



**ŠESTI NAUČNO-STRUČNI
SKUP POLITEHNIKA**

ZBORNİK RADOVA



Beograd, 10. decembar 2021. godine



ŠESTI NAUČNO-STRUČNI SKUP
POLITEHNIKA

ZBORNİK RADOVA

Izdavač

Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd
Katarine Ambrozić 3, Beograd
www.atssb.rs

Za izdavača

dr Marina Stamenović, profesor strukovnih studija

Urednici sekcija

dr Ivana Matić Bujagić
dr Svetozar Sofijanić
dr Sanja Petronić
dr Željko Ranković
dr Kovička Banjević
dr Vladanka Stupar
mr Jelena Zdravković
dr Nenad Đorđević

Tehnička priprema i dizajn korica

ATSSB — Odsek Beogradska politehnika

Dizajn logoa Skupa

Dušan Berović



ŠESTI NAUČNO-STRUČNI SKUP
POLITEHNIKA

ZBORNİK RADOVA

ŽIVOTNA SREDINA I ODRŽIVI RAZVOJ
BEZBEDNOST I ZDRAVLJE NA RADU
MAŠINSKO INŽENJERSTVO
SAOBRAĆAJNO INŽENJERSTVO
MENADŽMENT KVALITETOM
BIOTEHNOLOGIJA
DIZAJN
GRAFIČKO INŽENJERSTVO

Beograd, 2021. godine

Skup su podržali:

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije

Konferencija akademija i visokih škola Srbije

Uprava za bezbednost i zdravlje na radu

Privredna komora Srbije

Društvo arhitekata Beograda

Institut za standardizaciju Srbije

Centar za promociju nauke

PROGRAMSKI ODBOR:

prof. dr Vojkan Lučanin, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, predsednik
prof. dr Slaviša Putić, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
prof. dr Aleksandar Petrović, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd
prof. dr Aleksandar Jovović, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd
prof. dr Aleksandar Marinković, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
prof. dr Bojan Babić, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd
prof. dr Evica Stojiljković, Univerzitet u Nišu, Fakultet Zaštite na radu, Niš
prof. dr Momir Praščević, Univerzitet u Nišu, Fakultet Zaštite na radu, Niš
prof. dr Elizabeta Bahtovska, Univerzitet St. Kliment Ohridski, Tehnički fakultet, Bitolj, Makedonija
vanr. prof. dr Darko Radosavljević, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
vanr. prof. dr Saša Drmanić, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
vanr. prof. dr Zoran Štirbanović, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet, Bor
vanr. prof. mr Marko Luković, Univerzitet umetnosti u Beogradu, Fakultet primenjenih umetnosti, Beograd
doc. dr Filip Kokalj, Univerzitet u Mariboru, Mašinski fakultet, Maribor, Slovenija
doc. dr Katarina Trivunac, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
doc. dr Maja Đolić, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
doc. dr Vladimir Pavićević, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
doc. dr Nevena Prlainović, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd
dr Jelena Ivanović Vojvodić, Društvo arhitekata Beograda-BINA, Beograd
mr Bojana Popović, Muzej primenjene umetnosti, Beograd
dr Marina Stamenović, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Predrag Maksić, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Milan Milutinović, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Dejan Blagojević, Akademija tehničko-vaspitačkih strukovnih studija, Niš
dr Vladan Đulaković, Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Goran Zajić, Akademija tehničko-umetničkih strukovnih studija Beograd, Beograd
dr Darko Ljubić, McMaster University, Hamilton, Kanada

ORGANIZACIONI ODBOR:

dr Aleksandra Božić, predsednik
dr Jelena Drobač, zamenik predsednika
dr Sanja Petronić
dr Dragana Gardašević
dr Dragana Kuprešanin
Novak Milošević
Natalija Jovanović
Radomir Izgarević
Aleksandra Jelić
Aleksandra Janićijević

