



UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽENJERSTVO
ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING

UDRUŽENJE VODOVODA I KANALIZACIJE SRBIJE
WATERWORKS AND SEWERAGE ASSOCIATION OF SERBIA

INSTITUT ZA HEMIJU, TEHNOLOGIJU I METALURGIJU
INSTITUTE OF CHEMISTRY, TECHNOLOGY AND METALLURGY

u saradnji sa
in cooperation with

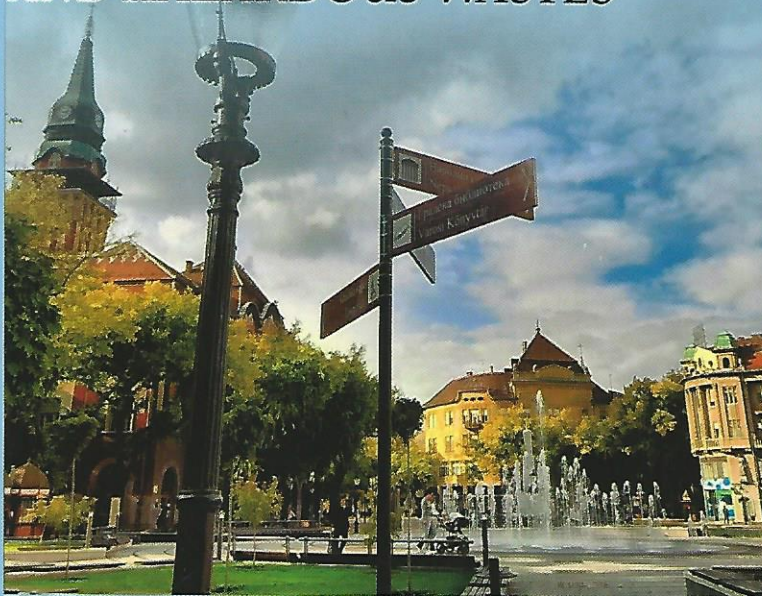
PRIVREDNOM KOMOROM SRBIJE
CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY OF SERBIA

i / *and*

GRADOM SUBOTICA
CITY OF SUBOTICA

KONFERENCIJA
**OTPADNE VODE,
KOMUNALNI ČVRSTI OTPAD
I OPASAN OTPAD**

*CONFERENCE
WASTE WATERS,
MUNICIPAL SOLID WASTES
AND HAZARDOUS WASTES*



14 – 16. jun 2022. godine, SUBOTICA – Hotel Patria

14th – 16th June 2022, SUBOTICA – Hotel Patria

UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽENJERSTVO
ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING

UDRUŽENJE VODOVODA I KANALIZACIJE SRBIJE
WATERWORKS AND SEWERAGE ASSOCIATION OF SERBIA

INSTITUT ZA HEMIJU, TEHNOLOGIJU I METALURGIJU
INSTITUTE OF CHEMISTRY, TECHNOLOGY AND METALLURGY

*u saradnji sa
in cooperation with*

PRIVREDNOM KOMOROM SRBIJE
CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY OF SERBIA

i/and

GRADOM SUBOTICA
CITY OF SUBOTICA

Konferencija

**OTPADNE VODE, KOMUNALNI ČVRSTI OTPAD
I OPASAN OTPAD**

Conference

**WASTE WATERS, MUNICIPAL SOLID WASTES
AND HAZARDOUS WASTES**

14 – 16. Jun 2022. godine, SUBOTICA – Hotel Patria
14th- 16th June 2022, SUBOTICA – Hotel Patria

Izdavač
UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE
I SANITARNO INŽENJERSTVO
Beograd, Terazije 23/II/203

Za izdavača
Predsednik U.O.Udruženja
Predrag Bogdanović, dipl.inž.građ.

