

Simulace proudění vody nenasyceným půdním prostředím - Hydrus 1D

jednorozměrný pohyb vody a látek v proměnlivě nasyceném porézním prostředí

proudění

Richardsova rovnice

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \cos \alpha \right) \right) - S$$

transport látek

advektivně-disperzní rovnice

$$\frac{\partial \theta c}{\partial t} + \frac{\partial qc}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\theta D \frac{\partial c}{\partial x} \right) = -\lambda_w \theta c + \gamma_w \theta + P_1 + P_2 - Sc_s$$

Program umožňuje:

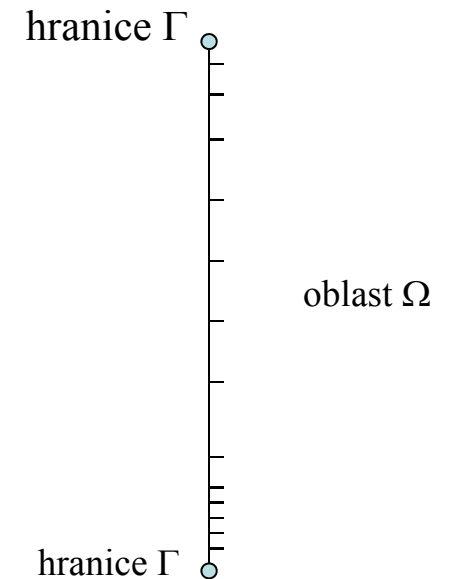
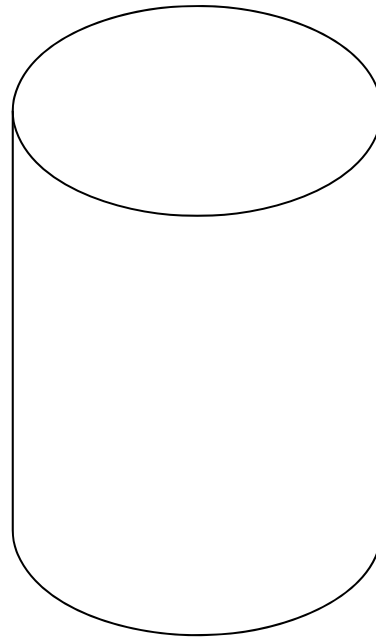
- jednorozměrnou simulaci v libovolném směru s ohledem na rozvrstvení profilu
- simulaci odběru půdní vody kořenovou zónou
- hysterezi nenasycených vlastností půdy
- nastavení různých okrajových podmínek

Vstupy do modelu

1. geometrie sledované oblasti, prostorová diskretizace
2. specifikace období (času)
3. charakteristiky prostředí
4. případné zdroje a propady
5. počáteční podmínky
(rozvržení sacích tlaků nebo vlhkosti na počátku simulace)
6. okrajové podmínky
 - Tlaková (Dirichletova)
 - Toková (Neumannova)
 - Atmosférická okrajová podmínka
 - Volná drenáž
 - Výronová plocha

Vstupy do modelu – 1D geometrie, diskretizace

- do 1D lze převést jen problémy, kde výrazně dominuje prouděním jedním směrem
- diskretizace \times konvergence
- Nastavení jednotek a zvrstvení půdního profilu (počet vrstev)!

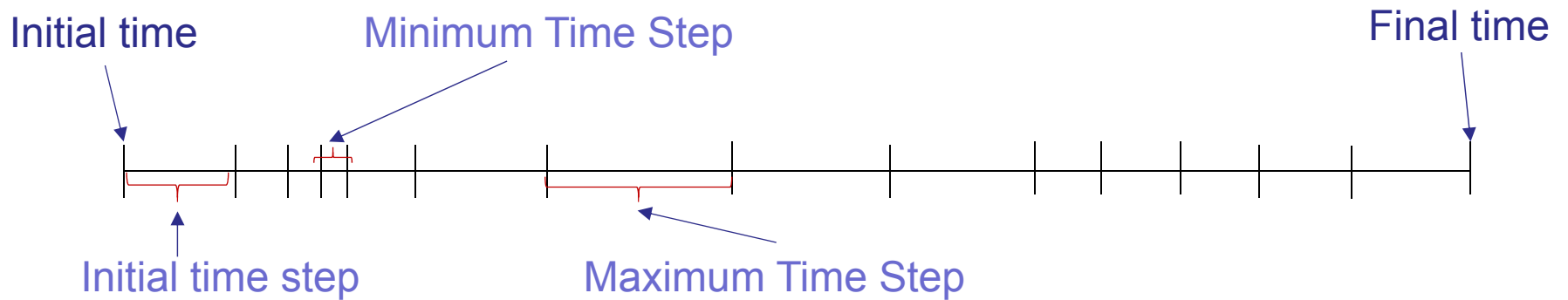


Vstupy do modelu

1. geometrie sledované oblasti, prostorová diskretizace
2. specifikace období (času)
3. charakteristiky prostředí
4. případné zdroje a propady
5. počáteční podmínky
(rozvržení sacích tlaků nebo vlhkosti na počátku simulace)
6. okrajové podmínky
 - Tlaková (Dirichletova)
 - Toková (Neumannova)
 - Atmosférická okrajová podmínka
 - Volná drenáž
 - Výronová plocha

