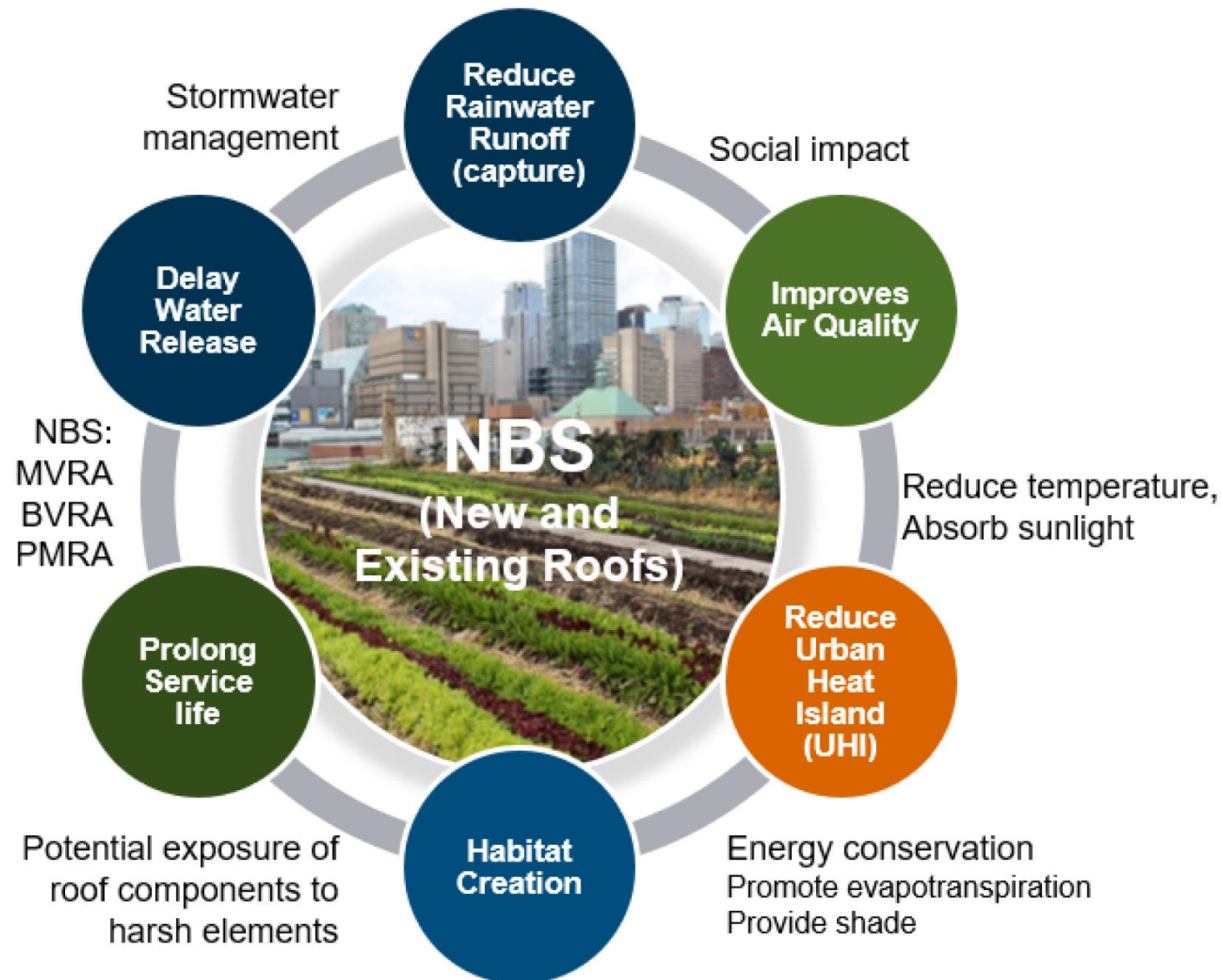


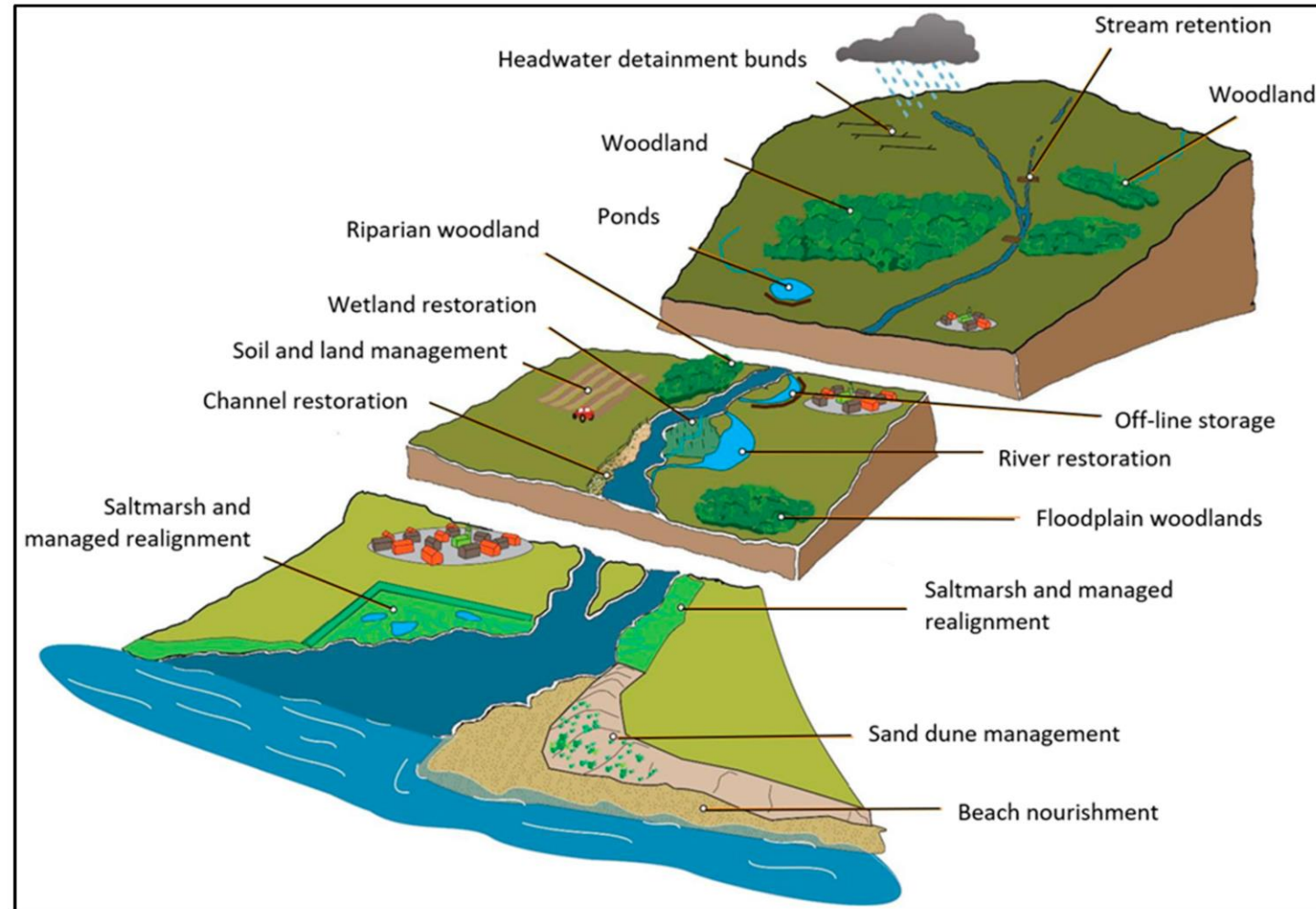
# Μ'ΕΘΟΔΟΙ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΠΛΥΜΜΗΡΙΚΩΝ ΡΟΩΝ

