



SVEUČILIŠTE U SPLITU
GRADEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET

UNIVERSITY OF SPLIT
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

VJEŽBE 1

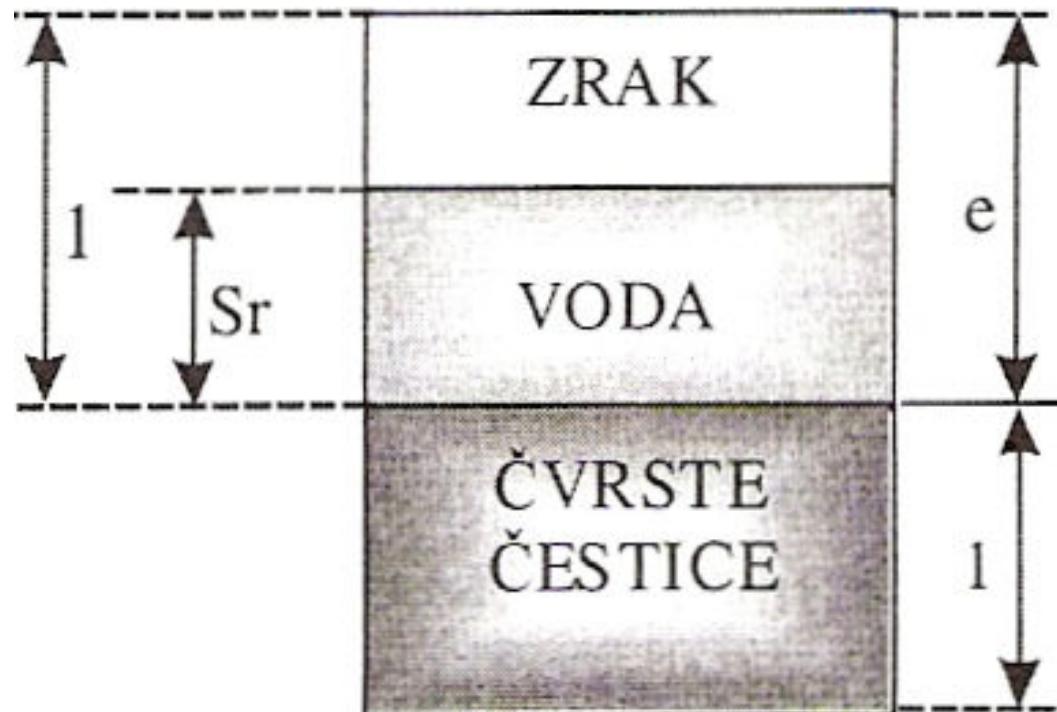
-STRUKTURA VODONOSNIKA
- TEČENJE U PODZEMLJU

Split, 28. ožujka 2012.

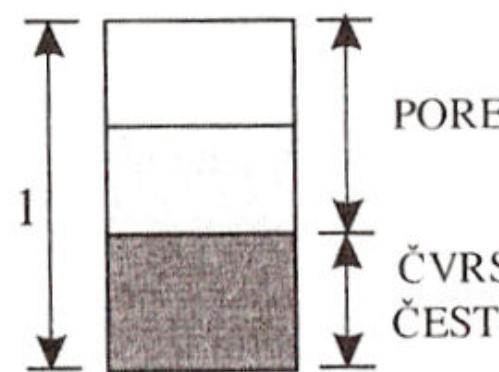
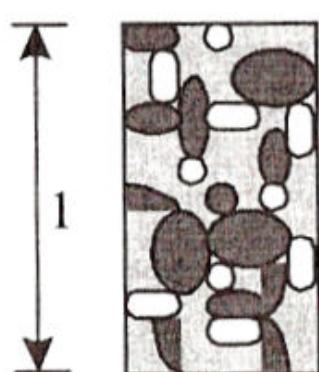


Struktura vodonosnika

TRODIJELNA STRUKTURA TLA:



POJAM POROZNOSTI:



Totalna poroznost $n = \frac{\text{Volumen pora}}{\text{volumen uzorka}} 100 = \frac{V_v}{V} 100$

Efektivna poroznost je prostor u poroznoj formaciji, raspoloživ za protok vode i transport zagađenja kroz podzemlje. Za potpuni saturirani uzorak, efektivna poroznost se definira prema izrazu:

Efektivna poroznost $n_e = \frac{\text{Volumen vode dreniran gravitacijski}}{\text{Volumen uzorka}} 100$

1.ZADATAK:

Blok pješčenjaka volumena **0.885 m³** ima masu **1752 kg**. Kada bi se blok rasuo u sitne komadiće i zbio u prostor bez pora, volumen bi bio **0.584 m³**. Odredi poroznost pješčenjaka i gustoću čvrste faze?

$$V_{\text{čvrste faze}} = 0.584 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{pora}} = V - V_{\text{čvrste faze}} = 0.885 \text{ m}^3 - 0.584 \text{ m}^3 = 0.301 \text{ m}^3$$

$$n = \frac{V_{\text{pora}}}{V} = \frac{0.301 \text{ m}^3}{0.885 \text{ m}^3} = 0.34 = 34.0 \%$$

S obzirom da su pore nisu ispunjene vodom (nesaturirane), masa rasutog bloka jednaka je masi prvotnog bloka = 1752 kg.

$$\rho_g = \frac{M_{\text{čvrstefaze}}}{V_{\text{čvrstefaze}}} = \frac{1752 \text{ kg}}{0.584 \text{ m}^3} = 3000 \text{ kg/m}^3$$

