



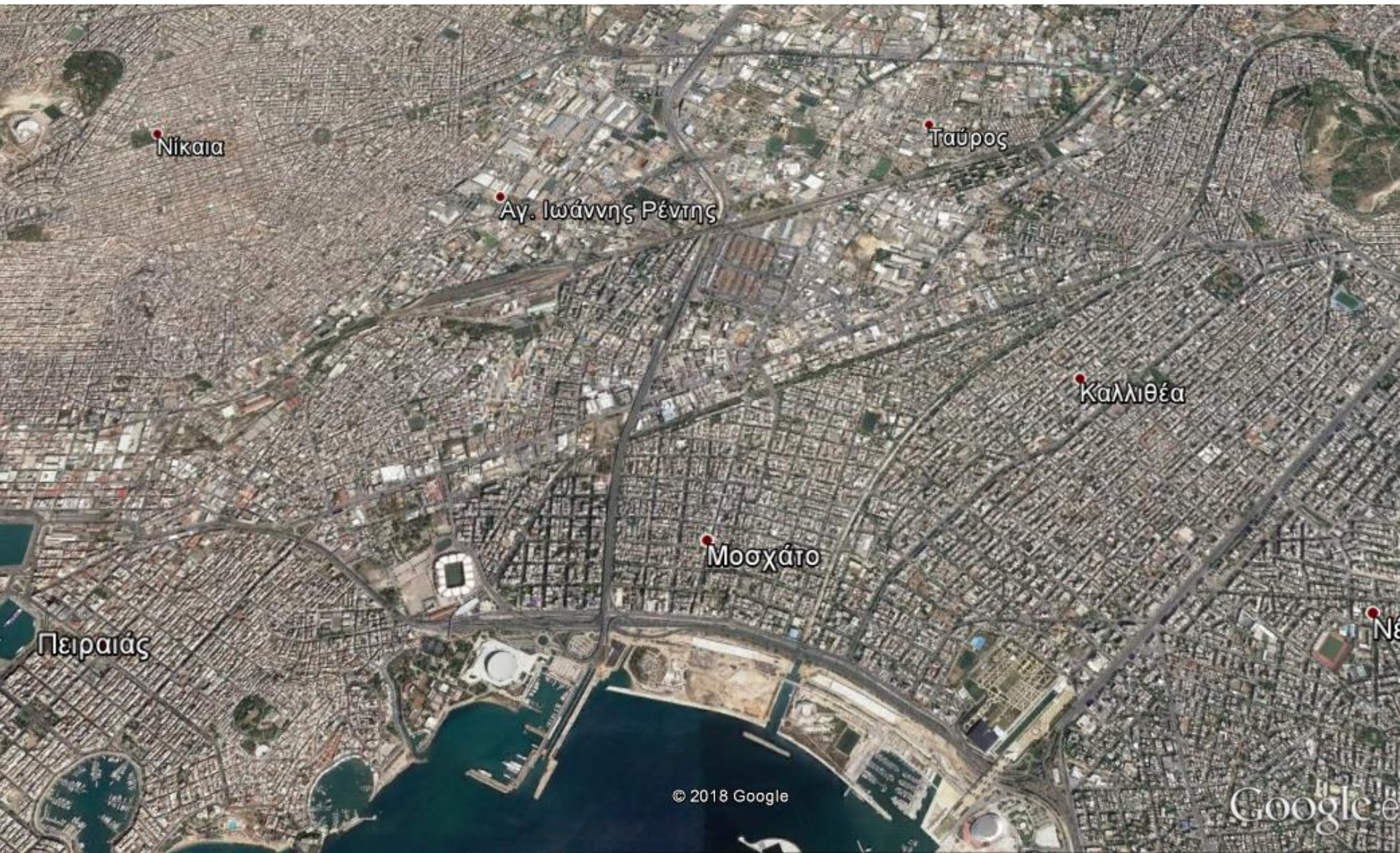
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

# Αστικές πλημμύρες – Η περίπτωση του Κηφισού ποταμού

Αγγελίδης Π., Καθηγητής, Κωτσοβίνος Ν., Ομότιμος Καθηγητής

ΕΑΝΘΗ

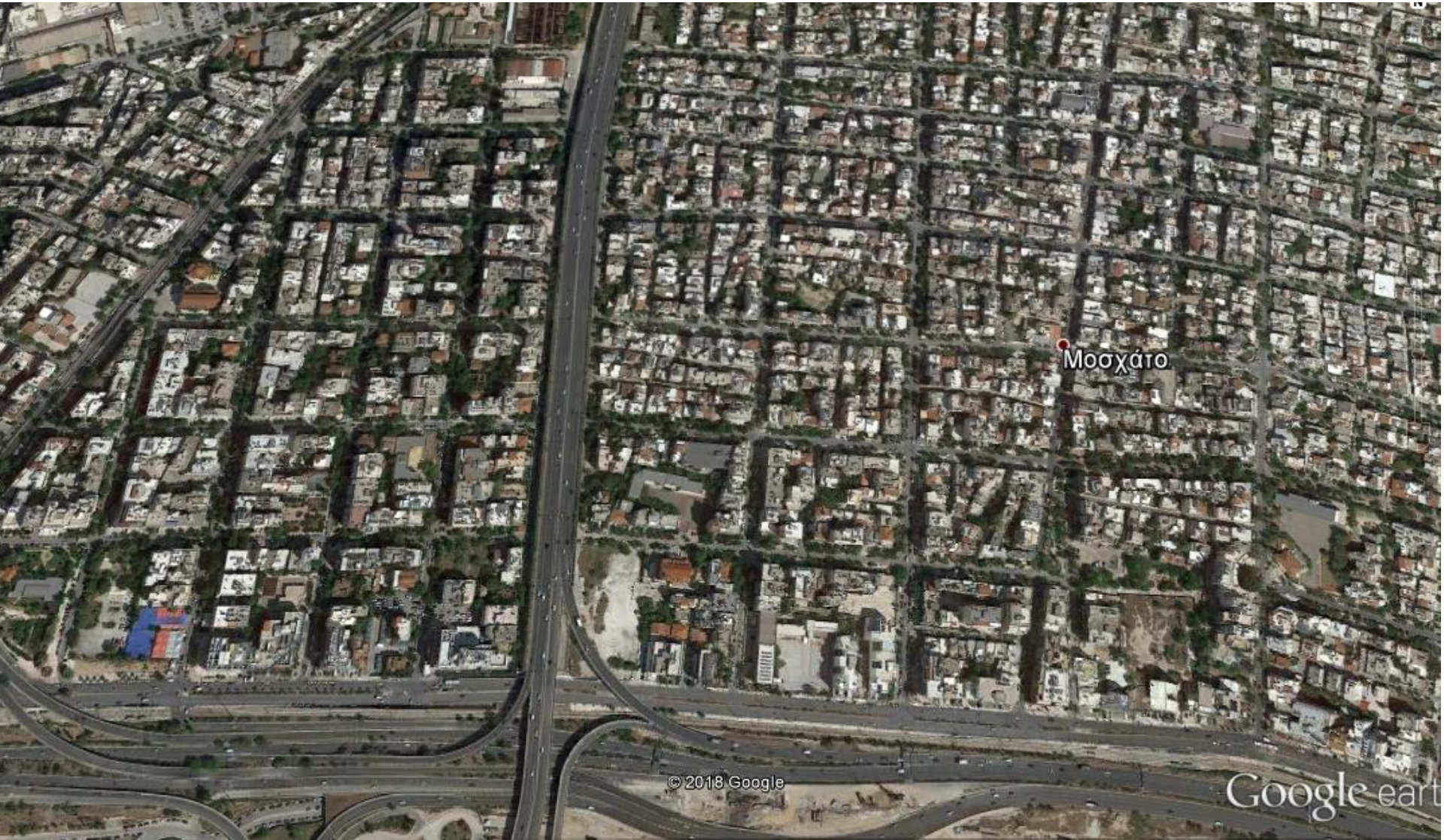
# Περιοχή Μοσχάτου – π. Κηφισός



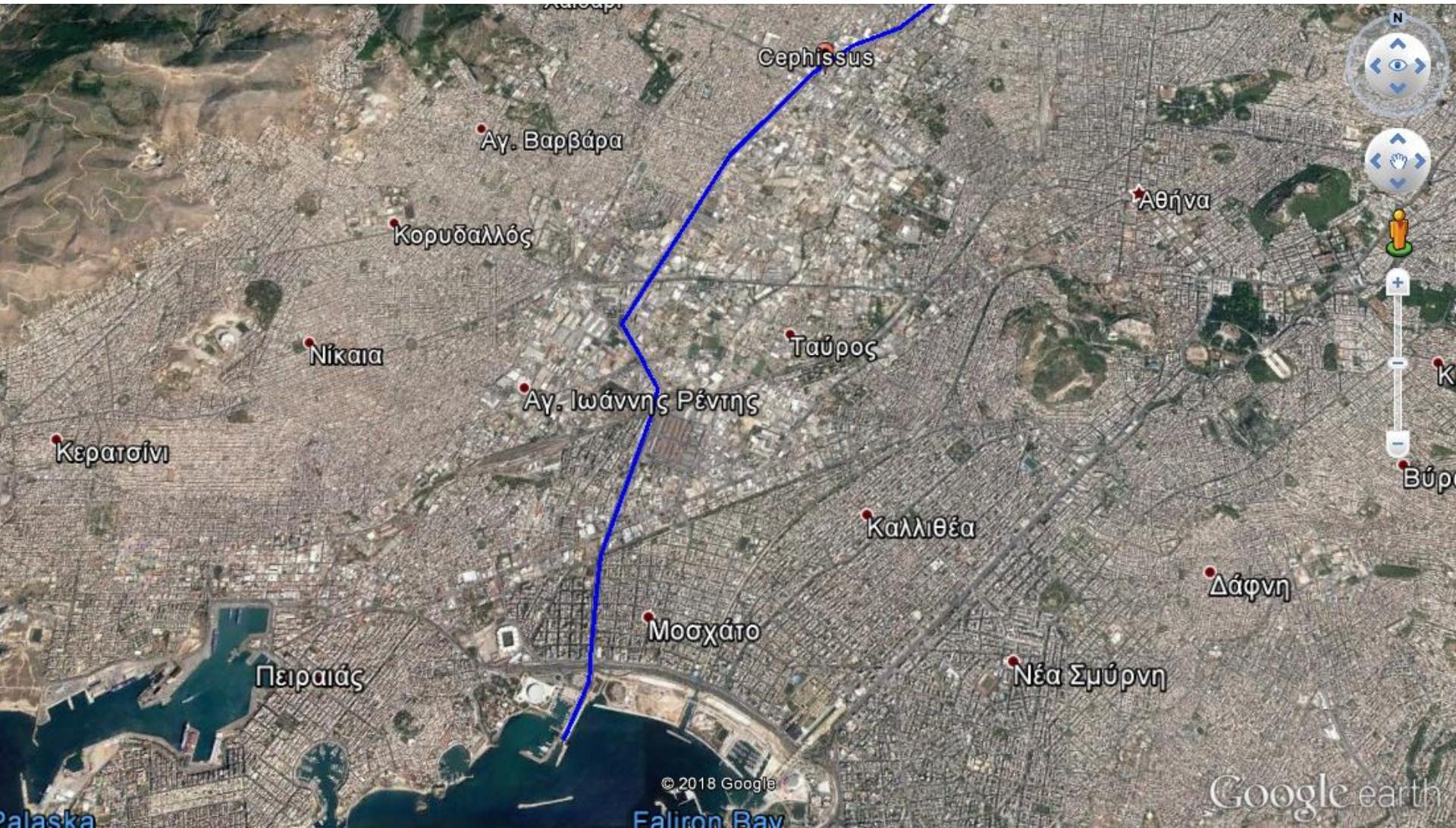
© 2018 Google