ORGANIZACIONI ODBOR
ORGANIZING COMMITTEE
Anđa Marjanović, dipl.inž.tehnol., predsednik

IZVRŠNO - REDAKCIONI ODBOR
EXECUTIVE - EDITORIAL BOARD
Prof. dr *Milena Bečelić – Tomić, dipl.hem., predsednik*
Doc. dr *Vladana Rajaković – Ognjanović, dipl.inž.tehnol., zamenik predsednika*
Prof. dr *Đurđa Kerkez, dipl.hem.- inž. za kontrolu kvaliteta i menadžment životne sredine*
Prof. dr *Goran Vujić, dipl.inž.maš.*
Dr *Vladimir Pavičević, dipl.inž.tehnol.*
Gordana Perović, dipl.inž.tehnol.
Zoran Marinković, dipl.inž.građ.
Prof. dr *Gordana Stefanović, dipl.inž.tehnol.*
Doc. dr *Hristina Stevanović Čarapina, dipl.inž.tehnol.*
Dr *Milka Vidović, dipl.inž.tehnol.*
Dr *Nebojša Vejković, dipl.inž.građ.*

Tiraž
200 primeraka

ISBN– 978-86-81618-13-4

Kompjuterska priprema
Katarina Čović, Beograd

Štampa
Planeta print d.o.o.
Beograd

Godina izdavanja
2022.

CIP - Katalogizacija u publikaciji - Narodna biblioteka Srbije, Beograd

628.3/4(082)
502/504(082)

КОНФЕРЕНЦИЈА Отпадне воде, комунални чврсти отпад и опасан отпад (51 ; 2022 ; Subotica)

Konferencija Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad, 14 % 16. Jun 2022. godine, Subotica / [organizatori] Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo ... [et al.] = Conference Waste Waters, Municipal Solid Wastes and Hazardous Wastes, 14 th- 16th June 2022, Subotica / [organized by] Association for Water Technology and Sanitary Engineering ... [et al.]. - Beograd : Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, 2022 (Beograd : Planeta Print). - 214 str. : ilustr. ; 25 cm

“... Udruženje ... organizuje 51-tu konferenciju ‘Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad’”. --> Predgovor.

- Tiraž 200. - Bibliografija uz većinu radova. - Abstracts.

ISBN 978-86-81618-13-4

1. Удружење за технологију воде и санитарно инжењерство (Београд)

a) Отпадне воде - Зборници b) Отпадне материје - Зборници c) Опасне материје - Зборници

d) Животна средина - Заштита - Зборници

COBISS.SR-ID 67465225

ORGANIZATORI KONFERENCIJE

UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽENJERSTVO
ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING

UDRUŽENJE VODOVODA I KANALIZACIJE SRBIJE
WATERWORKS AND SEWERAGE ASSOCIATION OF SERBIA

INSTITUT ZA HEMIJU, TEHNOLOGIJU I METALURGIJU
INSTITUTE OF CHEMISTRY, TECHNOLOGY AND METALLURGY

u saradnji sa
in cooperation with

PRIVREDNOM KOMOROM SRBIJE
CHAMBER OF COMMERCE AND INDUSTRY OF SERBIA

i/and

GRADOM SUBOTICA
CITY OF SUBOTICA

**POD POKROVITELJSTVOM:
UNDER THE PATRONAGE OF:**

MINISTARSTVA ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE
REPUBLIKE SRBIJE
*MINISTRY OF ENVIRONMENTAL PROTECTION
REPUBLIC OF SERBIA*

MINISTARSTVA POLJOPRIVREDE, ŠUMARSTVA I VODOPRIVREDE
REPUBLIKE SRBIJE
*MINISTRY OF AGRICULTURE, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT
REPUBLIC OF SERBIA*

MINISTARSTV PROSVETE, NAUKE I TEHNOLOŠKOG RAZVOJA
REPUBLIKE SRBIJE
*MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT
REPUBLIC OF SERBIA*

- PRIMENA KONCEPTA „NULA OTPADA“- PROMOCIJA PAMETNIH REŠENJA KOD URBANOG ODVODNJAVANJA

Dr Vladana N. Rajaković-Ognjanović¹, Dr Branislava Lekić¹,
Dr Zorana Naunović¹, Ognjen Govedarica¹, Dr Dimitrije Zakić¹,
Dr Aleksandar Radević¹, Dr Aleksandar Savić¹, Dr Marina Aškrabić¹,
Dr Vera Obradović², Dr Tatjana Vulić³, Dr Milica Hadnađev-Kostić³,
Đurđica Karanović³, Dr Marija Cvetković⁴, Dr Snežana Svetozarević⁵

