

**NIJZ**

Nacionalni inštitut  
za javno zdravje

# NANOTEHNOLOGIJA V NAŠEM OKOLJU IN ZDRAVJE

*Viviana GOLJA<sup>1</sup>, Agnes ŠÖMEN JOKSIĆ<sup>2</sup>, Bojana BAŽEC<sup>2</sup>*

*Nacionalni inštitut za javno zdravje, Center za zdravstveno ekologijo,*

*<sup>1</sup>Centralna enota, <sup>2</sup>Območna enota Koper*

**Vse avtorske pravice so pridržane. Gradiva ni dovoljeno razmnoževati ali razpošiljati v kakršnikoli obliki brez predhodnega pisnega dovoljenja avtoric.**

## **10. Posvet kemijska varnost za vse:**

Varno ravnanje z nevarnimi snovmi za zdrava delovna mesta in okolje, Laško, 23.-24. 10. 2018

# Vsebina

- Novi materiali in izdelki
- Vplivi na zdravje
- Primeri izpostavljenosti nanodelcem iz novih materialov
- Rezultati projekta (CRP) „Onesnaženost zraka z ultra-finimi delci in ocena možnih vplivov na zdravje zaradi ognjemetov“, V3-1642

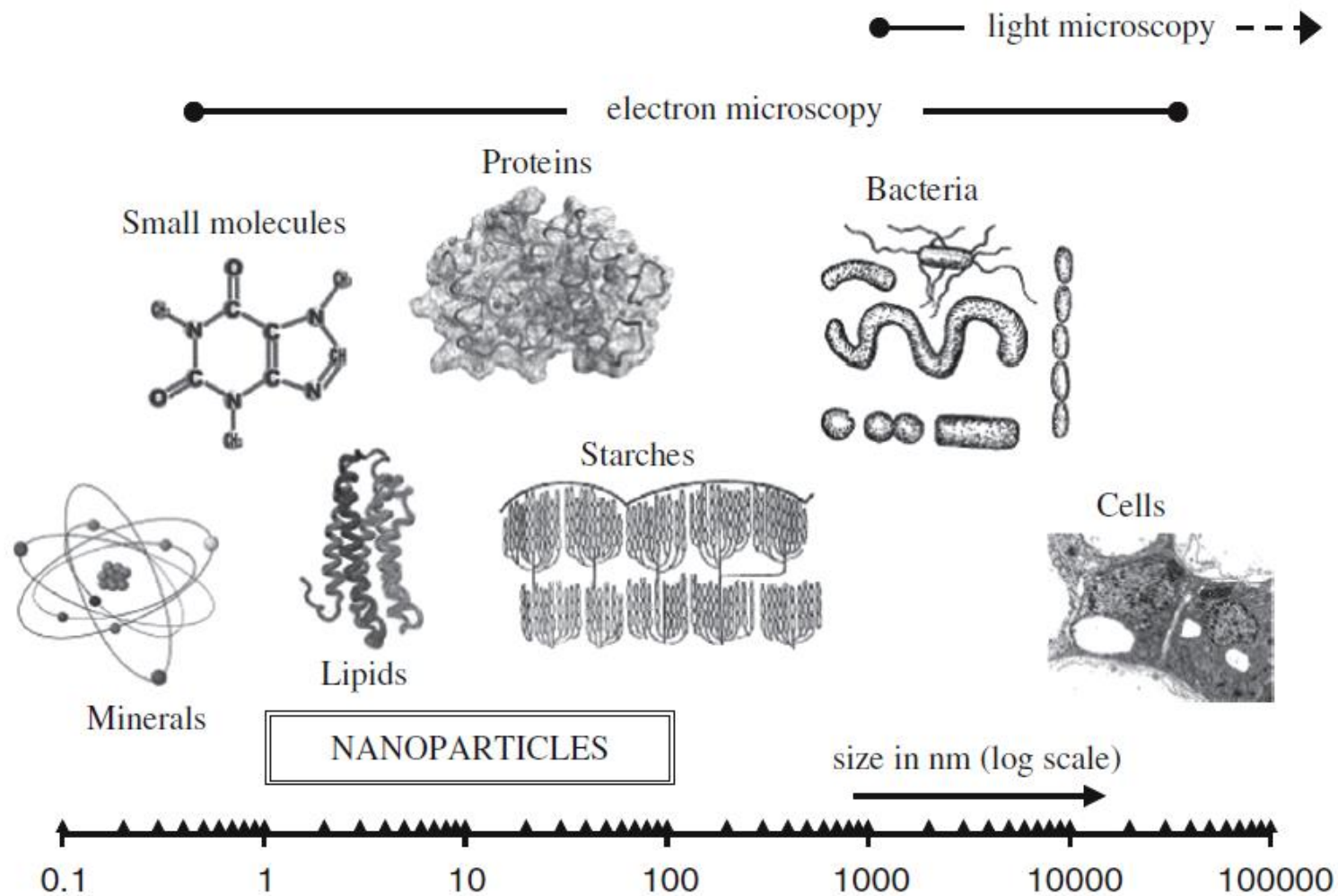
# Novi materiali in izdelki

Nanotehnologija: novi materiali, proizvedeni namensko z uporabo snovi v nanovelikosti

NANO = grščina “nanos” = škrat  
1 – 100 nm ( $10^{-9}$  m)



tridimenzionalni – nanodelci, dvodimenzionalni - nanonitke, nanopalčke, nanocevke,  
enodimenzionalni - nanofilmi



**Figure 1.2** Nanomaterials placed in the context of other components in foods.

Primerjava velikosti nanodelcev z drugimi snovmi in strukturami v okolju (iz knjige Nanotechnologies in food (Chaudhry, Castle, & Watkins, 2010)).

