

## VZORKOVANIE PRÍRODNÝCH VÔD Z HĽADISKA SPRÁVNOSTI A BEZPEČNOSTI

MAROŠ SIROTIK – ANNA MICHALÍKOVÁ

### SAMPLING OF NATURAL WATERS WITH REGARD TO ACCURACY AND SAFETY

#### ABSTRAKT

Jednou zo základných podmienok získania presných a správnych výsledkov chemickej analýzy je, aby analyzovaná vzorka vody reprezentovala svojím zložením priemerné zloženie celého množstva sledovanej vody, aby obsahovala všetky zložky v rovnakom hmotnostnom alebo objemovom pomere, ako sú zastúpené v sledovanom zdroji. To kladie značné nároky nielen na technické a technologické zázemie, ale aj na správnosť postupu odberu a s tým súvisiacu bezpečnosť vzorkovača. Príspevok opisuje zásady odberu vzoriek povrchovej a podzemnej vody, riziká vyplývajúce z tejto činnosti a navrhuje potrebné opatrenia pre bezpečné vzorkovanie.

**Kľúčové slová:** *povrchová voda, podzemná voda, vzorkovanie, bezpečnosť*

#### ABSTRACT

One of the basic terms to obtain precise and accurate results of chemical analysis is that the sample of analysed water must represent the average composition of the entire quantity of tested water. The sample must include all components of the same weight or volume ratio, as represented in the reference source. This gives significant requirements to not only the technical and technological basis, but also the accuracy of sampling procedure and the associated safety for sampling person. The contribution describes the principles of sampling surface water and groundwater, risks deriving from the sampling and proposes appropriate procedures for safe sampling.

**Keywords:** *surface water, groundwater, sampling, safety*

#### Úvod

Vzorkovaním vôd sa majú charakterizovať vody, ktoré nemožno skúmať ako celok (napr. jazero, rieka, podzemná zásoba vody). V odobraných vzorkách vôd sa stanovujú fyzikálne, chemické, biologické a rádiologické ukazovatele s cieľom získať objektívnu informáciu o prítomnosti a obsahu jednotlivých zložiek. Získaná informácia slúži na: *kontrolu kvality* (podrobné určenie koncentračných hladín alebo ich rozdelenia - kontrola jedného alebo viacerých ukazovateľov v rámci definovaných limitov, zaťaženie špecifickým ukazovateľmi vo zvolených miestach odberu), *získovanie kvality v rámci výskumnej úlohy, dlhodobej kontroly a trendov* (určenie jedného alebo viacerých štatistických parametrov pre prieskumné a výskumné práce), *identifikáciu zdrojov znečistenia, prieskum rozsahu a ciest znečisťovania* (bilancia znečistenia), alebo *výstražný a ochranný systém vodných zdrojov*. Správne zostavený program odberu vzoriek je základným predpokladom pre to, aby odber vzoriek splnil účel, pre ktorý sa vykonal. V rámci zostavovania programu vzorkovania je potrebné určiť si účel, lokalizáciu prác, čas a intervaly odberu, prípravné práce pre terénne merania a stabilizáciu vzoriek, kritériá pre výber laboratória a samotný jeho výber pre analytické spracovanie vzoriek a v neposlednom rade premietnutie požiadaviek laboratória na množstvo odobratej vzorky vody, jej stabilizáciu, parceláciu, množstvo a typ vzorkovníc a ich prípravu.

#### Účel odberu vzoriek

Účel odberu je obvykle zadaný zadávateľom prác. Správne zedefinovanie účelu odberu vzoriek nielen šetrí finančné prostriedky zadávateľa, ale je aj nevyhnutným podkladom pre neskoršiu interpretáciu analýz, ku ktorej je často nutné privolať hydrochemika alebo hydrogeochemika.

#### Lokalizácia odberu vzoriek

Lokalizácia odberu je závislá od účelu odberu vzoriek a musí reflektovať na miestnu hydrologickú situáciu a hydrogeologickú stavbu územia. Objekty musia byť v teréne ľahko identifikované (dnes sú už prakticky všetky zamerané pomocou GPS) a musia umožniť prístup v každom ročnom období a počasí. Je potrebné zohľadniť prúdenie vody a jej vlastnosti - najmä obsah plynov ako oxid uhličitý, sulfán, radón a i., ktoré by v znížených lokalitách (šachty, terénne depresie) mohli ohroziť vzorkovača.



