

KESKI-SUOMI KOHTI KIERTOTALOUTTA 2018

7.2.2017 Jyväskylä
Virva Kinnunen



“Nuorison parasta tässä harrastetaan”★

★ Seinäteksti Jyväskylän yliopiston vanhassa juhlasalissa (1882)



Mikä ihmeen nanopartikkeli?

- **Nano:** 1 nm = 10^{-9} m
- **Nanopartikkeli:** Partikkeli, jonka vähintään yksi dimensio 1 – 100 nm
- *Luonnollisista tai antropogeenista* lähteistä
 - Antropogeeniset: Vahingossa/ Varta vasten tuotettuja → Engineered nanoparticles (ENPs)
- Eri muotoisia ja kokoisia, yhdestä tai useammasta alkuaineesta koostuvia



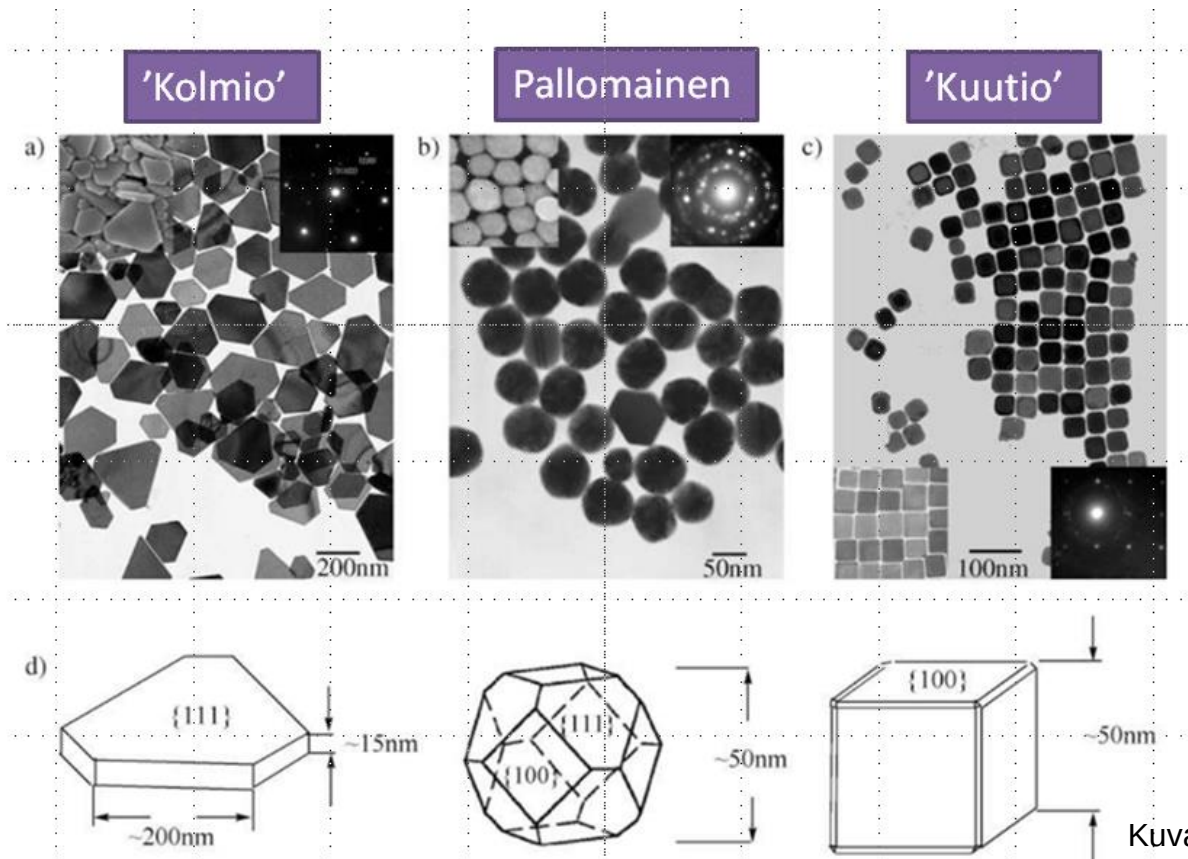
8.2.2018

KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Mikä ihmeen nanopartikkeli?



