



# Εφαρμογές πληροφορικής σε θέματα πολιτικού μηχανικού

Ενότητα 5b - Εφαρμογές λογιστικών φύλλων στην Υδρολογία:  
Προσδιορισμός του μοναδιαίου υδρογραφήματος

Νικόλαος Θεοδοσίου  
Αντιγόνη Ζαφειράκου  
Μαργαρίτης Βαφειάδης  
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





# Θεωρία του μοναδιαίου υδρογραφήματος



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
*επένδυση στην κοινωνία της γνώσης*

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



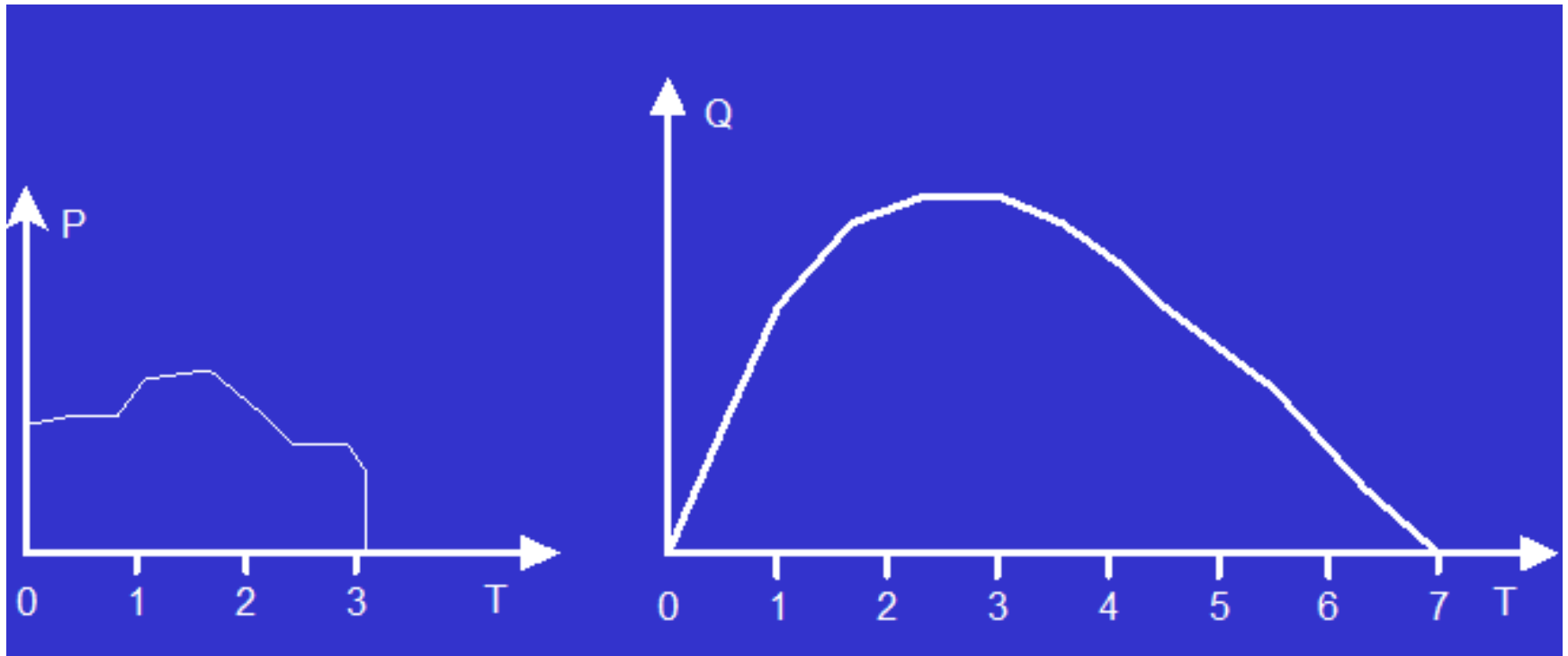
ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