## Čas, množstvo a intervaly odberu vzoriek

Čas odberu a frekvenciu odberu vzoriek možno správne rozvrhnúť len po podrobnom predbežnom odbere vzoriek s dostatočne vysokou frekvenciou odberov potrebnou na získanie údajov, na ktoré možno uplatniť štatistické postupy. Z mnohých dôvodov, hlavne však ekonomických, sa tento postup realizuje iba zriedkavo, alebo len v rozsahom legislatívne predpísaných kontrol. Množstvo odoberanej vzorky závisí od rozsahu analýzy. V prípade skrátenej analýzy stačí obvykle 1 l vzorky, na podrobnejšiu analýzu treba odobrať aspoň 2 l a na úplný rozbor ešte väčší objem vody. Podľa sledovaného účelu analýzy sa volí jednorazový alebo radový odber. Pri jednorazovom odbere sa vzorka odoberie iba raz a hodnotí sa samostatne (výsledok jednej analýzy stačí na informáciu o akosti analyzovanej vody). Pri radovom odbere sa vzorky odoberajú niekoľkokrát, vznikajú tak súbory vzoriek, ktorých výsledky sa spracovávajú štatisticky. Radovými odbermi sa zisťuje variabilita sledovaných zložiek v priestore alebo v čase alebo v oboch. Vzorka sa môže odberať naraz (tzv. jednoduchá alebo bodová vzorka), alebo vzniká spojením niekoľkých bodových vzoriek z rôznych lokalít alebo v rôznych časových intervaloch (tzv. zmiešaná alebo zlievaná vzorka). Zmiešaná vzorka charakterizuje priemerné zloženie objemu vody alebo priemerné zloženie v určitom časovom období, resp. priemerné zloženie tak v priestore ako aj v čase. Veľmi dobré výsledky sa dosahujú kontinuálnym, automatickým odberom vzoriek, ktoré môžu byť odoberané časovo proporcionálne (rovnaké množstvo vzorky sa odoberá v presne stanovených časových intervaloch) alebo objemovo proporcionálne (množstvo vzorky závisí od inej veličiny, napr. prietoku).

## Terénne stanovenia

Terénne stanovenia slúžia na postrehnutie ukazovateľov, ktoré nie je možné merať v laboratóriu alebo na postihnutie zmien, ktoré prebiehajú v čase medzi odberom a laboratórnym stanovením. Ide predovšetkým o *kvalitatívne* (napr. teplota vzduchu, teplota vody, atmosférický tlak, pH, vodivosť, oxidačno-redukčný potenciál, obsah kyslíka, kyselinová a zásadová neutralizačná kapacita, obsah voľného sulfátu, ozónu, oxidu uhličitého, farba, zákal a i.) a *kvantitatívne ukazovatele* (napr. prietok, hladina podzemnej vody, hĺbka čerpaného vrtu, čerpaný horizont a i.). Stanovenia sa väčšinou vykonávajú jednocelovými, prenosnými zariadeniami v zmysle príslušných noriem, napr. radu STN 83 0520: časť 9 - stanovenie pH, časť 25 - stanovenie vodivosti, časť 3 - stanovenie rozpušteného kyslíka atď. Pre stanovenie zákalu, farby a priehľadnosti existujú prenosné turbidimetre a spektrofotometre, podobne ako pri pachu a chuti sa však využíva aj tradičné subjektívne hodnotenie troch posudzovateľov. Stanovenie kyselinovej a zásadovej neutralizačnej kapacity sa vykonáva titračne, analogicky ako v laboratóriu.