Ακράτος Χρήστος

Καθηγητής



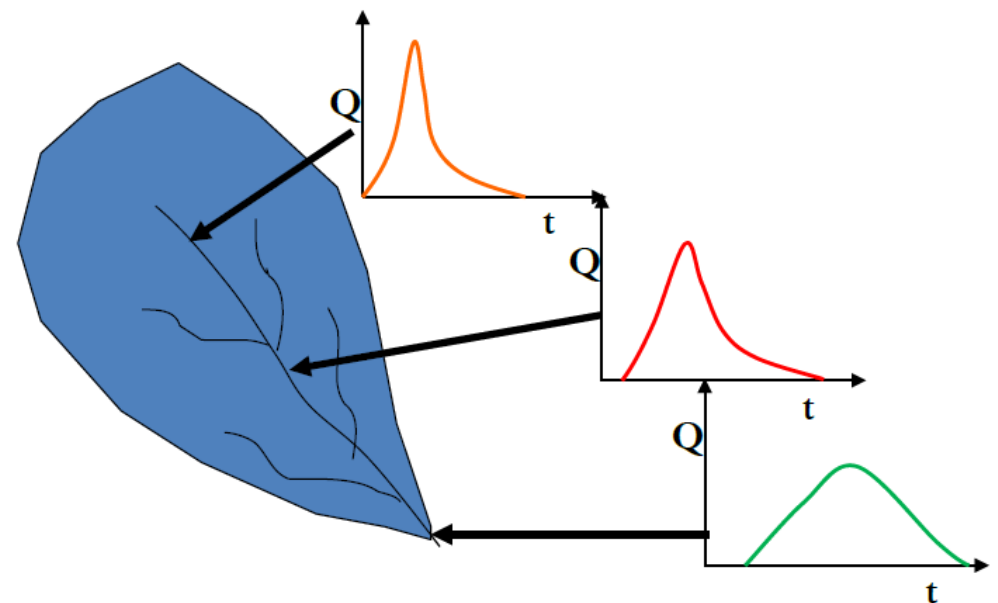
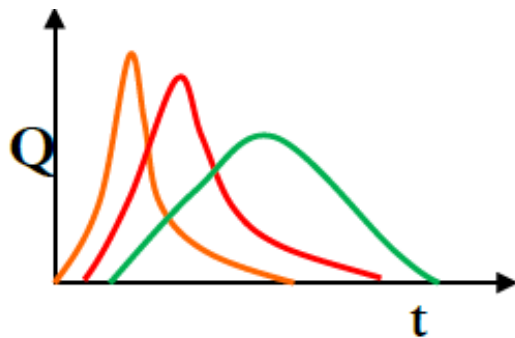
# Nature Based Solutions



# Ροή κατά μήκος υδρορέεμματος

Διαδικασία για τον προσδιορισμό του υδρογραφήματος ροής σε ένα σημείο μιας λεκάνης απορροής από ένα γνωστό υδρογράφημα ανάντη