RECENZENTI

dr Goran Đorđević, dr Daniela Ristić, dr Marta Trninić, dr Svetozar Sofijanić,
dr Barbara Vidaković Ristić, Novak Milošević, Nebojša Ćurčić, dr Milivoje Milovanović,
dr Vladan Đulaković, dr Slavica Čabrilo, dr Ljiljana Jovanović Panić, dr Miloš Purić,
dr Višnja Sikimić, dr Olivera Jovanović, dr Tatjana Marinković, dr Ana Popović,
mr Vesna Alivojvodić, dr Ivana Matić Bujagić, dr Aleksandra Božić, dr Koviljka Banjević,
dr Dejan Milenković, dr Darko Radosavljević, dr Darja Žarković, dr Dominik Brkić,
Aleksandra Jelić, dr Dejan Jovanov, mr Vladan Radivojević, dr Biljana Ranković Plazinić,
dr Željko Ranković, dr Bogdan Marković, dr Boban Đorović, dr Dragana Velimirović,
Aleksandra Janićijević, dr Natalija Simeonović, Sandra DePalo, mr Jelena Zdravković,
dr Aleksandra Nastasić, dr Saša Marković, dr Saša Marković, dr Dragana Gardašević,
dr Nedžad Rudonja, dr Nikola Tanasić, dr Zoran Stević, dr Suzana Polić, dr Sanja Petronić,
dr Đorđe Đurđević, dr Andrijana Đurđević, dr Aleksandra Mitrović, Tomislav Simonović,
dr Bojan Ivljanin



VALIDNOST BAZE PODATAKA ZA SPEKTRE INFRACRVENE SPEKTROSKOPIJE SA FURIJEOVOM TRANSFORMACIJOM PRILIKOM IDENTIFIKACIJE MIKROPLASTIKE

Vesna Teofilović¹, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet Novi Sad,
Milica Živković², Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, i Univerzitet Educons, Fakultet
zaštite životne sredine, Sremska Kamenica,
Nataša Stojić³, Univerzitet Educons, Fakultet zaštite životne sredine, Sremska Kamenica
Mira Pucarević⁴, Univerzitet Educons, Fakultet zaštite životne sredine, Sremska Kamenica
Srđan Miletić⁵, Univerzitet u Beogradu - Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Beograd
Miroslav Vrvic⁶, BREM GROUP doo, Beograd

Apstrakt: Mikroplastika, koja zbog malih dimenzija i male gustine lako dospeva do svih delova Zemlje, je zaokupila pažnju naučne zajednice u poslednjoj deceniji. Najveća pažnja, posvećena je uticaju, kao načinima unošenjana u ljudski organizam. Jedini način za sprečavanje ulaska mikroplastike u lanac ishrane je poštovanje principa cirkularne ekonomije. Postoji veliki broj različitih čestica mikroplastike u odnosu na vrstu polimera iz kojih su dobijene. Kako bi se analiziralo poreklo čestica mikroplastike, neophodno ih je prvo izolovati, a zatim identifikovati. Neke od metoda za identifikaciju mikroplastike su Infracrvena spektroskopija sa Furijeovom transformacijom (FTIR), Raman spektroskopija, pirolitička gasna hromatografija – masena spektroskopija, od kojih su FTIR i RAMAN nedestruktivne metode. U radu je ispitan granulat 9 najčešće korišćenih komercijalnih polimera u izvornom obliku. Urađena je FTIR analiza, a dobijeni rezultati poznatih polimera upoređeni su sa bazom podataka uređaja. Utvrđen je stepen podudaranja sa pronađenim polimerom. Dobijeni rezultati su validirani u odnosu na deklarisanu polimere. Na osnovu dobijenih rezultata data su uputstva za dalju interpretaciju rezultata FTIR-a prilikom identifikacije mikroplastike, kao i predlozi za buduća istraživanja.