2.ZADATAK:

Blok stijene ima volumen 5.56 m^3 i poroznost 0.417 . Saturiran je uljem gustoće 620 kg/m^3 . Odredi težinu ulja u bloku?

$$n = \frac{V_{pore}}{V} \rightarrow V_{pore} = n \cdot V = 0.417 \cdot 5.56 = 2.3185 \text{ m}^3 = V_{ulja}$$

$$G_{ulja} = V_{ulja} \cdot \rho_{ulja} \cdot g = 2.3185 \text{ m}^3 \cdot 620 \text{ kg/m}^3 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\mathbf{G_{ulja}=14101.58 \text{ N} = 14.102 \text{ kN}}$$

3. ZADATAK:

Izračunaj poroznost uzorka stijenske mase volumena 92.0 cm^3 koji sadrži 1270 okruglih pora. Svaka pora je promjera 3.82 mm.

$$V = 1270 \cdot \frac{4}{3} 1.91^3 \cdot \pi = 37067.427 \text{ mm}^3$$

$$n = \frac{V_{pore}}{V} = 37.067 / 92 = 0.403$$

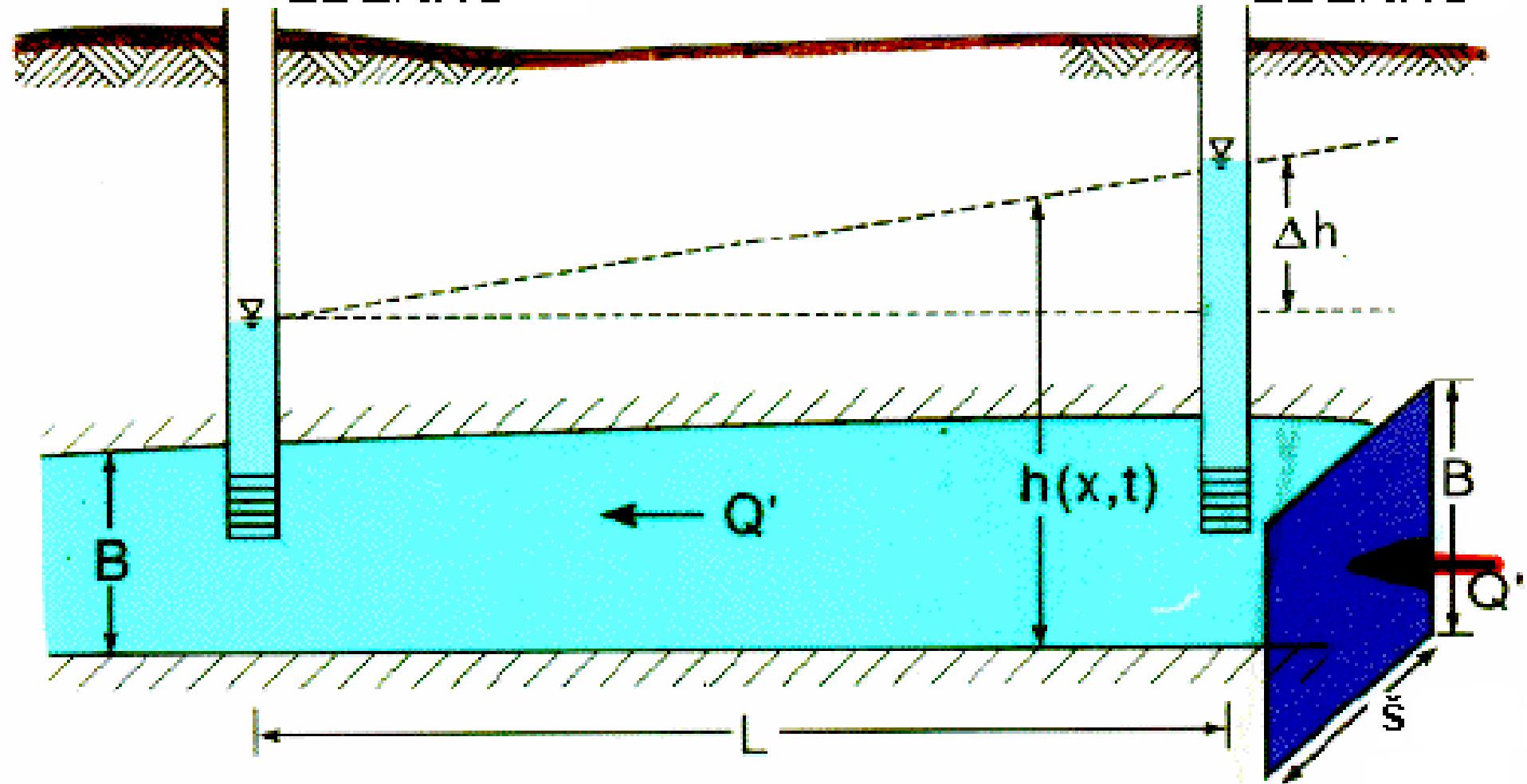
DARCY-ev ZAKON

$$Q = -KA \left(\frac{h_A - h_B}{L} \right)$$

$$Q = -KA \frac{dh}{dL}$$

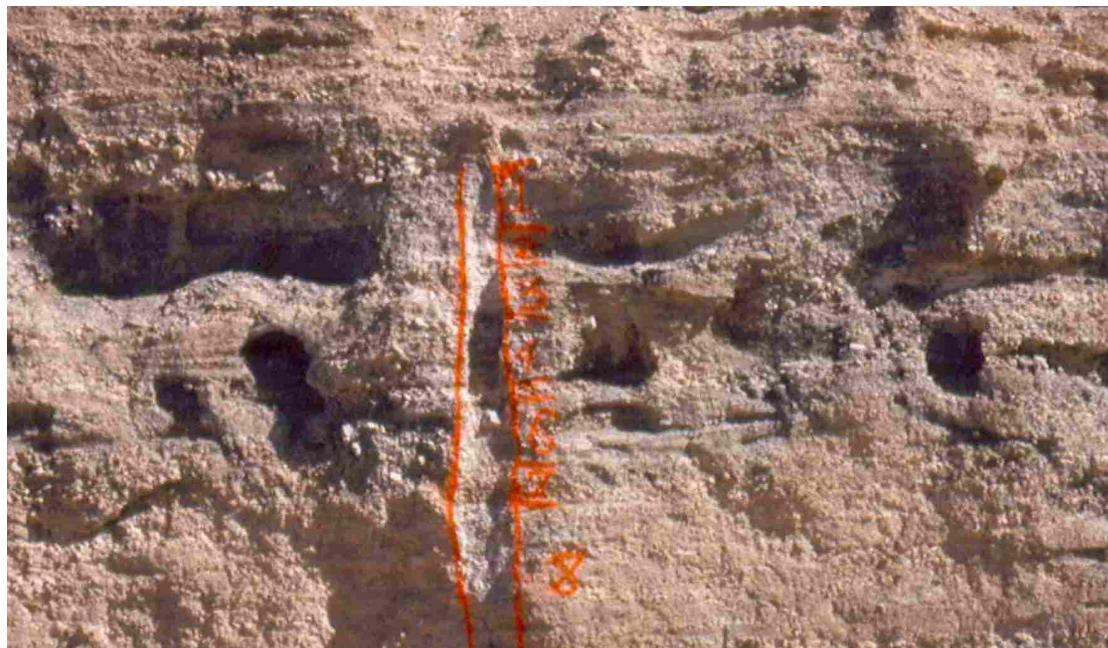
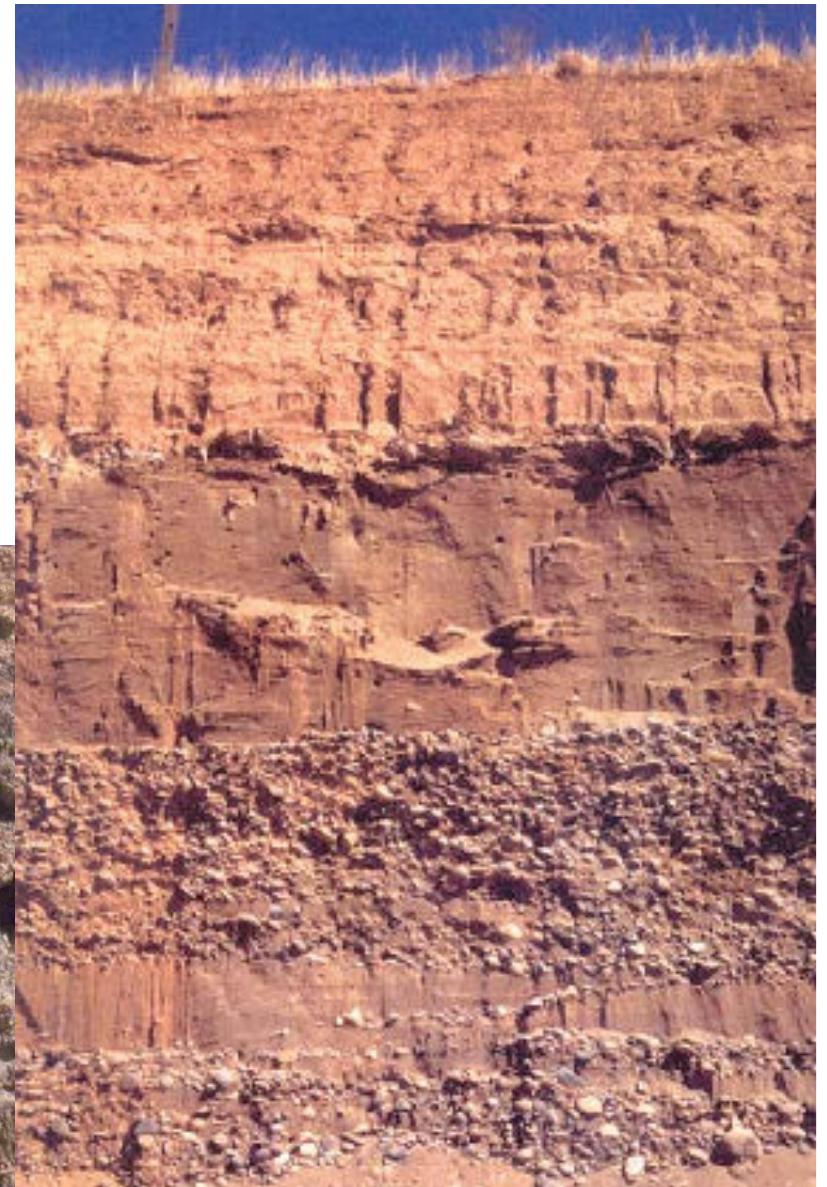
ZDENAC

