



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-19-0149

Inovácie v analytických systémoch pre udržateľné a bezpečné životné prostredie

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Svetlana Hrouzková, PhD.**

Príjemca

Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta chemickej a potravinárskej technológie

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie
- hlavný riešiteľ

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave, Geoanalytické laboratóriá v Spišskej
Novej Vsi - spoluriešiteľ

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Univerzita v Molise, Taliansko

Univerzita v Almerii, Španielsko

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Keďže sa jednalo o základný výskum, výsledkom riešenia nie sú patenty.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

V3_01 Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons, phthalate esters, alkylphenols and alkylphenol ethoxylates in sediment using simultaneous focused ultrasound solid-liquid extraction and dispersive solid-phase extraction clean-up followed by liquid chromatography.. In Microchemical Journal. Vol. 200, (2024), s. [1-10], art. no. 110299. ISSN 0026-265X (2022: 4.8 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.733 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.microc.2024.110299 ; SCOPUS: 2-s2.0-85187403668 ; CC: 001203121600001.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC
BRENKUS, Marcel - TÖLGYESSY, Peter - KOPEROVÁ NÁVOJOVÁ, Veronika -
KIRCHNER, Michal - HROUZKOVÁ, Svetlana

V3_02 Occurrence and Consequences of Matrix Effects in Simultaneous Multi-class LC-MS/MS Determination of Pesticides, Pharmaceuticals and Perfluoroalkylsubstances in Different Types of Groundwater. In Water, Air, and Soil Pollution. Vol. 235, iss. 6 (2024), s. [1-17], art. no. 396. ISSN 0049-6979 (2023: 3.8 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.580 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1007/s11270-024-07221-2 ; SCOPUS: 2-s2.0-85195445780 ; CC: 001245986700004.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC
KERŠŇÁKOVÁ, Zuzana - LEMAK, Ivana - BAJTOŠ, Peter - VABCOVÁ, Jana -

HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_03 Sustainable remediation of paint factory wastewater using electrocoagulation. In Environmental Science-Water Research & Technology. Vol. 10, iss. 3 (2024), s. 702-717. ISSN 2053-1400 (2022: 5.0 - IF, Q1 - JCR Best Q, 1.121 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1039/d3ew00845b ; SCOPUS: 2-s2.0-85184049502 ; CC: 001170924500001.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC
HORVÁTH, Gabriel - SZALAY, Zsolt - ŠIMO, František - VIDOVÁ, Barbora - HLAVANDA, Patrik - SZARKA, Agneša [Páleníková] - HROUZKOVÁ, Svetlana - DEBNÁROVÁ, Stanislava - ZAŽÍMAL, František - HOMOLA, Tomáš.

V3_04 Fast DLLME-GC-MS Method for Determination of Pesticides in Carmelite Drops and Evaluation of Matrix Effects in Related Medicinal Products. In Foods. Vol. 13, iss. 11 (2024), s. [1-18], art. no. 1745. ISSN 2304-8158 (online) (2022: 5.2 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.771 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/foods13111745 ; SCOPUS: 2-s2.0-85195856240 ; CC: 001245579700001.

Typ výstupu: článok; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: ADC
SZARKA, Agneša - HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_05 New SPME-GC-MS/MS method for determination of bioplasticizers in environmental and bottled water samples. In Science of the Total Environment (2024) (2023: - 8.2 IF, Q1 - JCR Best Q), in press.

VIKTORYOVÁ, Nicolette – SZARKA, Agneša – ARREBOLA LIÉBANAS, Francisco Javier – GARRIDO FRENICH, Antonia

V3_06 Determination of fipronil and its three degradates in water using stir bar sorptive extraction–thermal desorption–gas chromatography–tandem mass spectrometry. In Journal of Chromatography A. Vol. 1710, (2023), s. [1-6], art. no. 464431. ISSN 0021-9673 (2023: 3.800 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.766 - SJR, Q1 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1016/j.chroma.2023.464431 ; SCOPUS: 2-s2.0-85173158646 ; CC: 001091725300001.