¹*Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11 000 Beograd*

²*Inovacioni centar Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerzitet u Beogradu, Karnegijeva
4, 11 000 Beograd*

³*Tehnološki fakultet Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Bulevar Cara Lazara 1, 21 000
Novi Sad*

⁴*Arhitektonski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, Beograd*

⁵*Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Čika Ljubina 18-20, 11 000 Beograd
vladana@grf.bg.ac.rs*

Rezime

Koncept korišćenja otpadnih materijala uz nastanak novih, korisnih materijala predstavlja primenu koncepta nultog otpada. Ideja je da se materijali koriste za bolje upravljanje poplavama u gradovima. U pitanju je interdisciplinarni pristup rešavanju odvođenja vode i poboljšanju upravljanja poplavama u gradovima u Srbiji i na globalnom nivou. Glavni naučni i inženjerski cilj je razvoj multifunkcionalnog prototipa poroznog materija za zaštitu od gradskih poplava i istovremeno uklanjanje zagađujućih materija iz atmosferskih voda.

Ključne reči: prečišćavanje vode, otpadni materijali, koncept „nula-otpada“.

- “ZERO WASTE” CONCEPT - PROMOTION OF SMART SOLUTIONS IN URBAN DRAINAGE

Abstract

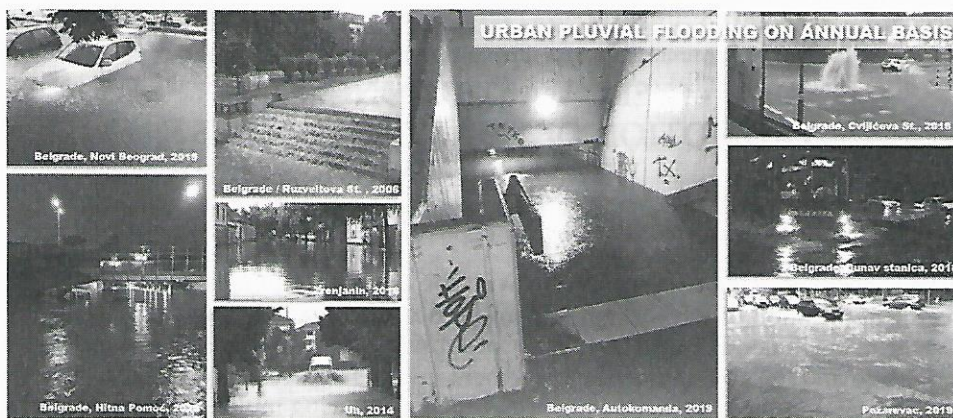
The concept of using waste materials with the emergence of new, useful materials is the application of the concept of zero waste. The idea is to use the materials to better manage floods in cities. It is an interdisciplinary approach to solving water drainage and improving flood management in cities in Serbia and globally. Within this research project, the following is expected: producing multifunctional material with construction characteristics that correspond to the application of the concept of zero waste and efficient flood reduction.

Keywords: water purification, waste materials, the zero-waste concept.

UVOD

Koncept korišćenja otpadnih materijala uz nastanak novih, korisnih materijala predstavlja primenu koncepta nultog otpada. Ključna ideja je da se otpadni materijali koriste za bolje upravljanje poplavama u gradovima. U pitanju je interdisciplinarni pristup rešavanju odvođenja vode i poboljšanju upravljanja poplavama u gradovima u Srbiji i na globalnom nivou. Glavni naučni i inženjerski cilj je razvoj multifunkcionalnog prototipa poroznog materijala za zaštitu od gradskih poplava i istovremeno uklanjanje zagađujućih materijala iz atmosferskih voda. U okviru istraživačkog projekta „Koncept „nula otpada“ za smanjenje rizika od pluvijalnih poplava u urbanim sredinama“ očekuje se: razvoj metoda i tehnika kojima se aktiviraju otpadni materijali, kao novi resursi; nalaženje primene, modifikovanim otpadnim materijalima; ispitivanje efikasnosti rada i ponašanja poroznog materijala; procena pozitivnih uticaja i merljivih ekoloških, društvenih i ekonomskih parametara za Srbiju kada se proizvode multifunkcionalni materijal konstrukcionih karakteristika koje odgovaraju primeni koncepta nultog otpada i efikasnog smanjenja poplave [1-7].

