

ВОЈИСЛАВ ТОМИЋ\*

*ВОДОПРОПУСНОСТ СТЕНА СА ПУКОТИНСКОМ СТРУКТУРОМ  
ПОРОЗНОСТИ У ЗАВИСНОСТИ ОД ДУБИНЕ (Еруптиви  
Источне Србије и перидоти-серпентинити Западне Србије)*

THE PERMEABILITY OF ROCKS WITH FRACTURE POROSITY  
DEPENDENCE ON DEPTH (volcanic igneous rocks of East Serbia and  
peridotites-serpentinites of West Serbia)

*Извод*

У овом раду аутор приказује коефицијенте испуцалости при сагледавању услова водоносности стена са пукотинском структуром порозности. У циљу сагледавања параметара водопрпусности испуцалих стена аутор даје основне поставке и међусобне зависности површинског коефицијента испуцалости, линијског коефицијента испуцалости и интензитета (учесталост) доминантних фамилија пукотина (дисконтиниитета).

Даље у раду он даје типске дијаграме површинског коефицијента испуцалости у зависности од дубине у локалностима тимочке еруптивне области и перидотита-серпентинита у Западној Србији. На бази опита угискивања воде у низ бушотина у наведеним локалностима даје се типски дијаграми коефицијента филтрације (водопрпусности) у зависности од дубине. Овај рад представља извештај допринос познавању водопрпусности испуцалих стена у зависности од дубине. Односно, основна порука рада јесте детаљније упознавање хидрогеолошких карактеристика стена са пукотинском структуром порозности а у зависности од дубине.

---

\* Др Војислав Томић  
Рударско-геолошки факултет  
Београд

*Abstract*

In this paper the author shows fracturing coefficients during recognizing aqueosity conditions of rocks with fracture porosity structure. The author gives basic assumptions and mutual dependence of surface fracturing coefficient, linear fracturing coefficient and intensity (frequency) of dominant fracture families (discontinuity), to recognize permeability parameters of fractured rocks.

Standard diagrams of surface fracturing coefficients are given in dependence on depth in localities of Timok's eruptive region and peridotites-serpentinites in West Serbia. On the base of investigations by squeezing the water to a range of holes in cited localities standard diagrams of filtrating coefficient (permeability) in dependence on depth, are given. This paper gives certain contribution for acknowledging the permeability of rocks with fracture in dependence on depth. More exactly, basic message of this paper is detailed acknowledgement of hydrogeologic characteristics of rocks with fracture porosity structure in dependence on depth.

## УВОД

Рад по свом садржају има два дела. У првом делу приказани су параметри који дефинишу испуцалост стене при одређивању њене водоносности, односно водопропусности. То су коефицијенти површинске, запреминске и линијске испуцалости стена и интензитет испуцалости (густина пукотина).

У другом делу рада приказана је упоредна анализа површинског коефицијента испуцалости и коефицијента водопропусности у зависности од дубине у еруптивним стенама Источне Србије и перидотитима-серпентинитима Западне Србије. На основу ових истраживања дошло се до одређених законитости о водопропусности стена са пукотинском структуром порозности у зависности од дубине.

У циљу потпунијег сагледавања величине водоносности испуцалих стена неопходно је анализирати параметре испуцалости. Е. Romm (1966) и други аутори предлажу коефицијенте који дефинишу испуцалост стена у погледу водоносности:

$$T = \frac{\Sigma \Delta s}{\Delta S}; \quad P = \frac{\Sigma \Delta l}{L}; \quad V = \frac{\Sigma \Delta v}{V};$$

