

# Ülevaateliselt nanost

## Mis on nano?

Nanoosakesed on imepisikesed osakesed, mis oma väiksuse ja omaduste tõttu pakuvad uutmoodi rakendusvõimalusi. Gaasid, vedelikud ja tahked ained võivad nanoskaalal ilmutada ebatavalisi füüsilisi, keemilisi ja bioloogilisi omadusi, mis erinevad oluliselt nn hulkmaterjalidest ning üksikutest aatomitest või molekulidest. Nanostruktuuris võivad materjalid muutuda tugevamaks või omada teistsuguseid magneetilisi omadusi, olla paremad soojus- või elektrijuhid, muutuda keemiliselt aktiivsemateks reageerijateks, peegeldada paremini valgust või muuta värvi võrrelduna samade materjalidega teistes vormides või suurustes<sup>1</sup>.

## Kui suur on nano?

Nanoosakese mõõtmed peavad olema väiksemad kui  $10^{-6}$ m (üks mikromeeter, üks miljondik meetrit, üks tuhandik millimeetrit, tuhat nanomeetrit (nm)) ning vähemalt üks mõõdetest peab olema alla  $10^{-7}$ m (üks kümnendik mikromeetrit, 100 nm).

Rahvusvaheliselt tähendab „nano“ ühte miljardikku ehk  $10^{-9}$ , see omakorda tähendab, et üks nanomeeter (nm) on üks miljardik ühest meetrist<sup>5</sup>.

Võrdluseks:

juuksekarva läbimõõt on 80.000 nm;

erütrotsüüdil ehk punavereliblel 7000 nm <sup>2,3</sup>;

punaverelibledes leiduva hemoglobiini läbimõõt on aga 5,5 nm <sup>4</sup>;

paberilehe paksus on umbes 100 000 nm <sup>5</sup>;

1 nm on umbes nii pikk kui inimese sõrmeküüs jõuab kasvada ühe sekundi jooksul<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> National Nanotechnology Initiative – What It Is And How It Works, <http://www.nano.gov/nanotech-101/what>

<sup>2</sup> Suurus on oluline – elus ja füüsikas

[http://www.vabaeestisona.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=961:suurus-on-oluline-elus-ja-fueuesikas&catid=9:kohalikud-uudised&Itemid=11](http://www.vabaeestisona.com/index.php?option=com_content&view=article&id=961:suurus-on-oluline-elus-ja-fueuesikas&catid=9:kohalikud-uudised&Itemid=11)

<sup>3</sup> EU-OSHA 2009 Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health

[http://osha.europa.eu/en/publications/reports/TE3008390ENC\\_chemical\\_risks/view](http://osha.europa.eu/en/publications/reports/TE3008390ENC_chemical_risks/view)

<sup>4</sup> National Nanotechnology Initiative – Working at the Nanoscale, <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/working-nanoscale>

<sup>5</sup> National Nanotechnology Initiative – Size of the Nanoscale, <http://www.nano.gov/nanotech-101/what/nano-size>

## Kus puutume kokku nanoga?

Nanotehnoloogiat kasutatakse näiteks niisugustes valdkondades nagu<sup>6,7,3</sup>:

- Informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogia (ICT); sealhulgas IT-tooted, nanoelektronika, arvutamise ja kiipide kiiruse tõstmine.
- Robootika (kõnnirobot, robotauto)
- Veealused muuseumid, allveelaevad, vaateväljad
- Tarbeelektronika
- Autotööstus
- Tekstiilitööstus
- Biomeditsiin ja meditsiinitehnika; sealhulgas proteesid, implantaadid, nn ultraefektiivsed ehk „isesihtivad” ravimid ehk ravimi transport konkreetsetesse rakkudesse nanoosakeste abil, autodiagnostilised komplektid, andurid/indikaatorid jne.
- Kosmeetikatööstus
- Keskkonnatehnoloogia ja puhtamad tooted.
- Energiatehnoloogia; sealhulgas päikesepatareid, patareid, akumulaatorid jne.
- Põllumajandus ja toiduainetööstus; sealhulgas sensorid, värskuse indikaatorid, sordiseemne parendused jne.
- Sõjatehnoloogia.
- Transport, lennundus ja kosmosetehnika; sealhulgas kergemad ja tugevamad materjalid, kütused ja katalüsaatorid.

Nanotehnoloogia abil arendatakse välja uusi optilisi, elektroonilisi ja optoelektronilisi seadeid, parendatakse energia talletamise võimalusi ning efektiivsust, luuakse väga efektiivseid mehaanilisi ja bioelektronilisi kasutajaliideseid ning arendatakse edasi meditsiinilise pilditehnika (nt raudoksiidi nanoosakesi on võimalik kasutada parandamaks magnetresonantstomograafia pildikvaliteeti), ravi (nanoosakeste abil on võimalik transportida ravimit konkreetsetesse rakkudesse) ja terapeutilisi meetodeid<sup>8</sup>. Nn keskmine inimene on nanoosakestega kokku puutunud omades iPhone'i, kerge süsinakraamiga ratast, kandes mittemäärduva kihiga kaetud mantlit või kriimustuskindlaid prille, määrades kehale läbipaistvat päikesekreemi, kasutades praguemiskindlaid värve<sup>9</sup>. Autokumme on nanoosakeste abil võimalik niimoodi muuta, et märgades tingimustes saab auto tänu paranenud tee ja autokummide vahelisele hõõrdumisele kiiremini pidama. Auto akendele on võimalik lisada nanoosakestest kate, mis aitab pindu udu- ja jäävabana hoida. Ka autot käivitades või lõket süüdates paiskub põlemisprotsessi käigus õhku nanoosakesi<sup>2</sup>.