## Odber vzoriek

### *Manipulácia s vzorkovnicami a vzorkovacími zariadeniami*

Vlastné vzorkovanie začína už prípravou vzorkovníc pre vzorkovanie. Najčastejší materiál z ktorého sú vyrobené vzorkovnice je sklo (G), polyetylén (PE), polypropylén (PP) a teflón (PTFE). Pre základné fyzikálno-chemické analýzy sa používajú sklenené vzorkovnice (väčšinou sodno-vápenato-kremičité, ojedinele borokremičité sklo), plastové vzorkovnice (napr. PE, PP a pod.). Pre zrážkové vody s nízkymi obsahmi stanovovaných látok sa používa len vysokokvalitný PE, PP a PTFE. Na stanovenie farby, tukov a olejov, fenolov a povrchovo aktívnych látok (PAL, tenzidov) sa používa len sklo. Naopak na stanovenie iónov sodíka, draslíka, fluoridov, bóru a kremíka sa používa len plast. Pri organickej stopovej analýze zásadne nepoužívame umelohmotný materiál (ftaláty, sorpcia analytov) ale podľa možnosti tmavé sklenené fľaše. Nové vzorkovnice treba vymyť najprv zriedeným detergentom a potom dôkladne umyť deionizovanou vodou (nepoužívať detergenty pri stanovení fosforečnanov, PAL, kremíka a bóru). Pri bežných analýzach sa na umytie ešte používa vhodná kyselinu s koncentráciou 1 mol dm<sup>-3</sup>, ktorá sa nechá niekoľko hodín pôsobiť a vzorkovnica sa potom dôkladne umyje deionizovanou vodou. Použitá vzorkovnica je po predchádzajúcom odbere treba vypláchnuť horúcou vodou a saponátom, podľa potreby zriedenou HNO<sub>3</sub> 1:2, 1:4 (v súčasnosti sa upúšťa od využívania chrómsírovej zmesi), vodovodnou vodou, redestilovanou vodou. V prípade organického znečistenia sa vzorkovnica vymýva aj čistým acetónom, následne sa voľne vysuší v čistom prostredí a pri stanovení ftalátov sa vysuší pri 250 – 350 °C. Vzorkovnice na mikrobiologické rozborly musia vydržať vysoké teploty pri sterilizácii, nesmú vytvárať alebo uvoľňovať látky schopné potláčať životaschopnosť organizmov, uvoľňovať jedovaté látky alebo napomáhať rozmnožovaniu. Obvykle sú preto z kvalitného skleneného alebo plastového materiálu so zábrusovým alebo závitovým viečkom v prípade potreby so silikónovým utesnením. Sklenené vzorkovnice sterilizujeme pri 175 °C jednu hodinu alebo v autokláve 20 minút pri teplote 120°C a tlaku 200 kPa. Nižšie teploty používame pri sterilizácii plastových vzorkovníc. Vzorkovnice sa čistia vodou, detergentami, opláchnu sa destilovanou vodou, potom 10% kyselinou dusičnou a znova destilovanou vodou. Najvhodnejšie je však použiť jednorázové vzorkovače a vzorkovnice. Pri naplňaní vzorkovníc, v ktorých sa nevykonáva stabilizácia platí zásada, že vzorkovnica sa naplní vodou úplne, aby nad vzorkou nebol vzduch a úplne naplnená vzorkovnica sa tesne uzatvorí, aby sa nekontaminovala. Pri naplňaní sa zároveň dbá, aby sa odber vykonal s čo najmenším prevzdušnením vzorky (používa sa inertná hadička po dno vzorkovnice, nalievanie do vzorkovnice po jej stene a i.). Týmto sa obmedzí vplyv plynnej fázy, ako aj miešania počas dopravy (zmeny koncentrácie oxidu uhličitého, pH, hydrogénuhličitanov, oxidácia iónov železa, zmena farby a pod.). Pri naplňaní vzorkovníc, v ktorých stabilizujeme vzorku, naplníme vzorkovnicu tak, aby vo vzorkovnici bol priestor na prídanie konzervačného činidla a zároveň vo vzorkovnici nezostal veľký vzduchový priestor. Pri odbere na stanovenie mikrobiologických ukazovateľov sa vzorkovnica nenaplní až po okraj, ale tak, aby zostal vzduchový priestor nad hladinou aj po jej uzatvorení.



