

ANTE SARIN

UZIMANJE UZORAKA NEVEZANIH KLASTIČNIH SEDIMENATA ZA HIDROGEOLOŠKU OBRADU

S 2 slike i 5 tabela u tekstu

U sadašnje vrijeme izvode se sve obimniji istražni radovi radi opskrbe vodom za sanitarne i industrijske potrebe, ili pak zbog odvodnjavanja ili navodnjavanja nekih područja. Voda se većim dijelom crpi iz klastičnih sedimenata, jer je većina velikih naselja smještena u ravnicačarskim terenima koji su prekriveni neogenskim i kvartarnim tvorevinama, a i melioracioni zahvati su najčešće vezani uz ta područja. To su pretežno nevezani ili glinovitom supstancom vrlo slabo vezani šljunci i pijesci, te prah.

U ovim se naslagama kopaju ili buše bunari zbog ispitivanja optimalnih količina vode koje se mogu crpsti iz pojedinih terena. Kod crpljenja vrlo plitkih podzemnih voda (do 6-7 m pod površinom terena) bunari ne predstavljaju skupe radove. No kod većih dubina, gdje se ugrađuju specijalne dubinske crpke, potrebni su znatno veći promjeri bunara. Ovo naročito dolazi u obzir, kada se crpi voda iz vrlo sitnih pijesaka, pa su potrebni debeli višeslojni pješčani filteri. Takvi se bunari mogu bušiti tek s mnogo jačim bušaćim garniturama. Primjena snažnijih garnitura, posebne metode bušenja radi negativnog utjecaja glinene isplake, specijalne mjere za zaštitu bušotina od obrušavanja boka radi širih promjera, ugradnja skupih crpki, troškovi crpenja i štošta drugo – u priličnoj mjeri poskupljuje troškove istražnih radova.

Daleko je brže i jeftinije bušenje bušotina užeg promjera, koje bi se samo jezgrovale; bez izvođenja ispitnog crpenja. Zbog toga se već odavno pokušavalo na osnovi granulometrijskog sastava uzoraka iz jezgre bušotina davati mišljenje i približne podatke o različitim hidrogeološkim osobinama podzemnih naslaga. Ipak su gotovo svi autori naglašavali, da se jedino pokusnim crpenjem mogu postići točni rezultati.

Ima više razloga tom stanovitom sumnjanju u točnost podataka, izvedenih samo na osnovi ispitivanja i obrade nabušenog materijala.

U prvom redu hidrogeologija i sedimentna petrografija počele su se intenzivnije razvijati u svijetu tek posljednjih 20-30 godina. Do tada se u manjoj mjeri obraćala pažnja na stvarne uslove taloženja i o njihovom utjecaju na hidrogeološke karakteristike naslaga. Tehnika bušenja nije ranije bila toliko usavršena, da bi se mogli dobivati u svakoj prilici visoki postoci jezgre u nevezanim stijenama. Potrebe za vodom

nisu bile tolike kao sada, pa su se iskorištavala samo povoljnija područja. Zbog toga su se istražni radovi temeljili na točnijem i potpunijem ispitivanju pomoću crpenja, iako je to bilo skuplje.

Uz specifičnu izdašnost (maksimalnu količinu slobodne podzemne vode) i specifično zadržavanje (maksimalnu količinu vezane podzemne vode) koeficijent propusnosti je najvažniji hidrogeološki parametar neke stijene. Zadržat ćemo se na njegovom određivanju.

Mnogi poznati autori, koji su obrađivali ovu materiju, pokušali su dati odnos između koeficijenta propusnosti i veličine zrna klastičnog sedimenta, te temperature i poroznosti. Postoje brojne manje ili više jednostavne jednadžbe, koje prikazuju taj odnos. Kod svih je jednadžba vidljivo, da koeficijent propusnosti uglavnom ovisi o veličini promjera zrna, ili time posredno o veličini šupljina kroz koje protječe podzemna voda. Zato se neke jednadžbe temelje samo na promjeru zrna. One daju sasvim dobre orijentacione podatke za nova i nepoznata područja, a mogu vrlo dobro poslužiti za već poznate terene radi uspoređivanja propusnosti na različitim lokalitetima.

