné uplatňovať prístup na základe jednotlivých prípadov Error: Reference source not found.

Najdôležitejšie účinky nanomateriálov sa zistili v pľúcach a okrem iného zahŕňajú zápal a poškodenie tkaniva, fibrózu a tvorbu nádoru. Takisto môžu mať vplyv na kardiovaskulárny systém. Niektoré typy uhlíkových nanorúrok môžu mať účinky podobné azbestu. Zistilo sa, že okrem pľúc sa nanomateriály dostanú aj do ďalších orgánov a tkanív vrátane pečene, obličiek, srdca, mozgu, kostry a mäkkých tkanív Error: Reference source not found.

V dôsledku ich malej veľkosti a veľkej povrchovej plochy môžu partikulárne nanomateriály v práškovej forme predstavovať riziko výbuchu, zatiaľ čo príslušné materiály bežnej veľkosti nemusia Error: Reference source not found.

2.1 Ako dochádza k vystaveniu nanomateriálom na pracovisku

Zamestnanci môžu prichádzať do kontaktu s nanomateriálmi vo fáze výroby. Mnohí zamestnanci však môžu byť vystavení nanomateriálom v rôznych fázach dodávateľského reťazca, v ktorých ani nemusia vedieť, že prichádzajú do kontaktu s nanomateriálmi, z čoho vyplýva nízka pravdepodobnosť zavedenia dostatočných opatrení na predchádzanie vystaveniu Error: Reference source not found.

K vystaveniu môže preto na pracovisku dochádzať v širokej škále situácií, pri ktorých dochádza k používaniu alebo spracúvaniu nanomateriálov či narábaniu s nimi, čím sa dostanú do vzduchu a môžu sa vdychovať alebo sa môžu dostať do kontaktu s pokožkou, a to v kontextoch od [zdravotnej starostlivosti](#) alebo laboratórnych prác až po [údržbové](#) alebo stavebné práce Error: Reference source not found.

2.2 Riadenie rizík nanomateriálov na pracovisku

Zamestnanci môžu prichádzať do kontaktu s nanomateriálmi vo fáze výroby. Mnohí zamestnanci však môžu byť vystavení nanomateriálom v rôznych fázach dodávateľského reťazca, v ktorých ani nemusia vedieť, že prichádzajú do kontaktu s nanomateriálmi, z čoho

vyplýva nízka pravdepodobnosť zavedenia dostatočných opatrení na predchádzanie vystaveniu Error: Reference source not found.

Právne predpisy EÚ v oblasti ochrany zamestnancov sa vzťahujú na nanomateriály, hoci sa v nich tieto materiály priamo nespomínajú. Osobitný význam majú [rámcová smernica 89/391/EHS](#), [smernica o chemických faktoroch 98/24/ES](#) a [smernica o karcinogénnych a mutagénnych látkach 2004/37/ES](#), ako aj právne predpisy o chemikáliách ([REACH](#) a [CLP](#)). Znamená to, že zamestnávateľia majú povinnosť posúdiť a riadiť riziká nanomateriálov pri práci. Ak sa používaniu a tvoreniu nanomateriálov nedá zabrániť alebo sa nedajú nahradiť menej nebezpečnými materiálmi a procesmi, vystavenie zamestnancov sa musí minimalizovať prostredníctvom preventívnych opatrení na základe hierarchie kontrol v tomto poradí priority:

1. technické kontrolné opatrenia pri zdroji,
2. organizačné opatrenia,
3. osobné ochranné prostriedky ako posledná možnosť.

Napriek pretrvávajúcej neistote existujú veľké obavy z hľadiska nebezpečných účinkov nanomateriálov na zdravie a bezpečnosť. Preto je nevyhnutné, aby zamestnávateľia spoločne so zamestnancami postupovali v súvislosti s riadením rizík pri výbere preventívnych opatrení opatrne Error: Reference source not found.

