

Kontrola tesnosti injekčných clôn v podloží údolných priehrad.

FRANTIŠEK VALENTKO — LADISLAV JAKUBEC

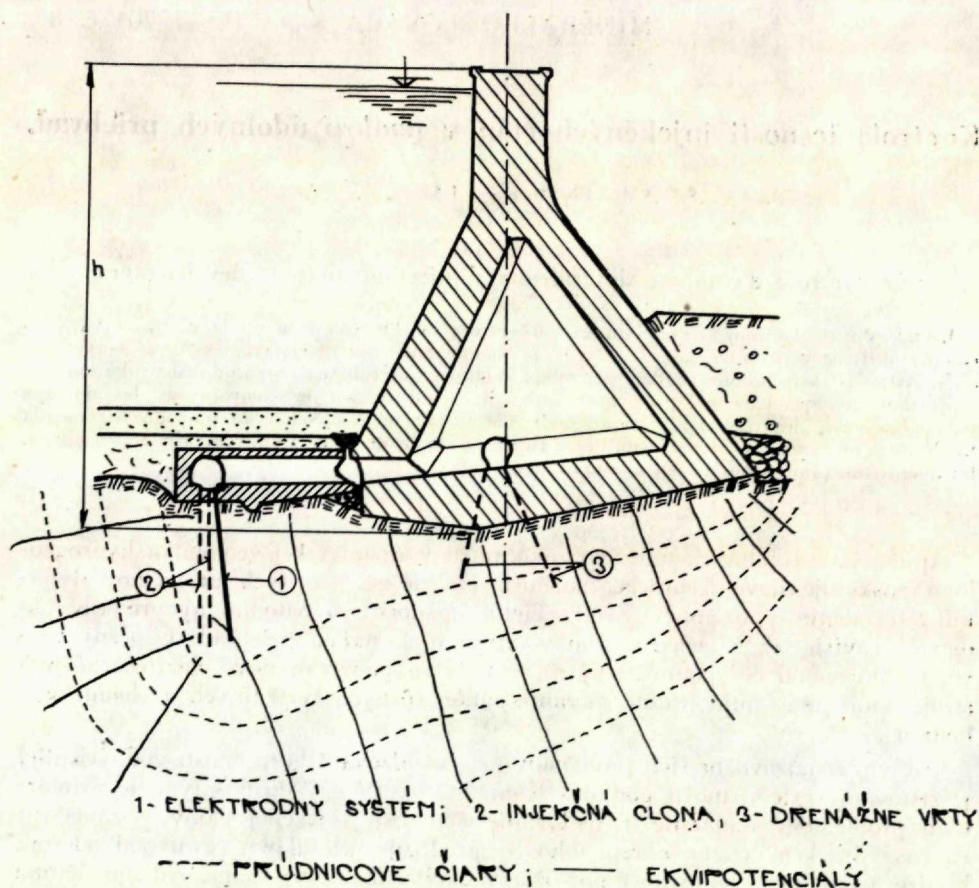
Le contrôle d'étanchéité des rideaux d'injection au mur des barrages

L'étude du changement des conditions géologiques de l'ingénieur dans le mur des barrages est très difficile et compliquée à cause de la maintenance des objets étudiés. C'est le système d'électrodes et leur groupe entier qui nous facilitent d'expliquer beaucoup de questions se rapportant aux phénomènes géologiques du mur. L'auteur fait la comparaison des données théorétiques avec les résultats pratiques, tels que l'efficacité d'injection du mur du barrage, la localisation des endroits de perméabilité. L'auteur y ajoute des diagrammes appropriés, montrant les données théoriques aussi bien que pratiques.

Aplikácia fyzikálne-chemických zákonitostí v inžinierskej geológii a hydrogeológii poskytuje nové technické možnosti pri riešení zložitých problémov dynamiky prúdenia podzemných vôd. Tieto možnosti sú vhodné aj pre riešenie otázok, súvisiacich s bezpečnosťou vodných diel, najmä priehrad. Úspešný rozvoj týchto metód bol podmienený aj tým, že sa používali nové elektronické prístroje, ktoré umožňujú presné meranie zmien rôznych fyzikálnych a chemických hodnôt.

