

Prieskum vôd Slnčných jazier

Slnčné jazerá v Senci sú umelé vodné plochy vytvorené dlhodobou intenzívnou ťažbou štrkopieskov. Postupným rozširovaním ťažby sa pôvodné samostatné jazerá spojili do jedného celku a dnes tvoria súvislú vodnú plochu. Napriek tomu možno aj v súčasnosti podľa rôzne členitého dna, hĺbky vodného stĺpca, rôznej kvality vody a v neposlednom rade aj podľa intenzity, spôsobu zástavby a využívania brehov bezpečne identifikovať a lokalizovať pôvodné jazerá.

Jazerá obklopujú rekreačné zariadenia a objekty služieb. Ich návštevnosť je najmä v letných mesiacoch veľká a znečistenie vplyvom rekreačnej činnosti, najmä v mikrobiálnych ukazovateľoch, dosahuje vysoké hodnoty.

Pretože v posledných rokoch sa kvalita vody v Slnčných jazerách neustále zhoršovala, bolo treba preskúmať príčiny a navrhnúť opatrenia na zlepšenie, čím by sa zabezpečilo využitie tejto vodnej plochy ako rekreačnej lokality. Kolektív pracovníkov Hydroconsultu Bratislava vykonal prieskum vôd Slnčných jazier, zameraný na biológiu, bakteriológiu a fyzikálnochemické vlastnosti vôd a posúdenie možnosti a spôsobov odstránenia vodného kvetu a sedimentu z jazier.

Tento prieskum podnietila Okresná správa cestovného ruchu v Senci a prebiehal od júla 1989 do februára 1990. Pozostával z meraní, odberov vzoriek a laboratórneho spracovania tak, aby sa dala zodpovedne posúdiť kvalita vody vo všetkých jazerách, ako aj prípadné rozdiely medzi jednotlivými jazerami. Realizátori si zvolili 21 odberových profilov, pričom z desiatich z nich sa súčasne odoberali vzorky vody na laboratórne spracovanie. Aby sa mohli dosiahnuté hodnoty porovnať, zvolil sa odberový profil v tzv. Hlbokom jazere. Toto jazero patrí tiež do sústavy Slnčných jazier, ale má samostatnú uzatvorenú vodnú plochu, nevyužíva sa priamo na rekreačné účely ako jazerá č. 1-5 a v súčasnosti sa v ňom ťažia štrkopiesky.

V dôsledku ťažby štrkopieskov je dno Slnčných jazier veľmi členité, čo sa prejavuje veľkou rozmanitosťou hĺbky jednotlivých jazier, ktorá sa v sledovanom období pohybovala od $0,5 \text{ m}^1$ až do $8,0 \text{ m}^{-1}$. Pre zachytenie kvality vody v celej vertikále vodného stĺpca sa zvolil tzv. zónačný odber vzoriek. Vzorky sa odoberali z hladiny, zo stredu vodného stĺpca a z oblasti dna. Vzhľadom na malú výšku vodného stĺpca v niektorých odberových profiloch sa vzorka mohla odberať len z hladiny a v oblasti dna. V teréne a v laboratóriách Hydroconsultu sa merali a stanovovali ukazovatele kyslíkového režimu, pH, teplota vody, rozpustné látky, merná vodivosť, nerozpustné látky, ako Fe, Mg, dusitany, dusičnany, fosforečnany i niektoré doplnkové veličiny, ako Ca, Mg, chloridy, sírany. Sledovali sa aj rozpustné látky stratou žihanim pri 550°C , kyselinová neutralizačná kapacita $\text{KNH}_{4,5}$ a celková tvrdosť vody.

Súbežne s fyzikálnochemickým prebiehal aj hydrobiologicko-bakteriologický prieskum. Práve jeho výsledky sú pre pochopenie súčasného stavu kvality vôd v Slnčných jazerách rozhodujúce a od nich sa odvíjajú aj nápravné opatrenia.

Budeme sa zaoberať najmä hodnotením biologických parametrov a niektoré fyzikálnochemické ukazovatele uvádzame ako doplňujúce informácie.

Biosestón predstavuje všetky drobné čiastočky vody biologického pôvodu (organického zloženia) a odoberal sa do 100 ml odberových vzorkovníc. Z každej vzorky sa vypočítal tzv. sapróbny index, ktorý udáva polohu stredu sapróbnej valencie určitého druhu v škále stupňov saprobity.

