

# Загађујуће материје у градским отпадним водама чије присуство изазива забринутост: МИКРОПЛАСТИКА

Др Александра Тубић

Универзитет у Новом Саду, Природно-математички  
факултет, Департман за хемију, биохемију и заштиту  
животне средине

## САДРЖАЈ

1. Порекло и врсте микропластике у градским отпадним водама
2. Понашање микропластике у третману градских отпадних вода
3. Методе узроковања и анализе микропластике у градским отпадним водама

# Микропластика



< 1  $\mu\text{m}$

*наноопластика*



1-1000  $\mu\text{m}$

*микропластика*



1-5 mm

*велика микропластика*

1

## Порекло микропластике у градским отпадним водама



Средства за  
личну  
хигијену



Козметичка  
средства



Средства за  
прање

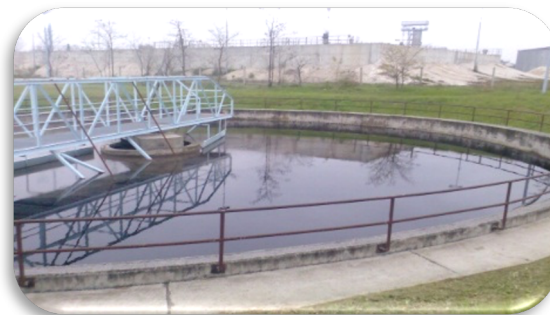


Пластични  
гранулати



**Примарна  
микропластика**

**Секундарна  
микропластика**



**Отпадна вода**



Текстилна  
vlakна