---

<sup>6</sup> Ott Moorlat 21. sajandi tööstusdisainilahenduste uued suunad lk 13

[http://www.google.ee/url?sa=t&rct=j&q=nanotehnoloogiat%20kasutatakse&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.epa.ee%2Ful%2Fdoc%2Fseminarid%2F2011\\_04\\_26\\_Ott\\_Moorlat.pdf&ei=6-mUT-GQLPDP4QSxjvXQDw&usq=AFQjCNEP6xzbarZjzPa\\_qQQOwgtLHUIRdw](http://www.google.ee/url?sa=t&rct=j&q=nanotehnoloogiat%20kasutatakse&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.epa.ee%2Ful%2Fdoc%2Fseminarid%2F2011_04_26_Ott_Moorlat.pdf&ei=6-mUT-GQLPDP4QSxjvXQDw&usq=AFQjCNEP6xzbarZjzPa_qQQOwgtLHUIRdw)

<sup>7</sup> Ohtlikud ained toovad Euroopa töötajate jaoks kaasa uusi ja järjest suuremaid terviseriske, 2009.

[http://osha.europa.eu/et/press/press-](http://osha.europa.eu/et/press/press-releases/european_workers_face_new_increasing_health_risks_hazardous_substances_01.11032009)

[releases/european\\_workers\\_face\\_new\\_increasing\\_health\\_risks\\_hazardous\\_substances\\_01.11032009](http://osha.europa.eu/et/press/press-releases/european_workers_face_new_increasing_health_risks_hazardous_substances_01.11032009)

<sup>8</sup> NIOSH 2004 *Nanotechnology and Workplace Safety and Health* <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2004-175/>

<sup>9</sup> What are the uses of nanoparticles in consumer products?

<http://ec.europa.eu/health/opinions2/en/nanotechnologies/1-3/5-nanoparticles-consumer-products.htm>

## Nano ja tervis

Nanotehnoloogia on võrdlemisi uus valdkond, seetõttu on ka risk inimese tervisele ja keskkonnale suuresti kaardistamata. Eristatakse paljusid nanoosakesi, mille mõju inimese tervisele võib suuresti varieeruda.

Üldiselt on osakesed seda bioaktiivsemad, mida väiksemad nad on<sup>10</sup>. Samuti on paljud osakesed (nt metallilise iseloomuga osakesed) pürofoorsed ja seetõttu tuleb arvestada tolmuplahvatuste ohuga<sup>6</sup>. Nanoosakeste pindmine kiht on suur võrreldes mahuga, see muudab need kiireteks reageerijateks. Nii on osakesi hea kasutada erinevate protsesside katalüsaatoritena, kuid peab arvestama võimalusega, et needsamad osakesed kiirendavad näiteks haiguslikke protsesse inimkehas<sup>11</sup>.

Nanoosakeste interaktsioon elusorganismidega sõltub kolmest faktorist: nanoosakeste doos (kogus, mis organismi satub), nanoosakeste võime kehas levida (näiteks võivad nanoosakesed läbida nina limaskestast ja liikuda haistmisnärvide kaudu edasi ajju) ja nende lahustuvus. Need karakteristikud määravad ära aga nanoosakeste suurus (sama koosseisuga keemilistest osakestest on väiksemad enamasti toksilisemad), kemikaalid, millest osakesed koosnevad ja osakeste pinna iseloom ning nanoosakeste kuju<sup>12</sup>. On nanoosakesi, mis lahustuvad kergelt ja mille mõjud elusorganismidele on samasugused kui kemikaalidel, millest osakesed tehtud on. Leidub ka niisuguseid nanoosakesi, mis ei lahustu ega degradeeru lihtsalt – selle asemel osakesed akumuleeruvad ja püsivad niimoodi pikka aega, mis muudab need eriliseks potentsiaalseks ohuallikaks.

Peamiseks tolmu ja väikeste osakeste inimorganismi sisenemise teeks on hingamisteed, samuti satuvad osakesed organismi alla neelamise kaudu<sup>13</sup>. Seega on mõistetav, et kopsud on üheks põhiliseks organiks, mida nanoosakesed kahjustada võivad. Epidemioloogilised uuringud on näidanud, et sissehingatavate osakeste tasemel on mõju ka inimese kardiovaskulaarsüsteemile – arterite läbimõõdule ja südame rütmile<sup>10</sup>. Samuti seostatakse nanoosakesi oksüdatiivse stressiga.

