



Nacionalni inštitut  
za **javno zdravje**

[/en/news/microplastics-and-nanoplastics-food-emerging-issue](#)

# Mikro/nano plastika v živilih in tveganje za zdravje

dr. Viviana Golja

13. POSVET KEMIJSKA VARNOST ZA VSE na daljavo (december 2021)

# Vsebina

MNP:

- identifikacija in karakterizacija MNP,
- kaj je do zdaj znanega o nevarnosti, izpostavljenosti in tveganju za zdravje,
- zaključki

# Ocena tveganja za zdravje ljudi

**Ocena nevarnosti (identifikacija in karakterizacija nevarnosti)**  
ugotavljamo vrste in stopnje neželenih učinkov na zdravje v različnih okoliščinah (*in vivo* študije, *in vitro* študije, poti vnosa, trajanje študij, *in silico* metode itd.), analiziramo odnos med odmerkom in učinkom, določimo varni (referenčni) odmerek

**Ocena izpostavljenosti**  
Ugotavljamo kakšnim odmerkom smo izpostavljeni in koliko časa

**Karakterizacija tveganja**  
Primerjamo varne (referenčne) odmerke z ocenjeno/izmerjeno izpostavljenostjo

Upoštevati najnovejše trenutno  
razpoložljive relevantne informacije in  
negotovosti

# Identifikacija in karakterizacija MNP

Največ plastike v okolju je PE, PP in PS (in še veliko drugih vrst plastike).  
Plastika v okolju razpade na delce MP in tudi na NP.

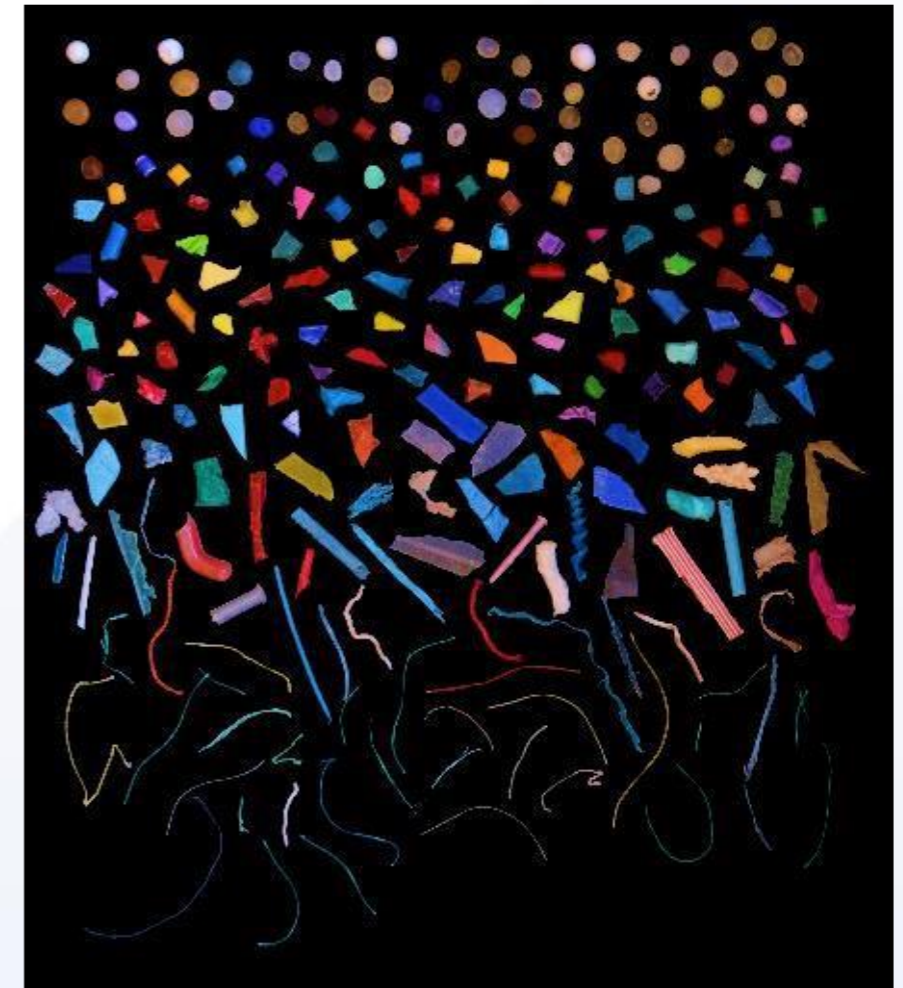
## MP

Heterogena mešanica plastičnega materiala različne oblike: drobcji, vlakna, sferoidi, granule, peleti, kosmiči ali kroglice, velikosti od 0.1–5,000  $\mu\text{m}$

- ekstrakcija in razgradnja biogene snovi;
- identifikacija in kvantifikacija (štetje s prostim očesom ali s pomočjo mikroskopa); in
- karakterizacija plastike

Tehnike:

- infrardeča in ramanska spektroskopija
- pirolizna plinska kromatografija/masna spektrometrija (GC/MS)...