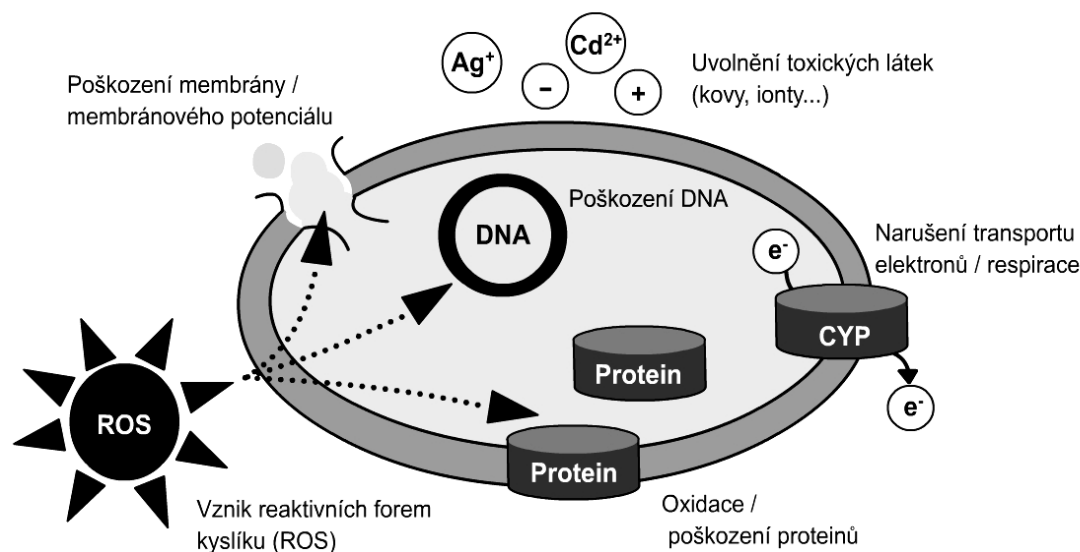
2.3 Ekotoxicita nanomateriálov

Naše znalosti o toxicite nanomateriálov sú stále značne obmedzené. Testovanie sa doteraz sústredilo najmä na vodné testy, ktoré sú medzinárodne uznávané (ISO normy, a pod.) a ľahko realizovateľné. mechanizmy toxického účinku a faktory, ktoré toxicitu ovplyvňujú, neboli doteraz úplne objasnené. Rôzne NM budú mať rôzne mechanizmy účinku, ktorý je často spojený s účelom, na ktorý mu NM slúži. Rovnaký NM môže navyše vykazovať aj rôzne mechanizmy účinku v závislosti na okolitých podmienkach Error: Reference source not found.

Najčastejšie sa spomína päť možných mechanizmov účinku NM:

1. poškodenie membrán a membránového potenciálu,
2. poškodenie bunkových proteínov,
3. genotoxicita,
4. narušenie transportu elektrónov v bunke,
5. vznik reaktívnych foriem kyslíka a uvoľňovanie toxických látok (obr. 1).

Konkrétne ekotoxikologické údaje pre NM sú veľmi obmedzené. Najčastejšie boli NM testované na baktériách, sladkovodných kôrovcoch, sladkovodných riasach a rybách. Naopak úplne chýbajú údaje pre terestrické organizmy, vyššie rastliny a obmedzené údaje sú k dispozícii aj pre morské organizmy. Najčastejšie skúmanými baktériami sú *Escherichia coli* a *Bacillus subtilis*. Toxické účinky pre baktérie boli pozorované najmä u Ag a TiO₂, ktorých antibakteriálne účinky sú už dlho známe. Ďalšie skúmané NM s toxickými účinkami pre baktérie sú fullerény, ZnO a CeO₂ Error: Reference source not found.



Obr. 1. Možné mechanizmy účinku NM (CYP - cytochrom P), podľa Klaine a spol. Error: Reference source not found.

2.4 Nebezpečné nanomateriálov

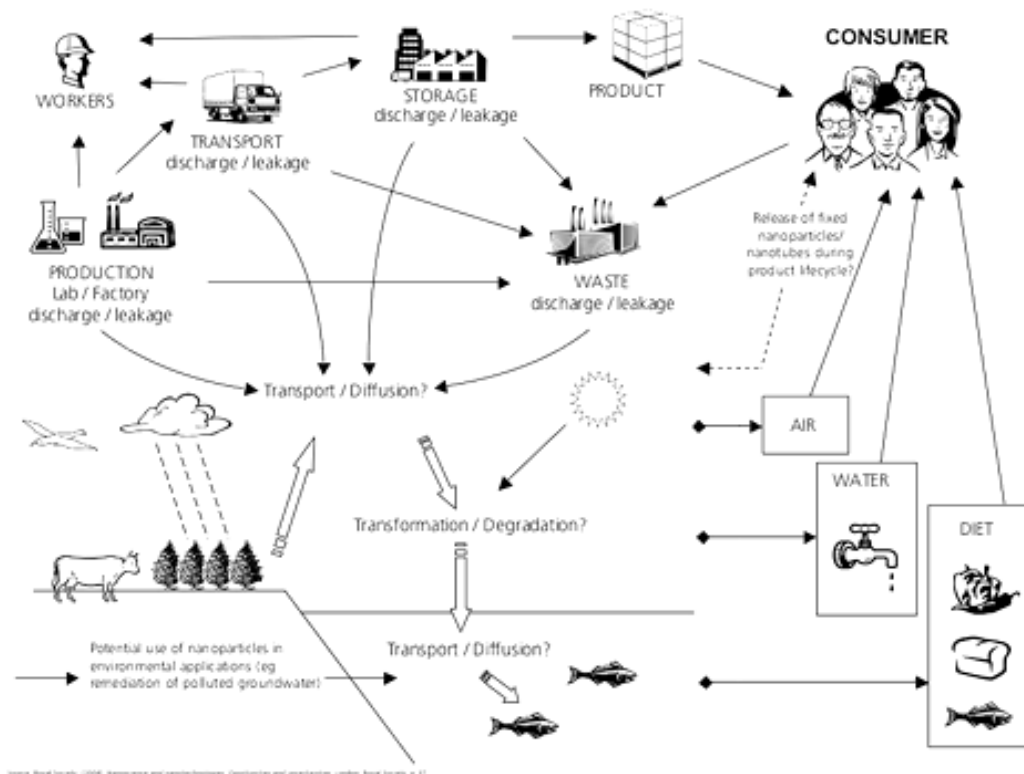
Nanotoxikológia, teda hodnotenie bezpečnosti a toxicity nanotechnológií a nanomateriálov, je mladý odbor. Množstvo výrobkov, v ktorých sa používajú nanomateriály, rastie a kontaktu s nimi sa prakticky nikto nevyhne.