Obr.1 Sklenené vzorkovnice so zábrusom a závitom, PE úzkohrdlé a širokohrdlé vzorkovnice, PTFE vialky

Vzorkovnice a vzorkovacie zariadenia sa používajú vo vonkajšom prostredí pri samotnom odbere vzoriek a tiež vo vnútornom prostredí pri ich skladovaní a vyhodnocovaní v laboratóriu. Medzi najčastejšie riziká a potrebné opatrenia patria predovšetkým:

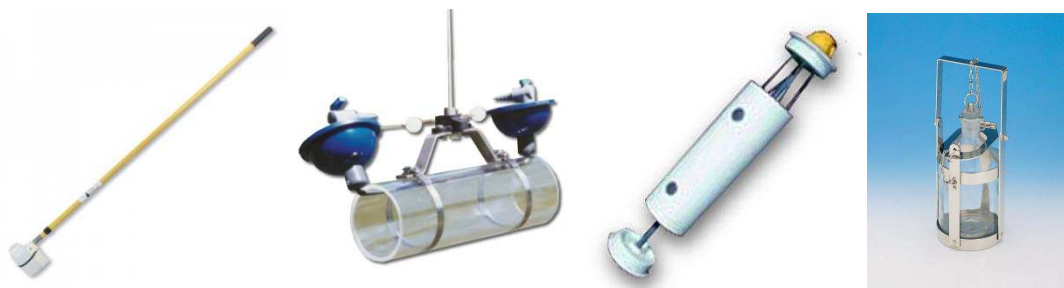
- V prípade, že je mokrá a tým aj klzká nádoba, vzorkovnica alebo vzorkovacie zariadenie sa môže vyšmyknúť a môže prísť k jej rozbitiu. Jedná sa o príležitosťnú udalosť, ktorej následky ale môžu byť kritické. Navrhované opatrenia sú: udržiavanie suchého povrchu nádoby, udržiavanie pozornosti pri manipulácii, používanie nástrojov s pružnými plochami a používanie protišmykových OOPP.
- Pri čistení vzorkovníc, môže prísť k poleptaniu kyselinou. Pri sterilizácii nádoby dosahujú vysoké teploty a ak sa nimi manipuluje tesne po sterilizácii, môže dôjsť k popáleniu. Jedná sa o pravdepodobnú udalosť, ktorej následky môžu byť kritické. Navrhované opatrenia sú: používanie jednorazových vzorkovníc a vzorkovacích zariadení a vhodné OOPP na ochranu horných končatín pred žieravinou a pred teplom.
- V prípade, že je nedostatočne alebo nevhodne naplánovaný postup pri použití vzorkovacieho zariadenia / vzorkovnice, môže prísť k poškodeniu vzorkovacieho zariadenia / vzorkovnice, prípadne pri nechcenom styku so zvyškami vzorky môže prísť k poleptaniu, ak bola vzorka chemicky kontaminovaná, alebo k infekcii, alebo k ochoreniu prenosnou chorobou, ak bola vzorka kontaminovaná biologicky. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky ale môžu byť kritické. Navrhované opatrenia sú: vhodne/ dostatočne naplánovať postup pri použití vzorkovacieho zariadenia / vzorkovnice.
- V prípade, že sa vzorkovnice a vzorkovacie zariadenia ukládajú na vysoké police, môže prísť pri manipulácii s nimi k ich spadnutiu a následnému rozbitiu a v horšom prípade aj k spadnutiu na hlavu. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky ale môžu byť kritické. Navrhované opatrenia sú: ukladanie nádob a zariadení na police do výšky ramien.

