

Príspevok k štúdiu inžinierskogeologických vlastností niektorých pieskovcových komplexov Slovenska s osobitným zreteľom na pórovitosť

(3 obr. a 2 tab. v texte)

DARINA ČABALOVÁ

Заметка к изучению инженерно-геологических свойств некоторых комплексов
песчаников Словакии с особым вниманием на пористость

В статье уделяется внимание необходимости инженерно-геологического изучения комплексов песчаников Словакии в связи с экономическим эксплуатированием сырьевой базы Словакии в области строительного камня. При оценке инженерно-геологических характеристик псаммитических горных пород Словакии главное внимание уделяется пористости. Значение пористости для получения необходимых качественных параметров песчаников с точки зрения их использования в технической практике интерпретируется на примере изучения пористости двух сравниваемых песчаников маковицких и стриговских слоев магурского флиша в восточной Словакии.

**Contribution to the study of engineering geological properties of several
sandstone complexes of Slovakia with particular regard to porosity**

The paper points to the necessity of engineering geological study of sandstone complexes of Slovakia in connection with the economic use of the raw material basis of Slovakia in the sphere of construction stone. In evaluating the engineering geological characteristic of the psammitic rocks of Slovakia the porosity is underlined. The importance of porosity for obtaining the necessary quality parameters of sandstones from the view point of their use in technical practice is interpreted on the example of study of porosity of two compared sandstones of the makovické and strihovské strata of the Magura flysch in Eastern Slovakia.

Napriek bohatému regionálnemu výskytu psamitických hornín na Slovensku (hlavne paleogénnych) sa im doteraz z inžinierskogeologickej stránky nevenovala primeraná pozornosť. Skutočnosť, že pieskovcové vrstvy sú v oblastiach, ktoré sa z hľadiska zásobovania stavebným kameňom označujú ako nedostatkové a kde prichádzajú do úvahy na ťažbu len pieskovce (flyšové pásma), nás však zaväzuje študovať tieto horniny veľmi precízne a komplexne.

Z uvedených dôvodov v súčasnosti na Slovensku prebieha vyhľadávací prieskum v paleogénnych pieskovcových vrstvách flyšového pásma v oblasti

* RNDr. Darina Čabalová, CSc., Katedra geotechniky, Stavebná fakulta SVŠT, Bratislava.

Kysúc a v paleogénnych pieskovcových vrstvách magurského flyša na východnom Slovensku. Vďaka nemu sa získali súbory hodnôt charakterizujúce inžinierskogeologické vlastnosti paleogénnych pieskovcov a vznikla možnosť získať prvé ucelené štatisticky hodnotiace údaje a konfrontovať ich s petrografickými charakteristikami študovaných pieskovcov.

Okrem systematického vyhľadávacieho prieskumu sa v oblasti flyšových paleogénnych pieskovcov vykonáva aj špeciálny prieskum zabezpečujúci surovinné krytie výstavby autostrády. V jeho rámci sa na Slovensku venovala pozornosť aj ložiskám psamitických hornín triasu, kriedy a paleogénu, ktoré sa nachádzali v 20, resp. 40 km širokom okruhu budúcej trasy autostrády.

Výsledky prieskumných prác v súvislosti s budovaním autostrády (geologické a technologické pasporty 64 lokalít pieskovcov) umožnili získať orientačný prehľad inžinierskogeologických charakteristík najdôležitejších psamitických hornín na Slovensku.

