

# VÝSKYT MINERALIZOVANEJ PODZEMNEJ VODY VO VÝCHODNEJ ČASTI PODUNAJSKÉJ NÍŽINY A JEJ VPLYV NA SALINIZÁCIU PÔDY

## MINERALIZED GROUNDWATER OCCURRENCE AND ITS INFLUENCE ON SOIL SALINATION IN THE EASTERN PART OF DANUBE LOWLAND

Čelková, A.

Ústav hydrologie SAV, Račianska 75, Bratislava

### Abstract

Mineralized groundwater is frequently found not very deep below the ground level. During the prevailing evapotranspiration salts pass to the upper layers of soil and become the main reason for soil salination. Results of groundwater quality research and monitoring obtained in the selected locations on the left bank of Danube, in the eastern part of the Rye Island and on the left bank of river Vah are presented in the paper. Groundwater was investigated as a source of secondary salination of soil. In 1999 samples of groundwater from the selected locations were taken and analyzed. The concentration of salinating ions, dissolved substances (RL), pH, and specific electric conductivity (EC) was measured and the sodium adsorption ratio (SAR) was calculated. The results were compared with data obtained in 1990 and 1991. Most of the monitored groundwater parameters showed a growing tendency which allows us to state that the soil salination hazard due to mineralized groundwater increases in predominant part of selected locations.

### Úvod

Vznik a vývoj soľných pôd podmieňuje viacero faktorov, predovšetkým klíma, podzemná voda, minerálne zloženie pôdotvorných substrátov a činnosť človeka.

Klíma ovplyvňuje zvetrávanie, dynamiku a migráciu minerálnych látok v pôde. V suchých a teplých podmienkach s evapotranspiratívnym režimom sa rozpustné látky (soli) hromadia v povrchových vrstvách pôdy ako rôzne výkvety a poprašky. V klimaticky vlhkých podmienkach tento proces neprebíha, resp. rozpustné soli sú vymývané z profilu, alebo sú translokované do spodných horizontov [4].

Podzemná voda obsahuje vždy určité množstvo solí, je rôzne mineralizovaná. Kapilárnym vztlínaním rozpustné soli vystupujú do pôdneho profilu, kde sa v pôdnych póroch akumulujú, resp. sa ióny sodíka sorbujú v pôdnom koloidnom komplexe.

Činnosť človeka, ako napr. zavlažovanie pôd mineralizovanou podzemnou vodou, alebo zvýšenie hladín mineralizovanej podzemnej vody ako dôsledok vodohospodárskych úprav krajiny a výstavby vodohospodárskych objektov, ako aj komunálne odpady, vytvára podmienky pre sekundárny vznik soľných pôd. Uvedené prírodné dannosti Žitného ostrova a zmena režimu podzemnej vody v nive Dunaja ako dôsledok výstavby a prevádzky vodného diela Gabčíkovo a protipriesakových podzemných stien nastolili otázku sekundárneho vzniku a formovania soľných pôd.

Kolíkanie hladín podzemnej vody v oblastiach, kde sa vyskytujú mineralizované podzemné vody, vytvára predpoklady možnej sekundárnej salinizácie pôd na tomto území. Mineralizované podzemné vody sa často vyskytujú v nevelkých hĺbkach pod povrchom terénu a v dobe prevládajúcej evapotranspirácie sa zasoľujúce látky dostávajú do vrchnej časti pôdneho profilu a stávajú sa hlavnou príčinou zasoľovacieho procesu (salinizácie pôdy).

### **Kritéria salinizácie pôdy**

Charakter pôdnych pomerov Žitného ostrova ako aluviálnej roviny je determinovaný výškou hladiny podzemnej vody, dobou trvania hydromorfného alebo automorfného vplyvu, zrnitosným zložením pôdy a sedimentov, ktoré modifikuje ich vodný režim pri rovnakej výške hladiny podzemnej vody.

Jednou z hlavných príčin salinizácie pôdy sú mineralizované podzemné vody, z hladiny ktorých sa vodorozpustné soli vertikálnym vzstupným tokom dostávajú do koreňovej zóny pôdneho profilu. Režim podzemných vôd podlieha prirodzeným a umelým faktorom, ktoré vo väčšej alebo menšej miere ovplyvňujú fyzikálny stav, chemické zloženie a mikrobiologické oživenie pôdy. Proces tvorby chemizmu podzemných vôd je ovplyvňovaný primárnymi a sekundárnymi faktormi. Z primárnych faktorov majú určujúci význam: chemické zloženie dunajskej vody, zloženie zrážkových vôd a mineralogicko-petrografické zloženie kvartérnych sedimentov. Okrem primárneho zloženia infiltrujúcich vôd sa tu uplatňujú hlavne procesy rozpúšťania karbonátov a rozklad minerálov. Tieto faktory pôsobia v smere kalcium-magnézium- bikarbonátového chemizmu podzemnej vody. Sekundárne, respektíve antropogénne faktory negatívne pôsobia na kvalitu podzemnej vody hlavne v smere nárastu

zložiek  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  a cudzorodých látok. K ovplyvňovaniu kvality podzemnej vody antropogénnou činnosťou dochádza hlavne pri jej hladine, resp. v jej vrchnej zóne.

Salinizáciu podzemnej vody a pôdy spôsobujú v hlavnej miere látky, ktoré sú disociované vo vodnom roztoku vo forme aniónov a kationov. Jedná sa hlavne o ióny sodíka, draslíka, vápnika, horčíka, chloridov, hydrogéuhlčitanov, síranov a dusičnanov, ktoré sa nachádzajú v rôznych koncentráciách v závislosti na prostredí, v ktorom je voda v styku. Koncentrácie uvedených kationov v podzemnej vode určujú hodnoty SAR (sodium adsorption ratio), t.j. pomer adsorbovaného sodíka k vápniku a horčíku, charakterizujú kontamináciu vody a naznačujú možnosť zasolenia pôd sodíkom, ktorý predstavuje kation s najhoršími salinizačnými účinkami vzhľadom na rast a vývoj rastlín a spôsobuje znižovanie priepustnosti pôdy. Kapilárnym vzliňaním sa rozpustné soli dostávajú do koreňovej zóny pôdy, kde sa po odtranspirovaní vody vyzrážajú a akumulujú v pôdnych horizontoch a  $\text{Na}^+$  sa viaže na pôdu. Hodnoty SAR spolu s hodnotami mernej elektrickej vodivosti (EC) podzemnej vody, ktorá je ukazovateľom celkovej mineralizácie vody, sú hlavnými kritériami charakterizujúcimi mieru nebezpečia salinizácie pôdy podľa nasledujúcich stupňov [5]: EC: 100-250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  – nízka, 250-750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  - stredná, 750-2250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  – vysoká, 2250-5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  – veľmi vysoká. Kritérium sodíkového ohrozenia pôdy má na základe hodnoty SAR štyri stupne: 0-10 – nízke, 10-18 – stredné, 18-26 – vysoké, SAR>26 – veľmi vysoké.

## Výsledky a diskusia

Podzemná voda vplýva na vznik a rozširovanie zasolených pôd predovšetkým celkovou mineralizáciou, chemickým zložením a režimom hladín. Mineralizovaná podzemná voda je na Podunajskej nížine hlavnou príčinou vzniku zasolených pôd.

Nebezpečenstvo salinizácie pôdy vplyvom zmien režimu hladiny podzemnej vody a kapilárneho vzliňania je reálne v pririečnej zóne Dunaja, východnej časti Žitného ostrova a na ľavej strane Váhu, kde sa vyskytujú mineralizované podzemné vody [1]. Príspevok sa zaoberá zhodnotením kvality podzemných vôd z údajov získaných ich monitoringom.

Vo východnej časti Žitného ostrova boli vybrané lokality: Veľké Kosihy, Okoličná, Čalovec a Balvany, lokalita Ďulov Dvor na ľavej strane dolného Váhu a lokality Obid, Mužla a Jurský Chlm v oblasti medzi Komáromom a Štúrovom. Na týchto lokalitách boli v roku 1999 vykonané terénne merania a odbery vzoriek podzemnej vody. Tieto merania boli porovnávané s meraniami uskutočnenými v roku 1990 a 1991 [2, 3]. Vo vzorkách podzemných vôd bola stanovená koncentrácia zasolujúcich iónov, ktorými sú anióny: hydrogéuhlčitaný, sírany,

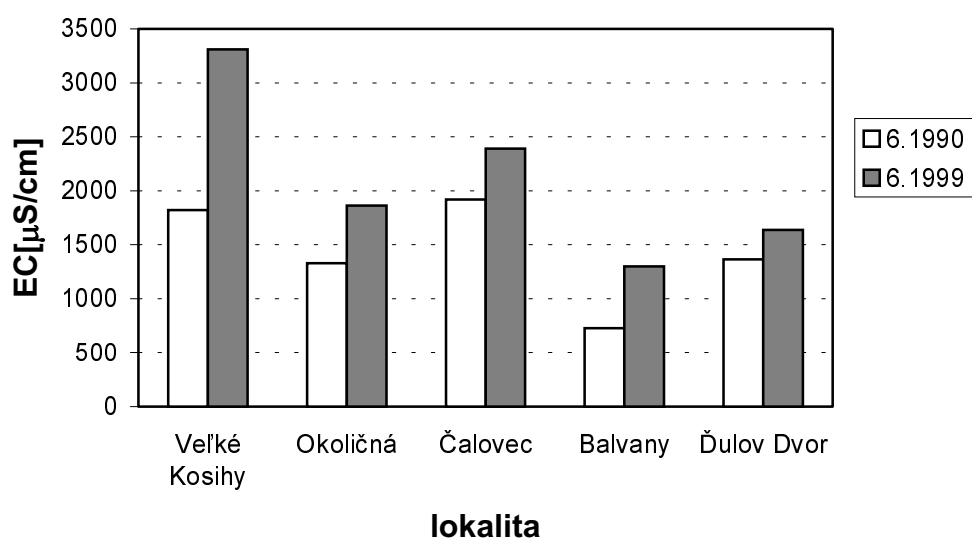
chloridy, dusičnany a kationy: vápenatý, horečnatý, sodný a draselný, namerané hodnoty pH a špecifickej elektrickej vodivosti (EC) a vypočítané hodnoty SAR (sodium adsorption ratio). t.j. pomer adsorbovaného sodíka k vápniku a horčíku. Hodnoty SAR spolu s hodnotami EC podzemnej vody, ktorá je ukazovateľom celkovej mineralizácie vody, sú hlavnými kritériami charakterizujúcimi mieru nebezpečia salinizácie pôdy.

Vo východnej časti Žitného ostrova a na ľavej strane dolného Váhu hodnoty EC podzemnej vody na všetkých lokalitách v porovnaní s rokom 1990 vzrástli (obr.1.). Podzemné vody vo Veľkých Kosihoch a Čalovci patria do skupiny veľmi vysoko mineralizovaných vôd s najvyššou mierou nebezpečia salinizácie ( $EC > 2250 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) a podzemné vody na ostatných lokalitách do skupiny s vysokou mierou nebezpečia salinizácie ( $EC = 750-2250 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). Vypočítané hodnoty SAR (obr.2.) sa oproti roku 1990 podstatne nezmenili, čiže riziko sodíkového ohrozenia v roku 1999 je podobné ako v roku 1990, pričom na lokalite Veľké Kosihy vysoké riziko sodíkového zasolenia stále pretrváva ( $SAR = 19$ ). Na ostatných lokalitách sú hodnoty  $SAR < 10$ , vzhľadom na vyvážené množstvo sodíka a jedná sa o podzemné vody s nízkym rizikom sodíkového zasolenia.

V oblasti medzi Komárnom a Štúrovom hodnoty EC podzemnej vody (obr.3.) v porovnaní s rokom 1991 vzrástli dvojnásobne až trojnásobne ( $EC > 2250 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) a zároveň sa hodnoty SAR zvýšili nad 10 (obr.4.), čo svedčí o veľmi vysokej miere mineralizácie a strednej miere rizika sodíkového zasolenia pôd vplyvom mineralizovanej podzemnej vody. Na prezentovaných obrázkoch sú pre ilustráciu uvedené hodnoty parametrov vo vzorkách podzemnej vody odoberaných v rovnakom mesiaci.