Kuva: Xu et al. 2006



8.2.2018

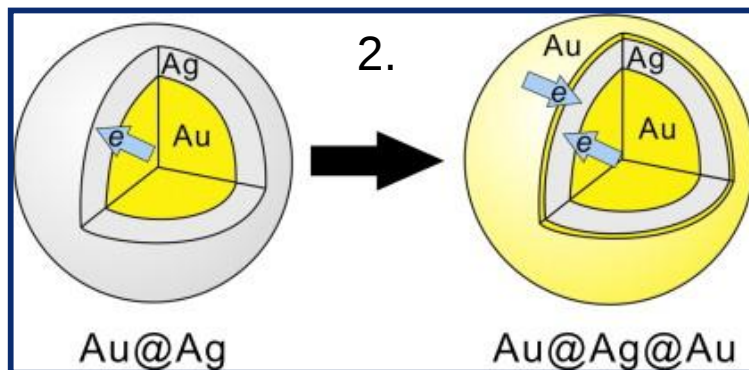
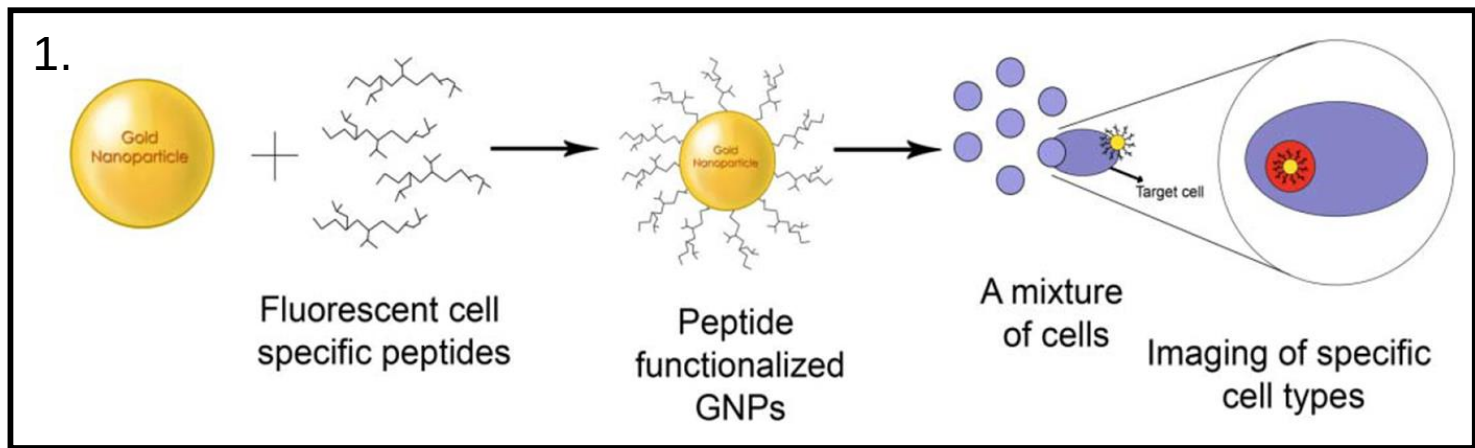
KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Mikä ihmeen nanopartikkeli?



