SYSTÉM NA MONITOROVANIE EURÓPSKYCH VÔD SEWING A JEHO VYUŽITIE V HYDROLÓGII

Ľubomír Lichner, Ladislav Holko, Zdeněk Kostka, Vladimír Píš

V rámci riešenia projektu 5. Rámcového programu EÚ č. IST-2000-28084 „System for European Water Monitoring" (SEWING) sa v r. 2001 – 2004 vyvinulo zariadenie na meranie koncentrácie iónov NO_3^-, NH_4^+, Na^+, Ca^{2+} a H^+ vo vode. Ako jeho senzory slúžia chemicky upravené iónovoselektívne FET tranzistory (nazývané CHEMFET-y), údaje z ktorých sú spracovávané, kódované, uschovávané a prenášané mikrosystémami, ktoré sú flexibilné a špecifické pre konkrétneho používateľa. V rámci riešenia projektu bol vyvinutý aj hydraulický systém, odoberajúci vzorky meranej vody, štandardné kalibračné vzorky a softvér na vizualizáciu výsledkov. Ako subkontraktor (konečný používateľ) projektu, slovenská skupina riešiteľov využila toto zariadenie pri stanovovaní časovej variability koncentrácie dusičnanov vo vzorkách vody, odobratých na dvoch odberných miestach Jaloveckého potoka počas hydrologického roka 2004 a na jar 2005, a jej závislosti od využitia krajiny Jedno odberné miesto bolo horskej časti povodia v Západných Tatrách, kde je ľudská činnosť veľmi obmedzená, druhé v obývanej časti povodia s poľnohospodárskou činnosťou v Liptovskej doline. Koncentrácie dusičnanov v toku sa v dvoch odberných miestach nelíšili s výnimkou obdobia topenia snehu, keď dochádza k vyplavovaniu iónov akumulovaných v snehu. Pozdĺžne monitorovanie vody v Jaloveckom potoku potvrdilo, že k najväčším zmenám v koncentrácii dochádza v obývanom území.

Kľúčové slová: meranie, koncentrácia, dusičnany, Jalovecký potok

System for European water monitoring SEWING and its use in hydrology. *A device for measurement of NO_3^-, NH_4^+, Na^+, Ca^{2+}, and H^+ ions was developed as an output of the 5th European Commission Framework Programme Project No. IST-2000-28084 „System for European Water Monitoring" (SEWING), solved in 2001–2004. Sensors of this device are chemically modified ion-selective field-effect transistors (called CHEMFETs). Output data of the sensors are processed, coded, maintained, and transferred by flexible and user-specific microsystems. The SEWING-device contains a hydraulic system for water sampling, standard calibration samples, and software for visualization of the results. As a subcontractor (end-user) of the project, the Slovak team used this device for estimation of the temporal variability in nitrate concentration in water samples, collected in two sampling sites of Jalovecký potok creek during the hydrological year 2004 and in spring 2005, depending on land use. The first sampling site was in the mountainous part of the catchment with very restricted human activities in the Western Tatra mountains, the second one in rural area with villages and agriculture in Liptov valley. Concentrations of nitrates in the creek at both sites typically do not differ very much except of the snowmelt period. Leaching of nitrates from the inhabited areas during the snowmelt is the reason of large differences between the two sites during the snowmelt period.*