Slika: predavanje B. Koelmans, EFSA kolokvij maj 2021

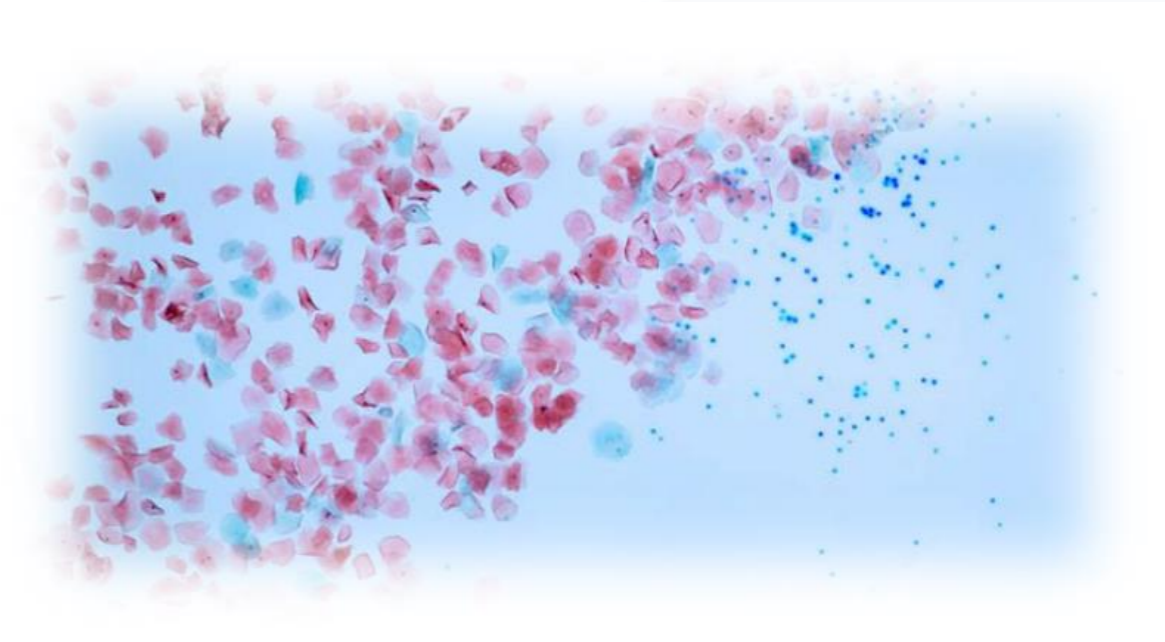
# Identifikacija in karakterizacija MNP

## NP

Heterogena mešanica plastičnih delcev v velikosti od 1–100 nm

Za identifikacijo in kvantifikacijo NP v živilih še ni razvitih analitičnih metod

Težek matrix in nizke koncentracije!  
Potrebno ločiti NP (npr. ultrafiltracija), potem SEM, TEM, FFF, EDX...



Slika: predavanje F. Cubbada, EFSA kolokvij maj 2021

Potreben je razvoj in standardizacija analiznih metod za identifikacijo, karakterizacijo in ugotavljanje količine NP in MP v hrani. Pomembno je zagotavljati in dokazovati kakovost teh metod.

# Ocena nevarnosti

Neželene učinke na zdravje lahko povzročajo sami delci plastike, ostanki monomerov, aditivi, ki se v njej nahajajo, reakcijski in razgradni produkti plastike in aditivov, oziroma adsorbirane in absorbirane snovi (onesnaževala iz okolja oziroma živil npr. PAH, PFAS, TK...).

- Potencialni škodljivi učinki delcev MP in NP na zdravje so odvisni od njihovih fizikalno-kemijskih lastnosti
- Lahko povzročajo lokalne učinke v prebavilih, se nabirajo v črevesju, ali drugih delih telesa, ali pa se izločijo iz telesa
- Ali bodo delci MP in NP vstopili v telo skozi v črevesje in povzročili sistemske učinke je odvisno od:
  - velikosti delcev (MP manjša od 150  $\mu\text{m}$  in NP, lahko prehaja čez epitel črevesja in povzroči sistemsko izpostavljenost)
  - morfologije
  - površinskih lastnosti
  - kemijske sestave polimera...

Delci MNP se lahko med seboj zelo razlikujejo



# Ocena nevarnosti

Premalo je informacij o strupenosti (sistemski, za organe) in toksikokinetiki (absorpciji, distribuciji, metabolizmu in izločanju) MP in NP.

Niso dovolj znani lokalni učinki v prebavilih (GI), ter morebitna razgradnja MP v NP v človeškem GI. Potrebne so študije! (EFSA, 2016)

Možno je, da bo mikroplastika vplivala na imunski sistem, vendar informacij o vplivih na zdravje ljudi še primanjkuje. Za zdaj so o neželenih učinkih pri ljudeh poročali samo pri izpostavljenosti z vdihovanjem in pri ljudeh s plastičnimi protezami. Raziskave bi se morale osredotočiti predvsem na manjšo frakcijo MP. (FAO, 2017).

Študije niso bile narejene z dejansko okoljsko mikroplastiko (SAPEA, 2019).

Študije (na nevretenčarjih, školjkah, ribah, malo na miših): toksičnost za prebavila, strupenost za jetra, nevrotoksičnost, toksičnost za razmnoževanje, vnetja, oksidativni stres, biokemične in hematološke spremembe, razvojna toksičnost  
Človeški podatki niso na voljo. (Velázquez et al, Sci. Total Environ. 780 (2021) 146551).

Kakovostnih informacij o nevarnosti (primerljive in ustrezno zastavljene študije, vrste neželenih učinkov, varni odmerki...) za zdravje ljudi pri dejanski izpostavljenosti MNP, ki so dejansko prisotni v okolju še vedno primanjkuje.

# Ocena nevarnosti

## Možni učinki NP na zdravje ljudi

- dolgoročni učinki še niso znani
- možne so lokalne vnetne reakcije, poškodbe celic in **vpliv na črevesni mikrobiom** (s tem pa na endokrini, imunski in živčni sistem)
- če NP preide v limfni sistem in krvni obtok lahko vpliva **na organe** (npr. jetra in ledvice), kar lahko vpliva na metabolizem in izločanje
- Možne vedenjske spremembe zaradi sposobnosti NP, da prečka krvno-možgansko pregrado, in medsebojnega vpliva s črevesnim mikrobiomom
- Možna **interakcija** s proteini, lipidi, ogljikovi hidrati, DNK, RNK, ioni...
- Vnetja

Izpostavljenost različnim vrstam NMP lahko povzroča različne neželene učinke na zdravje.