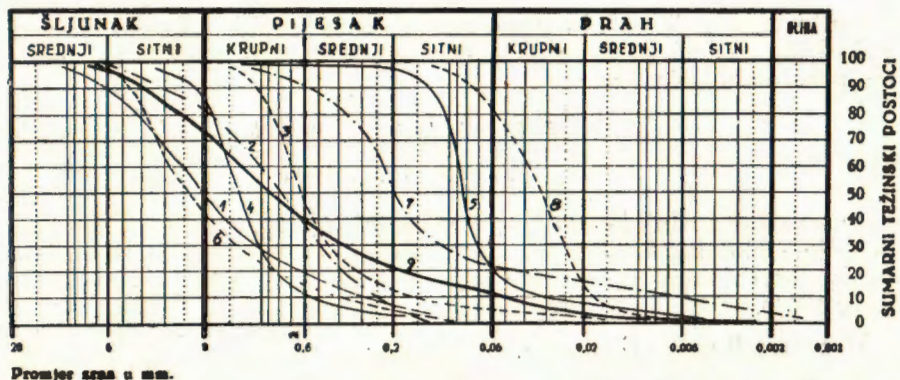
Pitanje je, na koji način treba uzeti uzorke jezgre nevezanih klastičnih sedimenata, da bi se dobila prava proba. U praksi sam naišao na slučaj, kada se kod određivanja koeficijenta propusnosti za sloj pijeska debeo 80–100 m uzeo jedan jedini uzorak iz čitavog sloja pomoću »šlica«. Drugom prilikom uzet je pak iz sloja slične debljine veći broj pojedinačnih uzoraka (samo iz određene dubine, a ne pomoću »šlica«) međusobno podjednako udaljenih, ali su oni kasnije opet smiješani, da bi se dobio srednji uzorak. Na kraju se postavlja pitanje: smije li se uzeti jedan uzorak iz vrlo malenog intervala – uzmimo po jedan na svakih 0,5 m – ali pomoću šlica; dakle srednji uzorak 0,5-metarskog intervala. U sva tri slučaja radi se o pijescima, u kojima se izmijenjuju od 0,1 do više metara debeli ulošci pijesaka i šljunka različite krupnoće zrna.

U svakom slučaju potpuno je nepravilno miješati uzorke različitih granulacija ovako debelog pješčanog sloja, da bi se dobio srednji uzorak. No da li treba uzimati na mnogo manjim intervalima šlic-uzorke (srednje uzorke nekog intervala) ili pojedinačne (samo iz jedne određene dubine)? Smatram ovo potonje pravilnijim. Potrebno je uzimati pojedinačni uzorak za svaki uložak, i to najbolje iz sredine uložka. Ako je uložak suviše debeo, treba uzeti i više uzoraka iz njega, po mogućnosti da budu međusobno podjednako udaljeni. Gustoća uzoraka ovisi o svrsi i važnosti istražnih radova.

Točnost navedenih tvrdnja pokušat ću dokazati u daljnjem izlaganju.

UZIMANJE UZORAKA IZ SLOJA KOJI SE SASTOJI IZ VIŠE ULOŽAKA RAZLIČITE KRUPNOĆE

Upotrijebit ćemo vrlo jednostavnu Hazenovu jednadžbu za određivanje koeficijenta propusnosti (k) neposredno iz veličine promjera zrna: $k = 1,16 d_e$ gdje je $d_e = d_{10}$, tj. efektivni promjer zrna (d_e) je onaj promjer, kod kojega 10% težine uzorka ima manje zrno od te veličine (Schneider, Truelsen & Thiele, 1952).



Sl. 1

Na slici 1 dano je 10 granulometrijskih krivulja uzoraka pijesaka iz krekanskog ugljenonosnog bazena (Šarin, Jovanović & Medved, 1960). Uzorci su uzeti kao pojedinačni, a ne pomoću šlica. Odredimo li iz krivulja vrijednosti za d_{10} i uvrstimo ih u Hazenovu jednadžbu, dobit ćemo koeficijent propusnosti svakog uložka (tabela 1).

