

Nanomateriály z pohledu ochrany zdraví při práci



Jaroslav Mráz
Státní zdravotní ústav, Praha

Nanomateriály (NM) z pohledu ochrany zdraví při práci

- **Základní pojmy**
- **Základní charakteristiky vyráběných NM**
- **Výskyt a využití vyráběných NM**
- **Interakce NM s organismem**
- **Měření a hodnocení expozice NM na pracovištích**
- **Situace na pracovištích v ČR**

Základní pojmy

- **nanočástice (nanoparticles):** alespoň jeden rozměr <100 nm
- **nanočástice přírodního původu, „ultrafine particles“** přítomné v přírodních aerosolech nebo jako vedlejší produkt lidské činnosti (prach, dým, kouř apod.
- **vyráběné nanomateriály (manufactured, engineered NM)**
- **nanoaerosoly:** aerosoly jednotlivých volných nanočástic nebo nanostrukturních částic (= aglomerátů nanočástic nebo nanovláken) – přírodního původu nebo vyráběných

Některé vlastnosti nanočástic nelze odvodit z vlastností částic z téhož materiálu, o větších rozměrech.

Základní charakteristiky vyráběných NM: tvar a struktura částic

- kulovité nebo nepravidelné částice, trubičky, vlákna, destičky
- homogenní částice (chemická individua)
- kompozitní nanomateriály (jádro a obal)
- nanočástice 3. a 4. generace (*v budoucnu*): složené z různých komponent se specializovanými funkcemi („nanodevices“)

Základní charakteristiky vyráběných NM: chemické složení

Kovy

- stříbro
- zlato
- železo
- *další*

Oxidy kovů

- TiO_2
- Al_2O_3
- SiO_2
- ZnO
- ZrO_2
- *další*

Uhlíkové NM

- nanotrubičky
- fullereny
- saze
- nanodiamanty

Další anorganické NM

- magnetické materiály
- kompozitní nanomateriály
- kvantové tečky
- silikáty, zeolity, jíly
- anorganická nanovlákná

Organické NM

- nanovlákná polymerů
- dendrimery
- polystyren

Výskyt a využití NM

Technologie a spotřebitelské produkty

- elektrotechnika
- úpravy povrchů
- barvy a laky
- filtrace
- remediace znečištění vod
- kosmetika

Medicina

- biomimetické povrchy
- tkáňové inženýrství
- obvazové materiály
- cílený transport léčiv

Interakce NM s organismem

Nanotoxikologie

- vstup do organismu a distribuce v organismu
- většina studií: in vitro nebo na zvířatech
- efekt závisí hlavně na celkovém povrchu částic, spíše než na jejich celkové hmotnosti nebo počtu
- zdravotní důsledky expozice osob: ojedinělé údaje

Škodlivé účinky NM na zdraví

Prokázané následky expozice aerosolům ze spalování

- smrt následkem zhoršení ischemické choroby srdeční
- smrt následkem zhoršení chronické obstrukční plicní nemoci (CHOPN)
- exacerbace astmatu
- dlouhodobé zvýšení rizika smrti na infarkt a plicní tumory

Účinek některých vyráběných NM

- místní záněty
- tvorba plicních granulomů a fibróza
- oxidativní stres: poškození plic i kardiovaskulární
- NM se mohou šířit podél nervů:
po podání na nosní sliznici nález NM v čichovém laloku

Expozice NM na pracovištích

- **málo informací o velikosti expozice osob NM**
- **málo informací o poškození zdraví osob exponovaných NM, které by byly způsobeny právě jejich „nanovlastnostmi“**
- **k expozicím dochází zatím jen po historicky krátkou dobu, ale doba expozice a zvláště počet exponovaných prudce narůstají**
- **k manipulacím s NM dochází už nejen v laboratořích (opatrnost personálu se očekává), ale i na běžných pracovištích**
- **princip předběžné opatrnosti**

Hodnocení expozice NM na pracovištích

Česká legislativa v oblasti ochrany zdraví pracujících (NV 361/2007): nezohledňuje, zda se materiál vyskytuje ve formě NM

NM: prašné částice nebo chemické látky?

