

Inžinierskogeologická rajonizácia v oblasti sústavy vodných diel na Dunaji Gabčíkovo—Nagymaros

LADISLAV VARGA

Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum, n. p., závod Bratislava, Geologická 18, 834 37 Bratislava

(5 obr. v texte)

Doručené 26. 5. 1980

Инженерно-геологическая районизация водных сооружений на Дунае между Габчиковым и Надьмарошом

Эта районизация позволила предложить подходящие данные для прогностических мероприятий водных сооружений на Дунае между Габчиковым и Надьмарошом.

Engineering-geological rayonization of the Danube waterwork system area between Gabčíkovo and Nagymaros

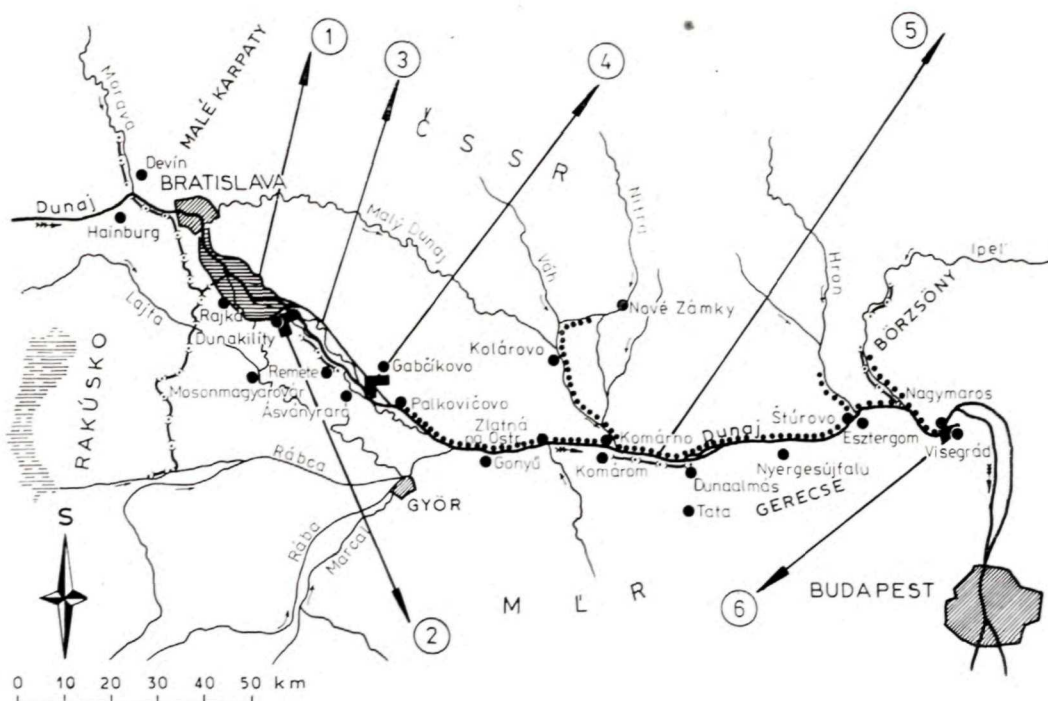
An engineering-geological rayonization assuming basic input data for the Danube waterwork system between Gabčíkovo and Nagymaros allowed to provide processed data for suitable antisuffosion measures along protective lines.

Najvyšší stranícki a vládni predstavitelia ČSSR a MLR podpísali 16. septembra 1977 dohodu o výstavbe a prevádzke sústavy vodných diel na Dunaji a medzivládnu dohodu o vzájomnej pomoci pri výstavbe. Tým sa zavrášilo niekoľkoročné úsilie o komplexné využívanie Dunaja v úseku medzi Bratislavou a Budapešťou.

Projektovaná sústava vodných diel na Dunaji bude viacúčelovým vodným dielom a sleduje najmä ochranu príľahlého územia proti záplavám, využitie vodnej energie toku a zlepšenie plavebných podmienok.

Výstavba sústavy vodných diel bude významným zásahom do prírodného prostredia. Jedným z jej činiteľov bude trvalé zvýšenie hladiny Dunaja nad okolitý terén v priestore projektovanej zdrže Hrušov — Dunakiliti. Podobne, ale ešte na väčšom priestore to bude v oblasti zasiahnutej vzdutím vodného stupňa Nagymaros.