Καθώς το υδρογράφημα ταξιδεύει,  
Εξασθενεί  
καθυστερεί

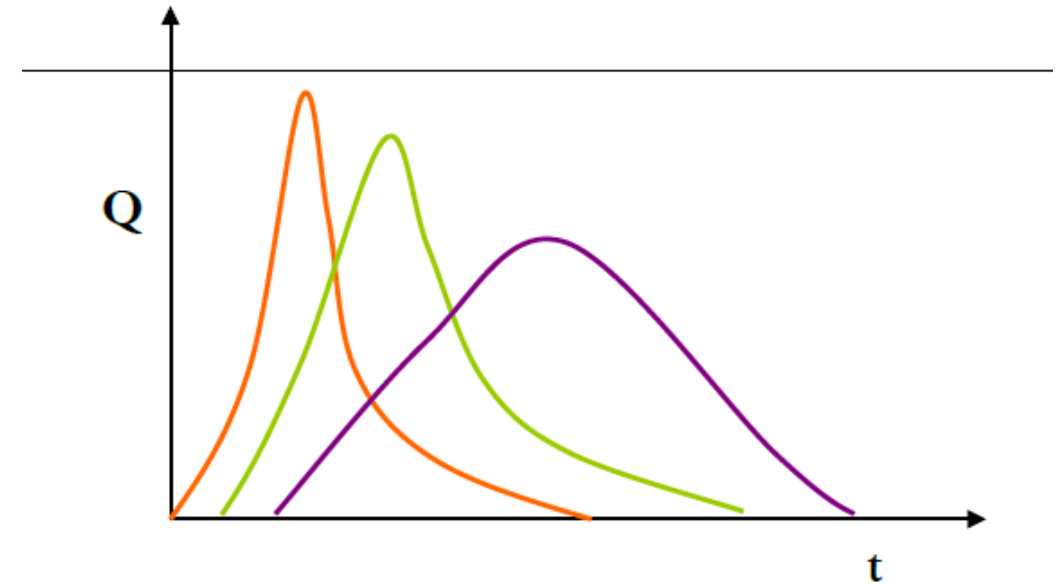


# Γιατί μεταβάλλεται η ροή?

Λαμβάνονται υπόψη τις αλλαγές στο υδρογράφημα καθώς ένα πλημμύρικο κύμα διέρχεται κατάντη

Αυτό βοηθά στον

- Υπολογισμό για την αποθήκευση
- Μελέτη της εξασθένησης των παροχών αιχμής



# Τύποι ροής

## Συγκεντρωτική/υδρολογική

- Η ροή υπολογίζεται ως συνάρτηση του χρόνου μόνο σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία
- Καθορίζεται από την εξίσωση συνέχειας και τη σχέση ροής/αποθήκευσης
- Οι μέθοδοι συνδυάζουν την εξίσωση συνέχειας με κάποια σχέση μεταξύ αποθήκευσης, εκροής και πιθανώς εισροής.
- Αυτές οι σχέσεις είναι συνήθως υποτιθέμενες, εμπειρικές ή αναλυτικές στη φύση τους

## Κατανεμημένη/υδραυλική

- Η ροή υπολογίζεται ως συνάρτηση του χώρου και του χρόνου σε όλο το σύστημα
- Καθορίζεται από τις εξισώσεις συνέχειας και ορμής
- Οι μέθοδοι συνδυάζουν την εξίσωση συνέχειας με κάποια πιο φυσική σχέση για να περιγράψουν την πραγματική φυσική της κίνησης του νερού.
- Στην υδραυλική ανάλυση δρομολόγησης, σκοπός είναι η ακριβέστερη περιγραφή της δυναμικής της κίνησης του νερού ή των πλημμυρικών κυμάτων

## Continuity Equation

---

- The change in storage (dS) equals the difference between inflow (I) and outflow (O) or

$$I - Q = \frac{ds}{dt}$$

where I = inflow rate ,  
Q outflow rate and  
S= storage

$$\bar{I}\Delta t - \bar{Q}\Delta t = \Delta S$$

# Μέθοδος Puls

- Η τροποποιημένη μέθοδος Puls παλμών πιθανότατα εφαρμόζεται συχνότερα στον υπολογισμό ταμιευτήρων.
- Η μέθοδος μπορεί επίσης να εφαρμοστεί στην αποθήκευση ποταμών για ορισμένες περιπτώσεις.
- Η τροποποιημένη μέθοδος Puls αναφέρεται επίσης ως μέθοδος ένδειξης αποθήκευσης.
- Η καρδιά της τροποποιημένης εξίσωσης Puls βασίζεται στην έκφραση της εξίσωσης συνέχειας με πεπερασμένες διαφορές.

$$\frac{I_1 + I_2}{2} - \frac{(O_1 + O_2 - S_2 - S_1)}{2} = \frac{S_2 - S_1}{\Delta t}$$

Continuity Equation

$$I_1 + I_2 + \left( \frac{2S_1}{\Delta t} - O_1 \right) = \frac{2S_2}{\Delta t} + O_2$$

Rewritten

- Η λύση της τροποποιημένης μεθόδου Puls επιτυγχάνεται με την ανάπτυξη ενός γραφήματος (ή πίνακα) του Q -vs-  $[2S/\Delta t + Q]$ .
- Για να γίνει αυτό, πρέπει να είναι γνωστή, να υποτεθεί ή να εξαχθεί μια σχέση στάθμης –παροχής - αποθήκευσης.



