

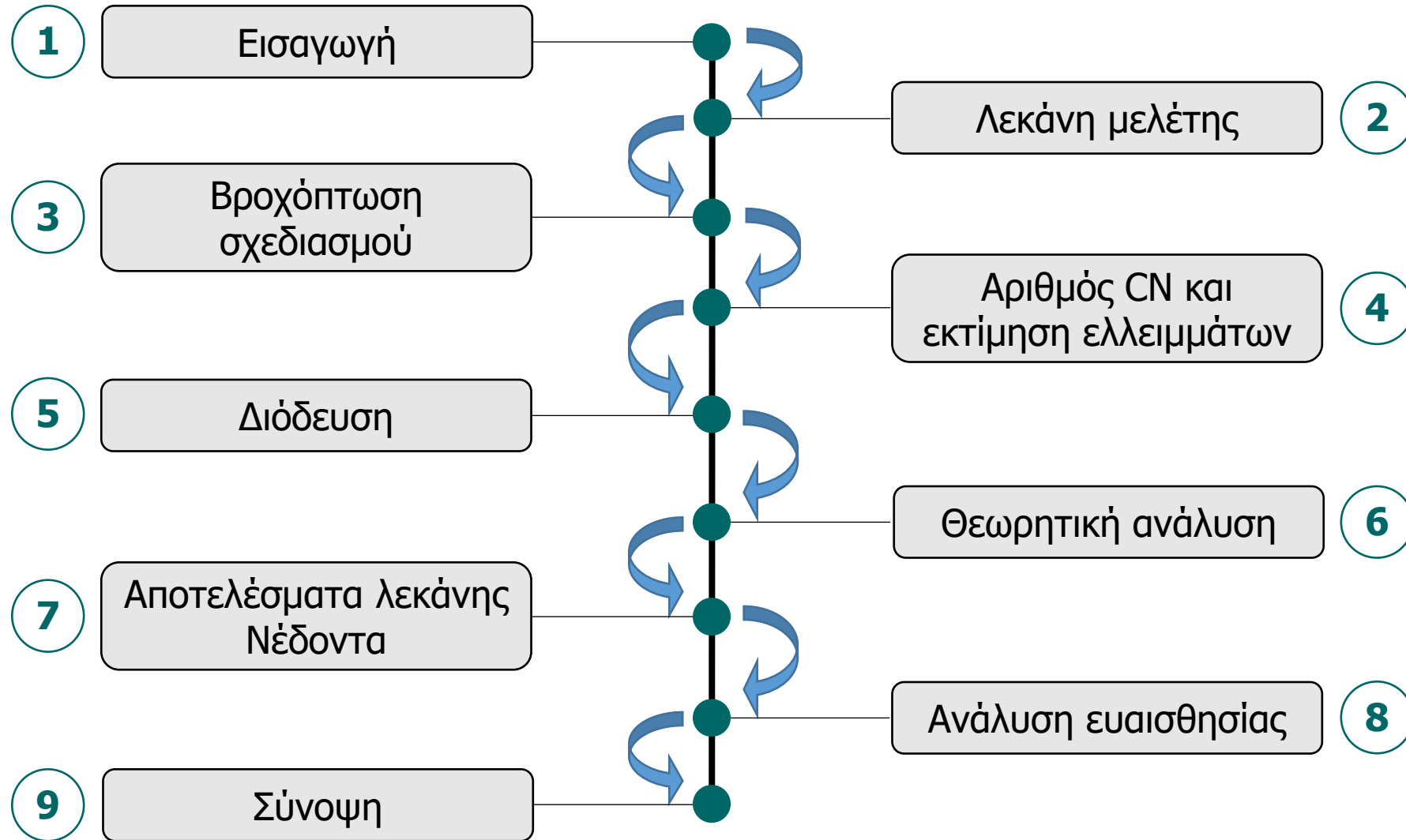


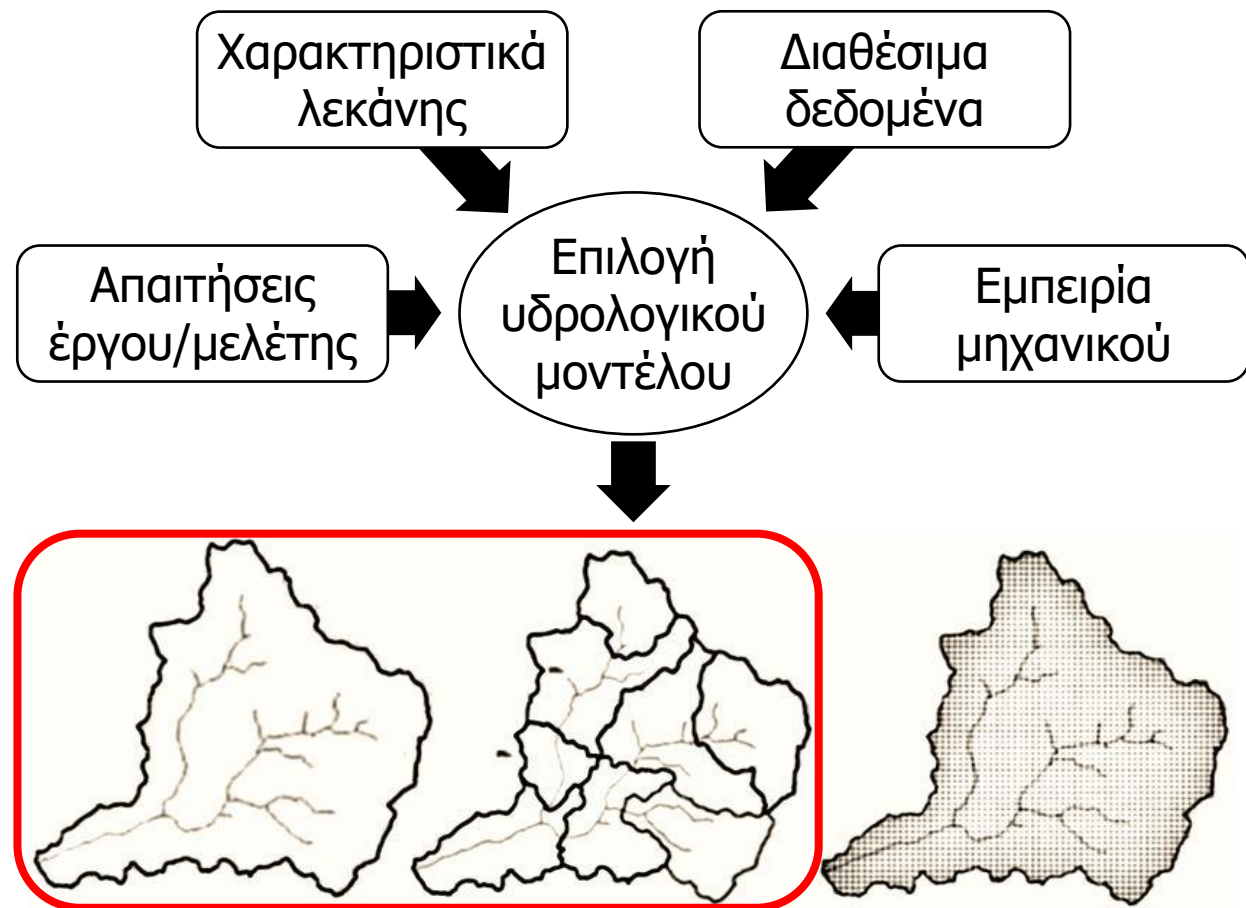
# ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΝΕΔΟΝΤΑ

Διπλωματική Εργασία

**ΕΠΑΜΕΙΝΩΝΔΑΣ ΚΟΥΤΣΟΚΕΡΑΣ**

Επιβλέπων: Ανδρέας Ευστρατιάδης, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ  
Συνεπιβλέπων: Παναγιώτης Δήμας, Υποψήφιος Διδάκτωρ ΕΜΠ





- Απλό ή σύνθετο μοντέλο;**
- Πόσο σύνθετο;**
- Ποιές οι συνέπειες στην εκτίμηση πλημμυρικών μεγεθών;**



- ❑ Τα ημικατανεμημένα (και κατανεμημένα) μοντέλα είναι πιο ακριβή από τα αδιαμέριστα; **Όχι πάντα!**
- ❑ Η αύξηση του πλήθους των υπολεκανών επιφέρει αύξηση στην παροχή αιχμής και αποδίδει ακριβέστερες εκτιμήσεις; **Όχι πάντα!**
- ❑ Η επίδραση της διόδευσης; **Η πηγή του... κακού!**



❖ **ΑΝΤΙΚΡΟΥΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**  
❖ **ΜΕΓΑΛΟ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΕΝΟ**

- ❑ **Loague and Freeze (1985)**: Όσο απλούστερη η προσομοίωση, τόσο καλύτερη.
- ❑ **Hromodka II and DeVries (1986)**: (α) Η αυθαίρετη διακριτοποίηση σε υπολεκάνες πρέπει να αποφεύγεται. (β) Μειωμένη αξιοπιστία όσο περισσότεροι είναι οι κλάδοι διόδευσης.
- ❑ **Norris and Haan (1993)**: Αύξηση πλήθους υπολεκανών=αύξηση αιχμής.
- ❑ **Mamillapalli et al. (1996)**: Αύξηση πλήθους υπολεκανών=αύξηση αιχμής και ακρίβειας, αλλά υπάρχει άνω όριο.
- ❑ **Tripathi et al. (2006)**: Αιχμή ανεξάρτητη της διακριτοποίησης.
- ❑ **Thompson and Cleveland (2009)**: (α) Η πυκνότερη διακριτοποίηση σε υπολεκάνες βελτίωσε ελάχιστα την αιχμή και δεν αύξησε σχεδόν καθόλου τον όγκο. (β) Σύσταση να αποφεύγεται η πυκνή διακριτοποίηση, λόγω πολυπλοκότητας. (γ) Σημαντική πηγή αβεβαιότητας η διόδευση.
- ❑ **Braud (2009)**: Η αιχμή αυξάνεται, ο χρόνος εμφάνισής της μειώνεται. Αύξηση και του όγκου. Συσχέτιση διακριτοποίησης, μεταβολής μεγεθών και διαφορετικών υψών βροχής.
- ❑ **Yu et al. (2012), Sordo-Ward et al. (2012), Sun et al. (2017), Fernandes et al. (2019)**



### Θεωρητική λεκάνη (ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ)

- Χωρίς διόδευση
- Εκτίμηση πλημμυρικού όγκου



### Πραγματική λεκάνη (ARCGIS, HEC-HMS)

- Συνεκτίμηση διόδευσης
- Εκτίμηση πλημμορογραφήματος και πλημμυρικού όγκου
- **79 αναλύσεις**
- **ΟΧΙ βαθμονόμηση**

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ  
ΔΙΟΔΕΥΣΗΣ

ΧΡΟΝΙΚΟ  
ΒΗΜΑ

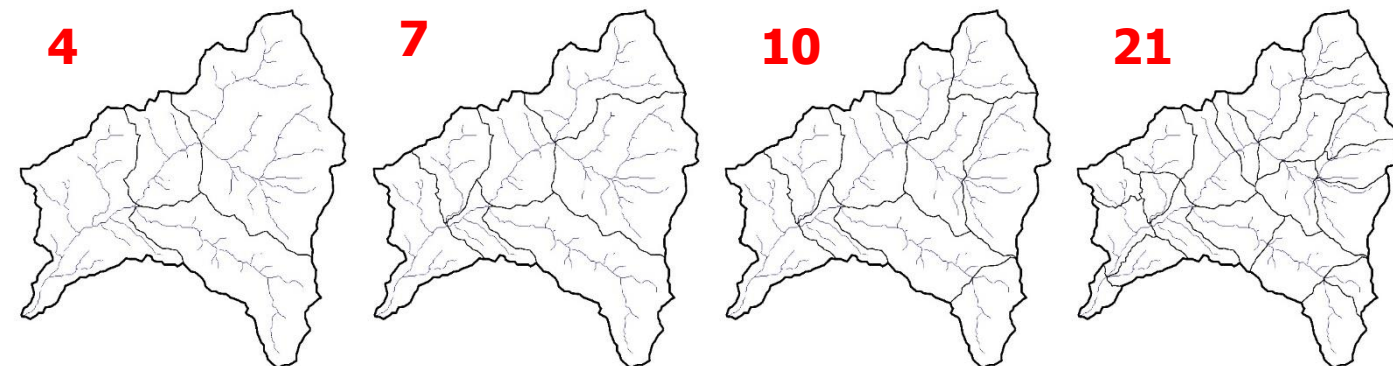
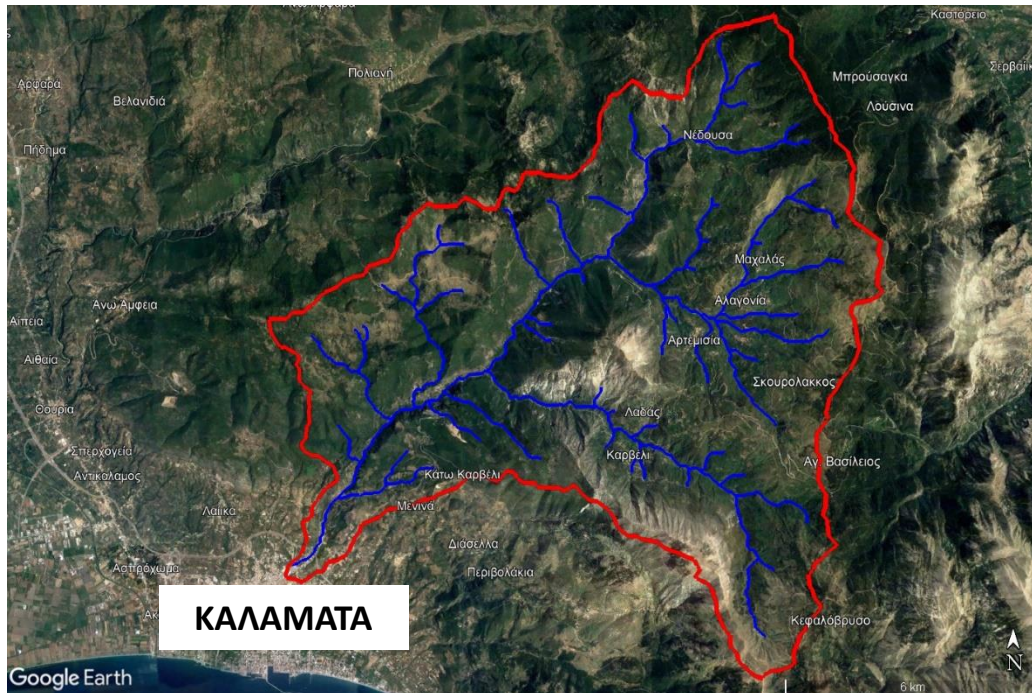
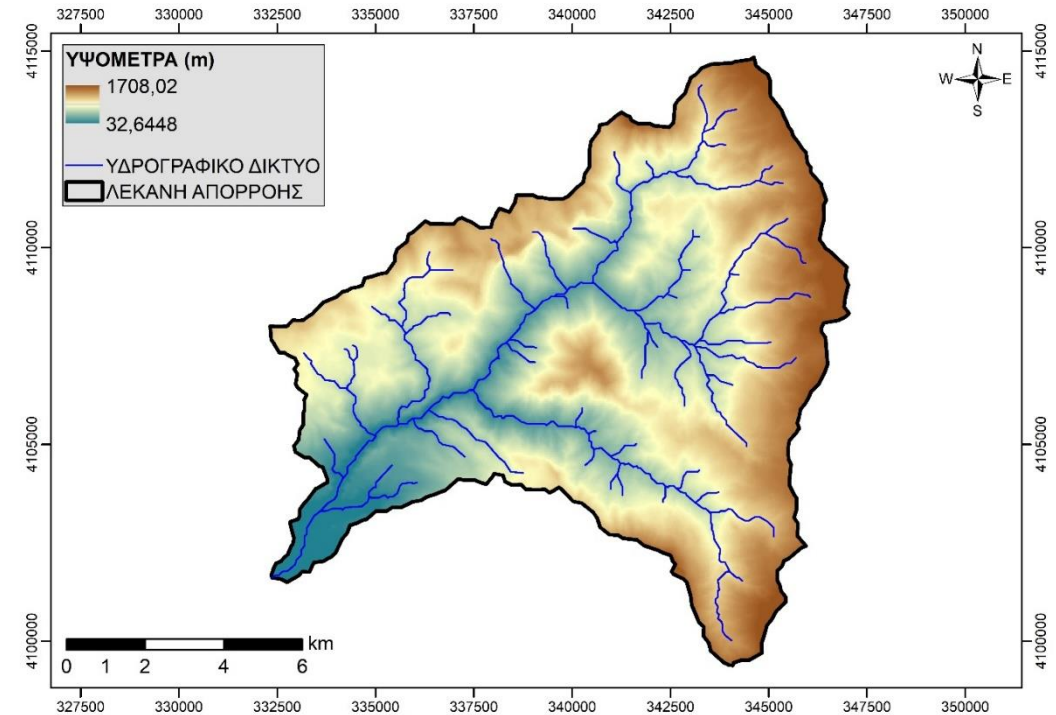
ΠΛΗΘΟΣ  
ΥΠΟΛΕΚΑΝΩΝ

ΔΙΑΚΡΙΤΟΠΟΙΗΣΗ  
ΛΕΚΑΝΗΣ  
ΣΕ ΥΠΟΛΕΚΑΝΕΣ

ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ

ΑΡΙΘΜΟΣ CN

- ❑ Λεκάνη απορροής του ποταμού Νέδοντα
- ❑ Περιφερειακή Ενότητα Μεσσηνίας, Δήμος Καλαμάτας
- ❑ 1<sup>ο</sup> Υδατικό Διαμέρισμα «Δυτική Πελοπόννησος»
- ❑ Έκταση: 121.25 km<sup>2</sup>
- ❑ ΣΔΚΠ: Ενιαία λεκάνη
- ❑ Διευθετημένη κοίτη εντός της πόλης



- ❑ Ερευνητικό ενδιαφέρον (Δευκαλίων): υδρομετρικοί σταθμοί.
- ❑ Μελέτες και έργα στην περιοχή (αποχέτευση ομβρίων Καλαμάτας, εκτροπή όμορων ρεμάτων στη λεκάνη του Νέδοντα, αποχέτευση ομβρίων σε οδικά έργα).