Ako výsledok vyvolaných tlakových rozdielov vody pod hrádzou a v akumulačnom priestore zdrži možno očakávať zvýšený únik presakujúcej vody do zahrádzových priestorov. Na zabezpečenie priaznivého vývoja tlakov vhod-



Obr. 1. Prehľadná situácia sústavy vodných diel na Dunaji

1 — zdrž Hrušov — Dunakiliti, 2 — haf Dunakiliti, 3 — derivačný kanál, 4 — stupeň Gabčíkovo, 5 — územie dosahu vzdutia vodného diela Nagymaros, 6 — stupeň Nagymaros

Fig. 1. Sketch map of the Danube waterwork system area

1 — the Hrušov-Dunakiliti dam, 2 — the Dunakiliti fascine, 3 — derivation channel, 4 — the Gabčíkovo cascade, 5 — area reached by the Nagymaros dam water-level elevation, 6 — the Nagymaros cascade

nými protisufóznymi opatreniami sú nevyhnutné poznatky o inžinierskogeologických a hydrogeologických pomeroch ovplyvnených priestorov. Z rozsiahleho územia bolo treba pomery spracovať v súbornej forme a vyčleniť úseky s rovnakými charakteristickými znakmi.

Detailné a komplexné poznanie súvislostí medzi geologickými pomermi a hydrogeologickými procesmi získané inžinierskogeologickým a hydrogeologickým prieskumom je rozhodujúcim východiskom pri realizácii ekonomicky najvhodnejších protisufózných opatrení.

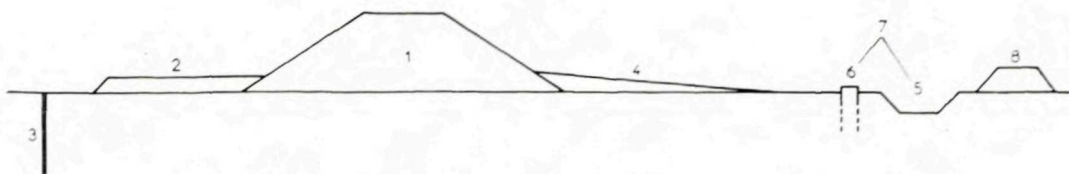
Technická koncepcia protisufózných opatrení zahŕňa možnosť voľby týchto ochranných prvkov: teleso hrádze, podložený koberec, tesniaca clona, za-

ťažovacia berma, priesakový kanál, studňový rad, kombinácia priesakového kanála a studňového radu a sekundárna ochranná hrádza (medzizdrž, resp. polder; V. Hálek 1974).

Najvhodnejším podkladom pre voľbu ochranných opatrení je rajonizácia podložia hrádzi podľa osobitných a len na tento účel vybraných kritérií.

Stručná geologická charakteristika územia

Zdrž Hrušov — Dunakiliti (obr. 1) je projektovaná tesne pod Bratislavou. Dunaj v tejto oblasti tečie chrptom svojho nánosového kužela, na ktorom prekladal svoje koryto, vytváral a zno-va zanášal hustú ramennú sieť. Výsled-



Obr. 2. Jednotlivé druhy ochranných prvkov

1 — teleso hrádze, 2 — predložený koberec, 3 — tesniaca clona, 4 — zafažovacia berma, 5 — priesakový kanál, 6 — studňový rad, 7 — kombinácia priesakového kanála a studňového radu, 8 — sekundárna ochranná hrádza

Fig. 2. Single protective measures used

1 — levee body, 2 — hydraulic back pressure sheet, 3 — sealing diaphragm, 4 — water load banquette, 5 — seepage channel, 6 — open caisson well tier, 7 — combined seepage channel and open caisson well tier, 8 — secondary protective levee

kom toho je veľká pestrosť inžiniersko-geologických podmienok, prejavujúca sa v striedaní typov zemín nívneho pokryvu, v zmene ich mocností, ako aj vo variabilnosti granulometrického charakteru štrkopieskového súvrstvia.

Mocnosť pokryvnej hlinitej vrstvy (na účely rajonizácie tu používame termín krycia vrstva) sa pohybuje od 0,6—6,0 m. Piesčité sedimenty (tzv. priechodová vrstva) dosahujú mocnosť až 8 m. Sedimenty sú variabilné aj čo do striedania sa jednotlivých typov a ich mocností.

Pomerne časté sú sedimenty výplne mŕtvych ramien. Ide najmä o väznú ílovitú zeminy s vysokým obsahom organických látok, v spodnej časti súvrstvia o jemný organický piesok so sklonom stekutief.

Aj štrkopieskové súvrstvie (zvodnená vrstva), ktoré je pod týmito sedimentmi, má veľmi premenlivú mocnosť. Zatiaľ čo v blízkosti Bratislavy je jeho hrúbka okolo 10 m, v blízkosti profilu Hrušov—Dunakiliti až 250 m. V celom tomto súvrství je najmä piesčitý štrk (obsah piesku, t. j. častíc do 2 mm, je medzi 25—50 %); časté sú aj polohy čistého štrku bez piesku alebo naopak, šošovky čistého piesku v hrúbke 4—7 m. Výskyt piesčitých polôh sa viaže najmä na hĺbkový interval 25—50 m. Podložie kvartérnych štrkopieskových sedimentov tvoria ílovité alebo piesčité sedi-

menty neogénu (D. Jalč et al. 1977, L. Jakubec — A. Porubský 1962, L. Varga 1975).

