

Malliratkaisuja NANOMATERIAALIEN KÄSITTELYYN

Nanoteknologia on atomitasoinen rakenteiden teknologia. Nanoteknologian perusmitta, nanometri, on vain miljoonasosa millimetristä. Nanohiukkaseksi kutsutaan ainehiukkasta, jonka ulkomitoista ainakin yksi on alle 100 nanometriä.

Tähän malliratkaisuun on kerätty tietoa nanomateriaalien terveysriskeistä, niille altistumisesta sekä riskienhallinnasta.

Nanomateriaalit

Nanomateriaalit ovat teollisessa käytössä, ja nanoteknologialla ennustetaan olevan suuri merkitys monella teollisuuden alalla tulevaisuudessa. Vuonna 2010 Suomessa toimi yli 200 yritystä nanoteknologian alalla ja luku kasvaa jatkuvasti. Kansainvälinen työjärjestö (ILO) on arvioinut, että vuonna 2020 joka viides markkinoilla oleva tuote perustuu nanotekniikkaan.

Esimerkkejä tuotteista, joissa nanomateriaaleja käytetään yleisesti:

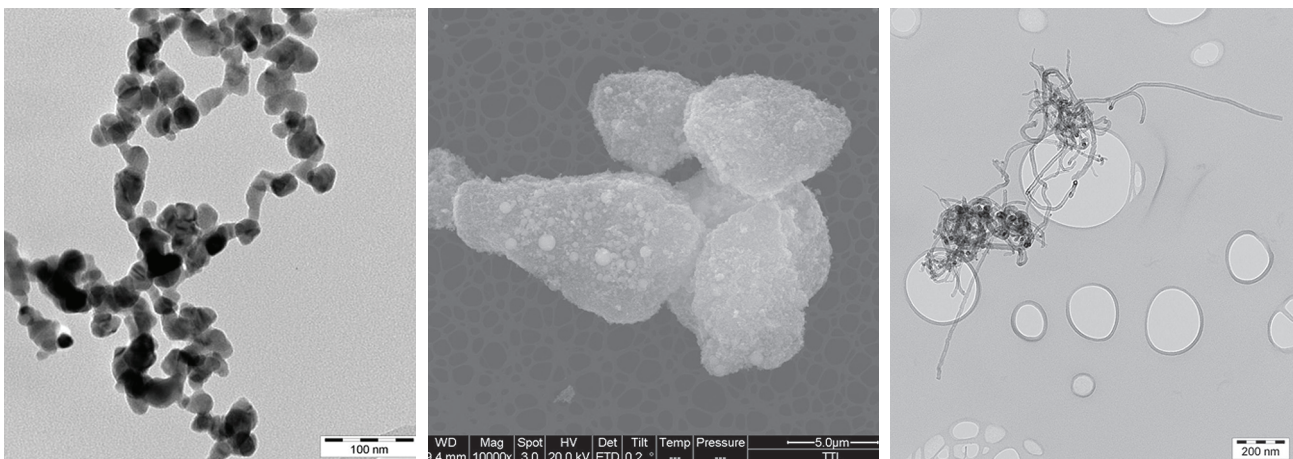
- matkapuhelimet ja muu elektroniikka
- maalit ja rakennusmateriaalit
- aurinkovoiteet
- tekstiilit
- urheiluvälineet

Yleisimmin käytettävät nanomateriaalit suomalaisissa teollisuusyrityksissä:

- titaaniidioksidi
- hiilinanoputket
- sinkkioksidi
- ceriumoksidi
- piidioksidi
- rauta
- hopea

Suurten kehitysnäkymien rinnalla tutkitaan nanoteknologian mahdollisia riskejä terveydelle ja ympäristölle.

Nanomateriaalitutkimuksen suuri haaste on tunnistaa terveydelle haitalliset materiaalit varhain ja estää nanoteknologioiden mahdolliset terveysriskit.



Kuvat 1-3. Elektronimikroskooppikuvia nanomateriaaleista, mitta-asteikot kuvien oikeassa alanurkassa.

Nanomateriaalien terveysvaikutukset

Tämän hetkisen tiedon perusteella suuri osa teollisesti tuotetuista nanomateriaaleista on turvallisia tai vain vähän haitallisia ja niiden riskit ovat hallittavissa. Joidenkin nanomateriaalien on kuitenkin osoitettu olevan terveydelle haitallisia ja näiden käsittelyssä täytyy noudattaa erityistä varovaisuutta.

