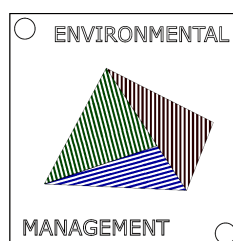


## KVALITA POVRCHOVEJ VODY V JAZERÁCH OBCE DRAHOVCE

 Alexandra KUCMANOVÁ<sup>1</sup> –  Milan ČERNEK<sup>2</sup>

### SURFACE WATER QUALITY IN LAKES IN DRAHOVCE




<sup>1</sup> Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 24 Trnava, Slovenská republika


 Email: [alexandra.kucmanova@stuba.sk](mailto:alexandra.kucmanova@stuba.sk)

 ORCID iD: [0000-0003-3089-7712](https://orcid.org/0000-0003-3089-7712)

<https://orcid.org/0000-0003-3089-7712>

<sup>2</sup> Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav integrovanej bezpečnosti, Botanická 49, 917 24 Trnava, Slovenská republika

 Competing interests : The author declare no competing interests.

 Publisher's Note: Slovak Society for Environment stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations. Copyright: © 2021 by the authors.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

This license allows reusers to distribute, remix, adapt, and build upon the material in any medium or format, so long as attribution is given to the creator. The license allows for commercial use.

 Review text in the proceeding: Contributions published in proceedings were reviewed by members of scientific committee . For text editing and linguistic contribution corresponding authors.

### ABSTRAKT

Kontaminácia vodných ekosystémov predstavuje jeden z najvýraznejších globálnych problémov vo svete. Prítomnosť znečisťujúcich látok má negatívny dopad na ich kvantitu, kvalitu a čiastočne aj prirodzenú samočistiacu schopnosť. Stojaté vody sú na znečistenie oveľa náchylnejšie ako tečúce vody z dôvodu absencie horizontálneho prúdenia vody. Cieľom nášho článku bolo zhodnotiť stav stojatých povrchových vôd nachádzajúcich sa blízko obce Drahovce. Odber vzoriek sa uskutočňoval raz mesačne v období od januára do apríla 2022. V teréne sa stanovovali nasledovné ukazovatele kvality vody - teplota vody, pH vody, elektrolytická konduktivita vody, zákal vody, dusičnanový dusík, fosforečnany, celkový fosfor. V laboratórnych podmienkach sa stanovovala koncentrácia amónnych iónov a chloridov. Namerané hodnoty koncentrácií vybraných ukazovateľov sa porovnali s platnými legislatívnymi požiadavkami uvedenými v Nariadení vlády č. 269/2010 Z.z. v znení neskorších predpisov.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** jazerá, kontaminácia, kvalita vody, monitorovanie, odberové miesta, stojaté vody

## ABSTRACT

*Contamination of water ecosystems represents one of the most significant global problems in the world. The presence of pollutants has a negative impact on their quantity, quality and also their natural self-purification. Lentic waters are much more susceptible to pollution than flowing waters due to the absence of horizontal water flow. The aim of our article was to evaluate the state of stationary surface waters located near the village of Drahovce. Sampling was carried out once a month in the period from January to April 2022. The following water quality indicators were determined in the field - water temperature, water pH, water electrolytic conductivity, water turbidity, nitrate nitrogen, phosphates, and total phosphorus. The concentration of ammonium ions and chlorides was determined in laboratory conditions. The measured values of the concentrations of the selected indicators were compared with the valid legislative requirements specified in the Government Regulation no. 269/2010.*

**KEY WORDS:** lakes, contamination, water quality, monitoring, sampling points, lentic waters

## ÚVOD

Sladkovodné ekosystémy sú nevyhnutné pre život človeka. Ľudia závisia od rôznych služieb poskytovaných sladkými vodami, či už ide o potravu (napr. jedlo, voda), regulačné služby (napr. regulácia klímy, regulácia vody, palivo, regulácia prírodných rizík), kultúrne služby (napr. kultúrna rozmanitosť, ekoturizmus) alebo podporné služby (napr. fotosyntéza, kolobeh živín, kolobeh vody) [1].

Z uvedených dôvodov vyplýva aj nárast obáv ľudí nedostatku vody a nedostatočného zásobovania vodou spôsobené predovšetkým vysokou spotrebou vody obyvateľmi, priemyslom a poľnohospodárstvom [2]. Aj samotný človek svojou činnosťou vplýva na kvantitu a kvalitu vodných zdrojov nadmernou produkciou a vypúšťaním, častokrát nedostatočne vyčistených, odpadových vôd. Hlavnými pôvodcami odpadových vôd na Slovensku sú priemysel a poľnohospodárstvo. Zväčšuje sa plošné znečistenie, ohrozenie látkami, ktoré sa nerozkladajú prirodzenou cestou. Znečistenie sa prejaví zmenou fyzikálnych a chemických vlastností, chemického zloženia a biologického oživenia [3].

Stojaté vody na rozdiel od tečúcich sa vyznačujú absenciou horizontálneho prúdenia vody, čo významne ovplyvňuje aj ich vlastnosti, napr. kolobeh a koncentrácia živín, okysličenie, samočistenie, oživenie vodnou faunou a flórou [4]. Pre stojaté vody je charakteristická teplotná stratifikácia vody, ktorá sa mení v priebehu roka [5]. Stojaté vody so strednou alebo slabou zásobou živín (oligotrofné, mezotrofné) sú charakteristické výskytom iných rastlinných druhov ako pre vody s vysokým obsahom živín (eutrofné až hypereutrofné). Obsah živín je ovplyvňovaný takými charakteristikami akou je teplota a charakter podložia [6] [7]. Stojaté vody majú nepriaznivejšie kyslíkové pomery v porovnaní s tečúcimi vodami. Ich samočistiace schopnosť je až 100-násobne nižšia. V dôsledku toho sú oveľa viac náchyľnejšie k rozvoju eutrofizácie i na účinky toxických sedimentov splavovaných a akumulovaných na dne jazier a vodných nádrží [8].