Атмосферска  
депозиција

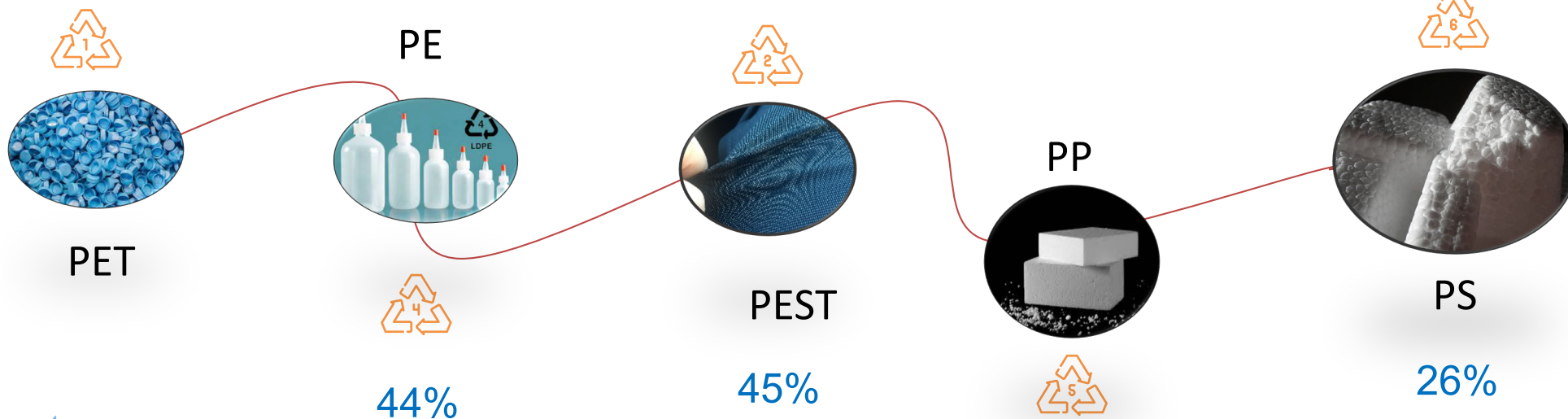


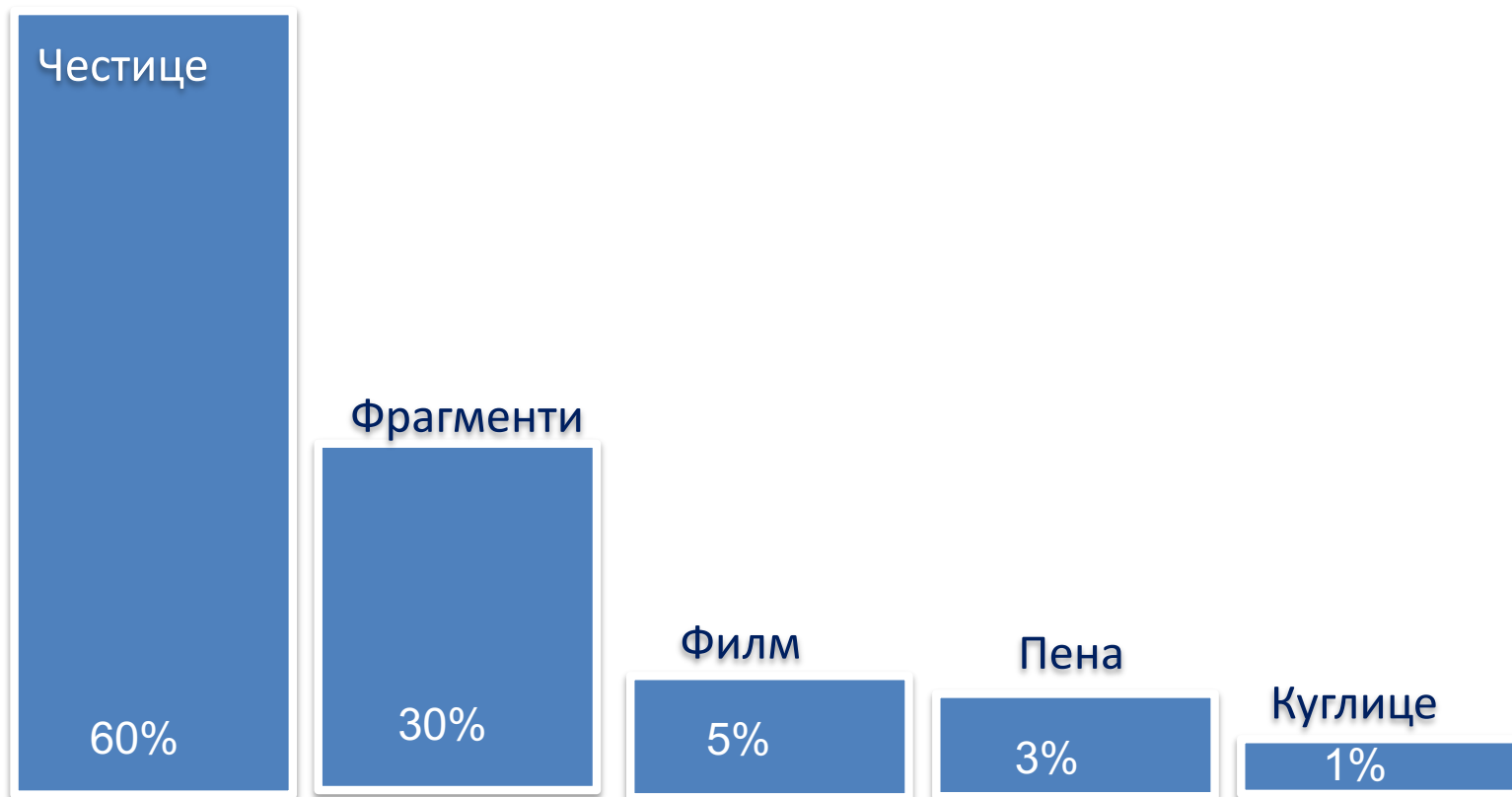
Спирање са  
улица



Отпад

## Врсте пластике најешће детектоване у отпадним водама



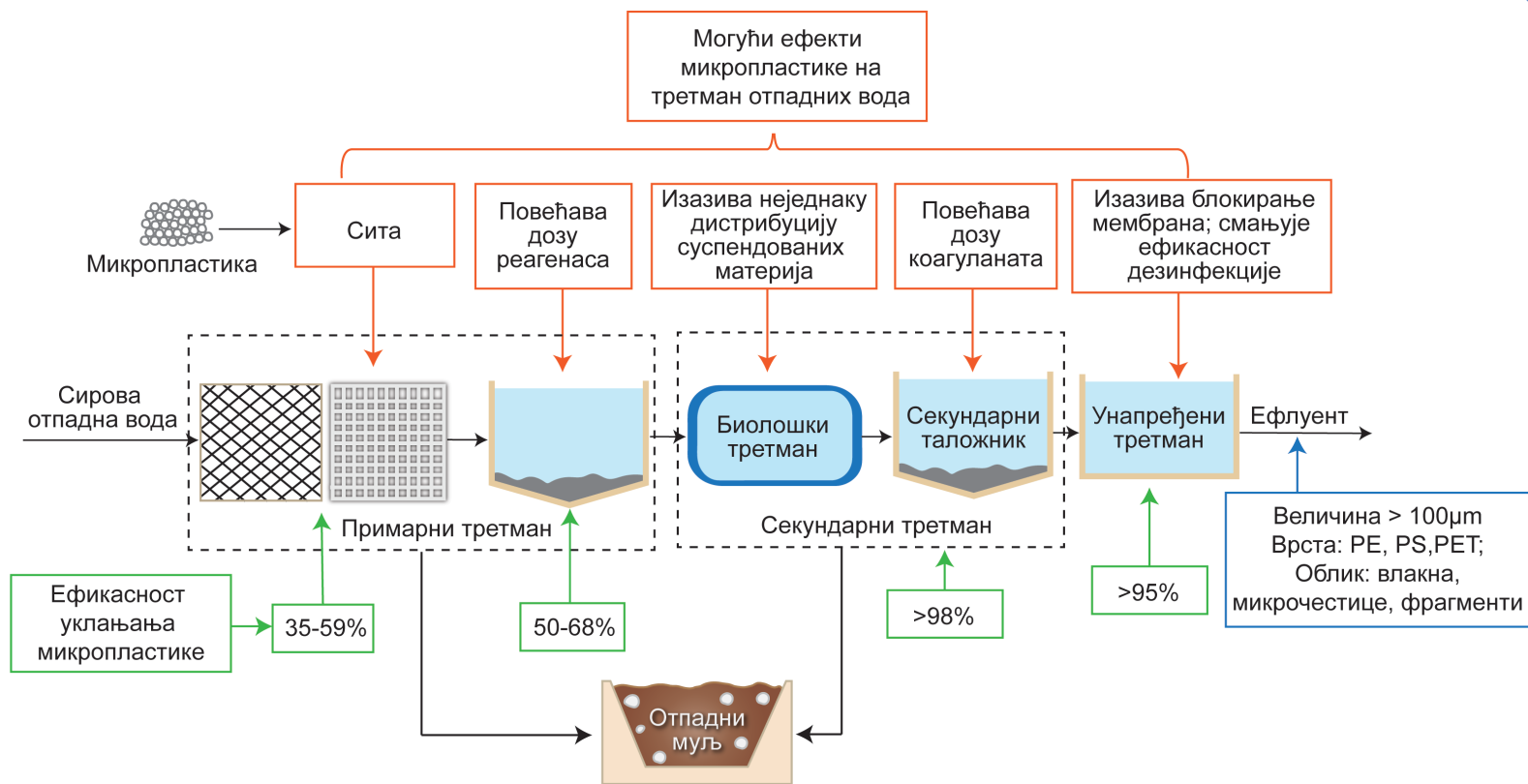


14-16. Септембар 2022. Нови Сад

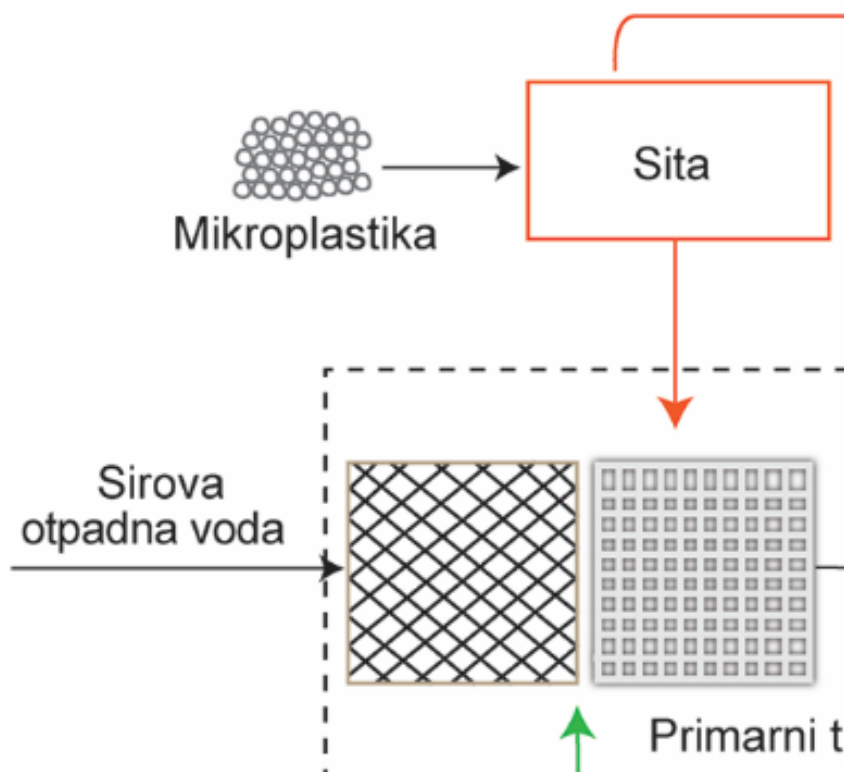
2

## Понашање микропластике у третманима градских отпадних вода

14-16. Септембар 2022. Нови Сад



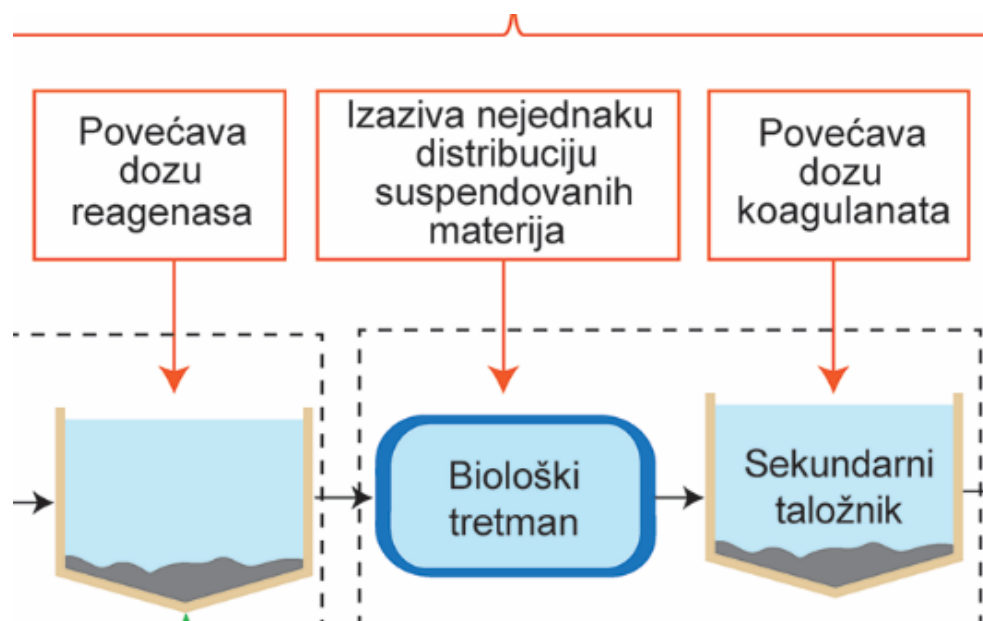
## Примарни третман



Ефикасан за уклањање:

- Суспендованих и таложивих врста микропластике
- Микропластичних честица већих од 300  $\mu\text{m}$ , које се лако могу задржати на решеткама

## Секундарни третман

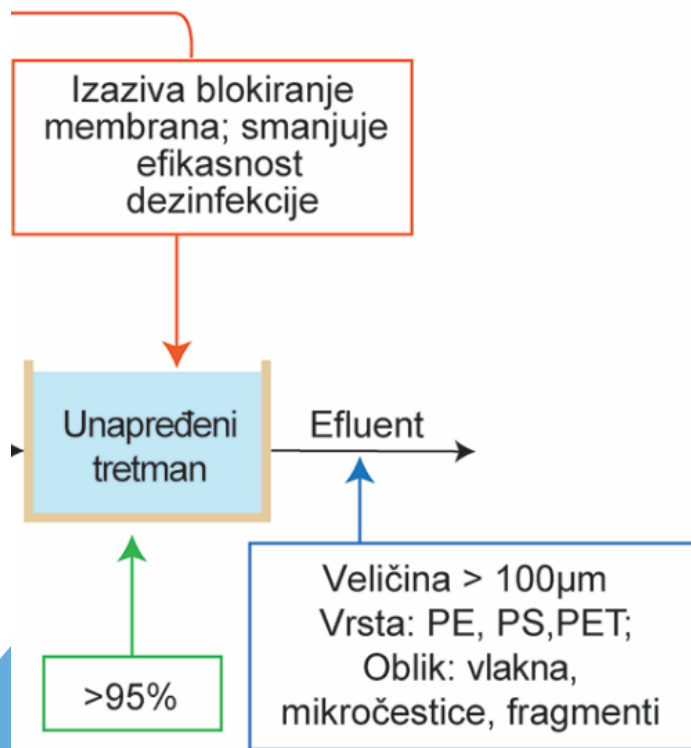


Применом секвенцијалних шаржних реактора постиже смањење концентрације микропластике за 98%.

Значајни фактори:

- хидрауличко време задржавања
- брзина таложења
- концентрација нутријената