# Modified Puls Method

*How to manually calculate and simulate in HEC HMS?*

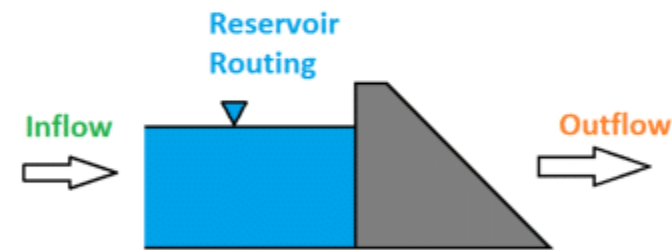
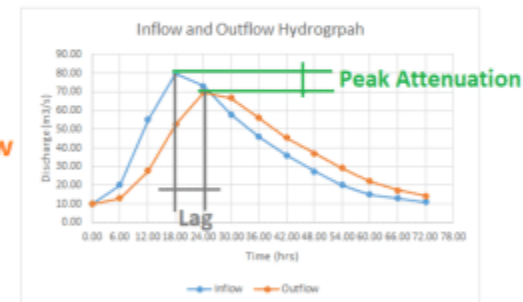


Fig. Reservoir Routing



-Er. Ajay Yadav

MSc in Water Resource Engineering

# Μέθοδος Muskingum

- Η εξίσωση εκροής αποθήκευσης γράφεται σε μορφή πεπερασμένων διαφορών:

$$1/2 (I_1 + I_2) - 1/2 (Q_1 + Q_2) = (S_2 - S_1)/\Delta t$$

- Η ίδια η διαδικασία δρομολόγησης Muskingum χρησιμοποιεί αυτήν τη μορφή σε συνδυασμό με τη μορφή
- Για να παραχθεί η εξίσωση εκροής Muskingum

$$S = K[xI + (1-x)Q]$$

$$S_2 - S_1 = K[x(I_2 - I_1) + (1-x)(Q_2 - Q_1)]$$

$$Q_2 = C_0 I_2 + C_1 I_1 + C_2 Q_1$$

$$S_{\text{Prism}} = KQ$$

$$S_{\text{Wedge}} = KX(I - Q)$$

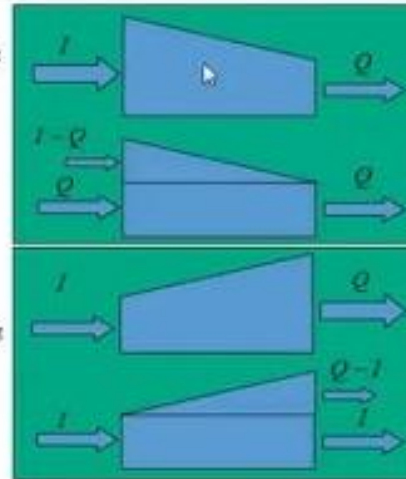
$K$  = travel time of peak through the reach  
 $X$  = weight on inflow versus outflow  
 $(0 \leq X \leq 0.5)$   
 $X = 0 \rightarrow$  Reservoir, storage depends on outflow, no wedge  
 $X = 0.0 - 0.3 \rightarrow$  Natural stream

