

CVIČENÍ Č. 1 + 2

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 x 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 x 10 cm a 1 x 1 metr. Nesaturovaná zóna je budována prachovitými hlínami, 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 průlinovou 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/m³.

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. 5

Zjistěte propustnost zvodněných písků a rychlost proudění podzemní vody. V hornině je zachyceno kapalné reziduum PCE, hodnota reziduálního nasycení je 0,38. Hodnota koeficientu filtrace písků bez NAPL je $4,3 \cdot 10^{-4}$ m/s, zjištěná hodnota reziduálního nasycení vodou je 0,12. Hydraulický gradient je 0,018.

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 průlinovou porozitou, střední velikost zrn budujících kostru horniny je 1 mm. Změřený kontaktní úhel ϕ mezi kapalnou fází TCE a vodou je v daném prostředí 35° , napětí mezi kapalnými fázemi je 0,040 N/m, hustota kapalné fáze je 1460 kg/m^3 .

ÚKOL Č. 7

Zkonstruuje 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^3 , napětí je $0,040 \text{ N/m}$, kontaktní úhel je 35°
- hustotě volné fáze DNAPL – velikost zrn horniny je $0,1 \text{ mm}$, napětí je $0,040 \text{ N/m}$, kontaktní úhel je 35°
- hodnotě napětí – DNAPL má hustotu 1650 kg/m^3 , kontaktní úhel je 42° , velikost zrn horniny je $0,01 \text{ mm}$
- kontaktním úhlu - DNAPL má hustotu 1650 kg/m^3 , velikost zrn horniny je $0,1 \text{ mm}$, napětí je $0,038 \text{ N/m}$

ÚKOL Č. 8

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

- Jak mocná vrstva kapalně fáze trichloretylénu (TCE) se musí nakumulovat, aby došlo k průniku kapalně fáze jemnozrnější horninou, jestliže obě horniny jsou pod hladinou podzemní vody? *Hornina je homogenní a je charakteristická průlinovou porozitou, střední velikost zrn budujících kostru hrubozrnější a jemnozrnější horniny jsou 1 a $0,2 \text{ mm}$. Změřený kontaktní úhel ϕ mezi kapalnou fází TCE a vodou je v daném prostředí 35° , napětí mezi kapalnými fázemi je $0,040 \text{ N/m}$, hustota kapalně fáze je 1460 kg/m^3 , systém 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 kg/m^3 , změřený kontaktní úhel je 39° , 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. 10

Zabrání vrstva jemnozrnější horniny dalšímu průniku kapalné fáze tetrachloretylénu (PCE)? Na ploše $20 \times 20 \text{ cm}$ došlo během jednoho dne k úniku 800 l kapalné fáze PCE. Nesaturovaná zóna mocná 3,5 metru je budována písčitou hlínou s retenční kapacitou pro PCE 25 l/m^3 . Svrchní část saturované zóny je tvořena hrubozrnými pískami se střední velikostí zrn 1 mm. Změřený kontaktní úhel ϕ mezi kapalnou fází PCE a vodou je v daném prostředí 30° , napětí mezi kapalnými fázemi je $0,035 \text{ N/m}$, hustota kapalné fáze je 1620 kg/m^3 . Tato vrstva je 2,5 metru mocná, hodnota zbytkového znečištění (reziduálního nasycení) je 0,3, celková a efektivní pórovitost horniny jsou 0,35 a 0,20. Laterální rozšiřování tělesa kapalné fáze migrujícího horninovým prostředím zanedbejte. Niže uložená vrstva má střední velikost zrn 0,1 mm, kontaktní úhel ϕ mezi kapalnou fází PCE a vodou je v této hornině 38° .

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 $4 \cdot 10^{-4}$ m/s, hydraulický gradient je 0,01, efektivní pórovitost je 0,2. Uvažujte reziduální nasycení 0,3 a přítomnost*

1. chlormetanu – rozpustnost 20 000 mg/l
2. PCE – rozpustnost 150 mg/l
3. PCE + TCE (0,8:0,2) – rozpustnost 150 a 1 100 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 $2,7 \cdot 10^{-10}$ m²/s, α_r 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 trichlorethanu – 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 mg/m^3 .*

ÚKOL Č. 15

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