Ključne reči: polimeri, mikroplastika, kontaminacija lanca ishrane, FTIR

FOURIER-TRASFORM INFRARED SPECTROSCOPY SPECTRA DATABASE VALIDATION FOR MICROPLASTICS IDENTIFICATION

Abstract: Microplastics have captured the attention of the scientific community in the last decade. Due to small dimensions and low density, they can easily reach all parts of the Earth. Lately, the attention is shifted towards the health effects, and the pathways of entering into the human organism. The only way to prevent microplastics from entering the food chain is to respect the

¹ vesnateofilovic@uns.ac.rs

² milica.zivkovic.edu@gmail.com

³ natasa.stojic@educons.edu.rs

⁴ mira.pucarevic@educons.edu.rs

⁵ smiletic1973@gmail.com

⁶ mmvrvic@bremgroup.com

principles of circular economy. There are many different types of microplastic particles regarding the polymer from which they are obtained. In order to analyse the origin of microplastic particles, firstly it is necessary to isolate them, and then identify them. Some of the methods for identifying microplastics are Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Raman spectroscopy, pyrolytic gas chromatography - mass spectroscopy, of which FTIR and RAMAN are non-destructive methods. This paper investigates beads of 9 most commonly used commercial polymers in their virgin form. FTIR analysis was performed, and the obtained results of known polymers were compared with the device database. The degree of matching with the found polymer was determined. The obtained results were validated in relation to the declared polymers. Based on the obtained results, instructions are given for further interpretation of FTIR results during the identification of microplastics, as well as suggestions for future research.

Keywords: polymers, microplastics, food chain contamination, FTIR

1. UVOD

U poslednjoj deceniji, sve više pažnje posvećuje se problemu mikroplastike. Mikroplastikom se smatraju čestice različitih polimernih materijala, dimenzija od 1 µm do 5 mm, koje nisu rastvorljive u vodi [1]. Zbog malih dimenzija kao i male gustine, čestice mikroplastike mogu da lebde u vazduhu i vodi, a vazдушnim i vodenim strujama prenose se preko cele planete, pa stižu čak i do najizolovanijih delova Zemlje [2], kao što je led na polovima [3], najviši vrhovi planina [4], gastrointestinalni trakt životinja [5], placenta bebe [6]. Praktično se može reći da više ne postoji deo planete do koga nije došla mikroplastika [7]. Nakon što se čestice mikroplastike nađu u životnoj sredini, udisanjem ili konzumiranjem ulaze u organizme životinja, a dalje se lancem ishrane prenose u ljudski organizam [8]. Čestice mikroplastike do sada su pronađene u pivu, vodi sa česme, morskoj soli [9], flaširanoj vodi [10], živinskom mesu [11], medu, mleku, bezalkoholnim pićima [12], račićima [13], školjkama [14], ribi [15], sardinama iz konzerve [16], itd.

Kako bi se sprečilo dalje zagađenje životne sredine plastikom i mikroplastikom, neophodno je poštovati principe cirkularne ekonomije kao i 4R plan za upravljanje plastičnim otpadom: *Reduce* (smanji), *Reuse* (ponovo upotrebi), *Recycle* (recikliraj) i *Recover* (oporavi). U skladu sa tim principima, neophodno je razviti nove načine recikliranja ili razgradnje plastičnih materijala kao i alternativne prirodne, ili biorazgradive polimere [17]. Jedan od potencijalnih načina degardacije polimera u prirodi je bioremedijacija potpomognuta mikroorganizmima izolovanih iz biofilmova nastalih oko plastičnih materijala koji se duži vremenski period nalaze u prirodi [18].