Jedným z najzávažnejších problémov pri posudzovaní bezpečnosti vodných diel je zisťovanie priepustnosti podložia telesa hrádze. V súvislosti s tým, je primárnym problémom skúmanie a sledovanie účinnosti injekčnej clony v závislosti na čase. Injekčná clona, okrem toho, že predlžuje priesakovú cestu pod telesom hrádze a znižuje priepustnosť podložia v okolí základovej škáry, znižuje účinne vztlak pri návodnej päte priehrady. Priepustnosť podzákladia sa pri tom prejavuje nepriaznivo ako príčina vztlaku, ktorý znižuje, resp. porušuje stabilitu hrádze. Sledovanie porušovania stability hrádze bežnými prostriedkami je časovo veľmi náročné, pričom výsledky bývajú často pochybné pre veľkú poruchovosť pozorovacích objektov, spôsobenú obyčajne nedostatočnou údržbou. Zmeny stability sú odvislé od zmien inžiniersko-geologických podmienok v podloží hrádze, prípadne v jej okolí. Preto pre posudzovanie zmien priepustnosti podložia, súvisiacich s kvalitou injekčnej clony a so zabezpečením stability bol použitý tzv. „elektrodný systém“, pomocou ktorého možno sledovať kvalitatívne i kvantitatívne zmeny v podloží hrádze.

Elektrodný systém je zariadenie, ktoré je trvalo zabudované v puklinových horninách, v ktorých priesakové podmienky a prúdenie podzemnej vody sú zložitým fyzikálne-chemickým procesom, ktorý sa obyčajne mení vtedy, keď sa zdanlivo dosiahla stabilita primárnych vplyvov, ako je napr. ustálená hladina v nádrži, ustálená hladina podzemnej vody a pod. Sú to procesy pomerne veľmi dynamické, takže elektrodný systém, ako merný systém, musí citlivo reagovať na zmeny, ku ktorým dochádza z hladiska priesakov v podloží, aby sa mohli stanoviť lokálne zmeny v injekčnej clone a tak určiť miesta zmenených priesakov.



obr. 2

Princíp použitia elektrodného systému spočíva v určovaní zmien merného prútku iónov na základe zistených hodnôt mernej elektrickej vodivosti prostredia ($S \cdot m^{-1}$) a rozdielu potenciálov prírodného elektrického poľa ΔU (mV) medzi susednými dvojicami elektród toho istého systému. Merná elektrická vodivosť prostredia sa zistí medzi dvoma susednými elektródami toho istého systému ako elektrická vodivosť G , vychádzajúc z výrazu

$$\delta = c \cdot G \text{ (S} \cdot m^{-1}\text{)}, \text{ lebo analogický}$$

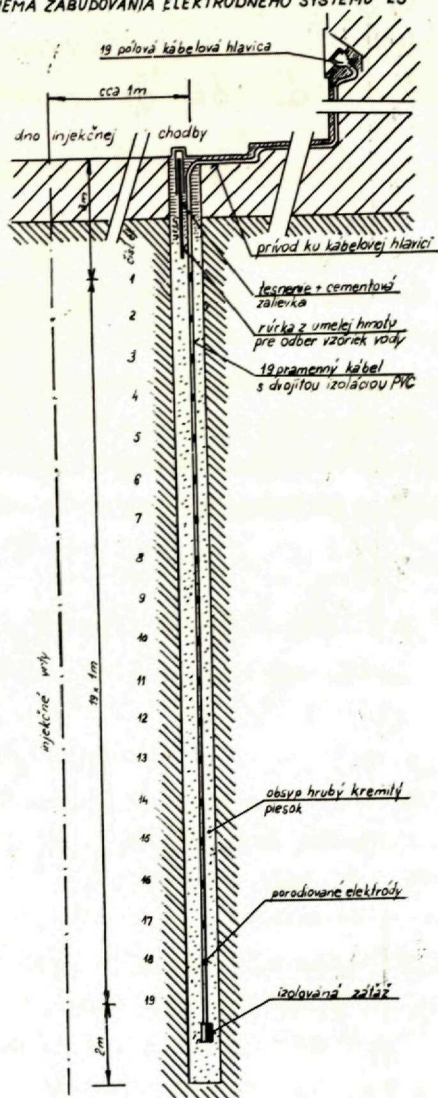
$$S_z = K \cdot R \text{ (Ohm)}, \text{ pričom}$$