- густина полимера

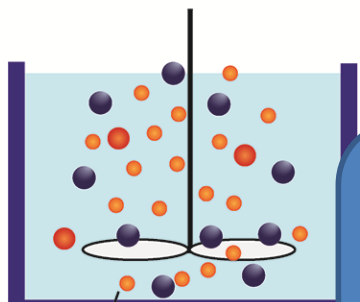
## Терцијарни третман



- Не представља обавезну фазу у третманима отпадних вода, с обзиром да су углавном примарни и секундарни третман довољни да се постигне захтевани квалитет ефлуената, тако да се може испустити у реципијент.
- Међутим, како се захтеви за квалитет ефлуената стално поштравају и у правилнике се додају различите нове загађујуће материје, међу којима је и микропластика, неопходност примене терцијарног третмана је све чешћа.

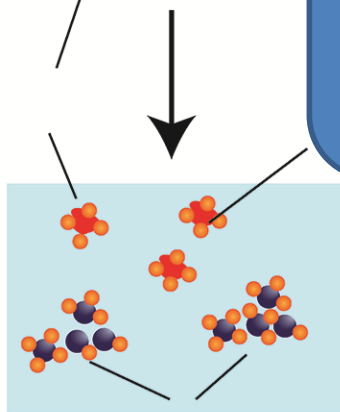


## Коагулација



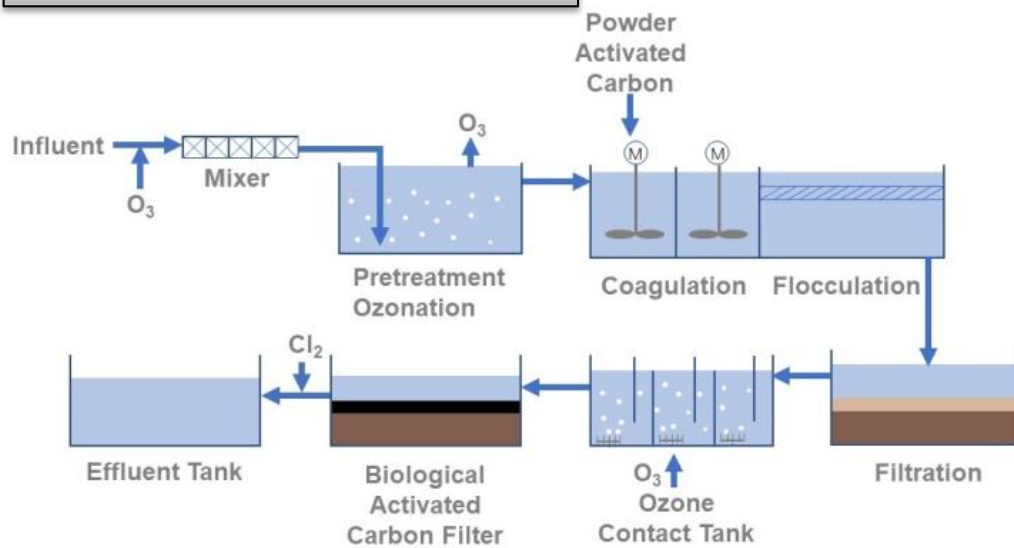
Ефикасност третмана : 60-90%

Коагуланти на бази гвожђа и  
алуминијума



Микропластика повећава  
потребу за коагулантима

Озонизација и  
филтрација на  
гранулованом активном  
угљу (ГАУ)



Пројектоване за уклањање  
разли\_итих зага\_ују\_их материја  
новије генерације.