U prirodi se može naći mnoštvo različitih čestica mikroplastike: polietilen (PE) – iz kesa za jednokratnu upotrebu, polipropilen (PP) – iz plastičnih čepova, polietilentereftalat (PET) – iz plastičnih flaša, stiren-butadien guma (SBR) – iz automobilskih guma, itd. Kako bi se pratilo zagađenje životne sredine mikroplastikom, kao i najčešći izvori zagađenja neophodno je odrediti brojnost, količinu i vrstu pronađene mikroplastike. Analiza mikroplastike u vodi, zemljištu i sedimentu se vrši tako što se nakon uzimanja uzorka iz sredine vrši izolovanje čestica iz uzorka, a nakon toga njihova identifikacija. Iako još uvek ne postoji standardizovan metod za analizu i identifikaciju čestica mikroplastike, u literaturi se najčešće spominju FTIR, Raman, i Pyro GC-MS. Odabir tehnike zavisi od veličine čestice, raspodele veličina, kao i broja čestica koje treba da se analiziraju. Zbog toga što su nedestruktivne metode, za identifikaciju mikroplastike, najčešće se koriste FTIR i RAMAN spektroskopija. Međutim, ukoliko su u pitanju smeše, Pyro GC-MS može odrediti iz kojih se sve jedinjenja sastoji ta čestica.

Predmet ovog istraživanja je formiranje baze podataka sa FTIR spektrima nekih čistih polimera, kao i određivanje nivoa podudaranja sa spektrima iz baze podataka samog uređaja.

2. MATERIJAL I METODE

Kao material za identifikaciju korišćene su granule različitih proizvođača: Poliamid 6 (PA6), Poliamid 12 (PA12), Polimlečna kiselina (PLA), Polimlečna kiselina beli masterbač (PLAW), Polimetilmetakrilat (PMMA), Poliuretan (PU), Polietilen visoke gustine (HDPE), Polietilen niske gustine (LDPE) i Stiren butadien stiren (SBS).

Za određivanje spektara infracrvene spektroskopije sa furijeovom transformacijom korišćen je uređaj ATR-FTIR Shimadzu Infinity 1s, u opsegu 400 do 4000 cm^{-1} i rezolucijom 4 cm^{-1} , softver: Shimadzu Labsolutions, sa bazom podataka Shimadzu Standard Library.

Granule različitih poznatih polimera prečnika do 5 mm, analizirani su ATR-FTIR metodom, bez prethodne pripreme. Dobijeni spektri su upoređeni sa bazom spektara uređaja i utvrđeno je predloženo jedinjenje, kao i tačnost preklapanja. Svi dobijeni spektri su objavljeni u Mendeley bazi podataka sa otvorenim pristupom [19].

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Standardna biblioteka Shimadzu sadrži cca 12000 spektara različitih jedinjenja, uključujući prehrambene aditive, zagađivače, reagense, polimere, farmaceutske proizvode, agrihemikalije, neorganska jedinjenja i sl. Pretragom baze, utvrđeno je da se od analiziranih polimera, u bazi nalaze sva analizirana jedinjenja osim PLA i LDPE, što je potvrđeno i analizom.