- nerozpustné nebo nepatrně rozpustné
- účinek značně závisí na fyzikálních vlastnostech (velikost a tvar částic, měrný povrch)

Hodnocení expozice NM na pracovištích

ISO/TR 27628 (2006)

Workplace atmospheres – Ultrafine, nanoparticle and nanostructured aerosols – Inhalation exposure characterization and assessment

Technical Committee ISO/TC 146: *Air Quality*

Subcommittee SC 2: *Workplace atmospheres*

Hlavní principy depozice aerosolů:

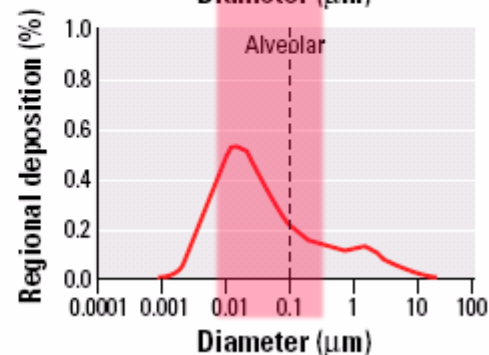
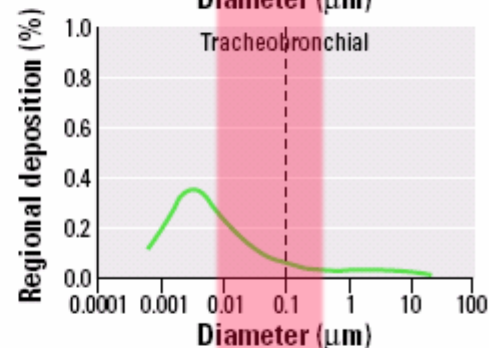
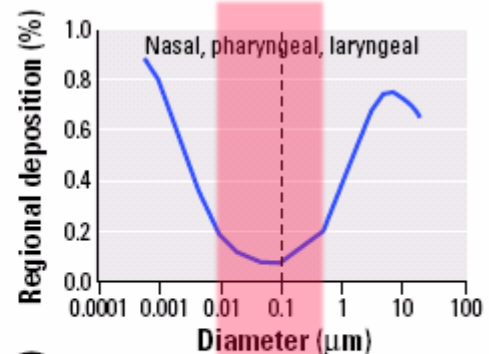
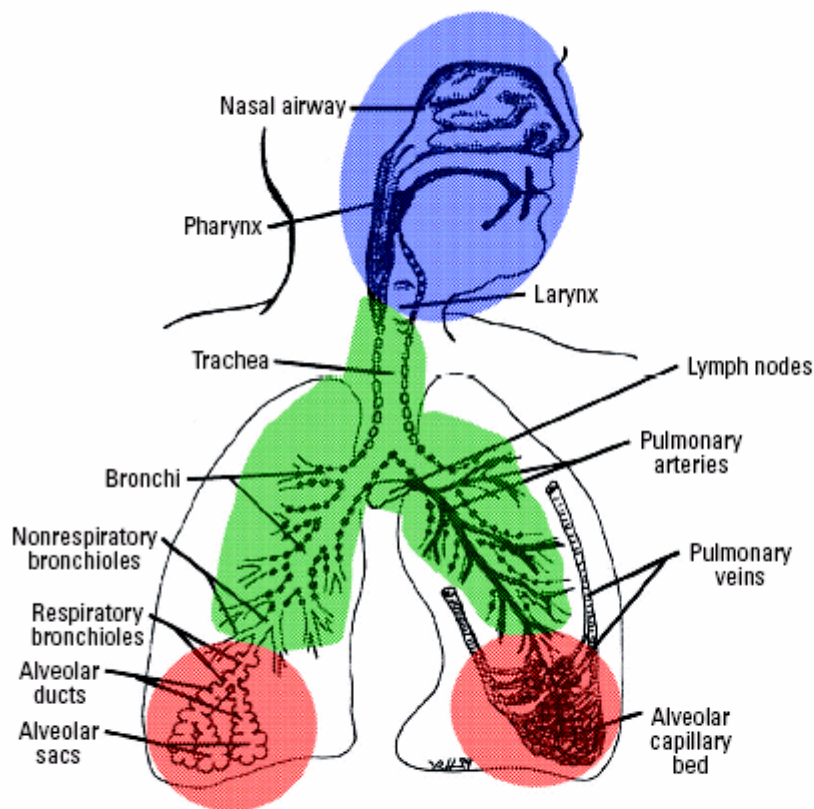
- sedimentace
- setrvačný náraz
- intercepce
- difuze
- elektrostatické síly

Rozdílný význam jednotlivých principů podle velikosti částic

Důsledky a využití:

- depozice nanočástic v dýchacím ústrojí
- metodiky měření nanoaerosolů

Depozice nanoaerosolů v dýchacím ústrojí



Situace na pracovištích v ČR:

NANOMATERIÁLY NA PRACOVIŠTÍCH 2008 (Dotazníková akce)