$$K = \frac{1}{c} = 7,0 \cdot 10^{-7} m.$$

keď δ — merná vodivosť prostredia v $S \cdot m^{-1}$,

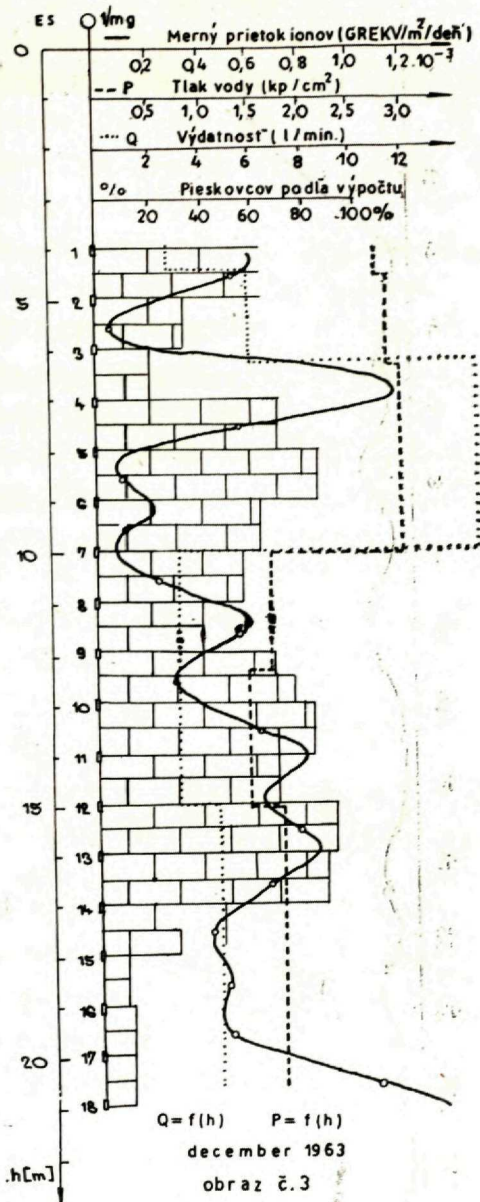