### Perspective

### Insights into nanoplastics effects on human health

Mariana Teles<sup>a,1</sup>, Joan Carles Balasch<sup>a,1</sup>, Miguel Oliveira<sup>b</sup>, Jordi Sardans<sup>c,d</sup>, Josep Peñuelas<sup>c,d,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Cell Biology, Physiology and Immunology, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona 08193, Spain

<sup>b</sup> Centre for Environmental and Marine Studies, Department of Biology, University of Aveiro, Aveiro 3810-193, Portugal

<sup>c</sup> Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Global Ecology Unit, Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), Universitat Autònoma de Barcelona (CREAF-CSIC-UAB), Bellaterra, Catalonia E-08193, Spain

<sup>d</sup> Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), Cerdanyola del Vallès, Catalonia E-08193, Spain



# Ocena izpostavljenosti

Premalo informacij

Zaužitje: kontaminacija prehranske verige; živila in pitna voda (morska hrana, kmetijski izdelki, predelana hrana, ustekleničena voda...)



# Ocena izpostavljenosti

Nekaj pomembnejših dokumentov

EFSA, 2016

Ribe: med 1 in 7 delcev na ribo.

Kozice 0,75 delcev/g.

Školjke 0,2–4 delcev/g.

Med 0,166 vlaken/g in 0,009 drobcev/g.

Pivo vlakna, drobci in zrnca: 0,025, 0,033 in 0,017 na ml.

Kuhinjska sol 0,007 in 0,68 delcev/g.



## STATEMENT

ADOPTED: 11 May 2016

doi: 10.2903/j.efsa.2016.4501

**Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood**

**EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)**

# Ocena izpostavljenosti MP

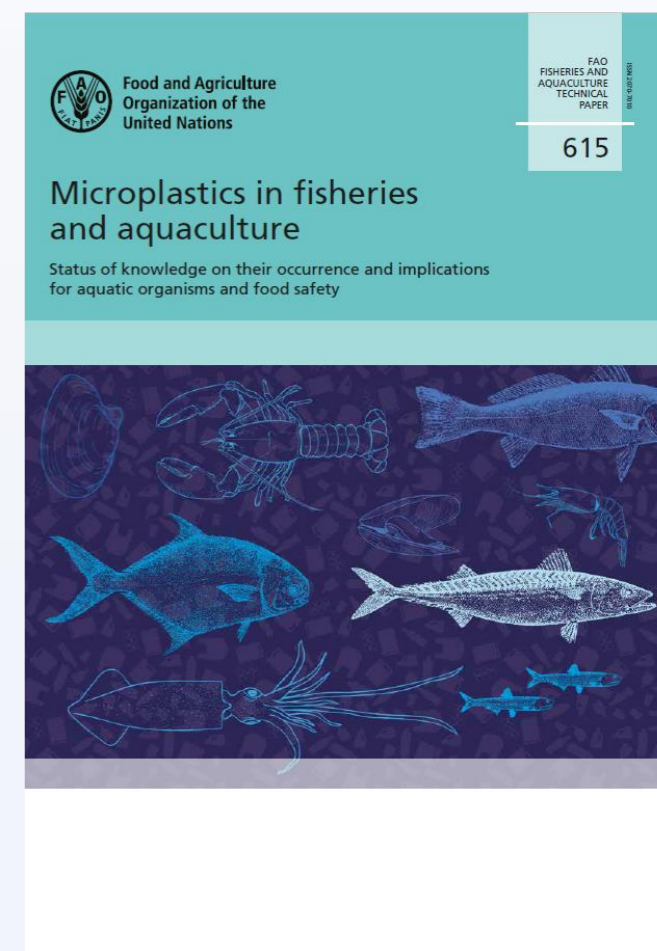
Morska hrana:

večina MNP bo ostala v prebavnih organih, njihova odstranitev zmanjša izpostavljenost, kar ne velja za lupinarje in majhne ribe.

Največja onesnaženost – školjke.

