



Ziel 3 | Cíl 3
„Erbau und Rekultivierung - Interdisziplinäres, deutsch-tschechische Bildungsprojekt“
"Zemní stavby a rekultivace - Interdisciplinární česko - německý vzdělávací projekt"

Základy automatické kalibrace počítačových modelů

část 2

Jan Šembera, Jaroslav Nosek
Technická univerzita v Liberci
Žitava, 23. a 24. září 2010

Proudový model

[Chiang, 2002]

- lokalita 580 x 600 m, na západových a východních okrajích (h = 9 m, h = 8 m), na severovýchodním okraji (nulový tok)
- kolektor 2-vrstvý s volnou hladinou (K_1 : Vrstva1: 10^{-4} , resp. Vrstva2: 5×10^{-4} m/s)
- vertikální vodivost 10% horizontální, efektivní porovitost $n_{ef} = 25\%$
- terén 10 m nad m., mocnost vrstva1: 4 m, vrstva2: 6 m
- konstantní srážky 8×10^6 m/s (252 mm/rok)

Zittau 23., 24. 9. 2010

Transportní model (neovlivněný stav)

[Chiang, 2002]

- kontaminace na území 100 x 100 m (chem. látka - PCE unikající z netěsnící nádrže v 1. vrstvě)
- model migrace PCE ve směru proudění
- PCE:
 - dotace: v místě kontaminace konstantní koncentrace PCE (1000 µg/L)
 - lineární sorpce
 - retardace $R = 1 + (\rho_b \times K_d) / n_{ef}$
 - objemová hmotnost; K_d : distribuční koef.
 - $\rho_b = 2000 \text{ kg/m}^3$; $K_d = 1,25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$
- podélná disperze: 10 m; horizontální/vertikální podélná disperze: (10% podélná = 1 m)

Úkol:

- popište vývoj koncentrací PCE ve vzdálenosti 100, 250 m po směru proudění v časovém horizontu 3 let
- za jak dlouho bude kontaminována řeka (koncentrace vyšší než 10 µg/L)?

Zittau 23., 24. 9. 2010



Návrh sanačního systému

- celková bilance water budget (vliv srážek)
- sledování poklesu hladin v dle sledku erpání
- vytvořit vydatnost vrtu v místě [440; 310]
- modelovat stanovit erpané množství, aby byla vytvořena dostatečná deprese zabrávující šíření PCE do okolí
 - stanovit erpané množství pomocí modulu PMPATH
 - stanovit erpané množství pomocí transportního modelu migrace (se zahrnutím vlivu disperze)

Zittau 23./24.9.2010

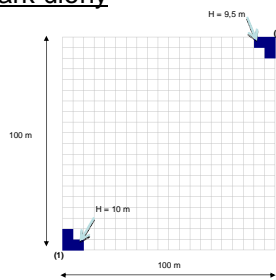


4

Benchmark úlohy

Model 1

- 1-vrstevný model – steady state
- typ modelové vrstvy confined/unconfined (transmissivity cons.)
- velikost území 100 x 100 m
- pravidelná síť 20 x 20 element (1 ele. = 5 x 5 m)
- konstantní terén: 10 m
- mocnost vrstvy: 5 m
- $K_v = 1 \times 10^{-6}$ m/s, $n_{\text{st}} = 0,25$
- okrajové podmínky konstantní hladiny (modré elementy – viz obr.)



Úkol:

- vytvořit proudový model, vytvořit rozložení hladiny podzemní vody
- pomocí Water budget určit kolik vody vstává (resp. vytéká) z okrajových podmínek (1), (2)
- v modulu PMPATH zobrazit vektory proudění

Zittau 23./24.9.2010

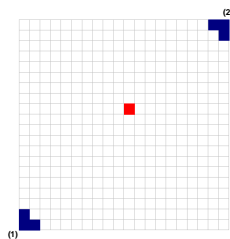


5

Benchmark úlohy

Model 2

- stejné zadání jako předchozí úloha
- navíc modelovat vliv erpaného vrtu na pozici [9,11]
- erpané množství: -5×10^{-6} m³/s



Úkol:

- vytvořit proudový model, vytvořit rozložení hladiny podzemní vody
- pomocí Water budget určit kolik vody vstává z okrajových podmínek (1), (2)
- v modulu PMPATH zobrazit vektory proudění

Zittau 23./24.9.2010



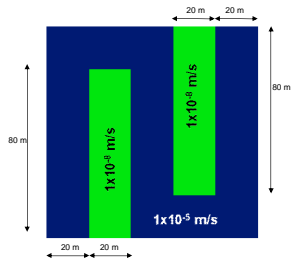
6



Benchmark úlohy

Model 3

- stejné zadání jako Model 1
- simulovat vliv dvou málo propustných poloh na proudové pole
- K_v viz obr.



