

ŠTO JE PLASTOZA

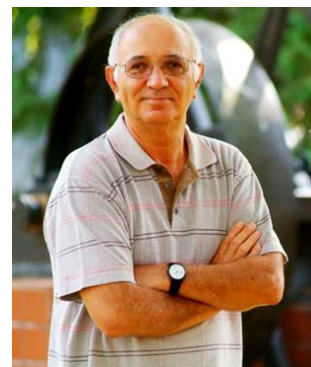
Igor Čatić¹ i Aleksandra Mihajlović²

¹Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, Republika Hrvatska, ²Društvo inženjera plastičara i gumara, Beograd, Republika Srbija

Kontakt: igor.catic@fsb.hr

APSTRAKT: Već niz godina poznati su nazivi silikoza i azbestoza. Opći nazivi za bolesti izazvane česticama silicijeva dioksida i azbesta. Posljednjih godina se učestalo ukazuje na bolesti koje izaziva plastika. Za bolest koju uzrokuju prošireni polimeri: plastika i guma, uvodi se opći naziv, plastoza. Osnovna namjera eseja je prikladno nazivlje i ukazivanje na potrebu nužnih kriterija prosudbe. Stoga su na temelju veličine čestica uvedeni nazivi mikroplastoza i nanoplastoza.

Ključne riječi: bolest, definicija, ljudsko zdravlje, mikroplastika, mikroplastoza, nanoplastika, nanoplastoza, plastoza



**Profesor emeritus
Igor Čatić**

1 UVOD

Potica, nedavno je tražen neki tekst na internetu. Slučajno je pronađen tekst koji opisuje predstavljanje knjige „Tehnika, zaštita okoliša i zdravlje“. U osnovi to je prenesen Predgovor urednika, prof. Zvonka Benčića, kojim je on predstavio knjigu. Ovdje je nužan dio tog predgovora.

„Točno sto tekstova objavljeno je u dnevnim novinama 'Vjesnik'. Većinska je tema plastika: osobito PVC 'kao materijal burne prošlosti, ali i svijetle budućnosti'. Ostale su teme: ozon i freoni (u žarištu zanimanja javnosti početkom devedesetih godina), nanočestice, dopunski izvori energije (o. a. obnovljivi) te uporaba plastičnog otpada. Tvrdi da bi nanooza (bolest uzrokovana nanočesticama) mogla biti opasnija od azbestoze, jer se nanočestice ne mogu vidjeti.“

2 TERMINOLOŠKE OSNOVE

Posljednjih godina javnost je suočena sa sve snažnijim napadima radikalnih ekologa na plastiku. Pri napadima osnovna tema su plastične mikročestice u moru i oceanima. Radi se o česticama manjim od 5 mm, a pod plastičnim podrazumijevaju se i gumene čestice. One se nakupljaju u moru gdje njihova mala veličina olakšava morskim bićima da ih unesu u svoje tijelo. Mikroplastika također može ući u hranidbeni lanac. Nedavnim istraživanjima pronađena je mikroplastika u zraku, vodi za piće i hrani, ali s nepoznatim utjecajima na ljudsko zdravlje.² Pojam „mikroplastika“ nije definiran konzistentno, ali se obično podrazumijeva da se odnosi na male, obično mikroskopske, čvrste čestice izrađene od sintetske plastike.³

2.1 Definicije mikroplastike i nanoplastike

2.1.1 Definicija definicije i vrste definicije

Pojam „mikroplastika“ koristi se za opisivanje manjih čestica plastike, no još uvijek ne postoji definicija koja

točno obuhvaća sve kriterije koji bi potencijalno mogli opisati što je mikroplastika.⁴

Definicija je izraz kojim se određuje sadržaj nekog pojma točno i jednosmisleno s pomoću najbližega višega rodnog pojma i specifične razlike. Valjana definicija mora biti: primjerena pojmu, ne smije sadržavati izraze koji kažu isto koliko i pojam, ne smije biti izrečena u negativnom pojmu, treba biti pregledna i sažeta. Logičari definiciju dijele na sljedeće vrste: realna – bit stvari; konceptualna – sadržaj pojma; – nominalna – značenje riječi; verbalna – zamjena riječi poznatijom; preskriptivna – propisujuća; legislativna – zakonodavna; stipulativna – pogodbena.⁵

2.1.2 Mikroplastika

Prije nego što se govori o plastičnim česticama bilo koje veličine, valja objasniti terminologiju. Izraz „mikroplastika“ prvi je put upotrijebljen za opisivanje sitnih komadića morskog otpada 2004.⁶ Pojam se od tada široko koristi ne samo u znanstvenim publikacijama već i u medijima. Međutim, iako je predloženo mnogo različitih definicija, ne postoji normirano razumijevanje na koje se stvari i u kojem fizičkom obliku taj pojam zapravo odnosi. To je rezultiralo nedosljednostima u različitim znanstvenim istraživanjima, kao i u propisima koji se provode u različitim državama radi rješavanja zabrinutosti zbog mikroplastike.³