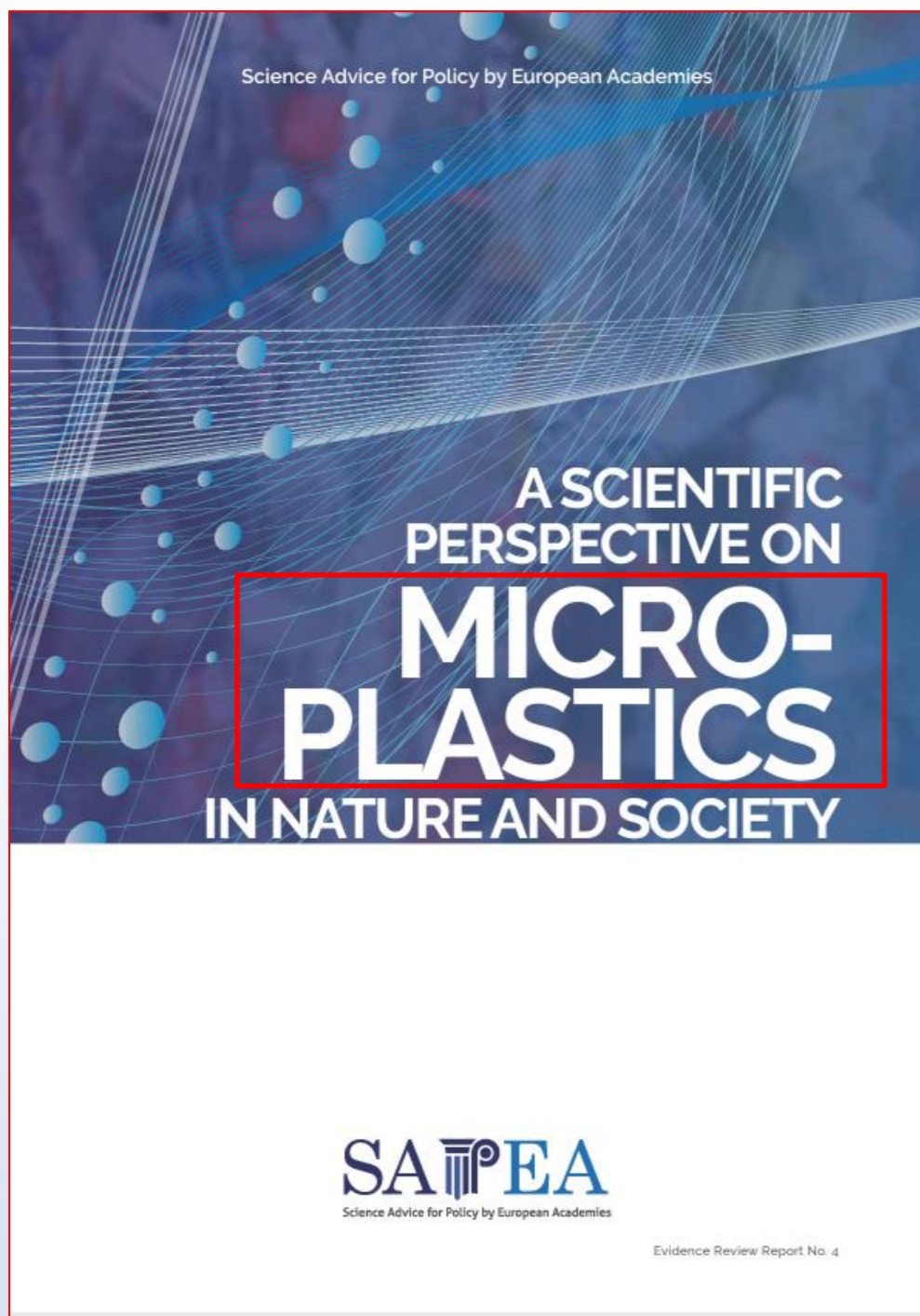
FAO, 2017: Ocena vnosa – porcija školjk (225 g) : **7  $\mu$ g MP**. Pričakuje se omejena absorpcija MP ( $\leq 0,3$  odstotka).

Možno je, da količina delcev narašča pri predelavi hrane.





# Ocena izpostavljenosti MNP



SAPEA poročilo iz leta 2019.

Ni še znano, kakšen je dnevni vnos MNP pri človeku; vendar bi bilo to potrebno ugotoviti.

Zaenkrat obstaja zelo malo informacij o izpostavljenosti s hrano (do danes le izpostavljenost morski hrani).

Ocena tveganja za zdravje ljudi še ni bila narejena.

# Ocena izpostavljenosti MP

Cox et al, 2019, ocena izpostavljenosti **MP** v ameriški hrani

Ocenili so število delcev MP v živilih, ki jih Američani pogosto uživajo (vključno s pitno vodo) glede na njihov priporočeni dnevni vnos.

Letni vnos mikroplastike je od **39 000 do 52 000 delcev**, odvisno od starosti in spola. Poleg tega iz vode v plastenkah, zaužijejo dodatnih **90 000 delcev MP** letno v primerjavi s **4 000 delci MP** pri tistih, ki uživajo samo vodo iz pipe. Te ocene lahko zelo variirajo vendar ocenjujejo, da so glede na metodološke in podatkovne omejitve te vrednosti verjetno podcenjene.

## Human Consumption of Microplastics

Kieran D. Cox\*, Garth A. Covernton, Hailey L. Davies, John F. Dower, Francis Juanes, and Sarah E. Dudas