Tab. 1

	Trias		Krieda		Paleogén	
	hodnota		hodnota		hodnota	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Merná hmotnosť ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	2,653	2,828	2,682	2,792	2,639	2,883
Objemová hmotnosť ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	2,53	2,76	2,51	2,71	2,33	2,80
Pórovitosť (%)	1,98	4,42	1,07	10,1	0,17	18,18
Nasiakavosť váh. (%)	0,39	0,86	0,35	3,19	0,17	4,94
Pevnosť v tlaku po vysušení (MPa)	91,2	160,5	39,1	160,0	21,5	168,9
Hodnoty z n údajov	n = 6		n = 26		n = 44	

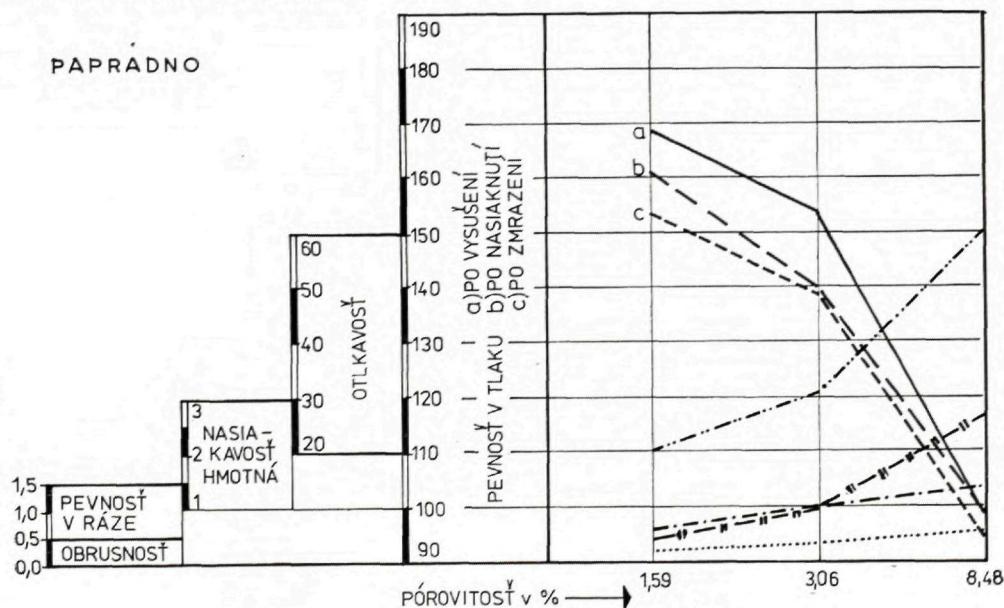
Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že výsledné hodnoty spodnotriasových psamitov poukazujú na dosah epigenézy, zatiaľ čo pri kriedových pieskovcoch bradlového pásma možno badať značný rozptyl inžinierskogeologických charakteristík. Variabilita dosahovaných hodnôt pri kriedových pieskovcoch umožňuje predpokladať okrem iných faktorov aj negatívny vplyv tektonických pomerov. Napriek tomu okolo 50 % skúšaných hornín má pomerne dobré vlastnosti. Najväčší rozptyl hodnôt inžinierskogeologických charakteristík vykazujú paleogénne pieskovce.

Výsledky mikroskopického štúdia umožnili sledovať závislosť medzi zvyšujúcim sa percentným obsahom kremeňa v pieskovcoch a výslednými hodnotami ich fyzikálnych a mechanických vlastností. Na porovnanie sa použili údaje z 18 pasportov paleogénnych pieskovcov s obdobným charakterom tmelu. Podľa výsledkov štúdia uvedených závislostí možno konštatovať, že ani veľmi rozdielne kvantitatívne zastúpenie kremeňa výrazne neovplyvnilo fyzikálne a mechanické vlastnosti sledovaných pieskovcov. Možno však potvrdiť, že inžinierskogeologické charakteristiky pieskovcov silne ovplyvnila pórovitosť. Na základe porovnania fyzikálnych a mechanických vlastností pieskovcov s rozličným charakterom tmelu bolo možno opäť konštatovať, že pórovitosť vplyva na vlastnosti pieskovcov výraznejšie ako charakter tmelu. Možno sa o tom presvedčiť napr. na výsledkoch získaných pri skúšaní pieskovca s vápnitým tmeľom výplňového

