



# ANALÝZA VYBRANÝCH KVALITATÍVNYCH PARAMETROV VODY Z VODNÝCH PLÔCH NA ŽITNOM OSTROVE NA SLOVENSKU

Ján IEKO – Miroslav RUSKO

## ANALYSIS OF SELECTED QUALITATIVE WATER PARAMETERS OF WATER AREAS IN DISTRICT ZITNY OSTROV IN SLOVAKIA



ENVIRONMENTAL POLICY TOOLS '2020

### ABSTRAKT

Štúdia pojednáva o priebehu a výsledkoch bodovej analýzy vybraných povrchových vôd pri toku rieky Čierna voda na žitnom ostrove prenosným spektrofotometrom s prihliadnutím na koncentrácie nitrátu. Analýza bola vykonaná s priamim vyhodnotením dostupných parametrov z integrovaných knižníc spektrofotometra a obrazov jednotlivých spektier.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ :** analýza vody, vodné plochy, kvalitatívne ukazovatele

### ABSTRACT

The study deals with the course and results of point analysis of selected surface waters in the flow of the river Cierna voda on Zitny Ostrov by a portable spectrophotometer, taking into account nitrate concentrations. The analysis was performed with direct evaluation of available parameters from integrated spectrophotometer libraries and images of individual spectra.

**KEYWORDS:** Water analysis, Water areas, Qualitative indicators

### Úvod

S rastom ľudskej populácie, obchodnými a priemyselnými aktivitami prijímala povrchová voda veľké množstvo znečisťujúcich látok z rôznych zdrojov. Kvalita povrchovej vody poskytuje významné informácie o dostupných zdrojoch na podporu života v ekosystéme. Fyzikálne, chemické a biologické zloženie povrchových vôd je riadené mnohými faktormi, ako sú prírodné (zrážky, geológia povodia, podnebie a topografia) a antropogénne (domáce, priemyselné a odtoky). Zvyšujúce sa znečistenie povrchových vôd spôsobuje nielen zhoršenie kvality vody, ale ohrozuje aj zdravie ľudí, rovnováhu vodného ekosystému, hospodársky rozvoj a sociálnu prosperitu.<sup>1</sup>

Poľnohospodárska činnosť v oblasti Žitného ostrova negatívne pôsobí na kvalitu podzemnej vody a má veľmi nepriaznivý vplyv na ekosystém. Kompost významne prispieva k zvýšeniu biologickej aktivity pôdy, najmä v boji proti chorobám prenášaným pôdou, ako sú napr. druhy rodu *Phytophthora*.

<sup>1</sup>MUSTAPHA, A.; ABDU, A. Application of principal component analysis & multiple regression models in surface water quality assessment. *Journal of environment and earth science*, 2012, 2.2: 16-23. ISSN (Paper)2224-3216, ISSN (Online)2225-0948



Žitný ostrov je jednou z najproduktívnejších poľnohospodárskych oblastí Slovenska na Podunajskej nížine. Pod jeho povrchom sa nachádza najbohatšia vodná nádrž na Slovensku. Z tohto dôvodu je veľmi dôležité zaoberať sa kvantitou a kvalitou vodných zdrojov v tomto regióne.<sup>2</sup> Vyplavovanie dusičnanov z poľnohospodárskej pôdy je považované za nebudový zdroj znečistenia, často ťažko identifikovateľný.<sup>3</sup> Bodovými meraniami na vodných zdrojoch boli zistené významné rozdiely koncentrácií nitrátu aj napriek malej vzdialenosti zdrojov.

Cieľ merania bola analýza kvalitatívnych parametrov vody jazier a najbližšej rieky s prihliadnutím na koncentrácie nitrátu. Pre monitoring bola zvolená oblasť vodných plôch pod starostlivosťou ekoparku Relax pri rieke Čierna voda. V lokalite ekoparku v katastrálnom území obce Sládkovičovo (v kontakte s katastrálnym územím Veľkých Úľan) sa nachádzajú dva druhy vôd. Lotické povrchové vody tvorí tok Čierna voda, a lenticke povrchové vody tvorí čiastočne už obnovená a naďalej priebežne obnovovaná sústava pôvodne nádrží, t.j. pôvodne ramien toku Čierna voda, resp. depresii pôvodných tokov a ramien.

### Geografická lokalita analýzy vody

Geografická poloha miesta je zobrazená na obr 1. Areál Ekoparku Relax obklopuje mŕtve rameno Čiernej vody<sup>4</sup> a Ekopark vznikol jeho obnovou. Nie je tomu tak dávno, kedy tu miesto čistej vody plnej života bola len zelina, nánosy bahna, odpadu, smetí a všade prítomný sírovodík. Toto miesto, ktoré malo dokonca aj dva veľké drevené mlyny, bolo v dobesocializmu zrušené a znehodnotené takmer navždy. Nový majiteľ sa za pomoci priateľov rozhodol spraviť niečo nielen pre súčasnú, ale najmä pre budúce generácie. Rozhodol sa tomuto miestu opäť vdýchnuť život, pokúsiť sa obnoviť prírodu, vyčistiť nielen korytá, ale aj celé okolie, obnoviť zeleň.<sup>5</sup>

Rieka Čierna voda pramení v Malých Karpatoch pod Malým Javorníkom západne od Svätého Jura. Jej dĺžka od prameňa po sútok s Malým Dunajom je 113 km. Jej tok pretínajú viaceré vodné kanály. Na jej toku sa taktiež nachádza množstvo odberných zariadení a voda sa potom používa na zavlažovanie priľahlých polí. Je na nej taktiež deväť hatí. Priemerný prietok v ústí dosahuje 2,2 m<sup>3</sup>/s. Do Malého Dunaja ústi pri obci Tomášikovo. Pri obci Čierna Voda sa rozdeľuje na nové regulované koryto a rameno Stará Čierna voda, ktoré priberá Salibský Dudváh a do Malého Dunaja ústi severozápadne od Kolárova.

Najvýznamnejším prítokom je ľavostranný Stoličný potok, ktorý je dlhý 38,9 km a do Čiernej Vody sa vlieva v katastrálnom území obce Veľké Úľany. Ďalším prítokom je Dolný Dudváh, ktorý sa vlieva do Čiernej vody južne od obce Čierna Voda.<sup>6</sup>

<sup>2</sup> KOVÁČOVÁ, V. a kol. 2017. Nitrate dispersion-diffusion coefficients in agricultural soil profile of Žitný ostrov locality (Slovakia). Columella, , 143. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences. Volume 4, Number 1.* ISSN 2064-7816.

<sup>3</sup> KOVÁČOVÁ, V. 2017. Trendy vývoja obsahu dusičnanov v kanálovej sieti žitného ostrova. *Acta Hydrologica Slovaca*, ročník 18, č. 1, 2017, 57 – 67. ISSN 2644-6291

<sup>4</sup> KIDSTOWN. Ekopark Relax.[online] Dostupné na internete URL: <https://kidstown.citylife.sk/miesto/ekopark-relax>

<sup>5</sup> EKOPARK RELAX. História vs súčasnosť.[online] Dostupné na internete URL: <http://ekoparkrelax.sk/>

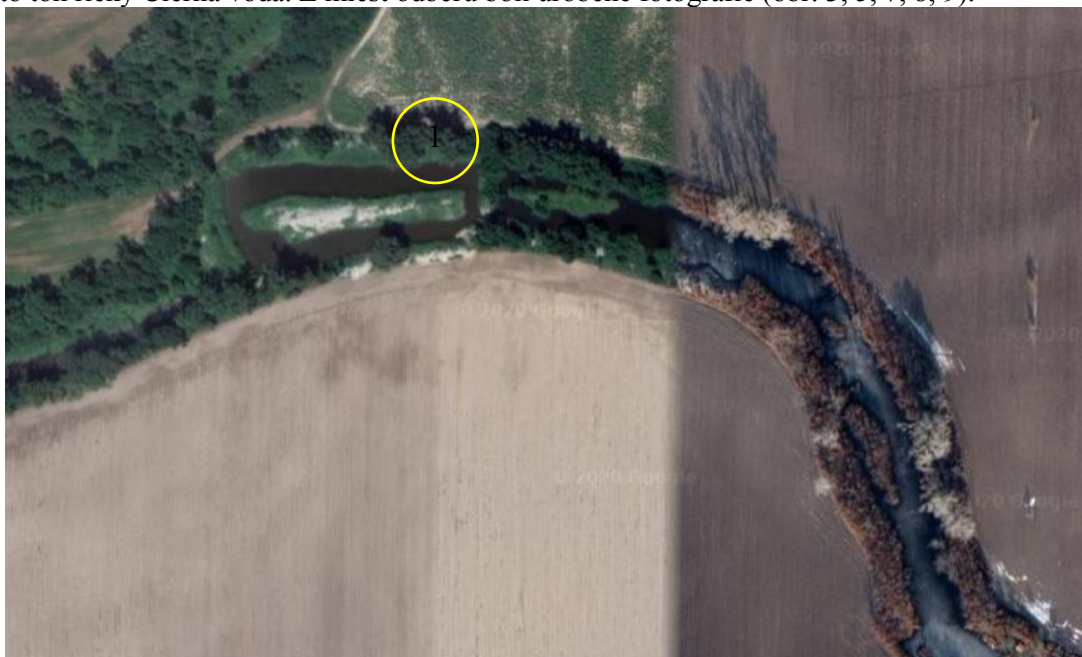
<sup>6</sup> RRR. Čierna voda.[online] Dostupné na internete URL: <https://www.rrr.sk/cierna-voda/>



*Obr. 1 Pohľad na vodné plochy Ekoparku Relax<sup>7</sup>*

#### **Vybrané odberné miesta**

Miesta odberu vzorky boli označené ako Jazero 1, Jazero 2, Jazero 3, Jazero 4, Jazero 5 a posledné miesto tok rieky Čierna voda. Z miest odberu boli urobené fotografie (obr. 3, 5, 7, 8, 9).