ZDENAC

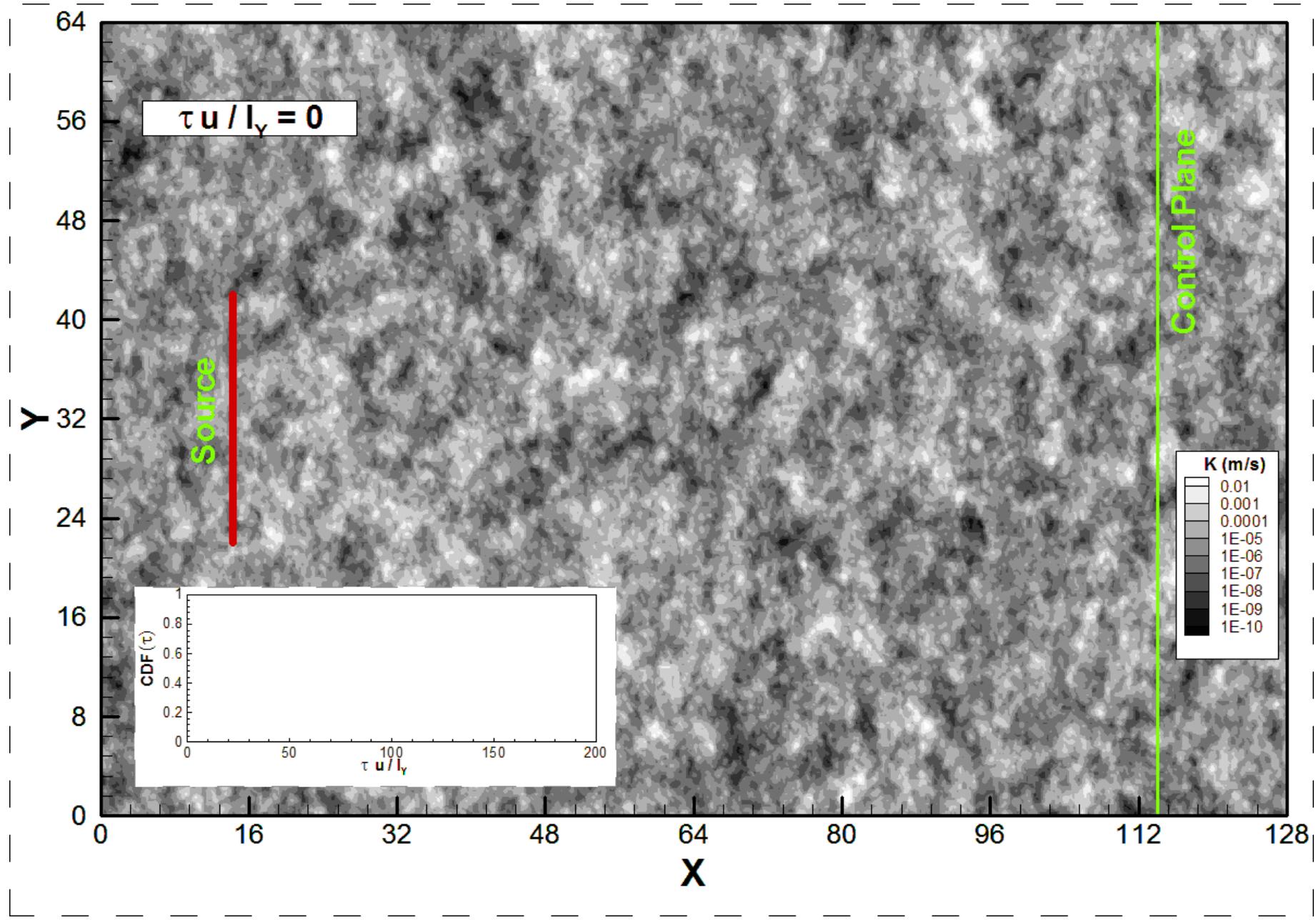


Parametar **K** koji se naziva **hidraulička provodljivost (konduktivitet)** ima veću vrijednost za pjesak i šljunak, a manju za glinu i veliku većinu stijena. Budući je hidraulički gradijent bezdimenzionalna veličina, **K ima dimenziju dužina/vrijeme, tj. dimenziju brzine.**