Hengitystiealtistuminen:

Työpaikoilla suurin riski altistua nanohiukkasille on hengitysteitse. Jos nanomateriaalit ovat pölyviä ja niitä pääsee työympäristön ilmaan, työntekijöiden on mahdollista saada niitä kehoonsa hengitysilman kautta. Joidenkin nanomateriaalien (mm. hiilinanoputkien) on osoitettu aiheuttavan keuhkotulehdusta ja keuhkojen arpeutumista koe-eläimillä. Nanomateriaalien leviäminen ilmaan on syytä estää kaikin mahdollisin tavoin ja työntekijän hengitystiet on suojattava riittävän tehokkailla suojaimilla.

Ihoaltistuminen:

Myös ihon kautta altistuminen saattaa olla mahdollista monissa työtehtävissä. Vahingoittumaton iho on tehokas suoja ulkoisia altisteita vastaan, eikä tutkimuksissa ole osoitettu nanohiukkasten läpäisevän tervettä ihoa. Vaurioitunut tai sairas iho saattaa kuitenkin läpäistä nanomateriaaleja ja siten hiukkaset saattavat joutua myös verenkiertoon ja levitä muualle elimistöön. Työntekijän iho on suojattava riittävän tehokkailla suojavaatteilla ja käsineillä.

Nanomateriaaleille altistuminen ja työpaikkamittaukset

Työpaikalla on tärkeää tunnistaa työvaiheet, joissa voi tapahtua altistumista nanohiukkasille. Näistä esimerkkejä ovat mm.

- nanomateriaalin valmistus
- nanomateriaalin käsittely jauheena
- puhdistus- ja jätteenkäsittely
- laitteiden ja suodattimien puhdistus ja huolto
- vaiheet, joissa nanomateriaalia voi vapautua ilmaan, kuten murskaus, poraus, puhallus, leikkaus ja hionta
- nanomateriaalia sisältävien spray -aineiden käyttö

Stoffenmanager riskinarviointityökalun Nanomodulin avulla voidaan työpaikalla arvioida nanopartikkelien aiheuttamaa terveysriskiä ja tarkastella tarvittavaa riskinhallintaa: www.ttl.fi/stoffenmanager

Asiantuntijan käyttö altistumista selvittäessä on tarpeen

Nanohiukkasten mittaaminen työntekijän altistumisen selvittämiseksi on haasteellista. Haasteita asettavat nanohiukkasten monimuotoisuus sekä työprosessissa syntyneiden nanohiukkasten erottaminen muista ilmassa esiintyvistä hiukkasista.

Aluksi selvitetään työssä vapautuvien nanohiukkasten pitoisuus ilmassa, niiden lähde, sekä työpaikan ilman normaali hiukkaspitoisuus lukumäärää mittaavilla laitteilla. Mittaus tulisi tehdä työntekijän hengitysvyöhykkeeltä tai prosessien ja työvaiheiden läheltä. Mikäli työprosessin aikana nanohiukkasten pitoisuudet ovat kohonneita, jatkomittaukset voivat olla tarpeen.

Lukumääräpitoisuuksien lisäksi on mahdollista mitata nanohiukkasten kokojakaamaa ja massapitoisuuksia sekä selvittää hiukkasten ominaisuuksia. Eri mittausmenetelmien yhdistämisellä on mahdollista saada hyvä käsitys työntekijän altistumisesta. Mittaustulosten tulkinta on toteutettava asiantuntijan kanssa.

Nanomateriaalien työhygieeniset viitearvot

EU:ssa nanomateriaaleille ei ole määritelty työhygieenisiä raja-arvoja, sillä niiden terveysvaikutuksista ei ole vielä tarpeeksi tietoa.

Työterveyslaitos suosittelee teollisesti tuotetuille nanomateriaaleille seuraavia yleiseen varovaisuusperiaatteeseen pohjautuvia työilman tavoitetasoja (taulukko 1.)

Taulukko1. Tavoitetasot

Nanomateriaali	Viitearvo	Esimerkkejä
Kuitumaiset materiaalit, joiden asbestinkaltaisia vaikutuksia ei voida sulkea pois	0,01 kuitua/cm ³ (8h)	Hiilinanoputket
Partikkelimuotoiset, hitaasti hajoavat nanomateriaalit; tiheys > 6000 kg/m ³	20 000 partikkelia/cm ³ (8h)	Ag, Au, CeO ₂ , CoO, Fe, Pb, SnO ₂
Partikkelimuotoiset, hitaasti hajoavat nanomateriaalit; tiheys < 6000 kg/m ³ sekä kuitut, joilla ei asbestinkaltaisia vaikutuksia	40 000 partikkelia/cm ³ (8h)	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , TiN, TiO ₂ , ZnO
Pääosin agglomeraatteina esiintyvät partikkelimuotoiset, hitaasti hajoavat nano-materiaalit (agglomeraattien halkaisija > 100 nm)	0,3 mg/m ³ (alveoli-jae) (8 h)	Mm. yllä mainittujen partikkelimuotoisten nanomateriaalien agglomeraatit