Nanočastice prenikajú ako prísady do potravín, do textilného priemyslu (antimikrobiálne nanostriebro), biomedicíny, regeneratívnej medicíny, elektroniky, automobilového priemyslu alebo do športových potrieb.

Nebezpečné nanočastice môžu vznikať tiež samovoľne pri spaľovacích procesoch v doprave a priemysle a prispievať ku katastrofálnemu znečisteniu ovzdušia v niektorých regiónoch Error: Reference source not found.

2.5 Expozície a riziká

Keď sa začína hodnotiť potenciálny dopad nanomateriálov, ktoré môžu mať dopad na náš organizmus, musíme najprv pochopiť, kde a ako by sme mohli prísť do styku s nimi mimo laboratórnych podmienok. Diagram uvádza niektoré spôsoby, akoby sa to mohlo stať



Obr. 2. Možné cesty expozície pre nanomateriály Error: Reference source not found.

Ako môžeme vidieť z Obr. 2., nanomateriály majú potenciál prichádzať do styku s ľuďmi cez mnoho rôznych ciest. V priemyselných procesoch, v odpadoch, skladovaním chemikálií a v rôznych spôsoboch dopravy. Nanomateriály sa môžu uvoľňovať do ovzdušia alebo do pôdy a podzemných vôd prostredníctvom poľnohospodárskej aplikácie ako sú pesticídy Error: Reference source not found.

Po uvoľnení do životného prostredia, môžu sa tieto nanomateriály šíriť do prakticky akéhokoľvek ekosystému. Rovnako ako ďalšie znečisťujúce látky, ktoré majú potenciál k vážnemu poškodeniu v prípade, že sa zhromažďujú v škodlivých koncentráciách v ovzduší, v pitnej vode, alebo v zásobovaní potravinami (vrátane rýb) Error: Reference source not found.

Tiež si všimnite, prerušovaná čiara prúdi späť od spotrebiteľa k životnému prostrediu. Táto čiara predstavuje možnosť uvoľnenia nanomateriálov späť do prostredia počas normálneho používania výrobku: napríklad, ak sa produkt poškodil, uvoľňuje nanomateriály používané v jeho konštrukcii Error: Reference source not found.

2.6 Nanotechnológia a medicína

Nanotechnológia poskytuje nové nástroje na to, aby sme pochopili, spoznali a vyliečili choroby. Nanomateriály si dokážu osvojiť biologickú funkčnosť, a tak dokážu špecifickým spôsobom pôsobiť na bunky a ich stavebné prvky (proteíny, lipidy, DNA, atď.). Ak sa nanomateriály správne funkcionalizujú, dokážu navodiť alebo zastaviť určité metabolické reakcie. Nanomateriály často majú rovnakú veľkosť (alebo sú menšie) ako mnoho biologických štruktúr a procesov Error: Reference source not found.

Väčšina liekov sa bežne podáva buď ústami alebo injekciou. To spôsobuje niektoré problémy:

- Liečivé účinky sa môžu znížiť, kým sa liek dostane k svojmu cieľu.
- Injekcie môžu byť bolestivé a ich podávanie obtiažne, môžu byť drahé a možno aj nebezpečné.

Cieľ – vymyslieť liek, ktorý bude rýchlo a presne pôsobiť len na danú chorobu bez akýchkoľvek vedľajších účinkov.

Systémy na podávanie liekov s nanorozmermi:

- Môžu byť zamerané na konkrétny cieľ, takže sa nepoškodia zdravé bunky a bude potrebné podať menej lieku.
- Ich podávanie môže byť načasované (budú sa bez prerušenia podávať počas určitého času, čím sa dosiahne nepretržitá liečba) Error: Reference source not found.

Laboratórium na čipe a biosenzory

- Vytvárajú sa vysoko citlivé miniatúrne diagnostické zariadenia, ktoré z malého množstva tekutiny dokážu rýchlo a presne určiť diagnózu.
- Nebude potrebné posielat' vzorky na analýzu do laboratória, čím sa ušetrí čas a prostriedky.
- Miniaturizované diagnostické zariadenia obsahujú biosenzory, mikromriežky a zariadenia typu „laboratórium na čipe“, taktiež nazývané miniaturizované totálne analytické systémy (μ TAS) Laboratórium na čipe.
- Miniaturizované integrované laboratóriá, ktoré v jednom prístroji umožňujú izolovať a analyzovať biologické vzorky (napr. krv).
- Pozostávajú z mikrofluidikových systémov, vrátane mikropúmp a mikro-chlopní integrovaných s mikroelektronickými komponentmi. Toto zariadenie taktiež dokáže integrovať jeden alebo viac senzorov.