G — elektrická vodivosť v S

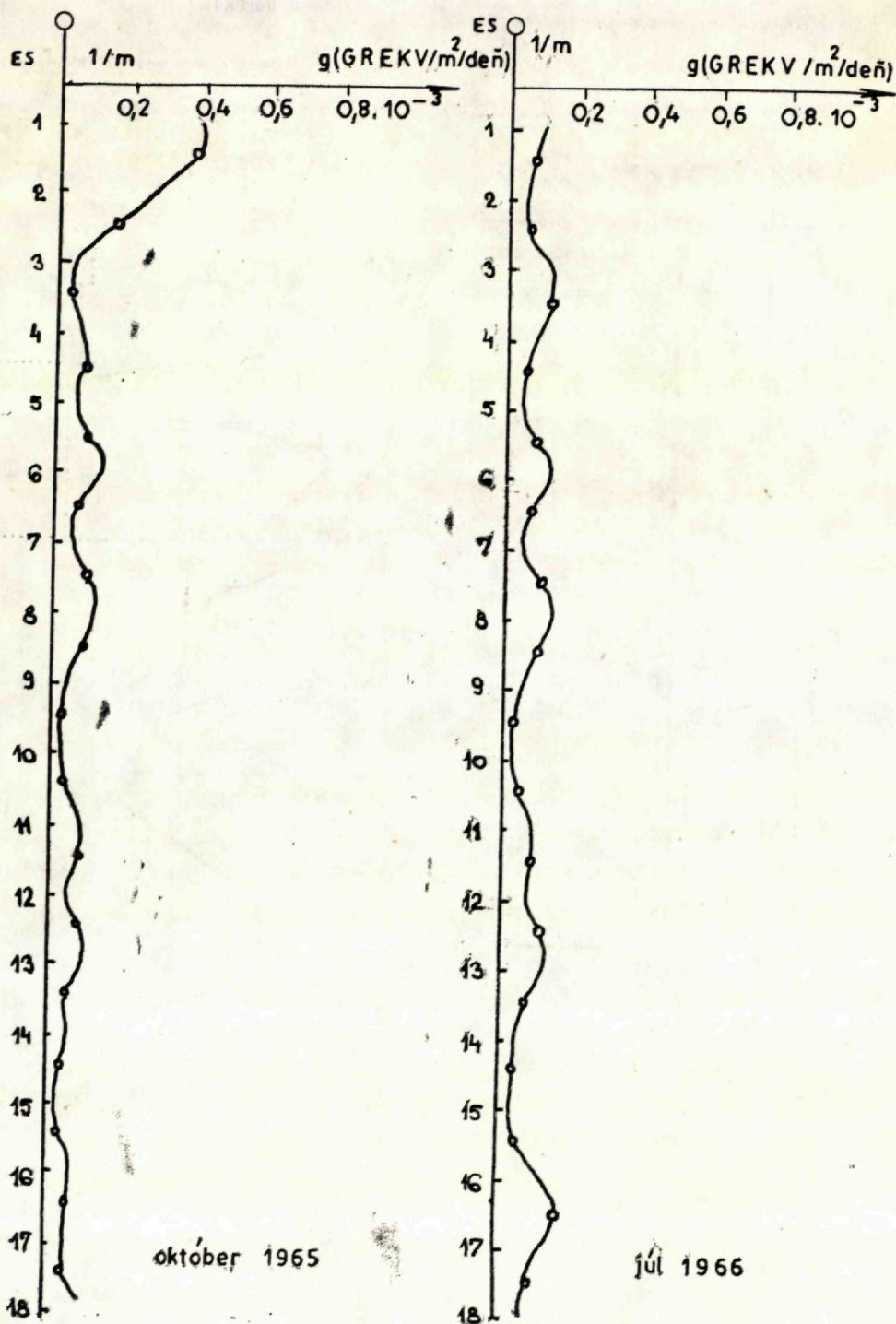
SCHEMA ZABUDOVANIA ELEKTRODNEHO SYSTÉMU ES



