

Srpsko geološko društvo

**Zbornik apstrakata
XVIII Kongres geologa Srbije**



**18 КОНГРЕС
ГЕОЛОГА СРБИЈЕ**

**Book of abstracts
of the XVIII Serbian Geological Congress**

**GEOLOGIJA REŠAVA PROBLEME
GEOLOGY SOLVES THE PROBLEMS**

Divčibare, 01-04. jun 2022.

XVIII Kongres geologa Srbije: Zbornik apstrakata

(Nacionalni kongres sa međunarodnim učešćem)

XVIII Serbian Geological Congress: Book of abstracts

(National Congress with International Participation)

Divčibare, 01-04.06.2022.

Organizator / Organised by

Srpsko geološko društvo / Serbian Geological Society

Suorganizator / Co-organised by

Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet /
University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology

Za izdavača / For the Publisher

Vladimir Simić

Predsednik Srpskog geološkog društva / President of the Serbian Geological Society

Glavni urednik / Editor-in-chief

Bojan Kostić

Uređivački odbor / Editorial Board

Danica Srećković-Batočanin, Nevenka Đerić, Dragoljub Bajić

Tehnička priprema / Technical Preparation

Bojan Kostić, Zoran Miladinović, Ana Zeković, Marija Petrović

Izdavač / Publisher

Srpsko geološko društvo / Serbian Geological Society

Kamenička 6, P.Box 227, 11001, Belgrade, Serbia

<http://www.sgd.rs>; e-mail: office@sgd.rs

ISBN-978-86-86053-23-7

Napomena: *Autori su odgovorni za sadržaj i kvalitet svojih saopštenja*

Note: *The authors are responsible for the content and quality of their contributions*

Organizacioni odbor / Organizing Committee

Vladimir Simić (predsednik), Danica Srećković-Batočanin (potpredsednik), Dragoljub Bajić (sekretar), Zoran Miladinović (sekretar), Nevenka Đerić, Nenad Marić, Predrag Cvijić, Danijela Božić, Sonja Đokanović, Bojan Kostić, Nikoleta Aleksić, Stefan Petrović, Nemanja Krstekanić, Maja Maleš, Marija Vuletić, Natalija Batočanin

Naučni odbor / Scientific Committee

Vladimir Simić, Danica Srećković Batočanin, Nevenka Đerić, Dragana Životić, Rade Jelenković, Aleksandar Kostić, Uroš Đurić, Miloš Marjanović, Alena Zdravković, Suzana Erić, Meri Ganić, Uroš Stojadinović, Katarina Bogičević, Dejan Prelević, Jana Štrbački, Vesna Ristić-Vakanjac, Dušan Polomčić, Vesna Cvetkov, Nevena Andrić-Tomašević, Spomenko Mihajlović, Aleksandra Maran-Stevanović, Darko Spahić, Slobodan Radusinović, Lidija Galović, Kristina Šarić, Vesna Matović

Volonteri studenti / Students volunteers

Marija Petrović, Filip Arnaut

Sponzori / Sponsors

Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja
Univerzitet u Beogradu – Rudarsko-geološki fakultet
"Jelen Do" Lime & Aggregates - Carmeuse Group
Rudarski institut d.o.o. Beograd
IBIS-INŽENJERING d.o.o. Banja Luka
Geoing Group
GeoProspect d.o.o.
VODAVODA
Knjaz Miloš
Kompanija Simex

INOVATIVNE TEHNOLOGIJE ZA PROSTORNU KARAKTERIZACIJU NAFTNOG ZAGAĐENJA - FLUORESCENCIJA INDUKOVANA LASERSKIM ZRACENJEM (LIF)

Aleksandar Prvanović¹, Nenad Marić², Zoran Nikić³

¹Verdantas, 6397 Emerald Parkway, Dublin, 43016 Ohio, United States,

²Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija

E-mail: nenad.maric@sfb.bg.ac.rs

Ključne reči: podzemne vode; naftni ugljovodonici; prostorno okonturenje zagađenja

Lokacije zagađene naftim ugljovodonicima spadaju među najčešće istraživane sa hidrogeološkog aspekta u Sjedinjenim Američkim Državama. Ovo je posledica široke upotrebe naftnih ugljovodonika i činjenice da spadaju među najčešće izvore zagađenja podzemnih voda i geosredine. Troškovi istraživanja i remedijacije zagađenih lokacija su izrazito visoki, reč je o finansijski unosnoj oblasti profesionalne hidrogeologije u SAD.

Prostorno definisanje rasprostranjenja zagađenja ispod površine terena je preduslov za primenu bilo kog remedijacionog pristupa. Fluorescencija indukovana laserskim zračenjem (LIF) je relativno nova tehnologija koja se primenjuje za detekciju i okonturenje naftnog zagađenja u podzemlju. Metoda se zasniva na kontinualnom utiskivanju sonde u sediment, koja emituje ultraljubičastu svetlost i izaziva fluorescenciju policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH). Intenzitet zagađenja sredine se registruje na osnovu sadržaja PAH, čiji je intenzitet fluorescencije izražen u vidu procenta referentnog emitera (RE).