# Προσδιορισμός του Μοναδιαίου Υδρογραφήματος (ΜΥ)

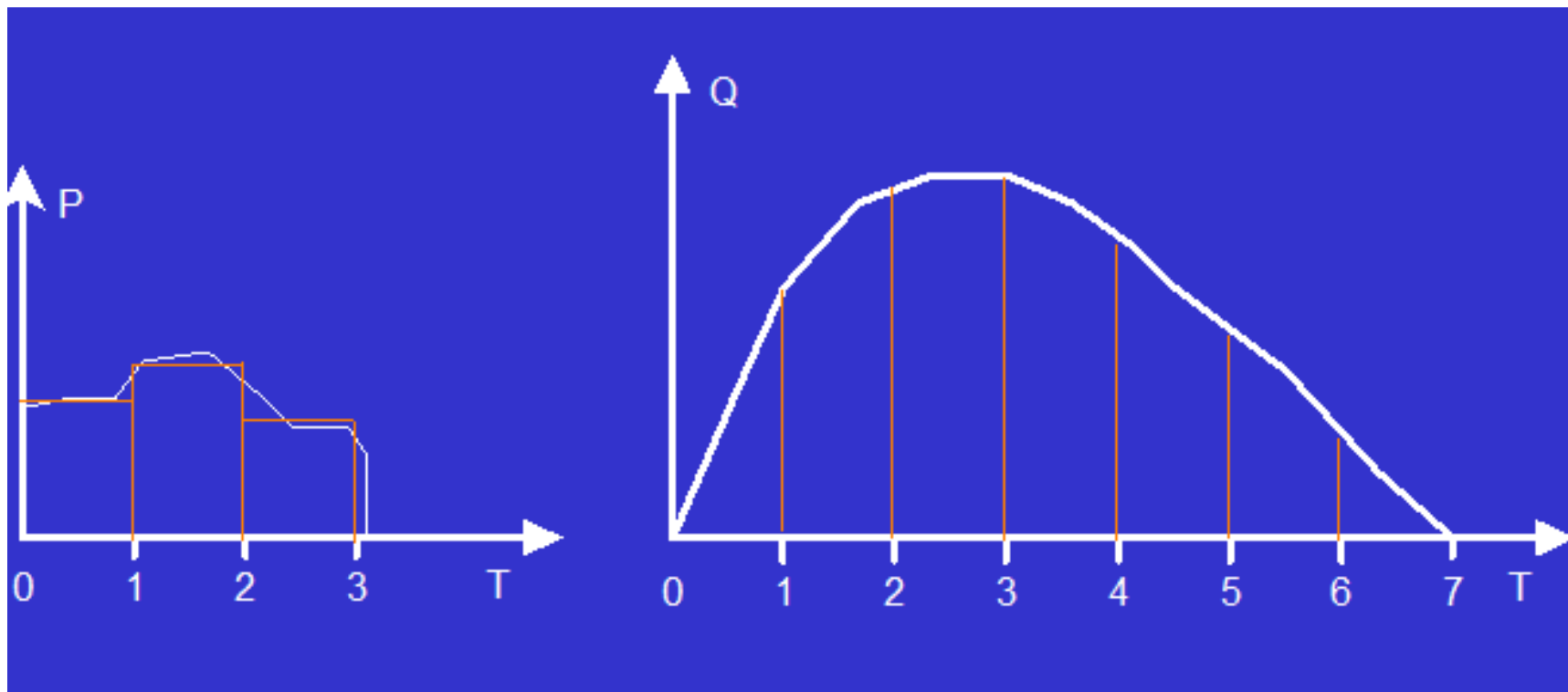
- Εάν έχουμε ταυτόχρονη καταγραφή της βροχής  $P(t)$  και της παροχής  $Q(t)$  στην έξοδο της λεκάνης
- δηλαδή ένα υετόγραμμα και το αντίστοιχο υδρογράφημα
- λύνουμε το “αντίστροφο” πρόβλημα και υπολογίζουμε το μοναδιαίο υδρογράφημα