Kategória publikácie do 2021: ADC
NAGYOVÁ, Slávka - TÖLGYESSY, Peter - HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_07 Development of an Advanced Inspection of the Degradation of Volatile Organic Compounds in Electrochemical Water Treatment of Paint-Industrial Water Effluents. In Applied Sciences. Vol. 13, iss. 1 (2023), s. [1-12], art. no. 443. ISSN 2076-3417 (2023: 2.500 - IF, Q1 - JCR Best Q, 0.492 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/app13010443 ; SCOPUS: 2-s2.0-85145832069 ; CC: 000909436700001. Kategória publikácie do 2021: ADC

SZARKA, Agneša - MIHOVÁ, Veronika - HORVÁTH, Gabriel - HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_08 Present state and perspectives in analytical methods for pesticide residues analysis in bee pollen: an overview. In Journal of Apicultural Research : Sl. Vol. 62, iss. 1 (2023), s. 76-96. ISSN 0021-8839 (2023: 1.400 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.447 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1080/00218839.2022.2153485 ; SCOPUS: 2-s2.0-85144330008 ; CC: 000922229200008. Kategória publikácie do 2021: ADC

RUSNÁKOVÁ, Mária - HROUZEK, Ján - HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_09 Štúdium vybraných parametrov analytických metód na kontrolu kontaminácie propolisovej tinktúry = Study of Selected Parameters of Analytical Methods to Control the Contamination of Propolis Tincture.

In Chemické listy. Vol. 117, iss. 7 (2023), s. 433-437. ISSN 0009-2770 (2022: 0.600 - IF, Q4 - JCR Best Q, 0.158 - SJR, Q4 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.54779/chl20230433 ; SCOPUS: 2-s2.0-85170657806 ; CC: 001034283700006. Kategória publikácie do 2021: ADC

HROUZEK, Ján - GRIGOVÁ, Natália - PÓCSOVÁ, Tamara - SZARKA, Agneša - HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_10 Determination of Ethylene Glycol Dinitrate in Environmental and Forensic Water Samples Using Microextraction by Packed Sorbent Followed by Gas Chromatography. In Separations. Vol. 10, iss. 4 (2023), s. [1-10], art. no. 227. ISSN 2297-8739 (2023: 2.500 - IF, Q3 - JCR Best Q, 0.371 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/separations10040227 ; CC: 000979638400001. Kategória publikácie do 2021: ADC HROUZKOVÁ, Svetlana - PÓCSOVÁ, Tamara - LELKESOVÁ, Tímea - ULBRICH, Pavol.

V3_11 Analytické metódy na detekciu kontaminantov v kôrovcoch a mäkkýšoch = Analytical Methods for the Detection of Contaminants in Crustaceans and Mollusks. In Chemické listy. Vol. 116, iss. 8 (2022), s. 481-493. ISSN 0009-2770 (2021: 0.356 - IF, Q4 - JCR Best Q, 0.150 - SJR, Q4 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.54779/chl20220481 ; SCOPUS: 2-s2.0-85136809501 ; CC: 000854925800003. Kategória publikácie do 2021: ADC RUSIŇÁKOVÁ, Katarína - KIRCHNER, Michal - HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_12 GC-MS methods for the evaluation of the performance of electrochemical water treatment for the degradation of pollutants from paint industry effluents. In Monatshefte für Chemie - Chemical Monthly. Vol. 153, iss. 2 (2022), s. 161-169. ISSN 0026-9247 (2022: 1.613 - IF, Q3 - JCR Best Q, 0.273 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.1007/s00706-022-02890-3 ; SCOPUS: 2-s2.0-85122750987 ; CC: 000756851500004. SZARKA, Agneša - VIKTORYOVÁ, Nicolette - HORVÁTH, Gabriel - SZALAY, Zsolt - ŠIMO, František - HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_13 Recent Developments and Emerging Trends in Paint Industry Wastewater Treatment Methods. In Applied Sciences. Vol. 12, iss. 20 (2022), s. [1-21], art. no. 10678. ISSN 2076-3417 (2022: 2.70 - IF, Q2 - JCR Best Q, 0.507 - SJR, Q2 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.3390/app122010678 ; SCOPUS: 2-s2.0-85140479948 ; CC: 000872192800001. Kategória publikácie do 2021: ADC VIKTORYOVÁ, Nicolette - SZARKA, Agneša - HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_14 Development of a Modified QuEChERS Procedure for the Isolation of Pesticide Residues from Textile Samples, Followed by GC-MS Determination. In Separations. Vol. 8, iss. 8 (2021), s. [1-11], art. no. 106. ISSN 2297-8739. V databáze: DOI: 10.3390/separations8080106; SCOPUS: 2-s2.0-85111631074; CC: 000690088700001. Kategória publikácie do 2021: ADC HROUZKOVÁ, Svetlana - SZARKA, Agneša.

