

## CVIČENÍ Č. 4

JMÉNO A PŘÍJMENÍ:

### MIGRACE KAPALIN HORNINOVÝM PROSTŘEDÍM

#### ÚKOL Č. 1

Do jaké hloubky pronikne kapalná fáze dehtu pískovci s průlinovou porozitou? K úniku dochází na ploše  $1 \times 15$  metrů, pórovitost prostředí je 0,19, pro zjednodušení uvažujte, že nedochází k laterálnímu rozšiřování tělesa kapalně fáze migrujícího horninovým prostředím. Zjištěné hodnoty reziduálního nasycení jsou v rozmezí 0,17 – 0,24. Uvažujte, že došlo k úniku přibližně 2000 litrů dehtu.

#### ÚKOL Č. 2

Do jaké hloubky pronikne kapalná fáze motorové nafty? Uvažujte 3 typy zdroje – bodový a 2 plošné o rozloze  $10 \times 10$  cm a  $1 \times 1$  metr. Nesaturovaná zóna je budována prachovitými hlinami, uvažujte hodnotu reziduálního nasycení 0,15 a porozitu 0,3 a objem motorové nafty 200 litrů. Hladina podzemní vody je v hloubce 2,9 metru.

### ÚKOL Č. 3

Jaké množství kapalné fáze trichloretylénu (TCE) je potřebné k průniku písčitou hlínou k hladině podzemní vody? Mocnost nenasycené zóny je 4,5 metru, prostředí má pružinovou porozitou s pórovitostí 0,3. K úniku TCE dochází na ploše 10 x 10 cm, pro zjednodušení uvažujte, že nedochází k laterálnímu rozšiřování tělesa kapalné fáze migrujícího horninovým prostředím. Retenční kapacita písčité hlíny pro TCE je 25 l/m<sup>3</sup>.

### ÚKOL Č. 4

a) Jaké jsou hodnoty efektivní rozpustnosti benzenu, toluenu a etylbenzenu? LNAPL je tvořena těmito kapalinami ve směsi v poměru 3:1:1. Rozpustnost benzenu je 1500, toluenu 534 a etylbenzenu 152 mg/l.

b) Jaké jsou hodnoty efektivní rozpustnosti tetrachloretylénu a trichlormetanu? DNAPL je tvořena těmito kapalinami v poměru 8,5:1. Rozpustnost PCE 150 a TCM 8200 mg/l.

### ÚKOL Č. 6

Jak mocná vrstva kapalné fáze trichloretylénu (TCE) se musí nakumulovat, aby došlo k průniku kapalné fáze TCE do zvodněného prostředí (kapilární třásně)? Hornina je homogenní a je charakteristická průřezovou porozitou, střední velikost zrn budujících kostru horniny je 1 mm. Změřený kontaktní úhel  $\phi$  mezi kapalnou fází TCE a vodou je v daném prostředí  $35^\circ$ , napětí mezi kapalnými fázemi je 0,040 N/m, hustota kapalné fáze je 1460 kg/m<sup>3</sup>.

### ÚKOL Č. 7

Zkonstruujte grafy závislosti vstupního tlaku (výšky akumulace volné fáze DNAPL) při vstupu do saturované zóny v závislosti na:

- velikosti pórů – DNAPL má hustotu 1300 kg/m<sup>3</sup>, napětí je 0,040 N/m, kontaktní úhel je  $35^\circ$
- hustotě volné fáze DNAPL – velikost zrn horniny je 0,1 mm, napětí je 0,040 N/m, kontaktní úhel je  $35^\circ$
- hodnotě napětí – DNAPL má hustotu 1650 kg/m<sup>3</sup>, kontaktní úhel je  $42^\circ$ , velikost zrn horniny je 0,01 mm
- kontaktním úhlu - DNAPL má hustotu 1650 kg/m<sup>3</sup>, velikost zrn horniny je 0,1 mm, napětí je 0,038 N/m

## ÚKOL Č. 8

- a) Jak mocná vrstva kapalné fáze trichloretylénu (TCE) se musí nakumulovat, aby došlo k průniku kapalné fáze jemnozrnnější horninou, jestliže obě horniny jsou pod hladinou podzemní vody? *Hornina je homogenní a je charakteristická průlinovou porozitou, střední velikost zrn budujících kostru hrubozrnnější a jemnozrnnější horniny jsou 1 a 0,2 mm. Změřený kontaktní úhel  $\phi$  mezi kapalnou fází TCE a vodou je v daném prostředí  $35^\circ$ , napětí mezi kapalnými fázemi je  $0,040 \text{ N/m}$ , hustota kapalné fáze je  $1460 \text{ kg/m}^3$ , **system je v drenážní části retenční čáry.***