Pojam „plastika“, iako se često razumije na intuitivnoj razini, često se različito tumači na tehničkoj razini.³ Ova je dvosmislenost istaknuta u tehničkom izvješću Europskog odbora za normizaciju (CEN) o rječniku u području razgradljivih i biorazgradljivih polimera i stvari od plastike.⁷ U izvješću se napominje da „pojmovi plastika ili plastike nemaju precizno značenje jer odražavaju prilično složene formulirane sustave čiji je točan sastav općenito nepoznat“. Tehničko izvješće Međunarodne organizacije za normizaciju (ISO) o rječniku plastike⁸ definira „plastiku“ kao: „Materijal koji kao bitan sastojak sadrži polimerizat i koji se u nekoj fazi prerade u gotov proizvod može oblikovati taljenjem“. Pri tome se „elastomerni mate-

rijali koji se također oblikuju taljenjem ne smatraju plastikom“. Jasno je da definicija „plastike“, slično mikroplastici, ne podliježe općeprihvaćenoj normizaciji. Gledajući definicije „mikroplastike“, koje su se do danas koristile u različitim legislativnim jurisdikcijama, pojam „plastika“ obično se definira u EU s obzirom na izraz „polimer“, iako definicija pojma „polimer“ nije dosljedna.³ Neki koriste definiciju iz Uredbe REACH⁹ kako je predložena: „Plastika“ znači materijal koji se sastoji od polimerizata kako je definiran u članku 3. točki 5. Uredbe (EZ) br. 1907/2006, kojemu se mogu dodati aditivi ili druge tvari i koji može funkcionirati kao glavna strukturna komponenta gotovih proizvoda, uz iznimku prirodnih polimera koji nisu kemijski modificirani” ili s varijacijama. Vrijedno je napomenuti da definicija polimera u REACH-u obuhvaća kako prirodne polimere tako i sintetske polimere, ali da je zabrinutost za mikroplastiku općenito povezana sa sintetskim polimerima.³

Mnogi autori razmišljali su kako na odgovarajući način definirati pojam „mikroplastika“, što je rezultiralo nizom različitih definicija.¹⁰ Međutim, neki od aspekata definicija mikroplastike pojavljuju se gotovo univerzalno, na primjer: „čestica“, „čvrsta tvar“ i „dimenzije od 5 mm ili manje“. Gotovo sve definicije podrazumijevaju „mikroplastiku“ kao „čestice“.^{11,12} Zapravo, vjerojatno će to biti jedan od najvažnijih deskriptora za pojam „mikroplastika“.¹²

U pogledu relevantnih dimenzija, različite su definicije uključivale kriterij veličine < 5 mm u jednoj dimenziji, u svim dimenzijama ili nisu naznačene dimenzije. Čini se da je gornja granica od 5 mm univerzalno prihvaćena, ali se to smatra pragmatičnim rješenjem.^{3,11,12} Ograničenje veličine od 5 mm ili manje temelji se na pretpostavci da će uključivati širok raspon malih čestica koje bi organizmi mogli lako unijeti (ili bi tijekom vremena generirale manje čestice ako se ispuste u okoliš).³ Gutanje većih komada plastičnog otpada (npr. plastičnih vrećica) češće je povezano s fizičkim opasnostima za makrofaunu ili megafaunu, poput fizičke blokade probavnog trakta nakon slučajnog ili pogrešnog gutanja (npr. morski gmazovi, ptice i kitovi).

Za potrebe Europske strategije za plastiku u kružnom gospodarstvu (2018.), mikroplastika se definira kao „sintetska plastika netopljiva u vodi manja od 5 mm koja se ili namjerno dodaje određenim proizvodima ili je rezultat fotorazgradnje i abrazijskog trošenja makroplastike (uključujući gumene i tekstilne proizvode) koja se ispušta u okoliš i vrlo je otporna na (bio)razgradnju“.¹³

Europska agencija za kemikalije za potrebe Uredbe REACH koristi definiciju³: „Mikroplastika“ znači materijal koji se sastoji od čvrstih čestica koje sadrže polimerizat i dodatke ili druge tvari i gdje ≥ 1 % w/w čestica imaju (i) sve dimenzije $1 \text{ nm} \leq x \leq 5 \text{ mm}$ ili (ii), za vlakna, duljina $3 \text{ nm} \leq x \leq 15 \text{ mm}$ i omjer duljine i promjera > 3 “. Ova definicija mikroplastike uključuje i pojam „nanoplastika“.

Valja napomenuti da se, u kontekstu legislativne definicije, mikroplastična čestica ne odnosi samo na čestice koje se sastoje isključivo od polimera. „Čestica koja sadrži polimerizat“ znači čestica bilo kojeg sastava sa sadržajem polimera ≥ 1 % w/w.¹²

Na temelju izmjene mišljenja o ovoj temi, došlo se do sljedećeg zaključka. Navedene definicije mikroplastike mogu se smatrati preskriptivnim¹⁴, naredbenim, imperativnim ili legislativnim jer se s pomoću njih određuje u kojem smislu treba upotrebljavati riječ „mikroplastika“ za navedena područja primjene u EU legislativi.