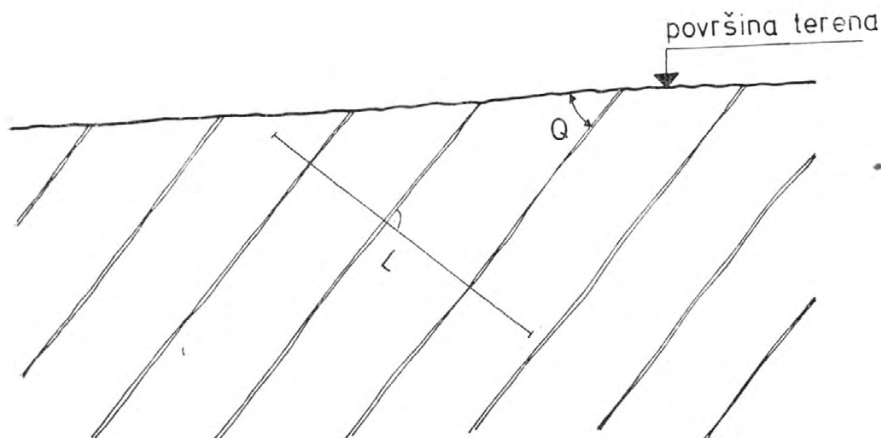
$T$  — површински коефицијент испуцалости стене

$\Sigma \Delta s$  — површина свих пукотина на елементарној (јединичној) површини стене

$\Delta S$  — елементарна (јединична) површина стене

- P — линијски коефицијент испуцалости стене
- $\Sigma \Delta l$  — укупна дужина свих пукотина на јединичној површини стене
- L — елементарна (јединична) површина стене
- V — запремински коефицијент испуцалости стене
- $\Sigma \Delta v$  — укупна запремина свих активних пукотина (дисконтинуитета) у јединичној запремини стене
- $\Delta V$  — јединична запремина стене.

Веома битан параметар испуцалости при дефинисању водопропусности испуцалих стена јесте густина пукотина, односно интензитет испуцалости. Она се одређује на јединичној дужини, која је управна на раван пукотина једног система (сл. 1).



Слика 1. Једна фамилија пукотина (дисконтинуитета) у вертикалној равни посматрања.

Интензитет испуцалости стене, односно броја пукотина једног система (фамилије) дуж нормале на раван је:

$$G = \frac{\Sigma \Delta n}{L}$$

- G — Интензитет испуцалости (густина пукотина) једног система (фамилије)
- $\Sigma \Delta n$  — број пукотина на јединичној дужини нормале на раван једног система (фамилије) пукотине
- L — јединична дужина нормале на раван једног система пукотина (сл. 1).

Одређена зависност између коефицијената испуцалости стена у погледу водопропусности јесте следећа:

$$T = \sum_{i=1}^n G_i ; \quad T = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{\cos \phi} ; \quad P = \sum_{i=1}^n G_i \cos \phi$$

$n$  — број система (фамилија) пукотина

$\phi$  — вертикални угао између хоризонталне равни и површине пукотине посматране фамилије (система) сл. 1.

Последњих неколико година радио сам на одређивању површинских коефицијената испуцалости стена на језгру из бушотина. Анализирао сам површинске коефицијенте испуцалости у зависности од дубине у еруптивним стенама тимочке еруптивне области (Бор — Велики Кривељ) и перидотита — серпентинита Западне Србије (долина Ибра). Истраживања су вршена у обе локалности за различите потребе и циљеве. Моја истраживања састојала су се у коришћењу добијених података у циљу дефинисања површинског коефицијента испуцалости и коефицијента водопропусности стена у зависности од дубине.