*Obr. 2 Satelitný pohľad na Jazero 1<sup>8</sup>*

<sup>7</sup> GOOGLMAPS. [online] Dostupné na internete URL:

<https://www.google.com/maps/place/Relax/@48.1907312,17.5876207,399m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b6360ecd2029f:0xb9e8b6ee4d9dbf38!8m2!3d48.1912161!4d17.5872795>

<sup>8</sup> GOOGLMAPS. [online] Dostupné na internete URL:

<https://www.google.com/maps/place/925+22+Ve%C4%BEk%C3%A9+%C3%A9+%C4%BEany/@48.1887602,17.5790376,336m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b7b56e0f8b7b3:0xbe3cf2e92de0e1ce!8m2!3d48.1657877!4d17.5770214>



*Obr. 3 Miesto odberu Jazero 1*



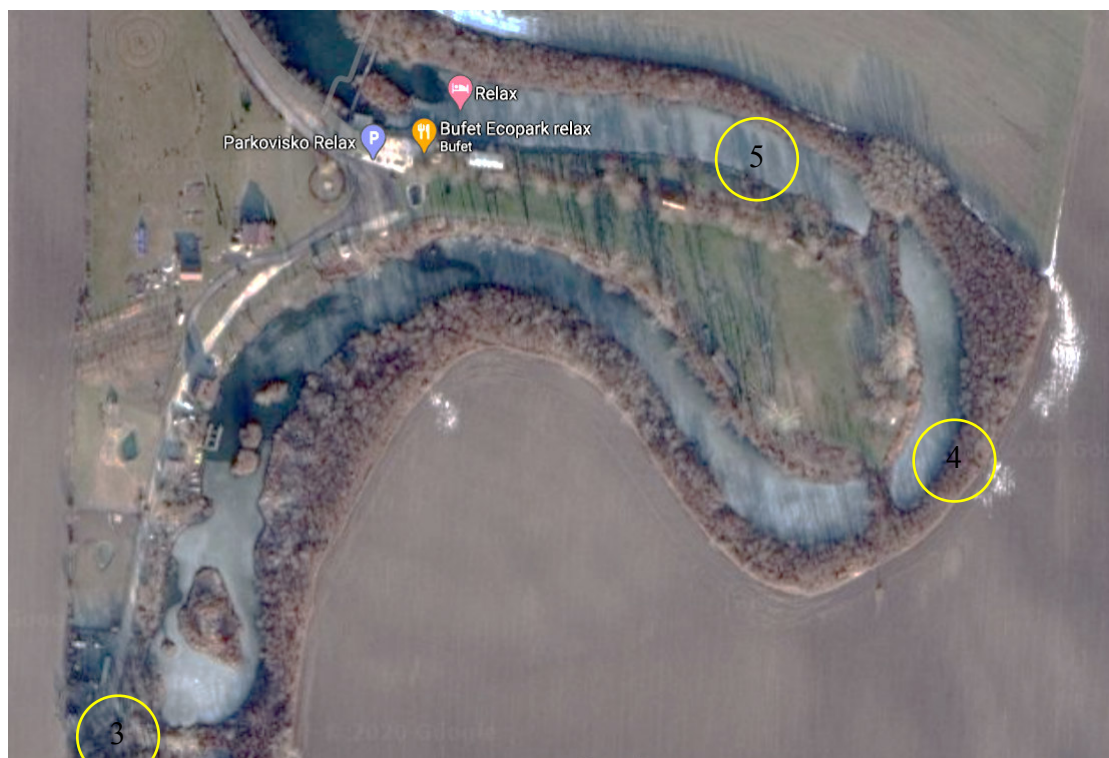
*Obr. 4 Satelitný pohľad na Jazero 2<sup>9</sup>*

<sup>9</sup> GOOGLMAPS. [online] Dostupné na internete URL:

<https://www.google.com/maps/place/925+22+Ve%C4%BEk%C3%A9+%C3%A9+%C4%BEany/@48.1880982,17.5824452,399m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b7b56e0f8b7b3:0xbe3cf2e92de0e1ce!8m2!3d48.1657877!4d17.5770214>



*Obr. 5 Miesto odberu Jazero 2*



*Obr. 6 Satelitný pohľad na Jazero 3, 4 a 5 s označením odberných miest<sup>10</sup>*

<sup>10</sup> GOOGLMAPS. [online] Dostupné na internete URL:  
<https://www.google.com/maps/place/925+22+Ve%C4%Bek%C3%A9+%C3%A9+%C4%BEany/@48.1901603,17.5882222,399m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b7b56e0f8b7b3:0xbe3cf2e92de0e1ce!8m2!3d48.1657877!4d17.5770214>



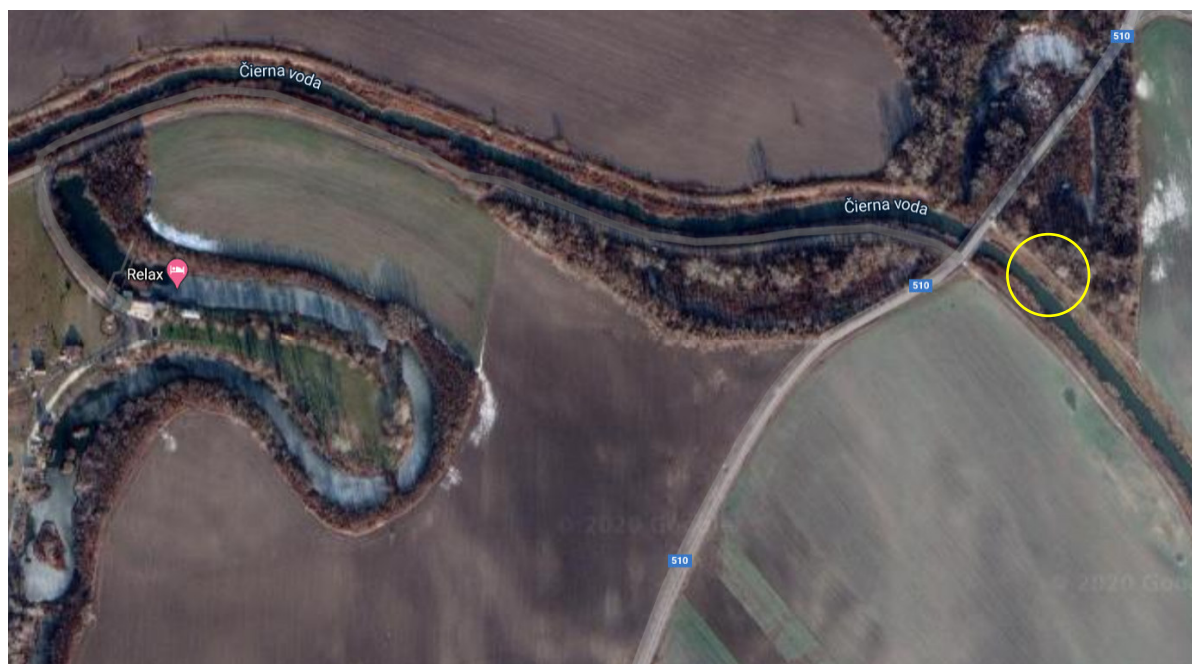
Obr. 7 Miesto odberu Jazero 3 (tmavé sfarbenie vody je spôsobené spádom **plodov** Jelše lepkavej - lat. *Alnus glutinosa*)



Obr. 8 Miesto odberu Jazero 4



*Obr. 9 Miesto odberu Jazero 5*



*Obr. 10 Satelitný pohľad na tok Čiernej vody a miesto odberu<sup>11</sup>*

<sup>11</sup> GOOGLEMAPS. [online] Dostupné na internete URL:  
<https://www.google.com/maps/place/925+22+Ve%C4%BEk%C3%A9+%C3%A9+%C3%A9+%C4%BEany/@48.1908144,17.5932873,672m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b7b56e0f8b7b3:0xbe3cf2e92de0e1ce!8m2!3d48.1657877!4d17.5770214>



*Obr. 11 Miesto odberu – rieka Čierna voda*

### **Monitoring kvality povrchových vôd**

Kvalita povrchových vôd sa na Slovensku sleduje od roku 1963.<sup>12</sup> Primárne ciele hodnotenia kvality povrchových vôd uvádza Zákon č. 364/2004 Z.z. [4] v §4. Podľa neho zisťovaním a hodnotením kvality povrchových vôd a sledovaním vplyvov pôsobiacich na kvalitu povrchových vôd sa zabezpečujú podklady potrebné na:

- tvorbu koncepcií udržateľného využívania povrchových vôd a ich ochrany,
- prípravu a spracovanie plánov manažmentu správneho územia povodia,
- na výkon štátnej vodnej správy,
- na poskytovanie informácií verejnosti
- potreby užívania vôd.