- b) Jak mocná vrstva kapalné fáze trichloretylénu (TCE) se musí nakumulovat, aby došlo k průniku kapalné fáze jemnozrnnější horninou, jestliže obě horniny jsou pod hladinou podzemní vody? *Hornina je homogenní a je charakteristická průlinovou porozitou, střední velikost zrn budujících kostru hrubozrnnější a jemnozrnnější horniny jsou 1 a 0,2 mm. Změřený kontaktní úhel  $\phi$  mezi kapalnou fází TCE a vodou je v daném prostředí  $35^\circ$ , napětí mezi kapalnými fázemi je  $0,040 \text{ N/m}$ , hustota kapalné fáze je  $1460 \text{ kg/m}^3$ , **system je v nasávací části retenční čáry.***

### ÚKOL Č. 9

Zjistěte, zda může volná fáze TCE proniknout do slínovců spodního turonu. Zjištěná tloušťka vrstvy volné fáze TCE na povrchu slínovců je 0,62 m. Kapalná fáze má hustotu  $1300 \text{ kg/m}^3$ , změřený kontaktní úhel je  $39^\circ$ , napětí mezi kapalnými fázemi je  $0,040 \text{ N/m}$ . Šířka puklin v odebraných vzorcích slínovců je 0,2 a 0,07 mm. V nadloží volné fáze se nachází kapalné reziduum.

### ÚKOL Č.11

Jak dlouho potrvá úplné rozpuštění kapalného rezidua tetrachloretylénu (PCE) ve zvodněném prostředí? Jaký je objem PCE? Blok horniny je mocný 4 metry a strany základny jsou dlouhé 5 a 5 metrů. Koeficient filtrace je  $4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ , hydraulický gradient je 0,01, efektivní pórovitost je 0,2. Uvažujte reziduální nasycení 0,3 a přítomnost

1. chlormetanu – rozpustnost  $20\,000 \text{ mg/l}$
2. PCE – rozpustnost  $150 \text{ mg/l}$
3. PCE + TCE (0,8:0,2) – rozpustnost 150 a 1 100  $\text{mg/l}$

### ÚKOL Č.12

Jak dlouho potrvá úplné rozpuštění akumulace volné fáze PCE? Pórovitost zvodněných hornin je 0,3, rozpustnost PCE je 150 mg/l. Nasycení v akumulaci je 0,8,  $D_e$  je  $2,7 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $\alpha_v$  je 0,00023 m, uvažujte délku a mocnost akumulace 1 + 0,01 metru a 5 + 0,1 metru.

### ÚKOL Č. 13

Jaká je rychlost pohybu kontaminovaných pruhů různých organických sloučenin (trichloretylenu – TCE; 1,1,1 trichloreтанu – TCA; chlormetanu – MC)? Určete, za jak dlouho se TCE a TCA objeví ve vrtu vzdáleném 1000 metrů, jestliže se v něm jako první objevil MC po sedmi letech od úniku kontaminantů. Retardační faktor pro MC je 1,93. Průměrná hodnota  $f_{oc}$  je 0,017, pórovitost zvodněných hornin je 0,3, objemová hmotnost horniny je  $1,85 \text{ g/cm}^3$ , hodnoty  $K_{oc}$  jsou 152 (TCE) a 126 (TCA) ml/g,

#### ÚKOL Č. 14

Jaká je rovnovážná koncentrace TCE v podzemní vodě při různých teplotách? Uvažujte teplotu prostředí 5, 10 a 15 °C. Hodnota Henryho konstanty pro TCE je  $9,1 \cdot 10^{-3} \text{ atm} \cdot \text{m}^3/\text{mol}$ , zjištěná koncentrace TCE v půdním vzduchu je  $120 \text{ mg/m}^3$ .

#### ÚKOL Č. 15

Zkonstruujte graf závislosti rovnovážné koncentrace různých kontaminantů typu TOL na teplotě. Koncentrace zadaného kontaminantu v podzemní vodě je  $8200 \text{ } \mu\text{g/l}$ . Hodnota  $H_K$  je  $\text{atm} \cdot \text{m}^3/\text{mol}$ .