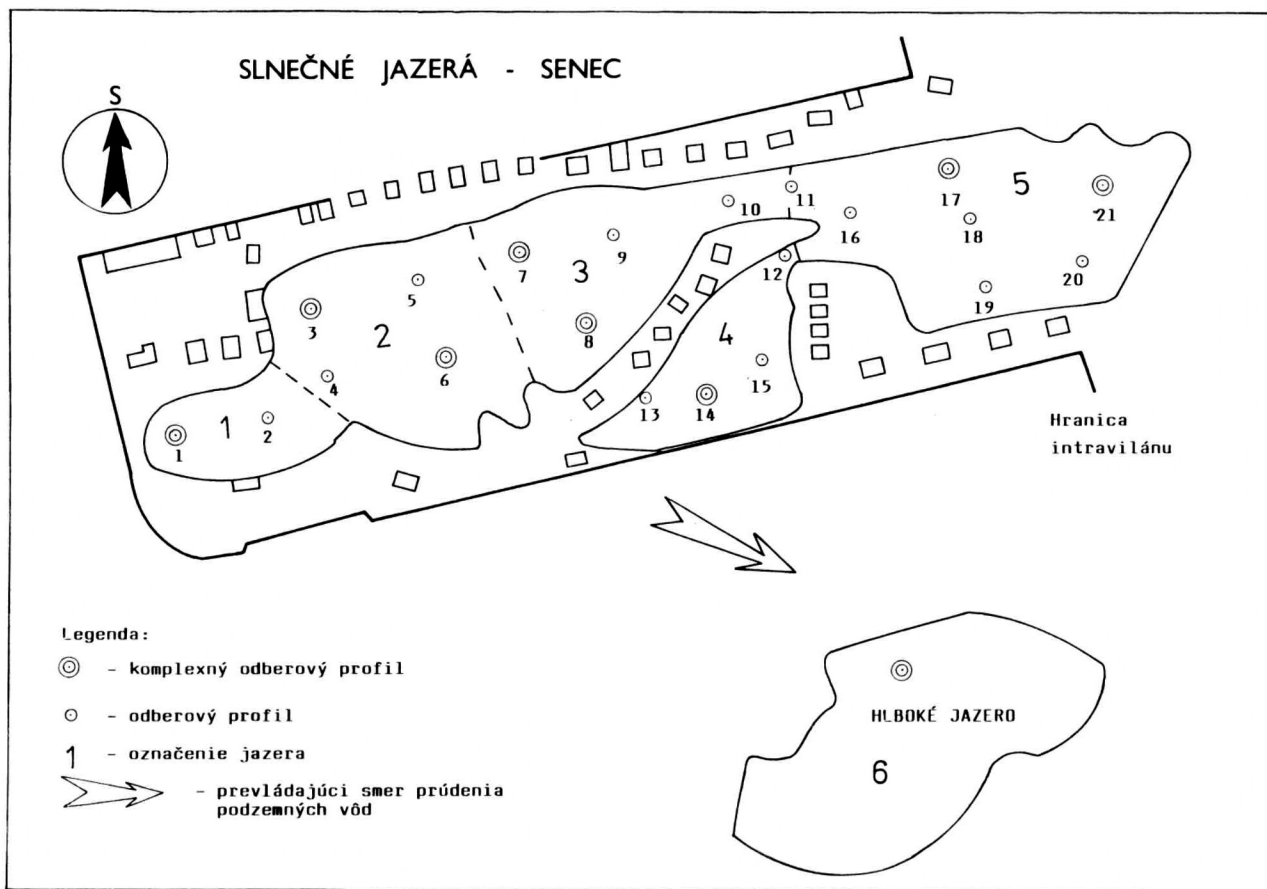
Chlorofil A - jeho určenie približne vyjadruje biomasu autotrofných mikroorganizmov, siníc a rias. Odobrané vzorky sa v laboratóriu spracovali membránovou filtráciou s použitím filtrov s priemerom pórov $0,8 \text{ nm}$. So zachytených rias a siníc sa chlorofil extrahoval acetónom a stanovoval spektrofotometricky.

Trofický potenciál - jeho určenie experimentálne zisťuje účinnosť vody kultivovaním riasovej kultúry, pričom medzi mierou trofického potenciálu a biomasou kultivovaných rias je priama úmernosť. Na toto stanovenie sa vzorky odoberali z hladiny do 100 ml vzorkovníc. Na kultivačné stanovenie sa používala riasa *Chlorella kesteri*.

Psychrofilné, mezofilné a koliformné baktérie sa taktiež stanovovali vo všetkých odberových profiloch ako indikátory znečistenia. Pre všeobecné organické znečistenie sa sledovali psychrofilné a mezofilné baktérie, ako indikátor fekálneho znečistenia slúžili koliformné baktérie. Odobrali sa z hladiny do sterilných vzorkovníc objemu 250 ml na laboratórnu kultiváciu.