Glede sastava mikroplastike, također ne postoji standardna definicija. Mnoga istraživanja usredotočuju se na čestice izrađene od sintetskih polimera, umjesto da koriste definiciju Međunarodne organizacije za normizaciju (ISO) koja isključuje elastomerne materijale. Njemačko Savezno ministarstvo obrazovanja i istraživanja definira plastiku kao podskupinu polimera, uključujući elastomere i modificirane prirodne polimere. Europska agencija za kemikalije (ECHA, 2019.) koristi izraz „čvrste čestice koje sadrže polimer“, ali isključuje prirodne polimere koji nisu modificirani.¹⁵

Plastika u okolišu klasificirana je prema veličini, iako još nema konsenzusa o ograničenjima veličine. Obično se dijeli na makroplastiku (s česticama $> 2,5$



SLIKA 1. Mikroplastika u moru i oceanima nastaje usitnjavanjem i vremenskim utjecajima većih plastičnih predmeta ili izravnim ispuštanjem u okoliš (foto: iStock/Tunatura)

cm), mezoplastiku (s česticama 2,5 cm – 5 mm), mikroplastiku (s česticama između 1 μm i 5 mm) i nanoplastiku (s česticama 1–100 nm).⁴ Čestice veličine 100 nm – 1 μm nazivaju se „submikroplastikom“. Predložena je i nova definicija koja uključuje sva važna opisna svojstva mikroplastike gdje se mikroplastika definira kao „sintetske čvrste čestice ili polimerne matrice, pravilnog ili nepravilnog oblika i veličine od 1 μm do 5 mm, primarnog ili sekundarnog podrijetla, koje su netopljive u vodi“.⁴

Međutim, u nekim se definicijama veličina čestica mikroplastike definira između 100 nm i 5 mm.

2.1.3 Nanoplastika

Zajednički istraživački centar EU-a (Joint Research Centre – JRC) nedavno je pripremio nacrt smjernica o provedbi EU definicije koncepata i pojmova koji pokrivaju nanomaterijal koji su također relevantni za izvođenje definicije mikroplastike. Njime se daju preporuke za usklađenu i koherentnu provedbu definicije nanomaterijala u bilo kojem specifičnom regulatornom kontekstu u EU i državama članicama kao revizija Preporuke Europske komisije 2011/696/EU. Definicija nanomaterijala je: „Prirodni, slučajno nastao ili proizvedeni materijal koji sadrži čestice, u nevezanom stanju ili kao agregat ili kao aglomerat, i gdje 50 % ili više čestica ima jednu vanjsku dimenziju ili više vanjskih dimenzija u rasponu veličina 1 nm – 100 nm“.¹⁶

Međunarodna organizacija za normizaciju definirala je „nanomaterijal“ kao materijal s bilo kojom vanjskom dimenzijom na nanoskali („nanoobjekt“) ili s unutarnjom ili površinskom strukturom na nanoskali („nanostrukturirani materijal“) (ISO, 2015.). Konkretno, nanoobjekt je definiran kao diskretni komad materijala s jednom, dvije ili tri vanjske dimenzije na nanoskali. „Nanočestice“ su nanoobjekti sa svim vanjskim dimenzijama na nanoskali gdje se duljine najdulje i najkraće osi bitno ne razlikuju. „Nanostrukturirani materijal“ definira se kao materijal koji ima unutarnju ili površinsku nanostrukturu, tj. sustav međusobno povezanih sustavnih dijelova u kojima je jedan ili više tih dijelova na nanoskali. „Nanoskala“ je definirana kao raspon od približno 1 nm do 100 nm (1 nm = 10^{-9} m).¹⁷ Veličina čestica je ključni parametar za identifikaciju nanomaterijala.¹⁷

U REACH-u se nanomaterijali tretiraju kao bilo koje druge kemikalije.¹⁶ Nanomaterijali su obuhvaćeni definicijom „tvari“ u REACH-u, iako nema izričite reference za nanomaterijale.