V území zasiahnutom vzdutím vodného diela Nagymaros (Palkovičovo — Chľaba) sú podstatne iné geologické pomery. Povrchové sedimenty tvorí hlinitá „krycia“ vrstva a piesčitá „priechodová“ vrstva majú čo do mocnosti prakticky podobný vývoj ako v oblasti zdrže Hrušov, ale vývoj typov jednotlivých sedimentov je faciálne stálejší aj na dlhšiu vzdialenosť. V úseku Palkovičovo — Klížska Nemá je zvodnená vrstva pieskoštrkového súvrstvia, tzv. gabčíkovské piesky. Ide o kvartérne sedimenty charakteru strednozrnitého až hrubozrnitého piesku s prechodom do drobného štrku. Mocnosť sedimentov sa pri Palkovičove overila do hĺbky 360 m. Podloží sú ílovité sedimenty neogénu.

V blízkosti Klížskej Nemej je oblasť tektonických zlomov, pozdĺž ktorých boli podložné sedimenty vyzdvihnuté, a tak sa v podstatnej miere zmenšila mocnosť kvartérnych štrkopieskových sedimentov (J. Janáček 1967, P. Pospíšil et al. 1978). Vyzdvihnutím neogénneho ílovitého podložia sa vytvorila „bariéra“, ktorá podstatne menila unášaciu silu Dunaja, a preto sa markantne zmenila sedimentácia. Pod povrchovými sedimentmi je opäť kvartérne štrkopiesčité súvrstvie s prevahou obliakovej frakcie nad pieskovou.

Pre spomenuté tektonické procesy je mocnosť sedimentov medzi 5—30 m.

Podložné sedimenty tvorí neogénno-panónsky íl, v úseku Moča — Chľaba sú už sedimenty miocénu a paleogénu, a to z ílovcov, andezitov, aglomerátov tufov a pod. (L. Varga et al. 1975, 1977).

Výber kritérií na stanovenie rájónov a rozsah prác

V inžinierskogeologickom chápaní sme pod termínom rájón všeobecne rozumieli model litologicko-genetických súborov hornín vyznačujúcich sa zhodným zložením a priestorovým usporiadaním jednotlivých typov hornín (zemín).

Ale všeobecné chápanie termínu rájón bolo treba na daný cieľ rozšíriť o ďalšie špeciálne charakteristiky na základe dohodnutých kritérií (kritériá boli platné pre československých, ale aj maďarských geológov, ktorí boli poverení vypracovať rajonizáciu na maďarskej strane).

Pri vyčleňovaní špeciálnych inžinierskogeologických rájónov bolo nevyhnutné brať do ohľadu rovnakú mocnosť hlinitého pokryvu — „krycej vrstvy“, rovnaké hodnoty koeficienta filtrácie tohto pokryvu, rovnakú mocnosť vrstvy piesku — „prechodovej vrstvy“, rovnakú hodnotu koeficienta filtrácie štrkopiesčitého súvrstvia (v rájóne sa nemá meniť vo väčšom pomere ako 1 : 5), koeficient anizotropie štrkopiesčitých sedimentov, približne rovnaký priebeh hĺbky nepriepustného (neogénneho) podložia.

Stanovenie rájónov v projektovaných líniiach ochranných hrádzi bolo završením celkových prác. Na kompletizáciu údajov bolo treba zhodnotiť a zosúladiť poznatky z archívnych materiálov a z rozsiahleho terénneho prieskumu.

Pozornosť sme orientovali hlavne na „kryciu vrstvu“ ako celok (ale aj na čiastkové komponenty) a na štrkopiesčitý komplex, najmä jeho filtračnú zónalosť.

V trasách projektovaných a jestvujúcich línii sme vyhľadali pruh príručných vrtov po povrch štrku. Zasadou bolo dostať sa pokiaľ možno až k brehovej čiare (s dosahom okolo 200 m) na vzdušnú stranu ochranných línii. Preto bola šírka skúmaného pruhu rozličná. Vzdialenosť profilov bola 100 a vzdialenosť vrtov 50 m.