Fyzikálnochemické stanovenia

Nasýtenie vody kyslíkom v percentách zohľadňuje závislosť koncentrácie rozpustného kyslíka od teploty, pretože lepšie vystihuje sezónne zmeny a rozdiely medzi jednotlivými jazerami. Masový rozvoj fotosyntetizujúcich mikroorganizmov za priaznivých meteorologických podmienok spôsoboval pre-
sýtenie vody kyslíkom. Pri zhoršení počasia nastával deficit



kyslíka v dôsledku poklesu fotosyntézy a súčasne zvýšením asimilácie. Najväčšie výkyvy stability kyslíkového režimu sme zistili v jazerách č. 4, 4a a 5 s najväčšou fotosyntetickou aktivitou. Kyslíkový režim v Hlbokom jazere bol vyrovnaný a pohyboval sa na úrovni 100%-ného nasýtenia kyslíkom.

Biochemická spotreba kyslíka (BSK₅) predstavuje v princípe meranie respiračnej aktivity súboru organizmov osídľujúcich vodnú plochu pri určitej teplote. V praxi udáva táto hodnota znečistenie vody biologicky odbúrateľné za časovú jednotku, v tomto prípade 5 dní (BSK₅). Výsledky týchto testov poukazujú na to, že vodu v jazerách možno zatriediť podľa kvality takto: jazerá č. 2-5 patria do druhej triedy, jazero č.1 do tretej a Hlboké jazero do prvej triedy čistoty. Túto nepriaznivú situáciu potvrdzujú ďalej výsledky stanovenia rozpustných látok a mernej vodivosti, kde absolútne rozmedzie počas celého sledovaného obdobia v hodnotách rozpustných látok bolo 540-1200 mg/l⁻¹ s priemerom v hlavnej rekreačnej sezóne okolo 950 mg/l⁻¹ a hodnoty strát žiháním sa pohybovali v rozmedzí 150-640 mg/l⁻¹ s priemerom v rekreačnej sezóne nad 430 mg/l⁻¹. Ak porovnáme tieto hodnoty s kontrolnými miestami v Hlbokom jazere, kde sa jednotlivé ukazovatele pohybovali v rozmedzí 530-640 mg/l⁻¹, resp. 150-280 mg/l⁻¹ so sezónnym priemerom 580, resp. 240 mg/l⁻¹, je zrejmé, že rekreačné využívanie vodných uza-

tvorených nádrží intenzívne vplýva na kvalitu vody so všetkými dôsledkami. Vlastné výsledky straty žiháním poukazujú na 30-50% zastúpenia organických látok v rozpustných látkach nájdených v vodách Slnečných jazier. Na základe týchto výsledkov môžeme zatriediť vodu jednotlivých jazier takto: jazerá č. 1-5 do štvrtej triedy čistoty, Hlboké jazero do tretej triedy čistoty. Táto skutočnosť potvrdzuje predpoklad, že na celkovom znečistení vôd Slnečných jazier sa nezúčastňuje iba ich rekreačné využívanie, aj keď tento vplyv hrá dominantnú rolu, ale aj transport organických a minerálnych polutantov prostredníctvom podzemných vôd, ktorými sú Slnečné jazerá hydrologicky spojené na jednej strane s úpäťm Malých Karpát a na druhej strane s priesakovými vodami Dunaja. K tejto úvahe nás vedie relatívne malé kvantitatívne rozpätie pri hodnotách rozpustných látok a strát žiháním v porovnaní s hodnotami BSK₅, ktoré sú v Hlbokom jazere v porovnaní s ostatnými jazerami až 5-krát nižšie.

Hydrobiologicko-bakteriologické stanovenia

Stanovením biosestónu sa sledovali dva ciele: zistiť, aké druhy mikroorganizmov spôsobujú vodný kvet počas letnej sezóny a na základe druhového zloženia a kvantitatívneho vy-