Ekologickým stavom je vyjadrenie kvality štruktúry a funkcie vodných ekosystémov, ktoré sú viazané na povrchové vody. Ekologický stav je definovaný biologickými prvkami kvality, prvkami podporujúcimi biologické prvky kvality, ktorými sú hydromorfologické prvky kvality, chemické a fyzikálno-chemické prvky kvality a špecifické znečisťujúce látky. Dobrým ekologickým stavom povrchových vôd je stav útvaru povrchových vôd ustanovený všeobecne záväzným právnym predpisom podľa § 81 ods. 1 písm. f). Dobrým chemickým stavom povrchových vôd je chemický stav útvaru povrchových vôd, v ktorom dosiahnuté koncentrácie znečisťujúcich látok nepresahujú environmentálne normy kvality ustanovené všeobecne záväzným právnym predpisom podľa § 81 ods. 1 písm. f).<sup>13</sup>

Dusičnan je jednou z najdôležitejších chemikálií v poľnohospodárskom a environmentálnom manažmente. Väčšina metód na analýzu NO<sub>3</sub> však vyžaduje drahé vybavenie alebo zložité postupy.<sup>14</sup>

<sup>12</sup>SHMÚ. Ciele monitorovacieho subsystemu. [online] Dostupné na internete URL: <http://www.shmu.sk/sk/?page=244>

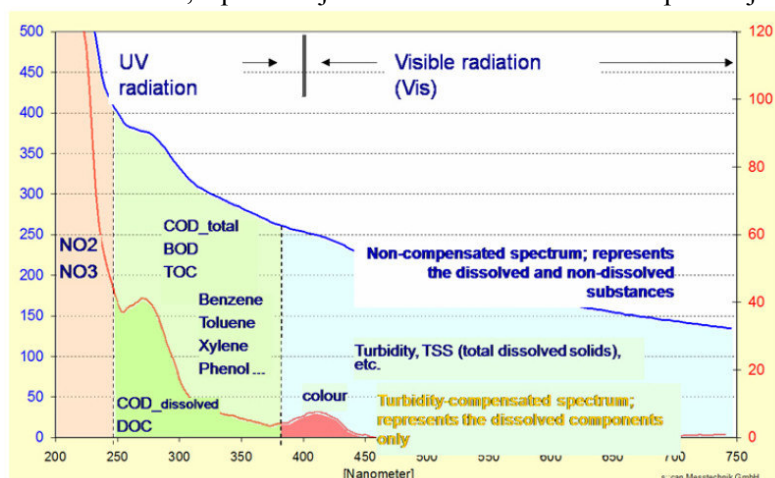
<sup>13</sup>Enviroportal. Kvalita povrchových vôd. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.enviroportal.sk/indicator/detail?id=401&print=yes>

<sup>14</sup>YANG, J. E., et al. A simple spectrophotometric determination of nitrate in water, resin, and soil extracts. *Soil Science Society of America Journal*, 1998, 62.4: 1108-1115. ISSN 0361-5995.





Dusičnany sú dobre známym kontaminantom spodných a prúdiacich vôd. Je to dôležitý analyt pre životné prostredie a ľudské zdravie, a preto sa jeho detekcia a kvantifikácia považujú za nevyhnutné.<sup>15</sup>



Obr. 12 Optické spektrum vybraných kvalitatívnych ukazovateľov vody<sup>16</sup>

### Metodika merania a prístroje

Analýza vody bola riešená odberom vzorky z jazier a rieky pomocou odberných nádob. Následne boli nádoby so vzorkami v chladiacom boxe prevezené do laboratória a analýza vykonaná prenosným spektrofotometrom TriOS Opus.

Prenosný spektrofotometer obsahuje optický hranol s malým priemerom, ako aj optické detektory a obvody na spracovanie a zobrazovanie signálu.<sup>17</sup> Spektrofotometer Opus je nová generácia spektrálnych sond pre online meranie zlúčenín dusíka a uhlíka. Analýzou úplného spektra je Opus schopný poskytnúť spoľahlivé namerané hodnoty pre NO<sub>3</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, organické zložky (CODeq, BODeq, DODeq, TODeq) a množstvo ďalších parametrov. Opus má rozhranie TriOS G2 a umožňuje tak jednoduchú a rýchlu konfiguráciu senzorov pomocou webového prehliadača. Umožňuje integráciu do existujúcich systémov riadenia procesov a externých dataloggrov údajov. Mobilné aplikácie je možné implementovať aj s batériou, ktorá je k dispozícii ako príslušenstvo. Notebook, tablet alebo smartphone je potom možné použiť na ovládanie prostredníctvom siete WLAN, bez toho, aby sa musel inštalovať akýkoľvek špeciálny aplikačný softvér alebo aplikácia.<sup>18</sup>



Obr. 13 Spektrofotometer TriOS Opus<sup>19</sup>

<sup>15</sup>NARAYANA, Badiadka; SUNIL, Kenchaiah. A spectrophotometric method for the determination of nitrite and nitrate. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 2009, 4.2: 204-214. ISSN: 1306-3057.

<sup>16</sup>Environmental Technology. What is coagulation and how to control it using online UV-VIS SPECTROMETERS. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.envirotech-online.com/news/water-wastewater/9/process-measurement-analysis-ltd/what-is-coagulation-and-how-to-control-it-using-online-uv-vis-spectrometers/16102>

<sup>17</sup>BERG, Bernard J., et al. Portable spectrophotometer. *U.S. Patent No 5,369,481*, 1994.

<sup>18</sup>TRIOS. Opus. [online] Dostupné na internete URL: <https://trios.de/opus.html>

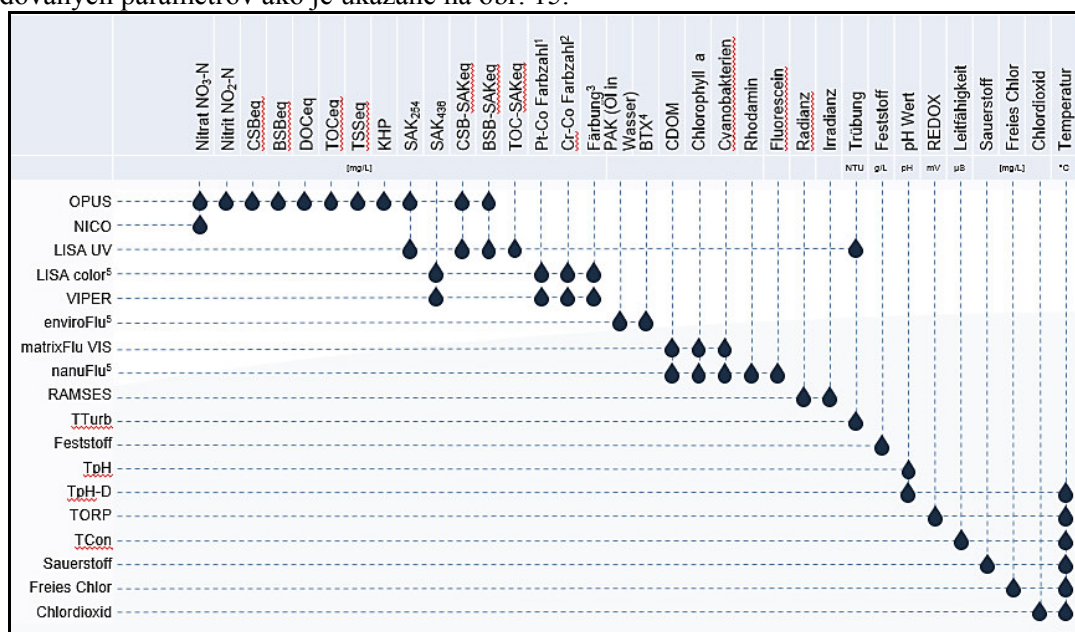
<sup>19</sup>Pollution and process monitoring. TriOS manufactured products - OPUS - DOC, NO3 & NO2 optical sensor. [online] Dostupné na internete URL: <http://www.pollution-ppm.co.uk/trios-manufactured-products.asp>



Obr. 14 Kontrolná jednotka spektrofotometra TriOS Opus<sup>20</sup>

### Popis parametrov merania

Spektrofotometer poskytuje možnosť merania súboru parametrov. Druh sondy je volený podľa požadovaných parametrov ako je ukázané na obr. 15.



Obr. 15 Druhy sond TriOS podľa škály parametrov<sup>21</sup>

Sonda OPUS poskytuje meranie viacerých kvalitatívnych parametrov. Najdôležitejšie z nich, ktoré je sonda schopná merať sú:

**Dusitany (NO<sub>2</sub>-N)**, vo vodách vznikajú biochemickou oxidáciou amoniakálneho dusíka alebo biochemickou redukciou dusičnanov. V povrchových vodách sú prítomné najviac v stopových množstvách. Vyšší obsah dusitanov možno nájsť v železnatých a rašelinových vodách.<sup>22</sup>

**Dusičnany (NO<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>-N)**, sú v nízkych koncentráciách obsiahnuté takmer vo všetkých vodách, tvoria posledný článok zlúčenín dusíka vo vodách. Väčšie množstvá dusičnanov vo vodách súvisia s ich

<sup>20</sup>DOCPLAYER. TABLE OF CONTENTS. Table of contents CONTROLLER 60 OPENING CREDITS PHOTOMETERS 6 ACCESSORIES 68 FLUOROMETERS 24 RADIOMETERS 36 NEPHELOMETRY 42. [online] Dostupné na internete URL: <http://docplayer.net/143995394-Table-of-contents-table-of-contents-controller-60-opening-credits-photometers-6-accessories-68-fluorometers-24-radiometers-36-nephelometry-42.html>

<sup>21</sup>TRIOS. TriOS\_Vertriebspräsentation. Interný dokument f. MEDON, GmbH.