## CHARAKTERISTIKA OBCE DRAHOVCE

Obec Drahovce leží na juhozápade Slovenska asi 10 kilometrov južne od Piešťan. Z východnej strany je obklopená pohorím Považského Inovca a na juhozápade Trnavskou pahorkatinou [9]. Z klimatického hľadiska patria Drahovce do teplej klimatickej oblasti. Priemerná ročná teplota je 9,2°C a priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje v rozmedzí 562 - 593mm [10]. Hydrologické pomery ovplyvňuje rieka Váh ako aj vybudovanie „Vodného diela Drahovce-Madunice“ v rokoch 1956-1960, ktoré tvorí záchytnú nádrž Slňava, hať Drahovce pozostávajúcich z deviatich hradných polí, z ktorých štyri prepúšťajú vodu do derivačného kanála a šesť polí slúži na prepúšťanie vody do starého koryta Váhu v prípade zvýšenej hladiny pri povodniach, derivačný (prívodný) kanál do madunickej elektrárne a v neposlednej rade aj samotná vodná elektráreň. Zdrž Slňava tiež dodáva chladiacu vodu pre atómovú elektráreň Jaslovské Bohunice. Tiež tu bola vybudovaná sieť kanálov pre závlahy poľnohospodárskych pozemkov. Prívodný derivačný kanál okrem toho, že privádza vodu pre elektráreň, má aj ochrannú funkciu pred povodňami.

## CHARAKTERISTIKA ODBEROVÝCH MIEST

Hodnotenie kvality povrchovej vody sa realizovalo v 4 jazerách, ktoré sú zároveň aj chovnými rybníkmi miestnej rybárskej organizácie patriacej Slovenskému rybárskemu zväzu. Jazerá Važina a Kochanová sa nachádzajú na pravej strane derivačného kanála, ktorý slúži ako hlavný napájač vody pre vodnú elektrárňu Madunice. Jazerá Vinišov a Baková sú na ľavej strane derivačného kanála a zároveň po pravej strane koryta rieky Váh (Obr. 1). Územie medzi derivačným kanálom a starým korytom Váhu je definované ako záplavová oblasť v prípade prívalových vôd, hlavne v jarých mesiacoch, ktoré je regulované Vodnou nádržou Sĺňava.



Obr. 1: Mapa odberových miest [Mapy.cz]

### Odberové miesto č. 1 - Štrkovisko Vinišov

Jazero Vinišov (Obr. 2) vzniklo dobagrovaním odrezaného koryta rieky Váh pri výstavbe prírodného Dráhovského kanála pre hydrocentrálu Madunice. Leží približne 1 km severnejšie od jazera Baková. Odrezané rameno sa „dostalo“ po vybudovaní kanála do záplavovej zóny, čo spôsobilo jeho postupné zanášanie naplaveninami z povodní. Na zamedzenie postupného vysychania sa zrealizovalo odbahnenie dna a vybudovala sa násoska z Drahovského kanála (samospádové napúšťanie revíru). Rybiu populáciu tvoria druhy typické pre nížinné revíry, napr. kapor rybníčný, amur biely, karas striebřistý, zubáč veľkoústý, štika severná, sumec veľký, lieň sliznatý, belica európska, atď. Biocentrum zahŕňa vodnú plochu odrezaného ramena Váhu o rozlohe cca 4ha s bohato vyvinutou močiarnou vegetáciou, bohatým výskytom leknice žltej, s pobrežným zárastom trst'ových porastov a okolitým lužným lesom s mozaikovým trávno-bylinných spoločenstiev.



Obr. 2: Odberové miesto č. 1 – štrkovisko Vinišov



Obr. 3: Odberové miesto č. 2 – revír Baková

## Odberové miesto č. 2 - Revír Baková

Názov „Baková“ (Obr. 3) vznikol z pôvodnej osady, ktorá bola predchodcom obce Drahovce. Vzniklo rovnakým spôsobom ako jazero Vinišov a tiež sa po vybudovaní kanála dostala do záplavovej zóny a začala sa postupne zanášať naplaveninami z povodní. V súčasnosti je dno už úplne zabahnené a hĺbka jazera sa neustále znižuje. Na zlepšenie stavu jazera sa dno odbahňuje a vybuďovala sa násoska z Drahovského kanála. V čase vybudovania bolo jazero tvorené dvoma samostatnými vodnými plochami rozdelenými jedným z viacerých kamenných valov. Tieto kamenné valy slúžili na spomalenie toku rozvodnenej rieky v čase záplav. V 80-tych rokoch sa tento val čiastočne odstránil a vzniklo jedno jazero. Spojením oboch vodných plôch sa vytvoril tzv. koridor prezáplavovej vlny, ktoré omnoho viac začali zanášať jazero naplaveninami z okolitých polí. Napriek tomu sa v revíre nachádza bohaté druhové zastúpenie rýb typické pre nížinné revíry (rovnako ako v jazere Vinišov). Tým, že sa násoskou udržiava stabilná vodná hladina, sa v okolí revíru udomácnilo početné zastúpenie rôznych druhov vtákov, hmyzu a vodných živočíchov, napr. bobor európsky, ondatra pižmová, rybárik riečny.