### Vlastné vzorkovanie

Pri odbere vzorky *podzemnej vody* sa najčastejšie stretávame s nasledovnými prípadmi: odber z prameňov, odber z využívaných vrtov a odber z nevyužívaných vrtov. Odber vzorky vody z využívaného prameňa sa vykonáva zo vzorkovacieho ventilu resp. z prepadu. Pred odberom vzorky z nevyužívaného prameňa sa prameň, ak je zanesený vyčistí od napadaného lístia a sedimentov, na prepad sa nasadí rúrka z tvrdého polyetylénu. Po vyčistení vody sa odoberie vzorka. Odber vzorky z využívaných vrtov ako zdrojov pitnej alebo úžitkovej vody môže predstavovať podľa zabudovania vrtu vodu z jedného horizontu alebo zmes vody z rôznych horizontov. Vlastný odber sa vykoná čo najbližšie k výtoku z vrtu za použitia teflónovej hadičky. Odber z nevyužívaných (opustených) pozorovacích vrtov sa môže vykonávať čerpaním alebo rôznymi vzorkovačmi. Odber čerpaním sa môže vykonať až po vyčerpaní stojacej vody z kolóny vrtu, ak je zabezpečené čerpanie novej vody priamo z hydrogeologického kolektoru. Čas potrebný na čerpanie možno približne vypočítať z veľkosti vrtu, rýchlosti čerpania (výdatnosti čerpadla) a rýchlosti prúdenia vody. Všeobecne možno považovať vrt za dostatočne pripravený na odber, ak sa odčerpá 4 až 6 násobok objemu vody vo vrte. Potrebný čas sa presnejšie potvrdí meraním pH, teploty, elektrickej vodivosti prípadne aj množstva rozpusteného kyslíka. Vzorky môžeme odoberať až vtedy, keď zmerané hodnoty v priebehu čistenia (čerpania) nevykazujú významné odchýlky (menej ako 10%). Odoberové zariadenia sa používajú na hĺbkový odber vzorky z vrtu alebo studne. Mechanické sú vybavené jednoduchým zariadením, ktoré sa v známej hĺbke otvorí, po naplnení sa vytiahne a preleje do vzorkovnice. Na čerpanie podzemnej vody sa používajú spravidla ľahké prenosné ponorné elektrické čerpadlá. Materiál, z ktorého je konštruované čerpadlo a výtlačné potrubie nesmie ovplyvňovať kvalitu odoberanej vody. Na pohon sa používa elektrická energia z autobaterií pri napájacom napätí 12V alebo z prenosného elektrického agregátu pri napájacom napätí 220V. Pri pohone ponorných elektrických čerpadiel pomocou prenosného elektrického agregátu je potrebné dbať, aby nedošlo ku kontaminácii vzorky spaľovacími splodinami z agregátu resp. výparmi z pohonných látok. Pri odbere vzoriek *z povrchových vôd* sú potrebné základné vedomosti

o prúdení kvapalín. V tečúcich vodách sú prietokový objem a kvalita vody len málokedy časovo stále. Pri nízkej frekvencii vzorkovania (týždenne, mesačne, občasne) sa zvyčajne vzorkovanie vykonáva manuálnymi odberovými zariadeniami. Najjednoduchším vybavením používaným na odber vzoriek vody je vedro, naberačka, alebo širokohrdlá fľaša, ktorú možno upevniť k primerane dlhej tyči. Objem nemá byť menší ako 100 ml. Ak sa ručne odoberané vzorky používajú k príprave zmiešaných vzoriek, má byť presne určený a známy ich objem s presnosťou  $\pm 5\%$ . Manuálne odoberané vzorky je možné odoberať aj Ruttnerovým alebo Kemmererovým vzorkovačom, to znamená jednolitrovým až trojlitrovým valcom na oboch

koncoch opatreným závesnými vekami alebo iným odberovým zariadením, ktoré pracuje na rovnakom princípe. Vzorkovacie zariadenie na ručný odber má byť zhotovené z inertného materiálu, ktorý neovplyvní neskôr vykonávané stanovenia.



Obr. 2 Naberačka na teleskopickej tyči, Van Dornov vzorkovač, Kemmererov vzorkovač a ponorná fľaša

Vzhľadom k tomu, že vzorky vôd sa odoberajú za rozmanitých podmienok sa vzorkujúci personál môže stretnúť s rizikom rôzneho charakteru, ktoré môže ohroziť jeho bezpečnosť a zdravie. Dôležitou podmienkou bezpečnosti je dostupnosť k miestam odberu vzoriek. Ak dané miesto nezodpovedá tomuto kritériu, je potrebné ho zo zoznamu miest vzorkovania vyradiť.