$$S = KQ + KX(I - Q)$$

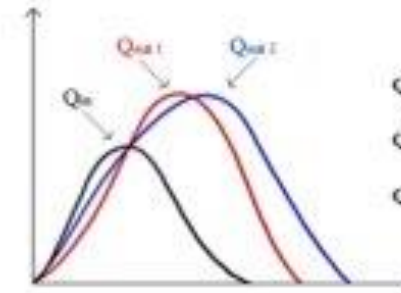
$$S = K[XI + (1 - X)Q]$$

Advancing  
 Flood  
 Wave  
 $I > Q$

Receding  
 Flood  
 Wave  
 $Q > I$



Wedge storage in reach

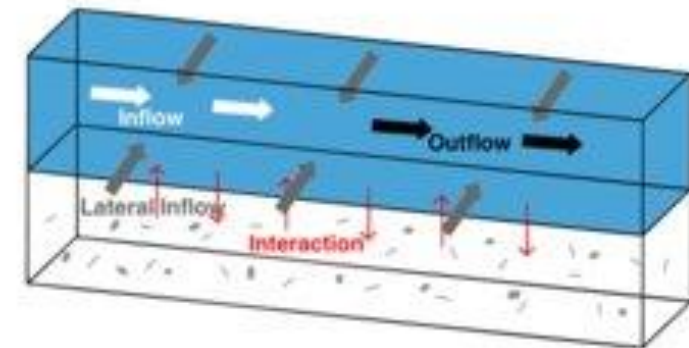


$Q_{in}$ : Inflow of the river flood

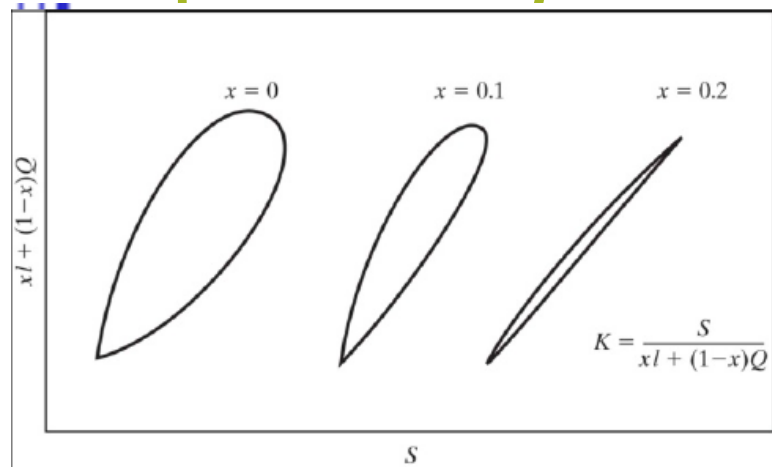
$Q_{out 1}$ : Outflow of the river flood without lateral inflow

$Q_{out 2}$ : Outflow of the river flood considering lateral inflow

The principle of the improved MC method: dividing inflow, outflow and the GW-SW interaction



# Εκτιμώντας τα $K$ και $x$



- Το Muskingum  $K$  συνήθως εκτιμάται από τον χρόνο διαδρομής ενός πλημμυρικού κύματος μέσω της εμβέλειας.
- Αυτό απαιτεί δύο μετρητές ροής με συχνή συλλογή δεδομένων, έναν στην κορυφή και έναν στο κάτω μέρος του υδρορρέματος, και μια μεγάλη πλημμύρα.

Αν τα δύο υδρογραφήματα είναι διαθέσιμα, το  $K$  και το  $x$  μπορούν να εκτιμηθούν καλύτερα.

- Η αποθήκευση  $S$  απεικονίζεται γραφικά σε σχέση με τη σταθμισμένη παροχή  $xI + (1-x)Q$  για διάφορες τιμές του  $x$ .
- Δεδομένου ότι η μέθοδος Muskingum υποθέτει ότι πρόκειται για ευθεία γραμμή, η πιο ευθεία είναι το  $x$ .
- Τότε το  $K$  μπορεί να υπολογιστεί από

$$K = \frac{S}{xI + (1-x)Q}$$

||

$$Q_2 = C_0 I_2 + C_1 I_1 + C_2 Q_1$$

must be calculated

$$C_0 = \frac{-Kx + 0.5\Delta t}{D}$$

$$C_1 = \frac{Kx + 0.5\Delta t}{D}$$

$$C_2 = \frac{K - Kx - 0.5\Delta t}{D}$$

$$D = K - Kx + 0.5\Delta t$$

Note

- K and  $\Delta t$  must have the same units, and that  $2Kx < \Delta t \leq K$  is needed for numerical accuracy.
- Also  $C_0 + C_1 + C_2 = 1$ , because they are proportions.
- The routing procedure is accomplished successively, with  $Q_2$  from  $Q_1$  of the previous calculation.

# Πορώδη οδοστρώματα