## Odberné miesto č. 3 - Štrkovisko Važina

Štrkovisko Važina (Obr.4) vzniklo takisto z pôvodného koryta Váhu, ktoré sa nachádza na celej západnej časti revíru. Celá oblasť miestnych revírov bola vytvorená počas výstavby „Drahovského kanála“, ktorý je napájaný z vodnej nádrže Sĺňava. VN Sĺňava napája aj „staré koryto Váhu“, ktoré sa paralelne vinie s „Drahovským kanálom“ a spájajú sa za obcou. Celý revír je tvorený dvoma jazerami o celkovej rozlohe 9 ha. Prítomnosť alochtónneho sumčeka amerického spôsobila nízke prírastky rybiej osádky v tomto revíre. V minulosti mal negatívny dopad na biodiverzitu revíru aj neodborné zarybnenie amurom bielym, ktorý v nasledujúcich rokoch skonsumoval celé vodné rastlinstvo. V dôsledku toho výrazne poklesol obsah rozpusteného kyslíka vo vode a došlo k zhoršeniu stavu vodného ekosystému. Nasledoval hromadný úhyn rýb citlivých na kyslík (zubáče, ostrieže, belice). Ani po 30 rokoch sa revíru nepodarilo dostať do pôvodného stavu.



Obr. 4: Odberové miesto č. 3 – štrkovisko Važina  
Kochanová



Obr. 5: Odberové miesto č. 4 – mŕtve rameno

## Odberné miesto č. 4 - Mŕtve rameno Kochanová

Revír sa nachádza v extraviláne obce smerom na Madunice po pravej strane „Drahovského kanála“ (Obr. 5). Je to posledný zachovaný úsek pôvodného koryta rieky Váh. Nasvedčuje tomu aj reliéf dna, ktorý je bez väčších nerovností štrkového pôvodu, s prudkými brehmi a hĺbkou 1,5 až 4,5 m. Zaujímavé je fakt, že výška hladiny tohto revíru je totožná s pôvodným korytom Váhu počas celého roka, aj keď je medzi nimi vybudovaný „Drahovský kanál“. Najväčšie zastúpenie z rýb má kapor rybníčný, amur biely, sumec veľký, štika severná, zubáč veľkoústý, pleskáč vysoký, červenicaostrobruchá, belica európska, úhor európsky, karas striebristý, ostriež zelenkastý. Rozloha revíru je 1 ha. V letnom období je vodná hladina takmer celá zatienená korunami okolitých stromov, hlavne topoľom čiernym, čím nedochádza k prehratiu vody a výraznému poklesu kyslíka vo vode.

## ODBERY VZORIEK VODY A KLASIFIKÁCIA VODY V ODBEROVÝCH MIESTACH

Odbery vzoriek vody sa realizovali 1 x mesačne v mesiacoch január až apríl v r. 2022. Pri odbere vzoriek povrchovej vody sme postupovali v zmysle STN ISO 5667-4. Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 4: Pokyny na odber vzoriek z jazier a umelých vodných nádrží. Pri voľbe ukazovateľov kvality povrchovej vody a klasifikácii vody v jednotlivých odberových miestach sa vychádzalo z Nariadenia vlády (ďalej NV) č. 269/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd. Časť meraní sa vykonávala priamo v teréne a časť v laboratóriu (Tabuľka č. 1). Zaradenie vody v odberových miestach podľa jednotlivých ukazovateľov sa uskutočňuje porovnaním nameranej hodnoty ukazovateľa s odporúčanou hodnotou uvedenou v NV č. 269/2010 Z.z.[11] [12].

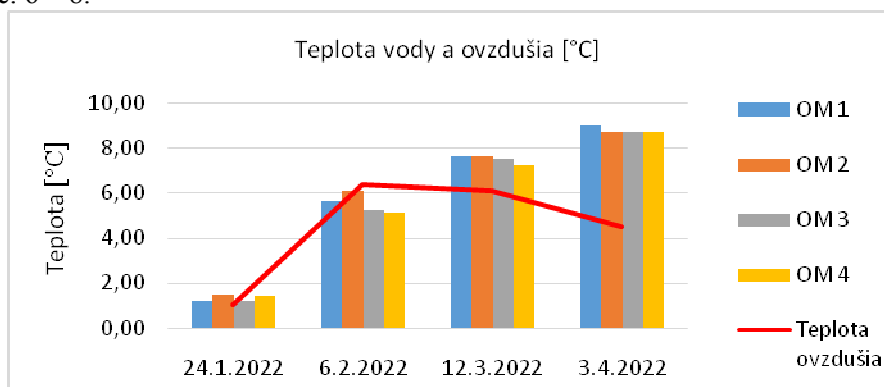
Fyzikálno-chemické ukazovatele kvality povrchovej vody	
Terénne merania	Laboratórne merania
teplota	amoniakálny dusík
pH	chloridy
elektrolytická konduktivita	
zákal	
dusičnanový dusík	
fosforečnany	
celkový fosfor	