- Pri odbere vzoriek zo šikmého brehu hrozí pošmyknutie a následne pád do vody, v najhoršom prípade aj utopenie. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky ale môžu byť katastrofické. Navrhované opatrenia sú: bezpečnostné lano ukotvené na brehu, teleskopická tyč, záchranná vesta.
- Ak je breh blatistý, hrozí pošmyknutie a pád na brehu. Jedná sa o príležitostnú udalosť s okrajovými následkami. Navrhované opatrenia sú: bezpečnostné lano ukotvené na brehu, teleskopická tyč, záchranná vesta, OOPP dolných končatín.
- Pri odbere vzoriek z brehu rieky hrozí v prípade, že je silný prúd, uchytenie prúdom a v najhoršom prípade aj utopenie. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky ale môžu byť katastrofické. Navrhované opatrenia sú: odbery je treba vykonávať s pevného brehu, schodíkov mostu a podobne, pri odbere z nádrží a pri vyššej hladine vody v toku. Je možné použiť bezpečnostné lano priviazané k pevnému predmetu na brehu; odber vzoriek musia vykonávať minimálne dvaja pracovníci.
- Pri odbere vzoriek z mosta hrozí pád do vody a v najhoršom prípade utopenie. Jedná sa o príležitostnú udalosť, ktorej následky môžu byť katastrofické. Navrhované opatrenia sú: bezpečnostné lano, záchranná vesta, odber vzoriek musia vykonávať minimálne dvaja pracovníci.
- Ak sa vzorky odoberajú brodením, hrozí pri tom našliapnutie do mäkkého bahna, našliapnutie na plávajúce piesky, pád do jamy, alebo unesenie prúdom a v najhoršom prípade tiež utopenie. Jedná sa o príležitostnú udalosť, ktorej následky môžu byť katastrofické. Navrhované opatrenia sú: oboznámenie sa s terénom, bezpečnostné lano, záchranná vesta, odber vzoriek musia vykonávať minimálne dvaja pracovníci.
- Pri odbere vzoriek z člna hrozí prevrhnutie a v najhoršom prípade utopenie. Jedná sa o pravdepodobnú udalosť, ktorej následky môžu byť katastrofické. Navrhované opatrenia sú: pri odbere vzoriek z lode je potrebné aby bol použitý vhodný typ lode s dostatočným výkonom motora a objemom pohonných hmôt. V člne musia byť aspoň dvaja ľudia vybavený osobnými záchrannými prostriedkami. Je nutné dodržiavať pravidlá lodnej dopravy pre daný typ toku a vodnej nádrže. Pre odber vzoriek je dôležitá dostatočná stabilita člna vzhľadom k tomu, že navíjacie zariadenie sa umiestňuje na bok lode, ako aj všetka manipulácia s odberovým zariadením sa pri jeho vyberaní z vody uskutočňuje v prvej fáze z boku na boku lode. Zásadne sa pracuje na ukotvenej lodi, čo zaručuje stabilitu pri manipulácii s odberovým zariadením, OOPP – záchranná vesta.
- Ak voda obsahuje chemické látky, baktérie a vírusy, hrozí intoxikácia chemickými látkami, infekcia a ochorenie prenosným ochorením. Jedná sa o pravdepodobnú udalosť, ktorej následky môžu byť kritické. Navrhované opatrenia sú: pravidelné školenia, OOPP - rukavice, rúška, okuliare.
- Pri používaní elektrických zariadení môže prísť k úrazu elektrickým prúdom. Jedná sa o príležitostnú udalosť, ktorej následky ale môžu byť kritické. Navrhované opatrenia sú: dodržiavanie bezpečnostných pokynov pre prácu s el. zariadením, vhodné OOPP na ochranu pred elektrickým prúdom.
- Pri nevhodných meteorologických podmienkach hrozí prechladnutie. Jedná sa o príležitostnú udalosť, ktorej následky môžu byť zanedbateľné. Navrhované opatrenia sú: personál zabezpečujúci terénne práce musí byť dobre oboznámený s meteorologickými a dopravnými podmienkami ako aj stave vôd, OOPP proti chladu a dažďu.

#### Stabilizácia vzoriek

Ukazovatele, ktoré nemožno stanoviť terénnymi stanoveniami, ale mohli by sa zmeniť počas transportu do laboratória je nutné stabilizovať (konzervovať). Uprednostňujú sa konzervačné činidlá v takej koncentrácii, aby stačilo pridať len malé objemy a umožnilo to zanedbávať príslušné zriadenie vzorky. Keďže na širokú škálu ukazovateľov kvality vody sa používa veľa druhov konzervačných činidiel, vzorku z jedného bodu odberu je potrebné rozdeliť na niekoľko častí do niekoľkých vzorkovníč, a v týchto vzorkovníčiach ich samostatne stabilizovať. Výber konzervačného činidla je nutné konzultovať s analytickým laboratóriom, kde sa vzorka bude analyzovať, aby nedošlo k zbytočnému zníženiu citlivosti analytickej metódy.



