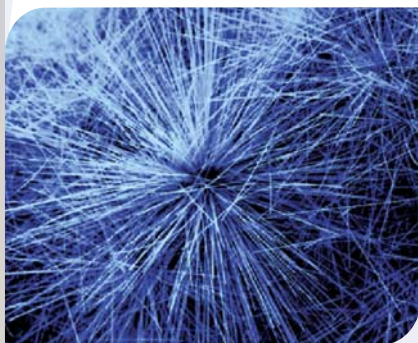




nanodelci
in varnost

Številni strokovnjaki drzno napovedujejo, da bo nanotehnologija povzročila novo industrijsko revolucijo!

Tako kot je odkritje bakterij vplivalo na varovanje zdravja skozi osebno higieno, tako bo zavedanje, da je v ozračju res veliko nanodelcev, ki skrajšujejo našo življenjsko dobo, povzročilo spremembe v našem vedenju in celo geografske premike ljudi na področja z manjšo onesnaženostjo.



KAJ SO NANODELCI?

Nanodelci so drobni skupki materiala, ki so manjši od 100 nanometrov = 0.1 mikrometra.

V pisano družčino nanodelcev spadajo poleg tistih pikic, ki so kot majhne kroglice ali kot neznansko drobna riževa zrnca, tudi delci, ki sestavljajo tanke plasti, ali pa tanki igličasti kristali ali nitke.

Nanodelci so premajhni, da bi jih videli s prostim očesom.

Za opis prisotnosti nanodelcev ni več mogoče uporabljati standardnih količin, kot sta utežna ali volumska koncentracija, ki ne povesta ničesar o velikosti delcev ali o njihovi površini. **Edina ustrezna količina je številska porazdelitev nanodelcev po velikosti.**

ZAKAJ JE VELIKOST TAKO POMEMBNA?

Ker:

70 nm delci prodrejo v pljučne mešičke.

50 nm delci prodrejo v celice.

30 nm delci prodrejo v celično jedro.

In **ni** podatkov o potovanju delcev, ki so manjši od **20 nm**.

OD KOD IZVIRAJO?

Izvor nanodelcev in kje jih najdemo:

- **naravni:** erozija, puščavski prah, vulkanski izbruhi, virusi;
- **proizvedeni:**
 - **namensko proizvedeni** – **inženirski:** kozmetika, hrana, detergenti, tekstil, zaščitne vodoodbojne prevleke;
 - **nenamensko proizvedeni:**
 - stranski produkt pri industrijski proizvodnji (mletje, varjenje, brušenje, gradbeništvo, tehnologije razpršil);
 - izgorevanje biomase in fosilnih goriv;
 - izpuh motorjev z notranjim izgorevanjem, še zlasti dizelskih motorjev.

KAKŠNE LASTNOSTI IMAJO?

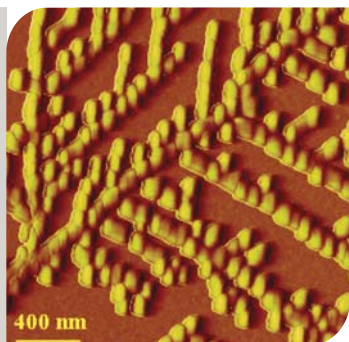
Posebne lastnosti nanodelcev:

- povečana kemična aktivnost,
- spremenjene fizikalne lastnosti (kvantni pojavi),
- velika površina glede na maso,
- lebdenje v zraku; zaradi termične energije dosegajo hitrosti do več metrov na sekundo in trkajo z molekulami zraka,
- številčnost nanodelcev v cm^3
 - pisarna: $1 \cdot 10^4$ – $4 \cdot 10^4$ (deset do štirideset tisoč),
 - varjenje: $4 \cdot 10^6$ (4 milijoni),
 - brušenje: $2 \cdot 10^5$ (dvesto tisoč),
 - izdih kadilca: $> 1 \cdot 10^8$ (sto milijonov).

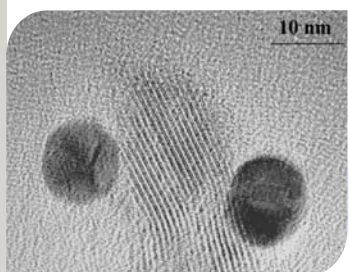
Nanotehnologija in inženirski nanomateriali prinašajo potencialne prednosti, nove priložnosti, pa tudi tveganja, ki se jih je treba bolj zavedati.

KAJ SE ZGODI, ČE NANODELCI PRIDEJO V ŽIV ORGANIZEM?

