

A3.3.4. Stabilirea direcțiilor prioritare de cercetare în domeniul nanotehnologiilor cu impact socio-economic

Capitol Raport preliminar privind:

- Identificarea și gestionarea pericolelor și evaluarea riscurilor utilizării nanomaterialelor și nanotehnologiilor

Rezumat

Nanotehnologia are potențialul de a îmbunătăți dramatic eficacitatea a o serie de produse de consum și industriale existente și ar putea avea un impact semnificativ asupra dezvoltării de noi aplicații, de la diagnostic și tratament și până la protejarea și remedierea mediului înconjurător. Din cauza gamei largi de aplicații posibile în nanotehnologie, evaluarea continuă a riscurilor potențiale asupra sănătății asociate cu expunerea la nanomateriale este esențială pentru a asigura manipularea lor în condiții de siguranță. Nanomaterialele sunt materiale produse de oameni de știință și ingineri care au cel puțin o dimensiune cuprinsă între 1 și 100 de nanometri. Nanomaterialele prezintă adesea proprietăți fizice și chimice unice care conferă caracteristici specifice esențiale în procesul ingineriei materialelor, dar se cunosc foarte puține despre ce efect aceste proprietăți pot avea asupra sănătății umane. Cercetările au arătat că, caracteristicile fizico-chimice ale particulelor pot influența efectele lor în sistemele biologice. Aceste caracteristici includ: dimensiunea particulelor, forma, sarcinile de pe aria suprafeței, proprietățile chimice, solubilitatea, și gradul de aglomerare. Până când rezultatele din studiile de cercetare pot elucidă complet caracteristicile nanoparticulelor care pot constitui un potențial risc pentru sănătate, măsuri de precauție sunt justificate și trebuie luate.

Prezentul document este realizat pentru a oferi o imagine de ansamblu a ceea ce se știe despre pericolele nanomaterialelor și măsurile care pot fi luate pentru a reduce expunerile la locul de muncă. Continuăm să dorim și să solicităm comentarii din partea practicienilor din domeniul securității și sănătății muncii, cercetătorilor, inovatorilor de produs și producătorilor, angajatorilor, lucrătorilor, membrii grupurilor interesate, precum și publicului larg, astfel ca ghidarea și normele existente pentru ocrotirea sănătății și a siguranței să poată fi rafinată în continuare și diseminată. Oportunități pentru a oferi feedback și informații sunt disponibile pe tot parcursul acestui document.

Ceea ce urmează este un rezumat al constatărilor și a recomandărilor majore.

Potențialele probleme de sănătate

- Potențialul nanomaterialelor de a intra în corpul uman este unul dintre factorii pe care oamenii de știință îi examinează pentru a stabili dacă aceste materiale ar putea implica un risc pentru sănătate la locul de muncă. Nanomaterialele au cea mai mare posibilitate de a intra în corp, dacă acestea sunt în formă de nanoparticule, aglomerări de nanoparticule, și particule din materiale nanostructurate, care devin aeroportate sau vin în contact cu pielea.
- Pe baza rezultatelor din studiile pe oameni și animale, nanoparticulele pot fi inhalate și depuse în tractul respirator, și bazat pe studii pe animale, nanomaterialele aeroportate pot intra în fluxul sanguin și pot fi translocate și la alte organe.