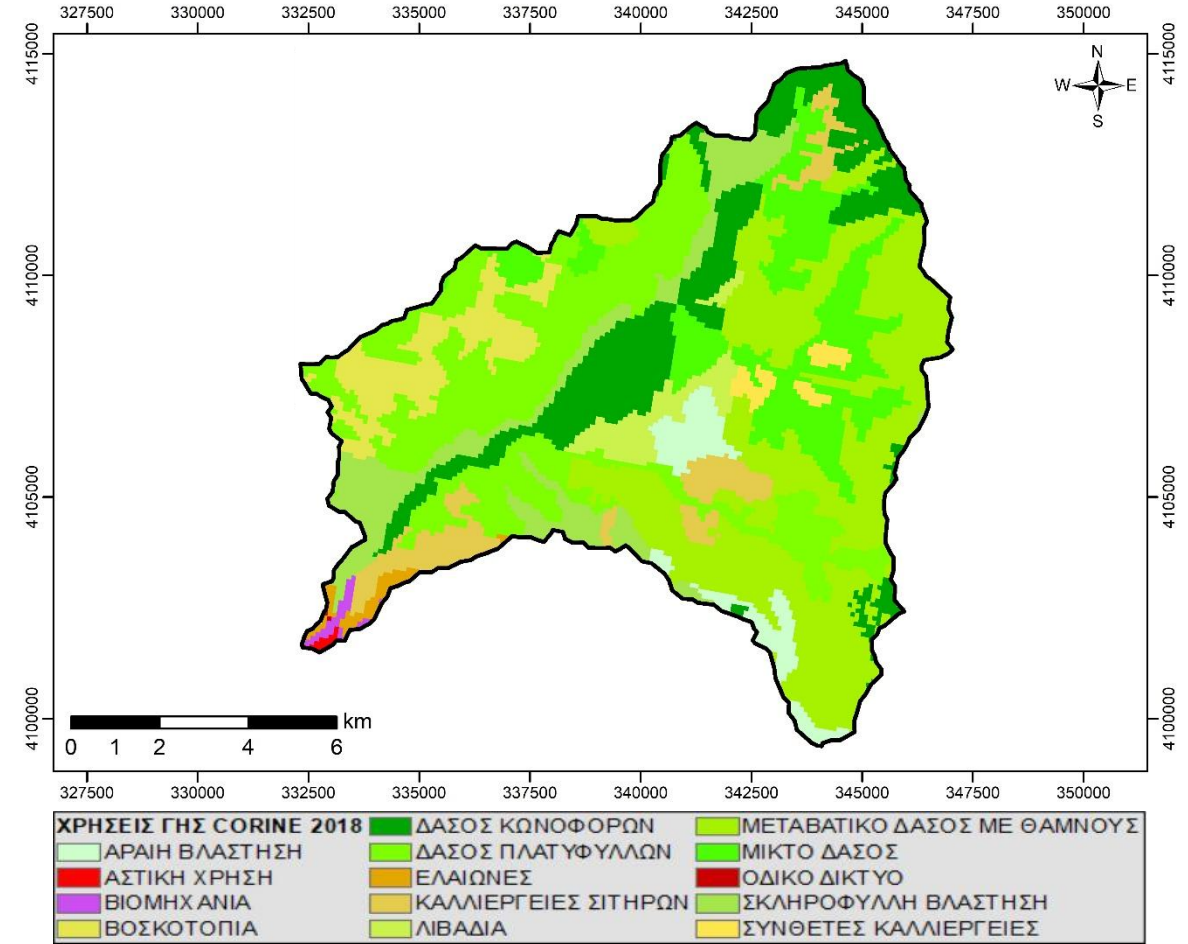
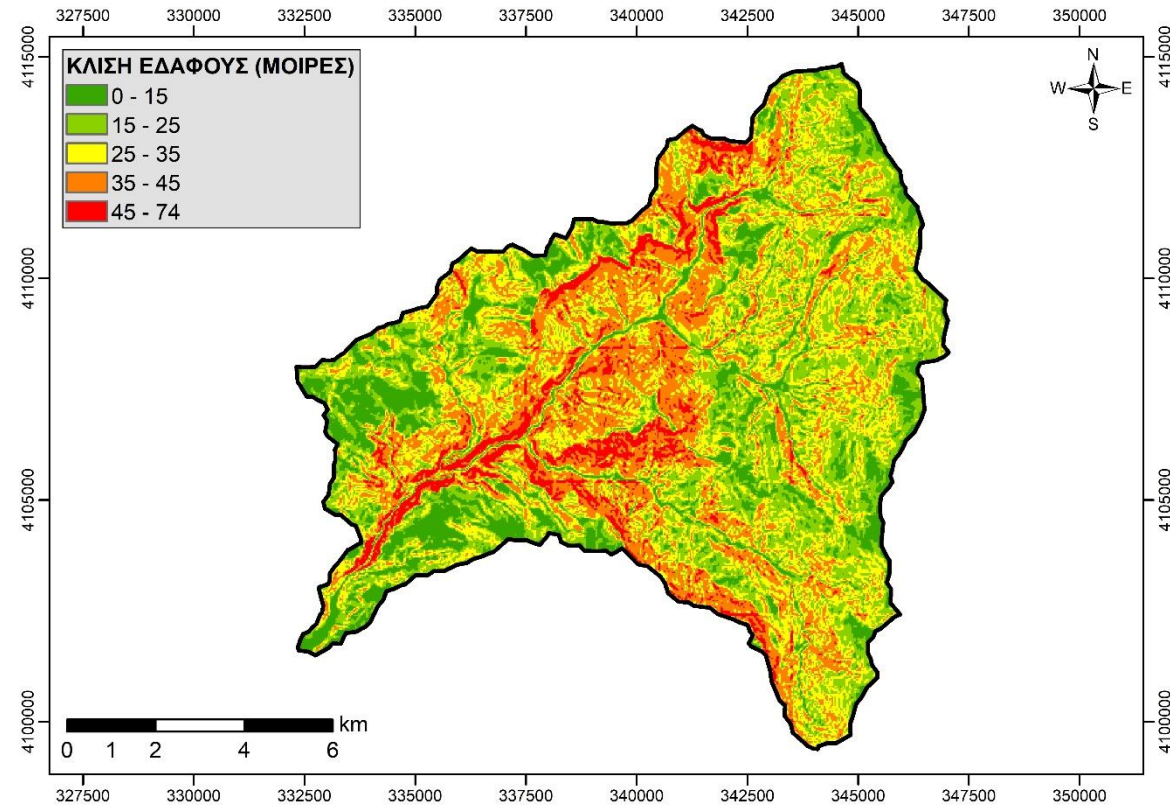


Θέση	Μελέτη	Q <sub>50</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>100</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Γέφυρα Σπάρτης	ΥΠΕΧΩΔΕ (Ιούνιος 2000)	259.7	316.7
Γέφυρα Σπάρτης	ΥΠΕΧΩΔΕ (Υδρολογία, 1999)	389.1	427.5
Γέφυρα Περιμετρικής	ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ Α.Ε.-ΣΥΣΤΑΣ Α.Ε	451.7	568
Γέφυρα ΟΣΕ	ΟΣΕ (2014)-ΚΚ	292.5	-
Γέφυρα ΟΣΕ	ΟΣΕ (2014)-ΚΥ	488.0	-
Γέφυρα ΟΣΕ	ΟΣΕ (2014)-ΚΣ	440.2	-
Γέφυρα ΟΣΕ	ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ Α.Ε.-ΣΥΣΤΑΣ Α.Ε	462.9	581.6
Εκβολή	ΥΠΕΧΩΔΕ (Ιούνιος 2000)	313.1	375.3
Εκβολή	ΣΔΚΠ	318.7	430.5
Εκβολή	ΥΠΕΧΩΔΕ (Υδρολογία, 1999)	390.3	429.4
Εκβολή	ΥΠΕΧΩΔΕ (όπως αναφέρεται στα ΣΔΚΠ)	560	
Εκβολή	ΥΔΡΟΕΞΥΓΙΑΝΤΙΚΗ Α.Ε.-ΣΥΣΤΑΣ Α.Ε	463.7	582.5

- ❑ Πλήθος πλημμυρικών επεισοδίων διαχρονικά (από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα). Τελευταία μεγάλη πλημμύρα το 2016. Πρώτα έργα το 1920.
- ❑ **Μοναδική περίπτωση λεκάνης** στην Ελλάδα με τόσο πολλά έργα ορεινής υδρονομίας: 135 λιθόδημητα φράγματα και 558 ξηρολίθινα φράγματα (Κουτσογιάννης, 2022).



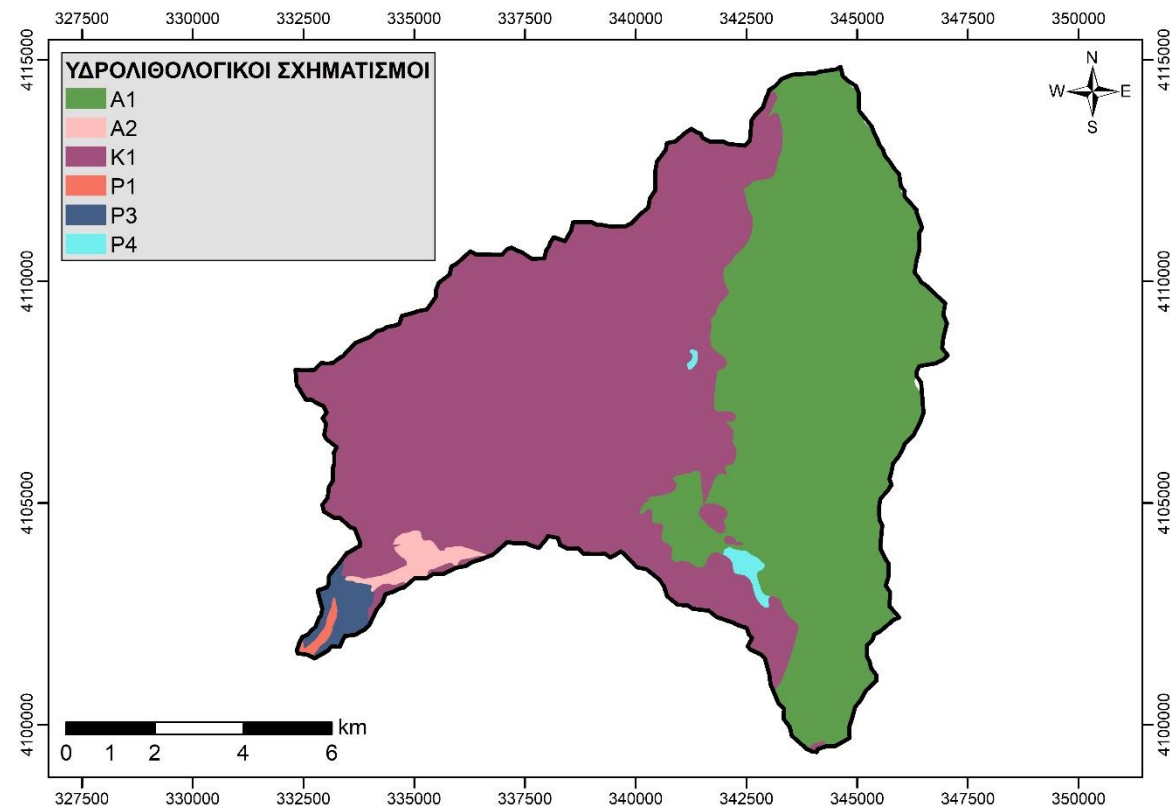
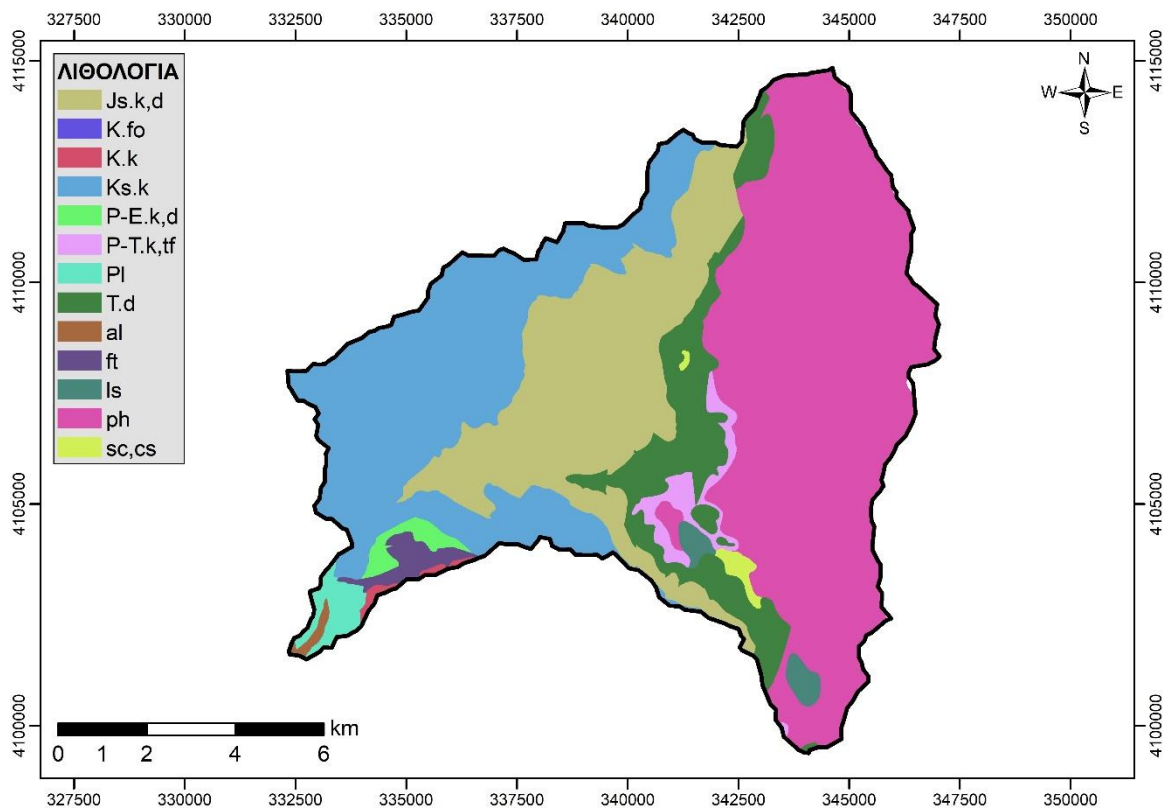
- Έντονες κλίσεις
- Κυρίως δασώδεις εκτάσεις (>70%)
- Περίπου 20% βοσκοτόπια και χαμηλή βλάστηση