Tabuľka č. 1: Fyzikálno-chemické ukazovatele kvality vody

## STANOVENIE VYBRANÝCH FYZIKÁLNO-CHEMICKÝCH UKAZOVATEĽOV

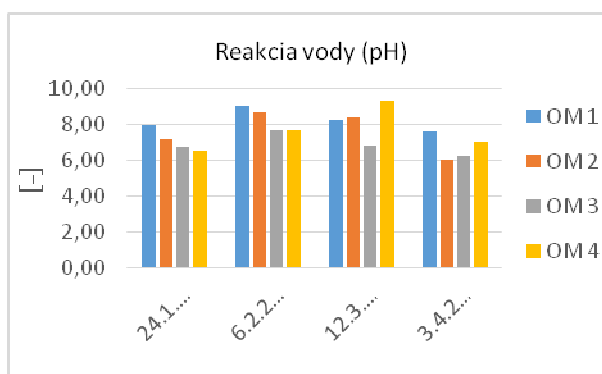
### Teplota vody, pH a elektrolytická konduktivita

Stanovovanie týchto ukazovateľov sa realizovalo počas odberu vzoriek vody pomocou prenosného pH metra a konduktometra Combo pH & EC by Hanna (HANNA HI 98130). Teploty ovzdušia v priebehu odberov sa získali z portálu SHMÚ. Výsledky meraní ukazovateľov sú zobrazené na obrázkoch č. 6 – 8.

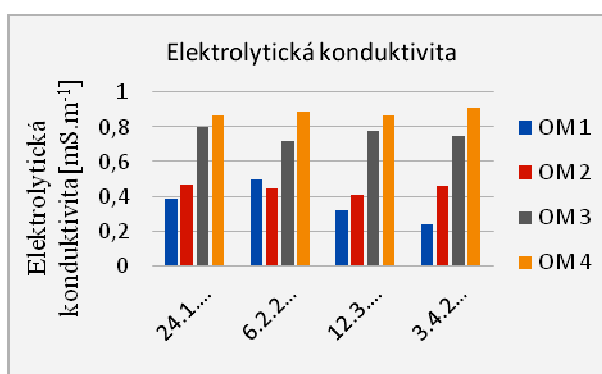


Obr. 6: Teplota vody a ovzdušia v odberových miestach v priebehu sledovaného obdobia

Teplota vody je dôležitým organoleptickým ukazovateľom kvality vody a významne ovplyvňuje rozpustnosť kyslíku a tým aj biochemické procesy prebiehajúce vo vodnom prostredí. V stojatých vodách (jazerá, nádrže) dochádza k teplotnej stratifikácii v závislosti od ročného obdobia [13]. Najnižšie namerané hodnoty dosahovali hodnotu 1,2°C. Najvyššie namerané hodnoty dosahovali teplotu 9 °C, tieto hodnoty boli namerané 3.4.2022. Podľa Nariadenia vlády č.269/2010 Z.z. je medzná hodnota teploty vody definovaná parametrom <26°C. Z uvedeného vyplýva, že táto hodnota teploty povrchovej vody nebola ani v jednom odberovom mieste prekročená.



Obr. 7: priemerné hodnoty pH vody v odberových miestach v priebehu sledovaného obdobia



Obr. 8 (vpravo): Priemerné hodnoty elektrolytickej konduktivity vody v odberových miestach v priebehu sledovaného obdobia

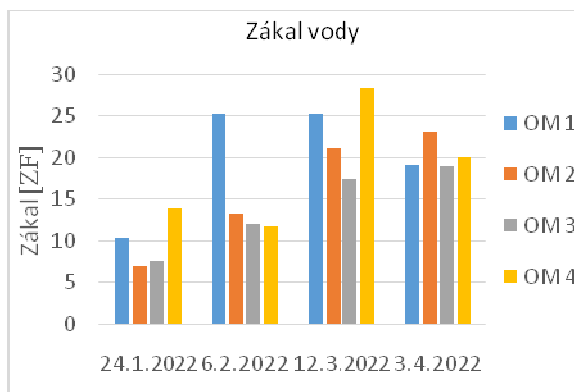
Hodnota pH významne ovplyvňuje priebeh chemických a biochemických procesov vo vodách. Umožňuje rozlíšiť jednotlivé formy výskytu niektorých prvkov vo vodách, je jedným z hľadísk uplatňujúcich sa pri posudzovaní agresivity vody a ovplyvňuje účinnosť mnohých technologických procesov používaných pri úprave vôd(33). Najnižšia nameraná hodnota pH bola zaznamenaná 3.4.2022 na OM č. 2 s hodnotou 6,10 pH, ktorú podľa stupnice máme zaradenú ako kyslú vodu. Vyššie hodnoty pH, prekračujúce požiadavky určené NV, sa namerali vo februárovom odbere na odberných miestach č. 1 a 2. V OM č. 4 dosiahla hodnota pH svoje maximum 9,36 pH. Podľa požiadaviek NV č. 269/2010 Z.z. na kvalitu vody sa medzné hodnoty pH vôd majú pohybovať v rozsahu 6-8,5 pH. Vody s hodnotami pH nad 8,3 obsahujú spravidla ióny  $\text{CO}_3^{2-}$  a  $\text{OH}^-$ [14]. Na vzraste hodnoty pH vody sa môže podieľať aj biochemická denitrifikácia, redukcia síranov [13], ako aj prírodné faktory, najmä geologické podložie (zvetrávanie vápencov a dolomitov). Podľa Schearza [15] ak sú vápenec a dolomit dominantnými minerálmi v podloží, ľahko sa rozpúšťajú v povrchových vodách s vysokým obsahom  $\text{CO}_2$ , vznikajú hydrogenuhličitaný, čo má za následok posun pH do alkalického oblasti (8-9).