Riskinhallinta

1. Korvaaminen ja päästön vähentäminen

- käytetään vähiten haitallista materiaalia
- käytetään nanomateriaalia kuivan aineen sijaan liuksena, pastana tai vaahtona

2. Leviämisen estäminen

- suljetut laitteistot
- työtilojen alipaineistus
- vetokaappityöskentely
- kohdepoiston käyttö
- kauko-ohjaukset ja automaatio
- tehokas poistoilmansuodatus

3. Työn tekemiseen ja työntekijään kohdistuvat keinot

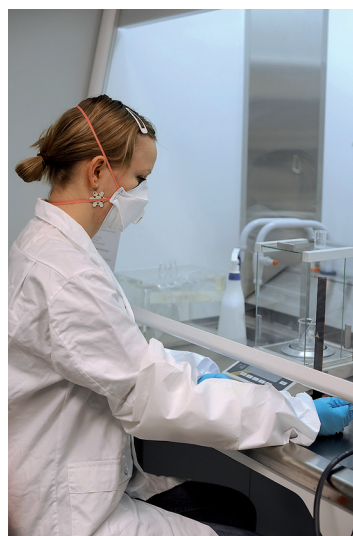
- vähennetään altistavassa prosessissa työskentelevien henkilöiden määrää ja/tai työaika
- noudatetaan hyvää siisteyttä ja järjestystä työpaikalla
- koulutetaan työntekijöitä, opastetaan hyvät työtavat
- käytetään henkilökohtaisia suojaamia
- pyyhitään pinnat kostealla paperilla tai liinalla, ei sallita kuivaharjausta

4. Henkilönsuojaimet

- hengityksensuojaimet;
suodattava hengityksensuojain, tehokkuusluokka P3 tai moottoroitu hengityksensuojain, tehokkuusluokka TH3 tai TM3
- suojavaatteet; haitallisia materiaaleja käsiteltäessä tulee käyttää kemikaaleilta suojaavaa suojavaatetusta ja suojakäsineitä, joissa on jompi kumpi alla olevista merkinnöistä. Huomioi myös suojakäsineiden mekaaninen kestävyys, kertakäyttökäsineitä aina kaksi päällekkäin.



- Etenkin pölyäviä materiaaleja pitää varoa; suojaa aina hengitystiet!



Kuvat 4-6. TTL:n Nanoturvallisuuskeskuksen työntekijät suojaautuvat nanomateriaaleja käsitellessään välttääkseen altistumisen.

Tarkistuslista

TYÖNANTAJA

- Onko materiaaleista olemassa käyttöturvallisuustiedotteet?
- Onko käyttöturvallisuustiedotteessa huomioitu nanokoko?
- Onko työpaikalla tehty riskinarviointi?
- Tunnistetaanko työvaiheet, joissa on mahdollista altistua nanohiukkasille?
- Käytetäänkö nanomateriaaleja jauheena?
- Voiko työprosessi olla koteloitu?
- Onko teknisten keinojen toimivuus tarkistettu?
- Käytetäänkö työtilassa teknisiä keinoja, kuten vetokaappia, hanskakaappia tai kohdepoistoja?
- Onko yleisilmanvaihto riittävä?
- Onko tarvittavat ja asianmukaiset henkilösuojaimet saatavilla?
- Onko kaikki työntekijät ohjeistettu ja koulutettu käsittelemään nanomateriaaleja?

TYÖNTEKIJÄ

- Onko materiaalien käyttöturvallisuustiedotteisiin tutustuttu, käytetäänkö materiaaleja ohjeiden mukaisesti?
- Huolehditaanko työpaikan siisteydestä ja järjestyksestä?
- Käytetäänkö asianmukaisia henkilösuojaimia?
- Ovatko suojaimet käytettäessä tiiviit?
- Onko suojainten käyttöohjeisiin ja puhdistusohjeisiin tutustuttu ja noudatetaanko niitä?
- Onko sinulle kerrottu kuinka nanomateriaaleja tulisi käsitellä?

Lisätietoja antaa Työterveyslaitoksen Nanoturvallisuuskeskus:

www.ttl.fi/nanoturvallisuuskeskus

nanoinfo@ttl.fi