Primena LIF sistema omogućava detekciju slobodne nevodene faze tečnosti (NAPL) i rezidualnog zagađenja ispod površine terena. Treba naglasiti da primenom LIF nije moguće registrovati zagađenje rastvoreno u podzemnim vodama, tačnije rastvoreno zagađujuće "telo" (eng. plume). Sa druge strane, LIF omogućava prostornu karakterizaciju slobodne i rezidualne NAPL faze u zoni zasićenja, kao i u nadizdanskoj zoni. Ova inovativna metoda omogućava detekciju naftnih derivata (benzin, dizel, kerozin, itd), ali ne i individualnih ugljovodonika. U poređenju sa konvencionalnim metodama istraživanja, primena LIF omogućava trenutni uvid u intenzitet i dubine zagađenja registrovanog u bušotini. Preciznije, očitavanja se vrše u realnom vremenu.

Ovo istraživanje je izvedeno na lokaciji zagađenoj naftnim ugljovodonicima u Pensilvaniji, SAD. Primenjen je LIF sistem najnovije generacije razvijen od strane kompanije Dakota Technologies. Prisustvo "lake" faze zagađenja (LNAPL) je potvrđeno u 6 od 17 bušotina. Intenzitet referentnog emitera (LIF signala) je bio u rasponu od 45% do 225%. Primena LIF sistema je omogućila precizno definisanje prisustva LNAPL faze. Rezultati su ukazali da ne postoji značajan "rezervoar" LNAPL zagađenja duž profila koji se smatrao primarnim pravcem migracije zagađenja. Prisustvo zagađenja je bilo sporadično, koncentrisano uglavnom u zoni kontakta izdanske i nadizandske zone. Sveukupno, primena LIF sistema doprinela je preciznoj delineaciji LNAPL zagađenja čime je stvorena osnova za sledeće korake u remedijaciji ove industrijske lokacije.

PETROLEUM HYDROCARBONS CONTAMINATION - LASER-INDUCED FLUORESCENCE (LIF)

Aleksandar Prvanović¹, Nenad Marić², Zoran Nikić³

¹Verdantas, 6397 Emerald Parkway, Dublin, 43016 Ohio, United States,

²Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11030 Beograd, Srbija

E-mail autora: nenad.marić@sfb.bg.ac.rs

Key words: groundwater; petroleum hydrocarbons; delineation of contamination

From the hydrogeological standpoint, hydrocarbon-contaminated sites are among the most studied in the United States. This is due to the widespread use of petroleum hydrocarbons; and the fact that they are among the most common groundwater and geologic media contaminants. The costs of contaminated sites investigations and remediation are substantial, and this is a lucrative field of professional hydrogeology in the United States.

Spatial characterization of the contamination in the subsurface is a prerequisite for any remediation approach. Laser-induced fluorescence (LIF) is a relatively novel technology used to detect and delineate petroleum hydrocarbon contamination in the subsurface. The method is based on the continuous push of a probe into the soil, which emits ultraviolet light and causes the fluorescence of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH). The contamination intensity is registered based on PAH presence, whose fluorescence intensity is expressed as a Reference Emitter (RE) percentage.

The use of the LIF system enables the detection of the free phase and the residual - nonaqueous phase liquids (NAPL) in the subsurface. It should be emphasized that the LIF system cannot register PAHs dissolved in groundwater (dissolved petroleum hydrocarbon plumes). On the other hand, LIF enables the free phase and residual NAPL spatial characterization in the saturated and vadose zones. Based on the LIF signal response type it is possible to estimate the type of the NAPL (gasoline, diesel, fuel oil, kerosene, crude oil, etc), however, it is not possible to detect the individual hydrocarbons. Compared to conventional technologies, the LIF application provides instant insight (i.e. real time readings) into the relative intensity and the depth of the petroleum hydrocarbons in the borehole.

This study was conducted at a site contaminated by petroleum hydrocarbons in Pennsylvania, USA. The applied LIF system was the latest generation of technology developed by Dakota Technologies Inc. The presence of light nonaqueous phase liquids (LNAPL) was confirmed in 6 of 17 boreholes. The intensity of the RE (LIF signal) ranged from 45% to 225%. The LIF system application enabled the precise delineation of the LNAPL phase. The results indicated no significant "reservoir" of LNAPL along the profile, which is considered the primary direction of contamination migration. The presence of pollution was sporadic, concentrated mainly at the saturated-vadose zone interface. Overall, the LIF system application has contributed to the precise delineation of LNAPL contamination, thus providing a basis for the next steps in the remediation of this industrial site.