Podľa NV č. 269/2010 Z.z. elektrolytická konduktivita povrchovej vody nemá presahovať 110  $\text{mS.m}^{-1}$ . Všetky namerané hodnoty v uvedených odberových miestach nepresahujú danú medznú hodnotu, z toho dôvodu môžeme považovať namerané hodnoty za vyhovujúce.

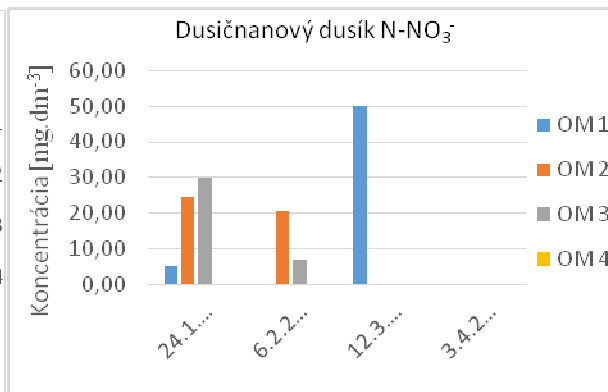
### Stanovenie zákalu vody

Meranie sa realizovalo nefelometricky pomocou prenosného prístroja TN400 TURBIDITY. Zákal povrchovej stojatej vody spôsobujú nerozpustné a koloidné látky anorganického a organického

pôvodu, najmä íly, oxid kremičitý, hydratované oxidy železa a mangánu, organické koloidy, baktérie a planktón. Príčinou zvýšeného zákalu môže byť aj splach z pôdy, planktón alebo zvrátené dnové sedimenty. Zvýšený zákal spôsobuje nežiadúci vzhľad vody [13]. Minimálna priemerná hodnota sa zistila v OM č. 2 v januárovom odbere a maximálna priemerná hodnota v poslednom odberovom mieste v apríli. Podľa NV č. 269/2010 Z.z. sa zákal ako všeobecný ukazovateľ kvality vody neuvádza.



Obr. 9: Zákal vody v odberových miestach v priebehu sledovaného obdobia



Obr. 10: Priemerné koncentrácie N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> v odberových miestach v priebehu sledovaného obdobia

### Stanovenie dusičnanového dusíka

Dusičnany patria medzi štyri hlavné anióny vôd. Primárne sú vo vode málo škodlivé, avšak sekundárne sa bakteriálnou činnosťou v gastrointestinálnom trakte redukujú na dusitany a môžu spôsobiť alimentárnu methemoglobinémiu. Koncentrácia dusičnanov v povrchových vodách sa pohybuje v rozpäti jednotiek až desiatok mg.dm<sup>-3</sup>. V povrchových vodách ich nadmerná koncentrácia spolu s fosforom zapríčiňuje nadmerný rozvoj rias a siníc, čím prispievajú k eutrofizácii vôd [17].

Stanovenie dusičnanového dusíka sa realizovalo pomocou fotometra HANNA HI 83215. Metóda je založená na redukcii dusičnanov kadmiovým práškom na dusitany s následnou reakciou s kyselinou sulfanilovou umožňujúcou ich kalorimetrické stanovenie.

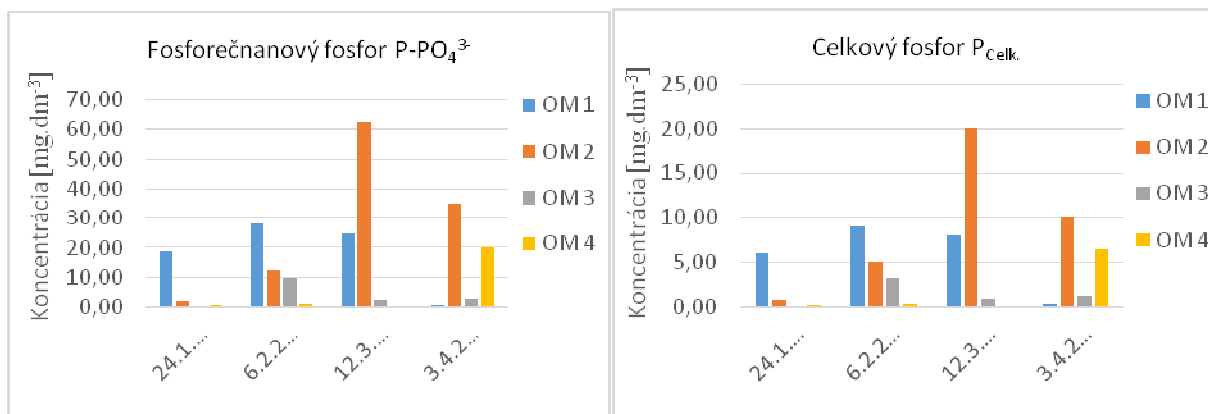
Na obr. 10 sú zobrazené priemerné koncentrácie N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> v jednotlivých odberových miestach. Medzná hodnota pre N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> v povrchových vodách na základe požiadaviek pre dosiahnutie dobrého stavu vôd podľa NV č. 269/2010 Z.z. je 5,0 mg.dm<sup>-3</sup>. Počas v prvých dvoch odberoch v mesiacoch január a február sa najnižšie koncentrácie namerali v OM č. 1 (24.1.2022) a OM č. 4 (6.2.2022). Najvyššia koncentrácia bola v OM č. 3 v mesiaci január. V marcovom a aprílovom odbere sa zistili nulové koncentrácie N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> vo všetkých odberových miestach s výnimkou OM č. 1, kde koncentrácia dosiahla hodnotu až 50,00 mg.dm<sup>-3</sup>. Je možné predpokladať, že tieto koncentrácie sa nepodarilo stanoviť prístrojom HANNA, pretože sa nachádzali mimo detekčný rozsah fotometra. V rámci overenia nameraných hodnôt sa zrealizovalo aj stanovenie koncentrácií dusičnanového dusíka 14.3.2022 a 5.4.2022 akreditovaným laboratóriom Slovenského vodohospodárskeho podniku Piešťany, š. p., OZ Povodie dolného Váhu, kde sa zistili nízke koncentrácie dusičnanového dusíka v rozsahu od 0,023 do 0,35mg.dm<sup>-3</sup>, ktoré potvrdili našu domnienku.