- Studiile experimentale pe șobolani au arătat că doze echivalente masa de particule insolubile ultrafine (mai mici de 100 nm) sunt mai puternice decât particulele mari de compoziție similară în cauzarea de inflamații pulmonare și de tumori pulmonare în aceste animale de laborator. Cu toate acestea, toxicitatea poate fi diminuată prin caracteristicile de suprafață și de alți factori. Rezultatele in vitro de la studii de culturi celulare cu materiale similare sunt în general de susținere a rezultatelor biologice observate la animale.
- Citotoxicitatea și studiile experimentale pe animale au arătat că schimbările în compoziția chimică, structura moleculelor, sau în proprietățile suprafețelor anumitor nanomateriale pot influența potențialul lor de toxicitate.
- Studii pe lucrători/persoane expuși/e la aerosoli formați din particule fabricate la scară microscopică (fine) și la scară nanometrică (ultrafine) au raportat descreșterea funcției pulmonare și simptome respiratorii adverse; cu toate acestea, există o incertitudine cu privire la rolul particulelor ultrafine în raport cu alți contaminanți aeropurtați (de exemplu, produse chimice, particule fine) în aceste medii de lucru în provoacarea efectelor adverse asupra sănătății.
- nanoparticulele produse de cercetatori și ingineri ale căror caracteristici fizice și chimice sunt ca cele ale particulelor ultrafine trebuie să fie studiate pentru a stabili dacă acestea prezintă riscuri de sănătate similare cu cele care au fost asociate cu cele generate de particulele ultrafine.

Potențialele probleme de siguranță

- Deși nu există suficiente informații pentru a prezice riscul de incendiu și explozie asociat cu pulberile la scara nanometrica, materialele combustibile la scara nanometrica ar putea prezenta un risc mai mare decât materialele grosiere, cu o concentrație de masă similară, dată fiind creșterea ariei superficiale ale particulelor și potențial proprietăților unice datorate dimensiunilor la scara nanometrica.
- Unele nanomaterialele pot iniția reacții catalitice, în funcție de compoziția și de structura acestora, care altfel nu ar fi anticipate din simpla lor compoziția chimică.

Lucrul cu Nanomaterialele

- Produsele realizate pe baza de nanomateriale, cum ar fi nanocompozitele și acoperirile de suprafață, și materialele compuse din nanostructuri, cum ar fi circuitele integrate, sunt puțin probabil să prezinte un risc de expunere în timpul manipulării și utilizării lor. Cu toate acestea, unele dintre procese (formularea și aplicarea unor acoperiri de suprafețe cu scara nanometrica) folosite în producția lor poate duce la expunerea la nanoparticule.
- Procese generatoare de nanomaterialelor în faza gazoasă, sau utilizarea sau producerea de nanomateriale sub forma de pulberi sau șlamuri/suspensii/soluții prezintă cel mai mare risc pentru eliberarea de nanoparticule. Întreținerea sistemelor de producție (inclusiv curățarea și eliminarea de materiale provenite

de la sistemele de colectare a prafului), este probabil să conducă la expuneri la nanoparticule în cazul în care implică mobilizarea mecanică sau chimică a nanomaterialelor depuse.

- următoarele sarcini la locul de muncă pot crește riscul de expunere la nanoparticule:

- lucrul cu nanomateriale în medii lichide fără protecție adecvată (de exemplu, mănuși), va crește riscul de expunere a pielii.

- lucrul cu nanomateriale în lichid în timpul operațiunilor de turnare sau de amestecare, sau în cazul în care un grad ridicat de agitație este implicat, va conduce la o creștere a riscului formării de picături inhalabile și respirabile.

- generarea de nanoparticule în fază gazoasă în sisteme neînchise va crește șansele de eliberare aerosoli la locul de muncă.

- manipularea de pulberi nanostructurate va duce la posibilitatea de a aerosolizare.

- întreținerea echipamentelor și proceselor utilizate pentru a produce sau fabrica nanomateriale sau pentru a curăța scurgeri sau deșeuri de materiale va reprezenta un potențial de expunere a lucrătorilor ce efectuează aceste sarcini.

- curățarea sistemelor de colectare a prafului utilizate pentru captarea nanoparticule pot reprezenta un pericol de inhalare și de expunere a pielii.

- prelucrarea mecanică, slefuirea, gaurirea, sau alte prelucrări mecanice ale materialelor care conțin nanoparticule poate duce la aerosolizarea nanomaterialelor.