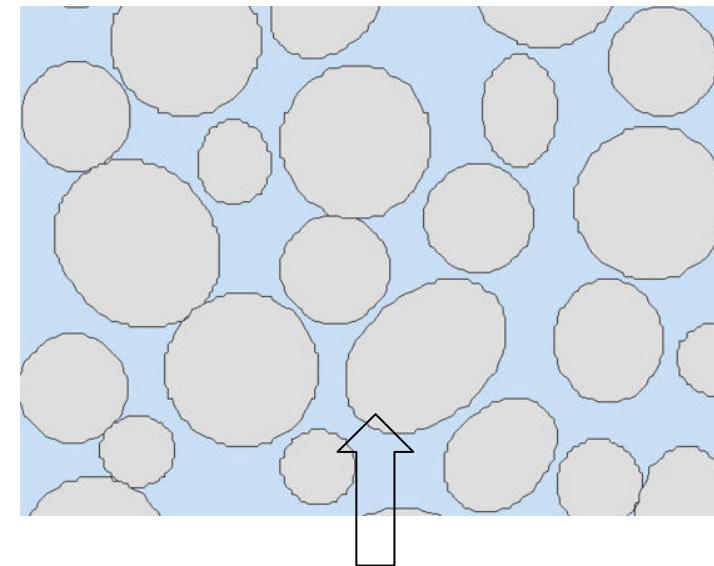
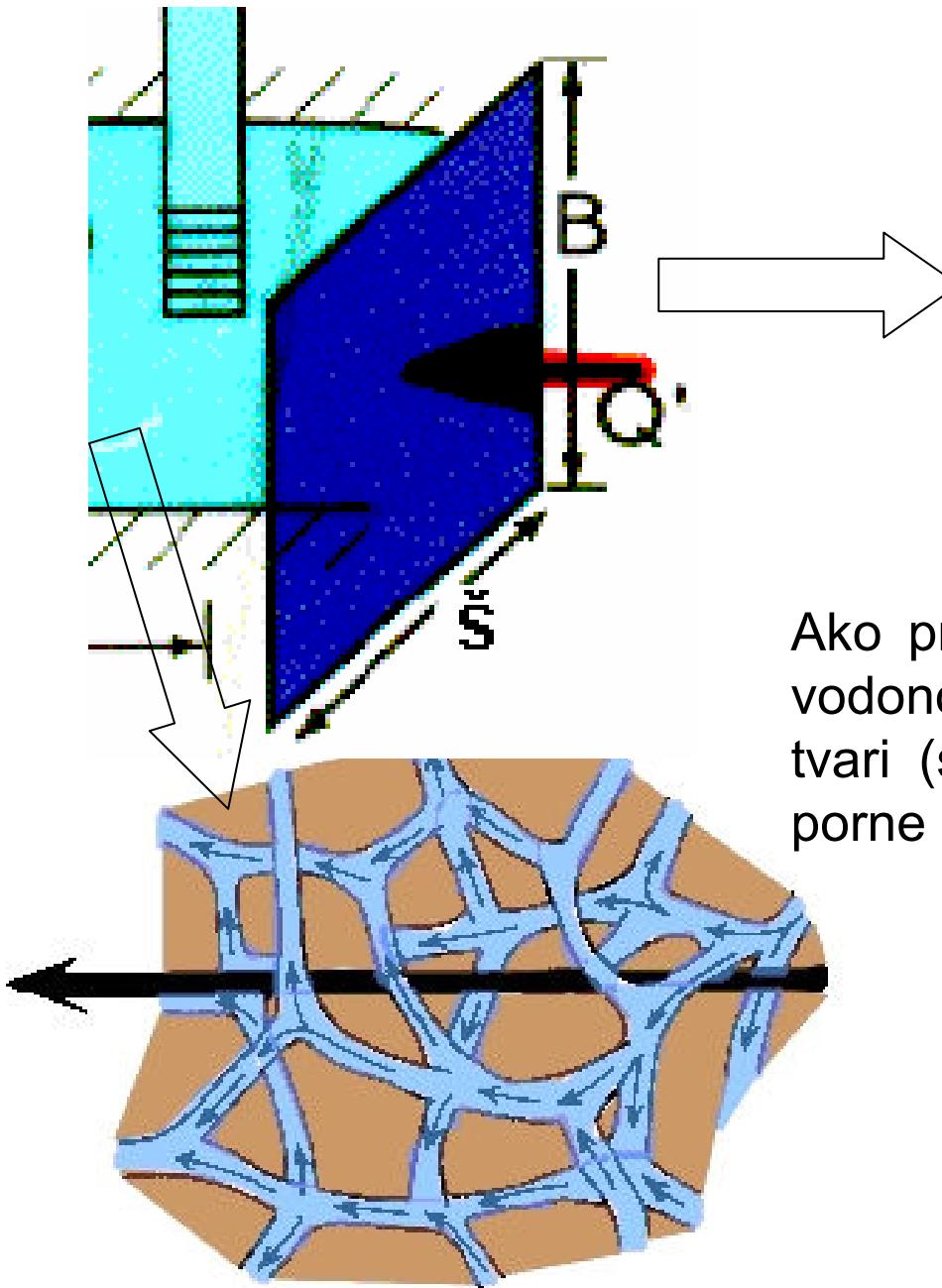
Darcy-eva konstanta proporcionalnosti, **K, ovisi** ne samo **o vrsti materijala**, već i **o fizikalnoj karakteristici vode** koja prolazi kroz porozni materijal.