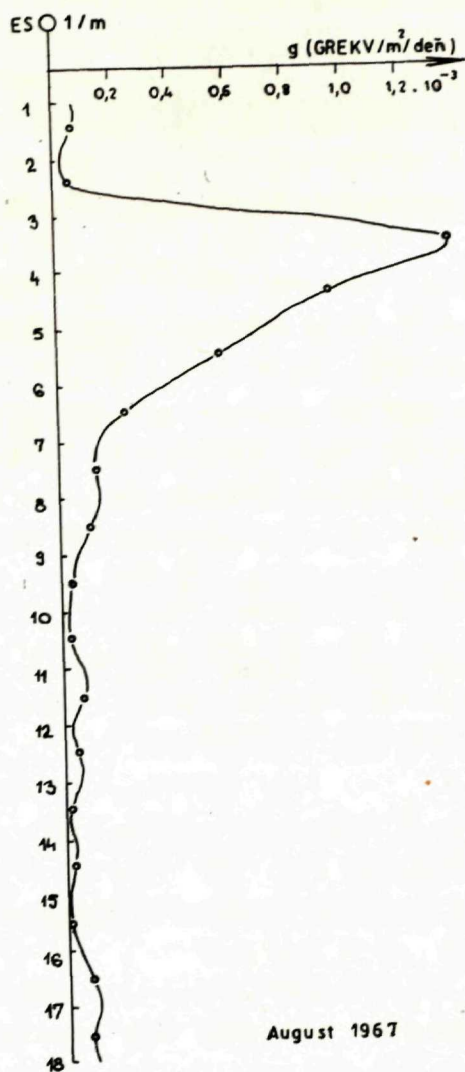
obr. 1

PRED INJEKTÁŽOU

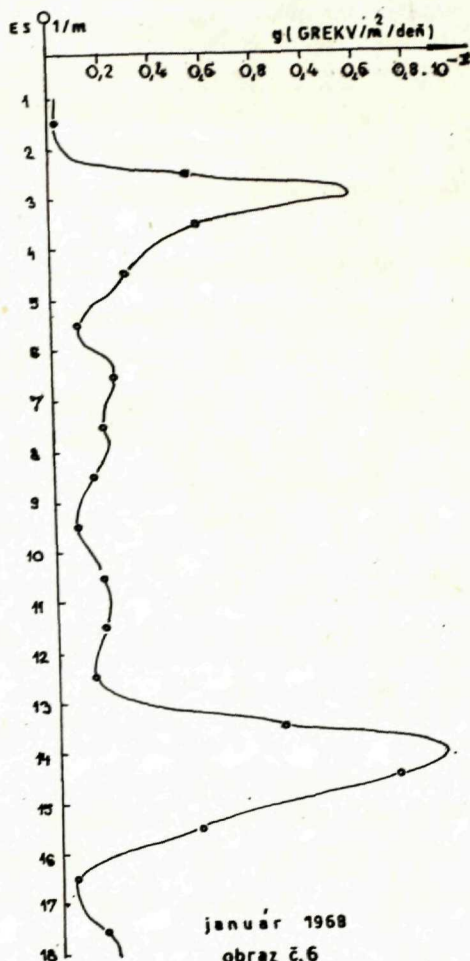




obraz č. 4



obraz č.5



obraz č.6

- c — prevodná konštanta v m^{-1}
- S_z — zdanlivý merný odpor v Ohm.m
- R — ohmický odpor dvojice elektród v Ohm
- K — prevodná konštanta vin .

Aplikáciou metód z karotážnej techniky možno z hodnôt elektrickej mernej vodivosti vypočítať aj percentuálny obsah odlišnej horniny v metrovej etáži za účelom inžiniersko-geologického posúdenia podložia priehrady v okolí injekčnej clony a tiež pre porovnanie s geologickým vyhodnotením vrtov.

Podľa Ohmovho zákona, v prostredí o mernej elektrickej vodivosti, vzniká v dôsledku elektrického napätia elektrický prúd o prúdovej hustote j , čo môžeme vyjadriť prúdom i cez plochu S a písať v tvare

$$j = \frac{i}{S}$$

keď i — je prúd v Amp.

S — plocha v m^2 .

Potom uplatnením Faradayových zákonov a po viacerých úpravách obdržíme výraz pre merný prietok iónov

$$q = \frac{t(\text{sec})}{9,65 \cdot 10^{-4}} \cdot \frac{i}{S}$$

pre $t = 1$ deň a $S = 1 m^2$ bude ďalej

$$q = 895 \cdot i \cdot 10^{-3} \text{ (grekv/m}^2\text{/deň.)}$$

Výsledná rovnica sa dá upraviť tak, že do tabuliek sa dajú písať priamo merané hodnoty G v (mS) a U v (mV), takže matematické operácie sa v praxi veľmi zjednodušia.

Fyzikálne-chemické procesy, ktoré prebiehajú v geologickom prostredí podmieniajú tiež vznik elektrického poľa. A nakoľko sú fyzikálno-chemické procesy podmienené cirkuláciou vody, je teda elektrické pole dôsledkom filtračného pohybu vody. Závislosť medzi filtračným a elektrickým poľom možno vyjadriť v zjednodušenom tvare podľa DACHNOVA, už so zameraním na kontrolnú činnosť elektródneho systému takto:

$$\frac{\Delta U}{\Delta l} = j = K_e \cdot v_f$$

keď δ — merná elektrická vodivosť

ΔU — potenciálny rozdiel na dĺžke Δl

j — hustota elektrického toku

K_e — prevodná konštanta vlastná prírodnému elektrickému poľu a danému miestu skúmaného prostredia

v_f — filtračná rýchlosť v danom mieste skúmaného prostredia

Podľa toho filtračná rýchlosť vody je úmerná súčinu mernej elektrickej vodivosti a filtračného potenciálu.