použitím v poľnohospodárstve vo forme hnojív a so znečistením pochádzajúcim zo splaškových resp. poľnohospodárskych odpadových vôd. Dusík z priemyselných hnojív často spôsobuje eutrofizáciu. Väčšie množstvá dusičnanov vo vodách môžu byť indikátorom staršieho fekálneho znečistenia. V povrchových vodách sú dusičnany ukazovateľom priebehu samočistiacich procesov.<sup>23</sup>

**Chemická spotreba kyslíka (CHSK) a celkový organický uhlík (TOC)** sú výsledkom stanovenia organických látok rozpustených vo vode. Tie sa tam môžu dostať zo živej prírody ako odpad produkovaný organizmami alebo rozkladom ich tkanív. Z tohto dôvodu sa vyskytujú hlavne vo vodách povrchových. Ďalším zdrojom sú priemyselné odpadové vody (zvlášť potravinársky priemysel). Bežne v prípade využívaných zdrojov nedochádza k vysokému prekročeniu limitov. Na zvýšenej hodnote CHSK sa môžu podieľať rôznorodé látky a vplyv na zdravie teda záleží hlavne na ich zložení. Organické látky však predstavujú potravu pre mikroorganizmy, ktoré sa potom môžu vo vode a vodovodných rozvodoch ľahšie premnožiť a spôsobovať iné zdravotné ťažkosti.<sup>24</sup>

**Biochemická spotreba kyslíka (BSK)** predstavuje množstvo kyslíka spotrebovaného baktériami a inými mikroorganizmami, zatiaľ čo rozkladajú organickú hmotu za aeróbnych podmienok (za prítomnosti kyslíka) pri stanovenej teplote.<sup>25</sup>

**Rozpustený organický uhlík (DOC)** je potenciálnym zdrojom uhlíka a energie pre heterotrofné organizmy a významne prispieva k prúdeniu ekosystémov. Podpovrchové vody poskytujú vektor pre pohyb DOC z pozemského prostredia do prúdiacich ekosystémov.<sup>26</sup>

**Spektrálny absorbný koeficient pri 254 nm (SAK254)** je sumárny parameter poskytujúci informácie o organickej záťaži vo vzorkách vody.<sup>27</sup> Absorbancia v ultrafialovej oblasti (obvykle pri 254 nm a optickej dĺžke kvety 1 cm) je jednoduchým skupinovým stanovením, ktoré je charakteristické pre aromatické zlúčeniny. Nedá sa však odlišiť prírodné humínové látky od priemyselných znečistení aromatickými zlúčeninami. Má preto len indikačnú hodnotu pre rozhodnutie o stanovení ďalších ukazovateľov.<sup>28</sup>

**Celková suspendovaná tuhá látka (TSS)** je časť jemných častíc, ktorá zostáva v suspenzii vo vode. Predstavuje podobnú vlastnosť ako zákal, ale poskytuje aktuálnu hmotnosť tuhých častíc pre daný objem vzorky.<sup>29</sup>

### Namerané údaje

Výsledky meraní boli priebežne ukladané do dataloggera kontrolnej jednotky sondy a potom uložené do počítača. Namerané údaje sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách.

<sup>22,23</sup>SAMESOVA, D.; NAGYOVA, I.; MELICHOVA, Z. Natural environment contamination from the small sources; Znečistenie prírodného prostredia z malých zdrojov. 2006.

<sup>24</sup>EUROCLEAN. Chemická spotreba kyslíka vody (CHSK). [online] Dostupné na internete URL: <https://euroclean.sk/problemy-vody/chsk/>

<sup>25</sup>USGS. Biological Oxygen Demand (BOD) and Water. [online] Dostupné na internete URL: [https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/biological-oxygen-demand-bod-and-water?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/biological-oxygen-demand-bod-and-water?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)

<sup>26</sup>KAPLAN, Louis A.; NEWBOLD, J. Denis. Surface and subsurface dissolved organic carbon. Streams and ground waters. Academic Press, 2000. p. 237-258. ISBN 978-0-12-389845-6

<sup>27</sup>TRIEBSKORN, Rita, et al. Freshwater ecosystems profit from activated carbon-based wastewater treatment across various levels of biological organisation in a short timeframe. *Environmental Sciences Europe*, 2019, 31.1: 1-16. ISSN: 21904707, 21904715.

<sup>28</sup>PITTER, P. Organické látky ve vodách. *Hydrochemie*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. 792 s. ISBN: 978-80-7080-928-0

<sup>29</sup>RSHYDRO. Measuring TSS (Total Suspended Solids) in Water. [online] Dostupné na internete URL:

[https://www.rshydro.co.uk/page.php?\\_route\\_=water-quality-monitoring-equipment/water-quality-monitoring-parameters/tss-total-suspended-solids-water/](https://www.rshydro.co.uk/page.php?_route_=water-quality-monitoring-equipment/water-quality-monitoring-parameters/tss-total-suspended-solids-water/)



*Tabuľka 1 Namerané údaje zo vzorky vody z Jazera 1*

Time	N-NO <sub>3</sub> [mg/l]	CODeq [mg/l]	DOCeQ [mg/l]	TSSeq [mg/l]	SAC <sub>254</sub> [1/m]	Abs <sub>360</sub> [AU]	Abs <sub>210</sub> [AU]	Abs <sub>254</sub> [AU]	NO <sub>3</sub> [mg/l]	COD_SACeq [mg/l]	UVT <sub>254</sub> [%]
15.7.2020 9:32	0,13	0,27	1,29	40,93	21,89	0,0787	0,38	0,1882	0,57	31,96	64,838
15.7.2020 9:33	0,17	0,42	1,85	43,70	21,59	0,084	0,39	0,1920	0,75	31,52	64,272
15.7.2020 9:34	0,16	0,61	1,12	41,55	21,66	0,0799	0,38	0,1882	0,72	31,62	64,835
15.7.2020 9:35	0,14	0,43	1,25	41,74	21,81	0,0803	0,38	0,1893	0,62	31,84	64,67
15.7.2020 9:36	0,15	0,38	1,31	41,05	21,83	0,0789	0,38	0,1881	0,66	31,87	64,851
15.7.2020 9:37	0,08	0,68	0,00	83,22	22,38	0,16	0,45	0,2719	0,36	32,68	53,465

*Tabuľka 2 Namerané údaje zo vzorky vody z Jazera 2*

Time	N-NO <sub>3</sub> [mg/l]	CODeq [mg/l]	DOCeQ [mg/l]	TSSeq [mg/l]	SAC <sub>254</sub> [1/m]	Abs <sub>360</sub> [AU]	Abs <sub>210</sub> [AU]	Abs <sub>254</sub> [AU]	NO <sub>3</sub> [mg/l]	COD_SACeq [mg/l]	UVT <sub>254</sub> [%]
15.7.2020 9:38	0,05	0,00	0,00	37,26	30,99	0,0716	0,45	0,2266	0,22	45,24	59,351
15.7.2020 9:39	0,06	0,01	0,00	33,75	31,01	0,0649	0,45	0,2200	0,26	45,28	60,26
15.7.2020 9:40	0,07	0,25	0,00	34,44	30,76	0,0662	0,45	0,2200	0,32	44,91	60,25
15.7.2020 9:41	0,06	0,07	0,00	34,84	31,10	0,067	0,45	0,2225	0,25	45,41	59,908
15.7.2020 9:42	0,07	0,16	0,00	33,55	30,96	0,0645	0,45	0,2193	0,30	45,20	60,352
15.7.2020 9:43	0,03	0,00	0,00	38,35	30,84	0,0738	0,45	0,2279	0,14	45,02	59,163

*Tabuľka 3 Namerané údaje zo vzorky vody z Jazera 3*

Time	N-NO <sub>3</sub> [mg/l]	CODeq [mg/l]	DOCeQ [mg/l]	TSSeq [mg/l]	SAC <sub>254</sub> [1/m]	Abs <sub>360</sub> [AU]	Abs <sub>210</sub> [AU]	Abs <sub>254</sub> [AU]	NO <sub>3</sub> [mg/l]	COD_SACeq [mg/l]	UVT <sub>254</sub> [%]
15.7.2020 9:58	0,00	0,00	4,76	30,18	26,70	0,058	0,32	0,1915	0,00	38,98	64,336
15.7.2020 9:59	0,00	0,00	2,35	30,79	44,49	0,0592	0,56	0,2817	0,00	64,96	52,279
15.7.2020 10:00	0,00	0,07	2,58	32,06	44,53	0,0617	0,57	0,2843	0,01	65,01	51,967
15.7.2020 10:01	0,00	0,20	2,95	31,88	44,58	0,0613	0,57	0,2842	0,00	65,09	51,973
15.7.2020 10:02	0,00	0,07	2,15	30,39	44,50	0,0584	0,57	0,2809	0,02	64,96	52,369
15.7.2020 10:03	0,00	0,00	2,82	34,02	44,64	0,0654	0,57	0,2886	0,00	65,17	51,45
15.7.2020 10:04	0,00	0,00	2,89	31,13	44,66	0,0599	0,57	0,2832	0,00	65,20	52,099
15.7.2020 10:05	0,00	0,25	2,98	31,66	44,60	0,0609	0,57	0,2839	0,00	65,12	52,014
15.7.2020 10:06	0,00	0,08	2,92	31,53	44,58	0,0606	0,57	0,2836	0,00	65,09	52,053
15.7.2020 10:07	0,00	0,08	2,68	30,66	44,64	0,059	0,57	0,2822	0,00	65,18	52,22
15.7.2020 10:08	0,00	0,00	2,17	33,31	44,69	0,0641	0,58	0,2875	0,01	65,25	51,58
15.7.2020 10:09	0,00	0,00	2,03	31,83	44,86	0,0612	0,57	0,2855	0,00	65,50	51,817
15.7.2020 10:10	0,00	0,19	2,19	31,26	44,83	0,0601	0,57	0,2843	0,00	65,46	51,965
15.7.2020 10:11	0,00	0,05	2,17	31,54	44,69	0,0607	0,57	0,2841	0,01	65,25	51,984
15.7.2020 10:12	0,01	0,21	2,24	30,19	44,76	0,0581	0,57	0,2819	0,03	65,36	52,255
15.7.2020 10:13	0,00	0,00	2,98	32,52	44,97	0,0625	0,58	0,2874	0,00	65,66	51,595
15.7.2020 10:14	0,00	0,03	2,66	29,99	44,88	0,0577	0,57	0,2821	0,01	65,52	52,232
15.7.2020 10:15	0,00	0,15	2,58	29,94	44,72	0,0576	0,57	0,2811	0,01	65,28	52,342