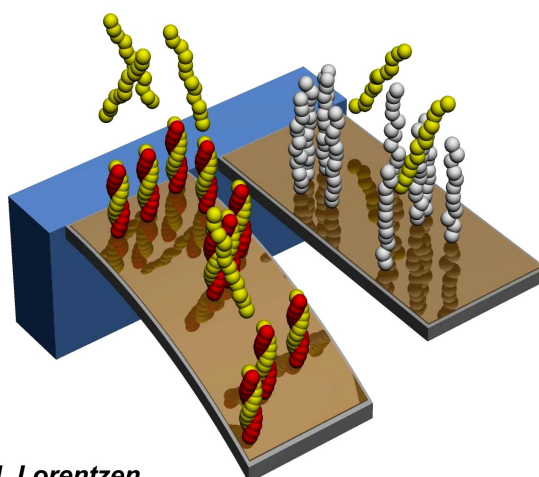
- Nanotechnológia dokáže miniaturizovať tieto komponenty a zlepšiť určité funkcie, napr. pomocou elektród s nanorozmermi alebo nanopórových membrán Error: Reference source not found.

Biosenzory

Určené na rozpoznávanie určitých biomolekulárnych látok a sú schopné signalizovať ich prítomnosť, aktivitu alebo koncentráciu.

Príkladom môžu byť:

Konzolové senzory. Povrch konzoly je funkcionalizovaný pomocou náterovej vrstvy s nanorozmermi, ktorá dokáže rozpoznať konkrétne biomolekuly Error: Reference source not found.



Obr. 3. M. Lorentzen, iNANO, University of Aarhus Error: Reference source not found.

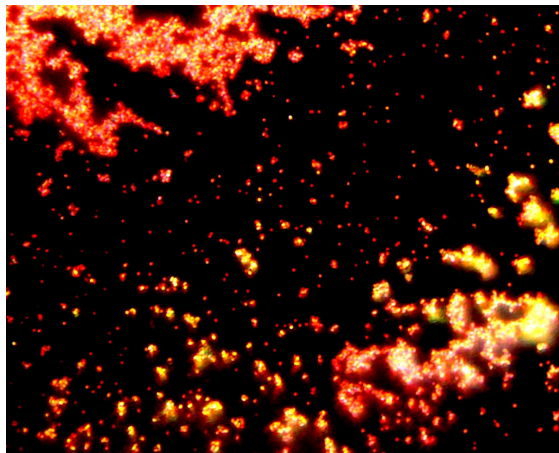
Nanodrôtové sensorové zariadenia

Povrch nanodrôtu sa dá funkcionalizovať, určité biomolekuly sa silno naviažu a pritom zmenia jeho elektronické vlastnosti. Tento skenujúci elektrónový mikroskop zobrazuje funkčnú časť nanobiosenzora obsahujúcu silikónové nanodrôty (G.Koeing, University of Wisconsin-Madison Sieť NISE, www.nisenet.org, licencované v súlade s podmienkami siete NISE) Error: Reference source not found.

Vízia teranostiky

- Nanotechnológia možno umožní integráciu diagnostikovania choroby, jej zosnímanie, liečenie a následné kroky do jedného procesu, ktorý sa označuje ako „teranostika“.

- Lieky by sa mohli naviazať na nanočastice (podobne ako kvantové bodky), na ktorých sa prejaví zmena ich vlastnosti (napríklad farby) potom, čo sa liek dostane do svojho cieľa.
- Spolu s pomalým, zacieleným uvoľňovacím systémom by nanočastice mohli postupne meniť svoju farbu počas pôsobenia lieku a takto informovať lekárov o napredovaní liečby.
- Príkladom teranostiky je používanie zlatých nanopuzdier na zosnímanie a súčasne liečenie rakovinových buniek.



Obr. 4. Zlaté nanopuzdrá nanosené na mikroskopické sklíčko Error: Reference source not found.

Obrázok 4. urobený optickým mikroskopom zobrazujúci zlaté nanopuzdrá nanosené na mikroskopické sklíčko. (G.Koeing, University of Wisconsin-Madison Sieť NISE, www.nisenet.org, licencované v súlade s podmienkami siete NISE) Error: Reference source not found.

3 Opatrenia OECD

Všetky druhy nanomateriálov sa teraz nachádzajú v bežných domácich predmetov, od športového zariadenia a opaľovacích krémov, obliečok na posteľ, šampóny pre domáce zvieratá až po mobilné telefóny a počítačové procesory. Rovnako ako všetky inovačné technológie aj nanotechnológie majú potenciál pre výrobu nepredstaviteľné výhody a neúmyselné riziká. OECD bola v čele medzinárodného úsilia o minimalizáciu týchto rizík už od roku 2005 Error: Reference source not found.

Väčšina nanomateriálov sú pravdepodobne úplne bezpečné pre širokú verejnosť, a to najmä v pevnej forme, ale je tu určitá neistota ohľadom zdravotného rizika ako napríklad, toxické nanočastice prenikajú do tela kožou alebo pri vdýchnutí, a z ekologického rizika, ak sú nanočastice preniknuté do pôdnych a vodných ekosystémov Error: Reference source not found.

OECD viedli koordinované politické opatrenia na posúdenie bezpečnosti nanomateriálov pol desaťročia, a to vďaka tomu, že organizácia je domovom medzinárodne prijatých pokynov pre testovanie bezpečnosti chemických látok. OECD preskúmala a zistila, či je možné použiť nanomateriály a zverejnila predbežné preskúmanie Error: Reference source not found.