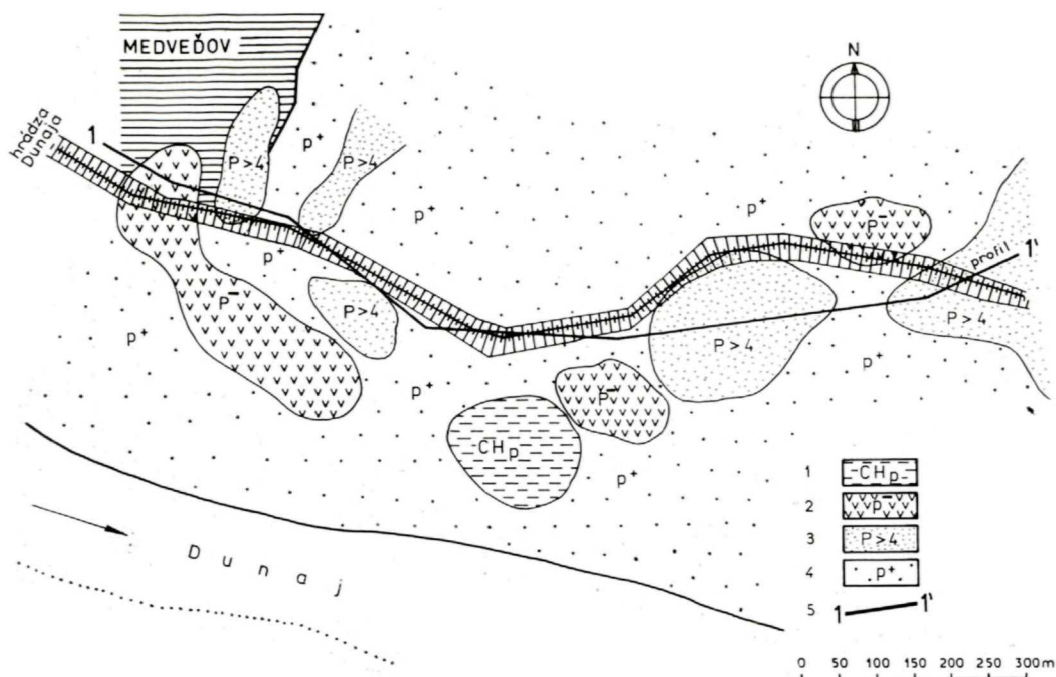
Z hodnotenia vrtov sme vypracovali mapy litofaciálneho vývoja a mocnosti pokryvu v mierke 1 : 5000. V oblasti vodného diela Nagymaros bolo územie pozdĺž koryta Dunaja od Palkovičova po Chľabu spracované na 55 listoch, Váhu v úseku Komárno — Komoča na 30 listoch, Hrona na 3 listoch a Ipľa na 10 listoch (L. Varga et al. 1977).

Komplexne spracované mapy obsahovali plochy s chýbajúcim pokryvom (označené symbolom CHp), plochy s pokryvom slabším ako 1 m (symbol $p < 1$), plochy, na ktorých pod hlinitým pokryvom chýba piesok (symbol P^-), plochy, na ktorých je pod hlinitým pokryvom vrstva piesku mocnejšia ako 4 m (symbol $P > 4$), plochy, na ktorých je pod hlinitým pokryvom aj piesok s mocnosťou menšou ako 4 m (symbol p^+).

Na mapách sa vyznačili aj miesta (typ a rozsah) registrovaných filtračných porúch z povodne v roku 1965 (L. Jakubec et al. 1965).

Koeficienty filtrácie pokryvu sme stanovili v kopaných sondách podľa vsakovacích skúšok Girinského metódou.

V štrkopiesčitom komplexe (vo zvodnenej vrstve) sme na základe vrtného prieskumu mali overiť litologické a úložné pomery zvodneného kolektora, jeho filtračnú zónalosť, opísať vymedzené čiastkové filtračné zóny koeficientom filtrácie k_h , hrúbku vrstvy T



Obr. 3. Schematizovaný príklad výseku mapy

1 — plochy s chýbajúcim pokryvom, 2 — plochy, na ktorých pod hlinitým pokryvom chýba piesok, 3 — plochy, na ktorých je pod hlinitým pokryvom vrstva piesku mocnejšia ako 4 m, 4 — plochy, na ktorých je pod hlinitým pokryvom aj piesok, ale mocnosť jeho vrstvy je menšia ako 4 m, 5 — trasa infiltračného profilu

Fig. 3. Schematized map section

— surface without cover, 2 — areas without sandy horizon beneath the loam cover, 3 — areas with a sandy horizon exceeding 4 m under the loamy cover, 4 — areas with a sandy horizon thinner than 4 m under the loamy cover, 5 — infiltration profile course

a heterogennosť prostredia označiť príslušným koeficientom anizotropie. Na tento cieľ sme napr. v oblasti zdrže Hrušov odvrátili a zabudovali 15 vrtov s hĺbkou až do 150 m. Podobne, ale vo väčšom rozsahu sme postupovali v oblasti dosahu vzdutia Nagymaros. Tu sme vyhlbili a zabudovali 89 vrtov v maximálnej hĺbke 132 m. V obidvoch oblastiach bolo naším cieľom dostať sa konečnou hĺbkou vrtu až do podlažia, ktoré v tejto oblasti tvoria neogénne sedimenty.