V človeško telo lahko delci pridejo skozi kožo, prebavila in predvsem dihala. Na vse tri načine lahko pridejo v krvni obtok, ki jih raznese po vsem telesu. Vse več je tudi izsledkov, da lahko nanodelci iz krvnega obtoka ali prek živčnih poti zaidejo tudi v možgane. Povečane koncentracije nevrodegenerativnih bolezni v okoljih, obremenjenih z visokimi koncentracijami ultra finih prašnih delcev, kažejo na možnost vpliva teh delcev v ozračju na razvoj nekaterih obolenj, kot sta npr. Parkinsonova in Alzheimerjeva bolezen.



Nanodelci, ki so kroglaste oblike, se v alveolnih področjih pljuč lažje izognejo celicam makrofagov, zato ne povzročajo toliko vnetnih procesov kot nitkasti delci. Vendar so po velikosti bližji receptorjem celične membrane, zato pljučna celica takšnega delca ne prepozna kot sovražnega tujka in ga s procesom endocitoze spusti vase in posledično tudi v krvni obtok.



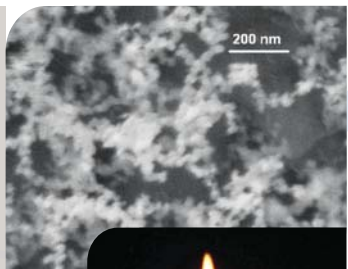
Celo zlato, ki je v naši miselnosti simbol obstojnosti, postane močno reaktivno, ko so delci veliki le nekaj nanometrov, in ga lahko uporabljamo kot katalizator.

PRIMERI STRUPENOSTI INŽENIRSKIH NANODELCEV

- FeO_x** Prisotnost nanodelcev železovega oksida je strupena za živčne celice in vpliva na njihovo sposobnost prenašanja signalov.
- Ag** Srebro poveča sproščanje reaktivnih oksidacijskih radikalov – oksidativni stres. Posebna težava nastane, ko nanodelci srebra z odpadnimi vodami pridejo v čistilne naprave, kjer pride lahko do pravega pomora koristnih mikroorganizmov, ki jih sicer uporabljajo za biološko čiščenje vode.
- SiO₂** Nanodelci silicijevega dioksida so dodatek v gumenih izdelkih, loščilih, papirnih izdelkih, zdravilih in kozmetiki, v prehrabnih izdelkih in embalaži. Ker so zaradi nizke gostote relativno lahki, se z zračnimi tokovi zlahka dvignejo v delovno atmosfero in ogrozijo zdravje zaposlenih, ki jih vdihavajo tako med proizvodnjo, skladiščenjem, transportom in tudi kot uporabniki končnih izdelkov. Raziskave so pokazale, da povzročajo bolezni dihal in srčna obolenja, še zlasti pri starejših ljudeh.

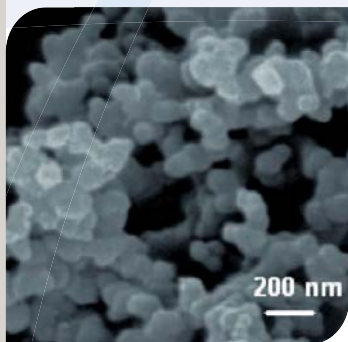
ALI VESTE ...

Nanodelci, ki se sproščajo pri gorenju navadne sveče.



... da pri zgorevanju navadne sveče pride do sproščanja nanodelcev z velikostjo do 30 nanometrov.

... da naj bi pri gorenju vseh goriv, ki vsebujejo ogljik (npr. biomase, fosilna goriva), prihajalo do popolne oksidacije ogljika v ogljikov dioksid. Vendar popolne oksidacije v praksi ni, del ogljika ostane neoksidiran in se združuje v zelo majhne skupke z velikostjo okrog 10 nanometrov. Ti skupki se nato združujejo v nekoliko večje, do 100 nanometrov, in se izločajo v okolje okrog kurišča. Vsakih dodatnih 10 μg ogljika v m^3 zraka za en odstotek poveča smrtnost zaradi bolezni srca.



Skupki nanodelcev ogljika, ki nastajajo pri zgorevanju.

... da pri uporabi pirotehnike in razstreliv, uporabljenih v rudarstvu, gradbeništvu, pri vojaških vajah in vojaških operacijah nanodelci dobijo veliko hitrost v stran od središča eksplozije, kar jih med seboj oddalji in prepreči združevanje in s tem ohranja njihovo povečano kemično aktivnost. Vsa razstreliva močno onesnažujejo okolje.



... da je poleg gorenja največji onesnaževalec ozračja z nanodelci promet. Večina delcev v izpuhu avtomobilov ima velikost pod 100 nm, velik del celo pod 10 nm.

Živeti v bližini prometnic ni zdravo ravno zaradi ogljika iz dizelskih motorjev, ki predstavljajo do 12 odstotkov vseh delcev, manjših od 2.5 µm (PM 2.5).



Dizelski motorji so veliki onesnaževalci ozračja z nanodelci. Pri bencinskih motorjih je manj nanodelcev in manj nenasičenih strupenih dušikovih oksidov, medtem ko je prednost dizelskih motorjev ta, da proizvajajo manj ogljikovega dioksida.