2.2 Primarna i sekundarna mikroplastika

Potrebno je navesti podjelu mikroplastike. Mikroplastika se pojavljuje u dva oblika, kao primarna i sekundarna. Primarna mikroplastika su čestice koje se ispuštaju izravno u okoliš, u tlo ili u vodu i čine oko 16 % ukupne mikroplastike. Mogu potjecati od: namjerno dodanih aditiva za gnojiva, sredstva za zaštitu bilja i deterdžente; mikrokuglica koje se koriste u kozmetici; industrijskih abraziva koji se koriste za pješčenje itd. Prema podacima Europske agencije za kemikalije i asocijacije PlasticsEurope, namjerna proi-

zvodnja tako definirane mikroplastike manja je od 0,1 % ukupne proizvodnje plastike.¹⁵ Većina primarne mikroplastike koja se ispušta u okoliš u EU potječe od: trošenja gumenih pneumatika (oko 500 tisuća tona godišnje), boja za ceste (manje od 100 tisuća tona), uslijed rasutih granula tijekom proizvodnje plastike i plastičnih proizvoda, pranja sintetske odjeće i tekstila itd.¹⁸



SLIKA 2. Abrazijsko trošenje gumenih pneumatika najveći je izvor primarne mikroplastike (foto: H. Laurel)



SLIKA 3. Boje za ceste godišnje generiraju oko 100 tisuća tona mikroplastike u EU (foto: Wikipedia)



SLIKA 4. Pranje sintetske odjeće nastaje mikroplastika koja se izravno ispušta u okoliš (foto: iStock)

Sekundarna mikroplastika čini 84 % ukupne mikroplastike i nastaje usitnjavanjem i vremenskim utjecajima većih plastičnih predmeta (npr. vrećica, boca itd.), posebno u okolišu morske vode.¹⁵



Potrebno je više istraživanja kako bi se poboljšalo naše razumijevanje izvora i utjecaja mikroplastike, uključujući učinke na okoliš i zdravlje, te razvila inovativna rješenja za sprječavanje njenog širenja.²



SLIKA 5. Fotorazgradnjom i vremenskim utjecajima na makroplastične proizvode nastaje sekundarna mikroplastika (foto: Shutterstock)



SLIKA 6. Odbačeni ribolovni alat najveći je zagađivač mora i oceana plastikom (foto: OceanaEurope)

3 OPĆE I POSEBNE VRSTE BOLESTI IZAZVANE ČESTICAMA

Najstarija je profesionalna bolest silikoza, kao posljedica udisanja prašine koja sadrži kristale silicijeva dioksida.¹⁹ Vrlo je poznata i bolest koju izazivaju tzv.

kritična azbestna vlakna duljine $L \geq 5 \mu\text{m}$, promjera $D < 3 \mu\text{m}$ i omjera $L/D > 3$.²⁰ Radi se o mikrovlaknima, stoga se radi o mikroazbestozi.

U središtu ovog teksta je plastoza. Treba naglasiti da je to naziv za sve bolesti koje se povezuju s plastikom i gumom. U ovom kontekstu od interesa su samo bolesti povezane s veličinom čestica, tj. izazvane mikročesticama i nanočesticama, mikroplastoza i nanoplastoza.

Plastoza se definira kao „bolest uzrokovanu štetnim fizičkim ili kemijskim utjecajima plastike i gume na žive organizme“. Mikroplastoza je vrsta plastoze uzrokovana mikroplastikom. Nanoplastoza je vrsta plastoze uzrokovana nanoplastikom.

Definicija „mikroplastoze“ točno određuje sadržaj pojma, tj. da se radi o vrsti plastoze uzrokovane česticama reda veličine mikrometra. Isto vrijedi i za pojam „nanoplastoza“. Za viši rodni pojam „plastoza“, definicijom se označava značenje riječi, odnosno u kojem smislu treba koristiti riječ „plastoza“.

Zašto se odustalo od naziva „gumoza“? Logičnog naziva za bolesti izazvane gumenim česticama. Razloga je naveden u.³ Svi polimeri nisu „plastika“. Međutim, Europska agencija za kemikalije (ECHA) predložila je da bilo koji sintetski polimer (s dodatcima ili bez njih), koji može postojati kao mala, obično mikroskopska, čvrsta čestica u okolišu i koji je otporan na (bio)razgradnju, treba smatrati dosljednim zabrinutostima povezanim s pojmom „mikroplastika“. Ipak, mnogi autori održavaju strogu semantičku interpretaciju pojma „mikroplastika“. ECHA smatra kako bi se pojam „mikroplastika“ mogao koristiti kao sveobuhvatni izraz za sintetske polimerne čestice (o. a. i plastične i gumene) koje pokazuju iznimnu postojanost u okolišu ako budu ispuštene.³

Usporede li se nazivi azbestoza, nanooza i plastoza, dva su načinjena po istom kriteriju, a jedan po drugom. Azbestoza i plastoza prema podrijetlu tvari i materijala koji uzrokuju bolesti, a nanooza prema veličini čestica. To omogućuje definiranje dviju skupina utjecaja mikročestica na pojavu mikroplastoze.

Plastika se smatra inertnim materijalom. Definicija mikroplastike nije jednostavna. No, postoji širok raspon svojstava koja karakteriziraju mikroplastiku.

Poput veličine, oblika, kemijskog sastava, boja, hidrofobnosti itd. koja bi mogla naštetiti utjecajem čestica na stanice i tkiva.