Evaluarea și caracterizarea expunerii la nanomateriale

- Până când devin disponibile mai multe informații cu privire la mecanismele care stau la baza toxicității nanoparticulelor, nu este sigur ce tehnici de măsurare ar trebui să fie utilizate pentru a monitoriza expunerile la locul de muncă. Cercetările actuale indică faptul că efectele chimice legate de masa și dimensiuni mari de volum ale materialelor nanostructurate pot fi mai puțin importante decât mărimea și forma particulelor, și chimia suprafeței (sau activitatea chimică) nanoparticulelor.

- Multe dintre tehnicile de prelevare de probe care sunt disponibile pentru măsurarea nano-aerosolilor variază în complexitate, dar pot oferi informații utile pentru evaluarea expunerilor profesionale cu privire la dimensiunea particulelor, masa, aria suprafeței, concentrarea, compoziția. Din păcate, relativ puține dintre aceste tehnici sunt ușor de aplicat pentru monitorizarea expunerii de rutină.

- Indiferent de scala sau metoda de măsurare utilizată pentru evaluarea expunerilor la nanoaerosoli, este esențial ca măsurătorile de fond ale nanoaerosolilor să se efectueze înainte de producția, prelucrarea sau manipularea nanomaterialelor/nanoparticulelor.

- Când este posibil, prelevarea de probe pe persoana este de preferat pt a se asigura o reprezentare corectă

de expunere a lucrătorului, în timp ce prelevarea de probe specifice (de exemplu, probe de mărime-fractionata a aerosolilor) și măsurători de expunere în timp real (citire directă) poate fi mai utile pentru evaluarea necesității de îmbunătățire de controale tehnice și practici de lucru.

Măsuri de precauție

- Având în vedere cantitatea limitată de informații pentru a determina dacă nanoparticulele produse prezintă un risc pentru sănătatea la locul de muncă, este prudent să se ia măsuri de precauție pentru a minimiza expunerile lucrătorilor.

- Pentru cele mai multe procese și sarcini de serviciu, controlul expunerii la nanoaerosoli poate fi realizată folosind o varietate de tehnici de control de inginerie similare cu cele utilizate în reducerea expunerii la aerosoli in general.

- punerea în aplicare a unui program de gestionare a riscurilor în locurile de muncă unde expunerea la nanomateriale există poate ajuta pentru a minimiza potențialul de expunere la nanoaerosoli. Elemente de un astfel de program ar trebui să includă:

-
1. evaluare a pericolului reprezentat de nanomaterial pe baza datelor disponibile ale proprietatilor fizice și chimice și toxicologie sau de sănătate
 2. evaluare a expunerii lucrătorilor pentru a determina gradul/potențialul de risc.
 3. educație și formare profesională a lucrătorilor în manipularea corectă a nanomaterialelor (de exemplu, bune practici de lucru).
 4. stabilire a criteriilor și a procedurilor de instalare și evaluare a controalelor tehnice (de exemplu, de ventilație de evacuare), în locații unde expunerea la nanoparticule ar putea să apară.
 5. dezvoltare a unor proceduri pentru determinarea nevoile și selectarea echipamentului individual de protecție (de exemplu, îmbrăcăminte, mănuși, aparate respiratorii).
 6. evaluare sistematică a expunerilor pentru a se asigura că măsurile de control lucreaza în mod corespunzător și că lucrătorilor le sunt furnizate echipamentul individual de protecție adecvat.

- Ingineria tehnicilor de control, cum ar fi izolarea/împrejmuirea sursei (de exemplu, izolarea sursei generatoare de la lucrator) și sistemele de ventilație locale trebuie să fie eficiente pentru captarea nanoparticulelor din aer. Cunoștințele actuale arată că un bine conceput sistem de evacuare de ventilație cu un filtru de înaltă eficiență pentru particulele din aer (HEPA) ar trebui să elimine în mod eficient nanoparticulele.