Euroopa Tööohutuse ja Töötervishoiu Agentuuri eksperthinnangus tööohutuse ja töötervishoiuga seotud tekkivate keemiliste riskide kohta kinnitatakse, et „nanoosakesed võivad põhjustada toksilisust, südame- ja kopsuhäireid, muuta valkude ehitust, neil võib olla autoimmuunne toime, nad võivad tekitada oksüdatiivset stressi ja vähki”<sup>14</sup>.

---

<sup>10</sup> NANOTECHNOLOGY: Questions and Answers <http://www.hazards.org/nanotech/etcqanda.htm#1>

<sup>11</sup> BBC, Some uses of nanoparticles

[http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/edexcel\\_pre\\_2011/designerproducts/nanotechnologyrev2.shtml](http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/edexcel_pre_2011/designerproducts/nanotechnologyrev2.shtml)

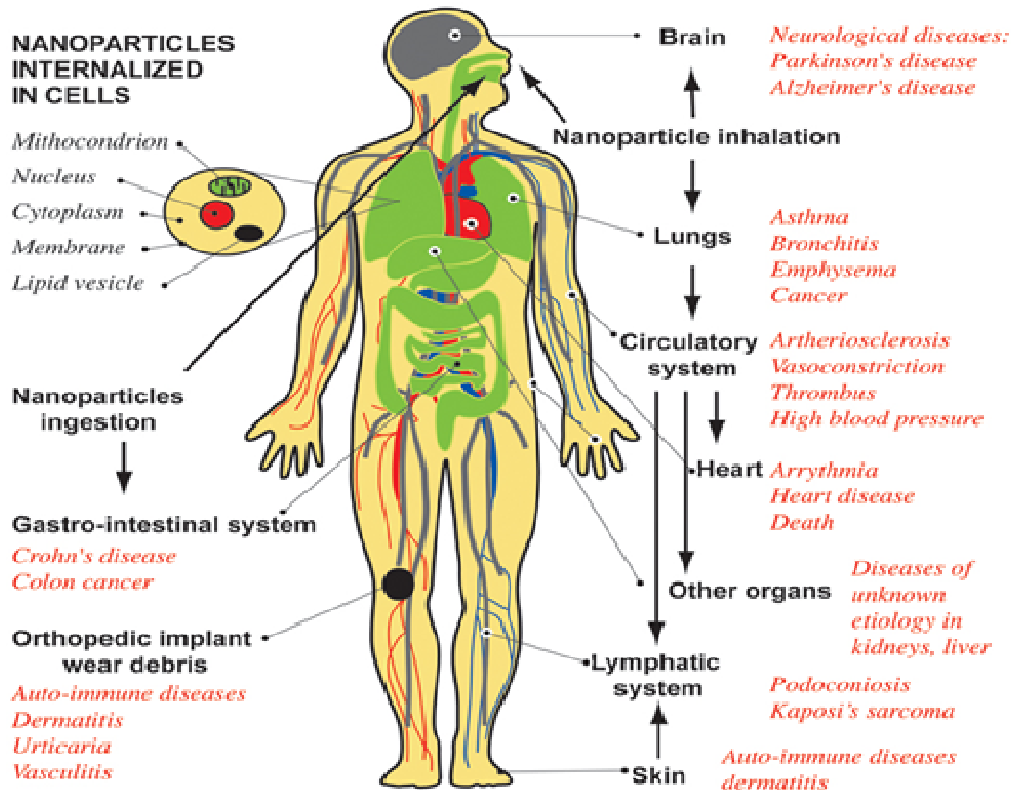
<sup>12</sup> Questions on Nanotechnologies <http://ec.europa.eu/health/opinions2/en/nanotechnologies/1-2/6-health-effects-nanoparticles.htm>

<sup>13</sup> Ostiguy, C., Lapointe, G., Trottier, M., etc. 2006 *Health Effects of Nanoparticles*; IRSST Report

<sup>14</sup> EU-OSHA 2009 Eksperthinnang tööohutuse ja töötervishoiuga seotud tekkivate keemiliste riskide kohta; faktilaht <http://osha.europa.eu/et/publications/factsheets/84/view>

# DISEASES ASSOCIATED TO NANOPARTICLE EXPOSURE

*C. Buzea, I. Pacheco, & K. Robbie, Nanomaterials and nanoparticles: Sources and toxicity, Biointerphases 2 (2007) MR17-MR71*



Konkreetsete erinevate nanoosakeste ja nende teadaolevate tervisemõjude kohta annab informatsiooni näiteks töökeskkonna- ja tervishoiualaseid teaduslikke uuringuid teostava IRSST (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail) raport: Ostiguy, Claude; Soucy, Brigitte; Lapointe, Gilles; Woods, Catherine; Ménard, Luc; Trottier, Mylène 2008 *Health Effects of Nanoparticles - Second Edition* <http://www.irsst.qc.ca/en/irsst-publication-health-effects-of-nanoparticles-second-edition-r-589.html>