Zbog klimatskih promena i ubrzane urbanizacije pluvijalne poplave u urbanim područjima se javljaju skoro svake godine. Urbani razvoj je najčešće praćen povećanjem nepropusnih površina, smanjenjem infiltracije kišnih voda u tlo i posledičnim povećanjem površinskog otcicaja. Konvencionalna praksa kanalsanja atmosferskih otpadnih voda u Srbiji se svodi primarno na sakupljanje, odvođenje i delimično retenziranje atmosferskih otpadnih voda. U sadejstvu sa klimatskim promenama i pojavom jakih kiša dovodi do pluvijalnih poplava u mnogim gradovima u Srbiji skoro svake godine. Na slici 1 su prikazane poplave u Beogradu, Zrenjaninu, Požarevcu, Ubu.



Slika 1 Urbane poplave koje se javljaju u celoj Srbiji, na godišnjem nivou
 Figure 1 Urban floods that occur throughout Serbia, on annual basis

Za potrebe istraživanja treba objasniti i definisati pojam *otpornosti gradova na pluvijalne poplave*. Ovaj savremeni pojam definiše se kao kapacitet grada da rizik od pluvijalnih poplava zadrži na prihvatljivom nivou i to na način koji će sprečiti povrede ljudi i smrtne ishode, svodeći na minimum štetu i prekide u funkcionisanju grada tokom poplava, u kratkom vremenu se vratiti u stanje pre poplave, dok u isto vreme rukovodi kvalitetom voda i ekosistema, i osigurava socijalnu jednakost, ekonomsku, ekološku i kulturnu vitalnost.

Urbani razvoj podrazumeva povećanje vodonepropusnih površina, a samim tim i smanjenje infiltracije padavina i povećanje površinskog oticaja. Konvencionalno, do danas, naselja u Srbiji sakupljaju atmosferske vode i postoje retencije atmosferskih voda. U kombinaciji sa efektima klimatskih promena i sve većom pojavom jakih kišnih padavina, ovakva rešenja rezultiraju pluvijalnim poplavama u mnogim gradovima u Srbiji gotovo svake godine. Ograničenja postojećih kanizacionih sistema uslovlila su potrebu i interesovanje za „zelenom infrastrukturom“ koja može ublažiti efekte urbanih poplava. Popločavanjem urbanih površina galanterijom od polupropusnih materijala (PePav) postiže se smanjenje površinskog oticaja i efekat urbane hidrologije svodi se na nivo pre urbanizacije. Pametna rešenja održivih sistema urbanog odvodnjavanja smanjuju količinu kišnog oticaja i istovremeno poboljšavaju kvalitet atmosferskih voda.

Otpad i reciklirani materijali mogu se koristiti za proizvodnju galanterije za popločavanje. Ovaj projekat fokus stavlja na:

a) valorizaciju otpadnih i recikliranih materijala (čelična/bakarna šljaka, reciklirani beton, opasni industrijski otpad, otpadni mulj sa postrojenja za prečišćavanje voda i otpadnih voda, staklo katodnih cevi, leteći pepeo iz termoelektrana) koji bi mogli biti pogodni za proizvodnju PePav, primenom savremene nauke o strukturi materijala, a na bazi principa cirkularne ekonomije i zaštite životne sredine;