Vstupy do modelu – čas

- Implicitní schéma
- Diskretizace času

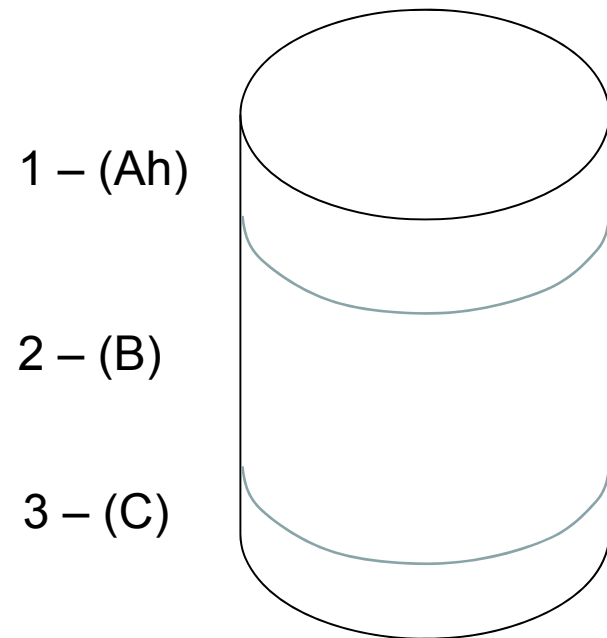


Vstupy do modelu

1. geometrie sledované oblasti, prostorová diskretizace
2. specifikace období (času)
3. charakteristiky prostředí
4. případné zdroje a propady
5. počáteční podmínky
(rozvržení sacích tlaků nebo vlhkosti na počátku simulace)
6. okrajové podmínky
 - Tlaková (Dirichletova)
 - Toková (Neumannova)
 - Atmosférická okrajová podmínka
 - Volná drenáž
 - Výronová plocha

Vstupy do modelu – charakteristika prostředí

- Hydraulické charakteristiky
 - Výběr modelu (např. van Genuchten - Mualem)
 - Parametry retenční křivky dle vG nebo B-C
 - Nasycená hydraulická vodivost
- Stratifikace půdního profilu



Vstupy do modelu

1. geometrie sledované oblasti, prostorová diskretizace
2. specifikace období (času)
3. charakteristiky prostředí
4. případné zdroje a propady – kořenová zóna, studny
5. počáteční podmínky
(rozvržení sacích tlaků nebo vlhkosti na počátku simulace)
6. okrajové podmínky
 - Tlaková (Dirichletova)
 - Toková (Neumannova)
 - Atmosférická okrajová podmínka
 - Volná drenáž
 - Výronová plocha

Vstupy do modelu

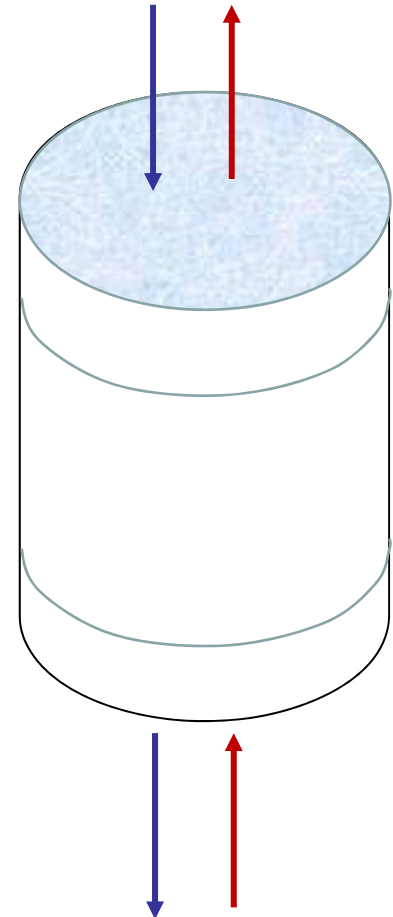
1. geometrie sledované oblasti, prostorová diskretizace
2. specifikace období (času)
3. charakteristiky prostředí
4. případné zdroje a propady – kořenová zóna, studny
5. počáteční podmínky
(rozvržení sacích tlaků nebo vlhkosti na počátku simulace)
6. okrajové podmínky
 - Tlaková (Dirichletova)
 - Toková (Neumannova)
 - Atmosférická okrajová podmínka
 - Volná drenáž
 - Výronová plocha

Vstupy do modelu

1. geometrie sledované oblasti, prostorová diskretizace
2. specifikace období (času)
3. charakteristiky prostředí
4. případné zdroje a propady – kořenová zóna, studny
5. počáteční podmínky
(rozvržení sacích tlaků nebo vlhkosti na počátku simulace)
6. okrajové podmínky
 - Tlaková (Dirichletova)
 - Toková (Neumannova)
 - Atmosférická okrajová podmínka
 - Volná drenáž
 - Výronová plocha