- Folosirea practicilor de lucru bune poate ajuta pentru a minimiza expunerile la nanomateriale. Exemple de bune practici includ curățarea zonelor de lucru cu ajutorul metodelor de vid și HEPA și metodele de ștergere umedă, prevenirea consumului de alimente sau băuturi în locurile de muncă în cazul în care

nanomaterialele sunt manipulate, și furnizarea de facilități pentru spălarea mâinilor, pentru dușare și facilități pentru schimbarea hainelor.

- Nu sunt disponibile ghidari/orientari în prezent pentru selecția de îmbrăcăminte sau alte lucruri (de exemplu, mănuși) pentru prevenirea expunerii pielii la nanoaerosoli. Cu toate acestea, unele standarde de îmbrăcăminte includerea de testare cu particule la scară nanometrică și, prin urmare, oferă anumite indicii privind eficacitatea de protecție a îmbrăcăminteii cu privire la nanoparticule.
- Protecția respiratorie poate fi necesară atunci când controale tehnice și administrative nu împiedică în mod adecvat expunerile. În prezent, nu există limite specifice expunerilor la nanoparticulele aeropurtate, deși limitele de expunere ocupațională există pentru particule mai mari de compoziție chimică similară. Decizia de a folosi protecția respiratorie trebuie să se bazeze pe judecata profesională, care să ia în considerare informațiile de toxicitate, datele de măsurare a expunerii, precum și frecvența și probabilitatea de expunere a lucrătorului. Datele preliminare arată că pentru mediile de filtrare respirator nu există nici o abatere de la teoria clasică a fibrei singulare pentru particule mici ca 2,5 nm în diametru. În timp ce această dovadă are nevoie de confirmare, este probabil ca măștile de gaze certificate profesional vor fi utile pentru protejarea lucrătorilor de la inhalare nanoparticulelor.

Supravegherea Sănătății Ocupaționale

- Proprietățile fizice și chimice unice ale nanomaterialelor, creșterea tot mai mare a prezentei nanotehnologiei la locul de muncă, informațiile disponibile despre efectele biologice și de sănătate pe animale asociate cu expunerile față de unele tipuri de nanoparticule în studiile de laborator, și informațiile disponibile cu privire la efectele asupra sănătății lucrătorilor expusi la particulele ultrafine accidentale subliniază toate necesitatea de supraveghere medicală și de pericol/hazard a nanotehnologiei. Fiecare loc de muncă ce se ocupă cu nanoparticule, nanomaterialele fabricate, sau alte aspecte din domeniul nanotehnologiei ar trebui să ia în considerare necesitatea unui program de supraveghere a sănătății la locul de muncă. Și noi suntem în procesul de elaborare a orientării relevante legate de supravegherea sănătății la locul de muncă având în vedere existența nanotehnologiei.

Dezvoltări ulterioare ale raportului:

Pericole potențiale pentru siguranța

- incendii și explozii
- reacții catalitice

Orientări și Direcții de urmat pentru Lucrul cu Nanomateriale

- potențialul de expunere profesională
- factorii care afectează expunerea la nanoparticulele

Caracterizarea și Evaluarea Expunerii la Nanoparticule

- monitorizarea expunerilor la locul de muncă
 - eșantionare fracționată a mărimii-aerosolilor
 - prelevare de probe în timp real a aerosolilor
 - măsurători de arie a suprafeței aerosolilor
 - măsurători de concentrare a numărului de particule

- estimarea ariei suprafeței nanoparticulelor

- Propunere de strategie de eșantionare

Procedurile Controlului Expunerilor

- controale ingineresti
- eficiența colectării de praf a filtrelor
- Practicile de muncă
- Îmbrăcăminte de protecție personală
- Protecție respiratorie
- Curățirea și inlaturarea/eliminarea nanomaterialelor

Supravegherea Sănătății Ocupaționale

Cercetare - subiecte critice de cercetare

- Toxicitate
- Evaluarea riscurilor
- Epidemiologie și supraveghere
- Controale
- Metode de măsurare
- Expunere și doze
- Siguranță
- Recomandări și Orientare
- Comunicare și Educație
- Aplicații

Referinte