*Tabuľka 4 Namerané údaje zo vzorky vody z Jazera 4*

Time	N-NO <sub>3</sub> [mg/l]	CODeq [mg/l]	DOCeQ [mg/l]	TSSeq [mg/l]	SAC <sub>254</sub> [l/m]	Abs <sub>360</sub> [AU]	Abs <sub>210</sub> [AU]	Abs <sub>254</sub> [AU]	NO <sub>3</sub> [mg/l]	COD_SACeq [mg/l]	UVT <sub>254</sub> [%]
15.7.2020 9:44	0,04	0,00	0,00	37,40	31,14	0,0719	0,45	0,2276	0,17	45,46	59,211
15.7.2020 9:45	0,03	0,00	0,00	39,39	30,96	0,0757	0,45	0,2305	0,14	45,20	58,812
15.7.2020 9:46	0,03	0,00	0,00	39,44	31,04	0,0759	0,45	0,2311	0,12	45,32	58,741
15.7.2020 9:47	0,03	0,00	0,00	37,90	31,28	0,0729	0,46	0,2293	0,15	45,67	58,982
15.7.2020 9:48	0,03	0,00	0,00	37,31	31,15	0,0717	0,45	0,2275	0,13	45,48	59,224
15.7.2020 9:49	0,03	0,00	0,00	36,32	31,09	0,0698	0,45	0,2253	0,15	45,40	59,523
15.7.2020 9:50	0,03	0,00	0,00	36,76	31,25	0,0707	0,45	0,2269	0,12	45,63	59,301

*Tabuľka 5 Namerané údaje zo vzorky vody z Jazera 5*

Time	N-NO <sub>3</sub> [mg/l]	CODeq [mg/l]	DOCeQ [mg/l]	TSSeq [mg/l]	SAC <sub>254</sub> [l/m]	Abs <sub>360</sub> [AU]	Abs <sub>210</sub> [AU]	Abs <sub>254</sub> [AU]	NO <sub>3</sub> [mg/l]	COD_SACeq [mg/l]	UVT <sub>254</sub> [%]
15.7.2020 9:51	0,00	0,00	0,00	28,78	30,23	0,0553	0,41	0,2065	0,00	44,14	62,16
15.7.2020 9:52	0,00	0,00	0,00	27,59	30,28	0,0531	0,41	0,2044	0,00	44,20	62,456
15.7.2020 9:53	0,00	0,00	0,00	28,20	30,21	0,0542	0,41	0,2053	0,01	44,11	62,332
15.7.2020 9:54	0,00	0,00	0,00	27,87	30,31	0,0536	0,41	0,2052	0,00	44,26	62,351
15.7.2020 9:55	0,00	0,00	0,00	27,10	30,41	0,0521	0,41	0,2042	0,00	44,40	62,494
15.7.2020 9:56	0,00	0,00	0,00	26,01	30,44	0,05	0,40	0,2022	0,00	44,44	62,776
15.7.2020 9:57	0,00	0,00	0,00	28,12	30,40	0,0541	0,41	0,2060	0,00	44,38	62,223

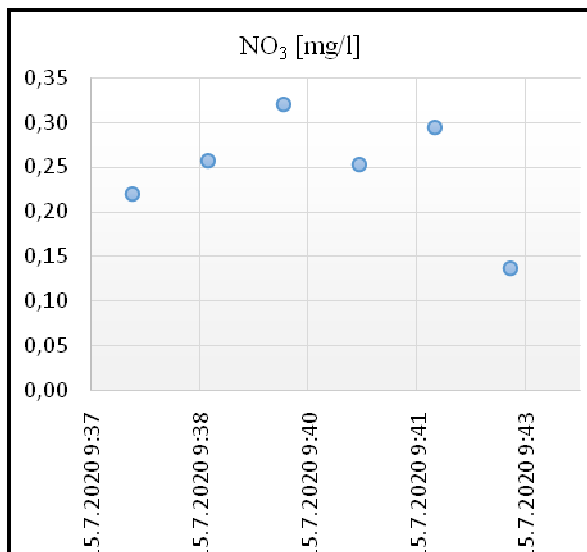
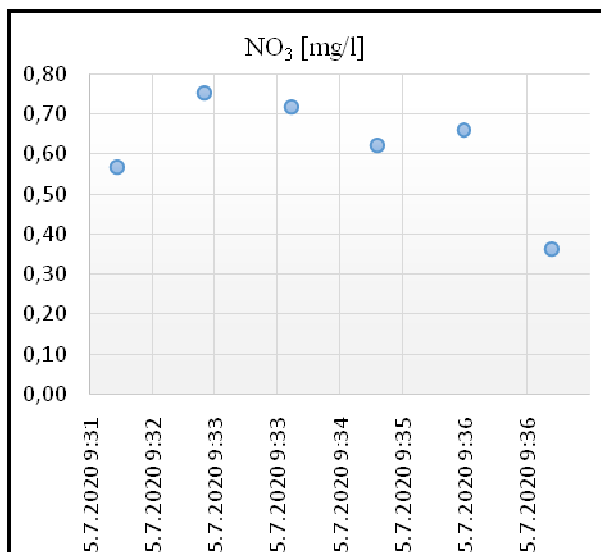
*Tabuľka 6 Namerané údaje zo vzorky vody z rieky Čierna voda*

Time	N-NO <sub>3</sub> [mg/l]	CODeq [mg/l]	DOCeQ [mg/l]	TSSeq [mg/l]	SAC <sub>254</sub> [l/m]	Abs <sub>360</sub> [AU]	Abs <sub>210</sub> [AU]	Abs <sub>254</sub> [AU]	NO <sub>3</sub> [mg/l]	COD_SACeq [mg/l]	UVT <sub>254</sub> [%]
15.7.2020 18:20	1,07	1,06	2,61	15,58	6,89	0,03	0,51	0,0644	6,93	10,06	86,22
15.7.2020 18:21	1,61	0,84	2,13	12,90	7,13	0,02	0,51	0,0604	6,23	10,40	87,01
15.7.2020 18:22	1,61	0,87	2,03	16,59	7,12	0,03	0,52	0,0675	6,33	10,39	85,61
15.7.2020 18:23	1,42	1,04	2,88	15,20	7,02	0,03	0,52	0,0640	6,18	10,25	86,30
15.7.2020 18:24	1,38	0,88	2,88	12,23	7,06	0,02	0,51	0,0588	6,29	10,31	87,33
15.7.2020 18:25	1,05	0,98	2,17	9,36	7,04	0,02	0,51	0,0543	6,86	10,29	88,24
15.7.2020 18:26	1,47	1,03	2,21	11,02	7,00	0,02	0,51	0,0562	6,72	10,22	87,86
15.7.2020 18:27	1,91	0,76	1,34	14,27	7,19	0,03	0,52	0,0634	6,25	10,49	86,42

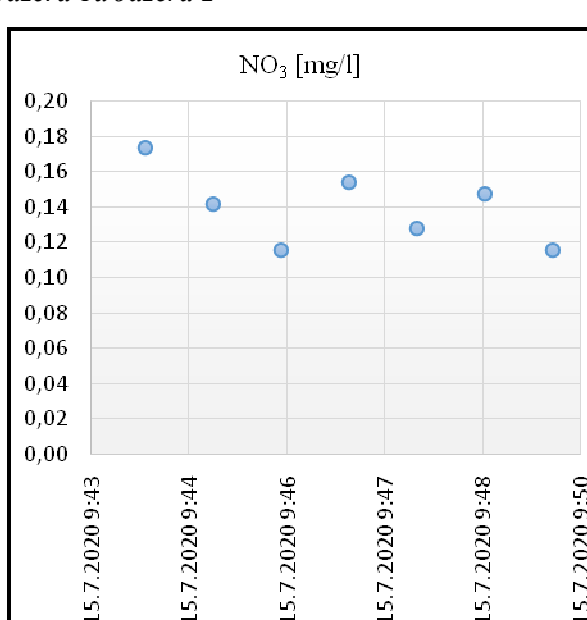
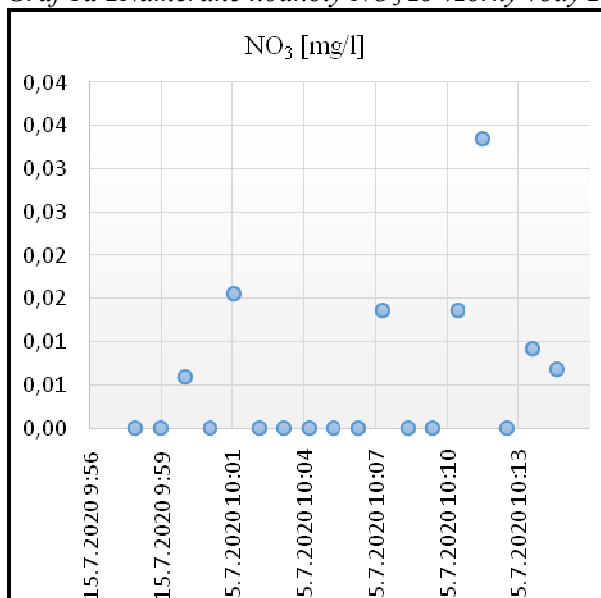
*Tabuľka 7 Priemerné hodnoty nameraných údajov na všetkých bodoch*