Úkol:

- vytvořit proudový model, vypočítat rozložení hladiny podzemní vody
- pomocí Water budget určit kolik vody vléká (resp. vytéká) z okrajových podmínek (1), (2)
- v modulu PMPATH zobrazit vektory proudů

Zittau 23./24.9.2010

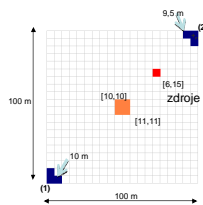


7

Transportní úloha

Transportní model

- proudový model z minulého cvičení - Model 1 (viz minulý zadání)
- v modulu MT3D (pop. MT3DMS) vytvořit transportní model simulující migraci látky od (oranžová oblast - viz obr.) bez sorpce na prostředí



Úkol:

- vytvořit transportní model
- simulovat neovlivněný stav
 - za jak dlouho bude možno v místě (2) detekovat koncentrace vyšší než 10 µg/L
 - kdy se ustálí koncentrace v (2)
- modelovat stanovit minimální množství reperané vody ve vrtu na pozici [6,15], tak aby koncentrace v (2) nepřesáhla přípustný limit 10 µg/L

Zittau 23./24.9.2010



8

Transportní úloha

Parametry transportního modelu:

- Boundary Conditions . ICBOUND
 - v místě zdroje definovat -1 (element s kons. konc.), vzude jinde 1 (aktivní ele.)
- Parameters . Time . Period Length
 - zadat celkový čas simulace
- MT3DMS**
 - Initial Concentration
 - v elementech kde je definována podmínka kons. koncentrace zadat 1000 µg/L
 - Chemical Reaction
 - Description: **tracer**; zazknout active; Type of sorption: **No sorption**;
 - (konzervativní stopova bez retardace)
 - Advection (Upstream Finite Diff. Method)
 - Dispersion
 - TRPT: 0,1; TRPV: 0,1; DMCOEF: 0; Longitudinal Dispersionivity: 1 m
 - Output Control
 - určit v jakých místech se budou ukládat výsledky transportního modelu (karta Output Times . kliknout na Output Time a zvolit interval)

Zittau 23./24.9.2010



9



Transportní úloha

Parametry transportního modelu:

- Parameters : Boreholes and Observation
vytvorění pozorovacího bodu, ve kterém budou ukládány vypočtené koncentrace
- Name: **xxx**; Active: **zajkrtnout**; Zadat souřadnice x,y podle umístění bodu (2)
Na kartě Observation data zadat 1 v: **Observation Time a Concentration**

Zittau 23.,24.9.2010

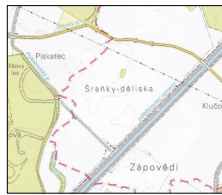


10

Kalibrace proudového modelu

Charakteristika lokality:

- Uherský Ostroh
- 1-vrstvé hominové prostředí, koeficienty filtrace v ádích $10^5 - 10^4$ m/s, $n_v = 0,25$
- průměrná srážky: 537 mm/rok
- dostupné modelové vstupy:
terén, báze kolektoru (vrtné profily), neovlivněné hladiny p.v., popis ekv (odleh ovací rameno Nové Moravy)
(vše bodová měření na 18 vrtech >>> modelové vstupy plošné interpretace)
- modelová oblast 2010 x 2260 m (201 row, 226 col), modelový element (10 x 10 m) po átek souřadné sítě :2440, 4240
- eka: hladina 167 . 165 m nad m., dno 165 . 163 m, zřídka ekv: 10 m



Zittau 23.,24.9.2010



11

Návrh sanačního systému

- vytvořit model simulující únik CHC po dobu 10 let
- simulovat různé varianty sanačního systému
 - zcela uzavřenou Podzemní Třenicí Stěnu (od erpávání srážkové vody)
 - PTS s reaktivní bariérou
 - optimalizovat tvar PTS
 - simulovat reaktivní bariéru (kinetika prvního řádu)

Transportní model:

- kontaminace: $= 1,9 \text{ t/m}^2$; $K_d = 0,13 \text{ m}^2/\text{t}$
- podélná disperze: 5 m;
- horiz./vert. podélná dis. (10 % podélná) = 0,5 m



Zittau 23.,24.9.2010



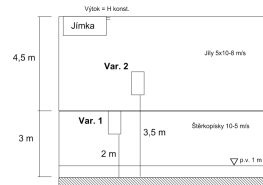
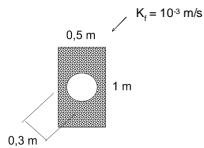
12



Model zasakovacího drénu

- modelov testovat jírnací schopnost drénu v prvních 20 minutách zasakování
- p i srážkách spadne b hem 20 minut 120 m³ vody, jímka na lokalitě má objem 90 m³ >> modelov ur it požadovanou délku drénu dle jeho umístění tak, aby byl schopen pojmout 30 m³ za 20 minut
- 2 varianty umístění drénu:
 1. - zt rkpisky (dno drénu 2 m nad bází)
 2. - jily (dno drénu 3,5 m nad bází)

Konstrukce drénu



Zittau 23., 24.9.2010



13

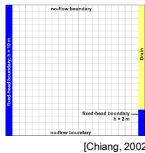
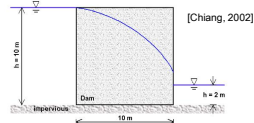
Vertikální pr ezový model

- Hráz: délka 100 m, šířka 10 m, výška 10 m, na jedné straně hladina 10 m, na druhé hladina 2 m, materiál hráze (izotropní, homogenní): $K_x = 10^{-6} \text{ m/s}$, $n_{ex} = 0,15$
- Úkol: modelov ur it množství prosakující vody a pokles hladiny sp.v. %v t lese hráze

Analytické řešení

$$Q = K \times B \times (h_1^2 - h_2^2) / 2L$$

K - propustnost, B - délka hráze, L - šířka hráze



Model

- 1-vrstvý (tloušťka 1 m), grid: 21 x 20 (sloupce x řádky) (element 0,5 x 0,5 m), Layer type: 0 (confined)

Okrajové podmínky:

- levá H-konst. 10 m, pravá H-konst. 2 m (na 4 elem., zbytek drén)

Zittau 23., 24.9.2010



14