V rámci sponzorského programu, krajiny OECD, Čína a Obchodného a priemyselného poradného výboru pri OECD (BIAC) spoločne sa finančne podieľajú na testovaní 14 nanomateriálov, ktoré sú buď dnes na trhu alebo sa v blízkej budúcnosti uvedú na trh. Každý materiál je testovaný na asi 60 vlastností týkajúcich sa zdravia a bezpečnosti životného prostredia Error: Reference source not found.

K dnešnému dňu, OECD vydala usmernenia o tom, ako by malo byť vykonané testovanie. OECD tiež zvažuje, aké ďalšie úlohy by mali politici zohrávať pri posilňovaní týkajúcich sa bezpečnosti nanomateriálov. Pracovná skupina organizácie pre vyrobené nanomateriály bola založená v roku 2006 Error: Reference source not found.

V máji 2009 Austrálska vláda oznámila štvorročnú Národnú technologickú stratégiu s cieľom poskytnúť rámec pre zodpovednosť rozvoja biotechnológií, nanotechnológií a ďalších nových technológií Error: Reference source not found.

Holandský akčný plán Nanotechnológia, formulovaná v roku 2008, obsahuje návrhy na riadenie rizík, výskumu a inovácií, komunikáciu o technológii s širšej spoločnosti a rieši právne aspekty Error: Reference source not found.

Japonské Ministerstvo životného prostredia vydalo "Usmernenia pre prevenciu dopadov vyrábaných nanomateriálov na životné prostredie v roku 2009, s cieľom poskytnúť výrobcom všetky dostupné informácie o environmentálnom vhodnom nakladaní z vyrábaných nanomateriálov Error: Reference source not found.

V USA je k dispozícii podobný súbor pokynov, "prístupy k bezpečnému nanotechnológii: Riadenie bezpečnosti a ochrany zdravia z obáv spojených s umelými nanomateriálmi", s cieľom sumarizuje odporúčania Národného inštitútu pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci a podporovať výmenu informácií medzi všetkými, ktorí vyrábajú a používajú nanomateriály Error: Reference source not found.

Medzitým, vo Veľkej Británii, British Standards Institute vypracovala usmernenia pre označovanie a bezpečnú manipuláciu a likvidáciu nanomateriálov, zatiaľ čo mimovládne skupiny zainteresovaných strán formulovali Responsible Nano kód, rámec osvedčených postupov pre organizácie, ktoré vyvíjajú, vyrábajú, predávajú alebo likvidujú produkty s využitím nanotechnológií Error: Reference source not found.

Jasné je, že aj najmenšie technológie môžu mať veľké dopady pre politiku. Všetky krajiny sú na jednej lodi, pokiaľ ide o nanomateriály, a mnohí budú musieť prispôbiť svoj súčasný regulačný rámec pri ich riešeníach Error: Reference source not found.

4 Nanomateriály z hľadiska životného prostredia

Nanomateriály sa začali široko používať k náprave životného prostredia, ktorá je založená na použití vysoko reaktívnych a savých nanomateriálov na odstránenie znečisťujúcich látok. Charakteristiky týchto nanomateriálov umožňujú efektívnu chemickú transformáciu alebo degradáciu kontaminantov. Príklady nanomateriálov, ktoré boli študované pre použitie v náprave životného prostredia sú uhlíkové nanorúrky, nanočastice zeolity, nanovlákná, a oxid titaničitý Error: Reference source not found.

4.1 Nanomateriály na úpravu vody

Nanosorbenty sú nanočastice anorganických alebo organických materiálov, ktoré sú schopné absorbovať ďalšie látky. Väčšina aplikácií na životné prostredie nanosorbenty sú v oblasti čistenia odpadových vôd a výroby pitnej vody, s inými aplikáciami zamerané na znečisťujúcich ovzdušie alebo znečistenie podzemných vôd Error: Reference source not found.

Nanosorbentami bolo preukázané, že majú lepšie vlastnosti než tradičné sorbenty, ako je napríklad s veľkým povrchom a vysokou špecificitou látky. Vzhľadom k týmto výhodným vlastnostiam nanosorbenty môžu rýchlo a cielene odstrániť alebo obnoviť cieľové nečistoty Error: Reference source not found.

Hlavné aplikácie nanosorbentov sú:

- Sanácia podzemných vôd / zeminy carbo-železo.
- Nanoclays pre adsorbovanie fosforu a organických nečistôt.
- Nano-Aerogel pre odstraňovanie uránu z podzemných vôd.
- Oxidy nano-železa pre adsorpciu hormónov a liekov z odpadových vôd.
- Dendrimer, nano-oxidy kovov a polymérnych nanovláknien pre odstraňovanie ťažkých kovov a arzénu Error: Reference source not found.

4.2 Príklady nanosorbentov

Spoločnosť [AquaNano](#) vyvíja nanoštrukturovaný sorbent s názvom Capttymer, ktorý zahŕňa rozvetvené makromolekuly, ktoré sú skombinované do guľových mikročastíc. Vzhľadom k vysokej hustote adsorpčných miest, produktu sa hovorí, že majú dvakrát toľko adsorpčnej kapacity ako tradičné materiály Error: Reference source not found.