- ❑ Δυτικά: Ασβεστόλιθοι, Βραχώδεις σχηματισμοί μέτριας έως υψηλής υδροπερατότητας
- ❑ Ανατολικά: Σχιστόλιθοι, Βραχώδεις σχηματισμοί πρακτικά αδιαπέρατοι

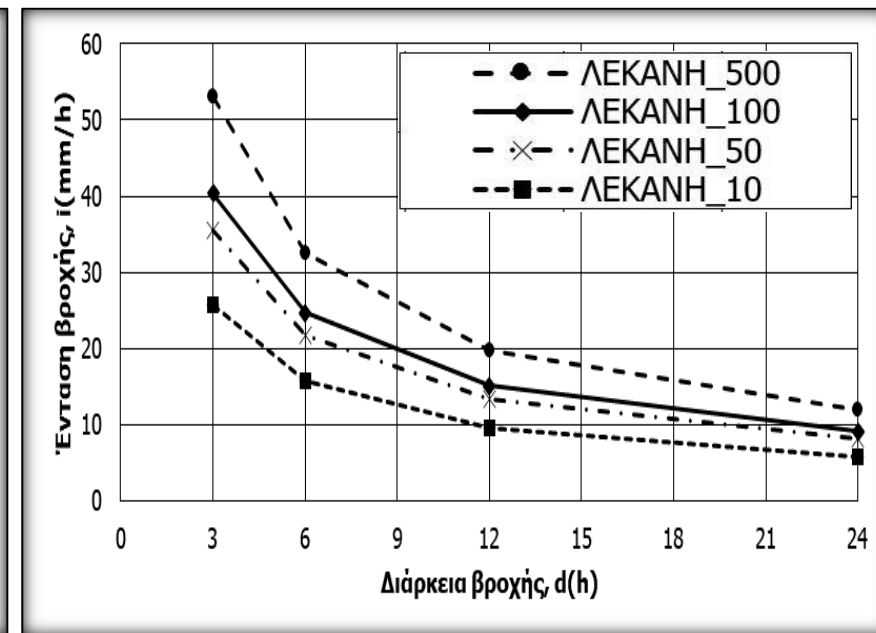
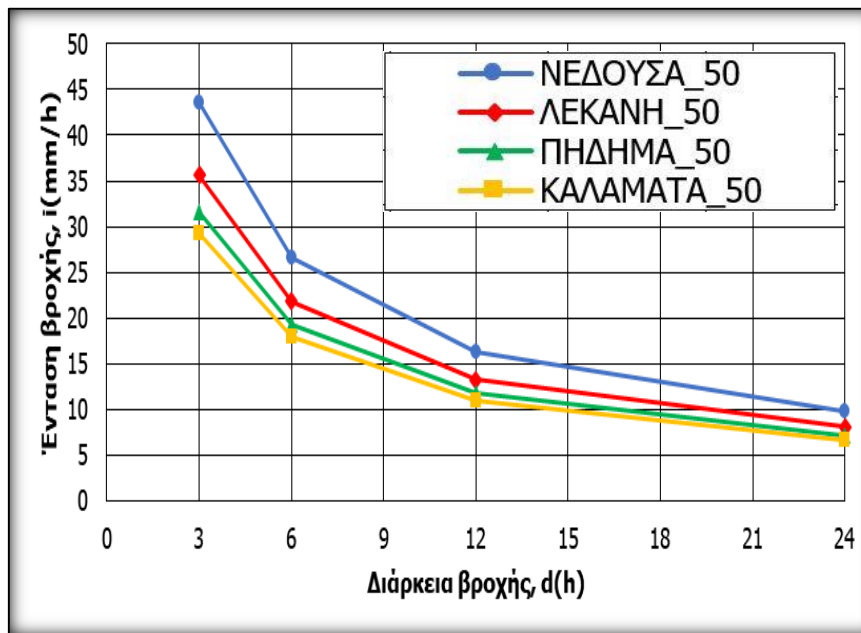




$$ΕΓΥ: i(d,T) = \frac{\lambda'(TK + \psi')}{(1+d/\theta)^\eta}, \kappa \neq 0$$

Σταθμός	Καλαμάτα	Νέδουσα	Πήδημα
X	324,055.80	342,906.00	326,197.31
Y	4,104,082.20	4,112,566.00	4,112,429.75
Z	6.3	730.0	36.3
κ	0.113	0.113	0.113
λ'	436.7	537.3	473.2
ψ'	0.682	0.500	0.687
θ	0.089	0.089	0.089
η	0.724	0.724	0.724

↓  
**IDW**



Επιφανειακή αναγωγή των σημειακών τιμών βροχής της αντιπροσωπευτικής όμβριας καμπύλης.

$$\varphi = \max \left( 1 - \frac{0.048A^{0.36} - 0.01 \ln A}{d^{0.35}}; 0.25 \right)$$

(Κουτσογιάννης & Ξανθόπουλος, 1999)



### GIANDOTTI (1934)

$$t_{Gian} = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{\Delta H}}$$

**T=5 έτη**

### ΑΝΑΓΩΓΗ

$$t_c = t_{Gian} \sqrt{\frac{i(T=5)}{i(T)}}$$

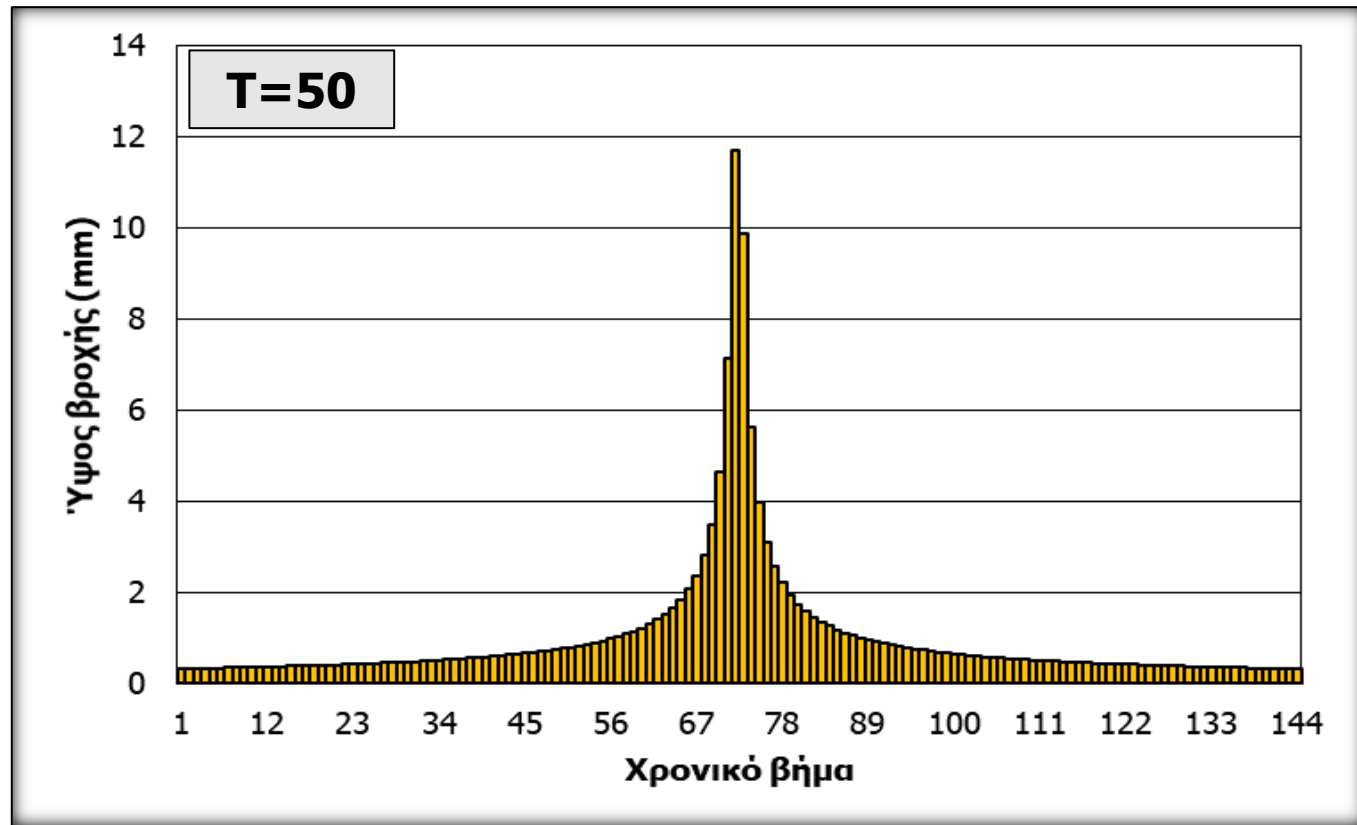
**T=10, 50, 100, 500 έτη**

### SCS

$$t_{lag} = 0.6t_c$$



- Καταιγίδα: 12 h (ΣΔΚΠ)
  - Χρονικό βήμα: 5 min ( $\leq 1/3 \text{ min } t_c = 28 \text{ min}$ )
  - Εναλλασσόμενα block (αιχμή στο 50%)
- } 144 steps





### NRCS-CN:

$$h_e = \begin{cases} 0 & h \leq I_a \\ \frac{(h - I_a)^2}{(h - I_a + S)} & h > I_a \end{cases} \Rightarrow I_a = aS \Rightarrow S = 254 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

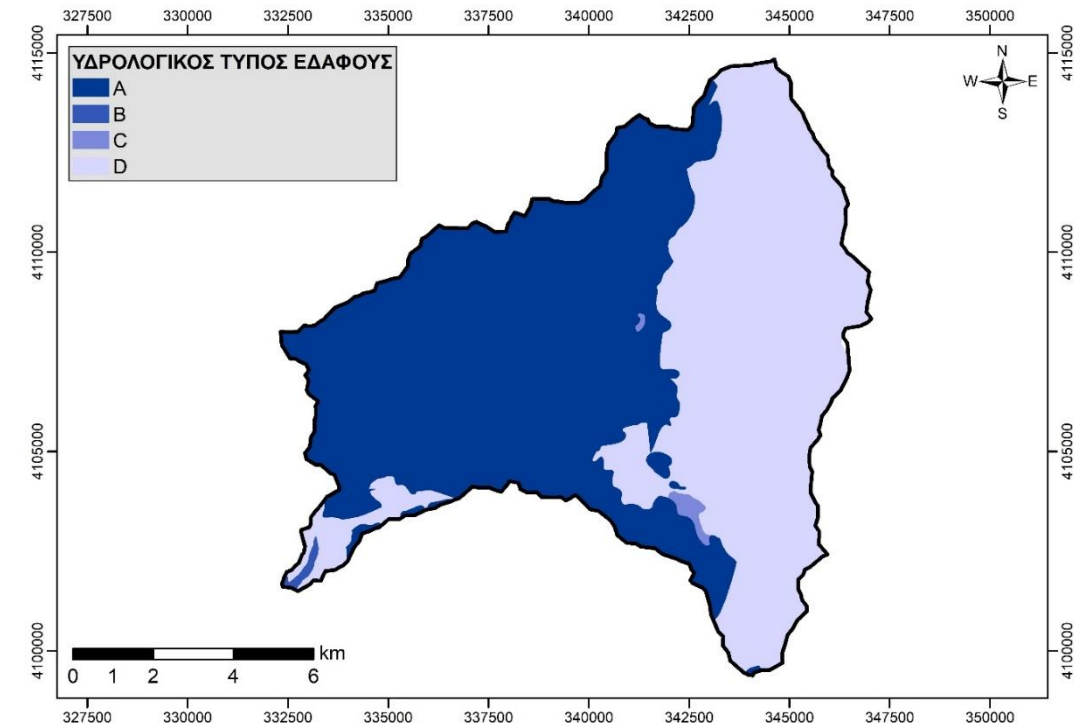
### CN:

- Τιμές: 0-100.
- Γεωλογία, υδρολιθολογία, υγρασία εδάφους, χρήσεις γης.
- Η SCS κατατάσσει τα εδάφη σε τέσσερις υδρολογικές κατηγορίες (A, B, C, D), ανάλογα με τη διαπερατότητά τους.
- Η SCS ορίζει τρεις τύπους προηγούμενων συνθηκών υγρασίας (I, II, III).
- Αναγωγή

$$CN_{a=0.20} = \frac{\sum CN_i A_i}{A_{\text{tot, υπολεκ}}}$$

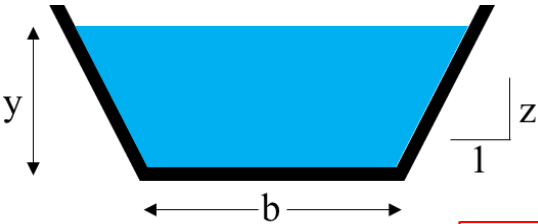
$$CN_{a=0.05} = \frac{CN_{0.20}}{1.42 - 0.0042 CN_{0.20}}$$

Περιγραφή χρήσης γης	Υδρολογική Κατάσταση <sup>5</sup>	Υδρολογικός τύπος εδάφους			
		A	B	C	D
Γυμνό έδαφος		77	86	91	94
Ευρείες γραμμικές καλλιέργειες σε κεκλιμένο έδαφος <sup>6</sup>	φτωχή	72	81	88	91
	καλή	67	78	85	89
Ευρείες γραμμικές καλλιέργειες σε βαθμίδες <sup>7</sup>	φτωχή	66	74	80	82
	καλή	62	71	78	81

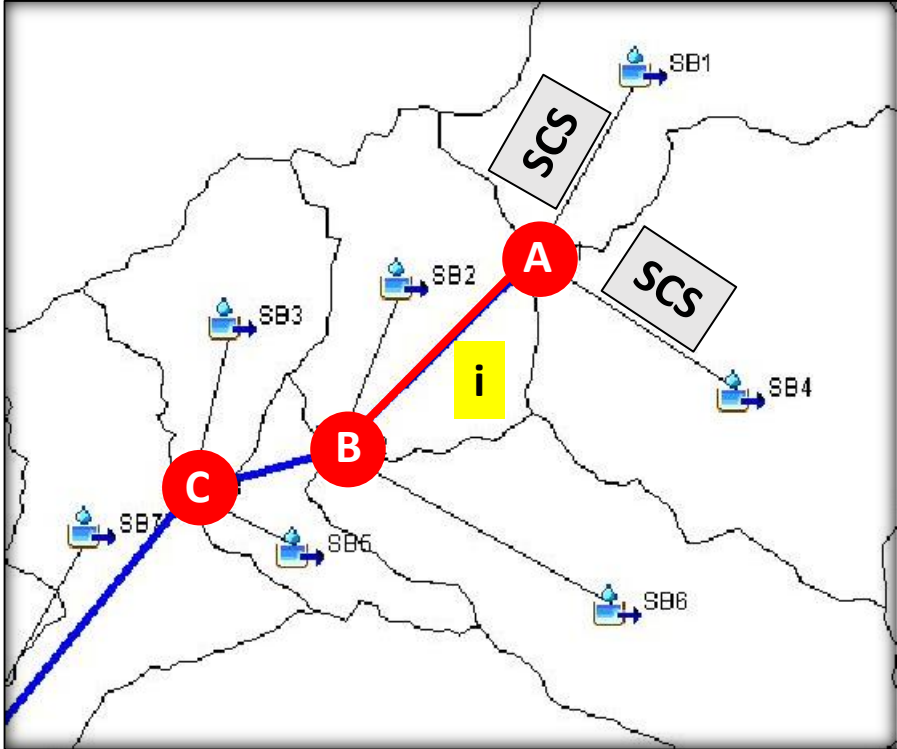


- ❑ Μέθοδος **Muskingum** και μέθοδος του γραμμικού κινηματικού κύματος (**μέθοδος χρονικής υστέρησης**)
- ❑ Συνήθως, η μέθοδος Muskingum εφαρμόζεται για υδατορεύματα μικρής κλίσης (ενδεικτικά, <1%), ενώ για μεγαλύτερης κλίσης υδατορεύματα εφαρμόζεται η μέθοδος της χρονικής υστέρησης.