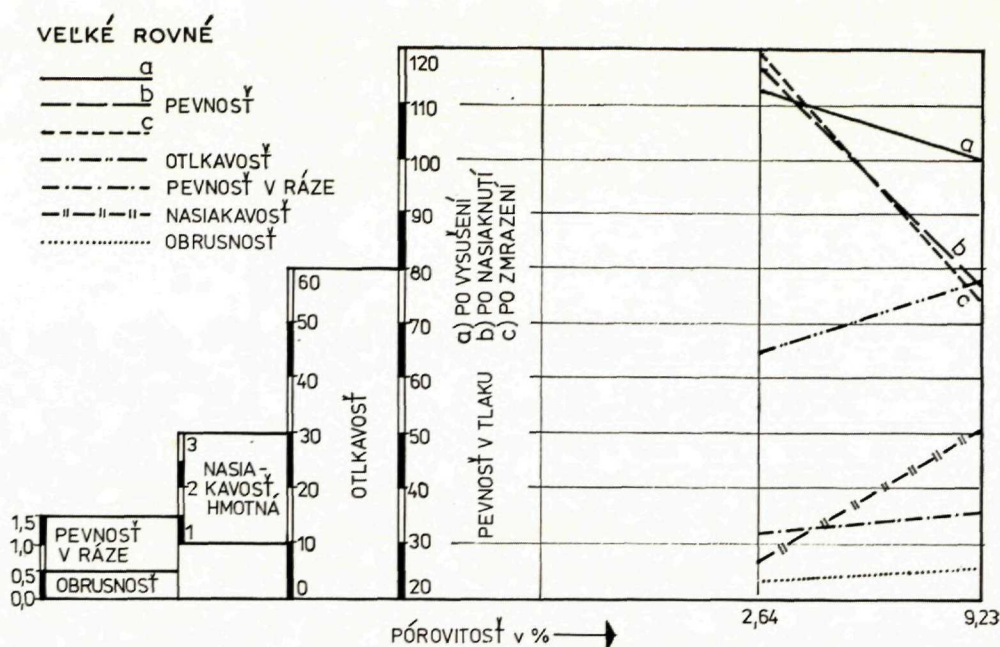
typu z lokality Papradno a pri skúšaní pieskovca s kremíťm tmelom z lokality Veľké Rovné (obr. 1, 2).

Podrobnejšie bolo možno študovať pórovitosť pieskovcov makovických a strihovských vrstiev magurského flyša na východnom Slovensku. Počet skúšok fyzikálno-mechanických vlastností vrátane pórovitosti, ktoré sa vykonali v rámci geologického prieskumu (J. Varcholová, V. Dojčáková, P. Valko 1975) na vzorkách uvedených pieskovcov, umožnil štatisticky zhodnotiť fyzikálno-mechanické vlastnosti, testovať súbory hodnôt, ako i konfrontovať ich s mineralogicko-petrografickou charakteristikou (D. Čabalová 1975). Výskum pieskovcov makovických a strihovských vrstiev sa vykonával s cieľom získať komplexný pohľad na ich inžinierskogeologickú charakteristiku, pretože sú perspektívnou surovinou na získavanie stavebného kameňa na východnom Slovensku.

Z údajov tab. 2 a obr. 3 vychodí, že vyššie hodnoty pórovitosti majú pieskovce makovických vrstiev. Podľa vykonaných planimetrických analýz možno uviesť, že pieskovce makovických vrstiev majú 25,9 % kalcitového tmelu a ílovito-vápnitej základnej hmoty (priemerná hodnota z 5 analýz), zatiaľ čo pieskovce strihovských vrstiev len 14,4 % (priemer zo 6 analýz). Väčší predpoklad porušenia vnútrostrukturálnych väzieb tmeliacej hmoty, a teda aj vzniku vyšších hodnôt pórovitosti je v pieskovcoch makovických vrstiev. Tento predpoklad potvrdzujú aj výsledky skúšok urýchleného zvetrávania v agresívnom prostredí kyseliny sírovej a dusičnej, pri ktorých boli odolnejšie vzorky pieskovcov strihovských vrstiev.