# Novi materiali in izdelki

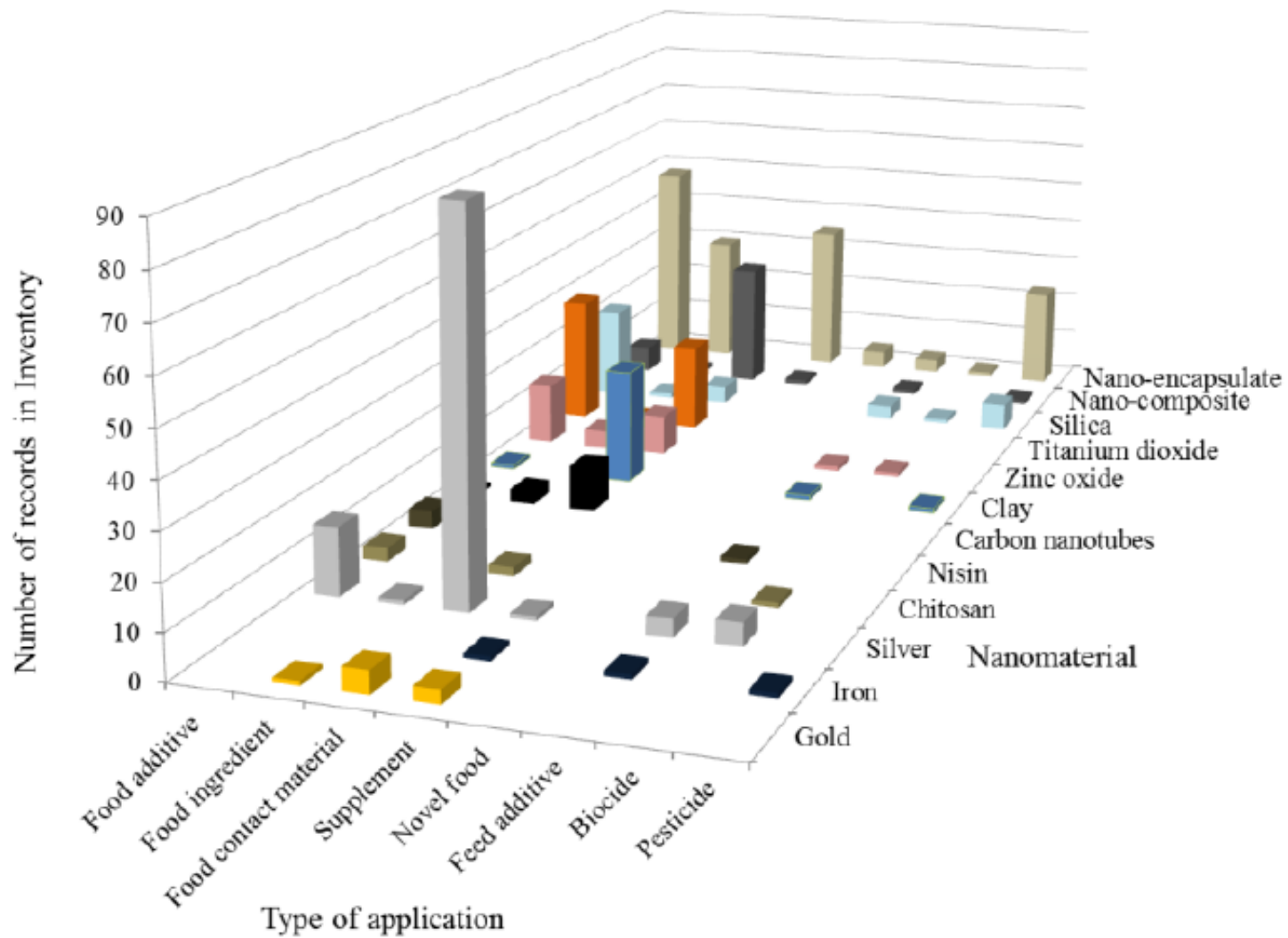
Izboljšane lastnosti:

- obstojnost na madeže, različne mehanske lastnosti (npr. trdote, fleksibilnosti), termično obstojnost, barijerne lastnosti, obstojnost na UV svetlobo, antimikrobne in druge funkcionalne lastnosti, termične stabilnosti...
- zmanjšanje virov onesnaževanja, boljša raba energije, manjša uporaba čistil, topil, lažje recikliranje, lažji in bolj obstojni materiali

# Novi materiali in izdelki

- v elektroniki, medicini, biotehnologiji, v živilski industriji, v materialih v stiku z živili, kozmetiki, čistilih, igračah, v tekstilu, različnih izdelkih za dom (premazi za tla, paščkov za ure, pip, čistilcih zraka, pralnih strojih, posode za hišne ljubljence, zunanje in notranje barve, filtri za vodo, pohištvo, kovčki in potovalke, sesalci).
- v gradbeništvu, avtomobilski industriji, za izboljšavo sončnih celic in baterij, materialih za informacijsko tehnologijo, filtracijo vode ter v obetavnih novih zdravilih, vsadkih, za diagnostiko različnih bolezni...



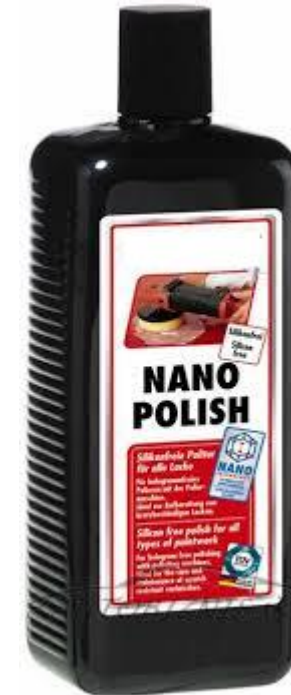
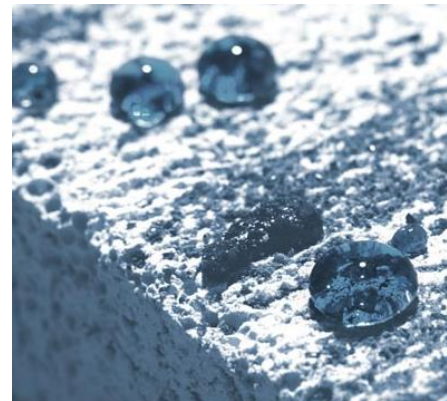


EFSA Inventory of Nanotechnology applications in the agricultural, feed and food sector (633 vnosov)



# Kozmetika, tekstil, čistila

- kozmetika:  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ , organski UV filtri
- tekstil in čevlji: Ag
- čistila (različni premazi, filmi, micidele)



# Izdelki za prosti čas

- Teniški loparji, žogice za golf, kolesa

vir slike: [nanoyou.eu](http://nanoyou.eu)



Zanimivi spletni strani:

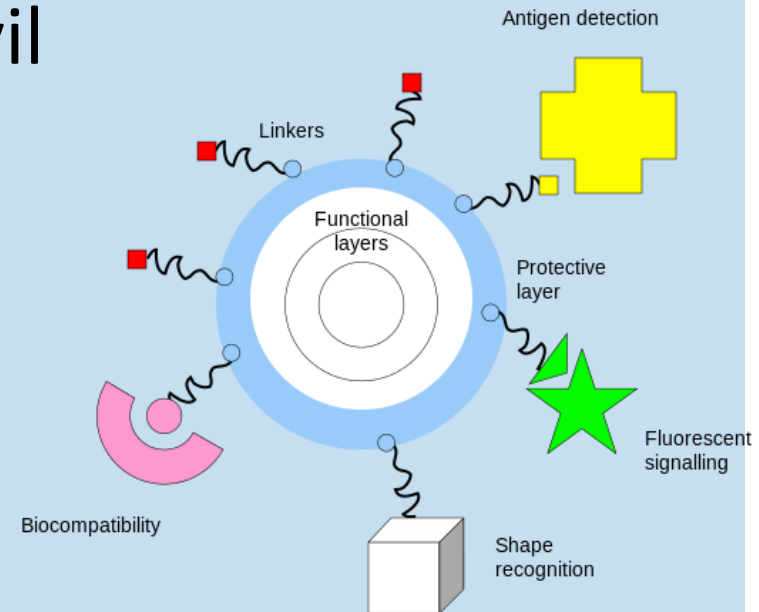
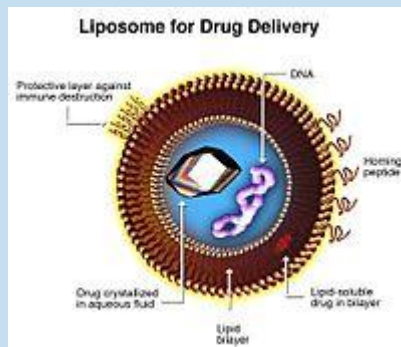
<http://www.nanowerk.com/>