Elektródny systém pozostáva zo špeciálneho vodovzdorného kábla o 19 vodičov, na ktorom sú v rovnakých vzdialenostiach vodotesne a centricky pripojené poródiované elektródy, pričom každá z elektród je napojená vždy na jeden vodič. Elektródny systém je stabilne zabudovaný do podložia priehrady (schéma na obr. č. 1), pri čom tvorí sústavu osadenú tesne za injekčnou clonou, a to na základe podrobnej znalosti geológie podložia. Ako informatívny príklad možno hodnotiť skúmanie podložia gravitačnej priehrady s predsunutými blokmi (obr. č. 2). Pokusné merania sa začali v roku 1959. Na ich základe bola v roku 1963 vybudovaná čiastková sústava 4 elektródnych systémov, ktorá v priebehu minulých rokov bola rozšírená, takže teraz je možné sledovať funkciu injekčnej clony

pozdlž celej priehrady do hĺbky 25 m. Základné meranie bolo urobené v roku 1963 a to pred injektážou (obr. č. 3). Účinok injektáže sa výrazne prejavil aj na meraniach ES (obr. č. 4), ktoré sa uskutočnili v r. 1965 (október) a 1966 (júl). Prvá zmena bola zistená v roku 1967, a to v hĺbke 7 m (obr. č. 5). Pri porovnávaní s pôvodným stavom (obr. č. 3) sa dalo zistiť, že sa obnovila puklina, ktorá bola injektážou v r. 1964 utesnená. V januári r. 1968 došlo k ďalšiemu zhoršeniu v hĺbke 17–18 m (obr. č. 6). V náväznosti na zistenú skutočnosť bol vyvŕtaný do injekčnej clony kontrolný vrt, vo vzdialenosti 90 cm (v smere na návodnú stranu), v ktorom sa elektrolytickou metódou zisťovali filtračné rýchlosti, resp. prietochné množstvá. Výsledky týchto meraní potvrdili výsledky získané elektródnym systémom.

Sú k dispozícii aj viaceré konkrétne príklady o použití elektródnych systémov pri kontrole zmien podložia priehrady, takže na základe podrobného rozboru a konfrontácie meraní s ES s geologickými poznatkami a tiež výsledkami technických prác možno tvrdiť, že kontrola kvality injekčnej clony pomocou ES je možná. Pomocou elektródnych systémov možno zisťovať aj pukliny a miesta (plochy, polohy) zvýšených priesakov v zložitom geologickom prostredí a tak odlišovať a kontrolovať priepustné miesta v zdanlivo rovnakom type hornín a po úprave týchto miest, sledovať účinnosť použitých opatrení aj v závislosti na čase.

Doručené: 14. 9. 1970
Lektoroval: Ing. R. Rak, IGHP

Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum,
n. p., Žilina

Inspection of Tightness of Injection Blankets in the Footwalls of Valley Dams

FRANTIŠEK VALENTKO -- LADISLAV JAKUBEC

The inspection of changes of the engineering geological conditions in the footwalls of dam bodies meets in general many complications and difficulties connected mainly with the maintenance of observation objects. The usage of electrode systems as a system of inspection to check the influence of hydrodynamic forces on the footwall enables to explain many questions connected with the phenomena in the footwalls of dams. In the present paper, besides a *concise* presentation of theoretical principles, the experience acquired during the first case of usage of electrode systems has been evaluated. What has been presented are, first of all, the results of inspection of dam footwalls and also the manner of localization of more permeable spots, all this with the corresponding graphical documentation.