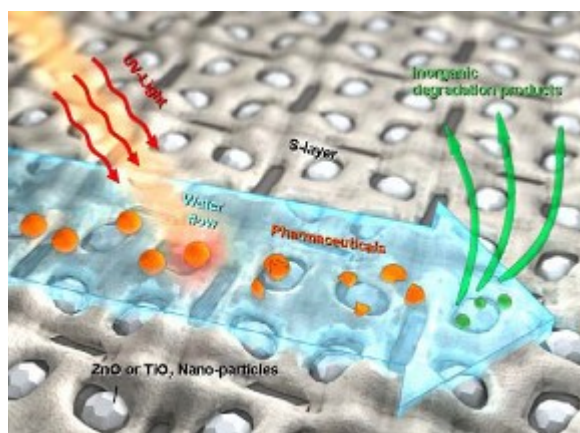
AquaNano hovoril, že výrobok je na jedno použitie alebo sa môžu regenerovať, a je k dispozícii ako koráliky alebo prášky. Môže byť použitá pre selektívne odstránenie nečistôt,

ako sú dusičnany, bromid, uránu a chloristan z podzemných zdrojov pitnej vody za účelom získania živiny, ako sú fosfáty a dusičnany, alebo pre odstránenie boritanov/bóru z odpadových vôd Error: Reference source not found.

Hongkong Polytechnic University vyvinul polymérny nanosorbent, ktorý bol úspešne použitý pri čistení odpadových vôd. Je opísaný ako účinný adsorbent pre rad anorganických a organických zložiek v odpadových vodách. Nasýtené nanočastice obsahujúce adsorbované nečistoty môžu byť oddelené od odpadovej vody membránovým systémom, po ktorom môže byť regenerovaný Error: Reference source not found.

Nanotechnológia sa tiež používa k vývoju nových membrán pre úpravu vody, rekultiváciu a odsolovanie. Tieto membrány sú vyrobené zo širokej škály nanomateriálov, ktoré obsahujú nanočastice vyrobené z nulmocného železa, oxidu hlinitého a zlata Error: Reference source not found.

Výskumní pracovníci vyvíjajú rad nanočastíc, ktoré zničia alebo absorbujú znečisťujúce látky ako súčasť ex situ alebo in situ procesoch. Tieto častice sú dendrimer, feritín, metalloporfyrinogens a SAAMS. Niektoré materiály môžu byť vyrobené s povrchovými funkčnými skupinami, ktoré slúžia ako adsorbenty na zachytávanie konkrétnych nečistôt z odpadov Error: Reference source not found.



Obr. 5. Fotokatalytické nanočastice Error: Reference source not found.

Nanomateriály, ako sú nanočastice, nanovlákná, a porézne materiály, môžu fungovať ako katalyzátory a adsorbenty, alebo môže byť použité na odstránenie škodlivých plynov, organicky znečisťujúce látky, kontaminované chemikálie a biologické látky.

Nanomateriály sa ukázali byť lepšie než konvenčné techniky v náprave životného prostredia vďaka svojej vysokej reaktivite a veľkým povrchom.

Výhody nanomateriálov v nápravy životného prostredia je možné zhrnúť takto:

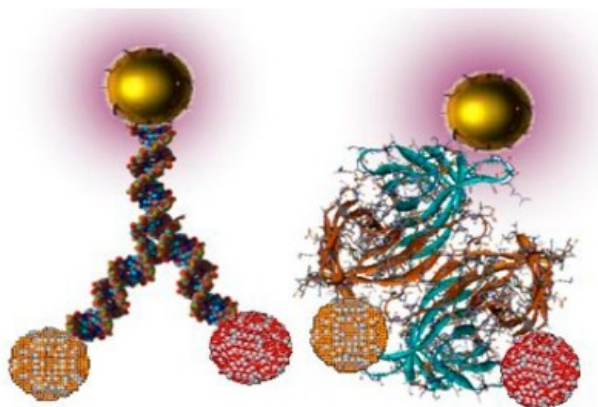
- Zväčšený povrch alebo sorpčná kapacita.
- Vysoká reaktivita.

- Ľahko prispôsobené pre použitie v rôznych prostrediach a ľahká rozpustnosťError:
Reference source not found.

5 Recyklácia nanočastíc

Nanočastice sú používané vo viac a viac spotrebných výrobkoch. Tieto materiály môžu byť silnejšie a ľahšie, urobiť povrch čistejší a viac odolný proti opotrebeniu. Sú využívané na zvyšovanie výkonnosti cestných vozidiel, a sú stále viac využívané v medicíne na zvýšenie účinnosti liekov Error: Reference source not found.

Pretože sa tieto produkty dostanú ku koncu svojej životnosti, bude veľmi ťažké zabrániť uvoľňovaniu nanočastíc do životného prostredia. Vzhľadom k veľkosti týchto častíc je im umožnené sa silne interagovať s biologickými štruktúrami. Tu hrozí potenciálna hrozba na zdravie ľudí a ohrozenie životného prostredia v súvislosti s nahromadením nano-odpadu v ekosystémoch Error: Reference source not found.



Obr. 6. Nanočastice môžu komunikovať priamo s biologickou hmotou, čo by mohlo spôsobiť dlhodobé zdravotné problémy, ktoré sme ešte nie schopní plne pochopiť Error: Reference source not found.