Obr. 1. Vplyv zvyšujúcej sa hodnoty pórovitosti na inžinierskogeologické vlastnosti pieskovca s vápnitým tmelom (Papradno)
Fig. 1. Influence of increasing porosity value on the said engineering geological properties of sandstone with calcareous cement (Papradno)

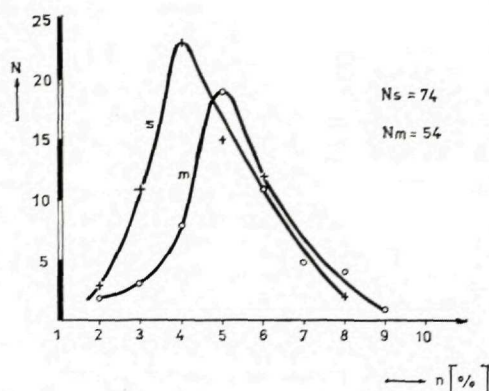


Obr. 2. Vplyv zvyšujúcej sa hodnoty pórovitosti na inžinierskogeologické vlastnosti pieskovca s kremíťm tmelom (Veľké Rovné)

Fig. 2. Influence of increasing porosity value on the said engineering geological properties of sandstone with quartz cement (Veľké Rovné)

Tab. 2

Pórovitosť	Pieskovce			
	Makovických vrstiev		Strihovských vrstiev	
	n	‰	n	‰
1-2	2	3,703	3	4,054
2-3	3	5,555	11	14,864
3-4	8	14,814	23	31,081
4-5	19	35,185	15	20,270
5-6	11	20,370	12	16,316
6-7	5	9,259	7	9,459
7-8	4	7,407	2	2,702
8-9	1	1,851	0	0,000
9-10	1	1,851	0	0,000
10-11			0	0,000
11-12			1	1,351
Rozsah súboru	54		74	
Aritmet. priemer X	4,822		4,245	
Median M	4,63		3,93	
Modus M	4,50		3,50	
Kvartyl I. Q ₁	4,00		3,14	
Kvartyl III. Q ₃	5,63		5,27	
Štandard. odchýlka σ	1,533		1,575	
Koeficient variácie v ‰	31		37	



Obr. 3. Diagram početnosti $\%$ pórovitosti pieskovcov makovických a strihovských vrstiev magurského flyša na východnom Slovensku

Fig. 3. Porosity frequency diagram of sandstones of the makovické and strihovské strata of the Magura flysch in Eastern Slovakia

uvedené vzťahy nie sú jednoduchými funkčnými závislosťami, ale podliehajú stochastickej zákonitosti, v ktorej pri spevnených sedimentoch vystupuje viacej vzájomne sa ovplyvňujúcich veličín. Vypočítaný koeficient korelácie pri pieskovcoch makovických vrstiev, ktoré majú vyššie hodnoty pórovitosti, je 0,710. Koeficient korelácie pieskovcov strihovských vrstiev má hodnotu 0,436. Podľa výsledkov štatistického štúdia možno konštatovať, že pevnostné charakteristiky jemnozrnných (medián zrn 0,09 mm), ale pórovitejších pieskovcov makovických vrstiev majú nižšie hodnoty ako hrubozrnnnejšie (medián zrn 0,30 mm), menej pórovité pieskovce strihovských vrstiev.

Doručené 4. 4. 1977
Odporučil A. Hyánková

LITERATÚRA

- Čabalová, D. 1975: Inžinierskogeologické vlastnosti a technická využiteľnosť niektorých slovenských pieskovcov. [Habilitačná práca.]
Janko, J. 1958: Statistické tabulky. Praha, Nakl. ČSAV.
Varcholová, J. — Dojčáková, V. — Valko, P. 1975: Záverečná správa a výpočet zásob Svidník — stavebný kameň. Manuskript — Geofond Bratislava.