Tabela 1

Broj uzorka	Opis uložka	Interval [m]	Debljina uložka [m]	$d_{10} (= d_{10})$ [mm]	koeficijent propusnosti $k = 1,16 d$ [cm s ⁻¹]	kl
1	Sitni šljunak s krupnim pijeskom	0,0- 1,7	1,7	0,30	$1,04 \cdot 10^{-1}$	$1,77 \cdot 10^{-1}$
2	Srednji i krupni pijesak	1,7- 3,3	1,6	0,25	$7,25 \cdot 10^{-2}$	$1,16 \cdot 10^{-1}$
3	Krupni sa srednjim pijeskom	3,3- 3,9	0,6	0,16	$2,97 \cdot 10^{-2}$	$1,78 \cdot 10^{-2}$
4	Krupni pijesak	3,9- 5,8	1,9	0,56	$3,64 \cdot 10^{-1}$	$6,92 \cdot 10^{-1}$
5	Sitni pijesak	5,8- 6,0	0,2	0,034	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$2,66 \cdot 10^{-4}$
6	Sitni šljunak s krupnim pijeskom	6,0- 7,9	1,9	0,40	$1,86 \cdot 10^{-1}$	$3,54 \cdot 10^{-1}$
7	Prašinasti pijesak	7,9- 8,9	1,0	0,0065	$4,90 \cdot 10^{-5}$	$4,90 \cdot 10^{-5}$
8	Prah	8,9-10,0	1,1	0,018	$3,76 \cdot 10^{-4}$	$4,14 \cdot 10^{-4}$

Da bi izračunali srednju propusnost čitavog 10-metarskog pješčanog sloja kod, uzмимо, protjecanja paralelnog sa slojnom ravninom, možemo primijeniti jednadžbu:

$$k_{sr} = \frac{k_1 l_1 + k_2 l_2 + \dots + k_n l_n}{l_1 + l_2 + \dots + l_n}$$

gdje je: k_{sr} = srednji koeficijent propusnosti, l_1, l_2, \dots, l_n = debljina pojedinih uložaka, k_1, k_2, \dots, k_n = koeficijent propusnosti odgovarajućih uložaka, danih u cm sek^{-1} (Bogomolov & Silin-Bekčurin, 1955).

Uvrstimo li naše vrijednosti, dobit ćemo:

$$k_{sr} = \frac{1,77 \cdot 10^{-1} + 1,16 \cdot 10^{-1} + 1,78 \cdot 10^{-2} + 6,92 \cdot 10^{-1} + 2,66 \cdot 10^{-4} + 3,54 \cdot 10^{-1} + 4,90 \cdot 10^{-5} + 4,14 \cdot 10^{-4}}{10}$$

$$k_{sr} = \frac{1,36}{10} = 1,36 \cdot 10^{-1}$$

Vrijednost dobivena na ovaj način najbliža je stvarnom srednjem koeficijentu, kojega bi dobili nakon izvođenja pokusnog crpljenja. Zato je nazovimo približnom vrijednošću. Da smo uzeli šlic-probu ili jednakomjerno pomiješali svih 8 navedenih uzoraka, dobili bismo srednji uzorak. Prosijavanjem bismo dobili granulometrijski sastav tog srednjeg uzorka. Ovo miješanje nije izvršeno, ali računom možemo dobiti isti rezultat. Potrebno je samo integrirati svaku granulometrijsku krivulju u odgovarajućem intervalu.

Račun je izveden u tabeli 2. U kolonama pod oznakom p upisani su odgovarajući sumarni težinski postoci za svaki pojedini uložak. Vrijednosti su očitane iz granulometrijskog dijagrama na slici 1.

Nanesemo li dobijene prosječne vrijednosti pojedinih frakcija na dijagram, dobit ćemo krivulju prosječnog granulometrijskog sastava (sl. 1). Efektivni promjer zrna (d_{10}) iznosi 0,054 mm. Uvrstimo li ovu vrijednost u Hazenovu jednadžbu, dobit ćemo, da je $k_{sr} = 3,38 \cdot 10^{-3} \text{ cm s}^{-1}$. Razlika između ove vrijednosti i prije dobijene približne vrijednosti vrlo je velika; oba koeficijenta razlikuju se za oko 50 puta. Razlike bi bile i veće da u prikazanom primjeru postoji veći broj uložaka sa sitnijim materijalom.

Time je dokazano, da se ne smije uzimati šlic-proba čitavog pješčanog sloja, bez obzira na uloške različite krupnoće, nego za svaki uložak treba uzeti barem po jedan uzorak.