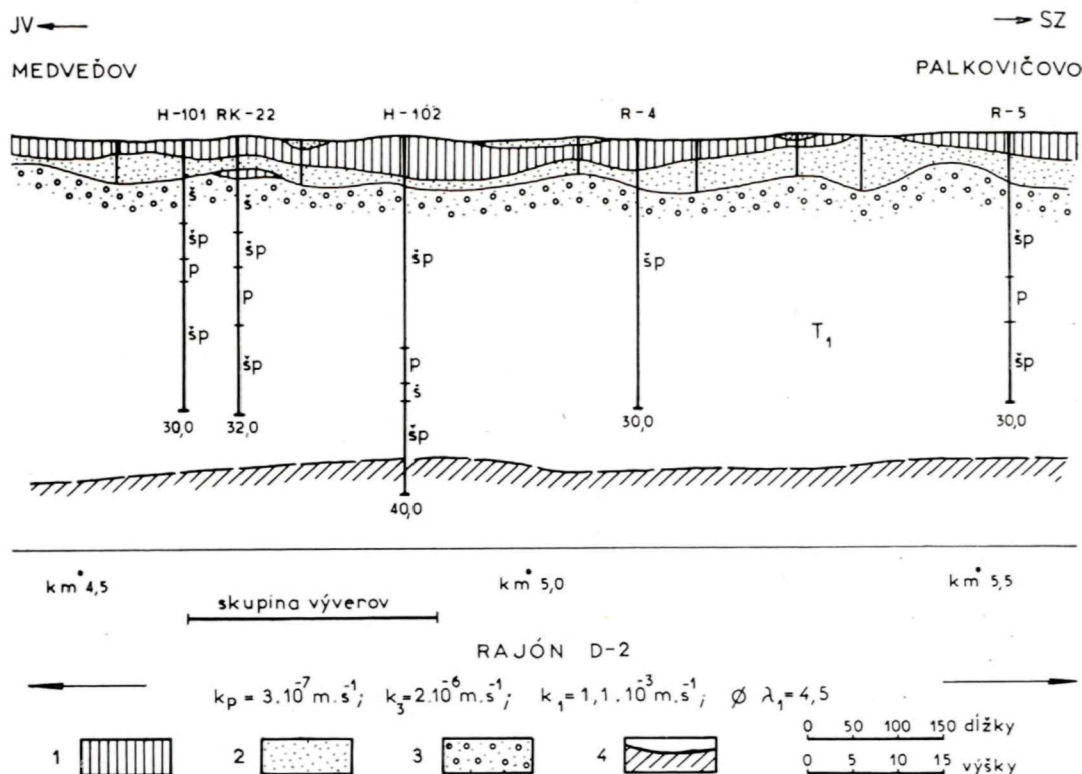
Ďalej sme prikočili k zostaveniu geologických profilov pozdĺž ochranných línií so zakresleným priebehom hlinitého a piesčitého pokryvu, zonálnosťou

štrkopieskovej vrstvy a hodnotami koeficientov filtrácie, ako aj hĺbkou nepriepustného podlažia. Relatívne „slabé“ miesta hrádzových úsekov signalizovali výskyt filtračných porúch — výverov registrovaných počas povodne roku 1965.

Ohraničenie záujmového územia a dosiahnuté výsledky

Záujmové územie zahŕňa zátopu projektovanej zdrže Hrušov — Dunakiliti a oblasť dosahu vzdutia vodného diela Nagymaros.

Územie zdrže Hrušov ohraničujú



Obr. 4. Příklad geologického profilu

1 — hlina, 2 — piesok, 3 — štrkopiesčité súvrstvie, 4 — podložie, š — štrk, šp — piesčitý štrk, P — piesok, k_p — koeficient filtrácie krycej vrstvy, k_3 — koeficient filtrácie prechodnej vrstvy, k_1 — koeficient filtrácie vodonosnej vrstvy, λ_1 — koeficient anizotropie vodonosnej vrstvy, T_1 — mocnosť vodonosnej vrstvy

Fig. 4. Example of a geological section

1 — loam, 2 — sand, 3 — sandy gravel, 4 — basement, š — gravel, šp — sandy gravel, P — sand, k_p — filtration coefficient of the covering layer, k_3 — filtration coefficient of the transition horizon, k_1 — filtration coefficient of the water-bearing horizon, λ_1 — anisotropy coefficient of the water-bearing horizon, T_1 — thickness of the water-bearing horizon

projektované a jestvujúce ochranné hrádze na ľavej strane od Hrušova až po Bratislavu (prakticky po Slovnaft), na pravej strane od Dunakiliti (na území MLR) až po Petržalku. Na rajonizácii tohto územia sa zúčastnili naši aj maďarskí geológovia. Predmetom ich záujmu bola časť pravostrannej ochrannej línie v úseku od hate Dunakiliti po štátne hranice.