ULOGA POVEZANIH PORA ili EFEKTIVNE POROZNOSTI

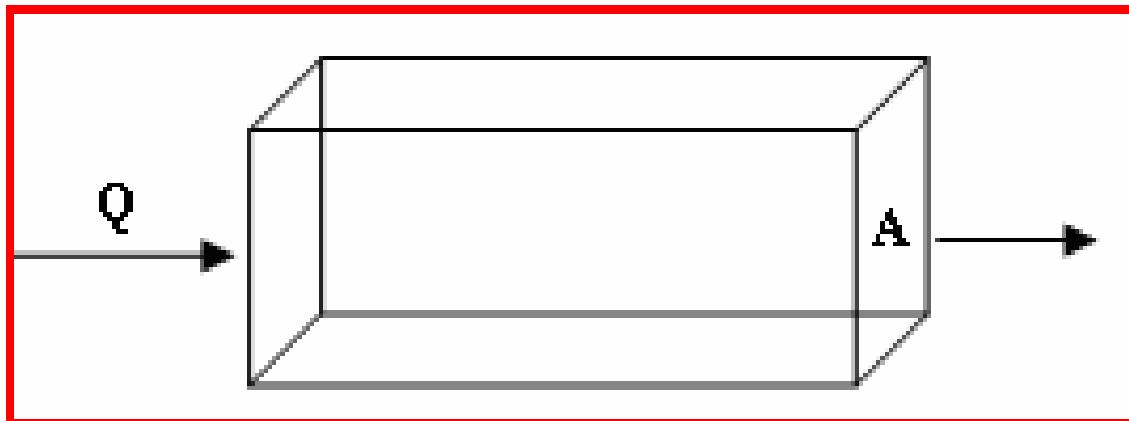
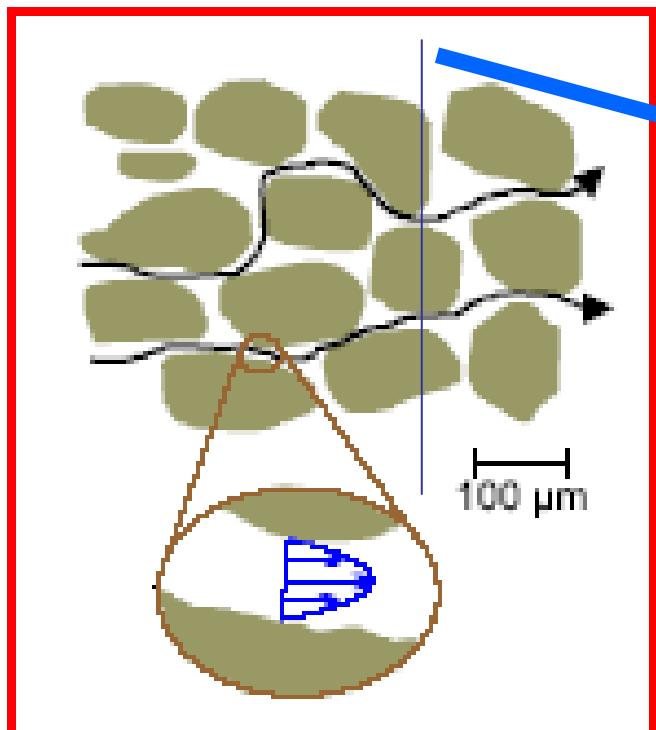


Da li je cijeli poprečni presjek vodonosnika raspoloživ za protok????



Ako prikažemo strukturu poprečnog presjeka vodonosnika vidimo da se sastoji od čvrste tvari (smeđa područja) koja je nepropusna i porne površine koja je raspoloživa za protok.

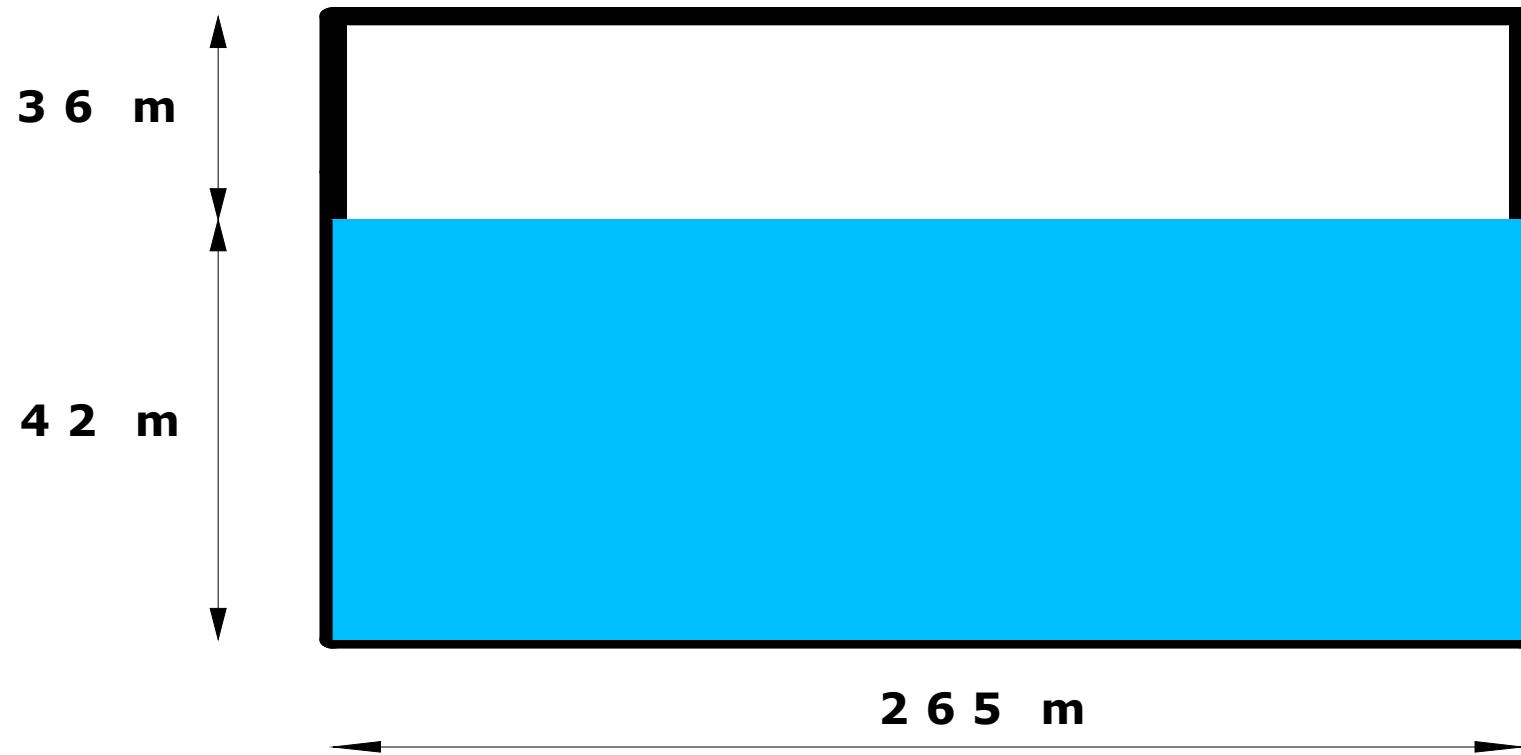
Potrebno je razlikovati **stvarnu** i **Darcy-evu** brzinu. Cijeli poprečni presjek nije raspoloživ za protok zbog strukture pora.