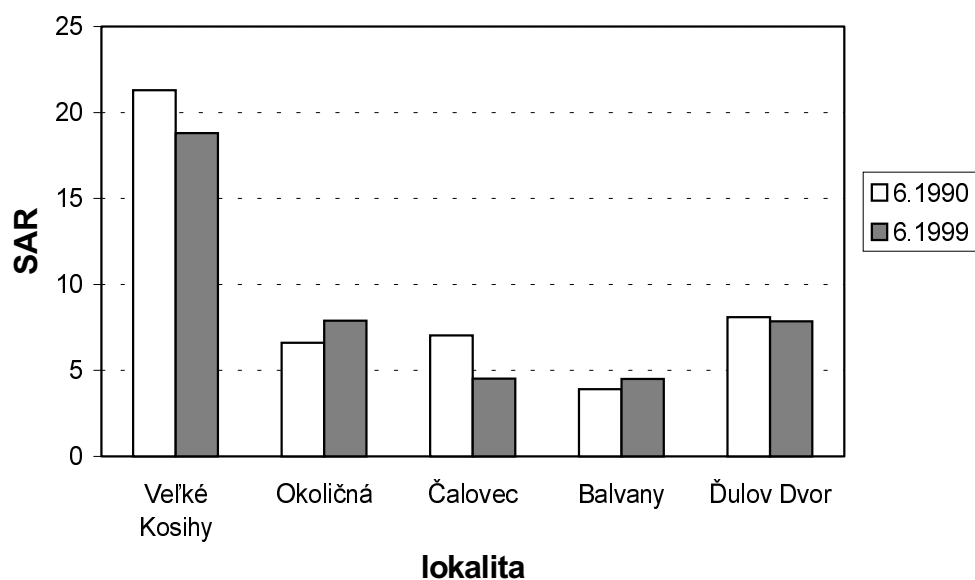
Na základe analýzy podmienok vzniku a rozširovania solných pôd a získaných výsledkov môžeme konštatovať, že z hľadiska potenciálneho rozširovania zasolených pôd sú na sledovaných lokalitách Podunajskej nížiny všetky základné podmienky. Sú to veľmi teplé, suché až veľmi suché klimatické podmienky, vysoká potenciálna evapotranspirácia, výparný typ vodného režimu pôd, značná mineralizácia podzemných vôd a jej narastajúci trend, zvýšený až vysoký obsah síranov a hydrogénuhličitanov v chemickom zložení podzemnej vody a postupné zvyšovanie jej hladín. Tieto skutočnosti tu vytvárajú značný prirodzený potenciál tvorby a formovania zasolených pôd.

### Špecifická elektrická vodivosť podzemnej vody



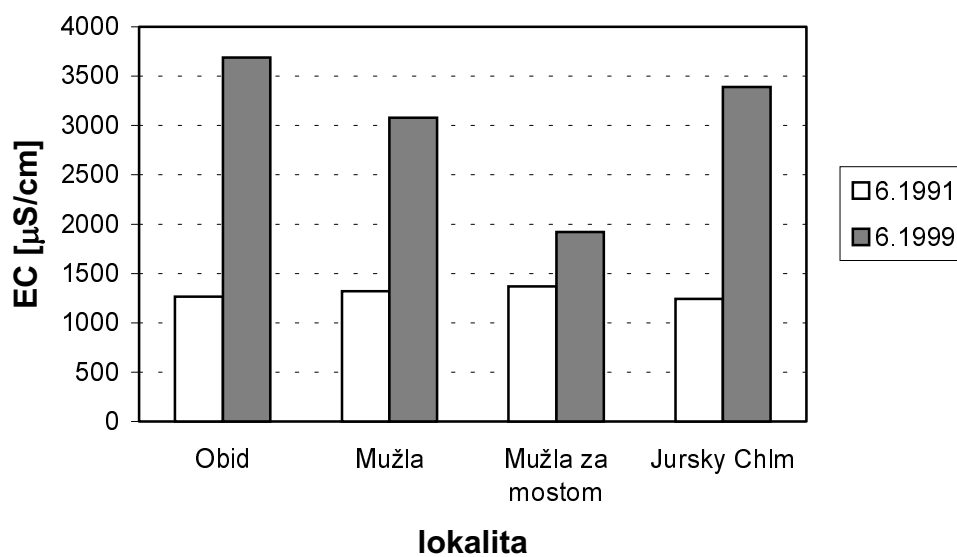
**Obr.1.** Špecifická elektrická vodivosť podzemnej vody na vybraných lokalitách vo východnej časti Žitného ostrova a ľavej strane dolného Váhu .

### Sodium adsorption ratio - SAR



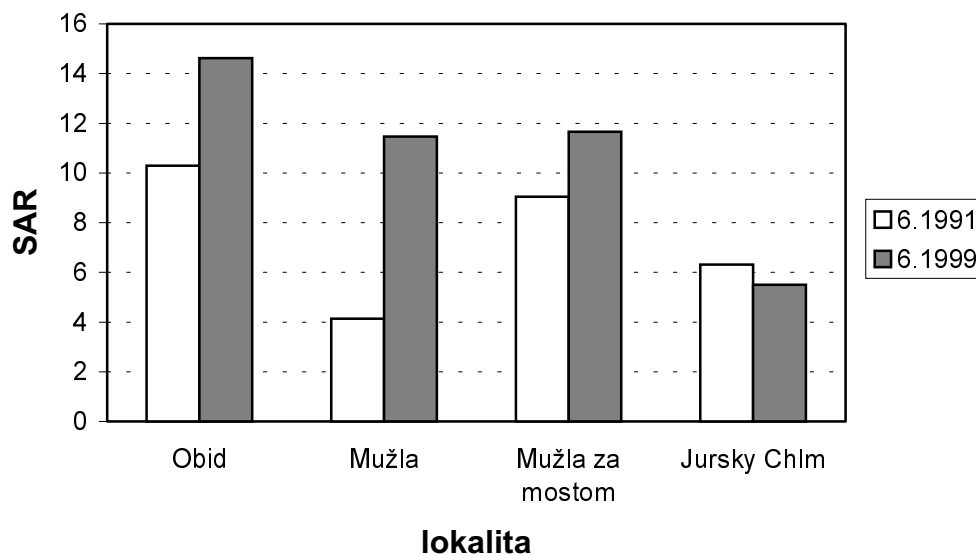
**Obr.2.** Hodnoty SAR (pomer adsorbovaného sodíka k vápniku a horčíku) podzemnej vody na vybraných lokalitách vo východnej časti Žitného ostrova a ľavej strane dolného Váhu.