Након озонизације - мали пораст  
концентрације микропластике

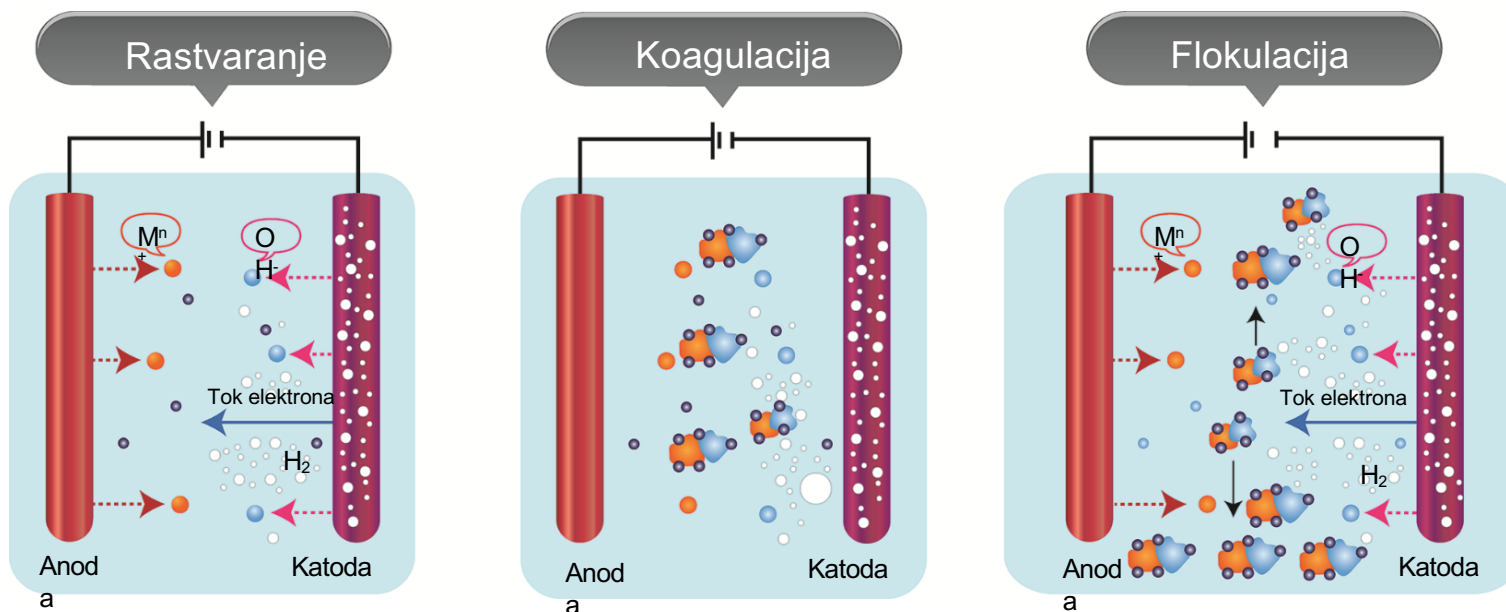
Грануловани активни угљ  
уклања 57-61% ових материја

Микропластика се разлаже у  
процесу озонизације на мање  
фрагменте

Може повољно утицати на  
ефикасност ГАУ филтрације, с  
обзиром да је овај процес  
предвиђен за мање честице.  
Најбоље се уклањају ПЕ, ПП и  
ПЕТ.

## Електрокоагулација

Резултати лабораторијских експеримената:  
ефикасност уклањања: 90 %  
врста пластике: Полиетилен(300-355  $\mu\text{m}$ )  
pH: 7,5

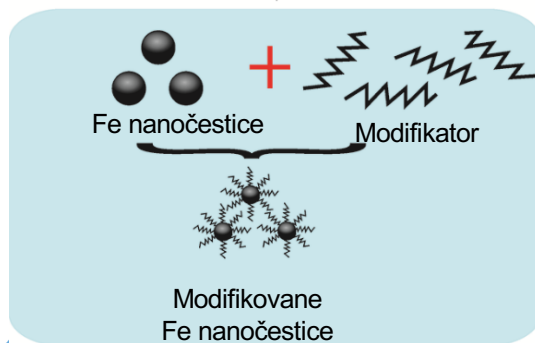


14-16. Септембар 2022. Нови Сад

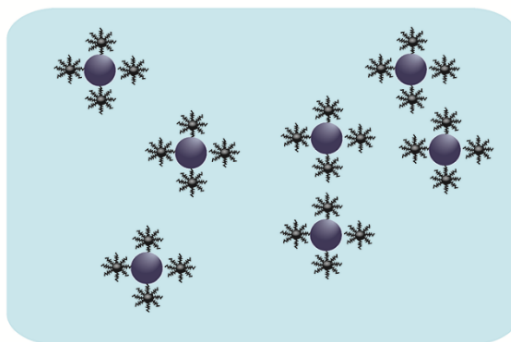
## Магнетне наночестице

Модификатор:  
хексадецилметоксисилан  
Величина МП: 0,2-1 mm  
Ефикасност: 84%

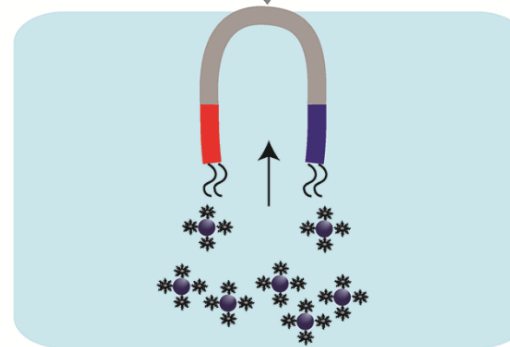
Припрема модификованих  
наноčестица на бази гвожђа



Магнетизација пластике



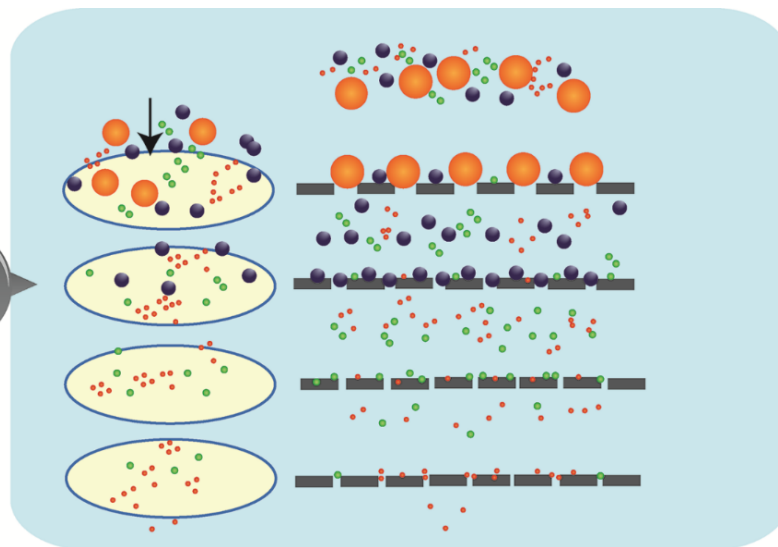
Поврат Fe nanočestica



Ефикаснији за мање  
честице

## Мембранска филтрација

Мембранска филтрација

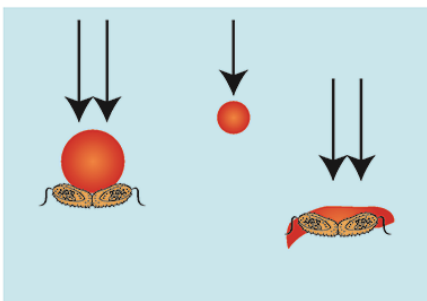
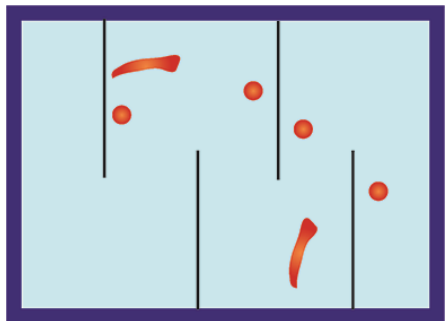


Представља ефикасну физичку баријеру за микропластику, погодну за уклањање ових материја у третману вода

Микропластика може довести до фоулинга мембрана, чиме се повећава оперативно време, као и трошкови енергије и одржавања.

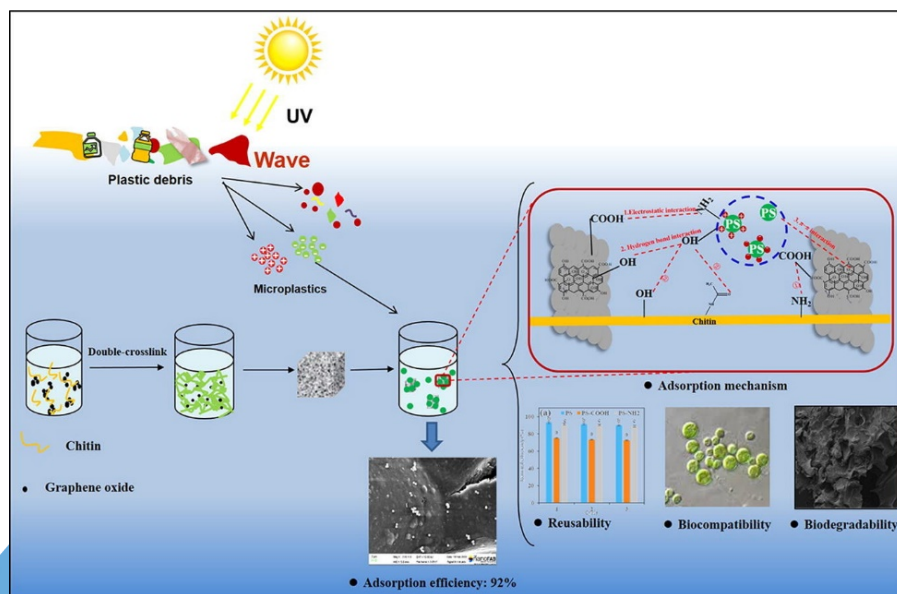


## Дезинфекција



Микропластика негативно утиче  
адсорбујући  
дезинфекционо средство или  
штитећи микроорганизме

## Сорпциони процеси



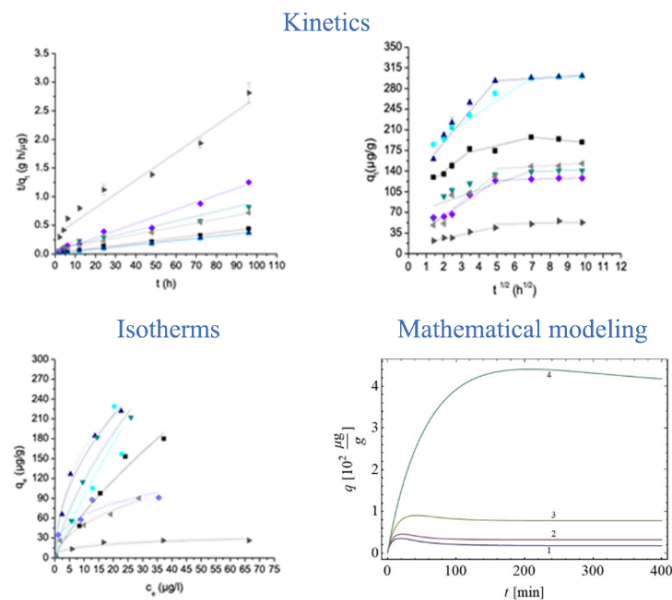
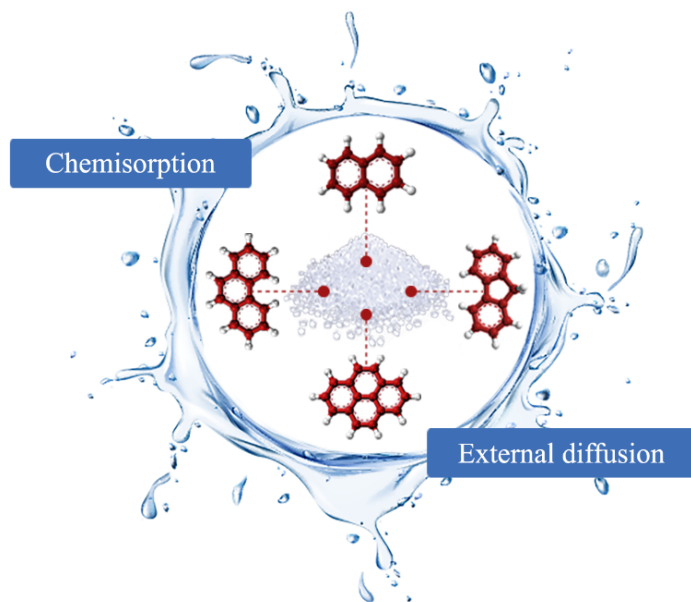
Sun, C., Wang, Z., Chen, L., & Li, F. (2020). *Fabrication of robust and compressive chitin and graphene oxide sponges for removal of microplastics with different functional groups*. *Chemical Engineering Journal*, 124796. doi:10.1016/j.cej.2020.124796

Цитин  
Графен-оксид  
Комбиновани силикагелови  
Аморфни силицијум-диоксид као  
носач

3

Утицај микропластике на ефикасност третмана  
градских отпадних вода у уклањању других  
загађујућих материја





## Добри адсорбенси за различите врсте органских и неорганских једињења

Lončarski, M., Gvoić, V., Prica, M., Cveticanin, L., Agbaba, J., & Tubić, A. (2021). Sorption behavior of polycyclic aromatic hydrocarbons on biodegradable polylactic acid and various nondegradable microplastics: Model fitting and mechanism analysis. *Science of The Total Environment*, 785, 147289.

## Нитрификација и денитрификација

Инхибиција микроорганизама

Ослобађање адитива токсичних за микроорганизме

Позитиван ефекат - честице могу представљати добру подлогу за раст бактерија

## Анаеробна дигестија муља

Инхибиција хидролизе протеина и полисахарида - смањење количине произведеног биогаса

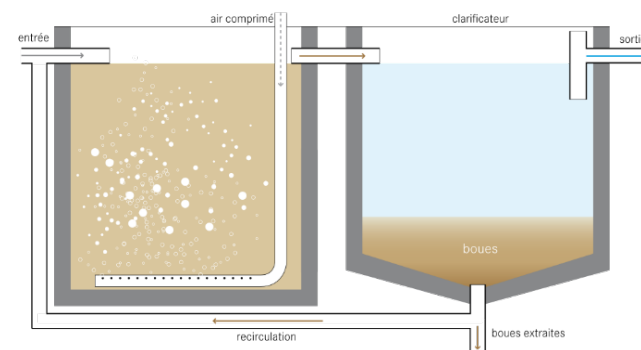
Негативан утицај на фазу метаногенезе

Инхибиција активности анаеробних бактерија

## Микробиолошка заједница

Утицај на ензиме и метаболите услед испуштања токсичних адитива

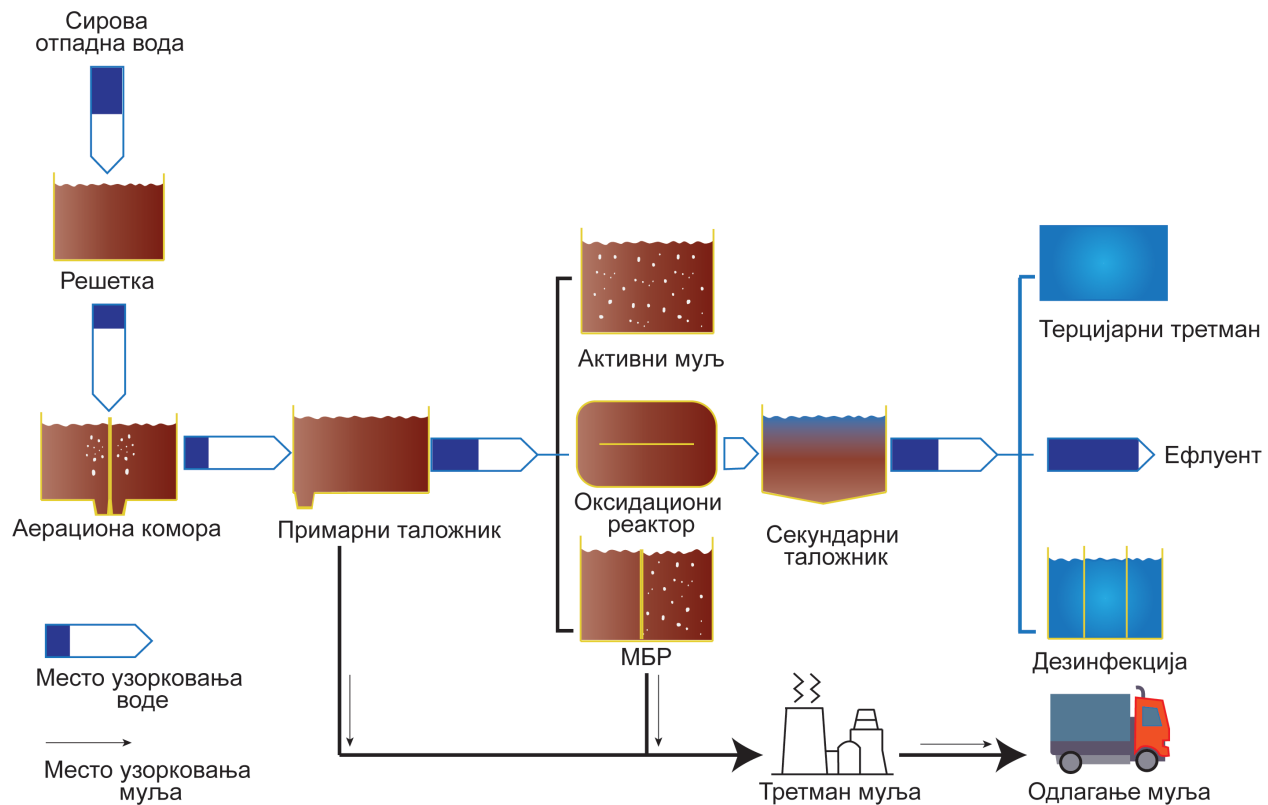
## АКТИВНИ МУЉ



4

## Методе узроковања и анализе микропластике у градским отпадним водама

## Места узорковања



14-16. Септембар 2022. Нови Сад

# Infographic Style

vs

Композитни узорци

Други филтрациони уређаји

Стаклене посуде

Запремина узорка  
воде од 5-100 l

Тренутни узорци

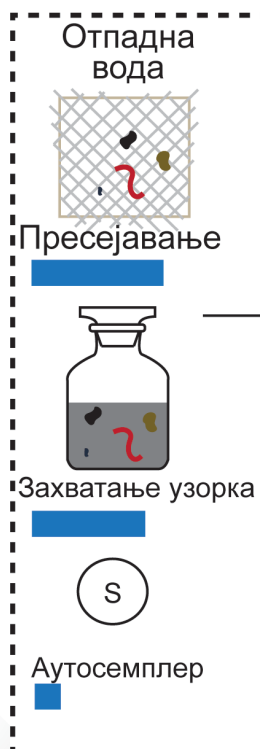
Решетке/мреже/сита

Посуде од нерђајућег  
челика

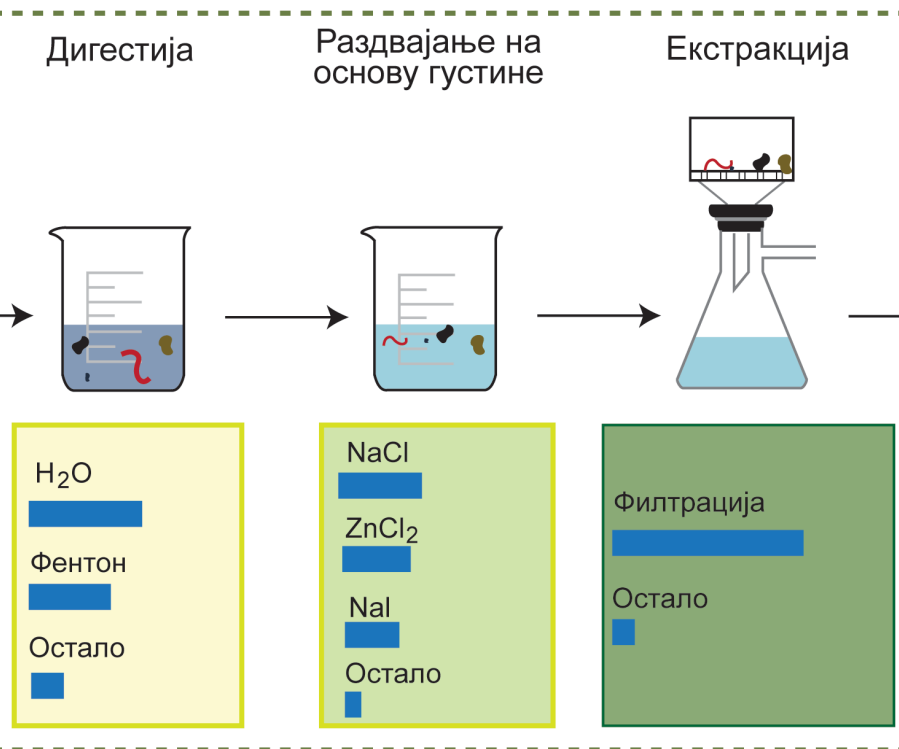
Запремина узорка  
муља од 0,2-2 l

# Методе узорковања микропластике

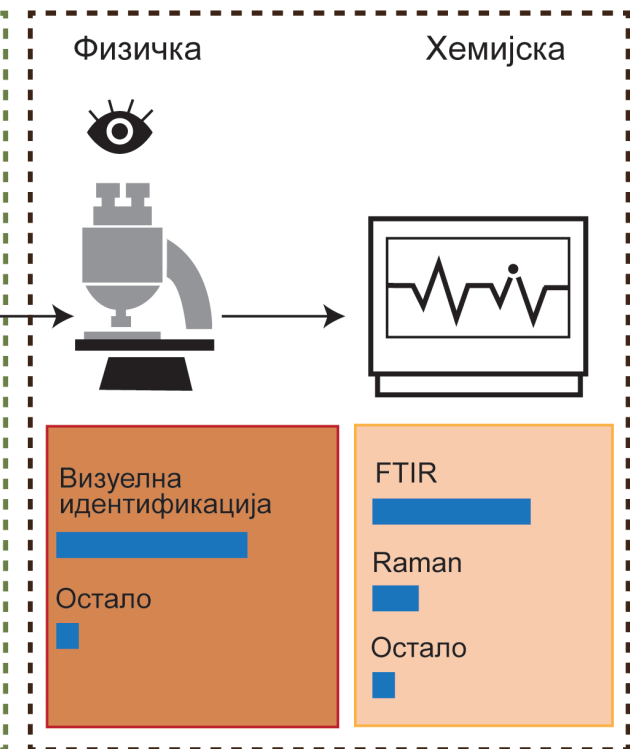
## Узорковање



## Предтретман



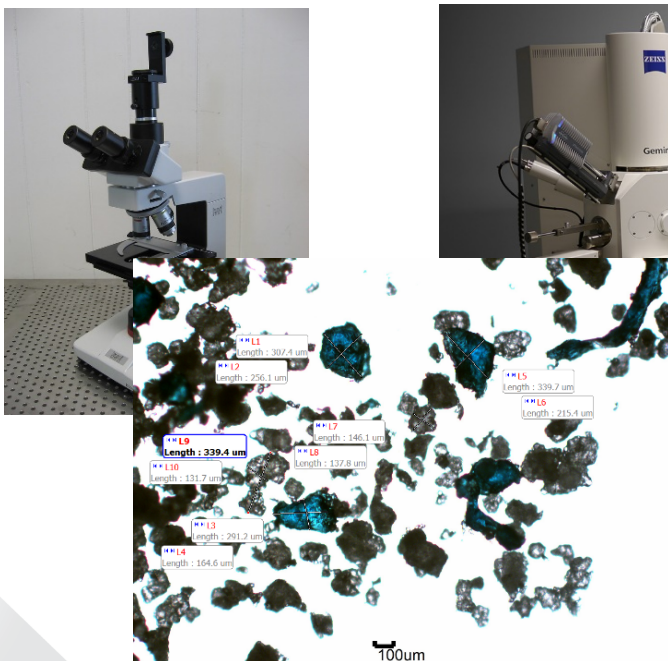
## Карактеризација



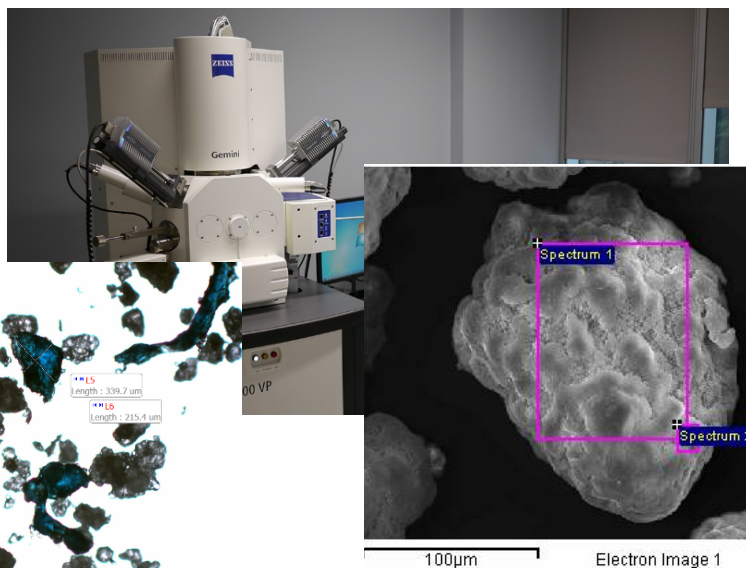
14-16. Септембар 2022. Нови Сад

# Методе анализе микропластике

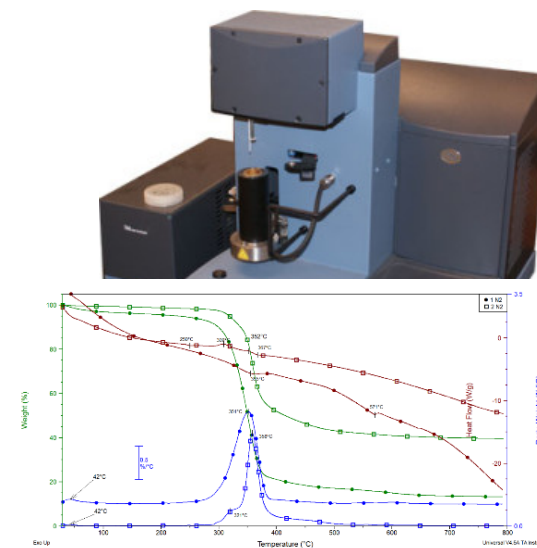
Оптичка  
микроскопија



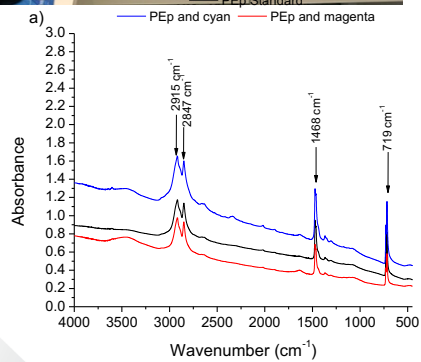
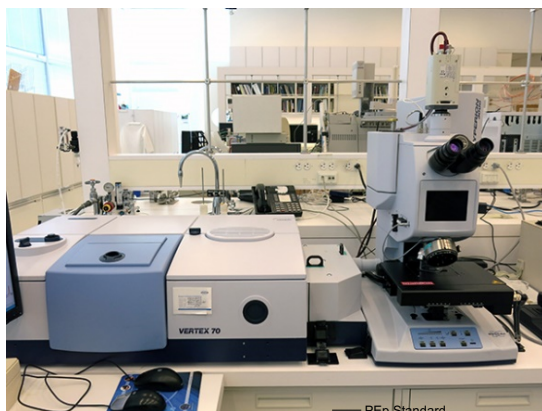
SEM-EDS



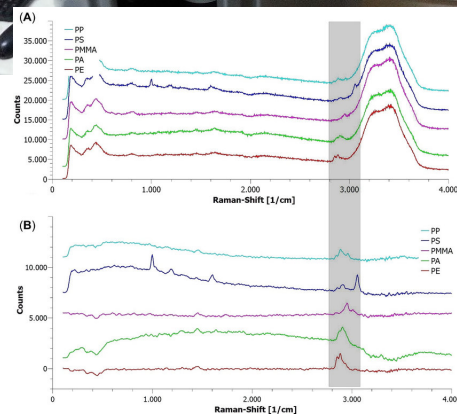
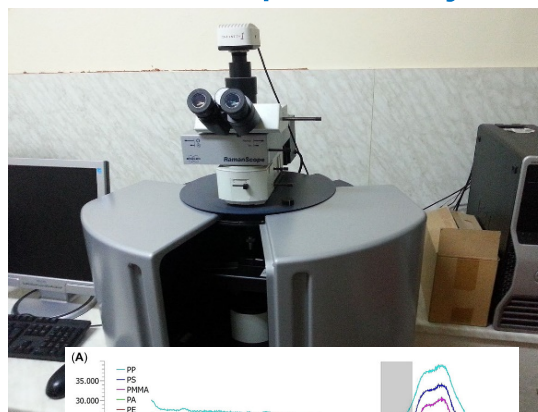
TGA



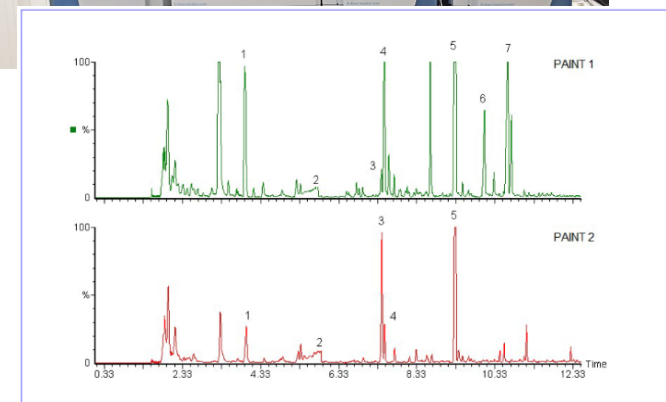
## FTIR



## Raman-ова спектроскопија



## Pyr-GC-MS





- ✓ Вишеструки негативан utицај на ефикасност процеса пречишћавања отпадних вода
- ✓ Технике узорковања и анализе које су до сада примењиване омогућавају увид у количине и врсте микропластике у отпадним водама и на постројењима за третман отпадних вода.
- ✓ Унапређивање и стандардизација протокола, како би се могли рутински примењивати у мониторинг програмима, уз смањење губитака и повећање поузданости резултата

# Употреба рециклиране микропластике и биоугља за вклањање специфичних полутаната из воденог медијума

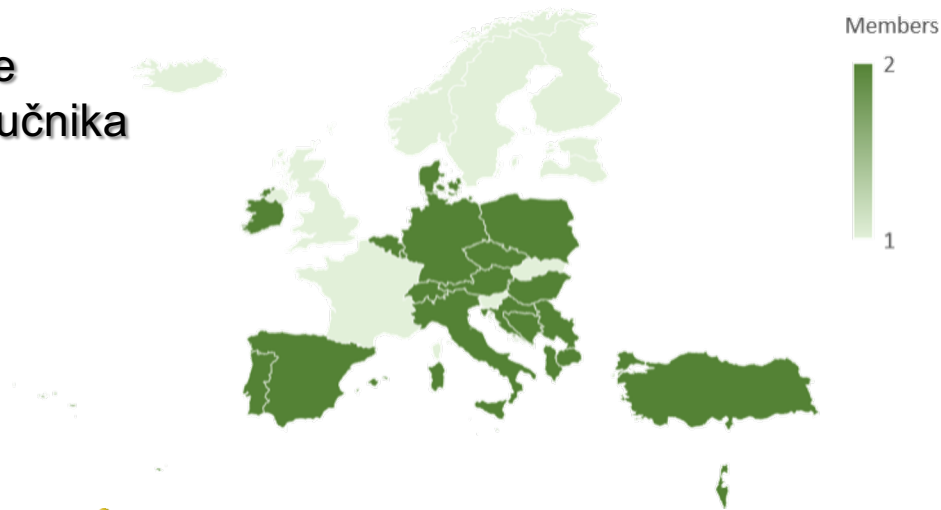




CA20101

# Plastics monitoring detection Remediation recovery

32 Zemlje  
> 300 naučnika



cost  
EUROPEAN COOPERATION  
IN SCIENCE & TECHNOLOGY



Funded by  
the European Union

# TwinSubDyn

*TwinSubDyn aims to boost research excellence of UNSPMF and establish a knowledge hub based in Serbia to address unresolved challenges on the impact of OSA on the fate of contaminants (pharmaceuticals, pesticides, microplastics), and nutrient dynamics in the soil subsurface and their implications for groundwater quality.*

**Key TeamTwinSubDyn members** | **FACULTY OF SCIENCES**



**Snežana Maletić**  
Project coordinator  
•Application of carbonaceous material  
•Biodegradability and bioavailability asses...  
•Remediation of contaminated soil



**Srđan Rončević**  
WP2 UNSPMF leader  
•Environmental environmental  
•Remediation of contaminated soil  
•Phytoremediation



**Marijana Kragulj Isakovski**  
WP1 UNSPMF leader  
•physical-chemical interactions  
•Fate of organic pollutants,  
•organic pollutants transport



**Jelena Beljin**  
WP3 UNSPMF leader  
•Bioavailability of rganic pollutants  
•Remediation of contaminated soil



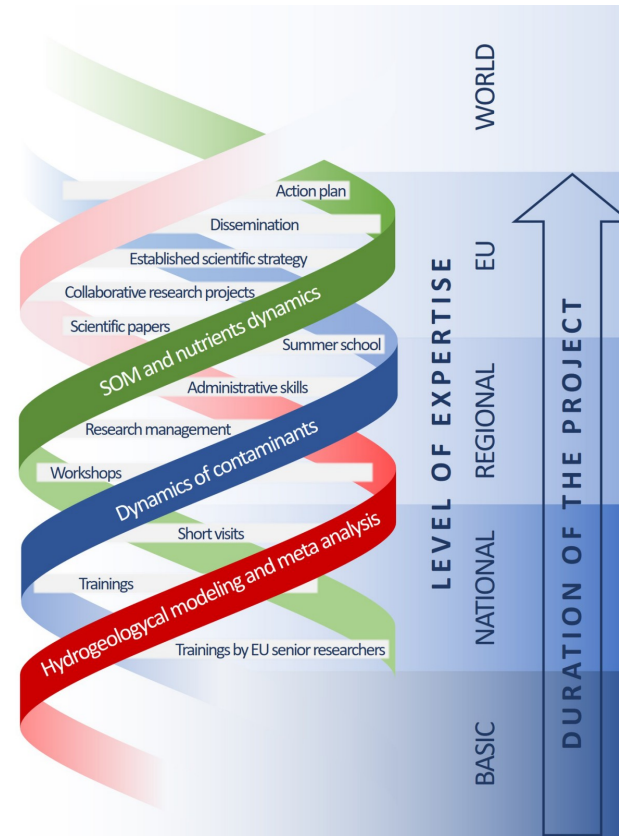
**Aleksandra Tubić**  
WP4 UNSPMF leader  
•Microplastic fate in the environment  
•Drinking water treatment



**Gordana vlahović**  
Task 1.4 UNSPMF leader  
•Head of IRO office



**Jasmina Agbaba**  
Task 2.1 and 2.2  
•Risk assessment of contaminated sites  
•Environmental protection technologies





aleksandra.tubic@dh.uns.ac.rs  
+381 21 485 2798

<https://www.dh.uns.ac.rs/>



<https://www.facebook.com/DHBZZS>  
<https://www.facebook.com/MicroPlastChar>



[https://www.instagram.com/pmf\\_dhbhzs/](https://www.instagram.com/pmf_dhbhzs/)  
<https://www.instagram.com/microplastchar/>  
<https://www.instagram.com/ca.priority/>  
<https://www.instagram.com/twinsubdyn/>



<https://www.linkedin.com/in/dhbzzs-pmf-ns-74811615b/>  
<https://www.linkedin.com/in/twinsubdyn-project-6224b4247/>