5.1 Štúdium nanočastíc v životnom prostredí

Štúdie skutočných koncentrácií nanočastíc v životnom prostredí je málo. Švajčiarska štúdia zverejnená v roku 2010 sa pokúšala modelovať koncentrácie niektorých bežných typov nanočastíc, ktoré skončia v životnom prostredí Error: Reference source not found.

Štúdia zistila, že cieľom závislosti nanočastíc je ich využitie - napríklad nanočastice oxidu zinočnatého sa hromadia v čistiarenských kalov, ktoré sa často aplikujú na poliach ako hnojivo Error: Reference source not found.



Obr. 7. Medzinárodný tím vedcov uskutočnil výskum vystavenia nanočastíc zlata v červoch. Zistili, že červy vystavené v pôde kontaminovanej nano-zlatom je až o 90% s menším počtom potomkov Error: Reference source not found.

Vzhľadom na ťažkosti pri detekcii nanočastíc v životnom prostredí priamo, modelovacie štúdie ukázali, aké to bude veľmi užitočné v nasledujúcich rokoch, pre identifikáciu problémových oblastí, kde veľké množstvo nanočastíc vstupuje do určitého prirodzeného systému Error: Reference source not found.

Údaje, ktoré existujú sú väčšinou z laboratórnych štúdií na báze malých vzoriek, ktoré používajú nereálne vysoké dávky a sú vynútené odpovede v krátkom časovom úseku. Naše chápanie účinkov dlhodobej expozície nanočastíc je veľmi obmedzený. To je veľký problém a mnoho výskumných skupín po celom svete pracujú ako lepšie pochopiť, všadeprítomné nízke koncentrácie nanočastíc, ktoré budú mať vplyv na človeka a ekosystémy - najmä na vodné ekosystémy Error: Reference source not found.

5.2 Vybrané dôrazy v dejinách nanotechnológií

400 - pred Kristom - Demokritos použil slovo "atomos ", čo starogrécky znamená "nedeliteľný".

1905 - Albert Einstein publikoval prácu, v ktorej stanovil priemer molekuly cukru na cca jeden nanometer.

1931 - Max Knoll a Ernst Ruska vyvinuli elektrónový mikroskop, umožňujúci zobrazit' objekty menšie ako 1 nanometer.

1959 - Richard Feynman predkladá prvú víziu nanotechnológie

1960 - v zborníku Caltech vychádza Feynmanova hypotéza o možnosti budovania nanosystémov.

1968 - Alfred Y. Cho a John Arthur z Bell Laboratories vynašli pomocou molekulových

zväzkov epitaxiu.

1974 - Norio Tamaguči navrhol používanie termínu nanotechnológie pre obrábanie s toleranciou menej ako 1 nm.

1981 - prvý článok o nanotechnológii vo vedeckom časopise.

1981 - Gerd Binning a Heinrich Rohrer vytvorili skenovací tunelový mikroskop, ktorý môže zobrazit' aj jednotlivé atómy.

1983 - reťazová reakcia v polyméry - vytvorený prvý umelý chromozóm.

1985 - R. Smalley, H. Kroto a R. Curl - objav fullerenov.

1986 - prvýkrát zaznamenané jednotlivé kvantove skoky v atómoch - založený Foresight institute.

1986 - Eric Drexler vydal knihu Stroje stvorenia.

1988 - vypracovaná metóda identifikácie osôb podľa DNA z jediného vlasu.

1990 - pomocou tunelového skenovacieho mikroskopu napísal tím vedcov na niklovú doštičku 35 xenónovými atómy písmená IBM.

1990 - metóda sériovej výroby buckminsterfullerenu.

1991 - pomocou ohybu röntgenových lúčov vznikol prvý záber molekúl fullerény – Arthur Hebard demonštroval, že molekuly Fullerene spolu s draslíkom alebo rubídiá sú supravodivé.

1991 - založený Institute for Molecular Manufacturing.

1991 - S.Iijima objavil nanotrubicu.

1992 - Drexlerová kniha nanosystémoch.

1992 - prvé kompletne mapy štruktúry dvoch ľudských chromozómov, prototyp kvantového hradla.

1993 - výpočty na superpočítači potvrdili Feynmanova a Gell - Manova teória kvantovej chromodynamika.

1993 - prvé nanodráty - retiazky silné iba niekoľko nanometrov.

1993 - W. Robinett a R. Stanley Williams zostavili program či skôr virtuálnu realitu, ktorá v spojení s STM umožňuje prehliadať si jednotlivé atómy hmoty, dotýkať sa ich a manipulovať s nimi.

1995 - demonštrované vedenie elektrického prúdu jednou molekulou - založená spoločnosť Nanocor, zaoberajúca sa vývojom nanokompozity.

1997 - založená spoločnosť Zyvex - prvá firma zaoberajúca sa konštrukciou nanomechanismov.

1998 - Skupina okolo C. Dekker z univerzity v Delfte v Holandsku zostrojila z uhlíkových nanotrubic tranzistor.

1999 - James M. Tour a Mark A. Reed predviedli, že jednotlivá molekula môže fungovať ako molekulový prepínač.

2000 - rozlúštenie ľudského genómu - prvý nanomotorček na báze DNA (Bell Labs).