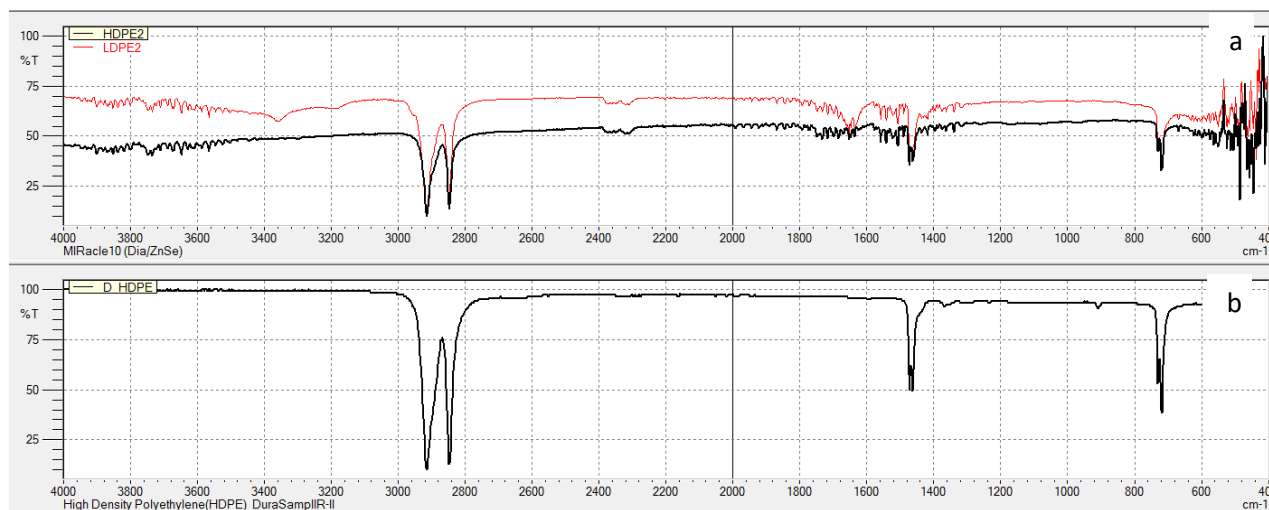
Poređenje analiziranih sa detektovanim polimerima, kao i tačnost njihovog preklapanja, prikazano je u tabeli 1. Što je je tačnost veća, veće su šanse da je rezultat validan. Pošto su analizirani polimeri bili poznatog sastava, mogla se i utvrdi validnost dobijenih rezultata.

Tabela 1. Preklapanje analiziranih spektara infracrvene spektroskopije sa furijeovom transformacijom sa spektrima iz komercijalne baze podataka prilikom identifikacije mikroplastike (Izvor: Originalni autorski rad)

Analiziran polimer	Detektovan polimer	Tačnost preklapanja	Baza spektara	Validnost rezultata
Poliamid 6	Poliamid 6	889	ATR Polymer 2	da
Poliamid 12	D Najlon 12	761	ATR Polymer 2	da
Polimlečna kiselina	T Celuloza acetat Butirat	697	T Polimer 2	ne
Polimlečna kiselina beli masterbač	T Celuloza propionat	695	T Polimer 3	ne
Polimetilmetakrilat	Polimetilmetakrilat	936	ATR Polymer 2	da
Poliuretan	Poliuretan	840	ATR Polymer 2	da
Polietilen visoke gustine	Polietilen visoke gustine	847	ATR Polymer 2	da
Polietilen niske gustine	Polietilen	843	ATR Polymer 2	delimično
Stiren butadien stiren	Stiren Butadien stiren	924	ATR Polymer 2	da

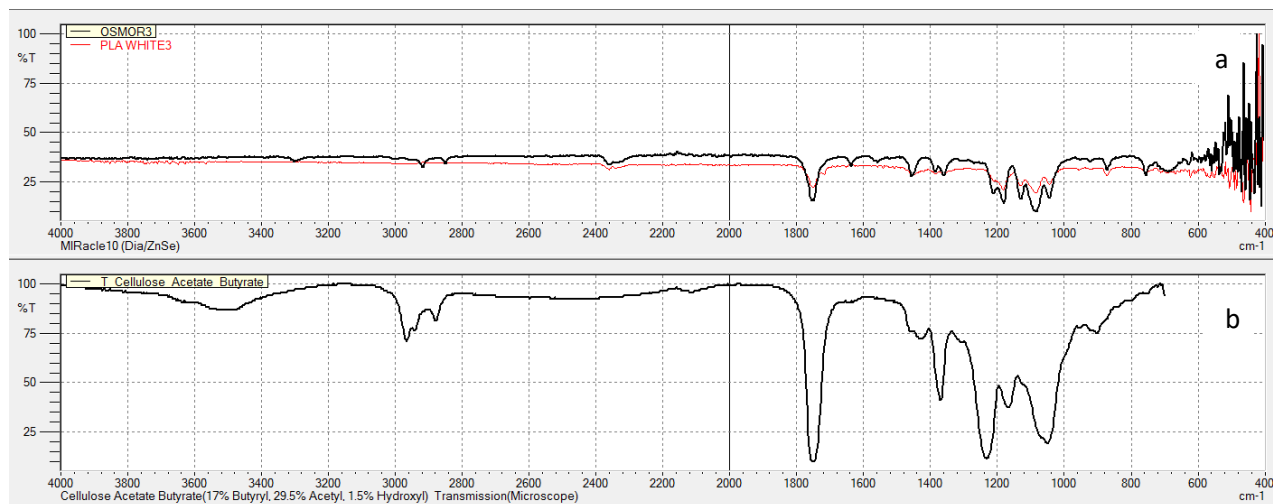
Analizirani spektri LDPE i HDPE prikazani su na slici 1a, dok je na slici 1b prikazan podudarni FTIR spektar iz baze (HDPE). Za sintetičke polimere PA6, PA 12, PMMA, PU, HDPE i SBS