# Υετόγραμμα - Υδρογράφημα



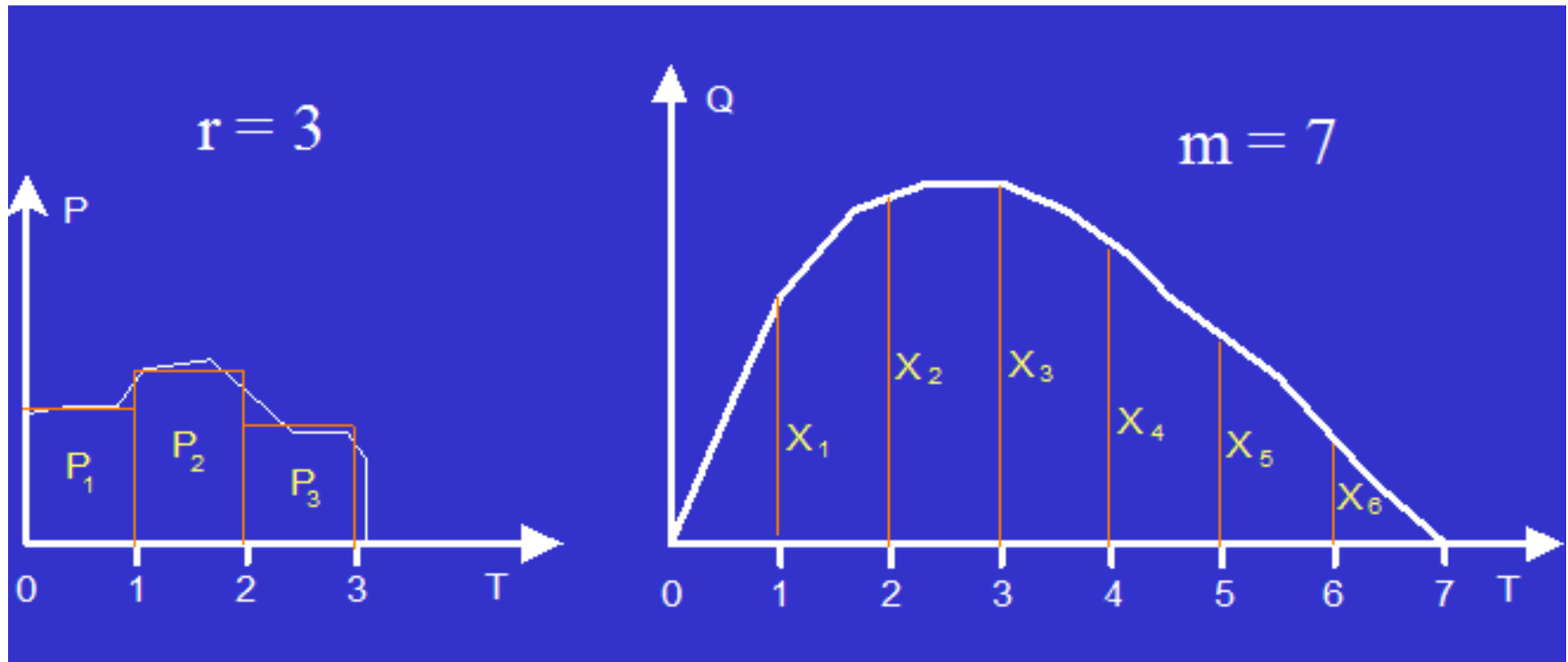
# Διακριτοποιούμε το υετόγραμμα και το υδρογράφημα



# Διακριτοποιούμε το υετόγραμμα και το υδρογράφημα

Η βροχή διαρκεί 3 χρονικές περιόδους

Η απορροή διαρκεί 7 χρονικές περιόδους





# Διακριτοποιούμε το υετόγραμμα και το υδρογράφημα

- Το μοναδιαίο υδρογράφημα θα έχει  $n$  περιόδους όπου

$$m = n + (r - 1)$$

- Για  $r = 3$  και  $m = 7$

$$n = m - (r - 1) = 7 - (3 - 1) = 5$$

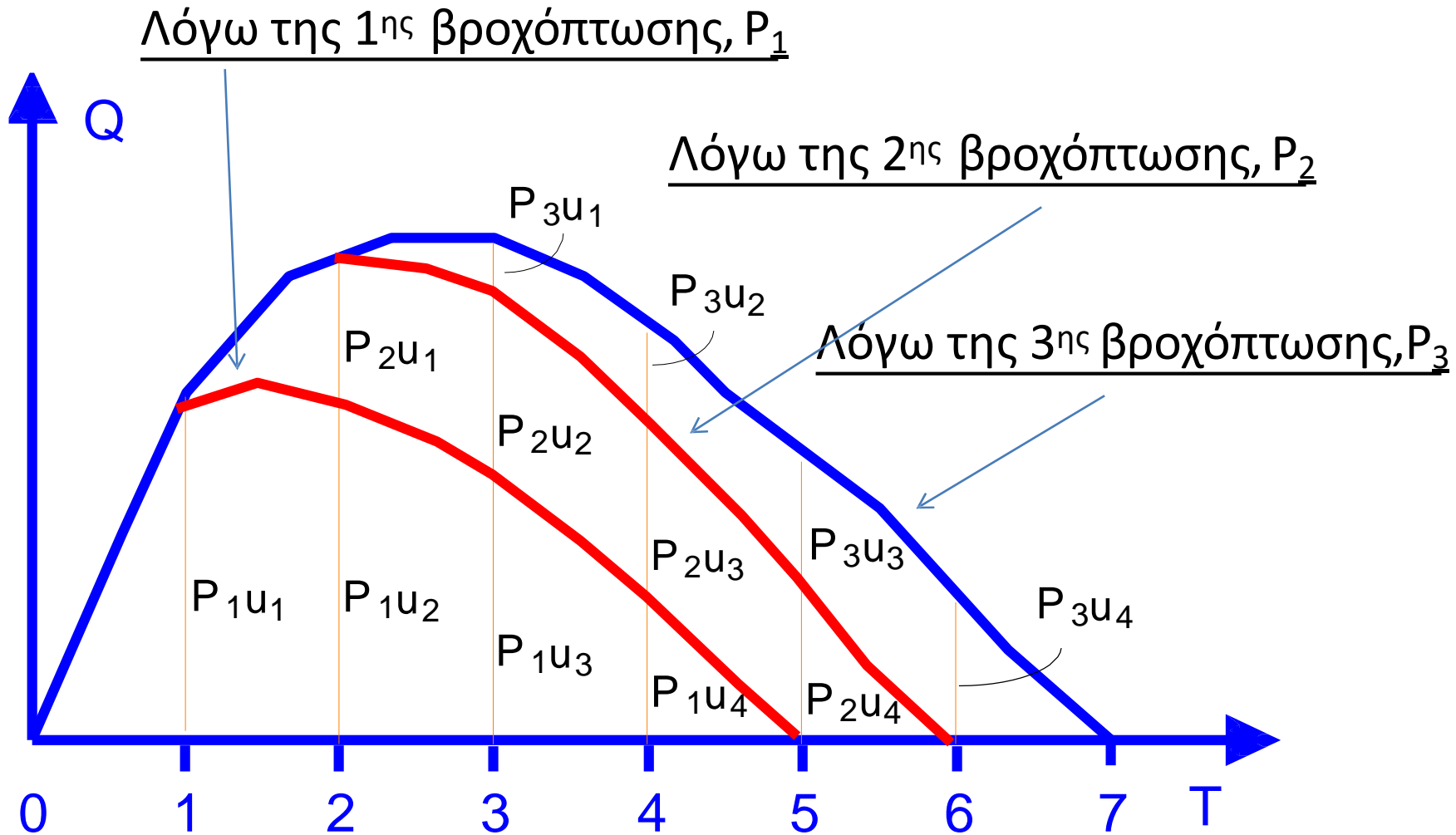


# Υδρογράφημα απορροής

- Έστω ότι το μοναδιαίο υδρογράφημα της λεκάνης έχει τεταγμένες  $u$
- Το υδρογράφημα απορροής θα αντιστοιχεί στη σύνθεση τριών υδρογραφημάτων (όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα)

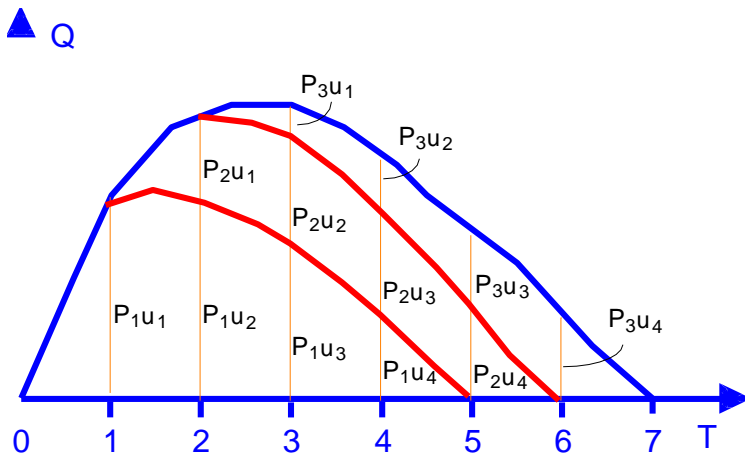


# Υδρογράφημα απορροής

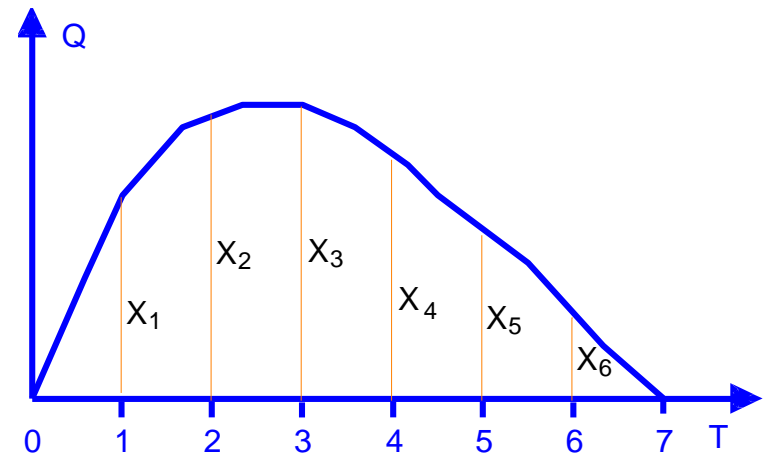


# Υδρογράφημα απορροής

Επειδή...



=



# Υδρογράφημα απορροής

Προκύπτει το ακόλουθο σύστημα 6 εξισώσεων με 4 αγνώστους ( $u_1, u_2, u_3, u_4$ ):

$$P_1 u_1 = X_1 \quad (1)$$

$$P_2 u_1 + P_1 u_2 = X_2 \quad (2)$$

$$P_3 u_1 + P_2 u_2 + P_1 u_3 = X_3 \quad (3)$$

$$P_3 u_2 + P_2 u_3 + P_1 u_4 = X_4 \quad (4)$$

$$P_3 u_3 + P_2 u_4 = X_5 \quad (5)$$

$$P_3 u_4 = X_6 \quad (6)$$



# Υδρογράφημα απορροής

Σε μητρική μορφή το σύστημα γράφεται:

$$Pu = X$$

Το τετραγωνικό σφάλμα στην εκτίμηση των  $X$  είναι:

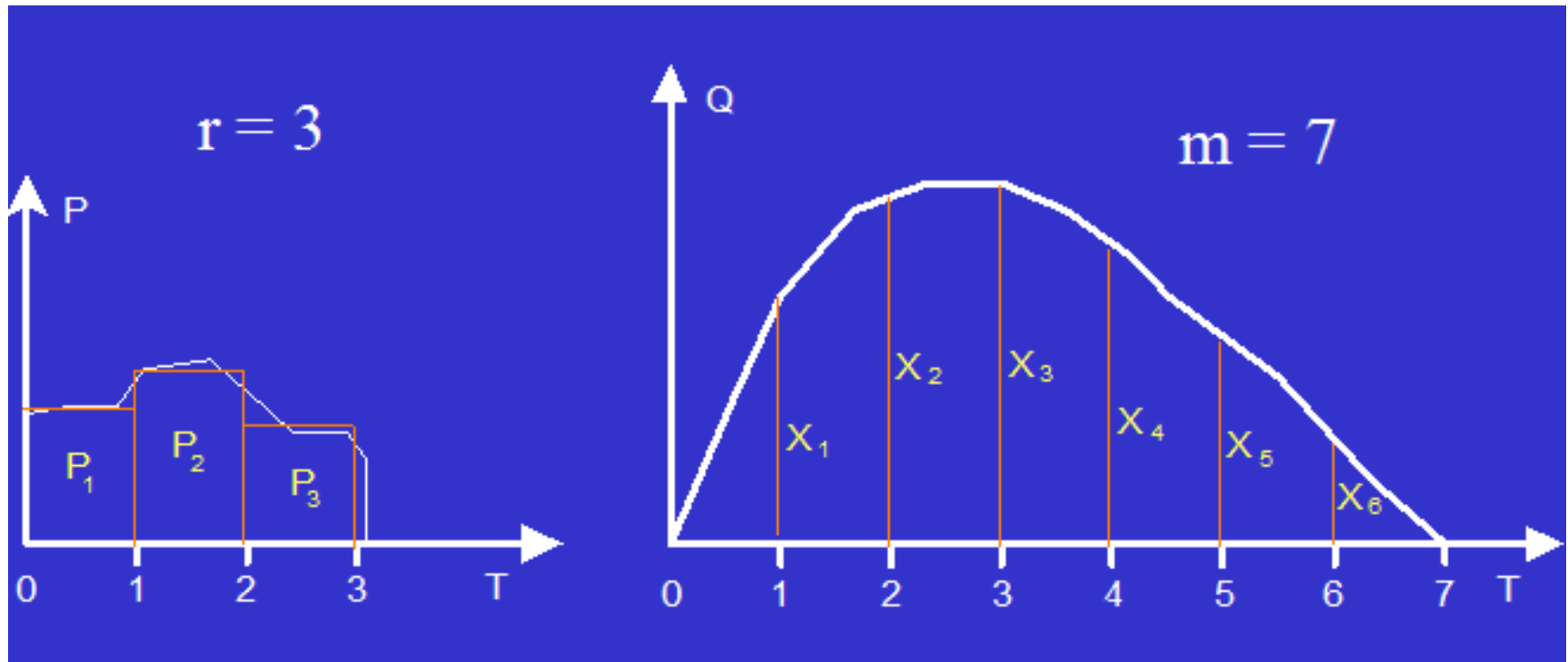
$$e = (Pu - X)^T (Pu - X)$$



# Υδρογράφημα απορροής

Η βροχή διαρκεί 3 χρονικές περιόδους

Η απορροή διαρκεί 7 χρονικές περιόδους



# Εφαρμογή στο EXCEL

- Εάν ελαχιστοποιήσουμε το σφάλμα, θα προκύψει το αντίστοιχο σύστημα κανονικών εξισώσεων

$$P^T P u = P^T X \rightarrow u = \text{inv}(P^T P)^* (P^T X)$$

- Το οποίο είναι ένα σύστημα 4 εξισώσεων με 4 αγνώστους
- Αυτό το σύστημα θα επιλύσουμε στο EXCEL



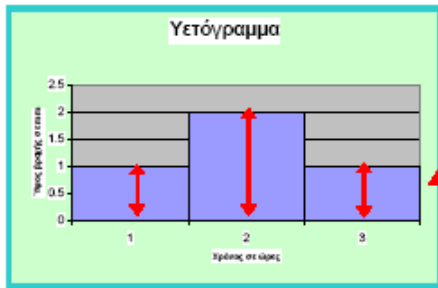


# Εφαρμογή

- Να προσδιοριστεί το μοναδιαίο υδρογράφημα λεκάνης απορροής για την οποία διατίθεται το ακόλουθο ζεύγος καταγραφών βροχής και απορροής (υετόγραμμα – υδρογράφημα):
- $P_1=1, P_2=2, P_3=1$
- $X_1=9, X_2=42, X_3=80, X_4=70, X_5=35, X_6=10$



# Εφαρμογή



$$\begin{aligned}
 P_1 u_1 &= X_1 \\
 P_2 u_1 + P_1 u_2 &= X_2 \\
 P_3 u_1 + P_2 u_2 + P_1 u_3 &= X_3 \\
 P_3 u_2 + P_2 u_3 + P_1 u_4 &= X_4 \\
 P_3 u_3 + P_2 u_4 &= X_5 \\
 P_3 u_4 &= X_6
 \end{aligned}$$

$$P^T P u = P^T X$$



# Εφαρμογή

Microsoft Excel - Application Hydrology AZ.xls

Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Εργαλεία Δεδομένα Παράθυρο Βοήθεια

Πληκτρολογήστε ερώτηση

Start Meeting Now Schedule Meeting More

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1																			
2		9																	
3		42																	
4	X=	80						u =	u <sub>1</sub>										
5		70							u <sub>2</sub>										
6		35							u <sub>3</sub>										
7		10							u <sub>4</sub>										
8																			
9																			
10		1	0	0	0				1	2	1	0	0	0					
11		2	1	0	0				0	1	2	1	0	0					
12		1	2	1	0			P <sup>T</sup> =	0	0	1	2	1	0					
13	P=	0	1	2	1				0	0	0	1	2	1					
14		0	0	1	2				0	0	0	1	2	1					
15		0	0	0	1														
16																			
17																			
18																			
19		6	4	1	0				0,47619	-0,57143	0,428571	-0,19048							
20	P <sup>T</sup> *P=	4	6	4	1				-0,57143	1,085714	-0,91429	0,428571							
21		1	4	6	4				0,428571	-0,91429	1,085714	-0,57143							
22		0	1	4	6				-0,19048	0,428571	-0,57143	0,47619							
23																			
24																			
25		173																	
26	P <sup>T</sup> *X=	272							7,667										
27		255							27,600										
28		150							16,600										
29									9,333										
30																			
31																			
32																			
33																			