Štetni učinci na sve organizme koji su izloženi mikroplastici mogu se podijeliti u dvije skupine: fizički i kemijski utjecaji. Fizički utjecaji se odnose na veličinu čestica, oblik i koncentraciju mikroplastike, a kemijski na opasne kemikalije (npr. ostatci monomera, dodatci polimerima) povezane s mikroplastikom.²¹

U ovom tekstu razmatrat će se samo fizički utjecaji. Primjerice, čestice nanoplastike i mikroplastike najčešće ulaze u ljudski sustav gutanjem kontaminiranih namirnica: hrane i pića. Očekuje se da ljudski sustav za izlučivanje treba ukloniti i do 90 % unesene mikroplastike i nanoplastike.²¹ Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) procjenjuje da će se do 90 % unesene mikroplastike i nanoplastike izlučiti nakon konzumacije.²² Teoretska razmatranja o mehanizmima staničnog unosa sugeriraju da bi se nanoplastika lakše unosila u stanice od mikroplastike. Rizike za okoliš i ljudsko zdravlje koje predstavlja mikroplastika teško je kvantificirati.³

Potencijalni ekološki i zdravstveni rizici za humana bića uzrokovani mikroplastikom relativno su nova područja istraživanja i trenutno postoji veliki stupanj nesigurnosti oko ovog pitanja. Rizik je funkcija opasnosti i izloženosti (doza). Opasnosti koje plastika predstavlja u okolišu razlikuju se ovisno o veličini plastičnih čestica i veličini organizma.¹¹ Ispuštanja mikroplastike u okoliš uglavnom se odvijaju na tri načina: (i) ispuštanjem u kanalizaciju, (ii) putem komunalnoga čvrstog otpada i (iii) izravnim oslobađanjem.³

Ulazna točka mikroplastike u ljudska bića može biti: gutanje (kontaminirane hrane ili trofičkim prijenosom, tj. hranidbenim lancem), udisanje ili kontakt s kožom.²¹

Mjera u kojoj mikroplastika u pojedinim namirnicama šteti ljudskom zdravlju pitanje je rasprave. Uzimajući u obzir vrlo proširenu uporabu plastičnih materijala u svakodnevnom životu, mikroplastika iz hrane i pića vjerojatno predstavlja samo manji put izlaganja ljudskih bića česticama plastike i s njima povezanih kemikalija.²³ No kako se to rijetko naglašava, rasprave koje su u toku stvorile su iskrivljenu sliku izloženosti ljudi plastici. Postoji opasnost da se usmjerimo s korijenima problema: način na koji se troši, upotrebljava i odlaže plastične proizvode, što dovodi do njihove široke prisutnosti u svakodnevnom životu i u okolišu.²³

U izvješću Svjetske zdravstvene organizacije¹⁵ navodi se da je procijenjena dnevna količina unijete mikroplastike hranom i pićem kod odrasle osobe 2 μg . Radi usporedbe, Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA) procijenila je 2016. da bi u slučaju najlošijeg scenarija, unos samo iz morskih plodova, na osnovi 225 g dagnji, bio 7 μg mikroplastike dnevno.²² To odgovara unosu od 0,25 g za 100 godina života.

Kvantitativni podaci o izloženosti ljudi mikroplastici putem prehrane još nisu dostupni, te još uvijek nema legislativne o mikroplastici i nanoplastici u namirnicama.²⁴

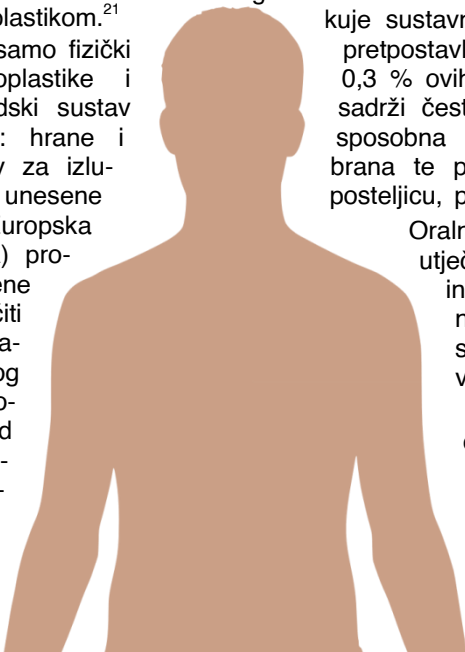
Signifikantnost interakcija između mikroplastike i nanoplastike i ljudskih organa još se ispituje. Sintetske čestice manje od 150 μm iz hrane mogu proći gastrointestinalni epitel u tijelima sisavaca, što uzrokuje sustavnu izloženost. Međutim, znanstvenici pretpostavljaju da se očekuje apsorpcija samo 0,3 % ovih čestica. Niža frakcija (0,1 %), koja sadrži čestice veće od 10 μm , trebala bi biti sposobna doći do organa i staničnih membrana te proći kroz krvno-moždanu barijeru i posteljicu, placentu.²¹