Mer. bod	Číslo bodu	N-NO <sub>3</sub> AVG [mg/l]	CODeq AVG [mg/l]	DOCeQ AVG [mg/l]	TSSeq AVG [mg/l]	SAC <sub>254</sub> AVG [l/m]	Abs <sub>360</sub> AVG [AU]	Abs <sub>210</sub> AVG [AU]	Abs <sub>254</sub> AVG [AU]	NO <sub>3</sub> AVG [mg/l]	COD_SACeq AVG [mg/l]	UVT <sub>254</sub> AVG [%]
Jazero 1	1	0,14	0,47	1,14	48,70	21,86	0,09	0,39	0,20	0,61	31,91	62,82
Jazero 2	2	0,06	0,08	0,00	35,36	30,94	0,07	0,45	0,22	0,25	45,18	59,88
Jazero 3	3	0,00	0,08	2,67	31,38	43,68	0,06	0,56	0,28	0,01	63,78	52,70
Jazero 4	4	0,03	0,00	0,00	37,79	31,13	0,07	0,45	0,23	0,14	45,45	59,11
Jazero 5	5	0,00	0,00	0,00	27,67	30,32	0,05	0,41	0,20	0,00	44,27	62,40
Č. voda	6	1,44	0,93	2,28	13,39	7,06	0,03	0,51	0,06	6,47	10,30	86,87

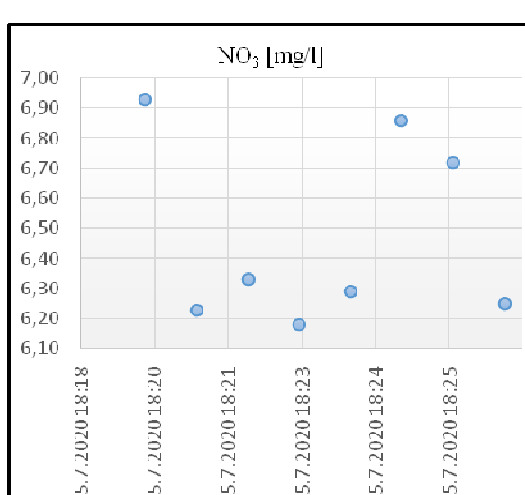
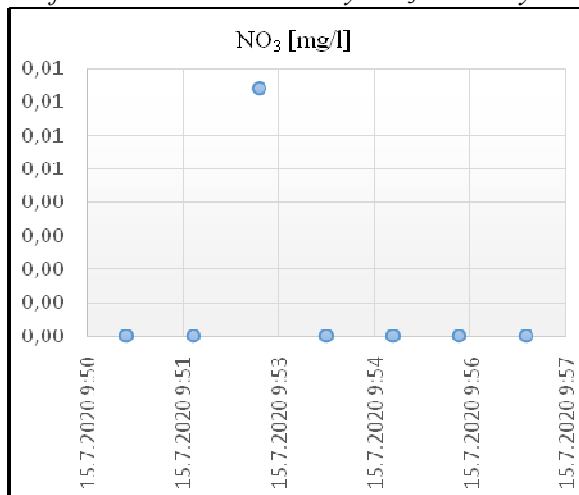
Pomocou grafov boli vyjadrené namerané koncentrácie nitrátu jednotlivých meraných bodov. Priemery vybraných parametrov sú zobrazené v grafoch 7 – 10.



Graf 1a 2 Namerané hodnoty NO<sub>3</sub> zo vzorky vody z Jazera 1a Jazera 2

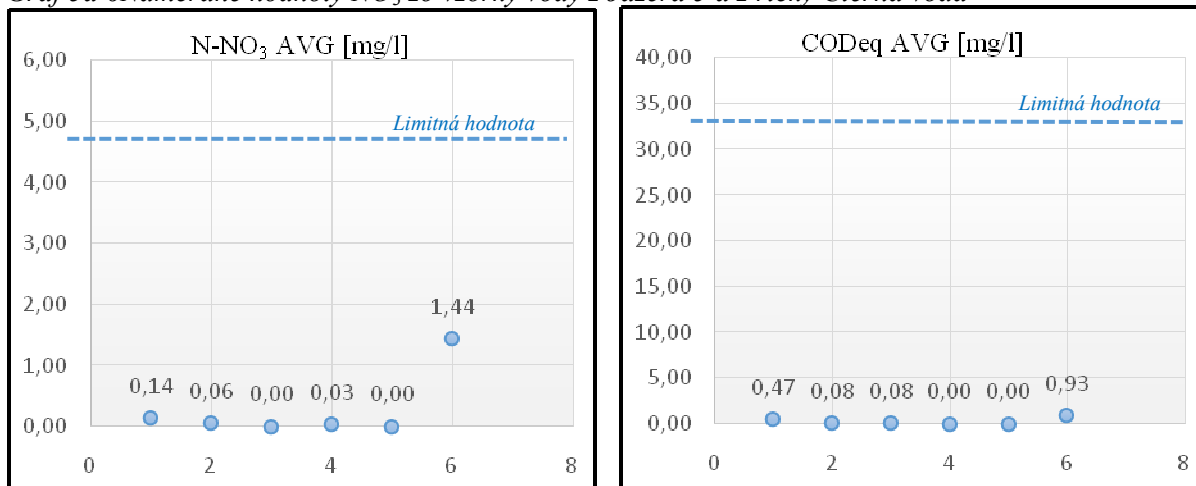


Graf 3 a 4 Namerané hodnoty NO<sub>3</sub> zo vzorky vody z Jazera 3 a Jazera 4

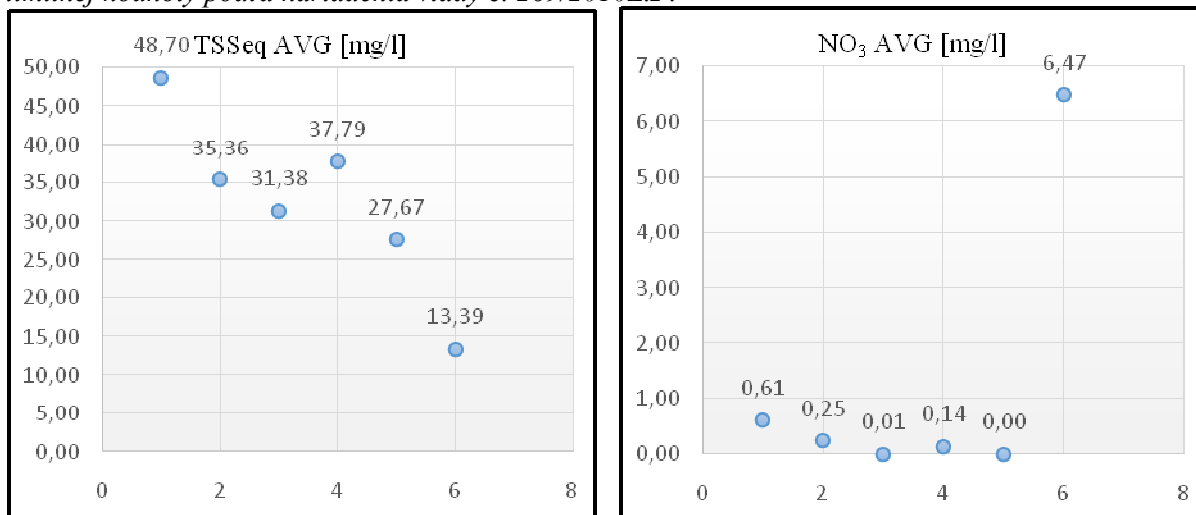




Graf 5a 6 Namerané hodnoty  $\text{NO}_3$  zo vzorky vody z Jazera 5 a z rieky Čierna voda



Graf 7 a 8 Priemerné hodnoty dusičnanového dusíku a CHSK všetkých odberových miest s indikáciou limitnej hodnoty podľa nariadenia vlády č. 269/2010Z.z.



Graf 9 a 10 Priemerné hodnoty celkových suspendovaných častíc a dusičnanov

#### Klasifikácia stavu povrchových vôd

Podľa nariadenia vlády Slovenskej republiky 398/2012 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd určuje klasifikáciu dobrého ekologického stavu, dobrého chemického stavu a dobrého ekologického potenciálu útvarov povrchových vôd ak:

- Útvar povrchových vôd je klasifikovaný v dobrom ekologickom stave, ak prvky kvality 1) hodnotenia ekologického stavu sú začlenené vo veľmi dobrom ekologickom stave alebo dobrom ekologickom stave. 1a) Limitné hodnoty určenia ekologického stavu pre jednotlivé prvky kvality a typy vodných útvarov povrchových vôd uvedené v prílohe č. 12 časti A. Postup hodnotenia ekologického stavu je uvedený v prílohe č. 12 časti B.
- Útvar povrchových vôd je klasifikovaný v dobrom chemickom stave, ak hodnoty koncentrácií prioritných látok a niektorých ďalších znečisťujúcich látok v útvare povrchových vôd nepresahujú environmentálne normy kvality. 1b) Postup hodnotenia chemického stavu útvarov povrchových vôd je uvedený v prílohe č. 14.
- Výrazne zmenený vodný útvar alebo umelý vodný útvar je klasifikovaný v dobrom ekologickom potenciáli, ak je začlenený v maximálnom ekologickom potenciáli alebo dobrom ekologickom potenciáli. 1c) Postup určovania ekologického potenciálu pre výrazne zmenené vodné útvary alebo umelé vodné útvary je uvedený v prílohe č. 13.