V3_15 GC-MS methods for the evaluation of the performance of electrochemical water treatment for the degradation of pollutants from paint industry effluents. In Monatshefte für Chemie - Chemical Monthly (2022) on-line, DOI: 10.1007/s00706-022-02890-3. Kategória publikácie do 2021: ADC Agneša Szarka, Nicolette Viktorová, Gabriel Horváth, Zsolt Szalay, František Šimo, Svetlana Hrouzková:

V3_16 Evaluation of the Matrix Effects in Herbal-Based Potions in Pesticide Residues Analysis by Dispersive Liquid-Liquid Microextraction Followed by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. In Analytical and Bioanalytical Chemistry Research. Vol. 9, iss. 3 (2022), s. 269-280. ISSN 2383-093X (2023: JIF - 1.20, Q4; 2022: 1.2 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: WOS: 000754260300002 ; SCOPUS: 2-s2.0-85126770741. SZARKA, Agneša - KURUCOVÁ, Nikola - HROUZKOVÁ, Svetlana.

V3_17 Groundwater quality assessment of protected aquatic eco-systems in cross-border areas of Serbia and Croatia. In Journal of the Serbian Chemical Society. Vol. 87, iss. 1 (2022), s. 121-132. ISSN 0352-5139 (2022: 1.000 - IF, Q4 - JCR Best Q, 0.224 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: DOI: 10.2298/JSC2109231070 ; SCOPUS: 2-s2.0-85124472983 ; WOS: 000768181200001. Kategória publikácie do 2021: ADC OBROVSKI, Boris - MIHAJLOVIC, Ivana J. - MILORADOV, Mirjana B. Vojinovic - SREMACI, Maja - ŠPÁNIK, Ivan - PETROVIC, Maja Z.

V3_18 Gas chromatography-mass spectrometry in assessment of road run-off sediment

quality parameters. In Separation Science Plus. Vol. 5, iss. 9 (2022), s. 473-481. ISSN 2573-1815 (2021). V databáze: DOI: 10.1002/sscp.202200003. Kategória publikácie do 2021: ADM

KOLJANČIČ, Nemanja - SAMELAK, Ivan - BALABAN, Milica - ŠPÁNIK, Ivan.

.
Vybrané vedecké práce publikované v časopisoch a zborníkoch v zahraničí

.
V2_01 Multiclass LC-MS/MS Determination of Organic Micropollutants in Groundwater. In Proceedings of The 9th International Conference on Water Resource and Environment. 1. vyd. Singapore : Springer Nature, 2024, S. 307-316. ISBN 978-981-97-0950-2. V databáze: DOI: 10.1007/978-981-97-0948-9_27 ; SCOPUS: 2-s2.0-85189756677. Typ výstupu: príspevok z podujatia; Výstup: zahraničný; Kategória publikácie do 2021: AFA - pozvaná prednáška, článok v knihe abstrahovanej v Scopus
HROUZKOVÁ, Svetlana - KERŠŇÁKOVÁ, Zuzana - LEMAK, Ivana.

.
V2_02 Analysis of Apicultural Products and Arthropods for Bioindication of Environmental Contamination. In Atti del Congresso Science for the Planet. 1. vyd. Campobasso, Taliansko : Università degli Studi del Molise, Campobasso, 2023, S. 41-42. ISBN 9788896394427. Kategória publikácie do 2021: AFA - pozvaná prednáška
HROUZKOVÁ, Svetlana - HROUZEK, Ján - GRIGOVÁ, Natália - PÓCSOVÁ, Tamara - SZARKA, Agneša.