Tesna vožnja za vozilom na dizelski pogon ogroža zdravje.

NANODELCI IN SEŽIGALNICE

V Sloveniji je veliko govora o reševanju energijske težave s sežiganjem biomase, postavljajo pa se tudi že prve sežigalnice odpadkov.

Pred množično uporabo biomase za pridobivanje energije je treba razmisliti o vseh možnih posledicah, povezanih s sproščanjem velikih količin nanodelcev in jih pravočasno preprečiti.

KAJ LAHKO NAREDIMO, DA ZMANJŠAMO ŠKODLJIVE VPLIVE NANODELCEV ...

... V VSAKDANJEM ŽIVLJENJU?

V našem življenju je veliko tradicionalnih navad, pri katerih pride do sproščanja velikih količin nanodelcev, ki se jih doslej sploh nismo zavedali.

Če se želimo izogniti nanodelcem ogljika:

- ne prižigajmo sveč v stanovanju, v lokalih ali lepotnih salonih in na pokopališčih,
- izogibajmo se odprtih kurišč in prvomajskih kresovanj, pa tudi tabornih ognjev.

Če se želimo izogniti tudi drugim nanodelcem, ki so v našem okolju zaradi proizvodnih procesov, se je treba **primerno zaščititi, npr. pri suhem brušenju kamna, rezanju betona, spajkanju, brušenju v industrijski proizvodnji.**

... NA DELOVNEM MESTU?

Nenamensko proizvedeni nanodelci

Vzpostaviti je treba ustrezno zaščito zaposlenih in neposredne okolice v naslednjih panogah:

- v kovinski industriji: kondenzirane kovinske pare, delci, ki nastajajo pri brušenju, rezkanju, struženju in drugih mehanskih postopkih, prav tako pa tudi pri spajkanju, varjenju, visokotemperaturnem rezanju, vključno z laserskim rezanjem, in pri drugih postopkih, pri katerih se mehanska obdelava kombinira z visoko temperaturo obdelovanja;
- v gradbeništvu in rudarstvu: miniranje, izkopi, mletje, betoniranje, brušenje, glajenje, rezanje kamna, lomljenje, menjava kritin (posebno azbestnih);
- v termoelektrarnah in sežigalnicah.

Namensko proizvedeni nanodelci – inženirski:

Priporočila za delo z nanodelci:

- Reaktorske posode morajo biti v direktnem tesnem spoju s posodami za transport ali pa je treba nanomaterial preložiti v posode za prevoz v posebej za to zgrajeni čisti sobi in z uporabo popolne zaščitne obleke delavca.
- Dovod čistega zraka za dihanje in antistatična obleka pod nadtlakom sta dve od osnovnih zahtev.
- Prevoz, če je le mogoče, naj poteka z nanodelci v tekočem mediju, če to ni mogoče, pa se je treba zavedati možnosti eksplozije pri prevelikih količinah nanodelcev v posodi.
- Laboratoriji oz. proizvodni prostori naj bi bili opremljeni s tuši, da se v primeru izpusta nanodelcev opere ves prostor ter se na ta način delci zberejo v vodnem mediju.
- Odpadki, ki vsebujejo nanodelce, naj bi se obravnavali enako kot nevarni kemijski odpadki.

DODATNE INFORMACIJE

Konec maja 2008 je bila sprejeta Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo, ki je določila mejno vrednost $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za delce z velikostjo pod $2.5 \mu\text{m}$ (PM 2.5), ki mora biti dosežena do leta 2015, in vrednost $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za leto 2020. V letu 2007 je mejna vrednost za delce z velikostjo pod $10 \mu\text{m}$ (PM 10) znašala $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

DODATNO BRANJE:

1. Scientific Committee on Emerging and newly-Identified Health Risks (SCENIHR): http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/o4_scenihhr/docs/scenihhr_o_004c.pdf.
2. The European Nanotechnology Trade Alliance (ENTA) <http://www.euronanotrade.com/>.
3. BSI-British Standards (www.bsigroup.com/nano).
4. PAS 130: Guidance on the labelling of manufactured nanoparticles and products containing manufactured nanoparticles.
5. PD 6699-1: Nanotechnologies-Part 1: Good practice guide for specifying manufactured nanomaterials.
6. PD 6699-2: Nanotechnologies-Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactured nanomaterials.
7. European project: Nanosafe2: Safe Production and Use of Nanomaterials (www.nanosafe.org).

Založnik:

Ministrstvo za zdravje / Urad RS za kemikalije;
pripravljeno v okviru projekta
"Prehodni vir: Kemijska varnost 3",
No. SI/06/IB/EC/02

Besedilo:

Maja Remškar
Vodja projekta:
Teja Ilc
Oblikovanje:
Branka Smodiš
Tisk:
Present d.o.o.

5000 izvodov
April 2009