- Pri hodnotení ekologického stavu a chemického stavu povrchových vôd sa zohľadňujú pozadové koncentrácie nesyntetických špecifických látok.
- Hodnotenie ekologického stavu a hodnotenie chemického stavu a určovanie ekologického potenciálu sa vzťahuje na reprezentatívne monitorované miesta."<sup>30</sup>

Vybrané všeobecné kvalitatívne požiadavky pre povrchové vody podľa nariadenie vlády č. 269/2010 Z.z sú uvedené v Tabuľke 7.

Tabuľka 7 Vybrané všeobecné kvalitatívne požiadavky pre povrchové vody (nariadenie vlády č. 269/2010 Z.z.)<sup>31</sup>

Ukazovateľ	Symbol	Jednotka	Odporúčaná hodnota
1. Rozpustený kyslík	O <sub>2</sub>	mg/l	viac ako 5
2. Biochemická spotreba kyslíka s potlač. nitrifikácie	BSK <sub>5</sub>	mg/l	7
3. Chemická spotreba kyslíka dichrómanom	ChSK <sub>Cr</sub>	mg/l	35
4. Celkový organický uhlík	TOC	mg/l	11
5. Sulfán a sulfidy	S <sup>2-</sup>	mg/l	0,02
6. Reakcia vody	pH		6 - 8,5
7. Teplota	t	°C	<26
8. Rozpustené látky, sušené pri 105 °C	RL <sub>105</sub>	mg/l	900
9. Rozpustené látky, po žíhaní pri 550 °C	RL <sub>550</sub>	mg/l	640
10. Železo celkové	Fe	mg/l	2
11. Vodivosť	EK	mS/m	110
12. Mangán celkový	Mn	mg/l	0,3
13. Vápnik	Ca	mg/l	100
14. Horčík	Mg	mg/l	200
15. Chloridy	Cl <sup>-</sup>	mg/l	200
16. Sírany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	250
17. Sodík	Na	mg/l	100
18. Fluoridy	F <sup>-</sup>	mg/l	1,5
19. Amoniakálny dusík	N-NH <sub>4</sub>	mg/l	1
20. Dusitanový dusík	N-NO <sub>2</sub>	mg/l	0,02
21. Dusičnanový dusík	N-NO <sub>3</sub>	mg/l	5
22. Voľný amoniak	NH <sub>3</sub>	mg/l	0,3
23. Organický dusík	N <sub>org.</sub>	mg/l	2,5
24. Celkový dusík	N <sub>celk.</sub>	mg/l	9

## Diskusia

Sfarbenie vody jazera 3 je spôsobené spádom plodov Jelše lepkavej okolo jazera. Jelša lepkavá (lat. *Alnus glutinosa*) je listnatý opadavý strom z čeľade brezovité (lat. *Betulaceae*). Väčšinou dorastá do výšky približne 30 metrov. Je to brehová rastlina. Rastie väčšinou na brehoch vodných plôch. Jelša kvitne v marci a apríli. Plodom jelše sú šištice, v nezrelom stave šedozelené a lepkavé, zrelé tmavohnedé a drevnaté, dlhé 8-12 mm; zostávajú na strome ešte dlho po spadu semien. U jelšových

<sup>30</sup>Nové ASPI. 398/2012 Z.z. zmena požiadavok na dosiahnutie dobrého stavu vôd. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.noveaspi.sk/products/lawText/1/79103/1/2>

<sup>31</sup>Zákony pre ľudí. Nariadenie vlády č. 269/2010 Z. z. Nariadenie vlády Slovenskej republiky, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2010-269>





šišťíc (pôsobia v primeranej koncentrácii) je najdôležitejší obsah trieslovín (taníny) a humínových kyselín. Môžu ovplyvňovať nitrifikáciu vody. Zafarbenie vody výluhom mení svetelné spektrum a intenzitu osvetlenia.

Koncentrácie nitrátu  $\text{NO}_3$  dosahovali minimálne hodnoty v rozsahu 0,00 – 0,75 mg/l v jazerách a v rieke 6,18 – 6,93 mg/l. Pre porovnanie, hygienická norma stanovuje pre pitnú vodu limit 25 mg/l pre kojencov a 50 mg/l pre dospelých ľudí.

Niektoré laboratória však uvádzajú množstvo dusíka, ktoré je v dusičnanovom ióne, a nazývajú ho dusičnanovým dusíkom a chemicky ho označujú ako  $\text{NO}_3\text{-N}$ . Dusičnan je jeden diel dusíka plus tri diely kyslíka, takže dusík tvorí iba asi 22,6 percenta na dusičnanovom ióne. Na dosiahnutie rovnakého účinku ako celý dusičnanový ión je teda potrebné omnoho menšie množstvo dusičnanového dusíka.<sup>32</sup> Pre povrchové vody stanovuje nariadenie vlády určujúci limit maximálnej koncentrácie pre dusičnanový dusík, a ten je 5 mg/l, ako je uvedené v tabuľke 7. Z grafu 7 je vidieť, že priemerné hodnoty na všetkých meraných bodoch výrazne podkračujú túto hodnotu. Pre prevod z jednotiek dusíka ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) na dusičnan ( $\text{NO}_3$ ) je potrebné vynásobiť hodnotu  $\text{NO}_3\text{-N}$  konštantou 4,427<sup>33</sup>.

Zákal vody býva najčastejšie spôsobený časticami organického aj anorganického pôvodu.<sup>34</sup> Vysoký zákal je pre vodu zhubný, pretože absorpcia väčšej časti slnečného žiarenia spôsobuje zvyšovanie jej teploty. Podľa USGS<sup>35</sup> je zákal povrchovej vody obvykle v rozmedzí 0 a ž 50 NTU<sup>36</sup>. Zákal je však často vyšší, zvlášť po silnom daždi, keď sú zvýšené hladiny vôd.<sup>37</sup> Vzťah medzi NTU a nerozpustnými látkami je 1 mg/l (ppm) = 3 NTU.<sup>38</sup> Priemerné hodnoty sa pohybovali v rozsahu 13,39 – 48,70 mg/l ako je uvedené v grafe 9.

Spektrofotometer popri zobrazení nameraných koncentrácií kvalitatívnych parametrov poskytuje grafické zobrazenie absorbných spektier. Ak sa vyskytuje vo vzorke parameter, ktorý knižnica neobsahuje, prejaví sa to na spektre ako absorpcia na určitej vlnovej dĺžke. To umožňuje napríklad zisťovať kvalitatívne zmeny vody v čase.

## Záver

Meranie kvality povrchových vôd je na Slovensku prevádzané odberom vzoriek a prevozom do laboratória výskumnej inštitúcie. V dnešnej dobe sú k dispozícii technológie, ktoré umožňujú (aj keď nie všetky) veľkú časť kvalitatívnych parametrov merať v krátkych časových intervaloch (rádovo minúty) a posielat' cez mobilnú sieť do vzdialených miest pre ďalšie spracovanie a vyhodnotenie. Takéto systémy alebo systémové celky v podobe meracích staníc sa oproti západným krajinám v teréne vyskytujú len zriedka. Súvisí to z viacerými faktormi, ako napr. vysoká obstarávacia cena alebo možnosť poškodenia či odcudzenia v prípade nechránených objektov.

Vďaka robotizácii a rýchlemu napredovaniu v oblasti vedy a výskumu sa jednotlivé časti techniky stále viac integrujú do jednotlivých celkov so stále menšími rozmermi a lepšími technickými parametrami. Takýto systém umožňuje realizáciu blokov s veľmi vysokým stupňom integrácie súčasne so zmenšovaním konštrukčných rozmerov. Sériová výroba pomocou výrobných liniek je základom pre vysokú spoľahlivosť jednotlivých dielov a celých systémov. Taktiež to má výrazný vplyv na náklady spojené s kompletizáciou celkov a v konečnom dôsledku na klesajúci trend výslednej obstarávecej ceny prístroja alebo systémového celku.