<http://www.nanoandme.org/nano-products/en>

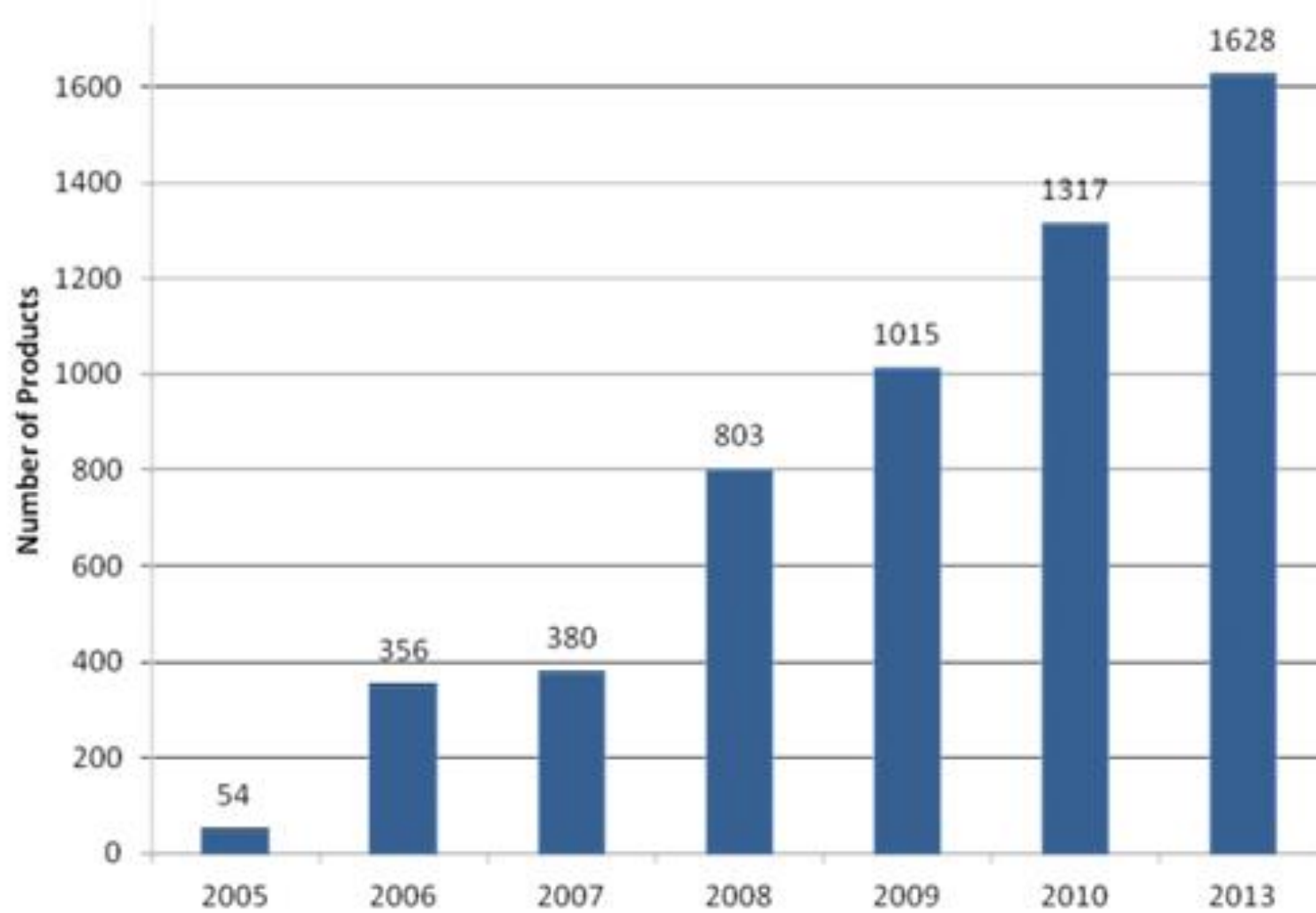


# Medicina

- diagnostika različnih bolezní,
- specifičen vnos zdravil



Slika: By OV Salata; vectorised by NikNaks - Vectorised version of image from Journal of Nanobiotechnology <http://www.jnanobiotechnology.com/content/2/1/3>, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32977767>



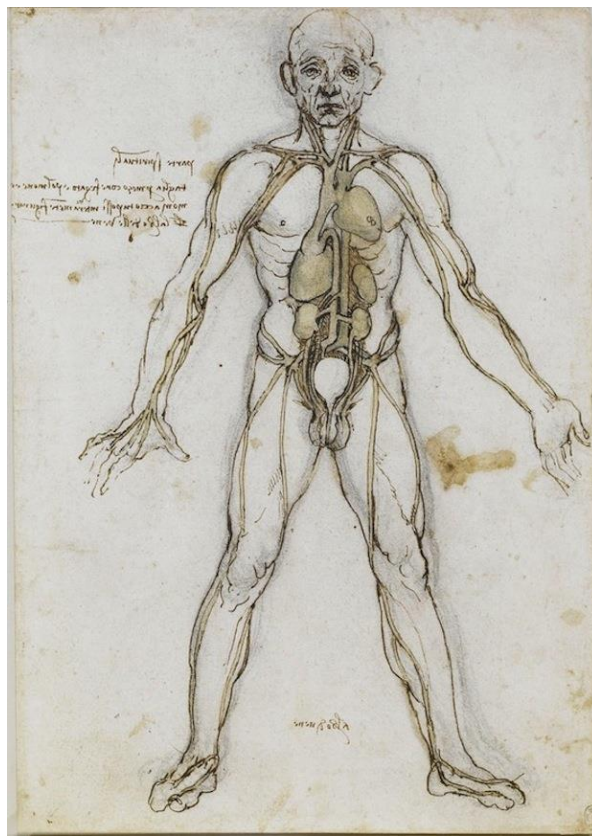
<http://www.nanotechproject.org/cpi/about/analysis/> = Woodrow Wilson database

# Novi materiali in izdelki

- **Woodrow Wilson database** (izdelki, ki se nahajajo na tržišču):  
- <http://www.nanotechproject.org/cpi/about/analysis/> =
- **EFSA: Inventory of Nanotechnology applications in the agricultural, feed and food sector:**  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/sp.efsa.2014.EN-621/pdf>
- **Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory**, Vance et al., *Beilstein J. Nanotechnol.* **2015**, 6, 1769–1780  
- [www.bund.net](http://www.bund.net)

# Možna neželena izpostavljenost

- Iz različnih materialov se lahko sprostijo različni nanodelci in tako vstopijo v naše telo z vdihavanjem, s hrano in vodo ali preko kože.

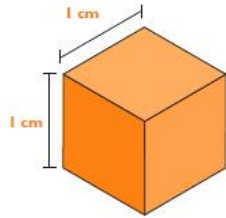


By Leonardo da Vinci -  
[https://www.metmuseum.org/special/Leonardo\\_Master\\_Draftsman/tour\\_gallery4.htm](https://www.metmuseum.org/special/Leonardo_Master_Draftsman/tour_gallery4.htm), Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1744423>

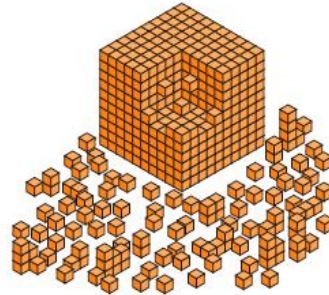
# Vplivi na zdravje

Decreasing Particle Size Increases Surface Area

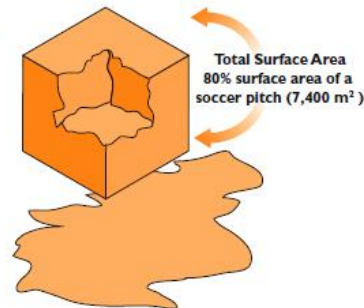
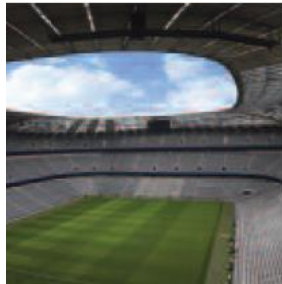
Total Surface Area: 6 cm<sup>2</sup>



Total Surface Area: 60 cm<sup>2</sup>  
(All 1mm cubes)



Total Surface Area: 60,000,000 cm<sup>2</sup>  
(All 1mm cubes)



Zelo povečana površina – več atomov na površini delca – izraženi kvantnomehanski pojavi



spremenjene lastnosti

**Drugačne lastnosti:** kemijske, električne, reološke, magnetne, optične, mehanske, strukturne... in **biološke** lastnosti od kemijsko enakih makro delcev

# Se razlikujejo...

Nano Au:



*Disperzije nano-zlata imajo različne barve odvisno od velikosti nano delcev zlata ter od koncentracij*

*Slika s spletne strani: <http://www.mi2g.com/cgi/mi2g/frameset.php?pageid=http%3A//www.mi2g.com/cgi/mi2g/press/110210.php>*



# Vplivi na zdravje

## Bolezni:

- Dokazano UFD: bolezni dihal, kardiovaskularne bolezni, neurodegenerativne bolezni, vplivi na porodno težo
- Sum: diabetes, alergije, hormonski motilci in vplivi na reproduktivni sistem, kožne bolezni, bolezni prebavil, rak

Vplivi na zdravje so odvisni od fizikalno-kemijskih lastnosti nanodelcev, še ni dovolj informacij, potrebne so dodatne raziskave.