UZIMANJE UZORAKA IZ VRLO MALENIH INTERVALA

Kod uzimanja uzoraka iz klastičnih sedimenata radi određivanja koeficijenta propusnosti nepravilno je svako uzimanje materijala pomoću šlica, pa bio interval, kojeg predstavlja takav uzorak, i vrlo malen. Razlog tome je, što i tanji proslojak sitnijeg materijala, kad se pomiješa s

Tabela 2

Broj uzorka (uloška)	Interval [m]	Debljina uložka [m]	Postoci (<i>p</i>) i umnošci postotaka s odgovarajućim debljinama uložaka (<i>pl</i>)																	
			20 mm		6 mm		2 mm		0,6 mm		0,2 mm		0,06 mm		0,02 mm		0,006 mm		0,002 mm	
			<i>p</i>	<i>pl</i>	<i>p</i>	<i>pl</i>	<i>p</i>	<i>pl</i>	<i>p</i>	<i>pl</i>	<i>p</i>	<i>pl</i>	<i>p</i>	<i>pl</i>	<i>p</i>	<i>pl</i>	<i>p</i>	<i>pl</i>	<i>p</i>	<i>pl</i>
1		1,7	100	170	90	153	49	83,3	18	33	6	10,2	0	0	0	0	0	0	0	0
2		1,6	100	160	99	158,3	82	131,2	37	59,2	6	9,6	0	0	0	0	0	0	0	0
3		0,6	100	60	100	60	100	60	46	27,6	13	7,8	5	3	3	1,8	0	0	0	0
4		1,9	100	190	100	190	86	161,5	12	22,8	3	5,7	0	0	0	0	0	0	0	0
5		0,2	100	20	100	20	100	20	98	19,6	97	19,4	21	4,2	7	1,4	3	0,6	0	0
6		1,9	100	190	98	186,1	43	81,7	15	28,5	5	9,5	0	0	0	0	0	0	0	0
7		1,0	100	100	100	100	100	100	92	92	51	51	22	22	17	17	9	9	4	4
8		1,1	100	110	100	110	100	110	100	110	100	110	82	90,2	14	15,4	1	1,1	0	0
Ukupno:		10,0		1000		977,4		747,7		392,7		223,2		119,4		35,6		10,7		4
Prosječno:				100,0		97,1		74,8		39,3		22,3		11,9		3,6		1,1		0,4

Tabela 3

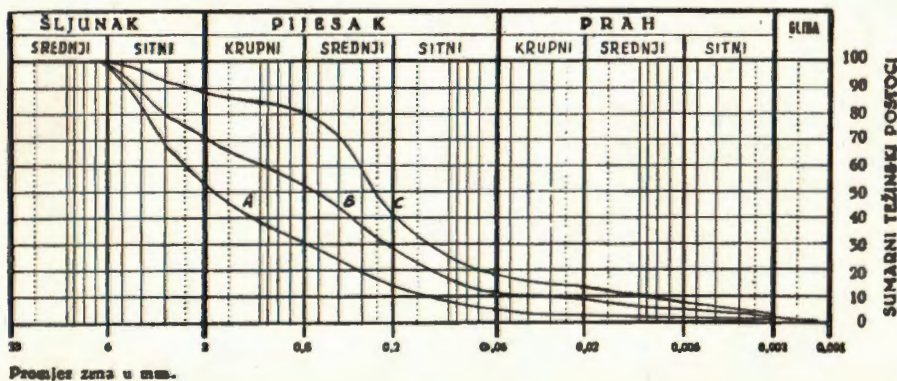
Broj uzorka	Interval [m]	Debljina uložka (l) [m]	Postoci (p) i umnošci postotaka s odgovarajućim debljinama uložaka (pl)																		
			20 mm		6 mm		2 mm		0,6 mm		0,2 mm		0,06 mm		0,02 mm		0,006 mm		0,002 mm		
			p	pl	p	pl	p	pl	p	pl	p	pl	p	pl	p	pl	p	pl	p	pl	
Varijanta A																					
8	7,5-7,9	0,4	100	40	98	39,2	43	17,2			6	5	2	0	0	0	0	0	0		
9	7,9-8,0	0,1	100	10	100	10	100	10			9,2	51	5,1	22	2,2	17	1,7	9	1	4	0,4
	Ukupno:			50		49,2		27,2			15,2		7,1		2,2		1,7		1		0,4
	Prosječno:			100		98,5		54,5			30,5		14		4,5		3,5		2		1
Varijanta B																					
8	7,5-7,75	0,25	100	25	98	24,5	43	10,8	15	3,8	5	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	7,75-8,0	0,25	100	25	100	25	100	25	92	23	51	12,7	22	5,5	17	4,2	9	2,3	4	1	
	Ukupno:			50		49,5		35,8			26,8		14		5,5		4,2		2,3		1
	Prosječno:			100		99		71,5			53,5		28		11		8,5		4,5		2
Varijanta C																					
8	7,5-7,6	0,1	100	10	98	9,8	43	4,3	15	1,5	5	0,5	0	0	0	—	0	0	0	0	
9	7,6-8,0	0,4	100	40	100	40	100	40	92	38,8	51	20,4	22	8,8	17	6,8	9	3,6	4	1,6	
	Ukupno:			50		49,8		44,3			40,3		20,9		8,8		6,8		3,6		1,6
	Prosječno:			100		99,5		88,5			80,5		42		17,5		13,5		7		3