Kuvat: 1. Tiwari *et al.* **2011** ja 2. Mott *et al.* **2012**



8.2.2018

KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto



Nanopartikkeleiden ominaisuudet: *It's all about the size*

- Fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet eroavat suurempien partikkeleiden vastaavista
 - Suuri **pinta-ala** suhteessa tilavuuteen
 - Magneettisia ominaisuuksia
 - Mekaaniset ominaisuudet
 - Optiset ominaisuudet
- Koon ja muodon muuttuessa ominaisuudet muuttuvat
 - Mahdollistaa 'tuunauksen'



KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

8.2.2018

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Nanomateriaalit

ZnO , TiO_2



CeO_2



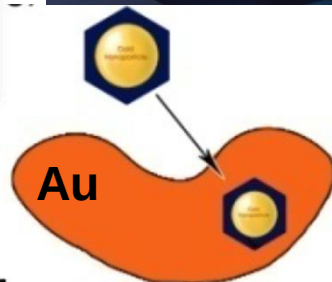
conventional glass



Kuva: PPG

TiO_2

sunclean glass



Cancer cell

Kuva: Tiwari et al. 2011



Kuva: Samsung

Kvanttipiste TV
(SiO_2 , CdS_2)



Kuva: Continental



Kuva: Nanosox



8.2.2018

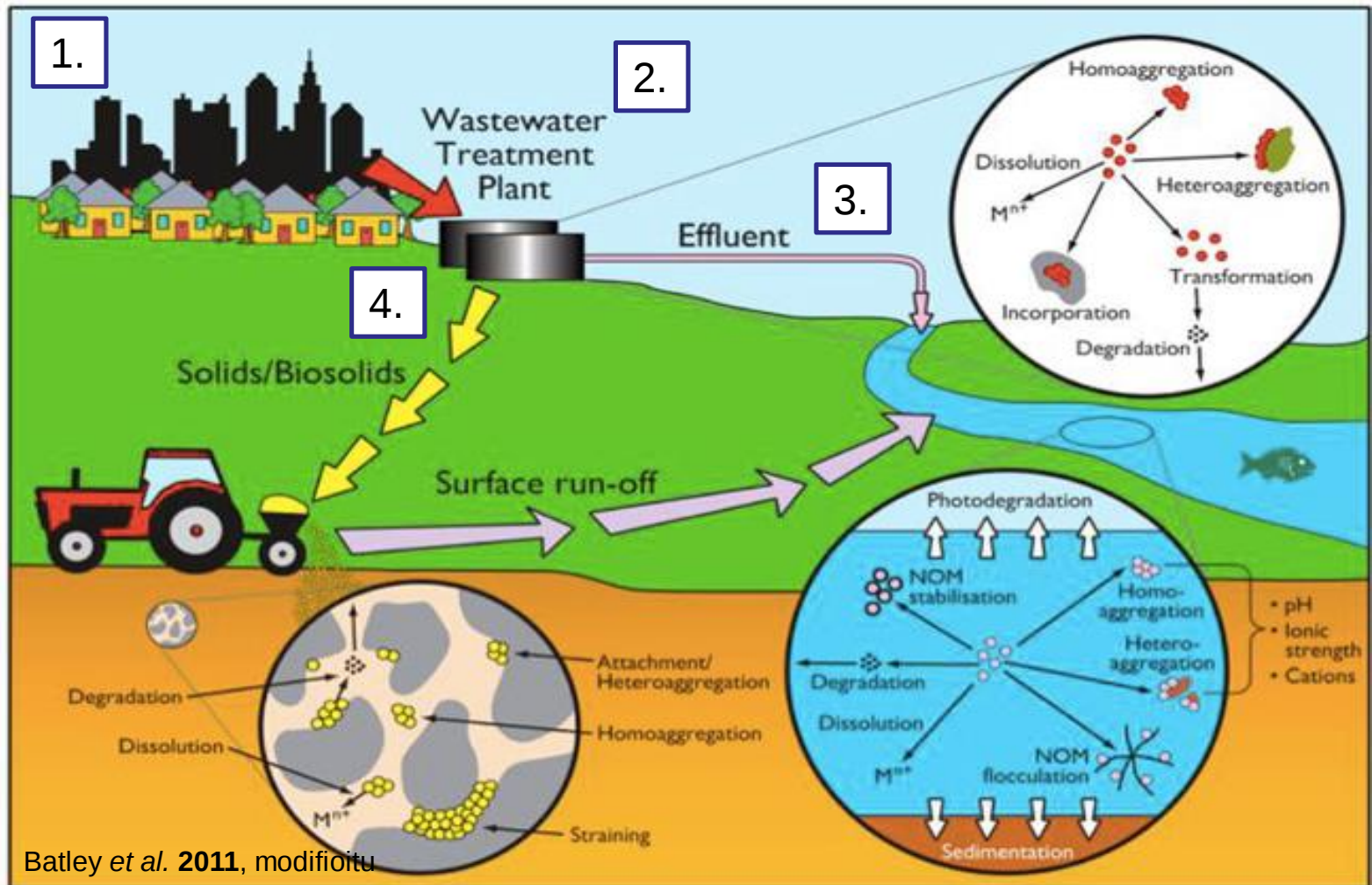
KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Nanopartikkelit ympäristössä