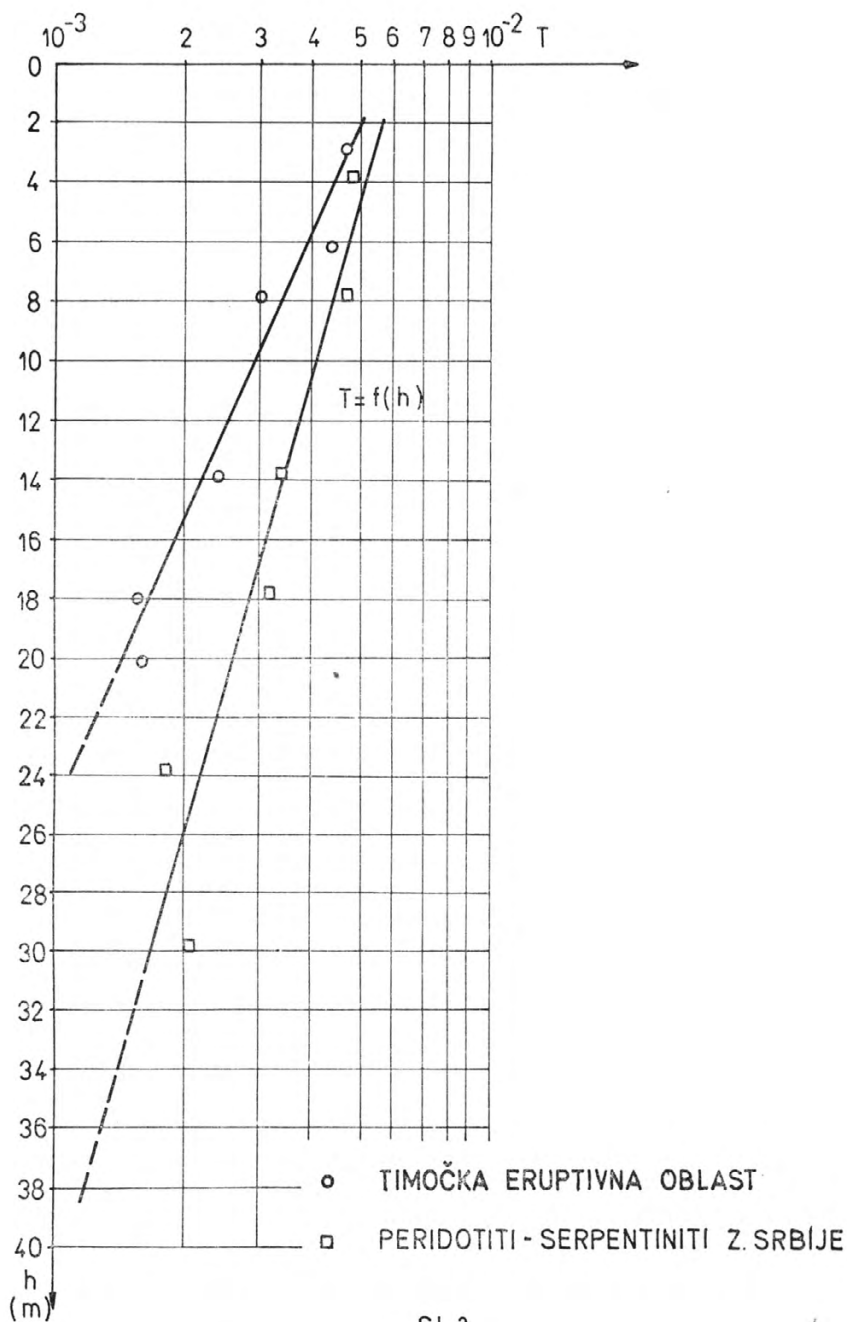
У локалности Бор — Велики Кривељ анализирао сам површинске коефицијенте испуцалости на језгру из 21 истражне бушотине. На слици 2 приказан је типски дијаграм површинског коефицијента испуцалости. Он је одређиван до дубине од 20 м.

У локалности 3, Србије (долина Ибра) одређивао сам површински коефицијент испуцалости перидотита — серпентинита на језгру из 53 бушотине. На слици 2 приказан је типски дијаграм површинског коефицијента испуцалости перидотита — серпентинита. Он је одређиван до дубине од 30 м.

Аналогно површинским коефицијентом испуцалости, и водопропусност опада у зависности од дубине. Водопропусност стена са пукотинском структуром порозности дефинисана је коефицијентом водопропусности (филтрације).

Анализирао сам водопропусност у зависности од дубине на основу података добијених путем утискивања воде у бушотине.