uloškom krupnijeg sasvim eliminira utjecaj (veliku propusnost) ovog potonjeg, pošto kod određivanja koeficijenta propusnosti najveću ulogu igraju sitnije frakcije efektivni promjer zrna (d_{10}).

Ovakav slučaj može nastati kada se šlic-uzorci uzimaju šablonski (na primjer po jedan uzorak na svaka 0,5 m ili slično) bez obzira na granice među ulošcima različite krupnoće. Da ovo dokažemo, pretpostavimo da se iz našeg 10-metarskog pješčanog sloja uzimao po jedan šlic-uzorak na svakih 0,5 m. Razmatrajmo, na primjer, interval od 7,5–8,0 m (sl. 1 i tabela 1). Veći dio intervala (7,5–7,9 m) pripada ulošku br. 6 s $d_{10} = 0,40$ mm i $k = 1,86 \cdot 10^{-1}$ cm s⁻¹. Manji dio (7,9–8,0 m) pripada ulošku br. 7 s $d_{10} = 0,0065$ mm i $k = 4,90 \cdot 10^{-5}$. Da bismo dobili usporedbene podatke, obradit ćemo još dvije izmišljene kombinacije. Pretpostavimo da je granica između uložaka 8 i 9 u drugom slučaju na dubini 7,75 m, a u trećem na 7,6 m.

Integriramo li granulometrijske krivulje za sve te tri varijante u intervalu 7,5–8,0 na isti način kao i na tabeli br. 2, dobit ćemo srednje postotke pojedinih frakcija (tabela 3).

Dobijene vrijednosti možemo nanijeti na dijagram (sl. 2) i iz granulometrijskih krivulja odrediti d_{10} za sve tri varijante, te prema Hazenovoj jednadžbi koeficijente propusnosti takvih srednjih uzoraka za svaku varijantu.



Sl. 2

Varijanta	d_{10}	k_{sr}
A	0,13 mm	$1,94 \cdot 10^{-2}$ cm sek ⁻¹
B	0,042 mm	$2,05 \cdot 10^{-3}$ cm sek ⁻¹
C	0,011 mm	$1,40 \cdot 10^{-4}$ cm sek ⁻¹

Kako smo uzeli pojedinačne uzorke iz svakog uložka, možemo izračunati koeficijent propusnosti svakog uložka (tabela 4) a iz njih i približne vrijednosti za srednji koeficijent propusnosti (k_{sr}):

Tabela 4

Varijanta	Broj uzorka	Interval [m]	Debljina uložka (l) [m]	$d_n (= d_{10})$ [mm]	Koeficijent propusnosti $k=1,16 d_n$ [cm s ⁻¹]	$k \cdot l$
A	8	7,5-7,9	0,4	0,40	$1,86 \cdot 10^{-1}$	$7,43 \cdot 10^{-2}$
	9	7,9-8,0	0,1	0,0065	$4,90 \cdot 10^{-5}$	$4,90 \cdot 10^{-6}$
B	8	7,5-7,75	0,25	0,40	$1,86 \cdot 10^{-1}$	$4,65 \cdot 10^{-2}$
	9	7,75-8,0	0,25	0,0065	$4,90 \cdot 10^{-5}$	$1,22 \cdot 10^{-5}$
C	8	7,5-7,6	0,1	0,40	$1,86 \cdot 10^{-1}$	$1,86 \cdot 10^{-2}$
	9	7,6-8,0	0,4	0,0065	$4,90 \cdot 10^{-5}$	$1,96 \cdot 10^{-5}$