.
Výskumné správy:

Metodika - výskumná správa publikovaná formou knihy s ISBN.

Rozšírenie škály pesticídov stanovených metódou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie s MS/MS detekciou s priamym nástrekom vzorky. © Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2024, ISBN 978-80-8174-076-3

LUČIVJANSKÁ, Viera - KERŠŇÁKOVÁ, Zuzana - VABCOVÁ, Jana

.
Vedecké monografie vydané v domácich vydavateľstvách

V01 Stanovenie vybraných farmaceutík v podzemnej vode metódou kvapalinovej chromatografie s hmotnostným detektorom. 1. vyd. Bratislava, Slovensko : Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, 2022. 52 s., 3,07 AH. ISBN 978-80-8174-063-3.

Kategória publikácie do 2021: AAB

KERŠŇÁKOVÁ, Zuzana - LEMAK, Ivana - HROUZKOVÁ, Svetlana

.
Publikácie odoslané do redakcií

.
1. Green and sensitive method combining ultrasonic solvent extraction, stir bar sorptive extraction and thermal desorption-gas chromatography–tandem mass spectrometry for determination of organotin compounds in sediment. Microchemical Journal, submitted
NAGYOVÁ, Slávka - TÖLGYESSY, Peter - HROUZKOVÁ, Svetlana.

.
2. Contamination by Pharmaceuticals in the Environment: Occurrence, Impacts, and Analytical Methods. Review. submitted
VNUKOVÁ, Lucia - SZARKA, Agneša - VIKTORYOVÁ, Nicolette - HROUZKOVÁ, Svetlana

.
3. Green Analytical Method Using Single Drop Microextraction Followed by Gas Chromatography for Nitro Compounds in Environmental Water and Forensic Liquid Samples, submitted
PÓCSOVÁ, Tamara - OKANOVIČ, Senad - HROUZKOVÁ, Svetlana

.
4. Present Trends in Development of Analytical Methods for Determination of Multi-Groups Emergent Contaminants Polyaromatic Hydrocarbons, Phthalates, Alkylphenol Ethoxylates, Alkylphenols, and Butylated Hydroxytoluene in River Sediments, submitted, 2024
RUSIŇÁKOVÁ, Katarína, BRENKUS, Marcel, KOPEROVÁ NÁVOJOVÁ, Veronika, KIRCHNER, Michal, HROUZKOVÁ, Svetlana

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu nájdú široké uplatnenie ako v oblasti základného výskumu a vývoja, tak aj vo výchovno-vzdelávacom procese, najmä pri experimentálnych a postupových prácach študentov a tiež v praxi.

Riešený projekt bol projektom základného výskumu a výsledky získané jeho riešením prispievajú k rozvoju environmentálnej chémie, analytickej chémie a prinášajú fundamentálne výsledky pre oblasť ochrany vodných tokov. Dosiahnutými výsledkami sú vyvinuté a validované inovatívne analytické metódy pre sledovanie rôznych emergentných kontaminantov v environmentálnych matriciach ako sú vody, sedimenty a iné matrice (nutraceutiká na báze rastlinných extraktov, včely a včelie produkty). Riešením projektu sa predstavili viaceré inovácie v analytických systémoch pre vybrané skupiny toxických kontaminantov životného prostredia ako aj pre simultánne stanovenie viacerých skupín kontaminantov, čo prináša významné benefity z hľadiska rýchlosti analýzy pre priepustnosť laboratória, pre cenu ako aj pre environmentálny aspekt. Predstavili sa viaceré multianalytové a „multifamily“ analytické metódy. Významné sú metódy, pri ktorých sa optimálne validačné parametre dosiahli bez potreby extrakcie analytov (pre vzorky podzemnej vody) a pre komplikovanejšie matrice ako sú sedimenty boli zavedené metódy s optimalizovaným krokom prípravy vzorky do simultánnej extrakcie a prečistenia extraktu v jednom kroku.