Koncentrácie namerané v tomto laboratóriu spĺňajú požiadavky na kvalitu vody podľa NV č. 269/2010 Z.z. Hlavnou príčinou zvýšenej koncentrácie dusičnanového dusíka v OM č.1 Vinišov, ktoré sa nachádza blízko ornej pôdy, môže byť poľnohospodárska činnosť a splach pôdy hnojenej umelými dusíkatými hnojivami do povrchových vôd. OM č. 3, kde sa namerala druhá najvyššia koncentrácia, je Važina nachádzajúca sa blízko dediny. Príčinou vysokej koncentrácie NO<sub>3</sub><sup>-</sup> vo vode môže byť absencia kanalizácie.

## Stanovenie ortofosforečnanov a celkového fosforu

Fosfor sa vo vodách vyskytuje v organickej a anorganickej forme zlúčenín, hlavne ako ortofosforečnany a polyfosforečnany. Prírodným zdrojom fosforu vo vodách je jeho zvetrávanie a vylúhovanie najmä z minerálov, napr. apatitu. Rozhodujúcim faktorom, ktorý určuje aká forma fosforečnanov bude prevládať, je pH. Významným antropogénnym zdrojom anorganického fosforu vo vodách je predovšetkým aplikácia fosforečných hnojív, vypúšťanie odpadovej vody z práčovní (pracie, čistiace a odmasťovacie prostriedky) a mestské splaškové vody (detergenty). Koncentrácia fosforečnanov v povrchových vodách sa väčšinou pohybuje v stotínach až desiatinách  $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Ich vyššia koncentrácia je v povrchovej vode nežiadúca, pretože spolu s dusíkom prispievajú k nadmernému rozvoju rias a siníc a podieľajú sa tak na vzniku eutrofizácie povrchových vôd, hlavne pomaly tečúcich a stojatých [16].

Stanovenie ortofosforečnanov a celkového fosforu sa realizovalo rovnako ako stanovenie  $\text{N-NO}_3^-$ , a to fotometrom HANNA HI 83215. Princípom stanovenia ortofosforečnanov je ich reakcia s molybdénanom amónnym a následnou redukciou sulfidom sodným v prostredí dimetylformamidu (Aminoacidmethod). Reagent je navrhnutý pre rozsah  $0 - 10 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3} \text{ P-PO}_4^{3-}$ .



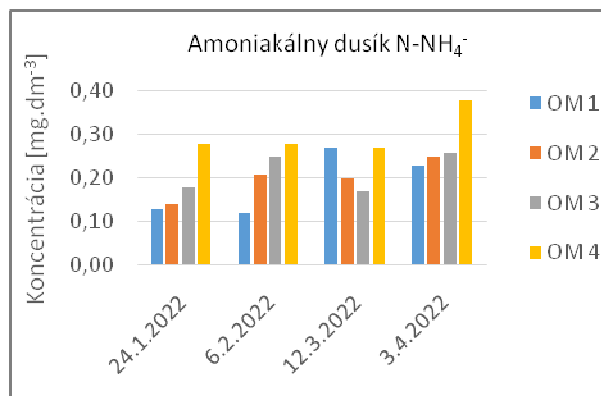
Obr. 11 (vľavo) a obr. 12 (vpravo): Priemerné koncentrácie  $\text{P-PO}_4^{3-}$  (vľavo) a  $\text{P}_{\text{celk.}}$  (vpravo) v odberových miestach v priebehu sledovaného obdobia

Obr. 11 a 12 zobrazujú namerané koncentrácie  $\text{P-PO}_4^{3-}$  a  $\text{P}_{\text{celk.}}$  v jednotlivých odberových miestach v mesiacoch január – apríl. Podľa NV č. 269/2010 Z.z. stanovená koncentrácia celkového fosforu nesmie prekročiť medznú hodnotu  $0,4 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . V mesiaci marec sa namerala najnižšia ( $0,10 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  v OM č. 4) a zároveň aj najvyššia koncentrácia ( $20,00 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$  v OM č. 2). Vysoké hodnoty celkového fosforu môžu byť spôsobené splachom a záplavami pôd nachádzajúcich sa v tesnej blízkosti jazier, a ktoré sú pravidelne hnojené umelými hnojivami poľnohospodármi. Podľa Pittera [13] môžu byť zdrojom fosforu vo vodách aj dnové sedimenty obsahujúce anorganicky i organicky viazaný fosfor. Odberové miesta č. 1 a č. 2 sa nachádzajú v záplavovej oblasti a každoročne sú v jarných mesiacoch zaplavené z dôvodu zníženia hladiny vodnej nádrže Sĺňava v Piešťanoch. Ďalším faktorom, ktorý veľkou mierou prispieva k zvýšenej koncentrácii fosforu v jazerách je nevybudovanie kanalizácie v obci Drahovce a cez spodné vody sa dostáva splašková voda zo svojpomocne vybudovaných septikových žump miestnych obyvateľov do recipientu jazier.