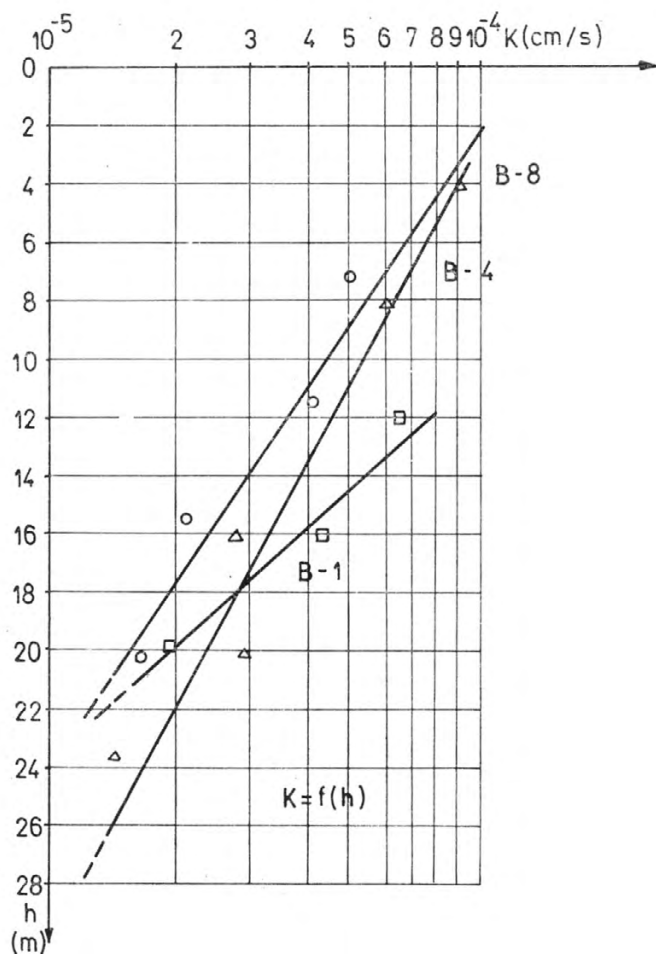
Метода утискивања воде у бушотине при одређивању параметара водопропусности са пукотинском структуром порозности има ограничену примену. Односно, при опиту утискивања најчешће долази до поремећаја природних (примарних) хидрогеолошких услова стена са пукотинском структуром порозности. Из тих разлога вредност коефицијената водопропусности испуцалих стена у зависности од дубине анализирао сам у оквиру релације са коефицијентом површинске испуцалости у зависности од дубине.



SL.2

Слика 2. Типски дијаграм површинског коефицијента испуцалости еруптивних и перидотитско-серпентитских стена у зависности од дубине.

На слици бр. 3 приказани су најчешћи (типски) дијаграми коефицијената водопропусности еруптивних стена (тимочка еруптивна област) у зависности од дубине.



Слика 3. Типски дијаграм коефицијента филтрације испуцалих еруптивних стена у зависности од дубине који су добијени опитима утискивања воде у бушотинама.

На слици бр. 4 приказани су типски дијаграми коефицијената водопропусности испуцалих перидотита — серпентинита у зависности од дубине (З. Србије).

Анализом прикупљених података о површинском коефицијенту испуцалости и коефицијентима водопропусности у зависности од дубине може се закључити:

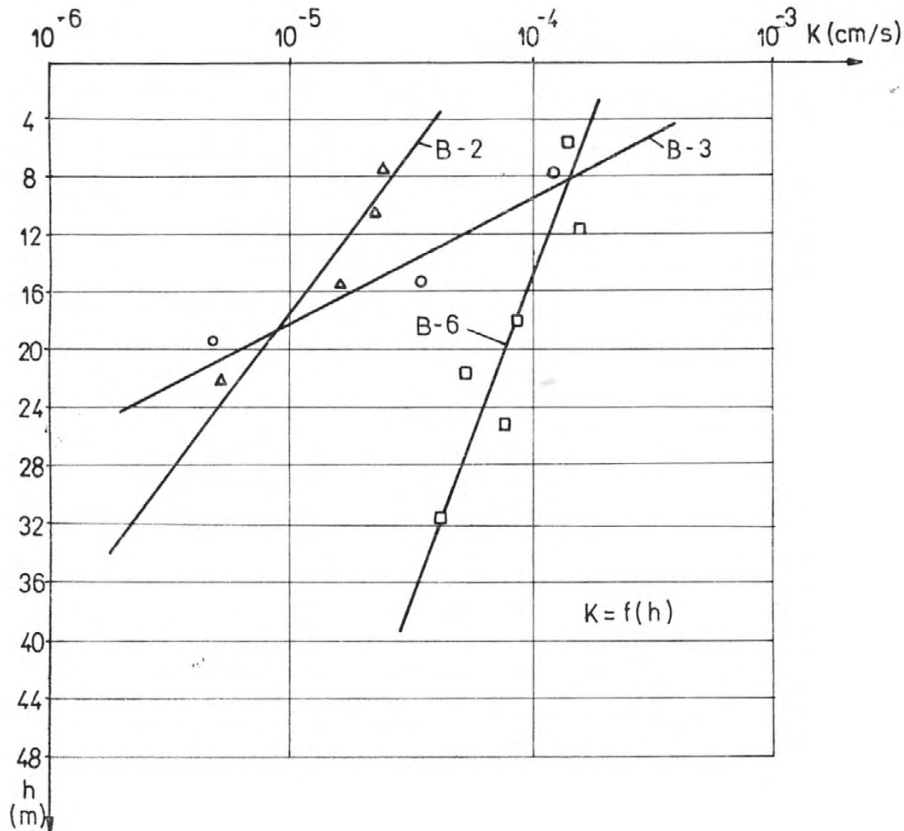
1. Доминантна егзогена (регионална) испуцалост еруптивних стена (тимочка еруптивна област) иде до дубине од око 25 м.

2. Егзогена испуцалост перидотита — серпентинита (долина Ибра) присутна је до дубине од око 40 м.

3. Водопропусност стена са пукотинском структуром порозности непосредно зависи од степена испуцалости (површински коефицијенти испуцалости) и постепено се смањује са дубином.

4. Површински коефицијент испуцалости у оваквим условима омогућава комплексније сагледавање водопропусности стена у зависности од дубине.

5. Значајнија ефективна порозност (вододржљивост) и водопропусност наведених стена може се очекивати од око 25 м, односно дубине од око 40 м.



Слика 4. Типски дијаграм коефицијената филтрације испуцалих перидотита-серпентинита у зависности од дубине који су добијени опитима утискивања воде у бушотине.

## ЛИТЕРАТУРА

- Louis C. (1972): *Hidraulique des rochers*. Thes. Doct. es Sc. Universite de Paris. Paris.
- Romm E. S. (1966): *Filtracijona svojstva treščinovatih gornjih porod*. Harkov.
- Томић В. (1978): Нека запажања о водоносности испуцалих стена у зависности од дубине. Зборник радова 5 ЈСХиГ. Београд.
- Томић В. (1980): Водоносност еруптивних стена у зависности од дубине у зони лежишта бакра „Бор“. Зборник радова 6 ЈСХиГ. Порторож.
- Томић В. (1982): Прилог познавању метода утискивања воде у бушотини код одређивања параметара водоности испуцалих стена. Зборник радова 10. конгреса геолога Југославије. Будва.
- Томић В. (1983): Прилог познавању водоносности стена тимочке еруптивне области. Зборник радова Р. Г. Ф. Београд.
- Фондовски материјал рудника бакра „Бор“. Бор.
- Фондовски материјали Р.О. „Енергопројект“. Београд.
- Фондовски материјали Р.О. „Геосонда“. Београд.

VOJISLAV TOMIĆ

*Summary*

THE PERMEABILITY OF ROCKS WITH FRACTURE POROSITY  
DEPENDENCE ON DEPTH (volcanic igneous rocks of East Serbia and  
peridotites-serpentinites of West Serbia)

This work consists of two parts. Parameters which define fracturing, for determination of water-bearing capacity or permeability in a rock, are presented in the first part. These parameters are surface, volume and linear coefficients of fracturing in a rock and intensity of fracturing (density of fractures).

The comparative analysis of surface coefficient of fracturing and permeability coefficient dependence on depth, in volcanic igneous rocks of East Serbia and peridotites-serpentinites of West Serbia, is presented in the second part of the work. On the base of these investigations some regular relations of the permeability of rocks with fracture porosity dependence on depth are found.