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ (LAG)**  
Ψευδο-υδραυλική προσέγγιση: ομοιόμορφη ροή



**Πλάτος  $b=25$  m**  
**Κλίση πρανών  $z=1.5$**   
**Manning  $n=0.045$**



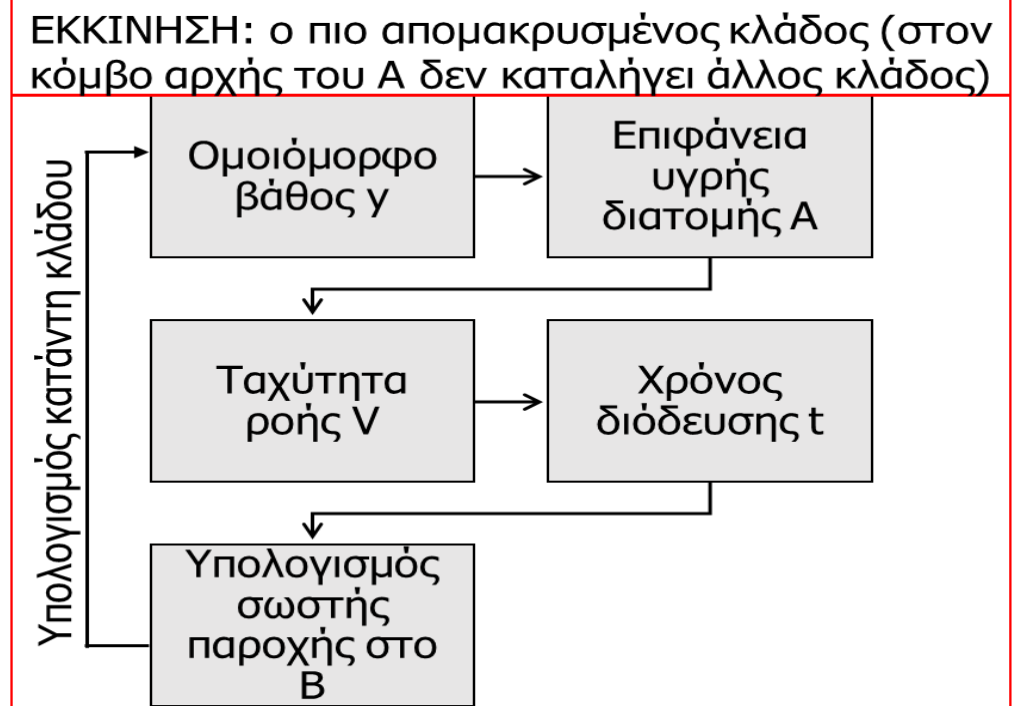
$$y = \frac{1}{b+zy} \left[ \frac{Qn}{J^{2/3}} \left( b+2y\sqrt{1+z^2} \right)^{3/2} \right]^{2/5}$$

$$J = \frac{z_u - z_d}{L}$$

$$A = (b+zy)y$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$t = \frac{L}{V}$$





- ❑ **Παραδοχή:** η μεταβολή του CN ακολουθεί κανονική κατανομή.
- ❑ Η ετερογένεια του CN εντός του τυχαίου πεδίου εκφράζεται με τον **συντελεστή μεταβλητότητας** της κατανομής του.

### Για κάθε τιμή του συντελεστή μεταβλητότητας:

Αρχικός κάνναβος με άρτιο πλήθος N υπολεκάνων, η κάθε μία έχει τον δικό της CN.

Για κάθε υπολεκάνη υπολογίζεται η μέγιστη δυνατή κατακράτηση και το αρχικό έλλειμμα με  $\alpha=0.05$

Για κάθε ύψος βροχής υπολογίζεται ο μέσος όρος της παραγόμενης απορροής.

Παραγόμενη απορροή  $h_e$  της κάθε υπολεκάνης για κάθε ύψος βροχής.

Υπολογίζεται ανά δύο υπολεκάνες ο Μ.Ο. των CN του αρχικού καννάβου, οπότε προκύπτει ένας πιο αδρομερής κάνναβος με N/2 υπολεκάνες.

❑ N=80... 40, 20, 10, 5

❑  $CN_{mean}=52$

$$\Delta(\%) = \frac{(h_e^N - h_e^1)}{h_e^N} * 100$$

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ=ΤΥΧΑΙΟ ΠΕΔΙΟ

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>5%</b>		51.3	50.2	45.0	47.6	42.7	
2			51.9	56.9	54.7	52.7	43.1	
3	46.3	47.6	56.0	57.2	57.8	50.7	47.4	45.4
4	50.3	53.8	51.0	52.2	46.9	55.3	46.1	60.1
5	49.4	51.7	61.2	48.9	54.7	56.5	47.6	48.8
6	54.4	55.0	58.7	50.9	53.0	53.1	56.7	49.7
7	54.6	46.4	52.9	54.8	40.0	51.7	59.0	61.2
8	56.1	55.2	58.6	54.2	48.2	51.6	48.1	51.0
9	54.6	62.7	49.9	45.7	57.4	54.3	48.5	48.6
10	47.1	53.0	59.3	52.3	47.1	49.2	46.3	55.4

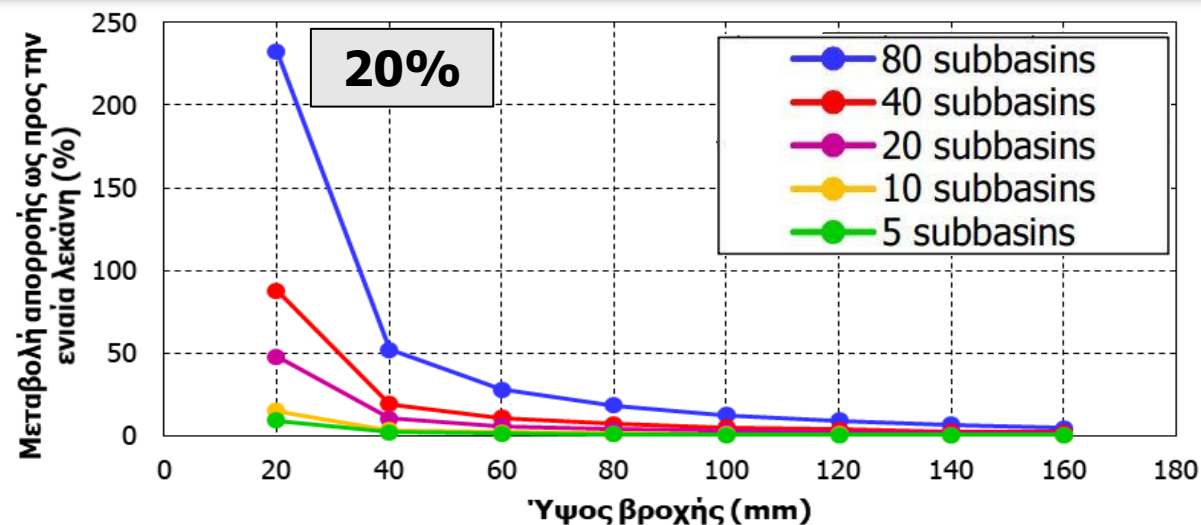
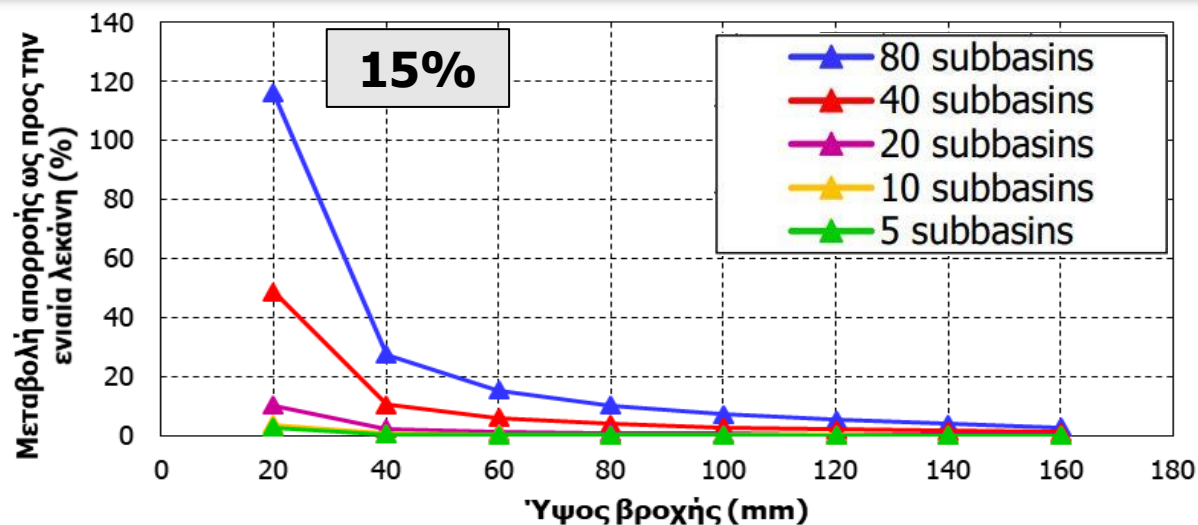
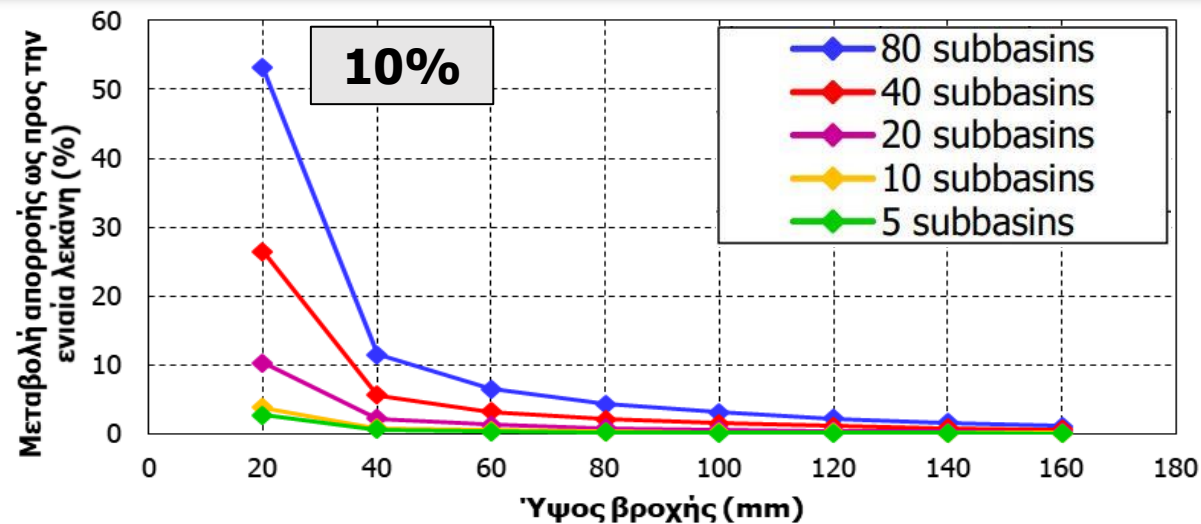
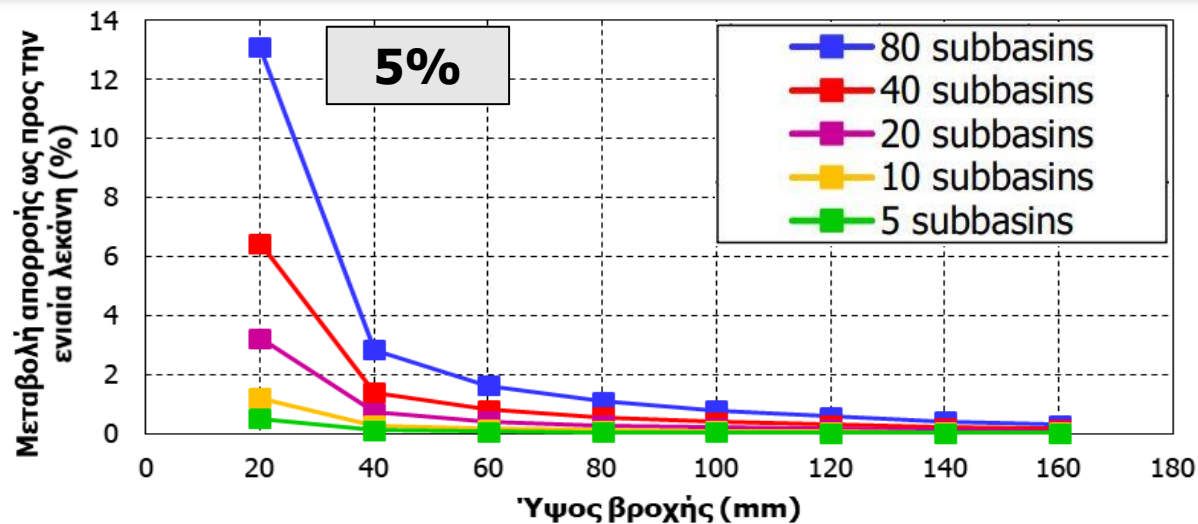
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>10%</b>		51.3	44.7	37.8	57.7	57.5	
2			37.7	61.2	61.4	59.0	53.7	
3	70.1	59.9	53.9	43.3	52.3	56.5	62.9	47.6
4	69.4	50.3	57.5	34.6	40.0	43.7	47.6	53.5
5	52.7	48.8	35.3	54.4	57.3	44.7	47.1	57.4
6	51.4	43.4	67.9	55.0	65.0	50.0	50.6	36.4
7	48.8	56.5	54.3	60.3	58.4	46.8	54.6	46.4
8	72.3	47.6	59.2	49.7	53.2	41.9	59.8	69.7
9	63.1	37.8	62.7	50.7	57.5	30.1	52.7	50.8
10	60.4	40.5	44.7	37.3	47.1	53.9	29.6	55.8

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>15%</b>		68.1	40.8	46.7	55.0	32.3	
2			58.7	67.3	57.3	51.3	44.8	
3	44.8	46.9	44.2	45.7	63.8	75.7	45.6	68.8
4	34.6	54.3	60.4	36.8	50.3	18.8	58.0	56.8
5	55.0	20.8	53.7	39.6	64.2	48.5	55.3	59.2
6	60.7	62.7	21.2	65.8	65.6	67.2	74.4	30.5
7	21.2	55.8	49.2	71.6	58.3	46.5	38.4	55.5
8	53.6	61.7	67.3	36.1	74.5	23.6	67.4	49.2
9	58.2	46.6	53.9	23.6	35.2	54.1	62.0	56.5
10	42.0	56.6	44.8	52.6	66.7	76.0	64.2	73.2