Različna kem. sestava, velikost, oblika, površinske lastnosti...

# Vplivi na zdravje

**Tveganje za zdravje:  
nevarnost + izpostavljenost**

## **Nevarnost**

Med sabo se zelo razlikujejo.

Netopni biološko obstojni nanodelci se lahko  
**akumulirajo** v telesu

(jetra – vranica – možgani – reproduktivni sistem... )

# Vplivi na zdravje

## **Nevarnost**

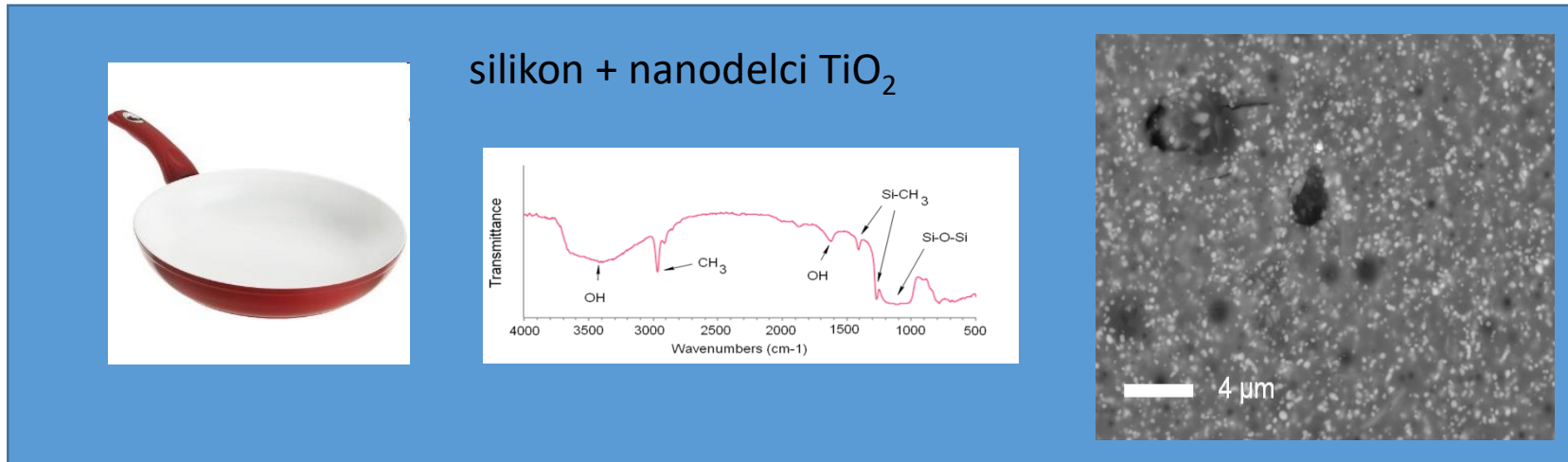
Lahko prehajajo skozi celične membrane, povzročajo oksidativni stres, poškodbe DNK, lipidov celične membrane in beljakovin...

## **Izpostavljenost?**

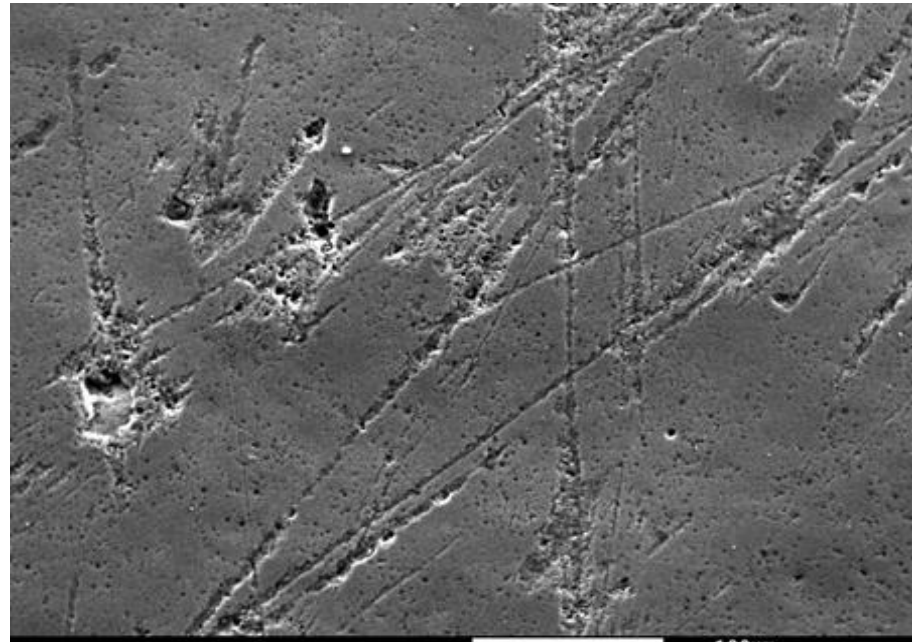
**NI DOVOLJ INFORMACIJ O NEVARNOSTI IN  
IZPOSTAVLJENOSTI!**

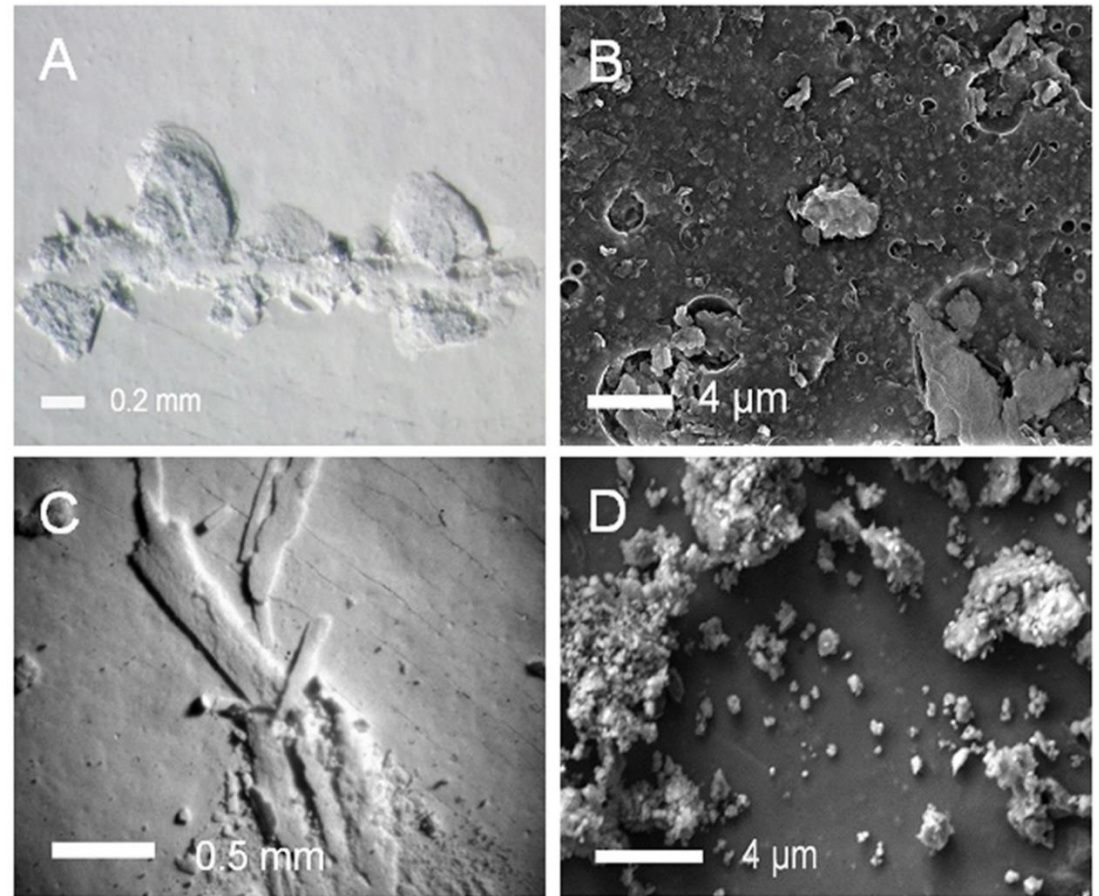
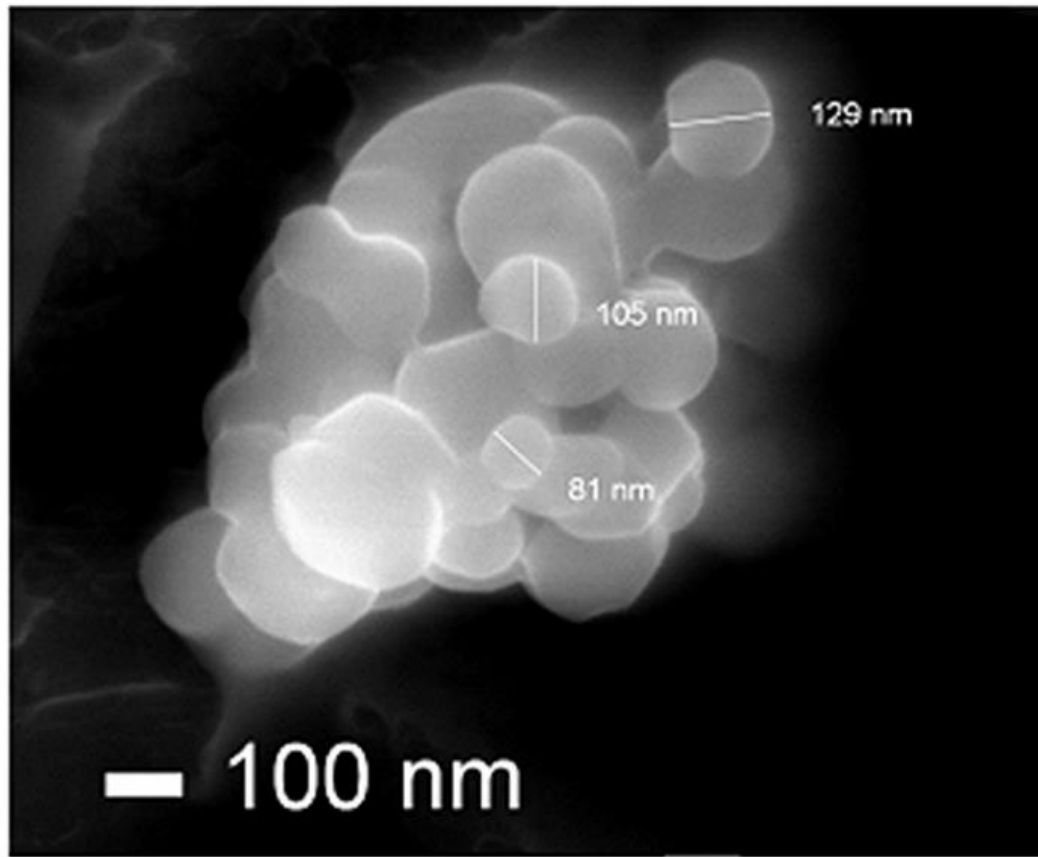
Vdihavanje, oralni vnos, koža?

# Sproščanje nanodelcev iz kvazikeramičnih ponev



Po uporabi:





Viviana Golja, Goran Dražić, Martina Lorenzetti, Janja Vidmar, Janez Ščančar, Maša Zalaznik, Mitjan Kalin & Saša Novak (2017) Characterisation of food contact non-stick coatings containing TiO<sub>2</sub> nanoparticles and study of their possible release into food, *Food Additives & Contaminants: Part A*, 34:3, 421-433, DOI: [10.1080/19440049.2016.1269954](https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1269954)



# Sproščanje nanodelcev iz kvazikeramičnih ponev

## Karakterizacija tveganja:

Referenčni odmerek  $>$  izpostavljenosti = sprejemljivo tveganje

Naš primer: potencialno tveganje obstaja, vendar je veliko negotovosti:

- določitev referenčnega odmerka (ni podatkov za enako snov –krist.strukt, velikost, površinski naboj...)
- simulacija sproščanja
- poraba živil

Zaradi previdnosti:

- ne uporabljati ostrih predmetov pri mešanju, ne rezati živil v posodi
- Ne uporabljati za kislja živila (npr. kislo zelje, paradižnikovo omako, jabolčno čežano)

# Koloidno srebro

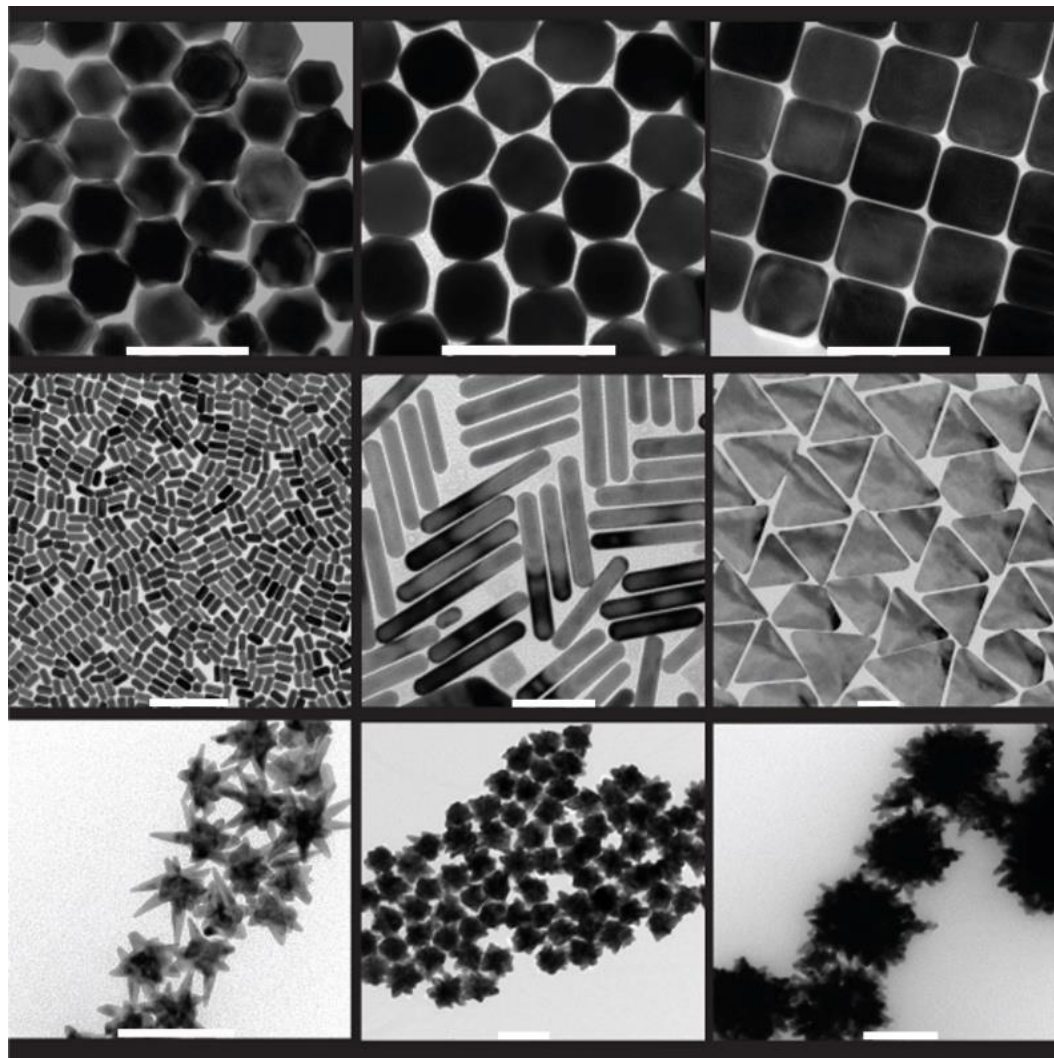


Nano srebro (1-100 nm ali več)

mešanica zelo majhnih delcev elementarnega srebra ( $\text{Ag}^0$ ) in srebrovih ionov ( $\text{Ag}^+$ )

- Uporaba v EU **NI DOVOLJENA** :
  - za prehranska dopolnila,
  - za aditive pri plastičnih materialih v stiku z živili,
  - igrače
  - **zdravila**

znane koristi so **premajhne** v primerjavi z znanim **tveganjem**



Možno je veliko različnih velikosti in oblik delcev, snovi na površini delcev – vse to vpliva na tveganje?

*Različne oblike nanozlata: nano-trisoctahedra, faceted gold nanorods (top view), nanocubes* Science for Environment Policy Issue 48, February 2015

From Library of anisotropic gold nanoparticles: Transmission Electron Microscopy (TEM) micrographs by Dr Željka Krpetic, Qi Cai and Jennifer Cookman (CBNI, UCD).



# Nanodelci v notranjem zraku

Notranji zrak :

- Prižiganje sveč, kajenje
- Kurjenje (odprti ogenj)
- Kuhanje
- Sesanje
- Sušilniki perila, toasterji
- **Fotokopirni stroji in tiskalniki**

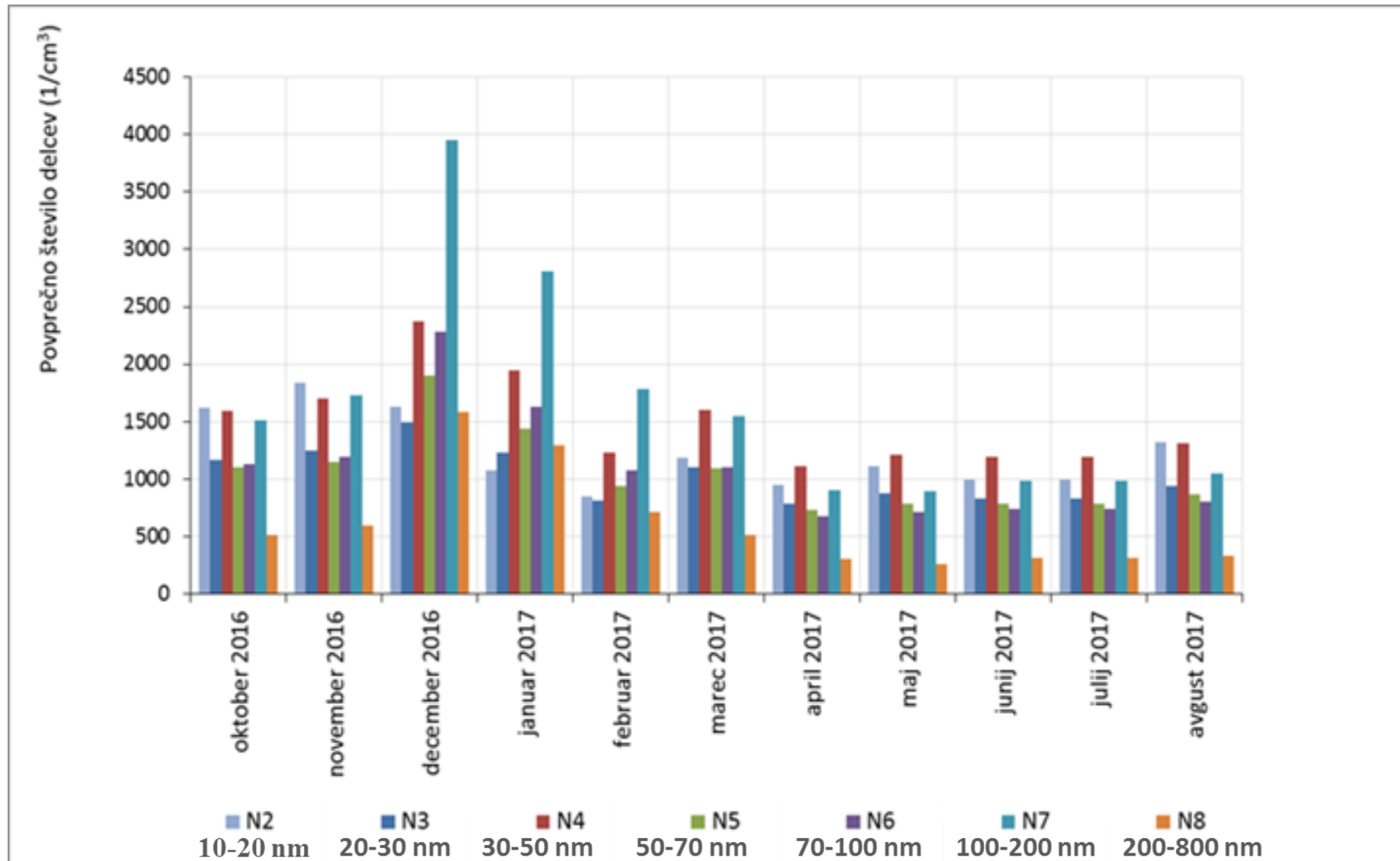


Wallace & Wayne, J EXPO ANAL ENV EPID, (2011) 21, 20–30

# Projekt (CRP): Onesnaženost zraka z ultra-finimi delci in ocena možnih vplivov na zdravje zaradi ognjemetov, V3-1642

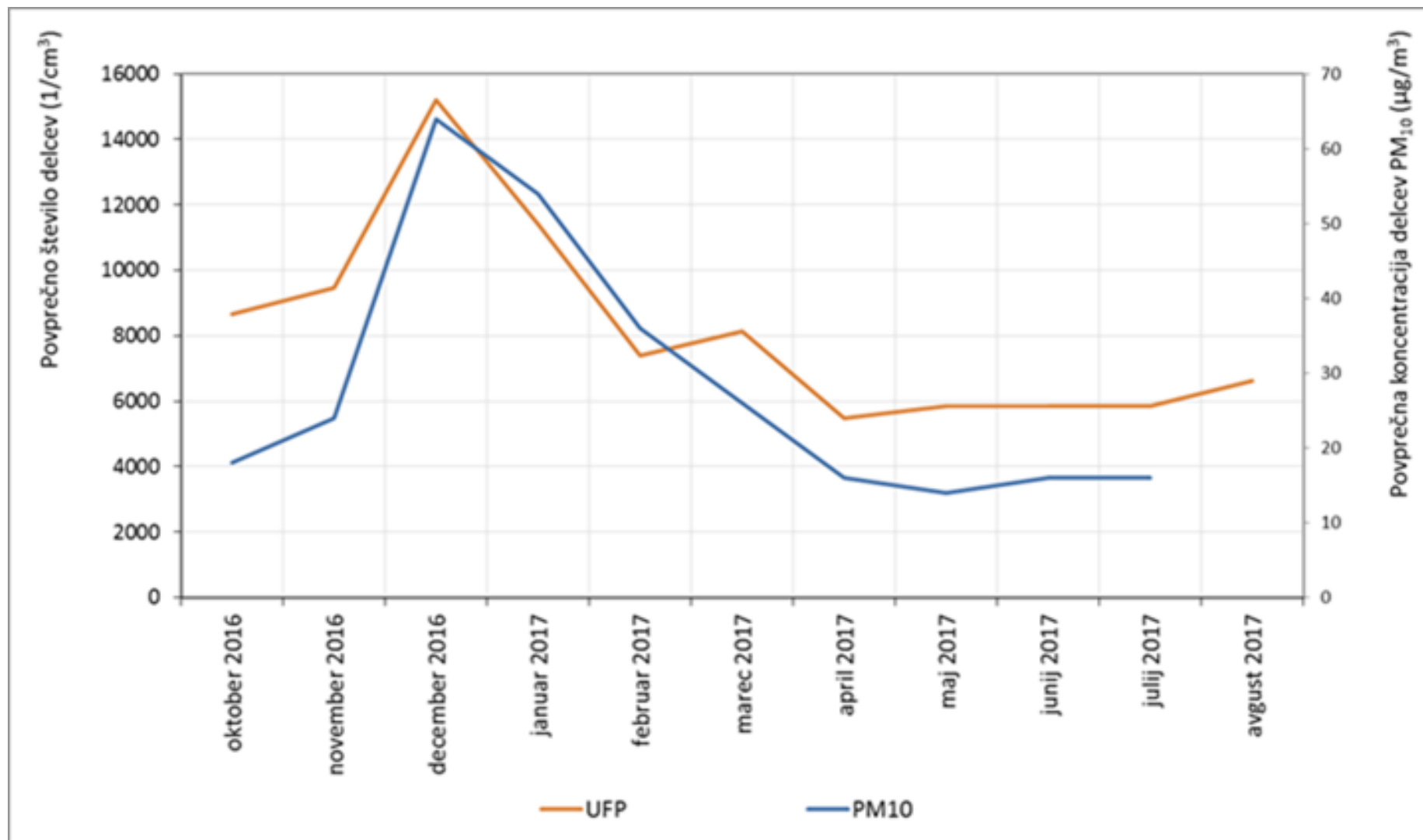
- Sofinanciranje s strani Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS) in Ministrstva za zdravje, Urad Republike Slovenije za kemikalije (URSK); »CRP 2016«, številka pogodbe C2715-16-352213.
- Meritve UFP v zraku na izbrani lokaciji v Ljubljani v času od 1.10.2016 do 31.8.2017
  - številčna porazdelitev velikosti UFP v zunanjem zraku, primerjava z  $PM_{10}$  (+meteorologija)
- Ocena izpostavljenosti UFP v času ognjemetov
  - izračun vdihanega odmerka UFP [število delcev/kg telesne mase na dan] po posameznih velikostnih razredih

# Rezultati: povprečne številčne koncentracije UFP



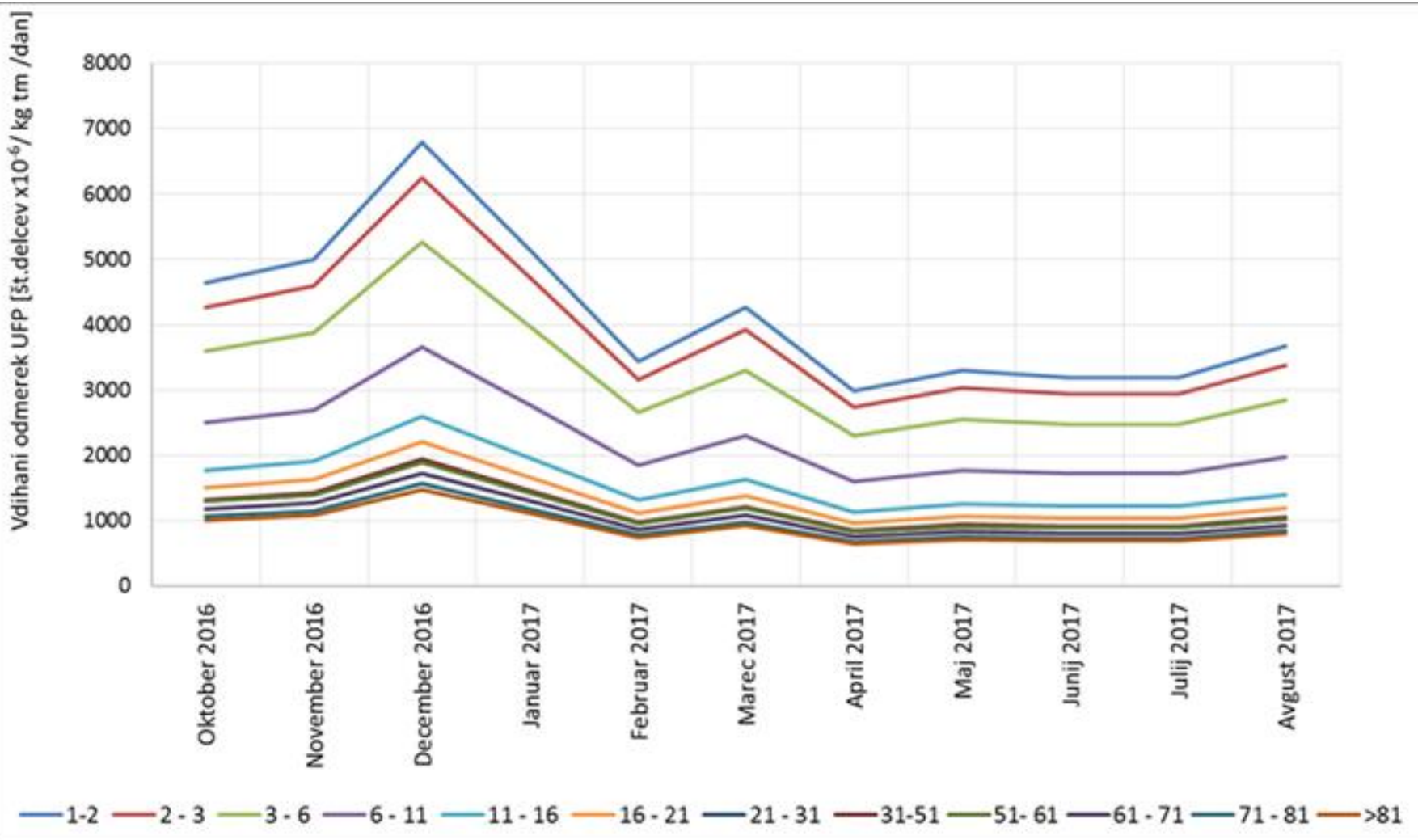
Številčna porazdelitev UFP (po velikostnih razredih) od oktobra 2017 do avgusta 2017

# Rezultati: primerjava UFP in PM<sub>10</sub>



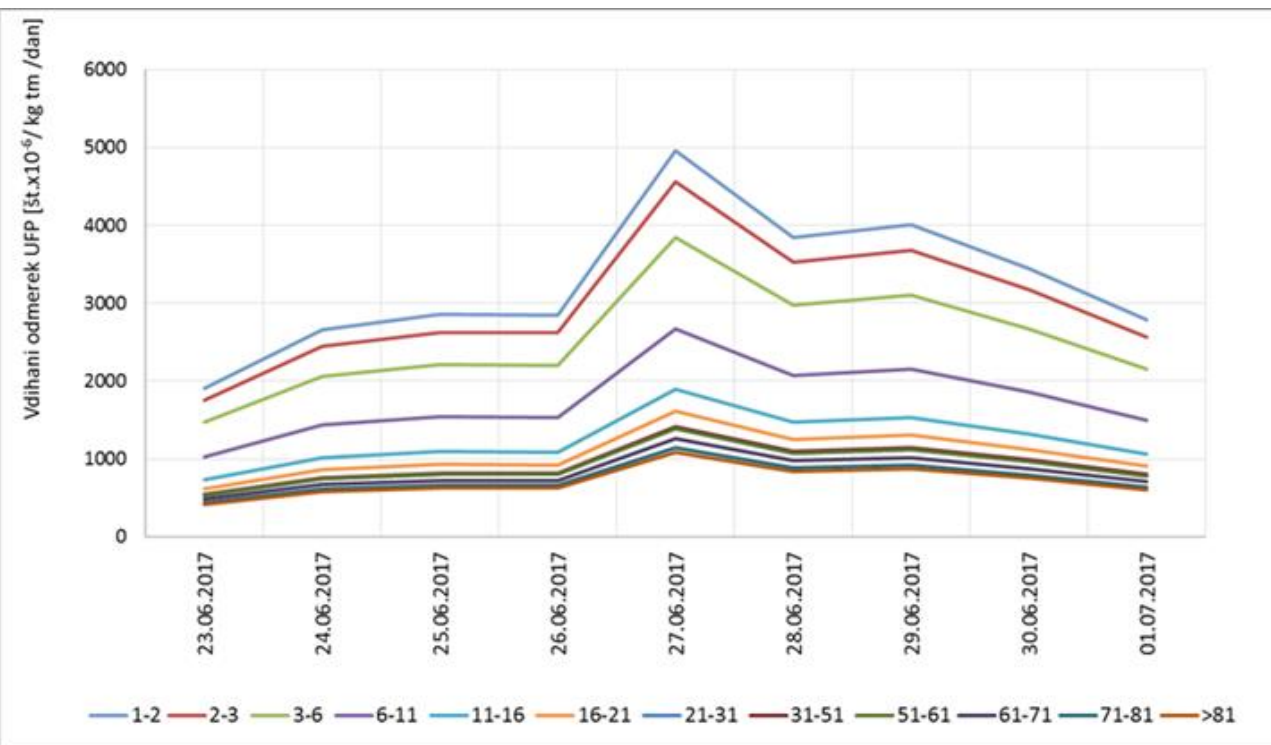
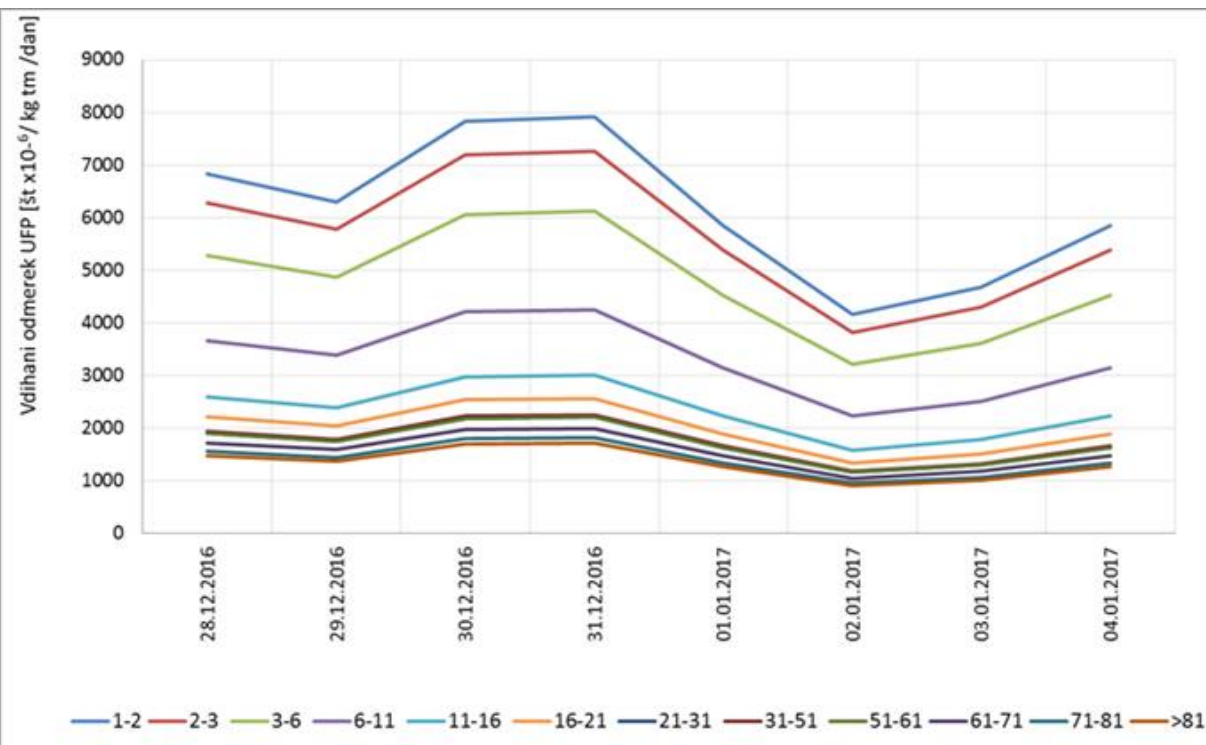
Povprečno mesečno število UFP (vsota vseh merjenih razredov) in povprečnih mesečnih koncentracij PM<sub>10</sub> od oktobra 2016 do avgusta 2017

# Rezultati: izpostavljenost povprečnim mesečnim koncentracijam števila UFP



Vdihani odmerki UFP 10–100 nm [število delcev × 10<sup>6</sup>/kg telesne mase/dan] za različne starostne skupine od oktobra 2016 do avgusta 2017

# Rezultati: potencialna izpostavljenost UFP zaradi ognjemetov



Vsota števila UFP (10–100 nm) na dan ognjemetov (1. 1. 2017), štiri dni pred ognjemetom (28.–31. 12. 2016) in tri dni po ognjemetu (2. 1.–4. 1. 2017)

Vsota števila UFP (10–100 nm) na dan ognjemetov (27. 6. 2017), štiri dni pred ognjemetom (23. 6. 2017–26. 6. 2017) in štiri dni po ognjemetu (28. 6. –1. 7. 2017)

# Zaključki

- Nanodelcem smo vse bolj izpostavljeni iz različnih virov našega okolja
- Še ni dovolj informacij o nevarnosti, izpostavljenosti in tveganju
- Preventiva: izogibanje izpostavljenosti, uporaba novih materialov po navodilih proizvajalcev
- Ognjemeti: nepotrebno zlo
- Otroci in nosečnice!