- úkol hlavního hygienika ČR
- sběr údajů: odd. hygieny práce KHS
- návrh a vyhodnocení: SZÚ

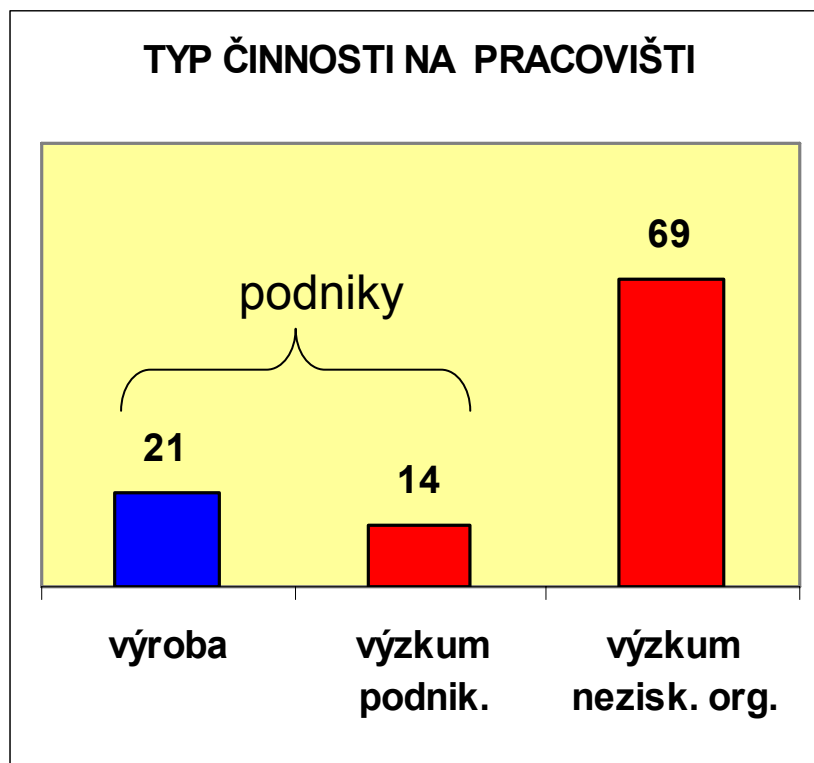
OKRUHY OTÁZEK

1. Informace o podniku / instituci
2. Charakteristiky vyráběného / používaného NM
3. Informace o výrobě
4. Informace o expozici
5. Zdravotní účinky
6. Vnímání potenciálních zdravotních rizik práce s NM
7. Závodní preventivní péče

RESPONDENTI

- podniky
- neziskové organizace

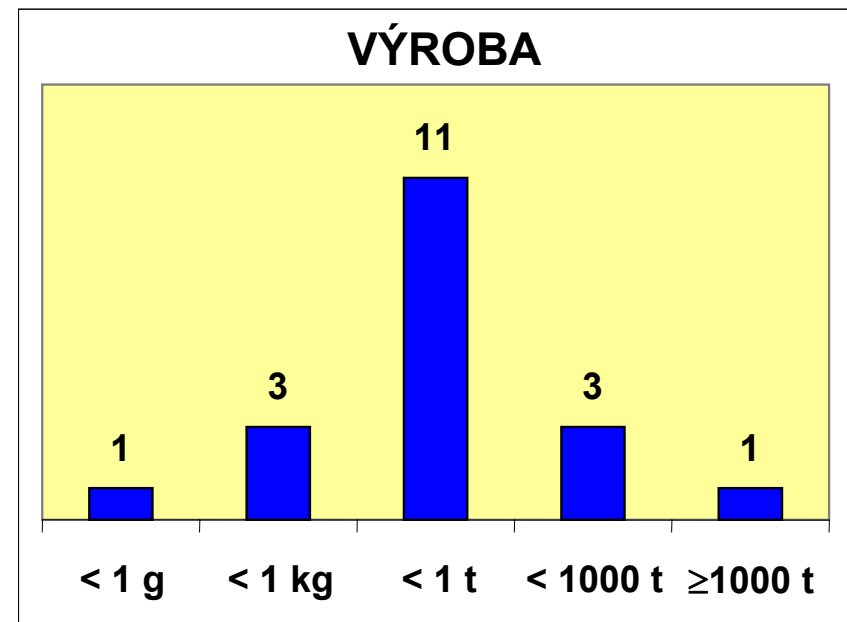
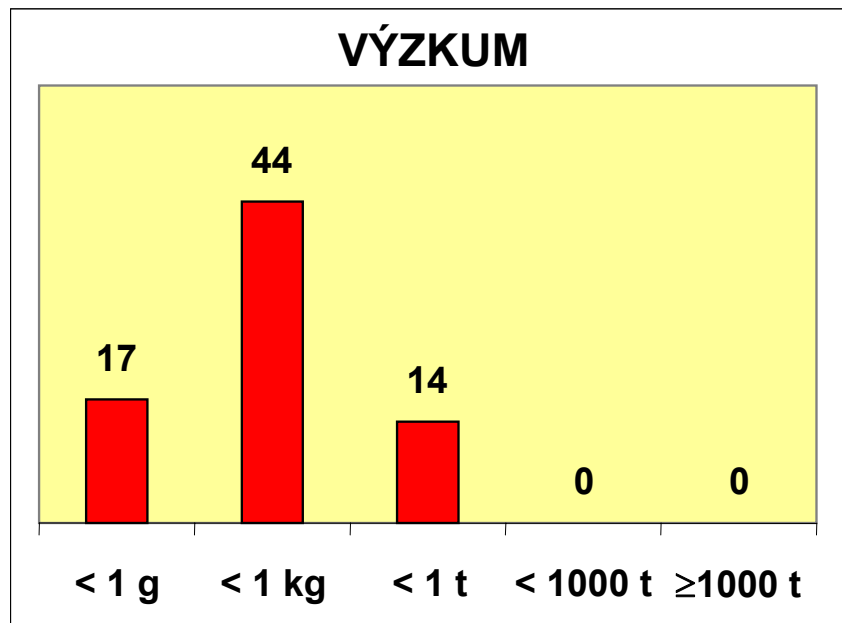
- **celkový počet subjektů: 66**
z toho - podniky: 35
 - **nezisk. organizace: 31**
(ústavy AV ČR 15, VŠ 13, ostatní 3)
- **celkový počet pracovišť (= počet odevzdaných dotazníků): 104**