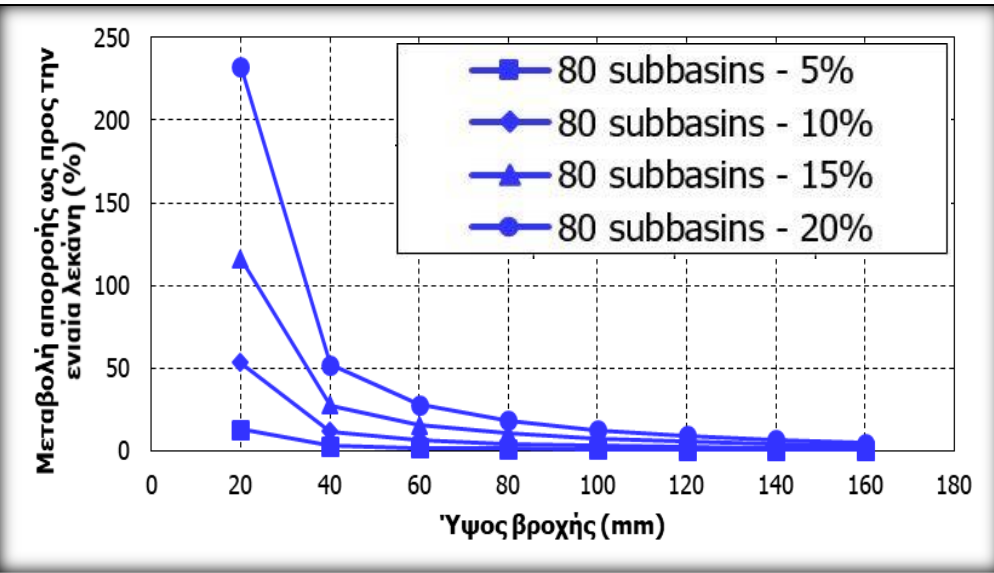
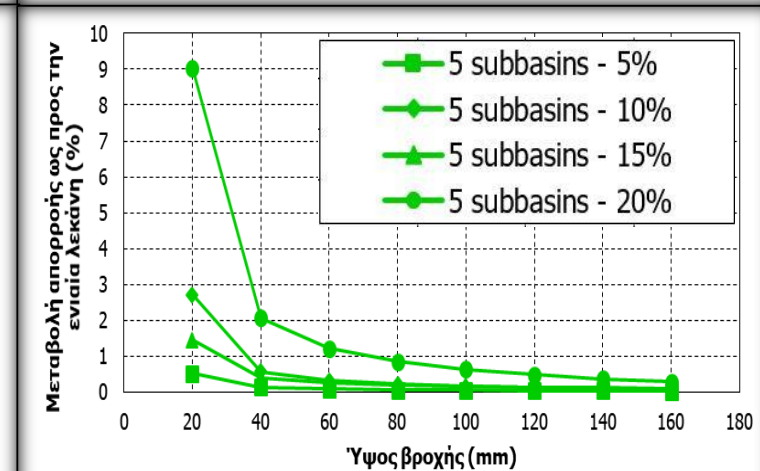
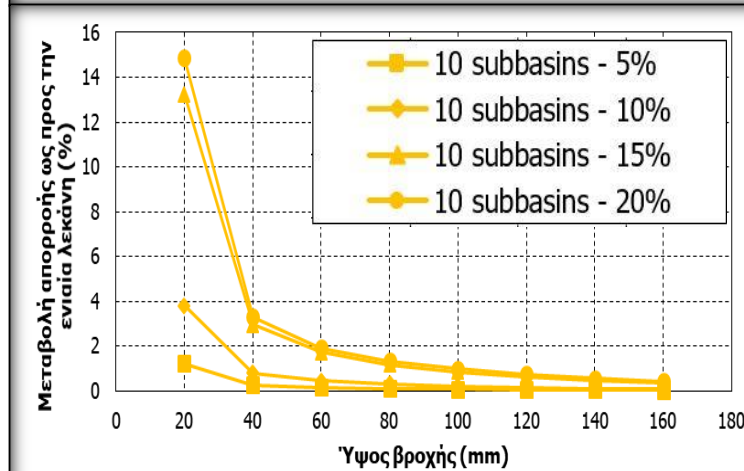
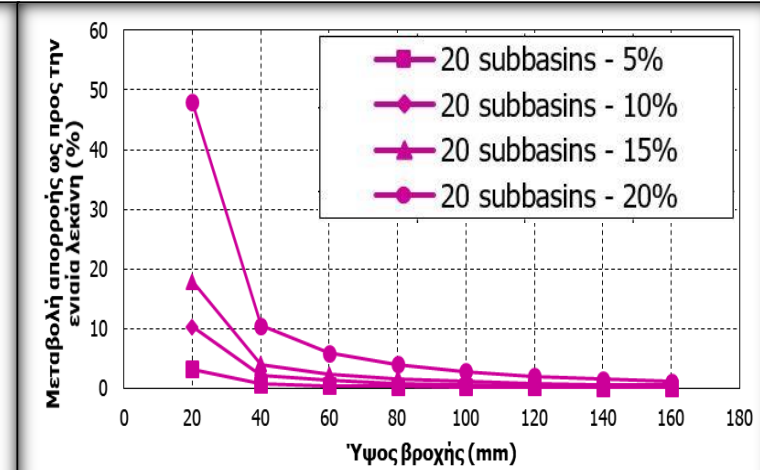
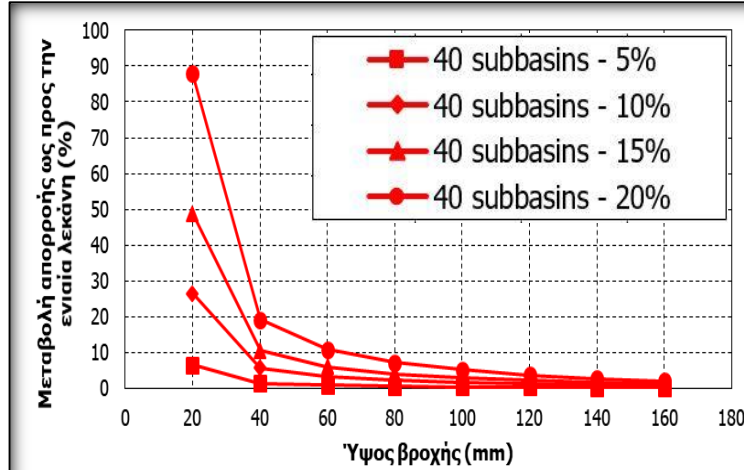
  

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>20%</b>		57.9	66.2	69.7	22.8	58.4	
2			52.7	12.6	61.0	57.4	37.2	
3	51.9	67.3	22.8	45.2	57.3	55.4	39.7	64.9
4	64.0	52.5	42.8	47.3	40.6	27.1	38.7	18.8
5	44.5	73.6	11.5	55.5	64.0	48.4	20.2	56.4
6	51.2	48.5	63.3	66.3	44.8	61.8	39.2	58.0
7	71.4	63.1	58.9	30.2	10.3	63.6	34.5	67.8
8	46.7	44.7	60.9	62.1	92.0	39.5	39.2	53.7
9	41.0	54.9	74.9	49.8	80.1	71.4	50.3	49.4
10	96.9	70.9	19.6	56.1	62.3	77.3	19.8	46.5

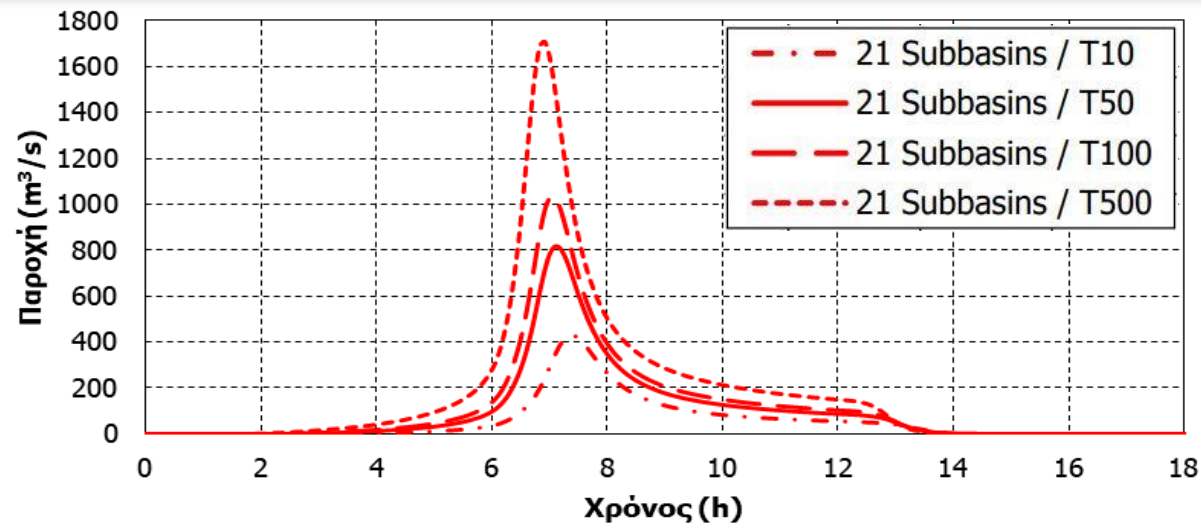
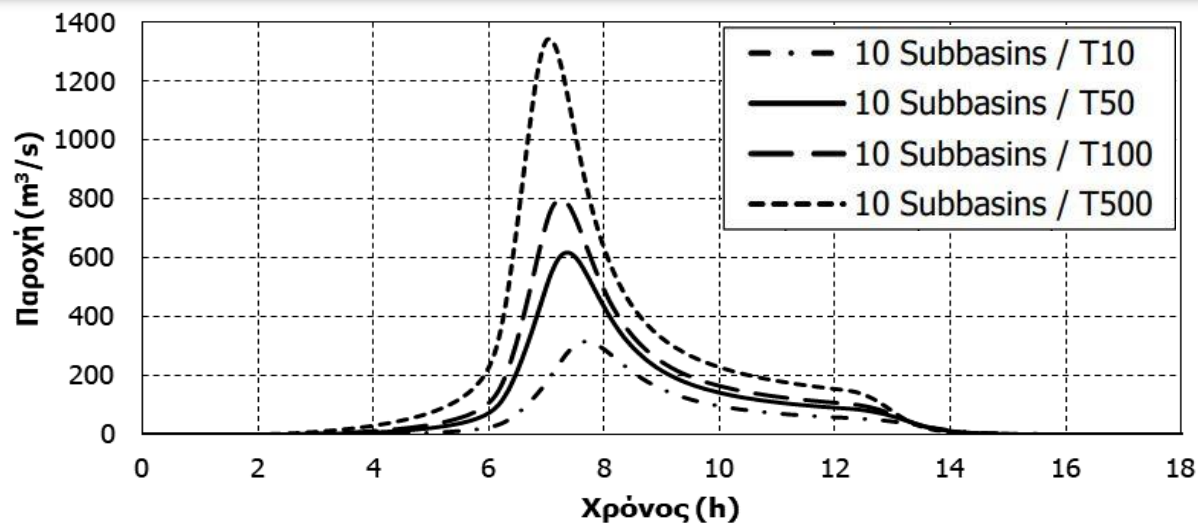
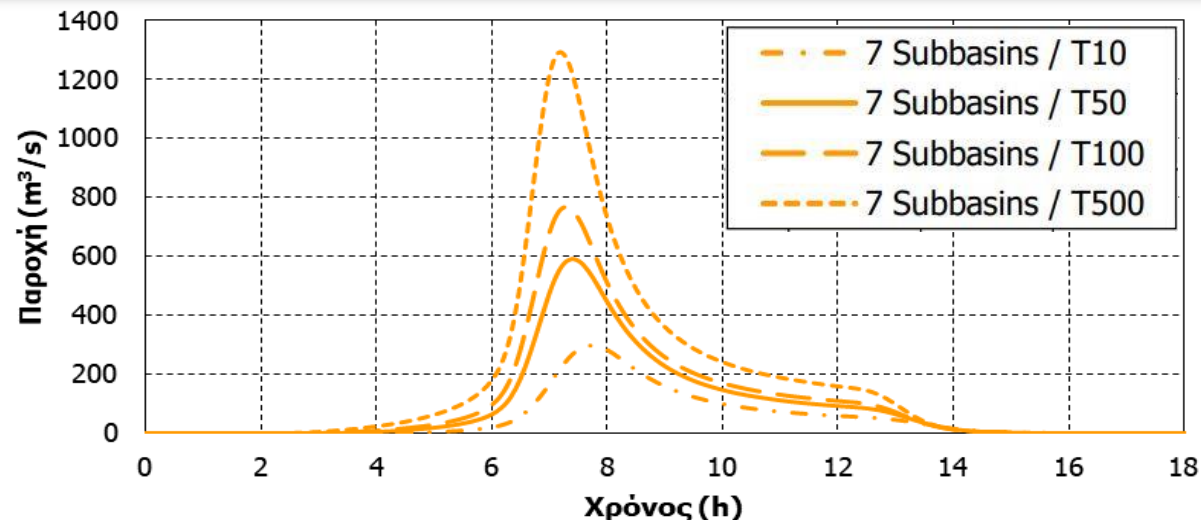
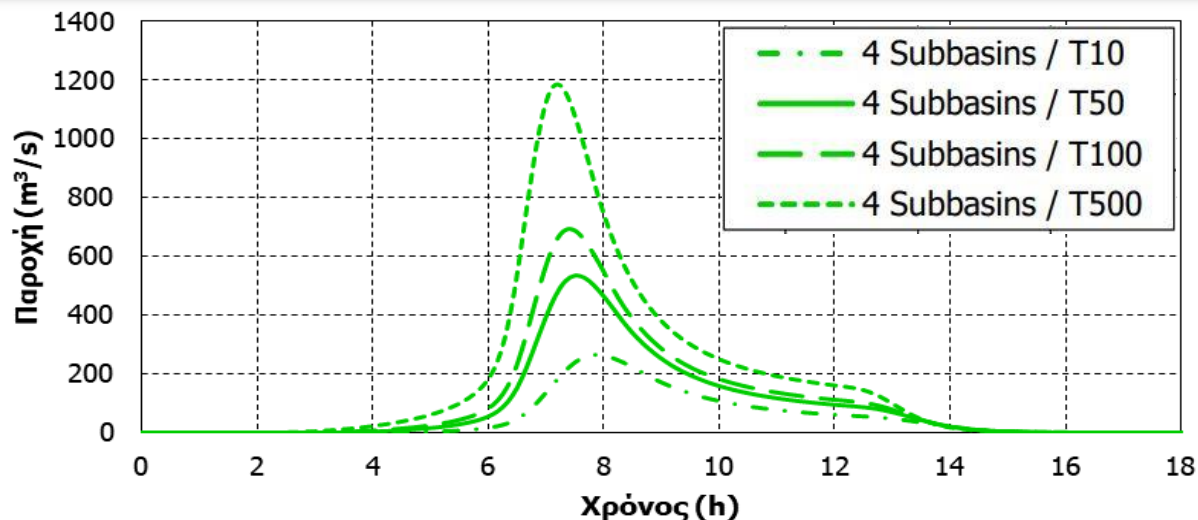




- Ετερογένεια CN ↑
  - Ύψος βροχής ↓
  - Όμοια αποτελέσματα με βιβλιογραφία (Paudel, 2010)
- } ποσοστιαία  
διαφορά απορροής ↑

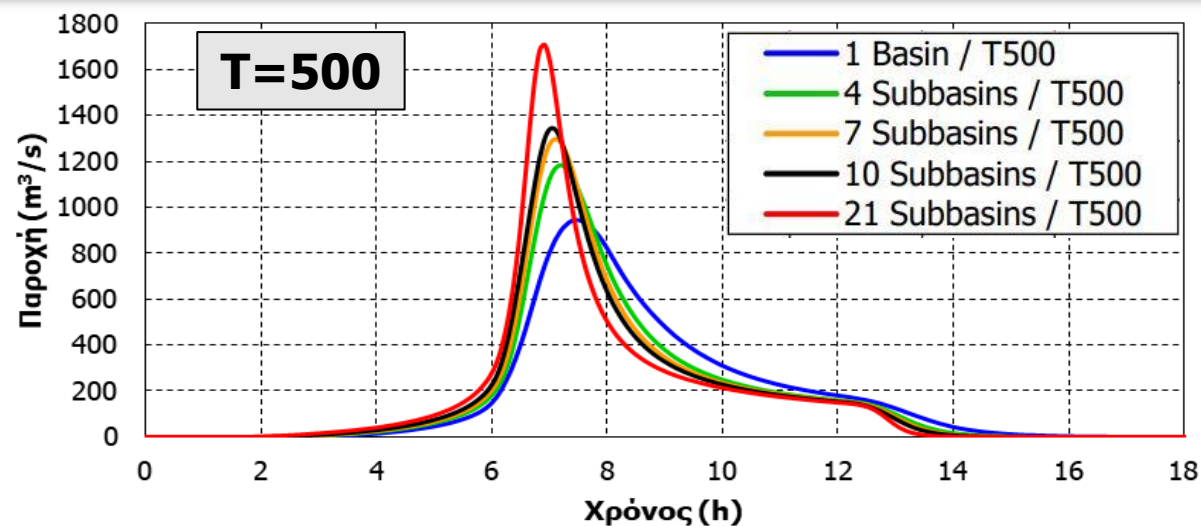
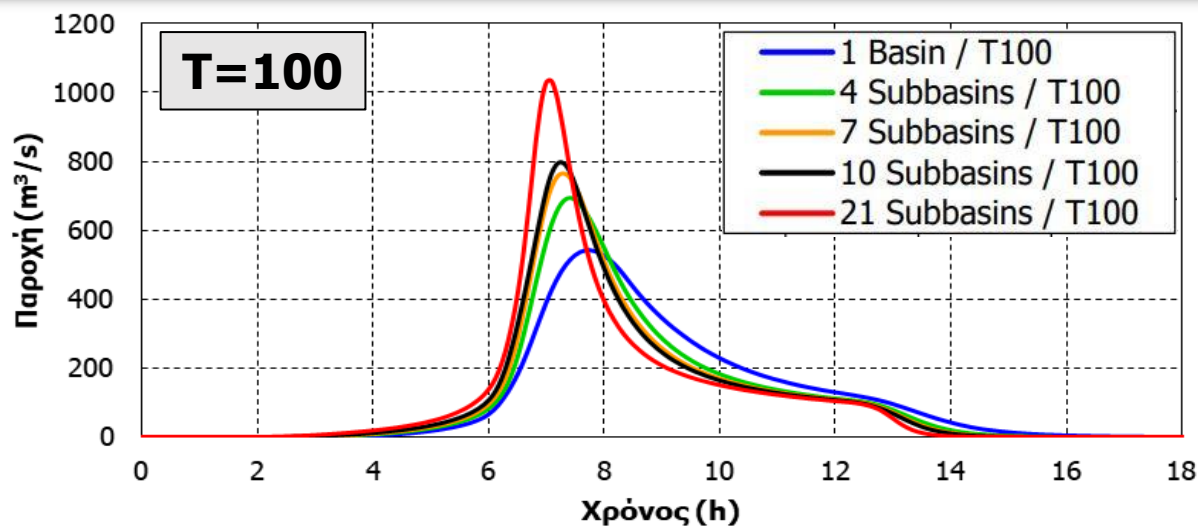
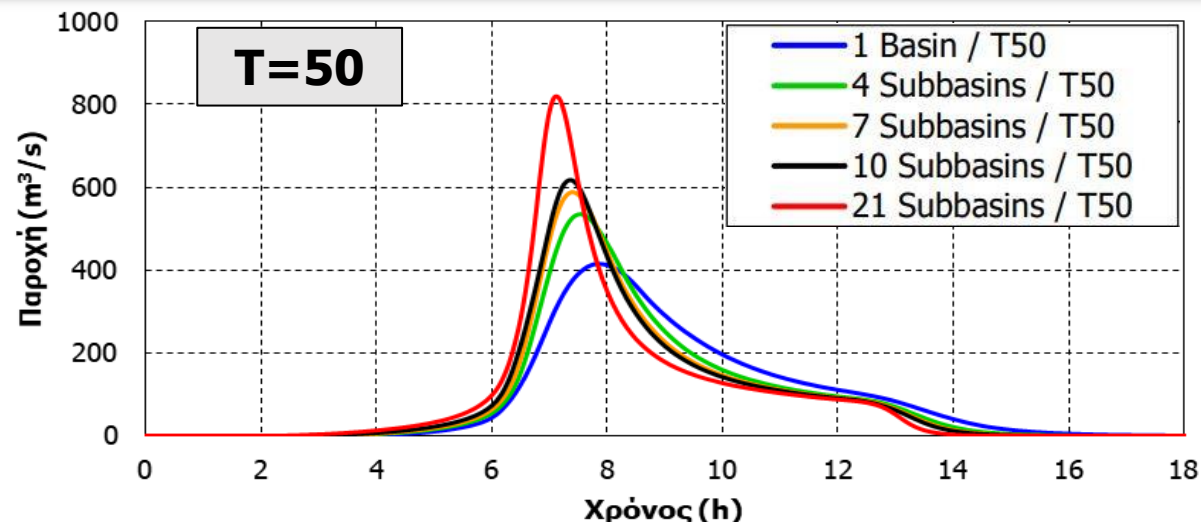
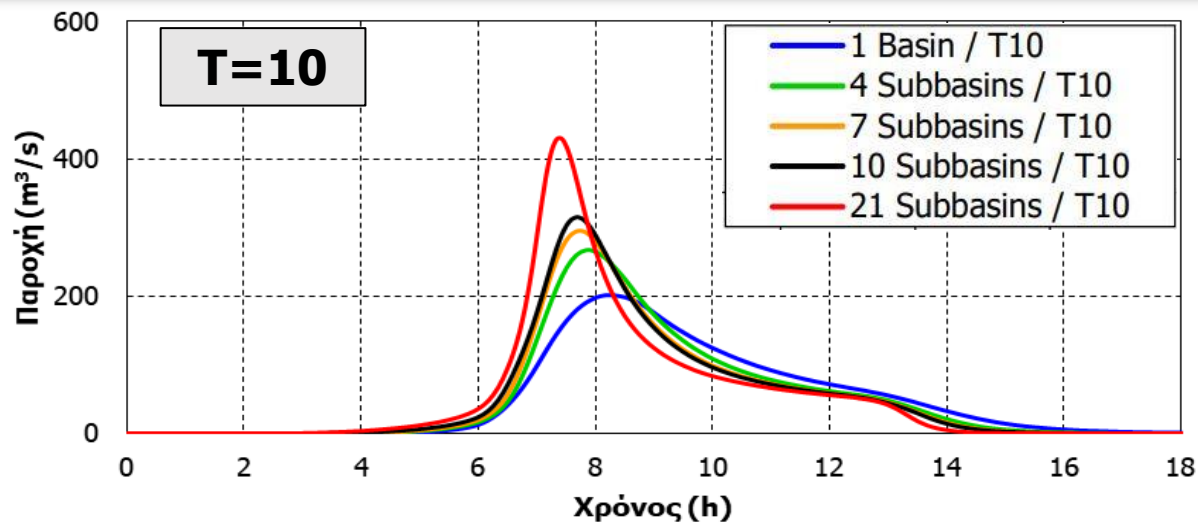






# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΝΕΔΟΝΤΑ

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ (2)





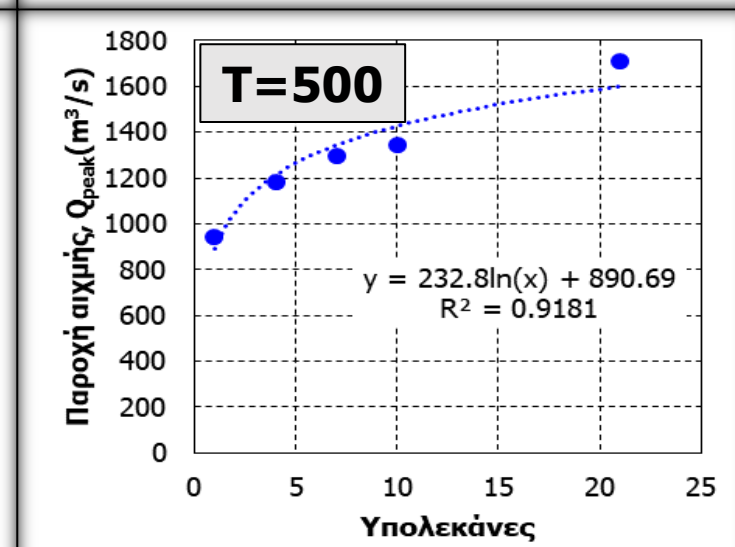
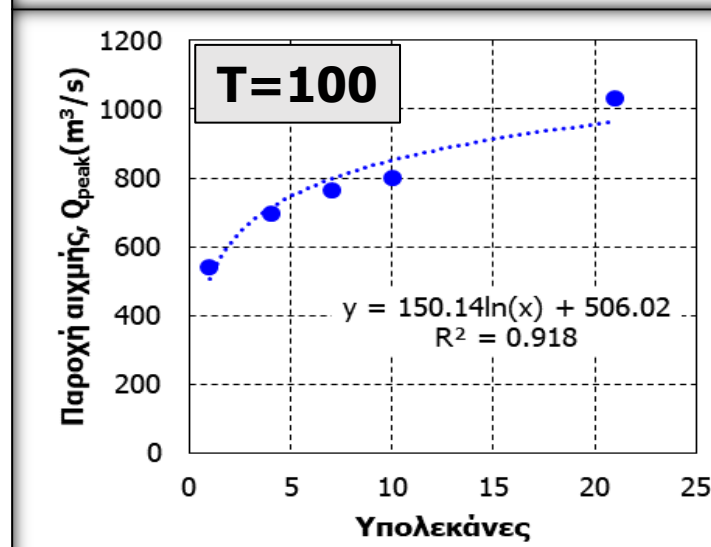
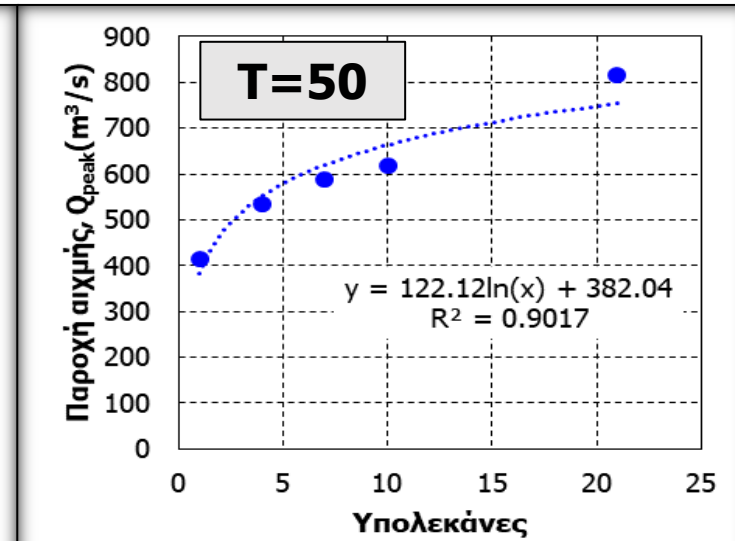
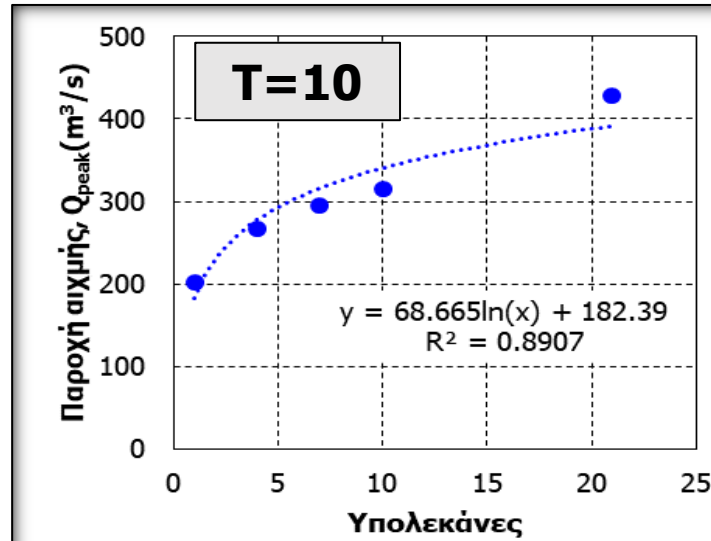
□ Η παροχή αιχμής συγκλίνει σε κάποια τιμή, όσο πυκνώνει η διακριτοποίηση; Αυτό εξετάζεται προσαρμόζοντας μια λογαριθμική σχέση παλινδρόμησης με ασυμπτωτική μορφή, από την οποία προκύπτουν νόμοι κλίμακας της μορφής  $Q = a \ln(x) + b$ .

□ Ο ρυθμός αύξησης της αιχμής μειώνεται με την πυκνωση της διακριτοποίησης. Στις **10 υπολεκάνες** αρχίζει να διαφαιίνεται **τάση σταθεροποίησης** της παροχής αιχμής.

□ Στην περίπτωση των 21 υπολεκανών: **μεγάλη αύξηση της αιχμής.**

*Μεγάλο πλήθος κλάδων διόδευσης  
→ περισσότερες πηγές αβεβαιότητας  
→ μειωμένη αξιοπιστία του μοντέλου*

(Hromadka II and DeVries, 1986· Thompson and Cleveland, 2009· Yu et al., 2012).

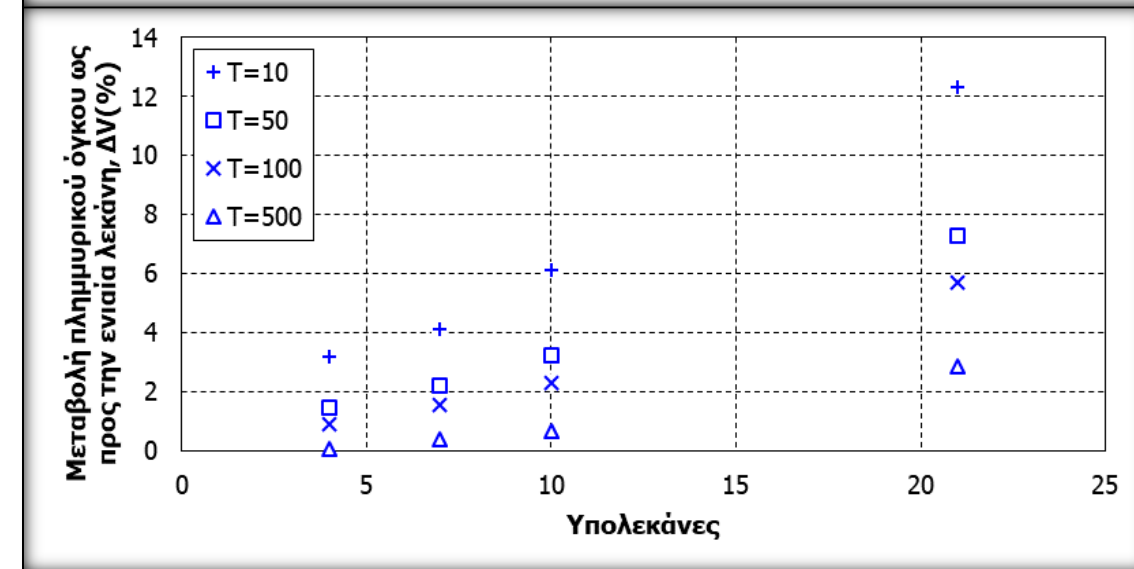
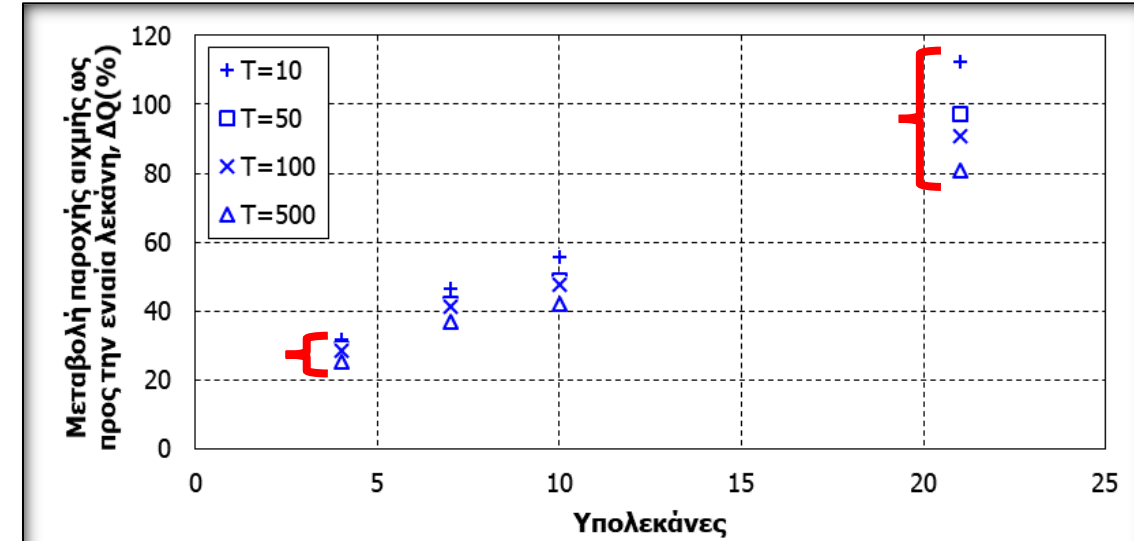


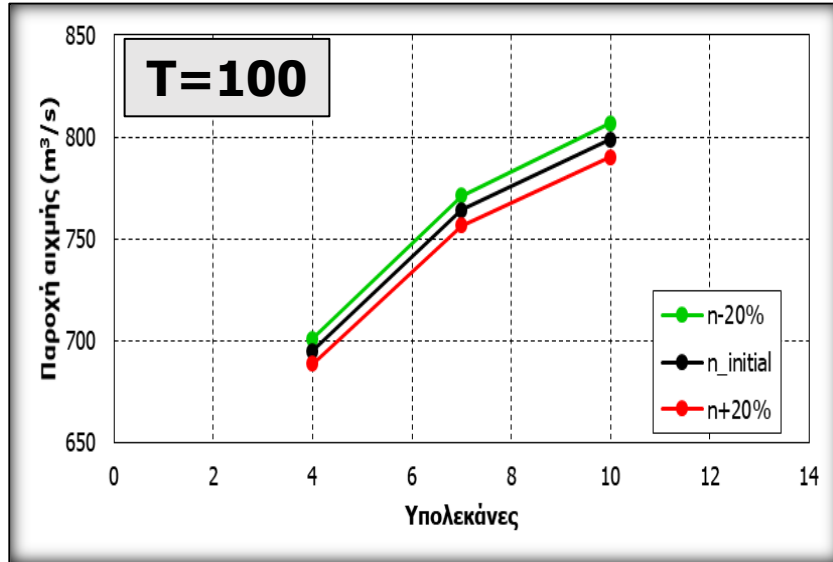
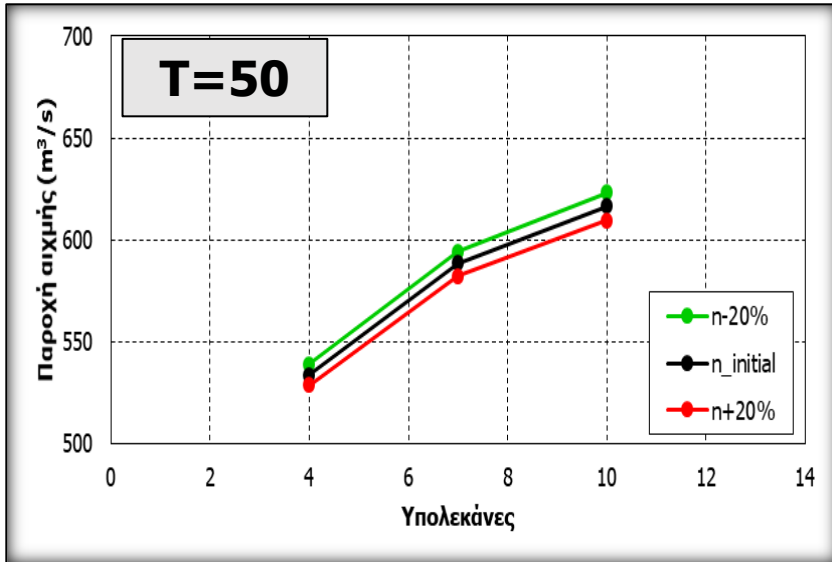
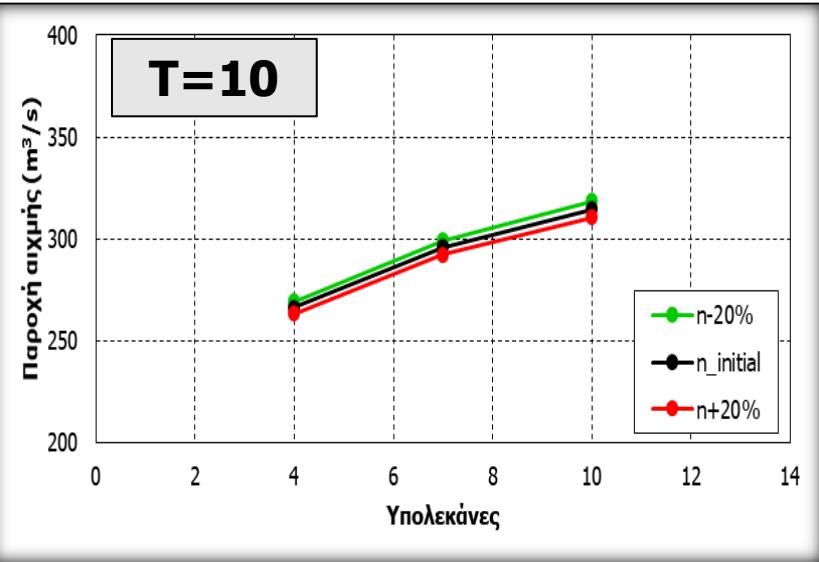
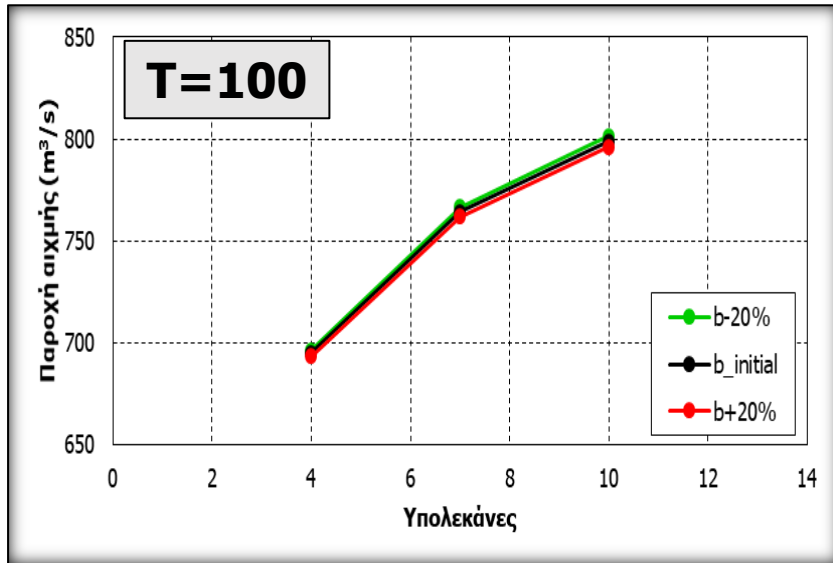
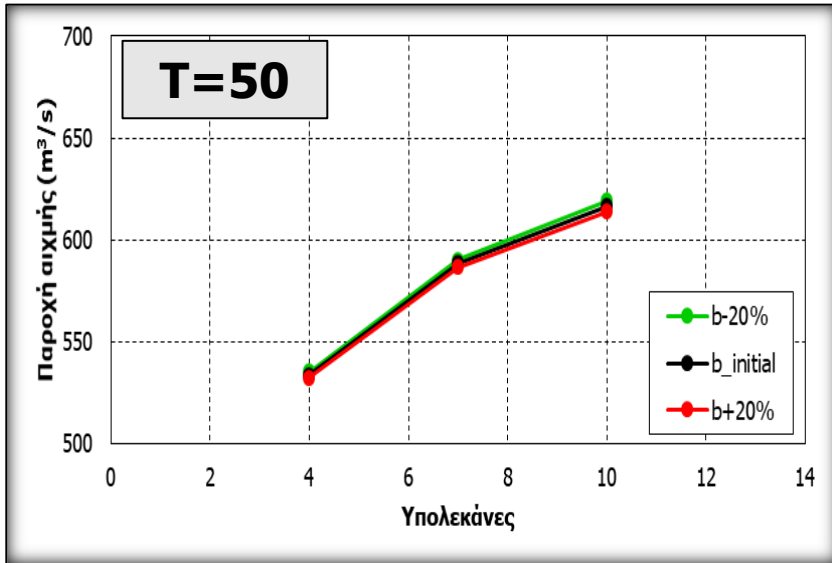
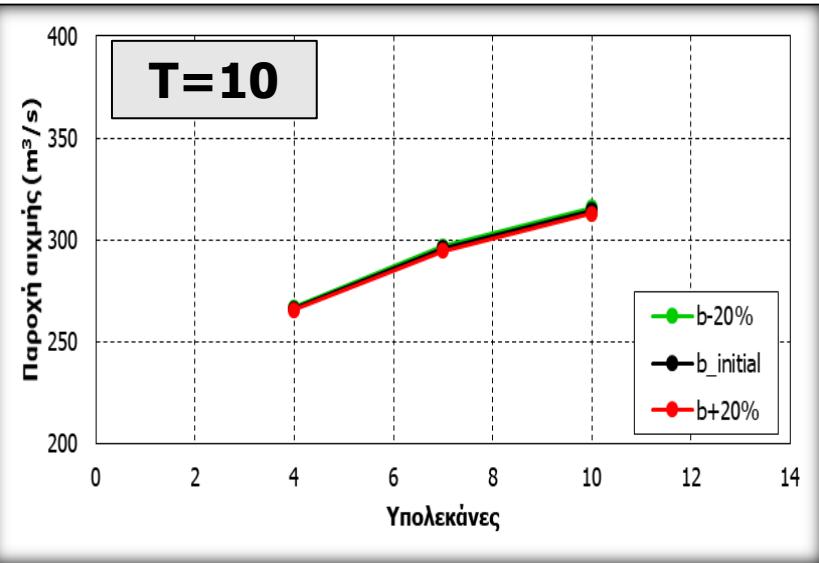


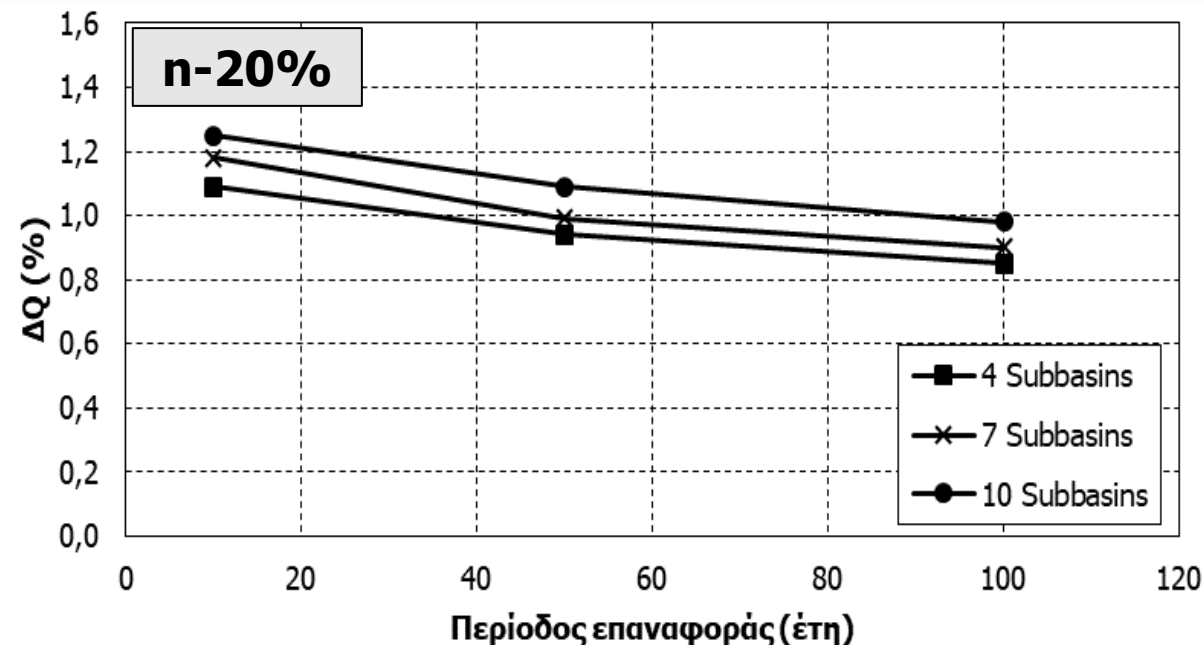
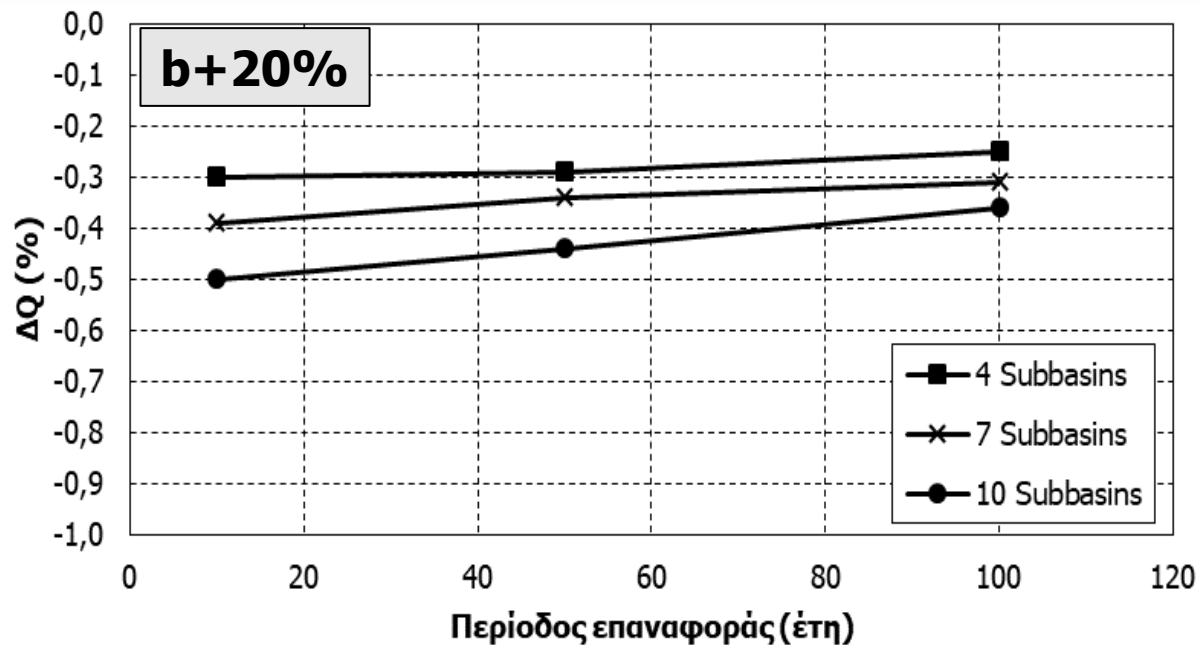
- ❑ Σε όλα τα ύψη βροχής, η μεταβολή της αιχμής είναι εντονότερη από αυτή του πλημμυρικού όγκου.
- ❑ Όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος της βροχής, τόσο μικρότερη είναι η επίδραση της διακριτοποίησης της λεκάνης στην μεταβολή της αιχμής και του όγκου:

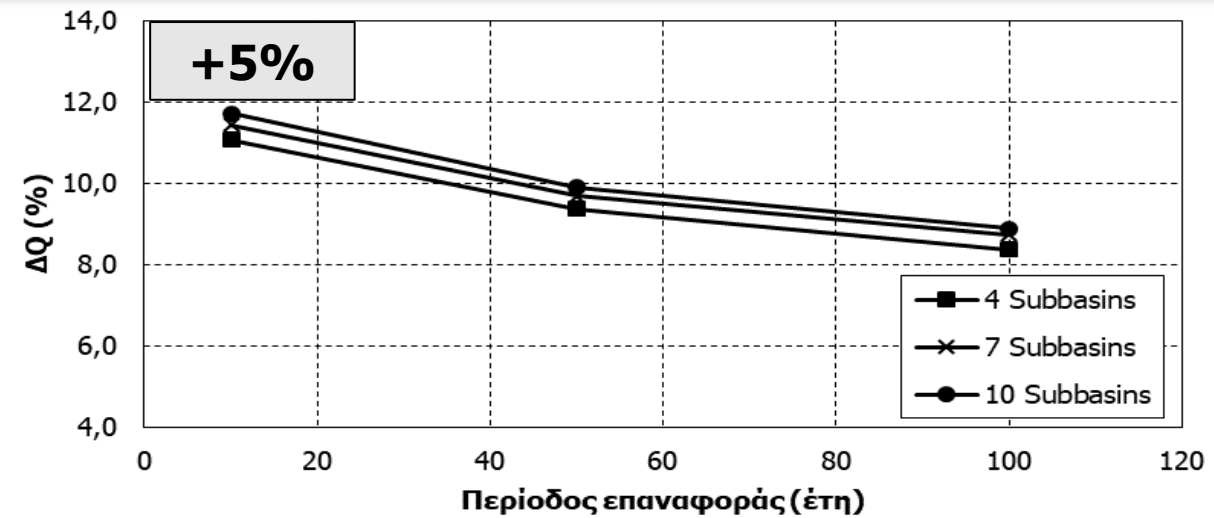
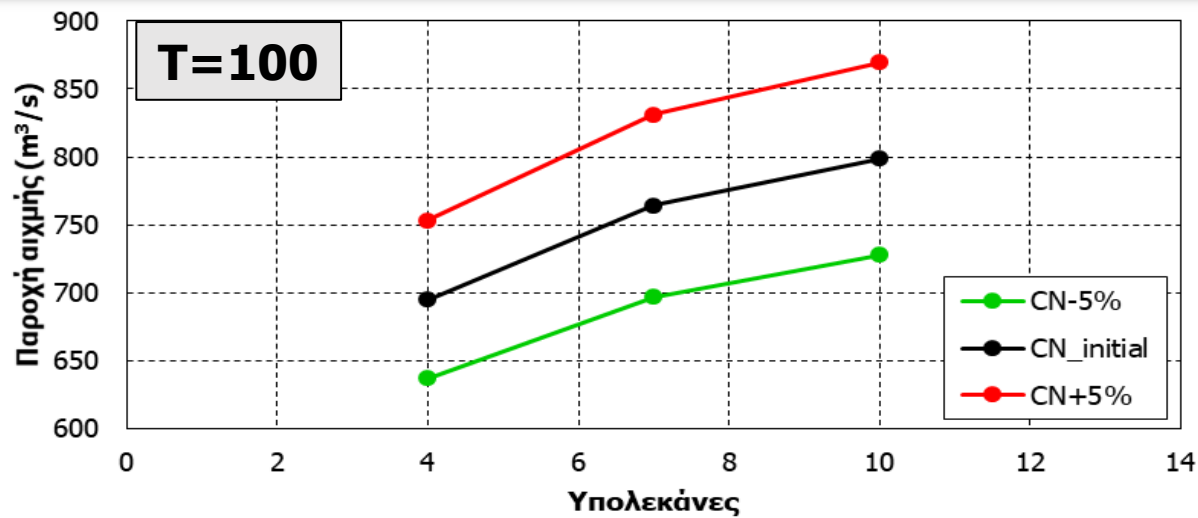
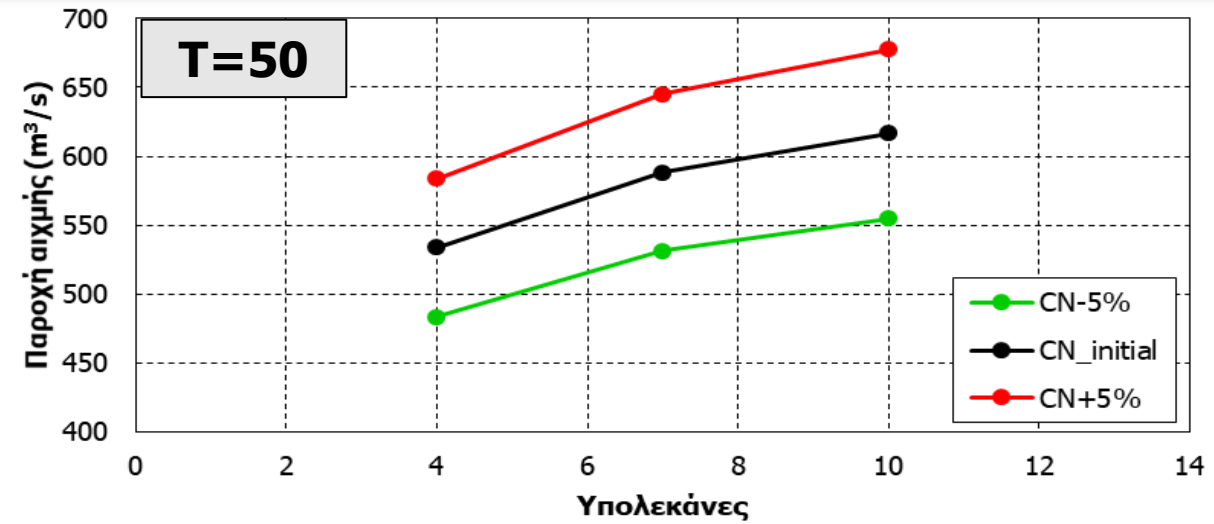
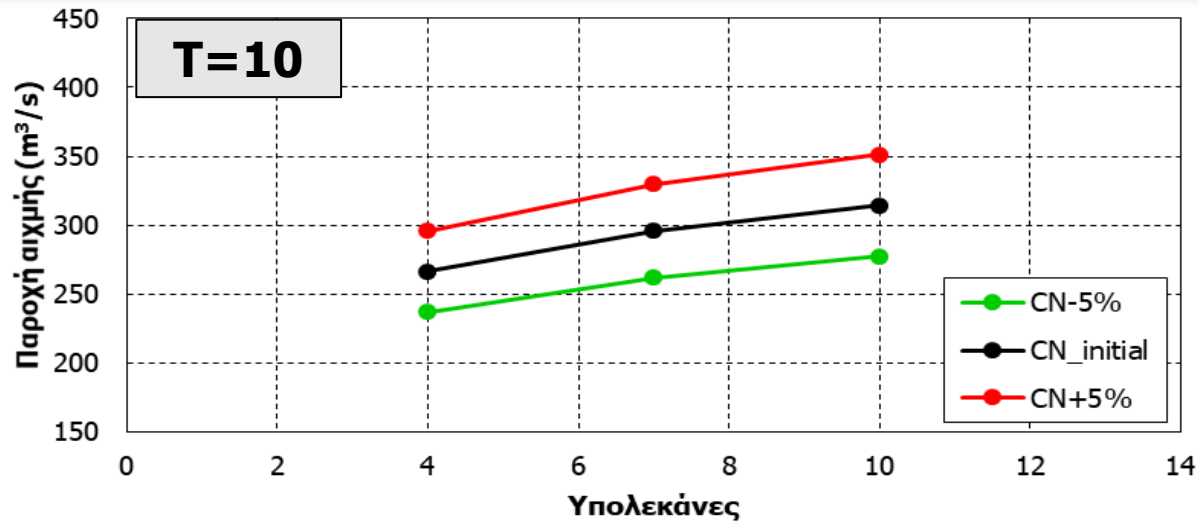
Ως προς ενιαία λεκάνη	T=10	T=500
<b>ΔQ (%)</b>	28-110	22-80
<b>ΔV (%)</b>	3-12	0.1-2.9

- ❑ Όσο πιο αδρομερής είναι η διακριτοποίηση, τόσο μικρότερο είναι το εύρος μεταβολής της παροχής αιχμής και του πλημμυρικού όγκου σε σχέση με τη μεταβολή της βροχής.
- ❑ Για κάθε ύψος βροχής, η σχέση μεταξύ της ποσοστιαίας μεταβολής της παροχής αιχμής ή του πλημμυρικού όγκου και του επιπέδου διακριτοποίησης περιγράφεται από γραμμικούς νόμους, της μορφής: **Δ(%)=ax+b**.



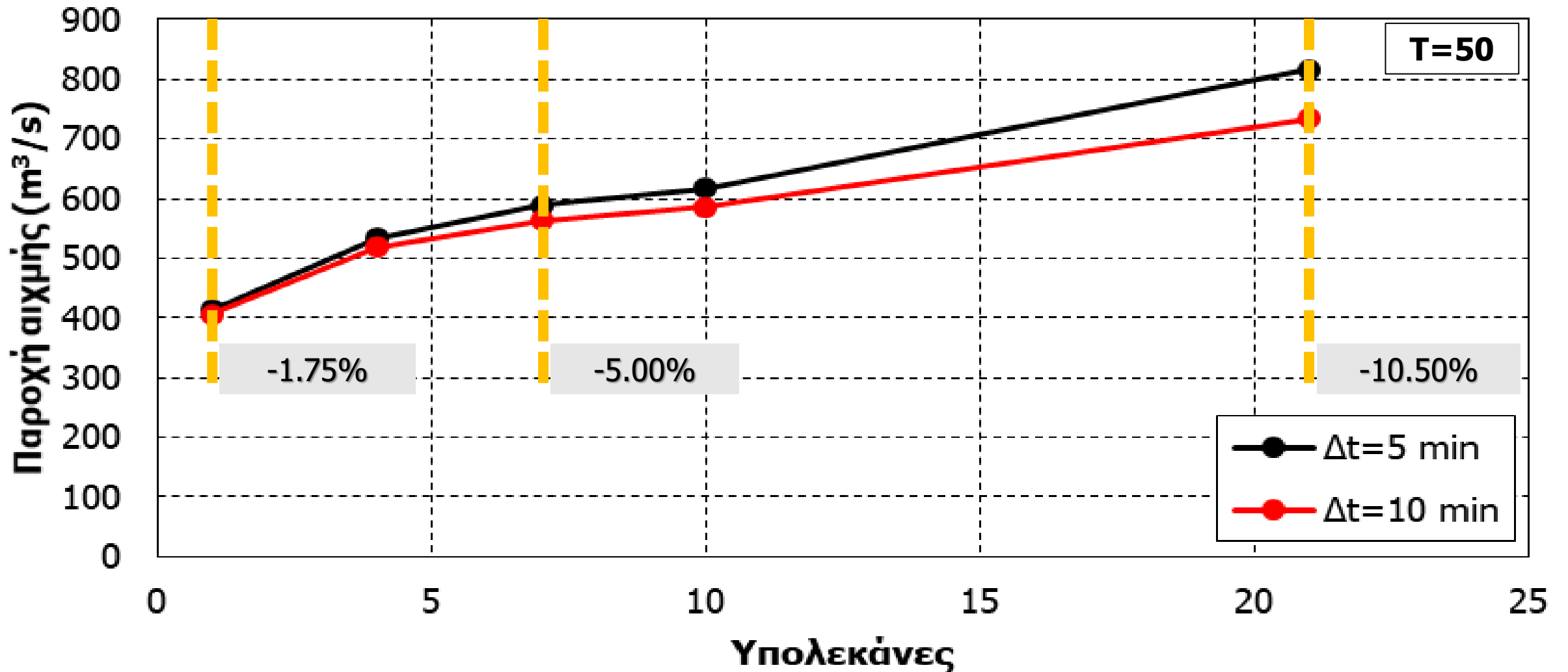






# ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

## ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΧΡΟΝΙΚΟΥ ΒΗΜΑΤΟΣ $\Delta t$







- ❑ Όμοια αποτελέσματα στην θεωρητική και στην πραγματική λεκάνη.
- ❑ Καταγράφεται αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ ενιαίας και διακριτοποιημένης λεκάνης.
- ❑ Η επίδραση του επιπέδου διακριτοποίησης είναι σημαντική στην εκτίμηση παροχής και όγκου.
- ❑ Για κάθε ύψος βροχής: **(α)** Η αιχμή και ο όγκος αυξάνονται όσο αυξάνεται το επίπεδο της διακριτοποίησης, ενώ ο χρόνος εμφάνισης της αιχμής μειώνεται. **(β)**  $\Delta Q > \Delta V$  **(γ)** Ο ρυθμός αύξησης της αιχμής μειώνεται με την πύκνωση της διακριτοποίησης. Η υπερβολικά λεπτομερής διακριτοποίηση σε υπολεκάνες οδηγεί σε προβληματικά αποτελέσματα, υψηλής αβεβαιότητας.
- ❑ Ανεξαρτήτως επιπέδου διακριτοποίησης: **(α)** Με την αύξηση του ύψους βροχής αυξάνεται η παροχή αιχμής και μειώνεται ο χρόνος εμφάνισής της. **(β)** Στα χαμηλά ύψη βροχής, η επίδραση της διακριτοποίησης είναι μεγαλύτερη στα χαρακτηριστικά της πλημμύρας.
- ❑ Στις πιο αδρομερείς διακριτοποιήσεις, είναι μικρότερο το εύρος μεταβολής των μεγεθών σε σχέση με τη μεταβολή της βροχής.
- ❑ Η ευαισθησία των μοντέλων στη μεταβολή του πλάτους και του συντελεστή τραχύτητας είναι ασήμαντη. Μεταξύ αυτών μεγαλύτερη επίδραση έχει ο συντελεστής τραχύτητας. Ο  $CN$  (βλ. και θεωρητική λεκάνη) και το  $\Delta t$  είναι πολύ κρίσιμες παράμετροι. Όσο μικρότερο είναι το ύψος βροχής και όσο περισσότερες είναι οι υπολεκάνες, τόσο πιο ευαίσθητο είναι το μοντέλο στις μεταβολές των παραμέτρων.

- ❑ Βαθμονόμηση των μοντέλων του Νέδοντα
- ❑ Διαφορετικό ΜΥΓ
- ❑ Λεπτομερέστερη προσομοίωση υπόγειων διεργασιών
- ❑ Αναβαθμοί
- ❑ Απόκριση κατάντη υδραυλικών έργων
- ❑ 2D μοντέλα (κατάκλυση περιοχών)
- ❑ Απορροή ≠ Στερεοαπορροή ≠ Εξατμισοδιαπνοή
- ❑ Μελέτη και άλλων λεκανών





- ❑ Braud, J. A., Impact of watershed delineation detail on hydrologic process modeling in low slope areas, LSU Master's Theses, [https://repository.lsu.edu/gradschool\\_theses/3294](https://repository.lsu.edu/gradschool_theses/3294), 3294, 2009.
- ❑ Fernandes, A., A. Lima, J. Barbosa, and L. Assis, The influence of spatial discretization on HEC-HMS modelling: a case study, International Journal of Hydrology, 3, 10.15406/ijh.2019.03.00209, 2019.
- ❑ Hromadka II, T. V., and J. J. DeVries, Kinematic wave routing and computational error, Technical report, 1986.
- ❑ Loague, K. M. and R. A. Freeze, A comparison of rainfall-runoff modeling techniques on small upland catchments, Water Resources Research, 21(2), 229-248, 1985.
- ❑ Mamillapalli, S., R. Srinivasan, J. G. Arnold, and B. A. Engel, Effect of spatial variability on basin scale modeling, In Third International Conference/Workshop on Integrated Remote Sensing Resource Center, established with support from NASA (NAG5-6535), Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling, Santa Fe, New Mexico, National Center for Geographic Information and Analysis, Santa Barbara, CA, USA, January 21-26, 1996.
- ❑ Norris, G., and C. T. Haan, Impact of subdividing watersheds on estimated hydrographs, Soil and Water Division American Society of Agricultural Engineers, 9, 443-445, 1993.
- ❑ Sordo-Ward, A., P. Bianucci, and L. Garrote, Implications of the shape of the design hyetograph in the derived flood frequency distribution, EGU, Vienna, 2012.
- ❑ Sun, J., Y. P. Li, G. H. Huang, and C. X. Wang, Analysis of interactive effects of DEM resolution and basin subdivision level on runoff simulation in Kaidu River Basin, China, Hydrology Research, 48(4), 1100-1117, <https://doi.org/10.2166/nh.2016.332>, August, 2017.
- ❑ Thompson D. B., and T. G. Cleveland, Subdivision of Texas watersheds for hydrologic modeling, Texas Department of Transportation Research Project, 0-5822, 2009.
- ❑ Tripathi, M. P., N. S. Raghuwanshi, and G. P. Rao, Effect of watershed subdivision on simulation of water balance components. Hydrological processes, 20, 1137-1156, 2006.
- ❑ Yu, M., C. Choi, J. Ji, and J. Yi, Analysis of runoff variation according to subbasin division, WIT Transactions on Ecology and the Environment, 159, 179-190, 10.2495/FRIAR120151, 2012.

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



**ΤΕΛΟΣ**

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ!**

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΩΡΙΚΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΝΕΔΟΝΤΑ  
Διπλωματική Εργασία - Επαμεινώνδας Κουτσοκέρας

ΑΘΗΝΑ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2024