rezultati su validni, dok je za LDPE rezultat delimično validan. Za polimer prirodnog porekla (PLA), rezultati nisu validni. Razlog za delimičnu validnost rezultata analize spektra LDPE je to što LDPE i HDPE sadrže iste funkcionalne grupe i veze (slika 1). Kako bi se utvrdilo da li je u pitanju polietilen visoke ili niske gustine, neophodno je uraditi dodatna ispitivanja (npr. određivanje gustine, separacija po gustini ili diferencijalna skenirajuća kalorimetrija [20]).



Slika 1. a) Analizirani FTIR spektri LDPE i HDPE b) Podudarni FTIR spektar iz baze (HDPE)
(Izvor: Originalni autorski rad – Softver: Shimadzu LabSolutions, 1b Spektar iz baze Shimadzu Standard Library)

Što se tiče PLA, razlog za pogrešno očitani rezultat je to što se PLA ne nalazi u korišćenim bazama. Na slici 2a prikazani su analizirani FTIR spektri PLA i PLAW, dok je na slici 2b prikazan podudarni FTIR spektar iz baze (Celuloza Acetat Butirat). Može se zaključiti da su estarske veze prisutne u polilaktidu prisutne i kod celuloze, koja je takođe prirodni polimer (Slika 2).



Slika 2. a) Analizirani FTIR spektri PLA i PLAW b) Podudarni FTIR spektar iz baze (Celuloza Acetat Butirat)
(Izvor: Originalni autorski rad – Softver: Shimadzu LabSolutions, 2b Spektar iz baze Shimadzu Standard Library)

S obzirom na to, da su u ovom radu analizirani uzorci polimernih granulata u izvornom stanju, u koje se prilikom dobijanja krajnjeg proizvoda dodaju aditivi, dok se u prirodi oni uglavnom nalaze u stanju na koje su uticale vremenske prilike, prilikom identifikacije mikroplastike treba uzeti u obzir i to da se njihova hemijska struktura menja u odnosu na izvorne polimere, čime će i spektri na taj način oštećenih materijala imati odstupanja u odnosu na njih. Sledeća istraživanja će se fokusirati na identifikaciju polimernih materijala poznatog sastava dostupnih na tržištu, kao i uticaja starenja na strukturu polimernih materijala.