Na konzervovanie vzoriek na mieste odberu sa často používajú kyseliny a zásady. Navrhované opatrenia sú: je nutné aby nedochádzalo k vdychovaniu pár, priamemu kontaktu s kožou, očami a odevom. Pri priamom kontakte s kožou je nutné zasiahnuté miesto ihneď opláchnuť veľkým množstvom vody. Odporúča sa používať ochranné rukavice. OOPP na ochranu horných končatín pred žieravinou.

### Transport, úprava a skladovanie vzoriek

Vzorkovnice uchovávané vzorky musia byť chránené a uzavreté tak, aby od odberu do spracovania v laboratóriu sa ich obsah nezničil, a aby sa iným spôsobom neznehodnotili. Vzorkovnice spravidla ukladáme do vhodných obalov tak, aby sme ich chránili pred poškodením, znečistením a svetlom, a aby sme ich zároveň chladili spravidla na teplotu nižšiu, než bola ich teplota v pôvodnom prostredí (odporúča sa teplota 4 - 8°C). Týmto účelom vyhovujú prenosné chladničky chladené elektricky alebo chladiacimi vrecúškami. Pri preprave, úprave aj pri skladovaní je dôležité správne označovanie vzoriek, aby sa predišlo zámene, alebo nesprávne identifikovaniu vzoriek.

Pri transporte úprave a skladovaní vzoriek treba brať do úvahy hlavne to, že ide o prácu s chemickými a biologickými faktormi. Podľa charakteru vykonávaných činností a prác pri úprave vzoriek, biologické faktory, s ktorými prichádzajú zamestnanci v laboratóriu do kontaktu je treba klasifikovať (podľa § 2 NV SR č. 338/2006 Z. z.) do 2 skupiny, t.j. ide o biologické faktory, ktoré môžu spôsobiť ochorenie u človeka a mohli by predstavovať nebezpečenstvo pre zamestnancov, ale nie je pravdepodobné, že sa ochorenie rozšíri v populácii, pričom k dispozícii je bežne účinná profylaxia alebo liečba. Medzi ďalšie riziká a navrhované opatrenia patria:

- Pri mechanickom poškodení pri preprave sa môže vzorka vyliat' a znehodnotiť a v horšom prípade môže prísť ku kontaminácii prostredia. Pri skladovaní môže prísť k rozbitiu vzorkovnice, poraneniu o črepy, vyliatiu, znehodnoteniu a strate vzorky, a tiež môže prísť ku kontaminácii prostredia. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky ale môžu byť katastrofické. Navrhované opatrenia: prispôbenie štýlu jazdy povahe nákladu, dodržiavanie bezpečnostných pokynov a povinností prepravcu podľa ADR, pravidelné školenia pracovníkov, dodržiavanie bezpečnostných pokynov, preprava vzoriek v transportných boxoch / špeciálnych taškách s priehradkami, OOPP na ochranu rúk, zraku, dýchacích ciest.
- Pri manipulácii s chemicky kontaminovanou vzorkou môže prísť k intoxikácii a poleptaniu. Jedná sa o pravdepodobnú udalosť, ktorej následky môžu byť kritické. Navrhované opatrenia sú: OOPP na ochranu rúk, očí, dýchacích orgánov, dodržiavanie prevádzkového poriadku.
- Pri manipulácii s biologicky kontaminovanou vzorkou môže prísť k infekcii a ochoreniu prenosným ochorením. Jedná sa o pravdepodobnú udalosť, ktorej následky môžu byť kritické. Navrhované opatrenia: OOPP na ochranu rúk, očí, dýchacích orgánov, dodržiavanie prevádzkového poriadku.
- Ak vozidlo pri preprave nie je v dobrom technickom stave, môže prísť k znehodnoteniu vzorky dlhotrvajúcim nevhodným transportom. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky sú okrajové. Navrhované opatrenia sú: kontrola technického stavu vozidla pred aj počas prepravy, klimatizované prepravné priestory.
- V prípade nevhodných mikroklimatických podmienok pri preprave, alebo pri skladovaní môže prísť k skysnutiu vzorky, alebo môže prísť k chemickej reakcii a produkcii toxických látok. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky ale môžu byť kritické. Navrhované opatrenia: skladovanie v chladiacich boxoch pri teplote 2 - 5 °C.
- V prípade mrazivého počasia pri preprave môžu vzorky zamrznúť. Jedná sa o zriedkavú udalosť s okrajovými následkami. Navrhované opatrenia: preprava v tepelne izolovaných obaloch / brošniach, vyhrievané prepravné priestory.
- V prípade veľmi teplého počasia pri preprave môžu vzorky skysnúť, alebo môže prebiehať chemická reakcia. Jedná sa o zriedkavú udalosť s okrajovými následkami. Navrhované opatrenia: preprava v tepelne izolovaných obaloch / brošniach, klimatizované prepravné priestory.
- V prípade styku so vzduchom môže tiež prebehnúť chemická reakcia, alebo môžu byť produkované toxické látky. Jedná sa o príležitostnú udalosť, ktorej následky ale môžu byť kritické. Navrhované opatrenia sú: dobré oboznámenie sa s meteorologickými podmienkami, prispôbenie štýlu jazdy povahe nákladu, dodržiavanie bezpečnostných pokynov a povinností prepravcu podľa ADR.
- Ak je vzorka pred analýzou nesprávne temperovaná rýchlym ohrevom, môže prísť k znehodnoteniu vzorky. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky sú okrajové. Navrhované opatrenia sú: dodržanie správneho postupu - ponorenie do vodného roztoku s maximálnou teplotou 25°C.
- Pri pretrepávaní vzorky sa môže klzká nádoba vyšmyknúť a rozbiť. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky ale môžu byť kritické. Navrhované opatrenia: udržiavanie suchého povrchu laboratórných pomôcok, používanie protišmykových OOPP.
- V prípade že je zastarané filtračné zariadenie používané v laboratóriu, môže nastať intoxikácia chemicky kontaminovanou vzorkou, alebo infekcia biologicky kontaminovanou vzorkou. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky ale môžu byť kritické. Navrhované opatrenia: pravidelná kontrola zariadenia laboratória, vhodné OOPP, dodržiavanie preventívneho poriadku.
- Ak je odstredivka v zlom technickom stave, môže prísť k znehodnoteniu vzorky, v horšom prípade k zasiahnutiu očí a častí tela, alebo k úrazu elektrickým prúdom. Jedná sa o zriedkavú udalosť, ktorej následky ale môžu byť katastrofické. Navrhované opatrenia: pravidelná kontrola technického stavu laboratórných prístrojov, OOPP na ochranu rúk, očí, dýchacích orgánov, dodržiavanie prevádzkového poriadku.

## Záver

Správne vzorkovanie je nevyhnutnou podmienkou získania správnych analytických výsledkov pre štúdium kontaminácie životného prostredia. Okrem zvyšovania požiadaviek na odbornosť vzorkovačov (pravidelné preškolenie, porovnávacie testy) sa kladie veľký význam aj na bezpečnosť práce pri samotnom vzorkovaní. V príspevku sme teda okrem najdôležitejších zásad vzorkovania načrtli aj prípadné ohrozenia vzorkujúceho personálu a navrhli prípadné opatrenia.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] Balog, K. et al.: *Inžinierstvo pracovného prostredia*, 1.vyd., STU, Materiálovotechnologická fakulta so sídlom v Trnave, 2006, 115 s. ISBN 80-227-2574-9
- [2] De Vivo, B. et al.: *Environmental geochemistry*, Elsevier, Oxford 2008, ISBN 978-0-444-53159-9
- [3] STN 08 3520: *Fyzikálno - chemický rozbor vody. Vzorkování přírodních vod*, STNL Praha
- [4] STN EN ISO 5667: *Kvalita vody. Odber vzoriek*.
- [5] Tölgyessy, J. et al.: *Monitoring životného prostredia*, 1.vyd. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela 2001. 176 s. ISBN 80-8055-365-3
- [6] Višňovský, D. et al.: *Odber vzoriek podzemnej vody*, 1.vyd.Bratislava: Výskumný ústav vodného hospodárstva, 1999, 47 s. ISBN 80-88982-26-X

## ADRESY AUTOROV:

**Maroš SIROTIK**, RNDr., PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav bezpečnosti, environmentu a kvality, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

**Anna MICHALÍKOVÁ**, Ing., CSc., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav bezpečnosti, environmentu a kvality, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

## RECENZENT

**Maroš SOLDÁN**, prof. Ing. PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav bezpečnosti, environmentu a kvality, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika