

# ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ

## Μάθημα εξοικείωσης (demo) με λογισμικό μεταφοράς

[http://hydrolab.illinois.edu/gw\\_applets/](http://hydrolab.illinois.edu/gw_applets/)

UNIVERSITY OF ILLINOIS URBANA-CHAMPAIGN  
Department of Civil and Environmental Engineering  
**INTERACTIVE MODELS FOR GROUNDWATER FLOW AND SOLUTE TRANSPORT**

- **Non-reactive and Reactive Diffusive Transport**
  - Spherical Diffusion
- **1D Non-reactive and Reactive Solute Transport**
  - Equilibrium Sorption with Solute Decay
  - Mass Transfer Sorption with Solute Decay
  - Multiple Solutes, Equilibrium Sorption with Sequential Decay
- **Multidimensional Non-reactive and Reactive Solute Transport**
  - 2D Equilibrium Sorption with 1st Order Decay
  - 3D Equilibrium Sorption with 1st Order Decay
- **Non-Leaky (Theis) and Leaky (Hantush-Jacob) Aquifer Pumping Test**
- **Interactive Groundwater Flow Model to study groundwater-streamflow interactions and impact of pumping**
- **2D Steady Flow in Homogeneous Aquifers with Particle Tracking**
  - Flow and Particle Tracking (with demos for doublets, wells, + regional flow)
- **2D Steady Flow in Heterogeneous Aquifers with Particle Tracking**
  - Generation of Log Normal Spatially Correlated Random Fields
  - Flow and Particle Tracking

**INSTRUCTIONS**  
The easiest way to run the Applets is to open them on your Chrome browser with a Java applet runner extension like **Cheerp3** or **IE-Tab** installed. You can also download them to your computer as a jar file and run using Java. To print your results take a screenshot and paste it to another application.

### Acknowledgements and Contact Information:

Developed by [A. J. Valocchi](mailto:valocchi@illinois.edu) (valocchi@illinois.edu), C. J. Werth (werth@utexas.edu), J. J. Decker, G. Hammond, P. Zhou, M. Hafiz, M. G. Chen (mgchen3@illinois.edu)  
Supported by Provost's Initiative on Teaching Advancement (University of Illinois Educational Technologies Board), Department of Civil and Environmental Engineering, National Science Foundation

Last Modified: March, 2021

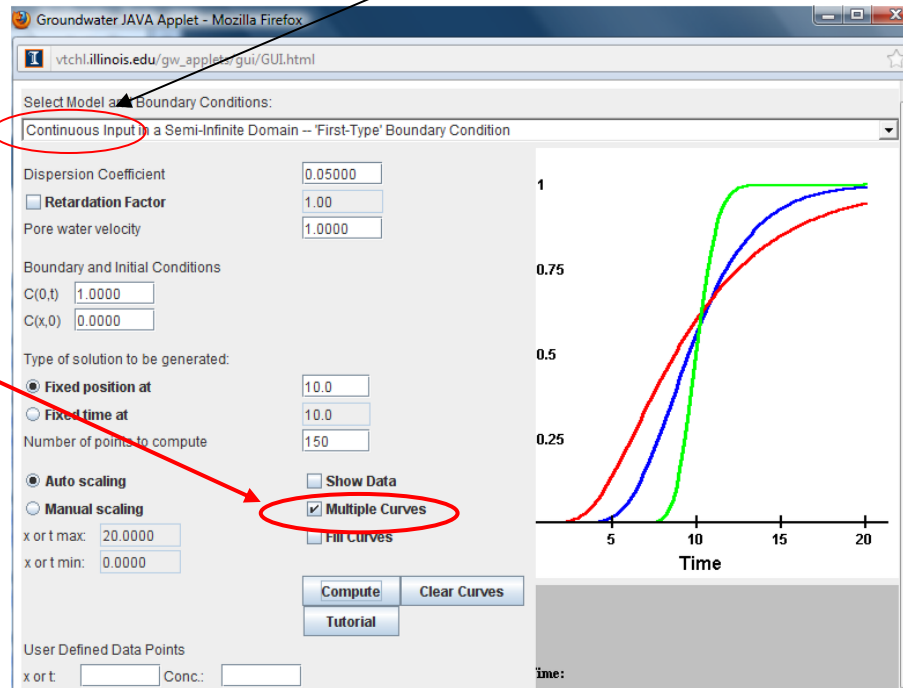
## Προσοχή!

Οι εφαρμογές ξεκινούν με κάποιες προκαθορισμένες τιμές για τις παραμέτρους των εξισώσεων. Αν δεν τις αλλάξουμε, θα μείνουν αυτές που είναι προ-επιλεγμένες.

Οι παράμετροι και οι μεταβλητές δεν φαίνεται να έχουν μονάδες. Αυτό βέβαια σημαίνει ότι φροντίζουμε να εκφράζουμε τα μεγέθη σε μονάδες του ίδιου συστήματος.

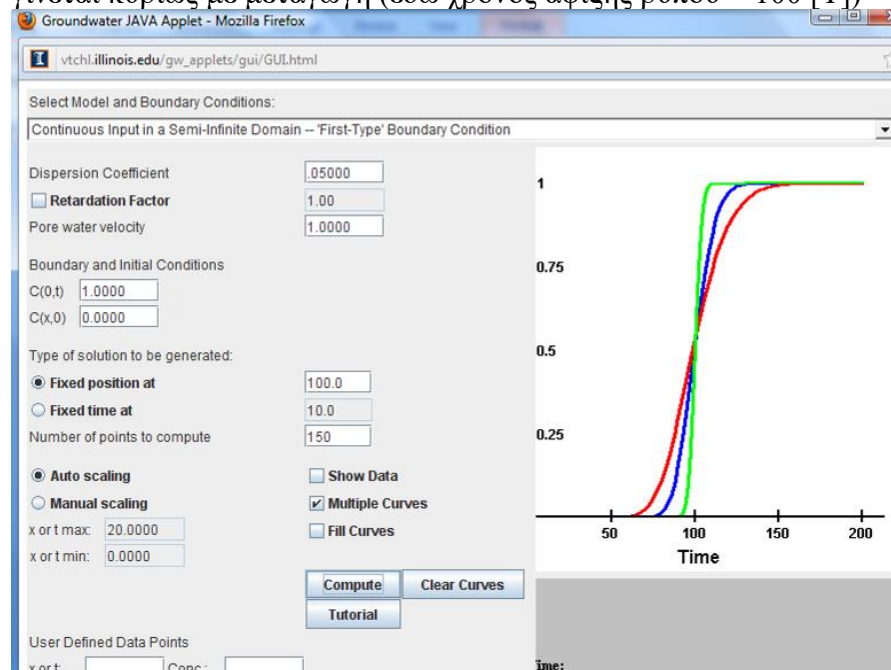
Εξοικείωση με τη μορφή των λύσεων της εξίσωσης μεταφοράς - Εφαρμογή Νο 1: 1D Non-reactive and Reactive Solute Transport – Πηγή σταθερής συγκέντρωσης  
**Κατανομή συγκέντρωσης σε συγκεκριμένο x σε διαφορετικές χρονικές στιγμές**

Επίπτωση συντελεστή υδροδυναμικής διασποράς,  $Dx = 0.5, 1.5, 0.05 [L^2/T]$ , λύση για  $x = 10 [L]$



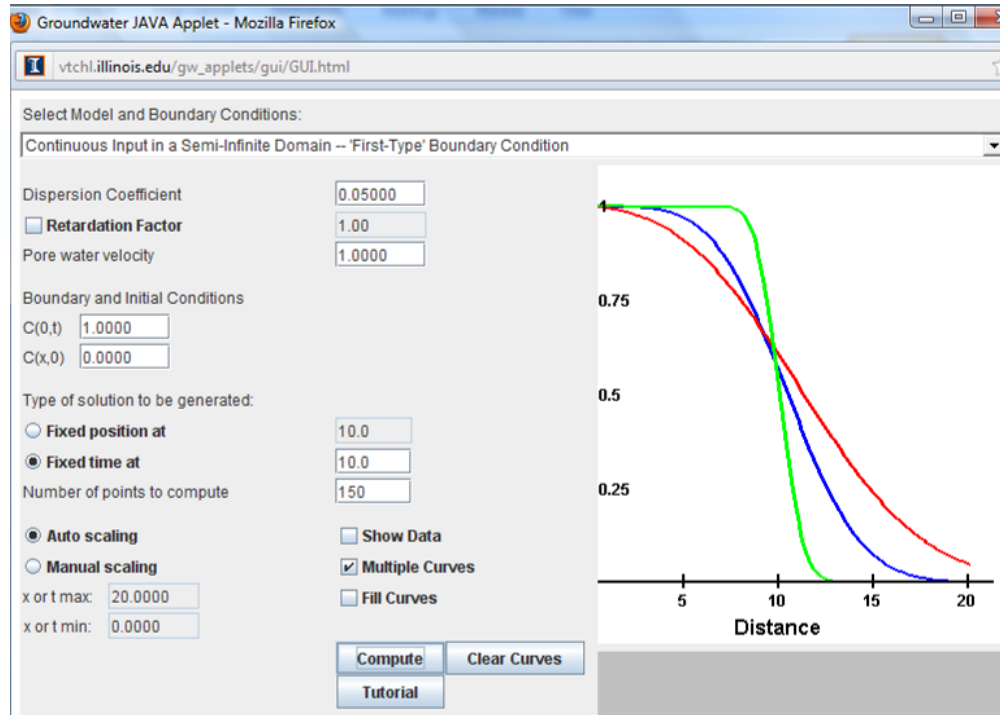
τσεκαρισμένο  
 αν θέλω να  
 δω πολλές  
 λύσεις μαζί

Επίπτωση συντελεστή υδροδυναμικής διασποράς,  $Dx = 0.5, 1.5, 0.05 [L^2/T]$ , λύση για  $x = 100 [L]$ . Παρατηρήστε ότι όταν είμαστε πιο κοντά στην πηγή (για να το δείτε αυτό πρέπει να σχεδιάσετε και τα δύο διαγράμματα στην ίδια κλίμακα) και όταν μικραίνει ο συντελεστής  $Dx$  είναι πιο ικανοποιητική η παραδοχή ότι η μεταφορά γίνεται κυρίως με μεταγωγή (εδώ χρόνος άφιξης ρύπου = 100 [T])

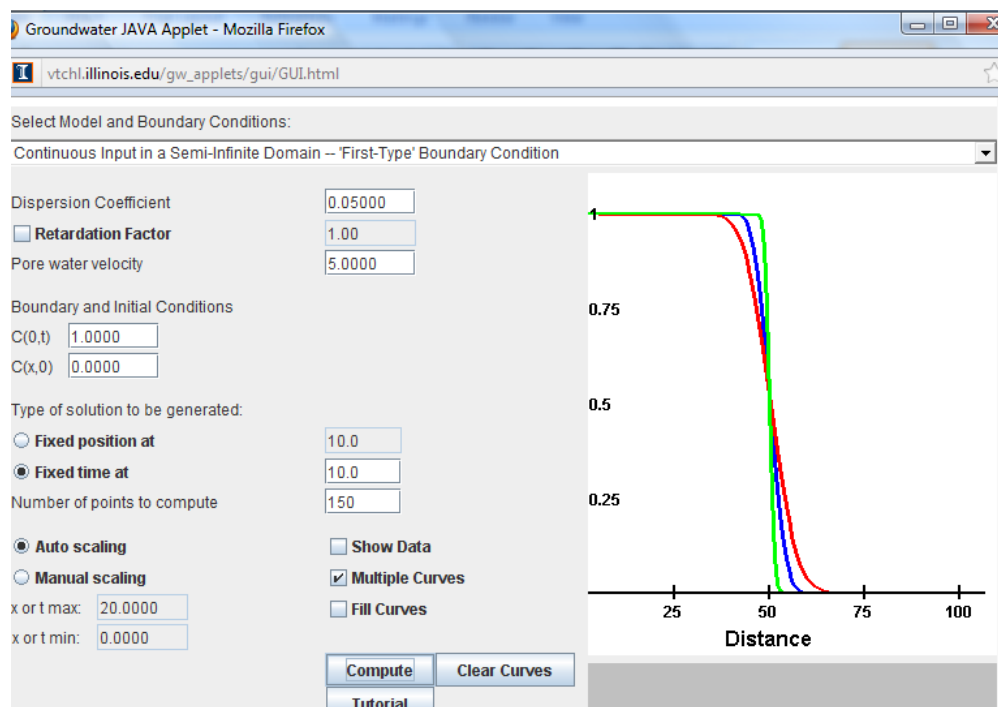


### Κατανομή συγκέντρωσης σε συγκεκριμένο t σε διαφορετικές αποστάσεις από την πηγή

Λύση της εξίσωσης μεταφοράς ως συνάρτηση της απόστασης, για σταθερό χρόνο  $t = 10$  [T],  $Dx = 0.5, 1.5, 0.05$  [ $L^2/T$ ], και ταχύτητα νερού στους πόρους, δηλ. **ταχύτητα μεταγωγής = 1** [ $L/T$ ]



Λύση της εξίσωσης μεταφοράς ως συνάρτηση της απόστασης, για σταθερό χρόνο  $t = 10$  [T],  $Dx = 0.5, 1.5, 0.05$  [ $L^2/T$ ] και **ταχύτητα μεταγωγής = 5** [ $L/T$ ] (5 φορές μεγαλύτερη από την προηγούμενη περίπτωση).



Συνοριακές συνθήκες:  
στιγμαιαία έκλυση  
μάζας διαλυμένου  
ρύπου σε άπειρο  
(μονοδιάστατο) πεδίο

### 1D Non-reactive and Reactive Solute Transport (Εφαρμογή Νο 1) Equilibrium Sorption with Solute Decay

https://netfiles.uiuc.edu - Groundwater JAVA Applet - Microsoft Internet Explorer

Select Model and Boundary Conditions:  
Instantaneous Pulse Input in an Infinite Domain

Dispersion Coefficient: 0.1000  
Retardation Factor: 1.00  
Pore water velocity: 1.0000

Characteristics of the porous medium and solute  
Mass of solute: 1.0000  
Cross sectional area: 1.0000  
Porosity: 1.0000

Type of solution to be generated:  
Fixed position at: 10.0  
Fixed time at: 10.0  
Number of points to compute: 150  
Auto scaling:  Show Data  
Manual scaling:  Multiple Curves  
 Fill Curves

x or t max: 20.0000  
x or t min: 0.0000

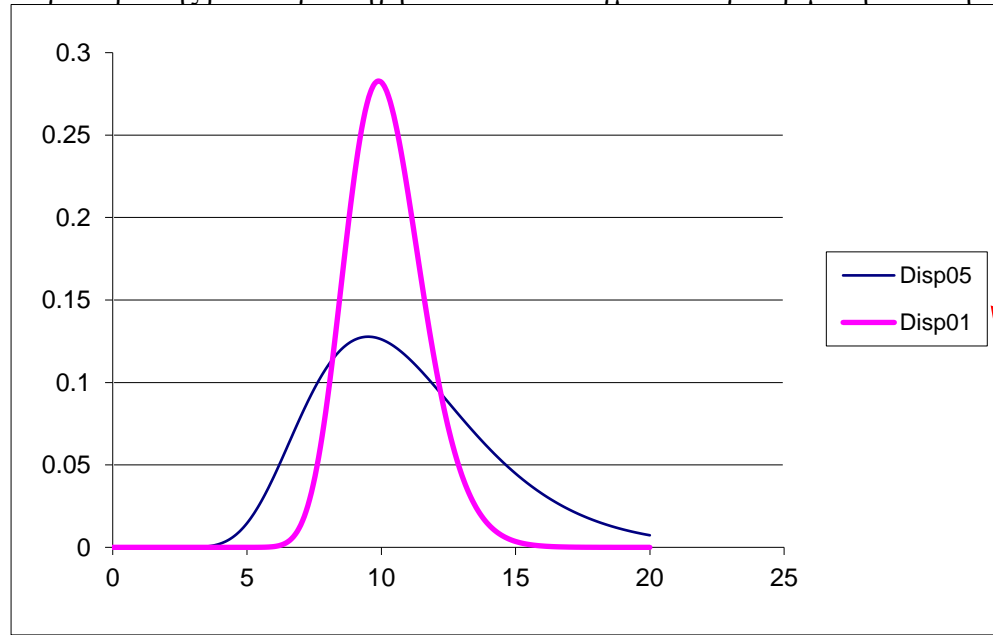
Compute Clear Curves  
Tutorial

Προσοχή  
στις default  
τιμές του  
λογισμικού!

Τσεκάρουμε για να  
ανοίξει παράθυρο με τα  
αριθμητικά δεδομένα,  
τα οποία στη συνέχεια  
σχεδιάζουμε με EXCEL

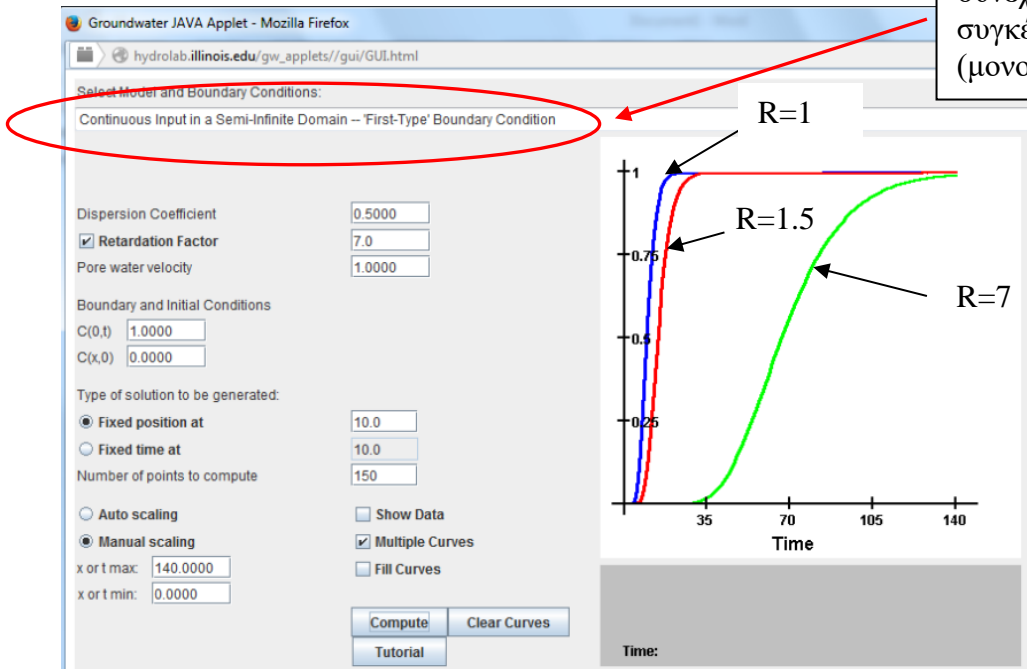
Αφού δώσω τα δεδομένα, επικροτώ εικονίδιο compute για να δω τα αποτελέσματα.  
Αν θέλω να φυλάξω και τα αριθμητικά δεδομένα, τσεκάρω το τετραγωνάκι show data

Σχήμα 1. Επίπτωση του συντελεστή υδροδυναμικής διασποράς στην καμπύλη συγκέντρωσης ρύπου για πηγή που εκλύει στιγμιαία συγκεκριμένη ποσότητα ρύπου.



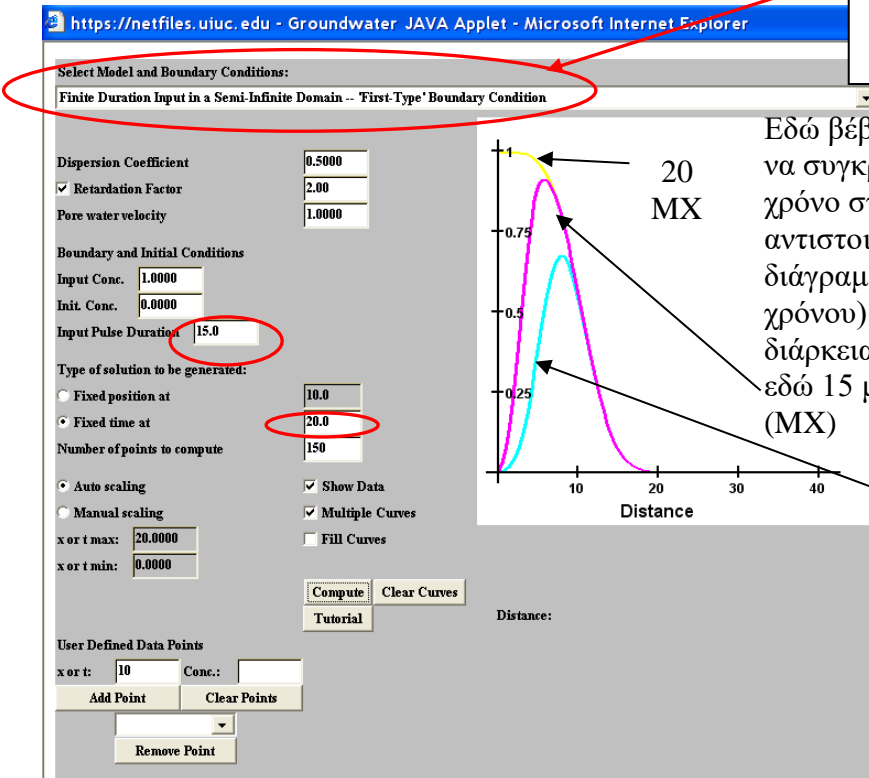
Επίπτωση συντελεστή διαχωρισμού – συντελεστή υστέρησης

Συνοριακές συνθήκες: συνεχής πηγή σταθερής συγκέντρωσης – ημι-άπειρο (μονοδιάστατο) πεδίο



Επίπτωση διάρκειας πηγής

Συνοριακή συνθήκη: πηγή πεπερασμένης διάρκειας

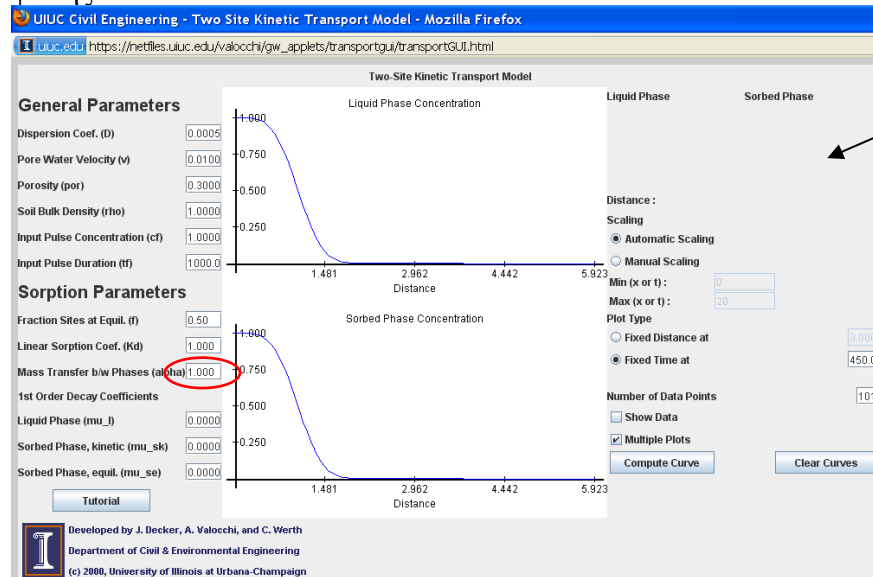


Εδώ βέβαια έχει σημασία να συγκρίνουμε και τον χρόνο στον οποίο αντιστοιχεί αυτό το διάγραμμα (20 μονάδες χρόνου) σε σχέση με τη διάρκεια της πηγής, π.χ. εδώ 15 μονάδες χρόνου (MX)

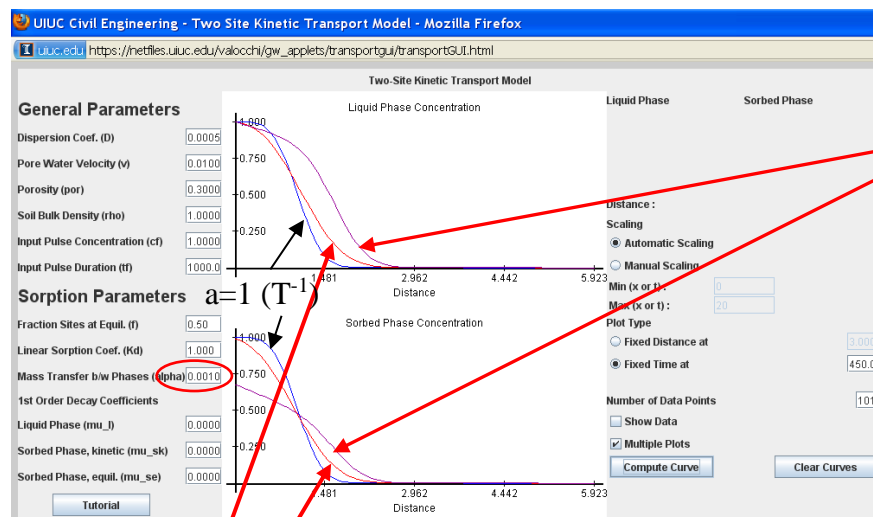
Διάρκεια πηγής = 10 μονάδες χρόνου (MX)

## Mass Transfer Sorption with Solute Decay (Εφαρμογή No 2)

Επίπτωση υποβάθμισης και μη στιγμιαίας ισορροπίας μεταξύ υδατικής – στερεάς φάσης



Υπολογισμός συγκέντρωσης διαλυμένης και ροφημένης μάζας για ρυθμό επίτευξης ισορροπίας που χαρακτηρίζεται από σταθερά  $\alpha=1$  ( $T^{-1}$ )

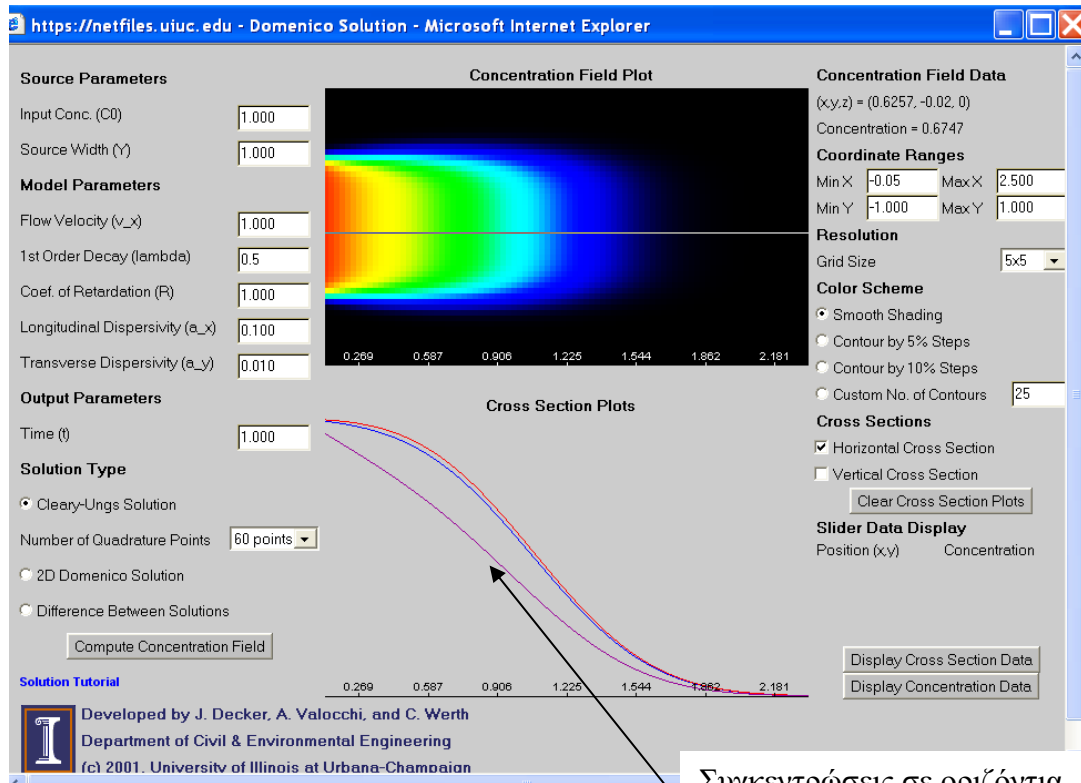


$\alpha=0.001$  ( $T^{-1}$ )