Nanopartikkelit: Onko syytä huolestua?

Paljon sovelluksia

- Puhtaampaa ja tehokkaampaa energiaa
- Vahvempia materiaaleja
- Edistyneet hoitomuodot
- Antimikrobiset ominaisuudet
- Vesien ja maaperän kunnostus
- Turvallisempaa tekniikkaa

Terveys- ja ympäristövaikutuksia^{1, 2, 3}

- Kulkeutuminen ympäristöön
- Haitta-aineiden kuljetus
- Vaikutus vesieliöihin
- Kulkeutuminen kudoksiin
- Päätyminen juomavesiin
- Terveysvaikutukset ihmisiin?



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

8.2.2018

1) Khan et al. 2017 2)
Gottschalk ja Nowak 2011

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Nanopartikkeleiden analysointi

- Nanopartikkeleita voidaan analysoida lietteistä mm. spektroskopisin ja mikroskopisin menetelmin
 - Näytteen käsittely ja analysointi voi olla hidasta
- spICP-MS-tekniikka parantanut nanopartikkeleiden analysointia
 - Yksittäisten partikkeleiden havaitseminen
 - Partikkelin yleisin ja keskiarvokoko (nm), partikkelikokojakauma, partikkelikonsentraatio (p/ml) sekä liuennut pitoisuus yhdellä mittauksella



Kuva: perkin Elmer NexION 350D



KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

8.2.2018

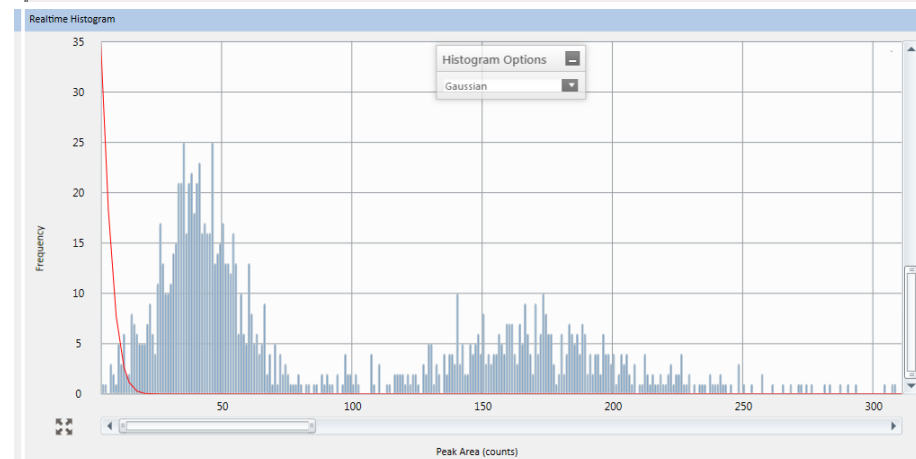
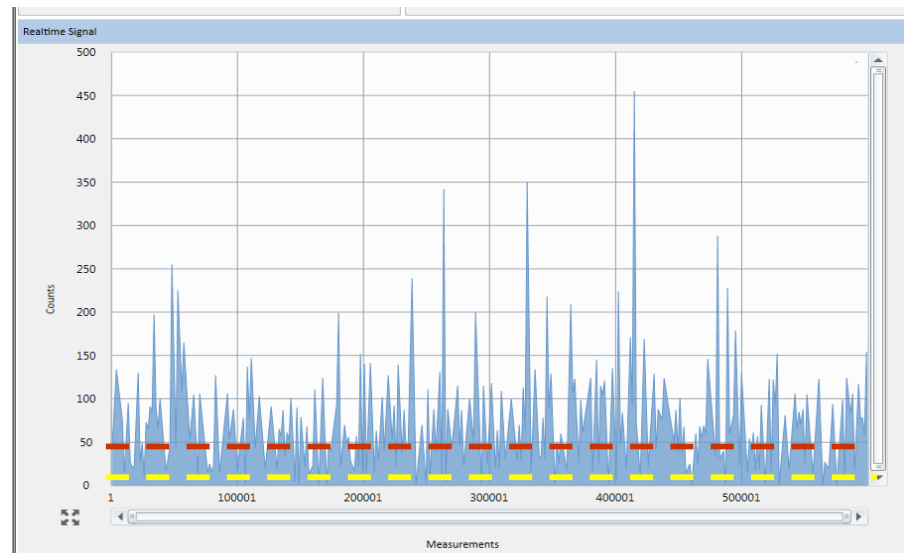
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Nanopartikkeleiden analysointi ICP-MS-tekniikalla