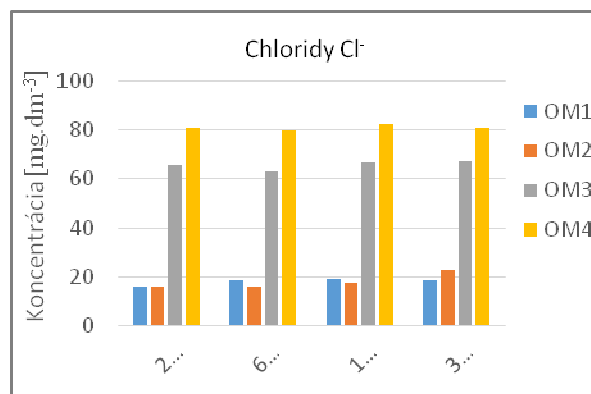
## Stanovenie amoniakálneho dusíka

Stanovenie tohto ukazovateľa sa realizovalo v laboratórnych podmienkach spektrofotometricky Nesslerovým činidlom pomocou spektrofotometra GENESYS 8. Namerané koncentrácie  $\text{N-NH}_4^+$  v jednotlivých odberových miestach v priebehu sledovaného obdobia sú na obr. 13.





Obr. 13: Priemerné koncentrácie N-NH<sub>4</sub><sup>-</sup> v odberových miestach v priebehu sledovaného obdobia



Obr. 14: Priemerné koncentrácie chloridov v odberových miestach v priebehu sledovaného obdobia

NV č. 269/2010 Z.z. stanovuje koncentráciu N-NH<sub>4</sub><sup>-</sup> v povrchovej vode na medznú hodnotu 1,0 mg.dm<sup>-3</sup>. Z daného grafu je vidieť, že ani jedna nameraná koncentrácia nedosahuje medznú hodnotu. Najnižšia priemerná koncentrácia bola v OM č. 1 zo dňa 24.1.2022, a to 0,12 mg.dm<sup>-3</sup>. Najvyššia priemerná koncentrácia bola v OM č. 4 zo dňa 3.4.2022, a to 0,38 mg.dm<sup>-3</sup>. Všetky namerané vzorky spĺňajú všeobecné požiadavky pre stanovenie koncentrácie amónnych iónov pre povrchové vody. Amoniacálny N je prítomný vo všetkých vodách na zemskom povrchu [17]. V prírodných vodách je jeho koncentrácia nízka, pohybuje sa v desatinách mg.dm<sup>-3</sup>, výnimočne v jednotkách mg.dm<sup>-3</sup>. Amónny dusík je primárnym produktom rozkladu organických dusíkatých látok živočíšneho a rastlinného pôvodu. Pri rozboroch povrchovej vody patrí N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> medzi základné fyzikálno-chemické ukazovatele stanovované pri kontrole kvality vody, ako aj pri klasifikácii vôd [16].

### Stanovovanie chloridov

Chloridy sú bežnou súčasťou všetkých prírodných, pitných, splaškových aj priemyselných vôd [19]. Na obr. 14 sú zobrazené namerané koncentrácie chloridov v odberových miestach počas sledovaného obdobia. Chloridy vo vode sú ukazovateľom fekálneho znečistenia podobne ako amónne ióny. Výrazne ovplyvňujú chuť vody a vo vyšších koncentráciách pôsobia korozívne. Podľa NV č. 269/2010 Z. z. koncentrácia chloridov nemá prekročiť medznú hodnotu 200 mg.dm<sup>-3</sup>. Najnižšia koncentrácia chloridov 15,953 mg.dm<sup>-3</sup> bola nameraná na OM č. 1 a OM č. 2 zo dňa 24.1.2022 a 6.2.2022. Najvyššiu nameranú koncentráciu sme zaznamenali na OM č. 4 zo dňa 3.4.2022, a to 80,421 mg.dm<sup>-3</sup>. Všetky vzorky koncentrácie chloridov sú nižšie ako je stanovená medzná hodnota podľa NV č. 269/2010 Z. z., z toho hľadiska ich považujeme za vyhovujúce.

## ZÁVER

Hodnotenie kvality povrchových vôd na Slovensku prebieha už niekoľko desiatok rokov. Princípom hodnotenia je stanovenie ich dobrého stavu, tj. stavu ekologického a chemického pre každú kategóriu útvarov povrchovej vody. Na základe stanovených výsledkov možno konštatovať, že voda vo všetkých odberových miestach spĺňa všeobecné požiadavky na kvalitu povrchovej vody podľa prílohy č. 1 NV č. 269/2010 v ukazovateľoch teplota vody, elektrolytická konduktivita, zákal, amoniakálny dusík a chloridy. Voda nespĺňa všeobecné požiadavky na kvalitu povrchovej vody podľa prílohy č. 1 v NV č. 269/2010 v nasledujúcich ukazovateľoch a odberových miestach -  $P_{\text{celk.}}$  a  $N\text{-NO}_3^-$  v OM č. 1,2, 3, a pH v OM č.1,2,4. Zvýšená koncentrácia dusičnanového dusíka v OM č. 1 a 2 môže pochádzať zo splachu pôdy do povrchových vôd, na ktorých sú aplikované umelé dusíkaté hnojivá. V OM č.3 môže byť zdrojom znečistenia priesak splaškových a fekálnych vôd zo svojpomocne postavených septikov a žump nachádzajúcich sa v tesnej blízkosti jazera. Obec ešte stále nie je pripojená na verejnú kanalizáciu. Zvýšená koncentrácia fosforu v OM č. 1 a 2 môže pochádzať aplikáciou fosforečných hnojív poľnohospodárskou činnosťou a následným splachom pôdy do jazier počas záplav a na OM č. 3 priesakom odpadových, priemyselných a komunálnych vôd z blízkej fabriky a rodinných domov. K zlepšeniu celkového stavu vody v jazerách by bolo možné dosiahnuť:

- zmenou klasifikácie ornej pôdy v záplavových častiach pri jazerách Vinišov a Baková na pasienky, čím by sa zlepšila fixácia živín a pôdy a zabránilo by splachu pôdy do vody
- zmenou hnojenie poľnohospodársky využívannej pôdy z priemyselných hnojív hnojivami prírodnými, napr. vlastným kompostom, a prispôbením času hnojenia v závislosti od počasia,
- vybudovaním kanalizačnej siete a napojením sa na čistiareň odpadových vôd v Piešťanoch.

### **Pod'akovanie [zaradenie príspevku] - Acknowledgments**

Článok bol vypracovaný s podporou Projektu grantovej agentúry KEGA Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR č. 020STU-4 /2021: „Vybudovanie inovatívneho výučbového laboratória pre praktické a dynamické vzdelávanie študentov v odbore BOZP.“

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] J. I. Santos, T. Vidal, F. J. M. Gonçalves, B. B. Castro, and J. L. Pereira, “Challenges to water quality assessment in Europe – Is there scope for improvement of the current Water Framework Directive bioassessment scheme in rivers?,” *Ecol. Indic.*, vol. 121, 2021, doi: 10.1016/j.ecolind.2020.107030.
- [2] European Environment and Agency, “Využívanie vody v Európe - otázka kvantity a kvality,” 2018. <https://www.eea.europa.eu/sk/signaly-eea/signaly-2018/clanky/vyuzivanie-vody-v-europe-2013>.
- [3] I. Címboláková and H. Pavolová, *Environment a jeho vybrané aspekty*. Košice: Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach. Vydavateľstvo ŠafárikPress, 2020.
- [4] P. Beracko, E. Bulánková, V. Stloukalová, *Sladkovodné ekosystémy*, 1st ed. Bratislava: Vydavateľstvo Univerzity Komenského v Bratislave, 2014.
- [5] R. Pavelková Chmelová, J. Frajer, *Základy fyzické geografie 1: Hydrologie*, 1. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2013.
- [6] R. Bhatia and D. Jain, “Water quality assessment of lake water: a review,” *Sustain. Water Resour. Manag.*, vol. 2, no. 2, pp. 161–173, 2016, doi: 10.1007/s40899-015-0014-7.
- [7] Polčák, N. 2015. *Jazerá na Slovensku, ich využitie a ochrana*. Dostupné na internete: <http://www.fyzickageografia.sk/geovedy/texty/polcak15>
- [8] Sitányiová, Dana. *Povrchová voda*. Žilinská univ., Stavebná fakulta, Katedra geotechniky. Dostupné na internete: [https://svf.uniza.sk/kgf/subory/predmety/prirodne\\_zdroje\\_II/P3-voda.pdf](https://svf.uniza.sk/kgf/subory/predmety/prirodne_zdroje_II/P3-voda.pdf)

- [9] Manák, M. a kol. 2010. *Drahovce...dejiny obce*. Trnava: Vydavateľstvo Magna. ISBN 987-80-89172-16-0.
- [10] Immerová, B. 2012. *Vodný svet pod lupou*. Bratislava: DAPHNE-Inštitút aplikovanej ekológie. s. 4. ISBN 978-80—89133-26-0.
- [11] Nariadenie vlády č.269/2010 Z.z. Dostupné na internete: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2010/269/>
- [12] Makovinská, J. a kol. 2020. Hodnotenie stavov útvarov povrchových vôd. Dostupné na internete: <https://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/3vps-hodnotenie-stavu-utvarov-povrchovych-vod.pdf>
- [13] Pitter, P. 2015. *Hydrochemie*. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 9788070809280.
- [14] Tölgessy, J., Melichová, Z. 2000. *Chémia vody (voda a jej ochrana)*. Banská Bystrica: UMB. ISBN 80-8055-293-2.
- [15] SCHEARZ, M. 2016. *Chémia životného prostredia*. Zvolen: Technická univerzita Zvolen. ISBN: 978-80-228-2917-5.
- [16] Blinová, L., Michalíková, A., Sirotiak, M. 2017. *Základné procesy v environmentálnych technológiách*. 1. vydanie. Trnava: Materiálovotechnologická fakulta STU. ISBN 978-80-8096-248-7
- [17] Horáková, M. a kol. 2007. *Analytika vody*. 2. vydanie. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Prahe. ISBN 80-7080-520-X.
- [18] Langhammer, J. 2002. Kvalita povrchových vod a jejich ochrana. Praha: Univerzita Karlova. Přírodovědecká fakulta. Dostupné na internete: [https://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/wq/skripta/skriptaWQ\\_2009\\_web.pdf](https://web.natur.cuni.cz/~langhamr/lectures/wq/skripta/skriptaWQ_2009_web.pdf)
- [19] Sirotiak, M., Michalíková, A. 2015. *Environmentálna chémia. Návod na cvičenia*. Trnava: Materiálovotechnologická fakulta STU. AlumniPress. ISBN 978-80-8096-222-7.