Formy výskytu NM na pracovištích

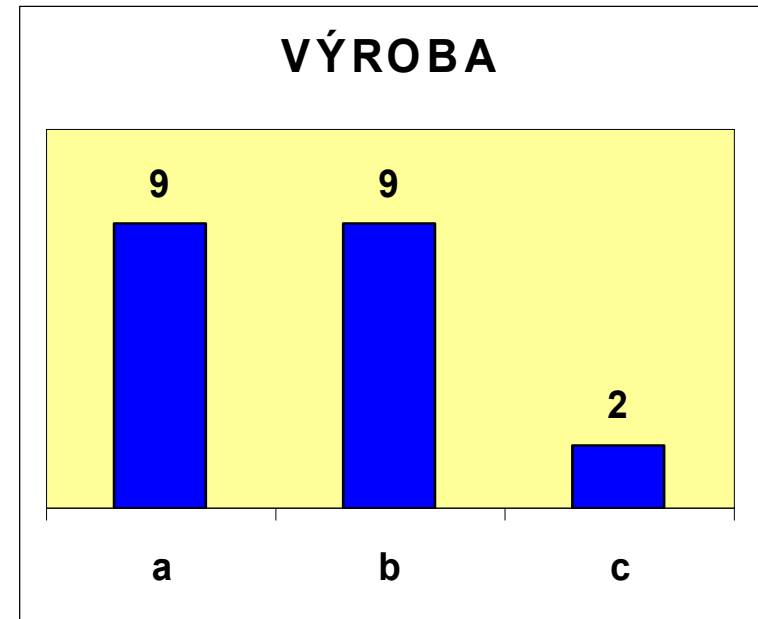
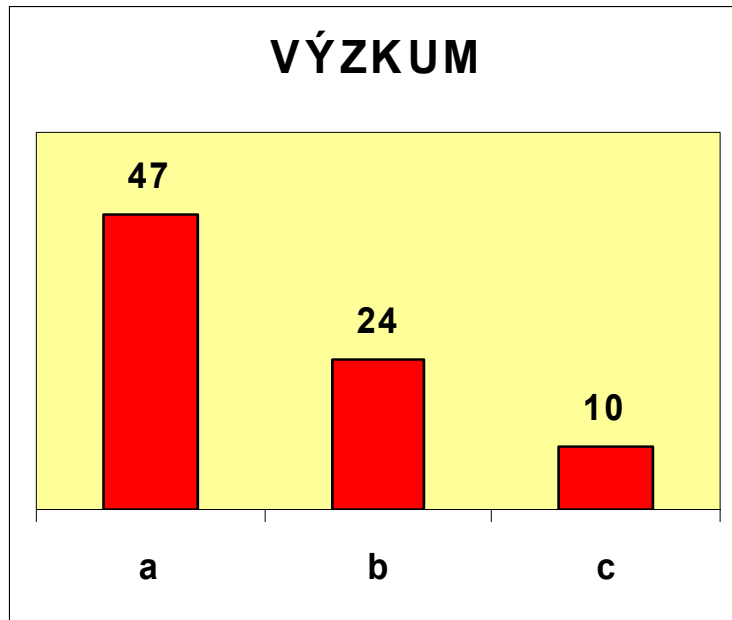
- **nanomateriály s volnými částicemi**
- **nanomateriály se „zhutněnými“ částicemi**
- **materiály s nanočásticemi pevně uzavřenými v médiu**
- **materiály s nanokrystalickou strukturou**