Nasadením autonómnych monitorovacích staníc kvality vody je možné vytvorit' okamžitý prehľad stavu nie len povrchových ale aj podzemných vôd. Spektrofotometer použitý v tejto štúdií je určený aj na monitorovanie vodných zdrojov a tiež na meranie parametrov odpadových vôd. V portfóliu

<sup>32</sup>University of Nebraska–Lincoln. Nitrate nitrogen ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) or nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) – Know the Difference!. [online] Dostupné na internete URL: <https://newsroom.unl.edu/announce/beef/5891/33379>

<sup>33</sup>HACH. What is the factor to convert from  $\text{NO}_3\text{-N}$  and  $\text{NO}_3$ . [online] Dostupné na internete URL:

[https://support.hach.com/app/answers/answer\\_view/a\\_id/1000316/~/-/what-is-the-factor-to-convert-from-no3-n-and-no3%3F-](https://support.hach.com/app/answers/answer_view/a_id/1000316/~/-/what-is-the-factor-to-convert-from-no3-n-and-no3%3F-)

<sup>34</sup>AQUANOVA. Zákal vody. [online] Dostupné na internete URL: <https://aquanova.sk/problemy-vody/zakal-vody/>

<sup>35</sup>USGS (U.S. Geological Survey) Americká inštitúcia pre výskum zeme

<sup>36</sup>Nephelometric Turbidity Unit

<sup>37</sup>PMSDELTA. Senzor zákalu TRB-BTA. [online] Dostupné na internete URL: <https://pmsdelta.sk/senzory/>

<sup>38</sup>TechnoConvertingEngineering. What is NTU. <https://www.tecnocnverting.com/technical-articles/what-is-ntu/>



výrobcu sú tiež prvky pre nasadenie do rôznych aplikácií a tiež pre prenos údajov do požadovaných cieľových bodov. Tento druh techniky sa radí svojou konštrukciou a možnosťami k inovatívnym druhom technických prostriedkov a je predpoklad, že bude používaný pre svoju presnosť, spoľahlivosť a variabilitu ako súčasť nových technických systémov pre zabezpečenie ochrany životného prostredia, sledovania jeho stavu a v neposlednom rade aj ako súčasť pre vedecký výskum v oblasti techniky analytickej chémie, ekológie a environmentalistiky.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- AQUANOVA. Zákal vody. [online] Dostupné na internete URL: <https://aquanova.sk/problemy-vody/zakal-vody/>
- BERG, Bernard J., et al. Portable spectrophotometer. *U.S. Patent No 5,369,481*, 1994.
- DOCPLAYER. TABLE OF CONTENTS. Table of contents CONTROLLER 60 OPENING CREDITS PHOTOMETERS 6 ACCESSORIES 68 FLUOROMETERS 24 RADIOMETERS 36 NEPHELOMETRY 42. [online] Dostupné na internete URL: <http://docplayer.net/143995394-Table-of-contents-table-of-contents-controller-60-opening-credits-photometers-6-accessories-68-fluorometers-24-radiometers-36-nephelometry-42.html>
- EKOPARK RELAX. História vs súčasnosť. [online] Dostupné na internete URL: <http://ekoparkrelax.sk/>
- Environmental Technology. What is coagulation and how to control it using online UV-VIS SPECTROMETERS. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.envirotech-online.com/news/water-wastewater/9/process-measurement-analysis-ltd/what-is-coagulation-and-how-to-control-it-using-online-uv-vis-spectrometers/16102>
- Enviportal. Kvalita povrchových vôd. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.enviportal.sk/indicator/detail?id=401&print=yes>
- EUROCLEAN. Chemická spotreba kyslíka vody (CHSK). [online] Dostupné na internete URL: <https://euroclean.sk/problemy-vody/chsk/>
- GOOGLEMAPS. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.google.com/maps/place/Relax/@48.1907312,17.5876207,399m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b6360ecd2029f:0xb9e8b6ee4d9dbf38!8m2!3d48.1912161!4d17.5872795>
- GOOGLEMAPS. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.google.com/maps/place/925+22+Ve%C4%BEk%C3%A9+%C3%A9%C4%BEany/@48.1887602,17.5790376,336m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b7b56e0f8b7b3:0xbe3cf2e92de0e1ce!8m2!3d48.1657877!4d17.5770214>
- GOOGLEMAPS. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.google.com/maps/place/925+22+Ve%C4%BEk%C3%A9+%C3%A9%C4%BEany/@48.1880982,17.5824452,399m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b7b56e0f8b7b3:0xbe3cf2e92de0e1ce!8m2!3d48.1657877!4d17.5770214>
- GOOGLEMAPS. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.google.com/maps/place/925+22+Ve%C4%BEk%C3%A9+%C3%A9%C4%BEany/@48.1901603,17.5882222,399m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b7b56e0f8b7b3:0xbe3cf2e92de0e1ce!8m2!3d48.1657877!4d17.5770214>
- GOOGLEMAPS. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.google.com/maps/place/925+22+Ve%C4%BEk%C3%A9+%C3%A9%C4%BEany/@48.1908144,17.5932873,672m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x476b7b56e0f8b7b3:0xbe3cf2e92de0e1ce!8m2!3d48.1657877!4d17.5770214>
- HACH. What is the factor to convert from NO3-N and NO3. [online] Dostupné na internete URL: [https://support.hach.com/app/answers/answer\\_view/a\\_id/1000316/~/~what-is-the-factor-to-convert-from-no3-n-and-no3%3F-](https://support.hach.com/app/answers/answer_view/a_id/1000316/~/~what-is-the-factor-to-convert-from-no3-n-and-no3%3F-)



- KAPLAN, Louis A.; NEWBOLD, J. Denis. Surface and subsurface dissolved organic carbon. Streams and ground waters. Academic Press, 2000. p. 237-258. ISBN 978-0-12-389845-6
- KIDSTOWN. Ekopark Relax.[online] Dostupné na internete URL:  
<https://kidstown.citylife.sk/miesto/ekopark-relax>
- KOVÁČOVÁ, V. 2017. Trendy vývoja obsahu dusičnanov v kanálovej sieti žitného ostrova. *Acta Hydrologica Slovaca*, ročník 18, č. 1, 2017, 57 – 67. ISSN 2644-6291
- KOVÁČOVÁ, V. a kol. 2017. Nitrate dispersion-diffusion coefficients in agricultural soil profile of Žitný ostrov locality (Slovakia). Columella, , 143. *Journal of Agricultural and Environmental Sciences. Volume 4, Number 1*. ISSN 2064-7816.
- MUSTAPHA, A.; ABDU, A. Application of principal component analysis & multiple regression models in surface water quality assessment. *Journal of environment and earth science*, 2012, 2.2: 16-23. ISSN (Paper)2224-3216, ISSN (Online)2225-0948
- NARAYANA, Badiadka; SUNIL, Kenchaiah. A spectrophotometric method for the determination of nitrite and nitrate. *Eurasian Journal of Analytical Chemistry*, 2009, 4.2: 204-214. ISSN: 1306-3057.
- Nephelometric Turbidity Unit
- Nové ASPI. 398/2012 Z.z. zmena požiadavok na dosiahnutie dobrého stavu vôd.[online] Dostupné na internete URL: <https://www.noveaspi.sk/products/lawText/1/79103/1/2>
- PITTER, P. Organické látky ve vodách. *Hydrochemie*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2015. 792 s. ISBN: 978-80-7080-928-0
- PMSDELTA. Senzor zákalu TRB-BTA. [online] Dostupné na internete URL:  
<https://pmsdelta.sk/senzory/>
- Polution and process monitoring. TriOS manufactured products - OPUS - DOC, NO3 & NO2 optical sensor. [online] Dostupné na internete URL: <http://www.pollution-ppm.co.uk/trios-manufactured-products.asp>
- RRR. Čierna voda.[online] Dostupné na internete URL: <https://www.rrr.sk/cierna-voda/>
- RSHYDRO. Measuring TSS (Total Suspended Solids) in Water. [online] Dostupné na internete URL:  
[https://www.rshydro.co.uk/page.php?\\_route\\_=water-quality-monitoring-equipment/water-quality-monitoring-parameters/tss-total-suspended-solids-water/](https://www.rshydro.co.uk/page.php?_route_=water-quality-monitoring-equipment/water-quality-monitoring-parameters/tss-total-suspended-solids-water/)
- SAMESOVA, D.; NAGYOVA, I.; MELICHOVA, Z. Natural environment contamination from the small sources; Znečistenie prírodného prostredia z malých zdrojov. 2006.
- SHMÚ. Ciele monitorovacieho subsystemu. [online] Dostupné na internete URL:  
<http://www.shmu.sk/sk/?page=244>
- TechnoConvertingEngineering. What is NTU. <https://www.tecnocverting.com/technical-articles/what-is-ntu/>
- TRIEBSKORN, Rita, et al. Freshwater ecosystems profit from activated carbon-based wastewater treatment across various levels of biological organisation in a short timeframe. *Environmental Sciences Europe*, 2019, 31.1: 1-16. ISSN: 21904707, 21904715.
- TRIOS. Opus. [online] Dostupné na internete URL: <https://trios.de/opus.html>
- TRIOS. TriOS\_Vertriebspräsentation. Interný dokument f. MEDON, GmbH.
- University of Nebraska–Lincoln. Nitrate nitrogen (NO<sub>3</sub>-N) or nitrate (NO<sub>3</sub>-) – Know the Difference!. [online] Dostupné na internete URL: <https://newsroom.unl.edu/announce/beef/5891/33379>
- USGS (U.S. Geological Survey) Americká inštitúcia pre výskum zeme
- USGS. Biological Oxygen Demand (BOD) and Water. [online] Dostupné na internete URL:  
[https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/biological-oxygen-demand-bod-and-water?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/biological-oxygen-demand-bod-and-water?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)
- YANG, J. E., et al. A simple spectrophotometric determination of nitrate in water, resin, and soil extracts. *Soil Science Society of America Journal*, 1998, 62.4: 1108-1115. ISSN 0361-5995.
- Zákony pre ľudí. Nariadenie vlády č. 269/2010 Z. z. Nariadenie vlády Slovenskej republiky, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd. [online] Dostupné na internete URL: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2010-269>



## ADRESY AUTOROV

**Ján Iľko**

MEDON GmbH, Olbendorf, Austria

**Miroslav Rusko**

Slovenská spoločnosť pre životné prostredie, Bratislava, Slovenská republika

### **RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU**

*Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.*

### **REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS**

*Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.*