Vypracovali sa viaceré postupy environmentálne akceptovateľných metódy prípravy vzorky, ktoré sú bezrozpúšťadlové ako aj postupy s minimalizovaním objemu rozpúšťadiel na úroveň desiatok, prípadne až jednotiek mikrolitrov. Technika mikroextrakcie jednou kvapkou a mikroextrakcie sorbentom naplneným v mikrostriekačke sa použila na vypracovanie analytickej metódy na izoláciu nitrolátok z forenzných a environmentálnych vzoriek, ktorá je priamo použiteľná vo forenznej analýze pre rýchlu diagnostiku explozív vzorkovaných na mieste s povýbuchovými zvyškami. Metódy pre analýzy sedimentov a povrchových vzoriek vôd s cieľom sledovať kontaminanty zo skupiny pesticídov a fungicídov (fipronil, organocínaté látky) sa použijú pre účely monitoringových štúdií a zadaní. Pre účely monitoringu kontaminantov v súlade so Smernicou o vode a Environmentálnymi normami kvality sa budú aplikovať metódy simultánneho stanovenia pesticídov, farmaceutík a perfluorovaných látok metódou LC-MS/MS a tiež metódy simultánneho stanovenia polyaromatických uhľovodíkov, ftalátových esterov, alkylfenolov a alkyfenoletoxylátov. Matricové efekty prinášajú zásadné problémy v environmentálnej analýze, ako pri komplexných matriciach (sedimenty, apikulturálne vzorky, nutraceutiká), tak aj pri analýze vzoriek podzemnej vody. Výsledkom riešenia tejto problematiky sú publikované štúdie, ktoré matricové efekty hodnotia, študujú, prinášajú riešenia pre správnosť metód a už aj v tejto fáze tesne po publikovaní sú citované, čo poukazuje na to, že výsledky základného výskumu sú sledované vedeckou komunitou na rozvoj ďalších výstupov.

Vyvinuté a publikované inovatívne metódy sa uplatňujú v kontrole a pokročilej inšpekcii degradácie kontaminujúcich zložiek v environmentálnych aplikáciách čistenia vôd, ako sú industriálne vody, ktoré je potrebné pred ich vypustením do odpadu prečistiť. Spôsoby remediácie kontaminovaných vôd technikou elektrokoagulácie s možnosťou zhodnotenia vznikajúcich kalov pre opätovné použitie a predstavujú uplatnenie v zhodnocovaní odpadových vôd a v oblasti cirkulárnej ekonomiky. V tejto súvislosti základný výskum našiel aplikovateľnosť v problematike monitorovania kvality synergického zhodnocovania priemyselnej vody. Riešenie úloh projektu výskumom prispelo k vypracovaniu postupov na izoláciu kontaminujúcich organických zlúčenín, farmaceutík a perfluorovaných zlúčenín z priemyselných a technologicky spracovaných vôd a tie sa uplatňujú v kontrole medziproduktov a produktov úpravy industriálnych vôd, čo našlo benefity v spolupráci s technologickou firmou Hofitech.

Vedecká prezentácia výsledkov projektu sa realizovala formou 18 vedeckých publikácií v zahraničných a domácich impaktovaných časopisoch s celkovým ohlasom 46 citácií, odoslané sú ďalšie 4 publikácie do zahraničných redakcií časopisov evidovaných vo WOS. Publikovali sa 4 príspevky v odborných časopisoch na Slovensku, 62 príspevkov na konferenciách v SR a 27 prác na zahraničných konferenciách uverejnených v zborníkoch a 1 vedecká monografia. Výsledky projektu boli prezentované na viacerých vedeckých a odborných doma i v zahraničí (Srbsko, Česko, Slovinsko, Rumunsko, Nemecko, Taliansko, Japonsko, Švédsko, Grécko, a i.), pričom členovia RK participovali viackrát v organizačnom