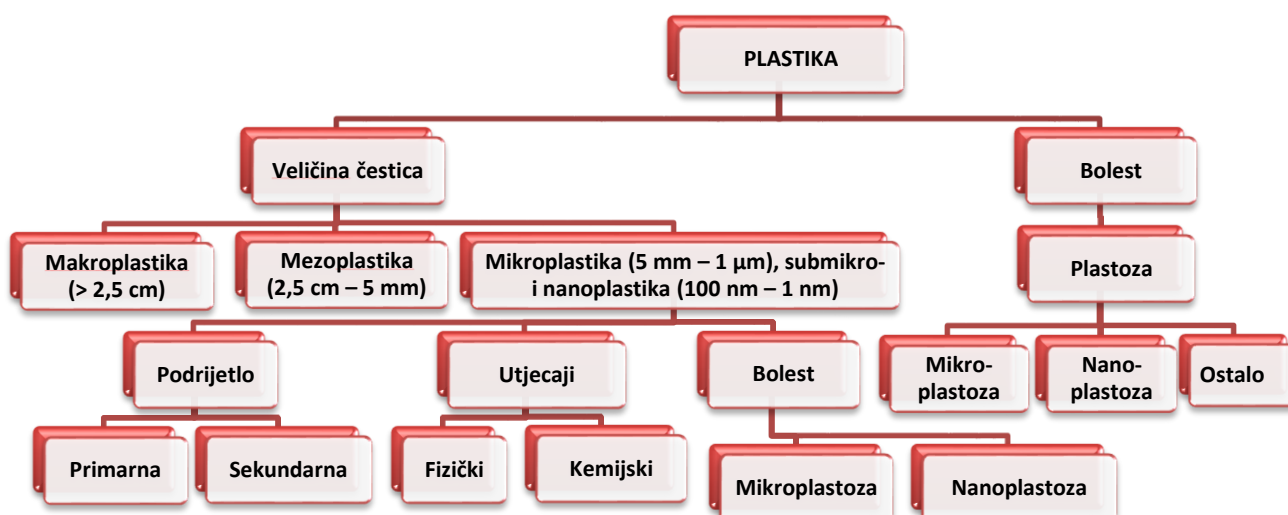
Oralno uzimanje prati niz koraka koji utječu na čestice, a time i na njihove interakcije, poput kontakta s probavnim tekućinama, kontakta s crijevnim stanicama, unosa i transporta u crijevima i jetri te izlučivanja.²⁴

Postoje velike praznine u znanju o unosu i sudbini plastičnih čestica mikrodimezija i nanodimezija kod ljudi, kao i o njihovom utjecaju na ljudsko zdravlje.²⁵ Odlučujući faktor za unos u organizam jest veličina čestica. Ispitivanjem polistirenskih čestica *in vitro* ustanovljeno je²⁵ da se čestice manje od 150 μm potencijalno mogu apsorbirati kroz crijevnu sluznicu i proći u limfni sustav, čestice < 110 μm mogu ući u krvotok, a čestice < 20 μm mogu doći do unutarnjih organa. Međutim, većina oralno unesenih nanočestica prolazi kroz gastrointestinalni trakt (GIT), a da se ne apsorbiraju preko GIT barijere. Prelazeći crijevnu barijeru, čestice < 100 nm mogu se čak transportirati u mozak i preko placentne barijere. Udisane čestice mogu se izlučiti, ali se mogu i taložiti u plućima ili apsorbirati u krvotok. Nekoliko istraživanja, koja trenutno postoje, kontradiktorna su jer postoje i objavljene studije koje pokazuju da polistirenske nanočestice i mikročestice ne izazivaju toksične učinke.²⁵

Interakcija mikroplastike s ljudima može proizvesti citotoksičnost, preosjetljivost, neželjene imunološke reakcije i akutne reakcije poput hemolize, što predstavlja potencijalni rizik za ljudsko zdravlje.²¹ Nakon unosa mikroplastike u ljudsko tijelo, njihova sudbina i učinci i dalje su kontroverzni i nisu dobro poznati. Samo mikroplastika manja od 20 μm trebale bi moći prodrijeti u organe, a one veličine oko 10 μm trebale bi imati pristup svim organima, prelaziti stanične membrane, preći krvno-moždanu barijeru i ući u posteljicu, pod pretpostavkom da je raspodjela čestica u sekundarnim tkivima, poput jetre, mišića i mozga. Ipak, nema dovoljno podataka za potpuno razumijevanje implikacija mikroplastike na ljudsko zdravlje.²¹

Istraživanja prisustva čestica u 6 posteljica (placenta) pokazala su sljedeće rezultate.²⁶ Ukupno je pronađeno 12 mikrofragmenata veličine od 5 do 10 μm . Sve čestice su bile pigmentirane, tri su bile od zaprljanog polipropilena, dok je za ostalih devet bilo





SLIKA 7. Podjela plastike prema veličini čestica i vrsti bolesti prouzrokovane plastičnim česticama (I. Čatić)

moguće identificirati samo pigmente. Koji su korišteni za umjetne premaze, boje, ljepila, flastere, lakova za nokte i kozmetiku te proizvode za osobnu higijenu.