$\alpha=0.01$  ( $T^{-1}$ )

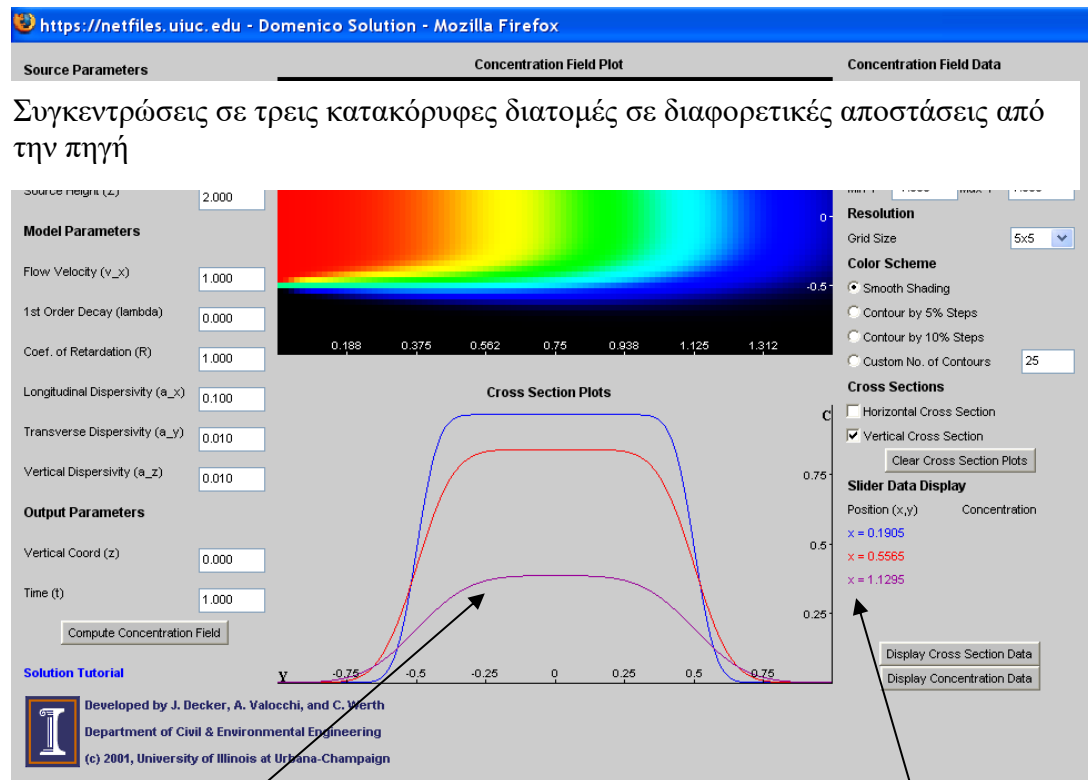
Επίπτωση καθυστέρησης επίτευξης ισορροπίας μεταξύ υδατικής – στερεάς φάσης: για τον πιο μικρό ρυθμό επίτευξης ισορροπίας, σταθερά  $\alpha=0.001$  ( $T^{-1}$ ), ο ρύπος φτάνει πιο μακριά στον ίδιο χρόνο (άρα προχωράει πιο γρήγορα = έχει μικρότερη υστέρηση)

## 2D Equilibrium Sorption with 1st Order Decay (Εφαρμογή Νο 3): Επίδραση της υποβάθμισης και των διαστάσεων του προβλήματος



Συγκεντρώσεις σε οριζόντια  
διατομή στον άξονα  
συμμετρίας για  
διαφορετικούς ρυθμούς  
υποβάθμισης

### 3D Equilibrium Sorption with 1st Order Decay (Εφαρμογή Νο 4):



Συγκεντρώσεις σε τρεις κατακόρυφες διατομές σε διαφορετικές αποστάσεις από την πηγή

Συγκεντρώσεις σε τρεις κατακόρυφες διατομές σε διαφορετικές αποστάσεις από την πηγή.