2000 - americký prezident Clinton vyhlasuje program National Nanotechnology Initiative.

2001 - tranzistor z nanorúrok (IBM) - prvý nanolaser, základ pre optický prenos dát v inteligentných nanosystémoch - logický obvod v jednej molekule, tvorený dvoma tranzistormi.

2002 - začínajú sa presadzovať inteligentný kompozitné materiály

2002 - prvá medzinárodná konferencia o nanotechnológii (R. Smalley predniesol návrh , že ideálnym prostriedkom pre molekulovej nanotechnológie sú fullerénové štruktúry)

2002 - Výskumný tím Hewlett - Packard predstavil prvú molekulárnu pamäť na svete, vo ktorej sú informácie zapisované do jednotlivých molekúl čipu.

2003 - prekročená hranica 50 nm.

2003 - Spoločnosť IBM vyrobila prvý uhlíkový svetelný zdroj, miniatúrnu baterku v podobe trubičky 50 000-krát tenšia ako ľudský vlas.

2004 - Andrei Rode, John Giapintzakis objavili piatu formu C - nanopeny, ktorá má feromagnetické vlastnosti Error: Reference source not found.

6 Záver

V nanotechnológiách, respektíve vo výskume nanočastíc, leží podľa mnohých odborníkov budúcnosť súčasnej vedy. Je ale táto cesta bezpečná? O rizikách nanočastíc sa na teoretickej úrovni polemizuje už relatívne dlho, nedávno však do tejto debaty zasiahol úplne konkrétnym príkladom pekingský klinický toxikológ Jü-kuo Sung, keď preukázal vzťah medzi vdychovaním nanočastíc na pracovisku a vznikom vážnej choroby. Nanočastice vraj siedmim čínskym ženám spôsobili opuchy okolo srdca a pľúc, lekári ich tejto tekutiny nedokázali zbaviť a dve ženy potom na ochorenia podľahli Error: Reference source not found.

Máme sa teda obávať nebezpečenstva z nanosvetov? Triezvy názor zastáva jeden z našich najväčších odborníkov v nanotechnológiách, profesor Oldřich Jirsák, laureát ceny Česká hlava. "Tvrdiť, že nanočastice sú nebezpečné ľudskému zdraviu, je to isté ako povedať, že nebezpečné ľudskému zdraviu sú chemikálie. ide samozrejme o to, aké chemikálie máme na mysli: ocot a soli konzumujeme v jedle, etanol v nápojoch, mydlom sa umývame, zubnou pastou si čistíme zuby. Lekári pri svojej práci používajú vnútorne veľa chemikálií. naopak iné chemikálie sú veľmi jedovaté. Je teda vždy nutné povedať presne, o aké nanočastice ide. To sa intenzívne a celosvetovo skúma. Za neškodné považujeme nanomateriálov, ktoré sa do týždňa rozložia v telových tekutinách Error: Reference source not found.

Tie nerozložiteľné sú zatiaľ považované za potenciálne nebezpečné a takto sa s nimi tiež zaobchádza, rovnako ako s toxickými chemikáliami. K nanomateriálom sa teda civilizovaný svet chová opatrne a v krátkej dobe budú pripravené medzinárodné štandardy pre ich klasifikáciu, hodnotenie, autorizáciu a manipuláciu. Rozhodne by však bola škoda poplašnými správami vývoj nanomateriálov spomaliť, iste prinesú ľudstvu v budúcnosti veľa užitočného Error: Reference source not found.

Na záver len dodajme, že EÚ už prvý krok k týmto medzinárodným štandardom urobila: od roku 2012 budú výrobcovia povinní označovať tie produkty, ktoré obsahujú nerozpustné a biostabilné nanomateriály Error: Reference source not found.

7 Zoznam použitej literatúry

Elektronické dokumenty – monografie – články v elektronických časopisoch

- [1] https://osha.europa.eu/sk/topics/nanomaterials/index_html
- [2] <http://ssjh.sk/nano/historia.txt>
- [3] http://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/faq/definition_en.htm
- [4] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32011H0696>
- [5] http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1202_sk.htm
- [6] http://europa.eu/rapid/press-release_IP-11-1202_sk.htm?locale=en
- [7] https://osha.europa.eu/sk/topics/nanomaterials/index_html
- [8] http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_02_82-87.pdf
- [9] <http://fanda.nova.cz/clanek/hi-tech/nebezpecne-nanomaterialy-jsou-v-jidle-i-ve-sprejich.html>
- [10] <http://web2.clarkson.edu/projects/nanobird/2.2.php>
- [11] file:///C:/Users/IVA/Desktop/Fakulta%20V.ro%C4%8D/Nanomateri%C3%A1ly/297_SK%20-%20poster%203%20medicine.pdf
- [12] http://www.oecdobserver.org/news/archivestory.php/aid/3291/Nanomaterials:_Getting_the_measure_.html
- [13] <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3178>
- [14] <http://www.azonano.com/article.aspx?ArticleID=3062>
- [15] http://www.techmania.cz/data/fil_2165.pdf

Zoznam obrázkov

Error: Reference source not found

Error: Reference source not found

Error: Reference source not found

Error: Reference source not found

Error: Reference source not found

Error: Reference source not found

Error: Reference source not found