$$\text{Kod varijante A: } k_{grA} = \frac{7,43 \cdot 10^{-2} + 4,90 \cdot 10^{-6}}{0,4 + 0,1} = \frac{7,430423 \cdot 10^{-2}}{0,5} = 1,4 \cdot 10^{-1}$$

$$\text{Kod varijante B: } k_{grB} = \frac{4,65 \cdot 10^{-2} + 1,22 \cdot 10^{-5}}{0,25 + 0,25} = \frac{4,65122 \cdot 10^{-2}}{0,5} = 9,30 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Kod varijante C: } k_{grC} = \frac{1,86 \cdot 10^{-2} + 1,96 \cdot 10^{-5}}{0,1 + 0,4} = \frac{1,86196 \cdot 10^{-2}}{0,5} = 3,72 \cdot 10^{-2}$$

Usporedimo li približne vrijednosti (k_{gr}) s onima, koje su dobijene iz prosječnih (šlic) uzoraka (k_{sr}), vidimo da kod svih triju varijanta postoje znatne razlike. k_{gr} su uvijek manji od k_{sr} . Kod šlic-uzoraka, ako se ne pazi na uloške s različitim krupnoćama, ulošci sa sitnijim materijalom (uzorak br. 7) doista eliminiraju utjecaj uložaka s krupnijim sastavom (uzorak br. 6). Još možemo nešto primijetiti: čim manji dio intervala pripada ulošku sa sitnijim materijalom, tim su razlike veće. To je i shvatljivo, jer je već prije navedeno da male količine najsitnijih frakcija (10% ukupne težine uzorka) određuje koeficijent propusnosti nekog sloja kod Hazenove jednadžbe.

Prema tome, svakom pješčanom sloju, kojemu se želi odrediti propusnost na temelju granulometrijskog sastava, treba pažljivo i točno prostim okom odrediti granice uložaka različite krupnoće, te iz svakog uložka uzeti barem po jedan uzorak za analizu. No, koliko god pazili na

točnost, ipak ćemo učiniti pogriješke, jer se na terenu teže mogu primijetiti manje razlike u krupnoći zrna. Naročito, ako se te razlike odnose na frakcije manje od 0,2 mm.

Zbog nemogućnosti točnog odjeljivanja različitih uložaka, uopće ne smijemo uzimati šlic-uzorke. Preostaje jedino, da u svim prilikama uzimljemo samo pojedinačne uzorke. Primjenom slijedećeg vrlo pojednostavnjenog računa vjerojatnosti možemo dokazati, da se kod tog načina prave manje pogreške nego kod prvog, pa ako i ulošci nisu sasvim točno odijeljeni:

Poslužimo se opet s tri varijante intervala od 7,5–8,0 m našeg 10-metarskog sloja, u kojemu su prilično izražene razlike u sastavu najsitnijih frakcija.

Kod varijante A, gdje ima 0,4 m krupnijeg materijala iz uložka br. 6 i 0,1 m sitnijeg iz uložka br. 7 odnos je 4 : 1 (80 : 20%) u korist krupnijeg materijala. Kada bismo uzeli jedan pojedinačni uzorak iz bilo kojeg mjesta unutar intervala 7,5–8,0 m, postoji vjerojatnost od 80%, da ćemo pogoditi na uložak krupnijeg sastava, a 20%, da će to biti sitniji materijal. Ako bi to bio krupniji materijal, tada bi dobili da je čitav interval od 7,5–8,0 m sastavljen samo iz materijala kakav je u ulošku br. 6, pa bi bio $k = 1,86 \cdot 10^{-1}$. U slučaju, kada bi pogodili sitniji materijal iz uložka br. 9, za čitav 0,5-metarski interval dobili bi, da je $k = 4,90 \cdot 10^{-6}$. Prema računu vjerojatnosti, kod vrlo velikog broja slučajeva 80% od njih pripali bi krupnijem a 20% sitnijem materijalu, pa bi se vjerojatna vrijednost srednjeg koeficijenta propusnosti ($k_{sr''}$) dobila iz jednadžbe:

$$k_{sr''A} = \frac{0,8 \cdot 1,86 \cdot 10^{-1} + 0,2 \cdot 4,90 \cdot 10^{-6}}{0,8 + 0,2} = 1,49 \cdot 10^{-1}$$