hodnotenia biosestónu vypočítať sapróbny index, čím sa dá potom určiť kvalita vody podľa príslušnej ČSN. Vlastným laboratórnym vyšetrením pomocou mikroskopických metód sa zistilo, že vodný kvet vytvára monokultúra bunkovej sinice *Microcystis aureginosa*. Tento druh tvorí kolónie od mikroskopických až po makroskopické s priemerom aj 5 mm. Bunky v kolónii sú obalené bezfarebným slizom s dutinkami naplnenými plynom, čo spôsobuje, že môžu plávať. Preto sa vyskytujú tesne pod hladinou. Sinica *Microcystis aureginosa* bola najčastejšie sa vyskytujúcou sinicou a aj mikroorganizmom v biocenóze Slnčných jazier. Konzumenti, ako nálevníky a bezfarebné bičíkovce sa vyskytovali pravidelne v každom odberovom profile, ale v malých počtoch. Z porovnaní zónačných odberov je jasné, že najväčšia biomasa sa nachádza v hladinových vzorkách, pričom medzi stredom a oblasťou dna sa nezistili výrazné rozdiely a hodnoty sa často zhodovali. Zo vzájomného porovnania odberových miest vyplýva, že kvantitatívne najviac oživené bolo počas letnej sezóny jazero č. 1. Podľa výsledkov sapróbneho indexu má voda v Slnčných jazierach v letnom období najhoršiu kvalitu a musíme jej priradiť stupeň beta-mezosaprobity. V jesennom období sa kvalita postupne zlepšuje (rozhranie beta-mezosaprobity a oligosaprobity) a najlepšiu kvalitu dosahuje v zime - oligosaprobity. Túto klasifikáciu sme urobili podľa ČSN 75 72 21.

Pre doplnenie zistenia biomasy autotrofných mikroorganizmov (producentov) a na zhodnotenie trofie vody jednotlivých odberových profilov, ktorými sa reprezentovali jednotlivé vyšetřované jazerá, stanovili sme chlorofil A. Z výsledkov vyplýva, že najväčšia biomasa sa počas sledovaného obdobia nachádza v oblasti prvého odberového miesta, teda jazera č. 1. Toto jazero má v porovnaní s ostatnými jazierami najviac živín.

Výsledky stanovení trofického potenciálu vôd Slnčných jazier dokumentujú jeho vysokú premenlivosť, závislú od rôznych vplyvov prostredia, ako teploty, slnečného svitu, ročného obdobia a pod. Všetky tieto faktory veľmi intenzívne ovplyvňujú trofiku vody.

Výskyt psychrofilných, mezofilných a koliformných baktérií poukazuje na priamu závislosť nadmerných hodnôt od návštevnosti Slnčných jazier a tým spojeného znečistenia vody. Niekoľkonásobné zvýšenie hodnôt počtov koliformných baktérií oproti ostatným sledovaným profilom sme zaznamenali na odberových miestach 1 a 7, ktoré sa nachádzali v 1. a 3. jazere. Je to dané tým, že ich brehy sú najnavštevovanejšie pláže Slnčných jazier a z toho vyplýva organické znečistenie. Na menej frekventovaných miestach sa nezaznamenali výrazné počty týchto baktérií (v jesennom období a v zime boli pomerne ustálené a nízke). Podľa počtov koliformných baktérií patrí voda v Slnčných jazierach do III. triedy a považujeme ju za znečistenú. Limit 50 000 koliformných baktérií na 1 liter vody, odporúčaný pre vody vhodné na letnú rekreáciu, je v letnom období na odberových miestach jazier č. 1 a 3 značne prekročený.

Zhodnotením biologických, aj fyzikálnochemických ukazovateľov, ktoré sa počas celého prieskumu sledovali na 21 miestach Slnčných jazier, bola vyčlenená samostatná vodná plocha ohraničená odberovými profilmi 10, 11 a 16 a označená ako jazero 4a, pretože vo viacerých ukazovateľoch sa zásadne líšila od jazier 3, 4 a 5, ktoré ju ohraničujú.

* * *

Na základe výsledkov a v súlade s požiadavkami zadávateľa prieskumných prác navrhujeme pre zlepšenie kvality vôd rekreačnej oblasti Slnčné jazerá tieto opatrenia, ktoré by mali umožniť nerušený priebeh letnej turistickej sezóny:

- v spolupráci s OSCR Senec a miestnymi orgánmi stanoviť najvyššie prípustné zataženie sústavy Slnčných jazier odpadovými látkami z rekreačnej činnosti tak, aby sa nedosiahol kritický stav znečistenia vôd a neprekročili sa hranice odporúčané pre letné kúpanie,
- rekonštruovať sociálne zariadenia rekreačných objektov a dobudovať sociálne zariadenia pre potreby rekreatantov tak, aby sa zabránilo znečisťovaniu vôd fekálneho charakteru priamo rekreatantmi,
- OSCR Senec spolu s miestnymi orgánmi by mali podľa zataženia odpadovými látkami dočasne regulovať počty rekreatantov.