Contribution to the study of engineering geological properties of several sandstone complexes of Slovakia with particular regard to porosity

DARINA ČABALOVÁ

The study of porosity is of great importance for the engineering geological characteristic of consolidated sediments of psammitic nature. Porosity condi-

Distribúcie hodnôt pórovitosti skúmaných súborov sme prehodnotili metódou Kolmogorovho — Smirnovovho testu dobrej zhody (J. Janko 1958). Pri testovaní sa porovnávali distribúcie pieskovcov makovických a strihovských vrstiev. Z vypočítaných hodnôt možno usudzovať, že charakteristiky pórovitosti pieskovcov makovických a strihovských vrstiev zodpovedajú jednej teoretickej distribúcii.

Výsledky štúdia korelačných závislostí potvrdzujú, že medzi pórovitosťou na jednej strane a objemovou hmotnosťou a nasiakavosťou na druhej strane je lineárna závislosť. Vypočítané koeficienty korelácie majú hodnotu od 0,96 do 0,98 pri oboch študovaných typoch pieskovcov. Pri sledovaní korelačných závislostí medzi pórovitosťou a pevnosťou v prostom tlaku sa potvrdila skutočnosť, že

tions the rock consistency, its strength, deformation properties, water capacity, influences its permeability, resistance against weathering, frost, seismic constance and other properties, important for the evaluation of sandstones from the view point of their use in technical practice.

The present paper gives partial results of study of porosity of sandstone complexes of Slovakia.

1. On the example of given minimum and maximum values of porosity for the Triassic, Cretaceous and Paleogene psammitic consolidated sediments is interpreted the law of porosity reduction by the depth, age, epigenetic transformation of rocks. (Trias, minim. value 1.98 ‰, maxim. 4.42 ‰, Cretaceous, min. 1.07 ‰, max. 10.1 ‰, Paleogene, min. 0.17 ‰, max. 18.18 ‰).

2. Table 2 gives the results of statistical evaluation of sandstones of the makovické and strihovské strata of the Magura flysch in Eastern Slovakia. Higher porosity values present sandstones of the makovické strata ($\bar{X} = 4.82$ $M = 4.63$ $M = 4.50$) as compared with sandstones of strihovské strata ($\bar{X} = 4.24$ $M = 3.93$ $M = 3.50$). Results of statistical evaluation of both sets were tested by the Kolmogorov — Smirnov distribution method test of good agreement. Based on the calculation results it was found that there did not appear statistically important differences in the divisions of porosity of both sets, due to which it can be assumed that these characteristics follow one theoretical distribution.

3. The results of study of correlated relationships between porosity and other physical properties confirm a very close relationship. Coefficients of correlation attain values 0.96 to 0.98.

4. Based on the study of correlation relationships between porosity and uniaxial strength it can be stated that more porous sandstones of the makovické strata have a correlation coefficient of 0.710, less porous sandstones of the strihovské strata have a correlation coefficient of 0.430.

5. Based on comparison of increasing quartz content in the Paleogene sandstones and their physical-mechanical properties it can be stated that there did not appear noticeable relationships.

6. Following the present study of sandstone rocks it can be assumed that porosity and character of cement are more significant factors affecting their engineering geological characteristics than the percentual content of individual minerals and rock fragments, eventually grain size.

To conclude it is necessary to underline the fact that sandstone complexes of Slovakia were not so far subjected to engineering geological study, so that no possibility was given to compare the obtained results. The mentioned rocks, thanks to syngenetic and epigenetic processes, represent a relatively complicated matter of engineering geological investigation. Therefore it is necessary to accumulate the biggest quantity of facts on their properties and laws. Binding us to it is also the fundamental principle of economic use of the raw material base of Slovakia in the sphere of construction stone.

Preložil E. Bleho