Analogno ćemo dobiti za varijante B i C:

$$k_{sr''B} = \frac{0,5 \cdot 1,86 \cdot 10^{-1} + 0,5 \cdot 4,90 \cdot 10^{-6}}{0,5 + 0,5} = 9,90 \cdot 10^{-2}$$

$$k_{sr''C} = \frac{0,2 \cdot 1,86 \cdot 10^{-1} + 0,8 \cdot 4,90 \cdot 10^{-6}}{0,2 + 0,8} = 3,72 \cdot 10^{-2}$$

Tabela 5

Varijanta	Srednji koeficijenti propusnosti			$\frac{k_{sr}}{k_{sr'}}$
	Približna vrijednost (k_{sr})	Vrijednost dobivena analizom šlic-uzorka ($k_{sr'}$)	Vjerojatna vrijednost ($k_{sr''}$)	
A	$1,48 \cdot 10^{-1}$	$1,94 \cdot 10^{-2}$	$1,49 \cdot 10^{-1}$	7,6
B	$9,90 \cdot 10^{-2}$	$2,05 \cdot 10^{-3}$	$9,90 \cdot 10^{-2}$	45,3
C	$3,72 \cdot 10^{-2}$	$1,40 \cdot 10^{-4}$	$3,72 \cdot 10^{-2}$	266

Vidimo, da je vjerojatna vrijednost za srednji koeficijent propusnosti ($k_{sr''}$) kod sve tri varijante jednaka ili gotovo potpuno jednaka približnoj (najtočnijoj) vrijednosti (k_{sr}), dok se znatno razlikuje vrijednost dobijena analizom srednjeg (šlic) uzorka ($k_{sr'}$). Vrijednost k_{sr} i $k_{sr''}$ su jednake zato, što je vrlo velika razlika u krupnoći uložaka br. 6 i 7. Da su materijali sličnijeg granulometrijskog sastava, razlike bi postojale, ali ipak manje nego između k_{sr} i $k_{sr'}$.

Do sličnih bismo zaključaka došli, da smo upotrebili bilo koju od jednadžba za određivanje koeficijenta propusnosti na osnovi granulometrijskog sastava, pošto je odlučujuća najsitnija frakcija materijala.

Na kraju bih želio napomenuti da sam u želji za većom uočljivošću iznesenih tvrdnja hotimice upotrebio primjer s vrlo velikim razlikama u krupnoći zrna uložaka. Da su razlike manje, manje bi griješke činili kod primjene nepravilnog načina uzimanja uzoraka za granulometrijsku analizu, ali bi griješke ipak postojale.

Primljeno 30. 06. 1960.

»Geoistraživanja«
Zagreb, Kupaska 2.

LITERATURA

- Bogomolov, G. V. & Bekčurin, A. I. (1955): Specialnaja gidrogeologija, Moskva.
- Schneider, H., Truelsen, C. & Thiele, H. (1952): Die Wasserreschließung, Essen.
- Šarin, A., Jovanović, P. & Medved, V. (1960): Dokumentacija bušotina R-1 do R-24, Kreka (Izvjestaji), Arhiv Geološkog odjela »Geoistraživanja«, Zagreb.

A. ŠARIN

TAKING OF SAMPLES OF LOOSE CLASTIC SEDIMENTS FOR HYDROGEOLOGIC STUDY

By sampling of loose sedimentary rocks for the determination of the permeability of water-bearing layer on the basis of the granulometric composition, samples should not be taken as a channel samples in order to obtain an average sample. This is also valid even when intervals are very short.

In the first place it is necessary to inspect the water-bearing layer as rigorously as possible with the naked eye, and delimit the interlayers with varied coarseness of the material. From each interlayer it is necessary to take at least one separate sample (i. e. a sample from but one place, preferably from the middle of the interlayer). It has been proved mathematically, that it is possible to obtain the most accurate values

for the permeability of the water-bearing layer by the calculations on the basis of the granulometric analyses of these separate samples.

If the interlayer of a material of the same coarseness is very thick, it is desirable to take several separate samples preferably at equal distances from each other. The frequency of sampling depends on the purpose and importance of the exploration.

If the sequence contains more interlayers of different coarseness than one intends to take for the granulometric analysis, then it is more accurate to take separate samples also. In doing so it is preferable to take samples from the thicker interlayers as well as from those for which one considers that in respect of permeability they approximately represent some other interlayers from which no sample has been taken.

But the results obtained will be very poor, and it is not recommendable to determine the mean permeability of the whole sequence in this way.

Received 30. 06. 1960.

*»Geostrazivanja«
Zagreb, Kupska 2*