Odgovor na inhalirane čestice može se izraziti kao: neposredne bronhijalne reakcije (slične astmi), vanjski alergijski alveolitis, kronična upala pluća, kronični bronhitis itd. Primjerice, slični su učinci zabilježeni kod radnika u tekstilnoj industriji u bliskom kontaktu s poliamidnim, poliesterskim, poliolefinским i akrilnim vlaknima. Uz biopostojanost, veličina vlakana utječe i na njihovu toksičnost.²¹

Prisutnost i učinci plastičnih ostataka sve se više istražuju. Većina studija usredotočena je na mikroplastiku, ali malo izvješća sugerira mogu li se fragmenti plastike u rasponu veličina < 100 nm (nanoplastika) stvarati i u vodenom okolišu, a potom i u ljudima.²⁷

Potencijalni rizici nanoplastike iz okoliša za ljude još nisu detaljno proučeni.²⁸ Jednom progutane, čestice manje od 2,5 µm mogu ući u gastrointestinalni trakt i u krvožilni sustav. Rezultirajuća toksičnost uzrokuje se upalom zbog postojane prirode mikroplastike, kao i njihovih jedinstvenih svojstava poput hidrofobnosti i kemijskog sastava, a trebao bi imati akumulacijski učinak koji ovisi o dozi.²⁹

Ključna zabrinutost za zagađenje mikroplastikom jest predstavlja li rizik za ekosustave i ljudsko zdravlje. Međutim, s tim je pitanjem povezana velika neizvjesnost.²¹ Stoga su potrebni podaci o izloženosti i razinama učinka mikroplastike za procjenu rizika mikroplastike za okoliš i ljudsko zdravlje.

Detaljne informacije o stopama migracije nanočestica u hranu ili simulante hrane rijetke su. Razumijevanje potencijalne kontaminacije ljudske populacije mikroplastikom ili nanoplastikom dobivenim iz okoliša u povojima je. Ostavlja mnoga pitanja bez odgovora.¹² Je li se u okolišu događa značajna bioakumulacija i prijenos mikroplastike i nanoplastike? Ako da, koje su vrste najugroženije? Kako starenje plastike utječe na njihova fizička i kemijska svojstva i naknadnu toksičnost? Dolazi li nakon gutanja do zadržavanja mikroplastike i nanoplastike? Vezuju li se npr. mikroorga-

nizmi na površinu čestica kako bi stvorili proteinsku koronu? Kako se to razlikuje za različite vrste plastike i koji su tipovi stanica najosjetljiviji na toksičnost?^{12,30}

4 ZAKLJUČAK

Svrha teksta je razrješenje pitanja nazivlja potrebnog pri uvođenju novog naziva bolesti, plastoze. Agresivni ekologisti naglašavaju utjecaj plastičnih čestica na zdravlje humanih bića. Posebno mikročestica, reda veličina izraženih u mikrometrima. Za sada nema dovoljno dokaza o njihovom utjecaju na zdravlje ljudskih bića.

LITERATURA

1. Čatić, I.: *Tehnika, zaštita okoliša i zdravlja*, Graphis, Zagreb, 2008.
2. *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*, 2018., pristupljeno 22. 12. 2020., <https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>.
3. European Chemical Agency (ECHA), *Annex XV Restriction Report, Proposal for a Restriction, Substance Name(s): intentionally added microplastics, Version Number: 1.2, Date: 22 August 2019*, pristupljeno 22. 12. 2020., <https://echa.europa.eu/documents/10162/05bd96e3-b969-0a7c-c6d0-441182893720>.
4. Frias J., Nash R.: *Microplastics. ...Finding a consensus on the definition*. Mar. Pollut. Bull. 2018;138:145–147. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.11.022, pristupljeno 22. 12. 2020., <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30660255/>.
5. definicija. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Pristupljeno 22. 12. 2020. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=14198>>.
6. Thompson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.G., McGonigle, D. & Russell, A.E., 2004.: *Lost at Sea: Where Is All the Plastic?*, Science, 304, 838-838.