### Špecifická elektrická vodivosť podzemnej vody



**Obr. 3.** Špecifická elektrická vodivosť podzemnej vody na vybraných lokalitách v pririečnej zóne Dunaja medzi Komárnom a Štúrovom.

### Sodium adsorption ratio-SAR



**Obr. 4.** Hodnoty SAR (pomer adsorbovaného sodíka k vápniku a horčíku) podzemnej vody na vybraných lokalitách v pririečnej zóne Dunaja medzi Komárnom a Štúrovom.

## Záver

Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že kvalita podzemných vôd v roku 1999 sa na väčšine lokalít vo východnej časti Žitného ostrova, ľavej strane dolného Váhu a v oblasti medzi Komárnom a Štúrovom v porovnaní s rokom 1990 zhoršila. Väčšina zo sledovaných podzemných vôd patrí do skupiny vôd s vysokým a veľmi vysokým stupňom mineralizácie ( $EC > 750 \mu S/cm$ ). Na lokalitách Veľké Kosihy, Obid a Mužla sa hodnota EC podzemných vôd v porovnaní s rokom 1990 zvýšila dvoj - až trojnásobne, hodnoty  $SAR > 10$  (obsah iónov  $Na^+$  prevládá nad obsahom iónov  $Ca^{2+}$  a  $Mg^{2+}$ ). Takéto chemické zloženie vody je označované za rizikové pre sodíkové zasolenie a svedčí o strednej až vysokej miere ohrozenia pôd sodíkom vplyvom mineralizovanej podzemnej vody. Na lokalite Čalovec, Okoličná Balvany, Ďulov Dvor, Jurský Chlm obsah iónov  $Ca^{2+}$  a  $Mg^{2+}$  prevláda nad obsahom iónov  $Na^+$ . Hodnoty  $SAR < 10$  čo svedčí o nízkom ohrození pôd sodíkom.

Zo získaných výsledkov výskumu a meraní podzemných vôd možno usúdiť, že zhoršujúca sa kvalita podzemných vôd z hľadiska salinity, v dôsledku fluktuácie hladiny podzemnej vody a kapilárneho vztlínania, zvyšuje riziko salinizácie pôd na väčšine sledovaných lokalít vo východnej časti Podunajskej nížiny.

**Kľúčové slová:** Mineralizácia, podzemná voda, zasolené pôdy.

## Literatúra

- [1] BURGER, F.: Numerická simulácia akumulácie solí v pôde. Poľnohospodárstvo - časopis pre poľnohosp. vedy, roč. 42, 1996, č.3, pp.161-175.
- [2] BURGER, F. – ČELKOVÁ, A: Výskyt mineralizovanej podzemnej vody v okolí VD Gabčíkovo a jej vplyv na salinizáciu pôdy. In: Zbor.z ved. konf. vodohosp. smeru, SF VUT, Brno, 1992.
- [3] BURGER, F. - ČELKOVÁ, A.: Metodické prístupy k riešeniu problematiky salinizácie pôdy v závlahových podmienkach. In: Zbor. z konf. „Vplyv antropogénnej činnosti na vodný režim nížinného územia“, Michalovce, 1994, pp. 250-255.
- [4] FULAJTÁR, E. a kol.: Vplyv vodného diela Gabčíkovo na poľnohospodárske pôdy. Výskumný ústav pôdnej úrodnosti, Bratislava, 1998.

[5] RICHARDS, L. A.: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Salinity Laboratory, Staff., U.S. D.A. Agric., Handbook No. 60,1956.

Tento príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 2-707 520.

**Kontaktná adresa:**

Ing. Anežka Čelková, Ústav hydrológie SAV, Račianska 75, 838 11 Bratislava 38, P.O.BOX 94, tel.: 07/ 49268263, e-mail: celkova@uh.savba.sk