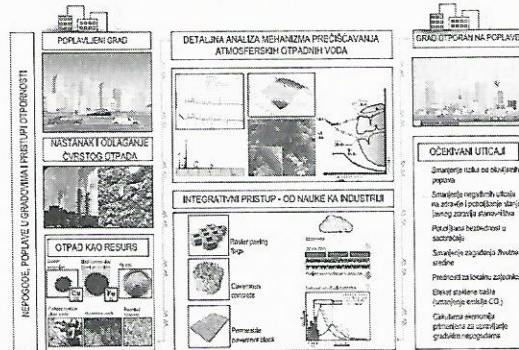
b) razvoj prototipa PePav, prilagođen za poboljšanje hidroloških performansi kao i efekte prečišćavanja površinskog oticaja,

c) identifikovanje spornih pitanja koji stvaraju jaz između nauke, industrijske proizvodnje i prakse popločavanja urbanih površina galanterijom od otpadnih materijala kao i formulisanje strategija za prevazilaženje ovih sporova;

d) analizu tržišta za punu implementaciju PePav u građevinskoj industriji u Srbiji i kreiranje plana/strategije

e) bazu podataka za donosiocel odluka za jačanje smernica i regulative u vezi sa primenom zelene infrastrukture za smanjenje rizika od urbanih pluvijalnih poplava, sa svim relevantnim pitanjima i problemima (naučnim, tehničkim, ekološkim, tržišnim, obrazovnim, psihološkim).

Očekivani uticaji: smanjenje rizika od pluvijalnih poplava u urbanim sredinama, smanjenje opasnosti po zdravlje stanovništva, dobrobit za javno zdravlje, poboljšana bezbednost saobraćaja, smanjeno zagađenje životne sredine, korist za lokalnu ekonomiju.



Slika 2 Grafički prikaz projekta -postavka, rešenja, uticaji
 Figure 2 Graphical presentation of the project – setting the problem, solutions, impacts

Koncept korišćenja otpadnih materijala uz nastanak novih, korisnih materijala predstavlja primenu koncepta nultog otpada. U ovom istraživanju primena materijala koji su nastali modifikacijom otpadnih materijala je novostečena vrednost, odnosno karakteristika materijala. Ideja je da se materijali koriste za bolje upravljanje poplavama u gradovima. U pitanju je interdisciplinarni projekat koji će se baviti naprednim rešenjima za odvođenje vode i poboljšano upravljanje poplavama u gradovima u Srbiji i na globalnom nivou. Glavni naučni i inženjerski cilj je razvoj multifunkcionalnog prototipa poroznog materija za zaštitu od gradskih poplava i istovremeno uklanjanje zagađujućih materija iz atmosferskih voda.

ZAKLJUČAK

U okviru ovog projekta očekuje se: razvoj metoda i tehnika kojima se aktiviraju otpadni materijali, kao novi resursi; nalaženje primene, modifikovanim otpadnim materijalima; ispitivanje efikasnosti rada i ponašanja poroznog materijala; procena pozitivnih uticaja i merljivih ekoloških, društvenih i ekonomskih parametara za Srbiju kada se proizvode multifunkcionalni materijal konstrukcionih karakteristika koje odgovaraju primeni koncepta nultog otpada i efikasnog smanjenja poplave.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Fondu za nauku Republike Srbije-program IDEJE. Ovaj rad deo je projekta Zero-waste concept for flood resilient cities (0-Waste-Water), ID: 773 7365.

LITERATURA

1. O'Donnell, E., et al., *The blue-green path to urban flood resilience*, Blue-Green Systems 2 (1) (2020) 28–45
2. Pearlmutter, D., et al., *Enhancing the circular economy with nature-based solutions in the built urban environment: green building materials, systems and sites*, Blue-Green Systems, 2 (1) (2020) 46–72
3. Wijesiri, B., et al., *Impact of global warming on urban stormwater quality: From the perspective of an alternative water resource*, Journal of Cleaner Production (2020) 262:121330.
4. Zifeng, Z., et al., *Recent applications of waste solid materials in pavement engineering*, Waste Management 108 (2020) 78-105
5. Kong, Z. et al., *Comprehensive evaluation of stormwater pollutants characteristics, purification process and environmental impact after low impact development practices*, Journal of Cleaner Production (2021) 278:123509.
6. Zhan, Y. et al., *Toxicity variability of urban road stormwater during storage processes in Shenzhen, China: Identification of primary toxicity contributors and implications for reuse safety*, Science of the Total Environment (2020) 745:140964.
7. Djukic, A., et al., *Further insight into the mechanism of heavy metals partitioning in stormwater runoff*. Journal of Environmental Management (2016) 168:104-110.