Oveľa rozsiahlejšie bolo záujmové územie zdrže Nagymaros. Začína sa pri Palkovičove a končí sa na štátnych hraniciach v úseku Chľaba — Szob. Do

územia na československej strane patria aj ľavostranné prítoky Dunaja, a to Váh, v dosahu až 30 km na obidva brehy, ďalej Hron a Ipel. Pravú stranu Dunaja, a teda aj zdrže Nagymaros vrátane pravostranných prítokov a ľavého brehu Ipľa (štátne hranice) spracovali maďarskí geológovia.

Pri spracúvaní vlastnej rajonizácie sme vychádzali zo Smerníc pre metódu výpočtov protisufózných opatrení, ktoré pre projekciu sústavy vodných diel na Dunaji zastavili naši a maďarskí odborníci (V. Hálek 1974).

Kritériá, podľa ktorých sme územie rozčleňovali na rajóny, sme už opisali.

Smernice... brali do úvahy aj ekonomické hľadisko, t. j. žiadali, aby tam, kde to geologické pomery dovoľujú, bola dĺžka vyčlenených rajónov minimálne 2 km. Ide o to, že variabilnosti geologických pomerov (a tá je značná) nemôže v plnej miere a bezprostredne zodpovedať variabilnosť stavebných postupov budovania jednotlivých typov ochranných prvkov. Ale táto požiadavka sa nedala vždy akceptovať.

V oblasti zdrže Hrušov — Dunakiliti (územie siahajúce od Bratislavy po Hrušov) sme na jej ľavom brehu v trase dlhej 25,640 km vyčlenili 9 rajónov. Rajón s najmenšou dĺžkou má 1 km, najdlhší úsek 4,850 km.

Na pravom brehu zdrže (trasa dlhá 17 km) sme vyčlenili 8 rajónov. V rajonizovanej trase je 5 rajónov, v ktorých vzhľadom na premenlivé geologické charakteristiky nebolo možno vytvoriť líniu v dĺžke aspoň 2 km. Ich dĺžka sa pohybuje od 1,000—1,950 km. Najdlhší rajón má 5,050 km (D. Jalč et al. 1977).

Vyčleniť veľa krátkych rajónov si vyžiadala vývoj mocnosti pokryvu a jeho filtračné parametre. Je to obraz rozsiahleho meandrovania Dunaja v tejto oblasti, prekladania koryta, vytvárania rozsiahlej ramennej sústavy, jej opätovného zanášania, ako aj výskytu pochovaných mŕtvych ramien.

Na výber typu ochranného opatrenia a stanovenia jeho základných parametrov (dĺžka, hĺbka, mocnosť a pod.) má projekcia vypracované programy pre počítač. Z toho vyplynulo, že bolo možno (ak to rozsah vstupných dát dovoľoval) spájať krátke rajóny do jedného dlhšieho a projektant sa nemusel striktne pridržiavať výsledkov rajonizácie.

Záujmová oblasť dosahu vzdutia vodného diela Nagymaros sa na československom území začína pri Palkovičove

a končí sa pri štátnych hraniciach Chľaba — Szob. Tu mal Dunaj už relatívne pokojný tok, a preto aj mocnosť a vývoj jednotlivých typov sú stálejšie. Na študovanom území v dĺžke 107,5 km sme vyčlenili 19 rajónov, najkratší v dĺžke 2,7 a najdlhší 15,5 km.

Vzdutie zasahuje aj ľavostranné prítoky Dunaja — Váh, Hron, Ipeľ, kde sme vyčlenili rajóny podobným spôsobom a s približne rovnakými dĺžkovými parametrami.

Výsledky rajonizácie sú spracované tabelárne a v doplnkovej grafickej dokumentácii (L. Varga et al. 1977). Tabelárne spracovanie obsahuje číselné hodnoty parametrov charakterizujúcich kryciu a prechodovú vrstvu, vodonosné vrstvy a podložie.

Štatistické spracovanie údajov o mocnosti krycej a prechodovej vrstvy (T_{pa} , T_{pz} , T_3) s počtom hodnôt viac ako 30, ako aj údaje o pravdepodobnosti výskytu minimálnych, maximálnych, jednocentných a 99-percentných hodnôt, boli zhodnotené podľa výpočtového programu VIZITERVU v Budapešti.

Hodnoty koeficienta filtrácie k_1 , k_2 sa získali z granulometrickej analýzy a výpočtom podľa Karmána-Kozenya, ďalej hydrometrovaním (reometrom) vo vrte a z čerpacjej skúšky. Vážený priemer hodnôt z výpočtu a hydrometrovania sa porovnával s hodnotami z čerpacjej skúšky, ktorú v súčasnosti pokladáme pri zisťovaní filtračných parametrov za najpresvedčivejšiu.

Hodnoty koeficienta anizotropie λ sa získali (pre prechodovú vrstvu) laboratórnou skúškou a pri štrkopiesku výpočtom a z údajov hydrometrovania.

Záverom možno konštatovať, že rajonizácia poskytuje projektantovi maximum informácií o inžinierskogeologických a hydrogeologických charakteristikách v podzákladi ochranných línii. Použité kritériá sú aplikovateľné len na sledovanie cieľa, na aký je táto špeciál-

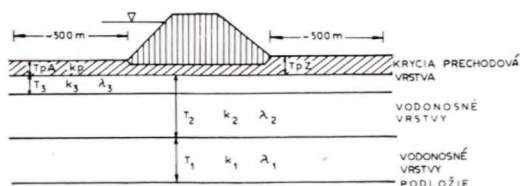
Obr. 5. Podkladové údaje rajonizácie

T_{pa} — mocnosť krycej vrstvy na návodnej strane hrádze, T_{pz} — mocnosť krycej vrstvy na vzdušnej strane hrádze, k_p — koeficient filtrácie krycej vrstvy, T_3 — mocnosť prechodovej vrstvy, k_3 — koeficient filtrácie prechodovej vrstvy, λ_3 — koeficient anizotropie prechodovej vrstvy, T_1, T_2 — mocnosť vodonosných vrstiev, k_1, k_2 — koeficient filtrácie vodonosných vrstiev, λ_1, λ_2 — koeficient anizotropie vodonosných vrstiev

Fig. 5. Basic data for the engineering-geological rayonization

T_{pa} — covering layer on the levee waterward side, T_{pz} — covering horizon on the levee aerial side, k_p — filtration coefficient of the covering layer, T_3 — thickness of the transition horizon, k_3 — filtration coefficient of the transition horizon, λ_3 — anisotropy coefficient of the transition horizon T_1, T_2 — thickness of the water-bearing horizon, k_1, k_2 — filtration coefficient of the water-bearing horizon, λ_1, λ_2 — anisotropy coefficient of the water-bearing horizon

Rajón stanič.	Charakteristické údaje	T_{pa}	T_{pz}	k_p	T_3	k_3	λ_3	T_2	k_2	λ_2	T_1	k_1	λ_1	Poznámka
D-1 0,00— 3,650	1 0/0	8,00	4,60		7,00									
	max.	8,60	5,10	$5,8 \cdot 10^{-6}$	7,90	$5,2 \cdot 10^{-7}$					42,0	$1,9 \cdot 10^{-3}$		
	priem.	1,90	2,00	$2 \cdot 10^{-6}$	1,40	$1,7 \cdot 10^{-6}$	1,00				40,5	$1,2 \cdot 10^{-3}$	4,00	
	min.	0,00	0,40	$1,5 \cdot 10^{-7}$	0,00	$1,3 \cdot 10^{-6}$					39,0	$6,5 \cdot 10^{-4}$		
	99 0/0	0,00	0,00		0,00									
D-2 3,650— 7,00	1 0/0	4,60	6,40		8,00									
	max.	4,80	6,70		8,00	$3,8 \cdot 10^{-6}$					35,0	$1,08 \cdot 10^{-3}$		
	priem.	1,80	1,50	$3 \cdot 10^{-7}$	2,70	$2 \cdot 10^{-6}$	1,00				34,0	$1,09 \cdot 10^{-3}$	4,5	
	min.	0,00	0,00	$2,8 \cdot 10^{-8}$	0,00	$1,1 \cdot 10^{-6}$					33,0	$4,4 \cdot 10^{-4}$		
	99 0/0	0,00	0,00		0,00									
D-3 7,00— 9,7	1 0/0	4,80	6,00		6,50									
	max.	4,80	6,50	$3 \cdot 10^{-6}$	7,85						34,4	$1,08 \cdot 10^{-3}$	4,5	analógia k_3 s rajónom D ₂
	priem.	1,40	2,00	$1,3 \cdot 10^{-6}$	2,45	$2 \cdot 10^{-6}$					30,2	$7,2 \cdot 10^{-4}$	3,3	
	min.	0,00	0,30	$3,6 \cdot 10^{-7}$	0,00						26,0	$3,7 \cdot 10^{-4}$	2,2	
	99 0/0	0,00	0,00		0,00									



na rajonizácia spracovaná. V danom prípade možno na základe zistených a vážených vstupných údajov navrhnúť optimálny typ, príp. súbor protisufózných prvkov a súčasne určiť najekonomickejší postup pri realizácii ochranných opatrení.

Recenzoval M. Matula

LITERATÚRA

- Hálek, V. 1974: Metodika výpočtov protisufózných opatrení, jednotné projektové smernice. *Manuskript — Hydroconsult Bratislava*. 84 s.
Jakubec, L. — Porubský, A. 1962:

Dunaj — čs. úsek. *Manuskript — IGHP Bratislava*. 118 s.

Jakubec, L. et al. 1965: Správa o vizuálnej registrácii filtračných porúch pozdĺž ochranných hrádzi na Dunaji, Váhu, Nitre a Hrone za povodne v roku 1965. *Manuskript — IGHP Bratislava*. 70 s.

Jakubec, L. et al. 1971: Výskum filtračných porúch z hľadiska stability dunajských hrádzi — I. etapa. *Manuskript — IGHP Bratislava*. 638 s.

Jalč, D. et al. 1977: Zdrž Hrušov — Dunakiliti, rajonizácia — II. etapa. *Manuskript — IGHP Bratislava*. 77 s.

Janáček, J. 1967: Tektonický výskum v oblasti vodného dieľa Dunaj. *Manuskript — IGHP Bratislava*. 138 s.

Pospíšil, P. et al. 1978: Neotektonická stavba Žitného ostrova a príslušného územia Podunajskej nížiny. *Mineralia slov.*, s. 443—456.

Varga, L. et al. 1975: Nagymaros — rajonizácia, I. etapa. *Manuskript — IGHP Bratislava*. 74 s.

Varga, L. et al. 1975: Zdrž Hrušov — rajonizácia, I. etapa. *Manuskript — IGHP Bratislava*. 28 s.

Varga, L. et al. 1977: Rajonizácia II. etapa — zdrž Nagymaros. *Manuskript — archiv IGHP Bratislava*. 69 s.

Engineering-geological rayonization of the Danube waterwork system area between Gabčíkovo and Nagymaros

LADISLAV VARGA

The projected Danube waterwork system will serve for several purposes. Its construction has in view the protection of the neighbour area against high flows, the utilization of water energy and the amelioration of conditions for navigation.

The construction of the waterwork system will represent a considerable intervention into the existing natural environment. The steady elevated water level in the Danube flow over the surrounding terrain surface within the projected Hrušov — Dunakiliti dam area will be one of most important impacts. A similar but areally more extensive water level elevation concerns the Nagymaros waterwork area. Due to such elevated water regimes and owing to pressure differences below the dam relative to the dam accumulation surface, an increased water leakage may be expected into the areas behind levees. With the aim to assure favourable pressure developments, the most suitable course of water pressures is necessary by applying advantageous antisuffusion measures. A profound knowledge of engineering-geological and hydrogeological conditions of the area affected is therefore necessary.

The task comprised the evaluation of an extensive area in a comprehensive manner as possible and the delimitation of regions where conditions of similar nature will be present.

Determining the single engineering-geological rayons in the area, the following properties were assumed:

- the equal thickness of the loamy cover (covering horizon),
- equal filtration coefficient values in this horizon,
- equal thickness of the sandy transitional horizon,
- equal filtration coefficient values in the sandy gravel bed (to avoid changes surpassing the 1 : 5 rate),
- equal anisotropy coefficient values of sandy gravel sediments,
- roughly the equal depth for the im-

permeable basement (beds of Neogene age).

Accordingly, the Hrušov — Dunakiliti dam area (the Danube flow section between Bratislava and Hrušov) comprises 9 rayons delimited on the left riverside reaching a total length of 25.640 km. Single rayons are 1 to 4.850 km long. On the right riverside, a total of 8 rayons amounts 17 km length from which 5 rayons are shorter than 2 km due to the variable geological conditions. The longest rayon is 5.050 km long here.

Protective measures and their basic parameters were chosen using a computerized decision technique. This means that, in cases when input data made it possible, single shorter intervals were unified into a longer one and so alternative solution possibilities may have been examined during the projection.

The Danube flow section affected by the Nagymaros waterdam area on Czechoslovak territory stretches from Palkovičovo to the state frontier at ChIaba — Szob. The Danube flow is here already quiet and hence the lithological content and thickness of single engineering-geological horizons are relatively constant. In a total length of 107.5 km altogether 19 rayons were delimited ranging from 2.7 to 15.5 km.

Water level elevation touches the Danube river left tributaries as well (Váh, Hron and Ipeľ rivers). Here, similar rayons were delimited.

The engineering-geological rayonization in the indicated manner provides maximum information to the waterwork projection. These concern hydrogeological and engineering-protective lines. Nevertheless, the used criterions are applicable only to such purposes to which the application has been aimed. The chosen procedure, however, allows to decide the realization of the optimum protective measures including the most suitable antisuffusion ones together with their most economical application.

Preložil I. Varga