7. CEN 2006. CEN/TR 15351 Technical report on Plastics. *Guide for vocabulary in the field of degradable and biodegradable polymers and plastic items*.
8. CEN 2013. ISO 472:2013 – *Plastics – a vocabulary*.
9. REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals), Uredba (EZ) br. 1907/2006 Europskoga parlamenta i Vijeća EZ o registraciji, evaluaciji, autorizaciji i ograničavanju kemikalija. Pristupljeno 22. 12. 2020., https://echa.europa.eu/documents/10162/23036412/polymers_en.pdf/9a74545f-05be-4e10-8555-4d7cf051bbed.
10. Hartmann, N.B. et al., 2019.: *Are We Speaking the Same Language? Recommendations for a Definition and Categorization Framework for Plastic Debris*, Environmental Science & Technology.
11. GESAMP (2015). “*Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment*” (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96 p.
12. European Chemical Agency (ECHA), *Annex to the Annex XV Restriction Report, Proposal for a Restriction, Substance Name(s): intentionally added microplastics, Version Number: 1.2, Date: 22 August 2019*, pristupljeno 22. 12. 2020., <https://echa.europa.eu/documents/10162/db081bde-ea3e-ab53-3135-8aaffe66d0cb>.
13. Commission Staff Working Document, Accompanying the document, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy* {COM(2018) 28 final}, pristupljeno 22. 12. 2020., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018SC0016&from=EN>.
14. preskriptivan. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Pristupljeno 15. 12. 2020. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=50211>>.
15. *Microplastics in drinking-water*. Geneva: World Health Organization; 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO., pristupljeno 22. 12. 2020., <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/326499/9789241516198-eng.pdf?ua=1>.
16. https://ec.europa.eu/environment/chemicals/nanotech/index_en.htm. Pristupljeno 22. 12. 2020.
17. Scientific Committee, Hardy A, Benford D, Halldorsson T, Jeger MJ, Knutsen HK, More S, Naegeli H, Noteborn H, Ockleford C, Ricci A, Rychen G, Schlatter JR, Silano V, Solecki R, Turck D, Younes M, Chaudhry Q, Cubadda F, Gott D, Oomen A, Weigel S, Karamitrou M, Schoonjans R and Mortensen A, 2018. *Guidance on risk assessment of the application of nanoscience and nanotechnologies in the food and feed chain: Part 1, human and animal health*. EFSA Journal 2018; 16(7):5327, 95 pp., pristupljeno 22. 12. 2020., <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5327>.
18. Eunomia. *Investigating options for reducing releases in the aquatic environment of microplastics emitted by (but not intentionally added in) products*, 2018., pristupljeno 28. 12. 2020., https://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor10/pdf/microplastics_final_report_v5_full.pdf.
19. silikoza. *Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Pristupljeno 15. 12. 2020. <<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=55962>>.
20. *Kritična veličina azbestnih vlakana*, pristupljeno 15. 12. 2020., https://www.google.com/search?biw=853&bih=406&sxsrf=ALeKk01Sr8vMx7m5uR2RJV2EU5PVqadkbQ%3A1608148748844&ei=DGfaX8CCM-LErgSWy7_gBA&q=size+of+asbestos+particles&oq=size+of+asbestos+particles.
21. Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo, V., Uricchio, V.F.: *A Detailed Review Study on Potential Effects of Microplastics and Additives of Concern on Human Health*, pristupljeno 22. 12. 2020., <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7068600/>.
22. EFSA 2016. *Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood*. Parma: Panel on Contaminants in the Food Chain, European Food Safety Authority. Pristupljeno 22. 12. 2020., <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2016.4501>, accessed 30 April 2019. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4501.
23. Rist, S., Almroth, B.C., Hartmann, N.B., Karlsson, T.M.: *A critical perspective on early communications concerning human health aspects of microplastics*. Sci. Tot. Environ. 2018;626:720–726. doi: 10.1016/j.scitotenv. 2018. 01.092.
24. Maxi, B.P. et al.: *Micro- and nanoplastics – current state of knowledge with the focus on oral uptake and toxicity*, Issue 10, 2020 Nanoscale Advances, pristupljeno 22. 12. 2020., <https://pubs.rsc.org/en/content/article/landing/2020/na/d0na00539h#divAbstract>.
25. Heslera, M. et al.: *Multi-endpoint toxicological assessment of polystyrene nano- and microparticles in different biological models in vitro*, Toxicology in vitro, Vol. 61, December 2019.
26. Ragusa, A. et al.: *Plasticenta - First evidence of microplastics in human placenta*, Environment International, Volume 146, January 2021, 106274, pristupljeno 22. 12. 2020., <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>.
27. Revel, M., Châtel, A., Mouneyrac, C.: *Micro(nano)-plastics: A threat to human health?* Curr. Opin. Environ. Sci. Health. 2018;1:17–23. doi: 10.1016/j.coesh.2017.10.003.
28. Lehner, R., Weder, C., Fink, A., Rutishauser, B.R.: *Emergence of Nanoplastic in the Environment and Possible Impact on Human Health*. Environ. Sci. Technol. 2019;53:1748–1765. doi: 10.1021/acs.est.8b05512.
29. Smith, M., Love, D.C., Rochman, C.M., Neff, R.A.: *Microplastics in Seafood and the Implications for Human Health*. Curr. Environ. Health Rep. 2018;5:375–386. doi: 10.1007/s40572-018-0206.
30. Galloway, T.S., 2015.: *Micro- and nano-plastics and human health*. Marine Anthropogenic Litter, 343-366.