4. ZAKLJUČAK

Mikroplastika je sve više zastupljena u svim delovima planete. Kako bi se analizirao uticaj mikroplastike kao i njihovo poreklo i rasrostranjenost, neophodan je razvoj metoda za njihovu analizu. Jedna od najčešće korišćenih metoda identifikacije mikroplastike je FTIR. U ovom radu su analizirane granule različitih poznatih polimernih materijala poređenjem sa komercijalnom bazom podataka. Zaključeno je da se sintetički polimeri (osim LDPE) mogu identifikovati korišćenjem komercijalne baze spektara. Za identifikovanje LDPE i HDPE, nije dovoljna samo FTIR analiza, već je potrebno uraditi i dodatne analize poput određivanja gustine, separacije po gustini, ili diferencijalne skenirajuće kalorimetrije. Ukoliko analizirani uzorak baza prepoznata kao celulozu (sa tačnošću oko 650), potrebno je koristiti neke druge baze, ili uporediti dobijeni spektar sa poznatim spektrom PLA, kako bi se identifikovala čestica PLA. Prilikom identifikovanja čestica mikroplastike izolovanih iz prirode, treba obratiti pažnju na to da se zbog dodatnih aditiva, kao i atmosferskog uticaja, hemijski sastav odnosno FTIR spektar može razlikovati u odnosu na izvorne polimere, zbog čega je neophodno dopunjavanje baza podataka spektrima polimernih materijala dostupnih na tržištu, kao i polimernih materijala nakon uticaja različitih vrsta zračenja.

Zahvalnica

Ovaj rad finansiran je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (451-03-9/2021-14/200032; 451-03-9/2021-14/200134; 451-03-9/2021-14/200026; 451-03-09/2021-14/200126).

LITERATURA

- [1] Frias J.P.G.L., Nash R.: Microplastics: Finding a consensus on the definition, *Mar. Pollut. Bull.*, (2019), vol. 138, pp. 145–147.
- [2] Teofilović V., Živković M., Stojić N., Pucarević M., Miletić S., Vrvic M.: The necessity for monitoring of microplastics in Serbia, in *Micro2020. Fate and Impact of Microplastics: Knowledge and Responsibilities*, (2020), pp. 95.
- [3] Tekman M. B., Wekerle C., Lorenz C., Primpke S., Hasemann C., Gerdt G., Bergmann M.: Tying up Loose Ends of Microplastic Pollution in the Arctic: Distribution from the Sea Surface through the Water Column to Deep-Sea Sediments at the HAUSGARTEN Observatory, *Environ. Sci. Technol.* (2020), vol. 54, no. 7, pp. 4079–4090.
- [4] Bergmann M., Mützel S., Primpke S., Tekman M. B., Trachsel J., Gerdt G.: White and wonderful? Microplastics prevail in snow from the Alps to the Arctic, *Sci. Adv.* (2019), vol. 5, no. 8, pp. 1157.
- [5] Andrady A. L.: Microplastics in the marine environment, *Marine Pollution Bulletin*, (2011) vol. 62, no. 8. Pergamon, pp. 1596–1605
- [6] Ragusa A., Svelato A., Santacroce C., Catalano P., Notarstefano V., Carnevali O., Papa F., Rongioletti M.C.A., Baiocco F., Draghi S., D'Amore E., Rinaldo D., Matta M., Giorgini E.: Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta, *Environ. Int.*, (2021), vol. 146, pp. 106274.
- [7] Teofilović V., Živković M., Stojić N., Pucarević M., Miletić S., Vrvic M.: Development of novel labelling system for microplastics, in *ETYKIETY I DEKLARACJE ŚRODOWISKOWE – ASPEKTY NORMATYWNE*, B. Ziółkowski, M. Jankowska-Miśkiewicz, M. Moravec, and D. Wyrwa, Eds. Rzeszów: Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza, (2021), pp. 9–19.
- [8] Toussaint B., Raffael B., Angers-Loustau A., Gilliland D., Kestens V., Petrillo M., Rio-Echevarria I.M., Van den Eede G.: Review of micro- and nanoplastic contamination in the food chain, (2019), vol. 36, no. 5, pp. 639–673.
- [9] Kosuth M., Mason S. A., Wattenberg E. V.: Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt, *PLoS One*, (2018), vol. 13, no. 4.
- [10] Mason S. A., Welch V. G., Neratko J.: Synthetic Polymer Contamination in Bottled Water, *Front. Chem.*, (2018), vol. 6, p. 407.
- [11] Huerta Lwanga E., Mendoza Vega J., Ku Quej V., Chi J.A., Sanchez del Cid L., Chi C., Escalona Segura G., Gertsen H., Salánki T., van der Ploeg M., Koelmans A.A., Geissen, V.: Field evidence for transfer of plastic debris along a terrestrial food chain, *Sci. Rep.*, (2017), vol. 7, no. 1, pp. 1–7.
- [12] Diaz-Basantes M. F., Conesa J.A., Fullana A.: Microplastics in honey, beer, milk and refreshments in Ecuador as emerging contaminants, *Sustain.*, (2020), vol. 12, pp. 12.