alebo programovom výbore a 2 prednášky boli pozvané (Japonsko, Taliansko). Významným výsledkom bola aj organizácia medzinárodnej vedeckej konferencie ACP 2022 a každoročne konferencie SEMMLAD mladých inovátorov v oblasti analytickej chémie. Do riešenia projektu boli v širokom rozsahu zapojení doktorandi a študenti, ktorí výsledky výskumu prezentovali v záverečných prácach (z toho 9 dizertačných prác, pričom 2 práce sa úspešne obhájili, 28 diplomových prác a 11 bakalárskych prác). Zverejnilo sa 9 elektronických dokumentov, realizovalo sa 17 popularizačných aktivít, bolo podaných 19 žiadostí o nové projekty, z toho 8 projektov vrátane doktorandských bolo podporených a realizovali sa ďalšie formy medzinárodnej spolupráce s univerzitami v Európe (stáže študentov z Poľska, Česka, Talianska, Španielska, výmenné pobyty, mobility). Nadviazali sa a rozvinuli sa spolupráce s podnikateľským sektorom.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Ciele projektu boli naplnené. Vyvinuli sa pokročilé analytické metódy na sledovanie aktuálne relevantných xenobiotík, predovšetkým pesticídov, farmaceutík, poly- a perflórovaných zlúčenín a tiež nitro-látok. Postupy extrakcie sa vyvíjali s cieľom dosiahnuť požadované validačné parametre, pričom relevantným bol „zelený“ aspekt prípravy vzorky. Navrhli sa nové analytické metódy s účinnou a environmentálne akceptovateľnou prípravou vzorky využívajúce možnosť bezrozpúšťadlovej prípravy vzorky, aplikujúce sorpčné mikroextrakcie, mikroextrakcie s minimalizovaným objemom organických rozpúšťadiel, efektívne kombinácie mikroextrakčných a inštrumentálnych extrakčných techník na sledovanie kontaminantov na nízkych koncentračných hladinách v environmentálnych vzorkách, ako je voda (podzemná, povrchová a iné typy), sedimenty a pôdy, forenzné vzorky, apikultúrne vzorky a vzorky s rastlinným pôvodom. Výsledky výskumu prinášajú inovatívne postupy s vyššou selektivitou, citlivosťou, významným ekonomickým a environmentálnym aspektom. Realizovali sa štúdie riešenia matricových vplyvov, ktoré sú kľúčovým problémom v spoľahlivej detekcii a v kvantitatívnej analýze technikami GC-MS a LC-MS/MS. Využitelnosť metód je v monitoringu vzoriek životného prostredia, v problematike synergického zhodnocovania priemyselnej vody a vo forenznom skúmaní. Výsledky sú prínosom k ochrane vodných tokov, k rozvoju zelenej analytickej chémie a v oblasti vývoja inovatívnych metód na sledovanie kontaminujúcich zložiek. Dosiahnuté výsledky sa publikovali formou 18 publikácií registrovaných vo WOS, 89 príspevkov alebo abstraktov sa publikovalo v konferenčných výstupoch. SCI na výstupy projektu vo WOS je 46 citácií.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The goals of the project were fulfilled. Advanced analytical methods have been developed for the monitoring of currently relevant xenobiotics, especially pesticides, pharmaceuticals, poly- and perfluorinated compounds and also nitro-substances. Extraction procedures were developed in order to achieve the required validation parameters, while the "green" aspect of sample preparation was relevant. New analytical methods have been proposed with efficient and environmentally acceptable sample preparation using the possibility of solvent-free sample preparation, applying sorption microextractions, microextractions with minimized volume of organic solvents, effective combinations of microextraction and instrumental extraction techniques for monitoring contaminants at low concentration levels in environmental samples such as water (ground water, surface water and other types), sediments and soils, forensic samples, apicultural samples and samples of plant origin. The research results bring innovative procedures with higher selectivity, sensitivity, significant economic and environmental aspects. Studies were carried out to solve matrix effects, which are a key problem in reliable detection and quantitative analysis by GC-MS and LC-MS/MS techniques. The usability of the methods is in the monitoring of environmental samples, in the issue of synergistic recovery of industrial water and in forensic investigation. The results contribute to the protection of water courses, to the development of green analytical chemistry and to the development of innovative methods for the monitoring of contaminating components. The achieved results were published in the form of 18 publications registered in WOS, 89 papers or abstracts were published in conference proceedings. There are 46 citations to the SCI project outputs in WOS.