Vstupy do modelu – okrajové podmínky

- Tlaková (Dirichletova)
 - Známý tlak na hranici (výtopa, experimenty)
- Toková (Neumannova)
 - Známý tok (intenzita srážky, závlaha)
 - Nulový tok (nepropustná hranice)
- Atmosférická okrajová podmínka
 - Kombinace předešlých – střídání tokové a tlakové o.p.
 - Simulace povrchového odtoku nebo tvorby louží
- Volná drenáž (nulový gradient)
 - Na spodní hranici simulované domény – výtok do půdního prostředí
- Výronová plocha
 - Výtok do atmosféry (experimenty na vzorcích, zářez, drenáž)



Simulace výtopové infiltrace

Úkol: Popsat dynamiku výtopové infiltrace na půdním povrchu. Porovnat infiltrační rychlosti s nasycenou hydraulickou vodivostí půdy.

Problém: Voda je aplikována na půdním povrchu udržováním 2 cm výšky hladiny. Hladina je na povrchu udržována kontinuálně. Půdní profil na začátku infiltrace byl poměrně suchý. Cílem je určit rychlost kterou voda infiltruje do půdního profilu a celkovou zainfiltrovanou výšku vodního sloupce.

Simulace: Hlinitý (loamy soil) půdní profil je do hloubky 1 m homogenní. Uvažujte vertikální profil s počáteční podmínkou -1500 cm. Na povrchu předpokládejte výtopovou výšku 2 cm. Na dolním okraji předpokládejte volnou drenáž. Simulaci proveďte pro období dlouhé 12 hodin.

Graficky vyjádřete intenzitu vtoku na povrchu a kumulativní infiltraci jako funkci času.

Otázky: Jaká je intenzita vtoku v 1, 2, 4, 6, 8 a 12 hodin po začátku výtopy? Popište tvar křivky. Porovnejte infiltrační rychlost s hodnotou nasycené hydraulické vodivosti. Co je větší a proč? Jakou infiltrační intenzitu lze předpokládat při 20 denní výtopě a proč? Kolik vody infiltrovalo do půdy v 1, 2, 4, 6, 8 a 12 hodině?

Vstupní data - přehled:

Hloubka profilu: 100 cm

Čas simulace: 12 h

Počáteční podmínka: sací tlak -1500 cm v celém profilu

Okrajové podmínky: horní ... předepsaná tlaková výška 2 cm
dolní ... volná drenáž (free drainage)

Hydraulické charakteristiky: převezměte z programu RETC nebo Rosetta pro hlinitou půdu („loam“)

Instrukce, nápověda (+ používejte HELP samotného programu)

Main Processes: bez nápovědy

Geometry Information: bez nápovědy

Time Information: Initial Time Step: 0.01 h, Minimum Time Step: 1e-006 h, Max Time Step: 0.1 h

Print Information: Print Times – No. of Print Times: 12 (Select Print Times ... po hodině, tedy 1,2,3...)

Iteration Criteria: nechte bez změn

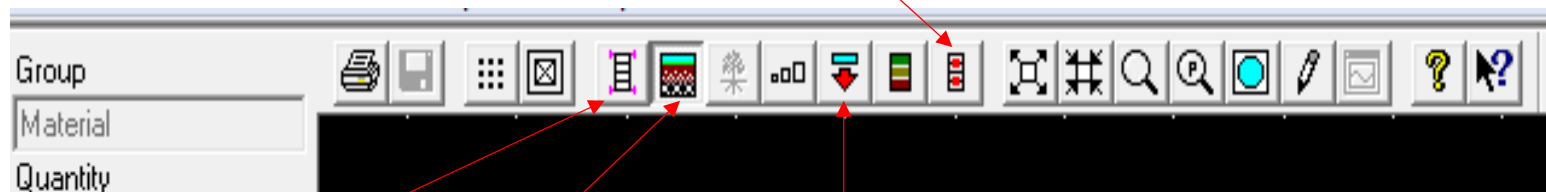
Soil Hydraulic Model: van Genuchten - Mualem

Water flow parameters: $l=0.5$ (vliv zakřivenosti a konektivity pórů), zbytek bez nápovědy (je v zadání)

Water Flow Boundary Conditions: bez nápovědy

Run PROFILE application? ANO – po nastavení všeho nutného editor zavřete, změny uložte.

Pozorovací body (pokud chcete vědět, co se děje uvnitř oblasti, např 10 cm pod povrchem) – není v zadání



Diskretizace oblasti, počet uzlů (nemusíte měnit)

Zvrstvení půdního profilu (pokud má víc vrstev)

Počáteční podmínka – DLE ZADÁNÍ (pomocí tlačítka Edit condition) !!! Vyberte HORNÍ uzel a na něm nastavte tlak rovnající se výšce výtopy (= tlaková okrajová podmínka)

Výsledky – spusťte simulaci, najděte odpovědi na otázky v pravém okně „Post-processing“