Roční spotřeba NM na pracovišti (odhad)



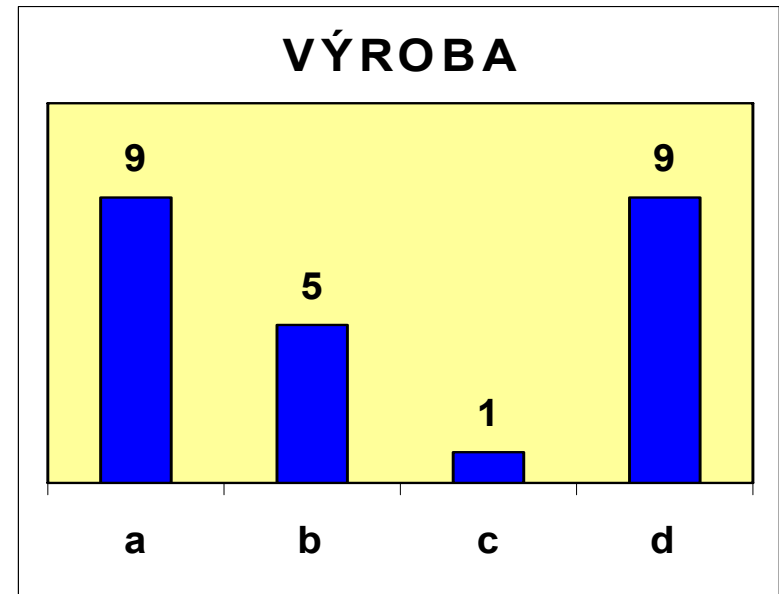
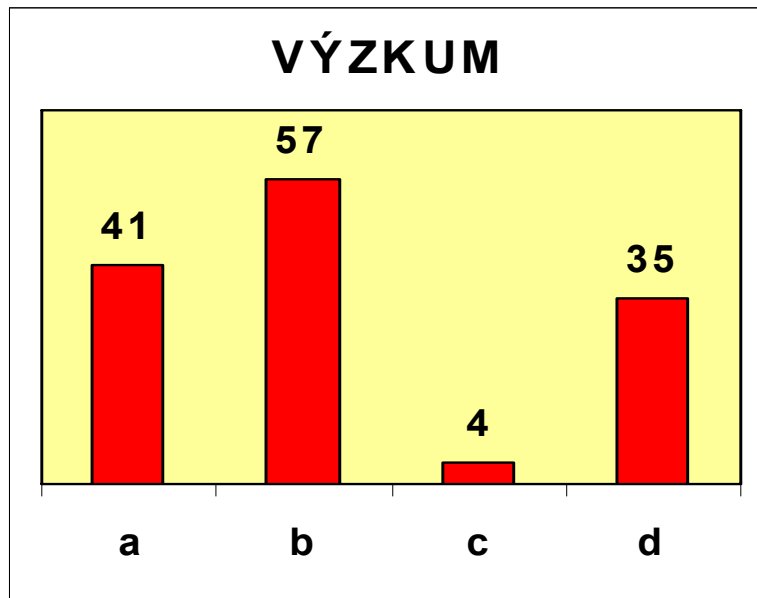
Možnost expozice

- a) s NM se pracuje v uzavřeném systému a možnost expozice osob je vyloučena nebo velmi málo pravděpodobná
- b) s NM se pracuje převážně v uzavřeném systému, ale možnost expozice osob není vyloučena a občas nebo pravidelně k ní dochází
- c) s NM se pracuje ve významné míře i v otevřeném systému a k expozici osob běžně dochází



Forma NM při expozici

- a) čistý práškovitý NM
- b) suspenze NM
- c) aerosol NM
- d) přípravek obsahující NM



Převažující cesta expozice

- a) vdechováním znečištěného vzduchu
- b) pokožkou
- c) zaživacím traktem