Key words: measurement, concentrations, nitrates, Jalovecký potok creek

---

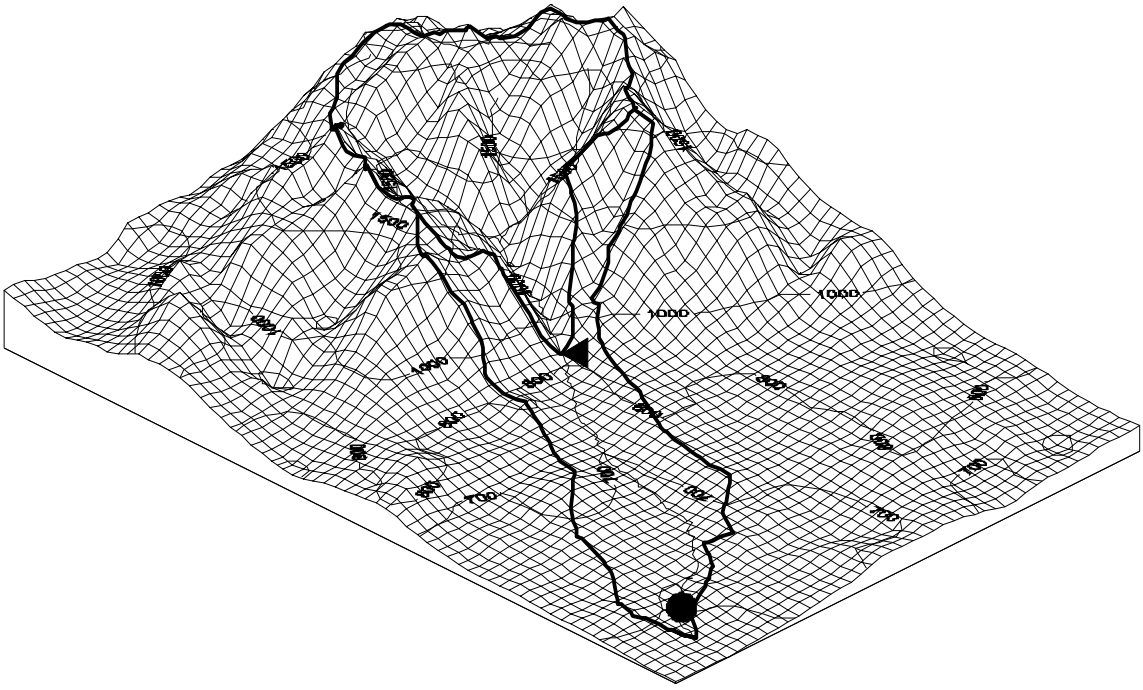
ÚVOD

Deficit pitnej vody sa v súčasnosti stáva problémom aj v Európe (Falkenmark et al., 1999). Na získanie informácií o najčastejšie stretávaných typoch znečistenia povrchovej a podzemnej vody sa v rámci riešenia projektu 5. Rámcového programu EÚ č. IST-2000-28084 „System for European Water Monitoring" (SEWING) v r. 2001 – 2004 vyvinulo zariadenie na meranie koncentrácie iónov NO_3^-, NH_4^+, Na^+, Ca^{2+} a H^+ vo vode. Ako jeho senzory slúžia chemicky upravené iónovoselektívne FET tranzistory (nazývané CHEMFET-y), využívajúce rôzne iónovo-senzitívne polymérové membrány, ktoré umožňujú výber rôznych cieľových polutantov. Údaje zo senzorov sú spracovávané, kódované, uschovávané a prenášané mikrosystémami, ktoré sú flexibilné a špecifické pre konkrétneho používateľa. V rámci riešenia projektu bol vyvinutý aj hydraulický systém, odoberajúci vzorky meranej vody, ako aj štandardné kalibračné vzorky. Zariadenie má slúžiť na kontinuálne monitorovanie znečistenia vody v reálnom čase a tiež ako systém včasnej výstrahy (http://www.sewing.mixdes.org).

Ústav hydrológie SAV v Bratislave je subkontraktorom (konečným používateľom) projektu SEWING. Autori článku použili prototyp tohto zariadenia pri stanovovaní časovej variability koncentrácie dusičnanov vo vzorkách vody, odobratých na dvoch odberných miestach Jaloveckého potoka počas hydrologického roka 2004 a na jar 2005, a jej závislosti od využitia krajiny.

MATERIÁLY A METÓDY

Trojrozmerná mapa povodia Jaloveckého potoka je na obr. 1. Jedno odberné miesto („Mountains“) sa nachádza na výtoku z horskej časti povodia Jaloveckého potoka v Západných Tatrách s nadmorskou výškou až 2178 m n. m., kde je ľudská činnosť veľmi obmedzená. Na obr. 1 je označené trojuholníkom. Druhé odberné miesto („Valley“) sa nachádza v obývanej časti povodia s poľnohospodárskou činnosťou v Liptovskej doline v blízkosti uzáveru povodia. Na obr. 1 je označené krúžkom.

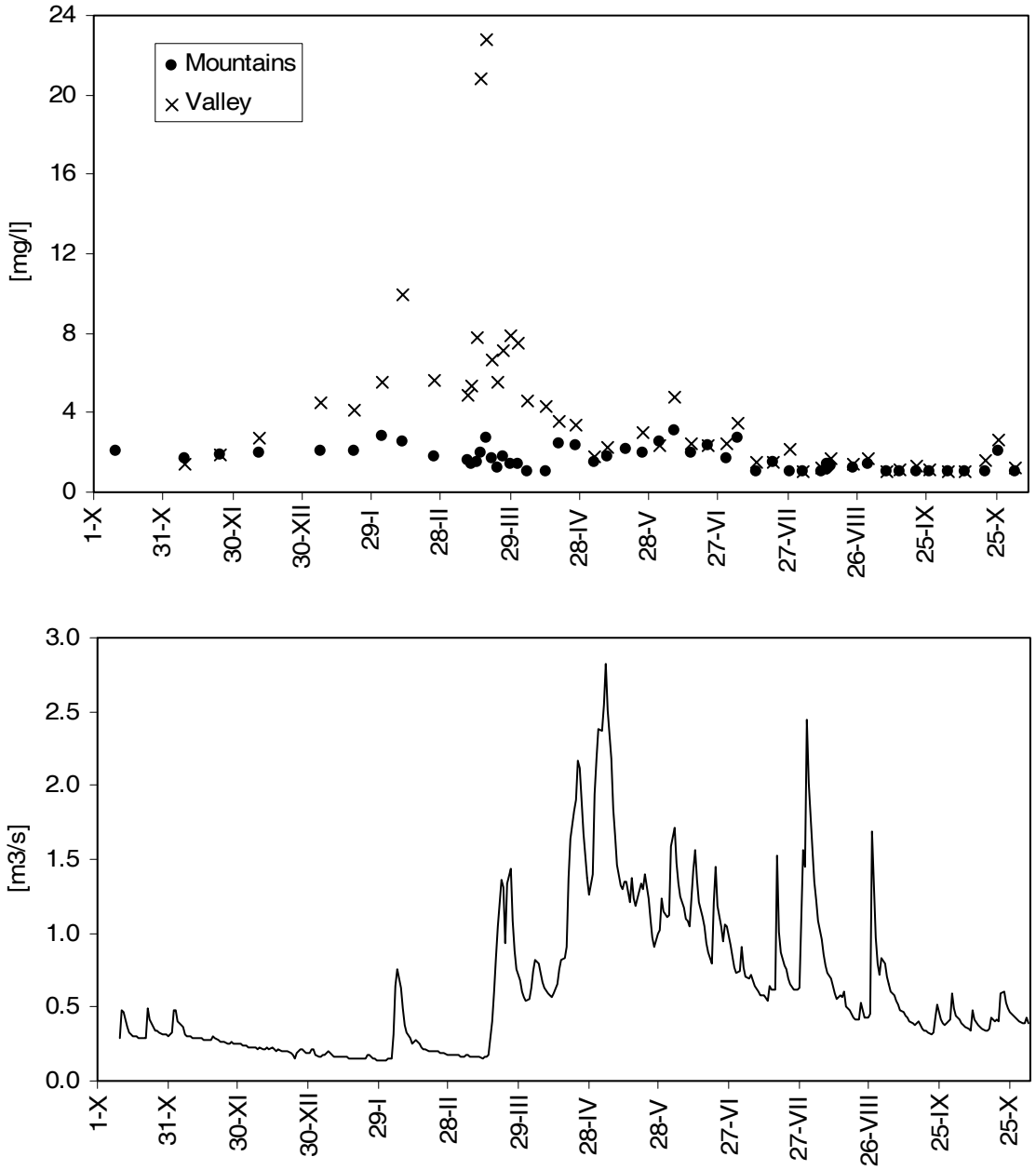


Obr. 1 Povodie Jaloveckého potoka a odberné miesta na výtoku z horskej časti povodia (trojuholník) a v blízkosti uzáveru celého povodia (krúžok).
Fig. 1 The Jalovecký potok creek catchment and the sampling points at the outlet of the mountain part (triangle) and near the end of the whole catchment (circle).

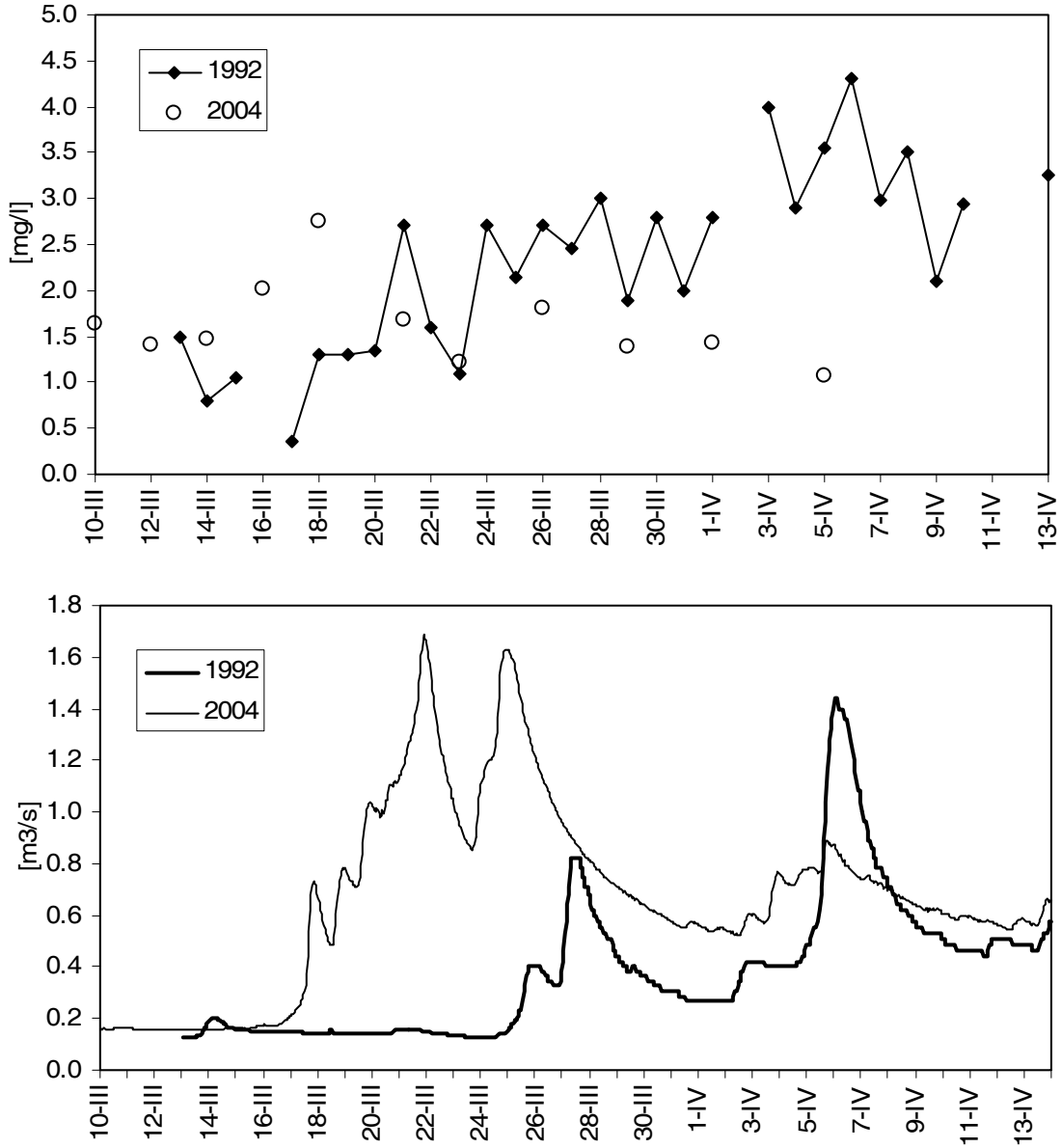
Vzorky vody sa odoberali od októbra 2003 s premenlivou frekvenciou – počas studenej časti roka (október 2003 – apríl 2004) raz za dva týždne a počas teplej časti roka (máj – október 2004) raz týždenne. Ešte častejší odber vzoriek sa vykonával na začiatku topenia snehu v marci 2004 a počas zrážkovo-odtokovej udalosti v auguste 2004. Koncentrácia dusičnanov vo všetkých vzorkách sa merala kolorimetrickým spektrometrom spektrofotometrickou metódou na prietokovom segmentovom analyzátore SKALAR SAN Plus system (výrobca: SKALAR ANALYTICAL BV Breda, Holandsko) (Píš, 1996). Detekčný limit (LOD) je 0,49mg/l a medza stanoviteľnosti (LOQ) je 1,00mg/l. Koncentrácia dusičnanov v niekoľkých vzorkách sa merala aj na prototype zariadenia SEWING.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Koncentrácie dusičnanov vo vode, odobranej na dvoch odberných miestach Jaloveckého potoka (obr. 2), sa v priebehu roka nelíšili s výnimkou obdobia topenia snehu. Vzorkovanie pozdĺž Jaloveckého potoka vykonané na jar 2005 ukazuje, že k najväčším zmenám koncentrácií dochádzalo v osídlenych oblastiach.



Obr. 2 Koncentrácia dusičnanov [mg.l^{-1}] a prietok [m^3.s^{-1}] v Jaloveckom potoku v odberných miestach "Mountains" a "Valley" v hydrologickom roku 2004.
Fig. 2 Concentration of nitrates [mg.l^{-1}] and stream discharge [m^3.s^{-1}] in the Jalovecký potok creek at the sampling sites "Mountains" and "Valley" in hydrological year 2004.



Obr. 3 Koncentrácia dusičnanov [mg.l^{-1}] a prietok [m^3.s^{-1}] v Jaloveckom potoku v odbernom mieste "Mountains" na jar 1992 a 2004.
Fig. 3 Concentration of nitrates [mg.l^{-1}] and stream discharge [m^3.s^{-1}] in the Jalovecký potok creek at the sampling site "Mountains" in springs 1992 and 2004.

Koncentrácia dusičnanov v odbernom mieste „Mountains“ bola v rozmedzí od < 1 mg.l^{-1} do 3,09 mg.l^{-1}. Koncentrácia dusičnanov v odbernom mieste „Valley” bola v rozmedzí od < 1 mg.l^{-1} do 22,8 mg.l^{-1}. Od mája do novembra boli koncentrácie v oboch odberných miestach skoro rovnaké, pričom od septembra do polovice októbra často klesali pod prah citlivosti meracieho zariadenia. Rozdiely koncentrácií dusičnanov, namerané obomi zariadeniami, boli nepatrné.

Koncentrácia dusičnanov v zrážkach, vzorkovaných v najvyššej časti povodia v lete 2003 (od polovice mája do polovice októbra) bola v rozmedzí od 0,7 mg.l^{-1} do 4,8 mg.l^{-1}. Maximálna koncentrácia dusičnanov vo vzorkách snehu, odoberaných od polovice marca do začiatku apríla 2004, bola 1,63 mg.l^{-1}; vo väčšine z 15 odobraných vzoriek bola koncentrácia dusičnanov pod prahom citlivosti meracieho zariadenia. Hodnoty koncentrácie však mohli byť ovplyvnené počas topenia vzoriek snehu.

Porovnanie našich výsledkov so staršími výsledkami, nameranými v chladnom období roka na konci osemdesiatych (Babiaková et al., 1990) a na začiatku deväťdesiatych rokov, ukázalo, že koncentrácia dusičnanov v odbernom mieste „Mountains“ bola skoro rovnaká (obr. 3). Aj keď variácia koncentrácie dusičnanov v horských oblastiach nie je veľmi vysoká, všetky série údajov ukazujú, že týždňový vzorkovací krok počas topenia snehu môže viesť k záverom, ovplyvneným systematickou chybou. Správny odhad odnosu dusičnanov počas obdobia topenia snehu by mal byť založený na vzorkách odoberaných s dennou frekvenciou.

Poďakovanie

Autori ďakujú za podporu poskytnutú z prostriedkov projektu 5. Rámcového programu EÚ č. IST-2000-28084 „System for European Water Monitoring“ (SEWING).

Literatúra

Babiaková, G., Bodiš, D., Palkovič, D. (1990): Hydrologická a hydrochemická odozva povodí. Vodohosp. Čas., 38, 4, 427 – 452.

Falkenmark, M., Andersson, L., Castensson, R., Sundblad, K. (1999): Water, a reflection of land use. Swedish Natural Science Research Council, 128 s.

Píš, V. (1996): Stanovenie dusičnanov vo vode na prietokovom segmentovom analyzátore SKALAR SAN Plus System. Vedecké práce 22, Výskumný ústav závlahového hospodárstva v Bratislave, s. 159 – 163.

Autori

Ing. Ľubomír Lichner, CSc., Ústav hydrológie SAV, Račianska 75, 831 02 Bratislava, lichner@uh.savba.sk

RNDr. Ladislav Holko, CSc., Experimentálna hydrologická základňa ÚH SAV, Ondrašovecká 16, 031 05 Liptovský Mikuláš, holko@uh.savba.sk

RNDr. Zdeněk Kostka, PhD., Experimentálna hydrologická základňa ÚH SAV, Ondrašovecká 16, 031 05 Liptovský Mikuláš, kostka@uh.savba.sk

RNDr. Vladimír Píš, Hydromeliorácie, š. p., Vrakunská 29, 825 63 Bratislava, pis@hmsp.sk