[Cite this: Environ. Sci. Technol.](#) 2019, 53, 12, 7068–7074

Publication Date: June 5, 2019

<https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01517>

Copyright © 2019 American Chemical Society

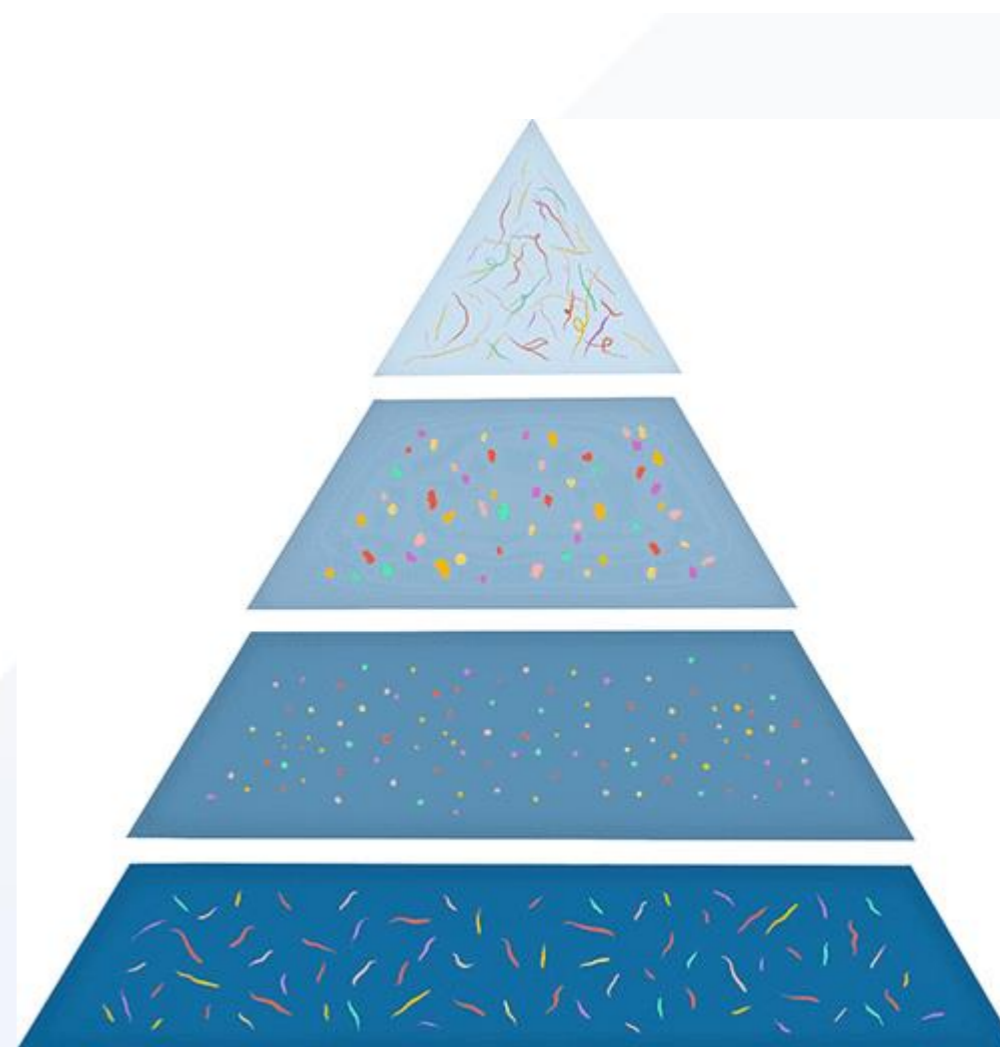
[RIGHTS & PERMISSIONS](#)

Article Views  
**26086**

Altmetric  
**2145**

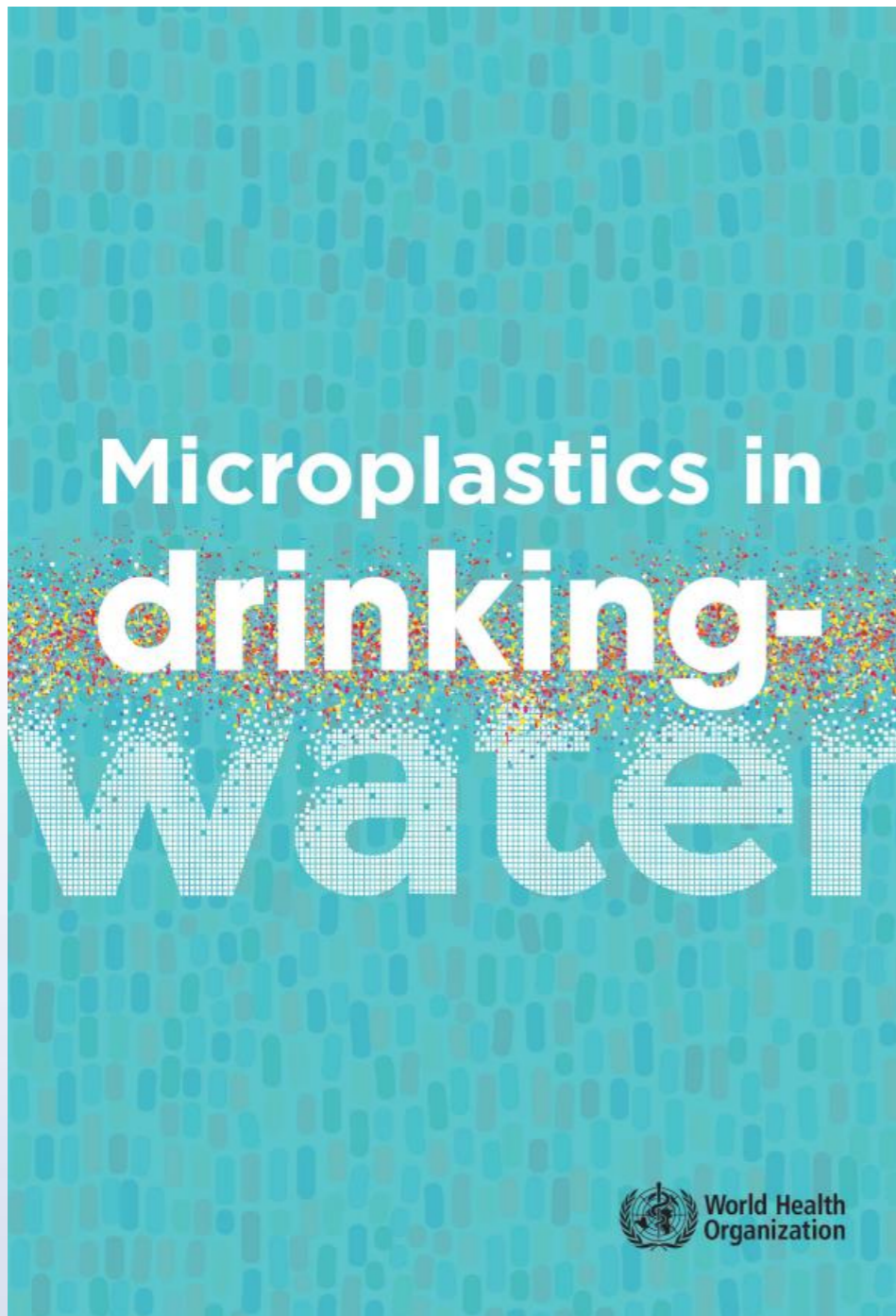
Citations  
**367**

[LEARN ABOUT THESE METRICS](#)



Slika: Cox et al, 2019

# Ocena izpostavljenosti MP



WHO, 2019:

Pričakuje se, da bo čiščenje pitne vode (koagulacija, sedimentacija in filtracija) učinkovito odstranilo MP.

Membranska filtracija naj bi odstranila 100 % delcev (mikrofiltracija delce  $>1 \mu\text{m}$ , ultrafiltracija delce  $>0,01 \mu\text{m}$  in nanofiltracija delce  $>0,001 \mu\text{m}$ ).

**Najstrožji pristop:** Pri zaužitju 2 L pitne vode/dan (WHO, 2017a), ocenjujejo vnos  $85 \mu\text{g MP/dan}$ . To ustreza vnosu  $1,4 \mu\text{g MP/kg TT/dan}$  za privzeto telesno težo 60 kg za odraslo osebo. Zelo konzervativen pristop, ekstremni scenarijev.

Bolj **rafinirana ocena** bi bila  $2 \mu\text{g MP/dan}$  ali  $0.03 \mu\text{g/kg TT/day}$ .



# Ocena izpostavljenosti MP

Različne ocene izpostavljenosti

Could you be eating a credit card a week? (WMF, 2019)

Po analizi podatkov iz devetinpetsdesetih publikacij so ocenili, da lahko ljudje po vsem svetu v povprečju zaužijejo od **0,1 do 5,5 g MP** na teden



Journal of Hazardous Materials

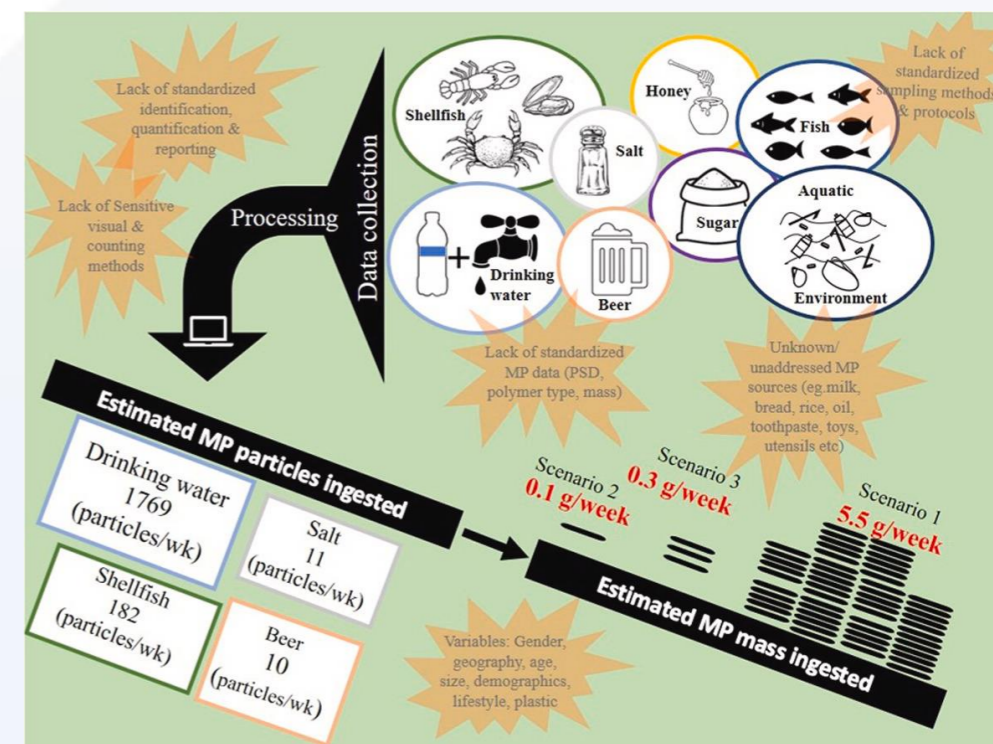
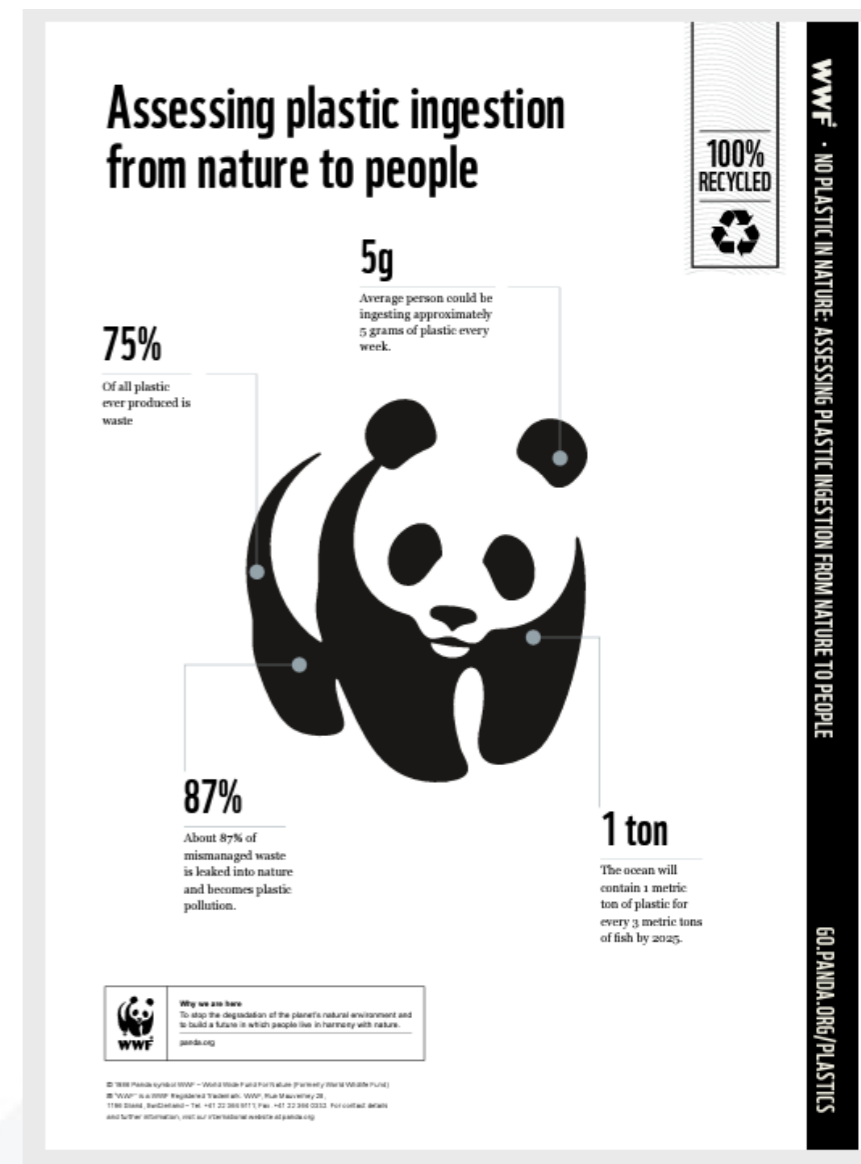
Volume 404, Part B, 15 February 2021, 124004



Research paper

## Estimation of the mass of microplastics ingested – A pivotal first step towards human health risk assessment

Kala Senathirajah <sup>a</sup>, Simon Attwood <sup>b</sup>, Geetika Bhagwat <sup>c</sup>, Maddison Carbery <sup>c</sup>, Scott Wilson <sup>d</sup>, Thava Palanisami <sup>a</sup>



Slika: Senathirajah, 2021

**Table 2:** Selected results on the occurrence of micro- and nanoplastics in food

Food type	Level of microplastics contamination	Samples	Location	References
Honey	40–660 coloured fibres/kg of honey, with a mean value of $166 \pm 147$ /kg of honey; 0–38 fragments/kg of honey; mean $9 \pm 9$ /kg of honey; fibres and fragments supposed to be synthetic	19	From Germany, France, Italy, Spain and Mexico, from supermarkets (8) or producers (11)	Liebezeit and Liebezeit (2013)
	10–336 fibres/kg and 2–82 fragments/kg supposed to be synthetic	47	From German local supermarkets or beekeepers	Liebezeit and Liebezeit (2015)
	32–108 coloured fibres/kg (mostly cellulose but a minor part being PET fibres); 8–28 blue particles/kg (unknown origin)	5	From 5 locations in Switzerland	Mühlschlegel et al. (2017)
Salt	16–84 item/kg (sea salt), 8–102 item/kg (lake salt) and 9–16 item/kg (rock salt)	16	From Turkish market	Gündoğdu (2018)
	$46.7 \pm 0.58$ – $806 \pm 15.3$ particles/kg (average: 212 particles/kg, all positive)	12	From US grocery stores (from North, Celtic, Sicilian, Mediterranean, Utah, Hawaiian, Atlantic, Pacific, Baja Seas and Himalaya)	Kosuth et al. (2018)
	1–10 items/kg (16 positive)	17	From a Malaysian market originating from 8 countries (Australia, France, Iran, Japan, Malaysia, New Zealand, Portugal, South Africa)	Karami et al. (2017)
	$50 \pm 7$ – $280 \pm 3$ items/kg salt	21	From sea: Atlantic Ocean (Huelva, Cádiz, Lanzarote, La Palma, Galicia), Mediterranean sea (Barcelona, Gerona, Valencia, Alicante, Murcia, Menorca) From well: Alicante, Cuenca, Añana	Iñiguez et al. (2017)
	7–680 items/kg (550–681 particles/kg in sea salts, 43–364 particles/kg in lake salts, and 7–204 particles/kg in rock/well salts)	15	From supermarkets throughout China	Yang et al. (2015)
Sugar	$217 \pm 123$ transparent and coloured fibres/kg of sugar; $32 \pm 7$ fragments/kg of sugar	5 commercial sugars	–	Liebezeit and Liebezeit (2013)
Fish	1–3 items/contaminated brand (4 contaminated brands – cans containing 2–30 fish [canned sardines and sprats] each)	20 brands (cans containing 2–30 fish each)	From Australian and Malaysian markets (originating from Canada, Germany, Iran, Japan, Latvia, Malaysia, Morocco, Poland, Portugal, Russia, Scotland, Thailand, Vietnam)	Karami et al. (2018)

## EU-FORA fellowship project, EFSA 2020

Food type	Level of microplastics contamination	Samples	Location	References
Beer	2–79 fibres/L (RSDs = 130%), 12–109 fragments/L (RSDs = 205%), 2–66 granules/L (RSDs = 103%)	24	From German local supermarkets	Liebezeit and Liebezeit (2014)
	$16 \pm 15$ fibres/L (Blank sample: $15 \pm 9$ fibres/L); $21 \pm 16$ fragments/L (Blank sample: $20 \pm 13$ fragments/L); $27 \pm 10$ granules/L (Blank sample: $15 \pm 12$ granules/L)		–	Lachenmeier et al. (2015)
	0–14.3 particles/L (average: 4.05 particles/L, all positive)	12	From breweries using water from the five Laurentian Great Lakes (US)	Kosuth et al. (2018)
Bottled water	10.4 particles (> 100 $\mu$ m)/L; 325 particles (6.5–100 $\mu$ m)/L; 242 bottles contaminated, all single-use plastic bottles except 1 glass bottle	259	From 19 locations in 9 countries (China, USA, Brazil, India, Indonesia, Mexico, Lebanon, Thailand, Germany) – 11 brands	Mason et al. (2018)
	$118 \pm 88$ particles/L (returnable bottles), $14 \pm 14$ particles/L (single-use plastic bottles), $11 \pm 8$ particles/L (beverage cartons), $50 \pm 52$ particles/L (glass bottles)	22 bottles, 3 cartons, and 9 glass bottles	From grocery stores in Germany	Schymanski et al. (2018)
Tap water	0–61 particles/L (average: 5.45 particles/L)	159	From Cuba (1), Ecuador (24), England (3), France (1), Germany (2), India (17), Indonesia (21), Ireland (1), Italy (1), Lebanon (16), Slovakia (8), Switzerland (2), Uganda (26), US (36)	Kosuth et al. (2018)
	Particles > 100 $\mu$ m: 15.6 particles/50 L (Blank sample: 13.2 particles/50 L) Limit of detection = mean blank + $(1.645 \times \text{SD for blank}) = 29$ particles/50 L	17 + 3	Danish tap water	Strand et al. (2018)



# Ocena izpostavljenosti MP

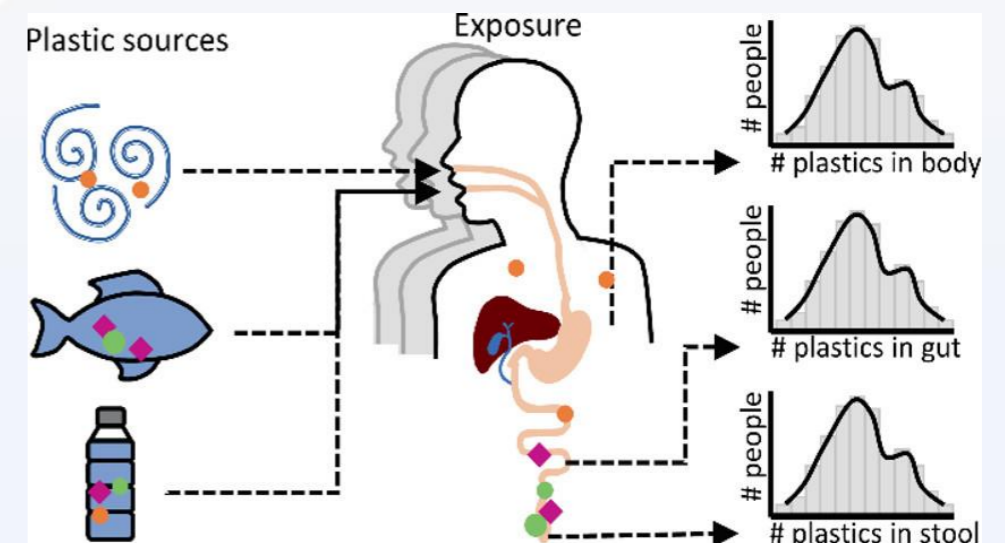
Nor et al., Environ. Sci. Technol. 2021, 55, 5084–5096: Probabilistični model za izpostavljenost

Simulacija koncentracije mikroplastike v črevesju, telesnem tkivu in blatu, pri čemer slednje omogoča validacijo glede na empirične podatke. Upoštevali so vnos z ribami, mehkužci, raki, z vodo iz pipe, ustekleničeno vodo, soljo, s pivom in mlekom. Povprečni vnos mikroplastike: **553 delcev/osebo/dan** in **883 delcev/osebo /dan** za odrasle oziroma otroke.

Koncentracije MP v blatu pridobljene z modelom se ujemajo z empiričnimi podatki.

Menijo, da je prispevek MP k celotnemu vnosu kemikalij majhen.

Zaenkrat so še neznani prispevki drugih vrst hrane so obravnavani glede na prihodnje raziskovalne potrebe



Slika: Nor et al., 2021

# Karakterizacija tveganja

Delci M in NP lahko povzročajo neželene učinke na zdravje – niso pa še znani varni odmerki

Delcem M in NP preko živil in pitne vode smo izpostavljeni – ni še dovolj informacij o izpostavljenosti

**Veliko negotovosti!**

V tem trenutku ni mogoče oceniti tveganja za zdravje zaradi izpostavljenosti delcem M in NP

# Zaključki

Tveganja za zdravje zaradi izpostavljenosti delcem M in NP prisotnim v živilih na osnovi do sedaj znanih informacij še ni mogoče ustrezno oceniti.

Potrebno je razviti ustrezne, zanesljive in standardizirane metode identifikacije in karakterizacije MNP.

Potrebno je pridobiti več informacij o nevarnosti in izpostavljenosti delcem M in še posebej delcem NP, določiti varne odmerke.

Različni delci M in NP se lahko zelo razlikujejo, težko je posploševati.

## Čimbolj zmanjšati izpostavljenost!

S 3. 7. 2021 (DIREKTIVA (EU) 2019/904) je prepovedana plastika za enkratno uporabo: vatirane palčke iz plastike, plastični jedilni pribor (vilice, noži, žlice, palčke), plastični krožniki, plastične slamice, mešalne palčke za pijače, palčke za pritrditev na balone in podporo balonov, posode za živila, izdelane iz ekspandiranega polistirena (npr. menu boxi), lončki za pijačo iz ekspandiranega polistirena, vključno s pripadajočimi pokrovčki in zamaški.

Več informacij o OT :

<https://www.efsa.europa.eu/en/events/event/update-scientific-colloquium-25-coordinated-approach-assess-human-health> (kolokvij, 6 do 7 Maj 2021)