- Jokaisesta näytteestä 600 000 mittauspistettä
- Tasainen pohjaviiva = Liuenneen aineen osuus
- Piikki = Partikkeli
- Piikin koko → Partikkelin koko (nm)
- Piikkien määrä = Partikkelien määrä (partikkeleita/ml)



Nanopartikkeleiden analysointi jätevesistä



Kiintoaineen
erotus



Laimennos



Mittaus

Tuleva jätevesi:

Ag: 18 – 22 nm / 540 000 p/ml

TiO₂: 84 – 168 nm / 3 200 000 p/ml

Lähtevä jätevesi:

Ag: < 25 000 p/ml

TiO₂: : 81 – 137 nm / 40 000 p/ml



KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

8.2.2018

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Nanopartikkeleiden analysointi lietenäytteistä

- Kuivaus 105 °C
- Ilmakuivaus
- Pakastus

- Uuttosuhte

- Suodatus
- Laskeutus
- (Sentrifugointi)

- Laimennoksen vaikutus tuloksiin

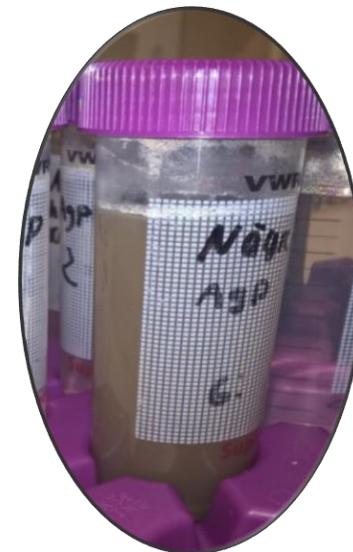
Esikäsittely

Uutto

Kiintoaineen erotus

Laimennos

Mittaus



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

8.2.2018

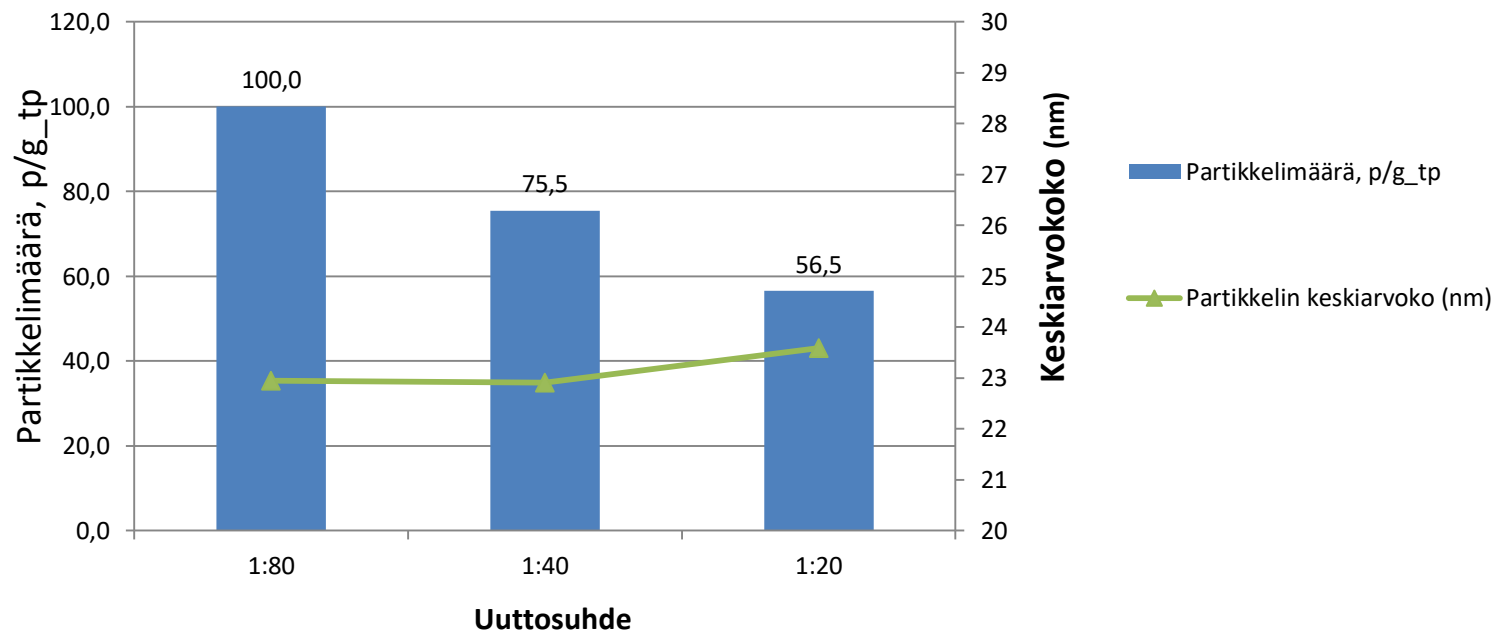
Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Uuttosuhteen vaikutus tuloksiin

Uuttosuhteen vaikutus hopean partikkelimäärään ja -kokoon



Tulokset jätevesilietteil