Presjek volumena raspoloživog za protok ukazuje da je **stvarna brzina veća od Darcy-eve!!!**

1.ZADATAK:

Vodonosnik (akvifer) ima poprečni presjek s širinom 265 m i dubinom 42 m. Vodno lice je na 36 m ispod površine terena. Svakog dana kroz presjek vodonosnika prolazi 3349 m^3 vode. Efektivna poroznost vodonosnika je 27.1 %. Potrebno je odrediti Darcy-evu brzinu i stvarnu brzinu tečenja kroz vodonosnik?



$$Q = \frac{V}{t} = \frac{3349 m^3}{86400 s} = 0.0387 \frac{m^3}{s}$$

$$A = w \cdot h = 265m \cdot 42m = 11130 m^2$$

$$Q = v_{DARCY} \cdot A \rightarrow v_{DARCY} = \frac{Q}{A} = \frac{0.0387 m^3 / s}{11130 m^2} = 3.477 \cdot 10^{-6} m / s$$

$$v_{DARCY} = v_{STVARNO} * n_{ef}$$

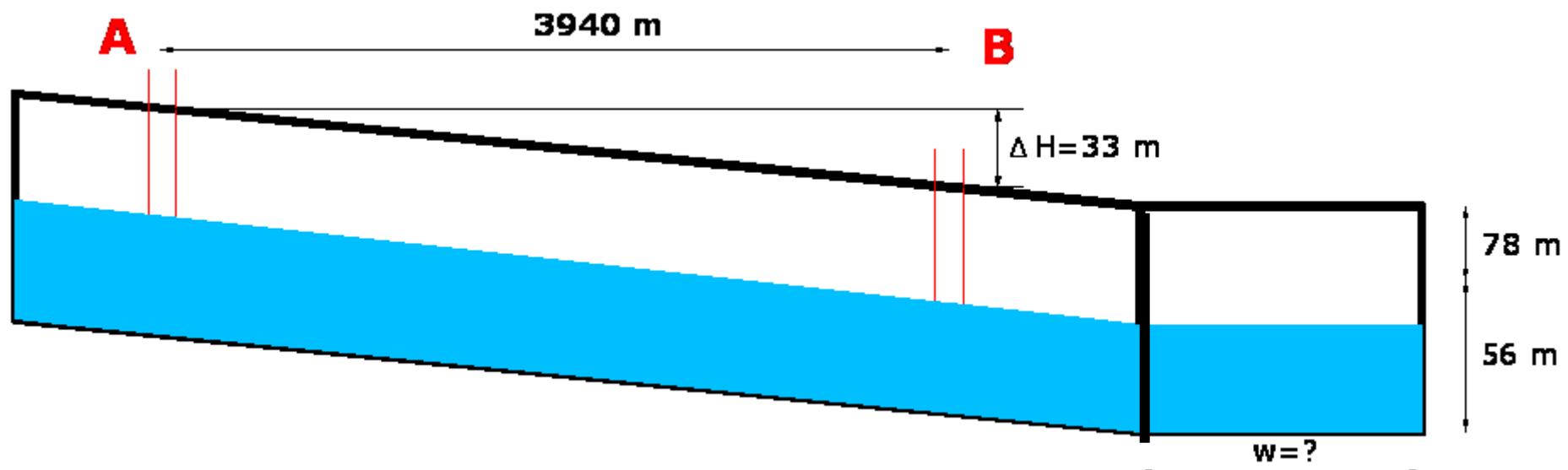
$$v_{STVARNO} = \frac{v_{DARCY}}{n_{ef}} = \frac{3.477 \cdot 10^{-6} m / s}{0.271} = 1.283 \cdot 10^{-5} m / s$$

$v_{DARCY} < v_{STVARNA}$

2.ZADATAK:

Na slici je prikazan uzdužni i poprečni presjek vodonosnika. Vodi treba 1.91 godina da prođe put od piezometra A do piezometra B. Koeficijent filtracije (vodljivosti) iznosi 135 m/DAN . Potrebno je odrediti efektivnu poroznost vodonosnika. Ispitivanjima je utvrđeno da kroz svaki poprečni presjek prođe $8.42 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ u dva tjedna. Odrediti širinu vodonosnika?