Φύλλο1 Φύλλο2 AZ Φύλλο3

Σχεδίαση Αυτόματα Σχήματα

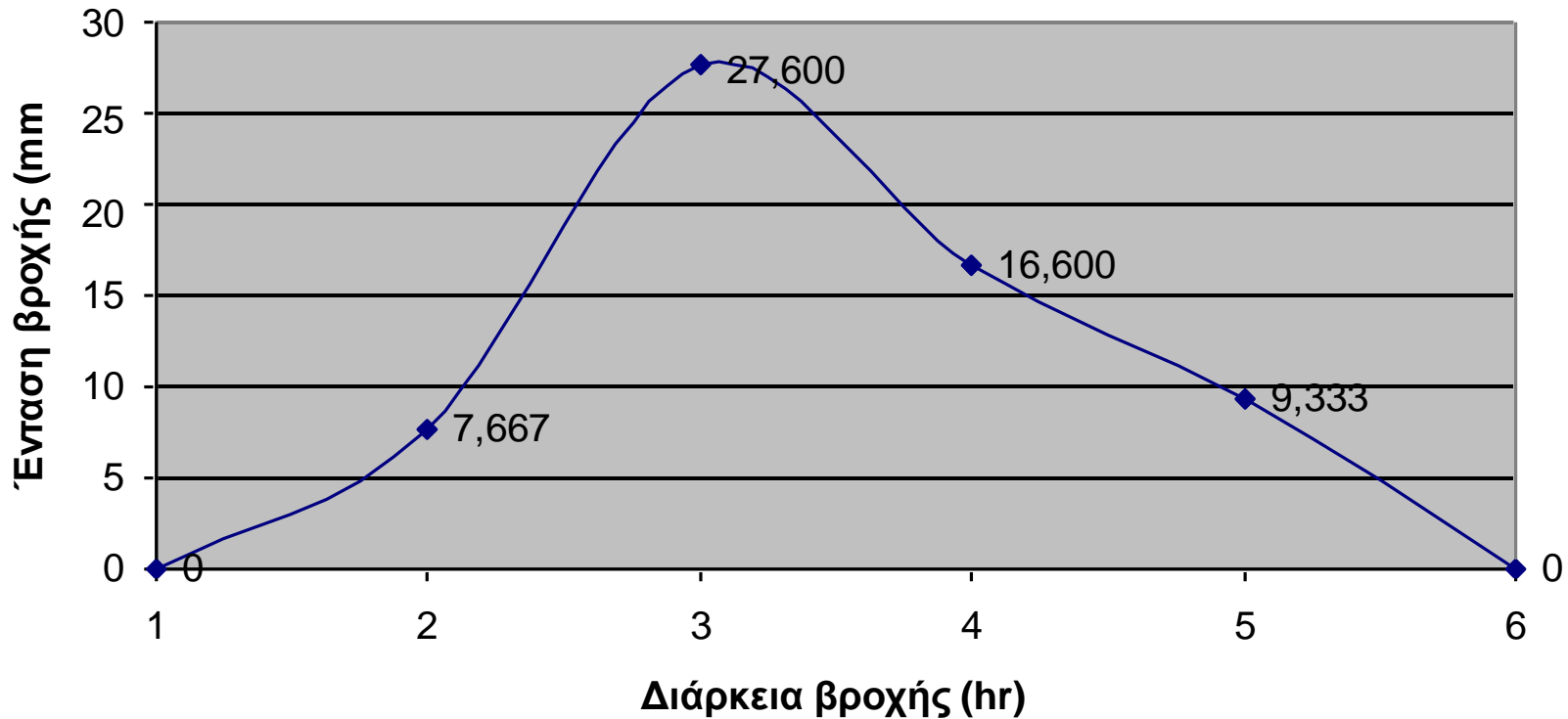
Έτοιμο

Έναρξη Εισερχόμενα - Microsoft ... Lectures 3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ... beta.civil.auth.gr - Τομείς ... Microsoft Excel - Ap... EN 11:36 πμ



# Εφαρμογή

## Μοναδιαίο Υδρογράφημα



# Ανοίξτε το EXCEL

- Στο EXCEL εισάγουμε νούμερα ΧΩΡΙΣΤΑ από το κείμενο
- Επίσης εισάγουμε ‘καθαρά’ νούμερα (χωρίς τελείες για τις χιλιάδες, χωρίς μονάδες, π.χ. μοίρες, mm, cm, κλπ)
- Κάθε *cell* (κελί) αποκτά τις ιδιότητες του αριθμού που εισάγουμε
- Ξεκινάμε την είσοδο πράξης ή συνάρτησης εισάγοντας πάντα πρώτα το ίσον ‘=’



# Μερικές χρήσιμες εντολές EXCEL

- **TRANSPOSE:** Ανάστροφος ενός πίνακα
- **MMULT:** Γινόμενο 2 πινάκων
- **MDETERM:** Ορίζουσα ενός πίνακα
- **MINVERSE:** Αντίστροφος ενός πίνακα
- **SUMPRODUCT:** Άθροισμα των γινομένων των αντίστοιχων στοιχείων ενός πίνακα



# Σημειώσεις

## ΠΡΟΣΟΧΗ!

### Εισαγωγή ενός τύπου πίνακα

1. Εάν ο τύπος πίνακα πρόκειται να αποδώσει ένα αποτέλεσμα, κάντε κλικ στο κελί όπου θέλετε να εισαγάγετε τον τύπο πίνακα.
2. Εάν ο τύπος πίνακα πρόκειται να αποδώσει πολλά αποτελέσματα, επιλέξτε την περιοχή κελιών όπου θέλετε να εισαγάγετε τον τύπο πίνακα.
3. Πληκτρολογήστε τον τύπο πίνακα.  
Πιέστε τα πλήκτρα **CTRL+SHIFT+ENTER**

Όταν εισάγετε ένα τύπο πίνακα, το λογιστικό φύλλο θέτει αυτόματα τον τύπο μέσα σε αγκύλες { } .

**Επίσης, είναι χρήσιμο να γνωρίζετε:  
Ctrl+` δίνει στο EXCEL τις εξισώσεις  
που κρύβονται πίσω από τις πράξεις**



# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Αντιγόνη Ζαφειράκου, Νικόλαος Θεοδοσίου, Μαργαρίτης Βαφειάδης. «Εφαρμογές πληροφορικής σε θέματα πολιτικού μηχανικού». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014.

Διαθέσιμο από τη δικτυακή

διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS459/>





# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>





# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Ολυμπία Τασκάρη  
Θεσσαλονίκη, 1/9/2014



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