	Hopea (Ag)	Titaanidioksidi (TiO ₂)	Kulta (Au)
Keski-Suomi	Yleisin koko (nm): 17	Yleisin koko (nm): 55	Yleisin koko (nm): 14
	Keskiarvokoko (nm): 23	Keskiarvokoko (nm): 81	Keskiarvokoko (nm): 19
	Partikkelimäärä (kpl/g_tp): 200 milj.	Partikkelimäärä (kpl/g_tp): 2400 milj.	Partikkelimäärä (kpl/g_tp): 12 milj.



KESKI-SUOMEN LIITTO
Regional Council of Central Finland

8.2.2018

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Viitteet

- 1. Gottschalk, F. ja Nowak, B. The release of engineered nanomaterials to the environment, *J. Environ. Monit.*, **2011**, 13, 1145-1155
- 2. Khan, I.; Saeed, K. ja Khan, I., Nanoparticles: Properties, applications and toxicities, *Arabian Journal of Chemistry*, **2017**, <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2017.05.011>
- 3. Park, C. H. et al. Occurrence and Removal of Engineered Nanoparticles in Drinking Water Treatment Processes, *Separation&Purification Reviews*, **2017**, 46, 255-272



Kiitos!



KESKI-SUOMEN LIITTO

Regional Council of Central Finland

Vipuvoimaa

EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni

Euroopan aluekehitysrahasto