- [13] Gurjar U.R., Xavier M., Nayak B.B., Ramteke K., Deshmukhe G., Jaiswar A.K., Shukla S.P.: Microplastics in shrimps: a study from the trawling grounds of north eastern part of Arabian Sea, *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, (2021), vol. 28, no. 35, pp. 48494–48504.
- [14] Liu J., Zhu X., Teng J., Zhao J., Li C., Shan E., Zhang C., Wang Q.: Pollution Characteristics of Microplastics in Mollusks from the Coastal Area of Yantai, China,” *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* (2021), vol. 107, no. 4, pp. 693–699.
- [15] Possatto F. E., Barletta M., Costa M. F., Ivar do Sul J. A., Dantas D. V.: Plastic debris ingestion by marine catfish: An unexpected fisheries impact, *Mar. Pollut. Bull.*, (2011), vol. 62, no. 5, pp. 1098–1102.
- [16] Karami A., Golieskardi A., Choo C. K., Larat V., Karbalaee S., Salamatinia B.: Microplastic and mesoplastic contamination in canned sardines and sprats, *Sci. Total Environ.*, (2018), vol. 612, pp. 1380–1386.
- [17] Teofilović V., Živković M., Đajić S., Stojić N., Pucarević M., Miletić S., Vrvic M.: “Pravni okvir za egulisanje problema mikroplastike u Srbiji, in *Voda 2021*, (2021), pp. 9–16.
- [18] Teofilović V., Živković M., Stojić N., Pucarević M., Miletić S., Vrvic M.: “Bioremediation of soil polluted with oil,” *Acta Agric. Serbica*, vol. 26, no. 51, pp. 77–81, 2021.
- [19] Teofilović V.: ATR FTIR microbeads, (2021) vol. 1.
- [20] Sorolla-Rosario D., Llorca-Porcel J., Pérez-Martínez M., Lozano-Castelló D., Bueno-López A., Study of microplastics with semicrystalline and amorphous structure identification by TGA and DSC., *J. Environ. Chem. Eng.*, pp. 106886, Nov. 2021.

=====
CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

7.05(082)(0.034.2)
502/504(497.11)(082)(0.034.2)
331.45/.46(082)(0.034.2)
005.6(082)(0.034.2)
655(082)(0.034.2)

НАУЧНО-стручни скуп Политехника (6 ; 2021 ; Београд)

Zbornik radova [Elektronski izvor] / Šesti naučno-stručni skup Politehnika 6, Beograd, 10. decembar 2021. godine ; [urednici Ivana Matić Bujagić ... [et al.]]. - Beograd : Akademija tehničkih strukovnih studija "Beograd", 2021 (Beograd : Akademija tehničkih strukovnih studija "Beograd"). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Sistemske zahteve: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 200. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-7498-087-3

а) Дизајн -- Зборници б) Животна средина -- Заштита -- Зборници в) Заштита на раду -- Зборници г) Управљање квалитетом -- Зборници д) Графичка индустрија -- Зборници

COBISS.SR-ID 53380105

=====



AKADEMIJA TEHNIČKIH
STRUKOVNIH STUDIJA
BEOGRAD

atssb.edu.rs

ISBN-978-86-7498-087-3



9

788674

980873