$$L_U = \sqrt{L^2 + \Delta h^2} = \sqrt{3940^2 + 33^2} = 3940.138 \text{ m}$$



$$v_{DARCY} = K \cdot \frac{\Delta H}{\Delta L} = 135 \text{ m/dan} \cdot \frac{33 \text{ m}}{3940 \text{ m}} = 1.131 \text{ m/dan}$$

$$v_{STVARNO} = \frac{L}{t} = \frac{3940 \text{ m}}{1.91 \cdot 365} = 5.648 \text{ m/dan}$$

$$v_{STV.} = \frac{v_{DARCY}}{n_{ef}} \rightarrow n_{ef} = \frac{v_{DARCY}}{v} = \frac{1.131 \text{ m/dan}}{5.648 \text{ m/dan}} = 0.20 = 20\%$$

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{8.42 \cdot 10^5}{14 \text{ dana}} = 6.014 \text{ m}^3 / \text{dan}$$

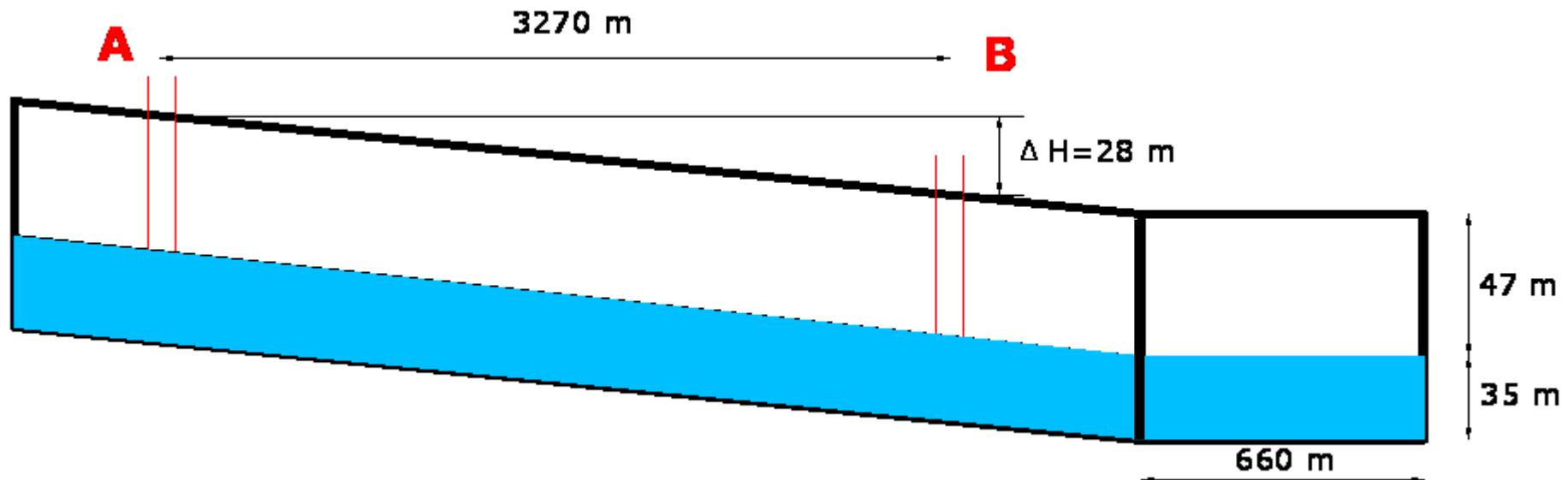
$$A = w^* h \rightarrow Q = w^* h^* v_{DARCY} \rightarrow w =$$

$$\frac{Q}{h \cdot v_{DARCY}} = \frac{6.014 \cdot 10^4 \text{ m}^3 / \text{dan}}{56 \text{ m} \cdot 1.131 \text{ m/dan}} = 949.54 \text{ m}$$

3. ZADATAK:

Vodonosnik ima efektivnu poroznost 34%, poroznost zatvorenih pora 19.2%, a koeficijent vodljivosti 160 m/dan.

- A) Koliko vremena treba vodi da prijeđe put od A do B?**
- B) Koliki volumen vode prođe kroz poprečni presjek u 10 dana?**
- C) Uz pretpostavku da su sve pore ispod površine vodnog lica podzemne vode zapunjene, odredi ukupni volumen zarobljene vode u zatvorenim porama između točaka A i B?**
- D) Odrediti volumen povezanih pora iznad vodnog lica?**



A) $v_{DARCY} = K \cdot \frac{\Delta H}{\Delta L} = 160 \text{ m/dan} \cdot \frac{28 \text{ m}}{3270 \text{ m}} = 1.37 \text{ m/dan}$

$$v_{STV} = \frac{v_{DARCY}}{n_{ef}} = \frac{1.37 \text{ m/dan}}{0.34} = 4.029 \text{ m/dan}$$

$$t = \frac{L}{v_{STV}} = \frac{3270 \text{ m}}{4.029 \text{ m/dan}} = 811.5 \text{ dana}$$

B)

$$V = Q \cdot t = v_{DARCY} \cdot A \cdot t = 1.37 \text{ m/dan} \cdot 35 \text{ m} \cdot 660 \text{ m} \cdot 10 \text{ dana} \\ = 316470 \text{ m}^3$$

C)

$$V_{ZAROB} = 660 \text{ m} \cdot 35 \text{ m} \cdot 3270 \text{ m} \cdot 0.192 = 14503104 \text{ m}^3$$

D)

$$V = n_e \cdot V_n = 0.34 \cdot 47 \text{ m} \cdot 660 \text{ m} \cdot 3270 \text{ m} = 3.449 \cdot 10^7 (\text{m}^3)$$