Google e

# Περιοχή Μοσχάτου – π. Κηφισός

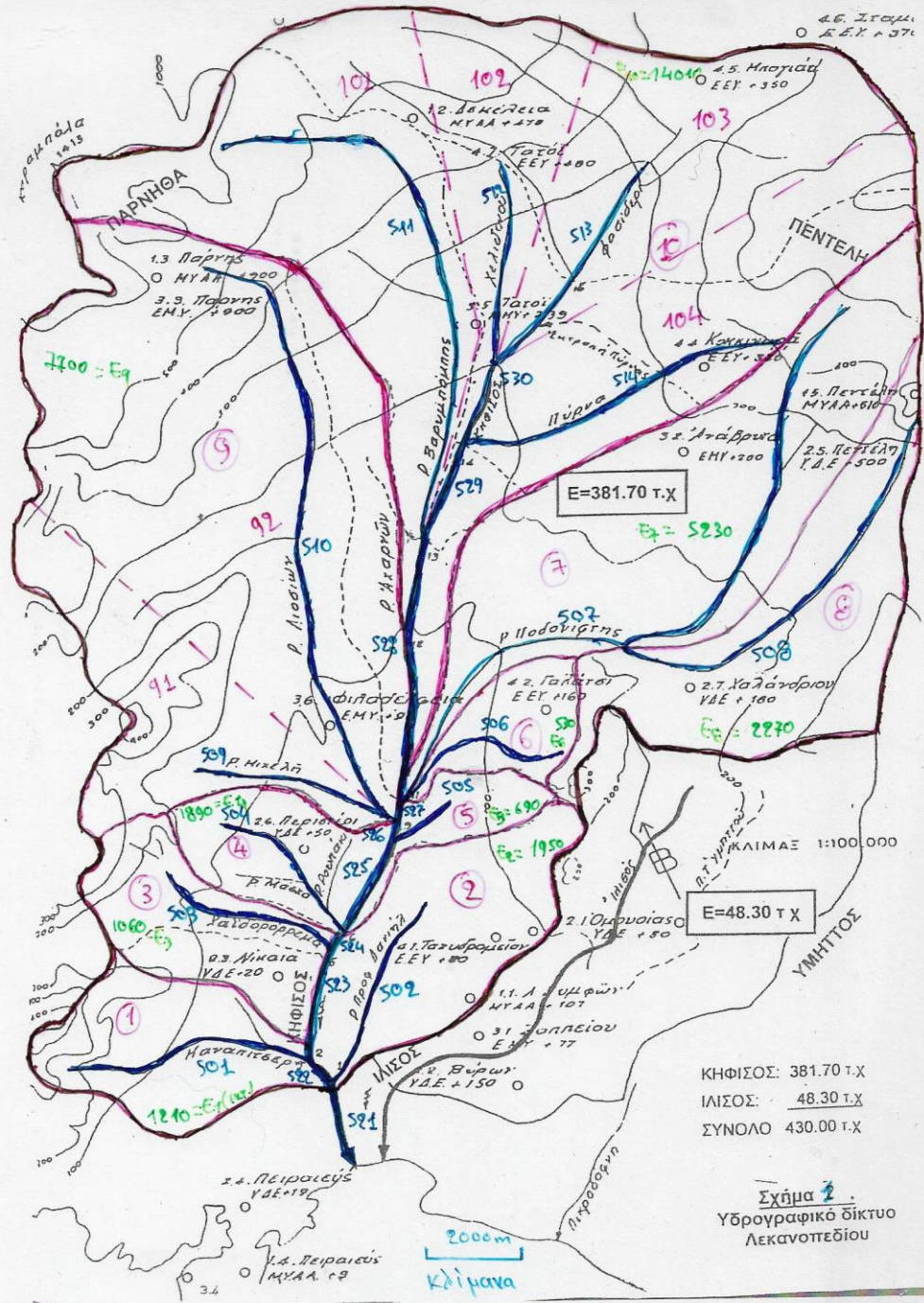


# Περιοχή Μοσχάτου – π. Κηφισός



# Υδρολογική λεκάνη π. Κηφισού

$E=381 \text{ km}^2$



# Μεγάλη πλημμύρα το 1961

Εκείνο το σχετικά κρύο βράδυ της 5ης Νοεμβρίου του 1961, τίποτε δεν προμήνυε τον Αρμαγεδώνα νερού που «χτύπησε» την Αθήνα, λίγο πριν τα μεσάνυχτα.

**Κηφισός και Ιλισσός δεν υπερχείλισαν απλά, αλλά έστειλαν τεράστιους υδάτινους όγκους να κατακλύσουν κυριολεκτικά τις Δυτικές και Βορειοδυτικές συνοικίες της Αθήνας.**

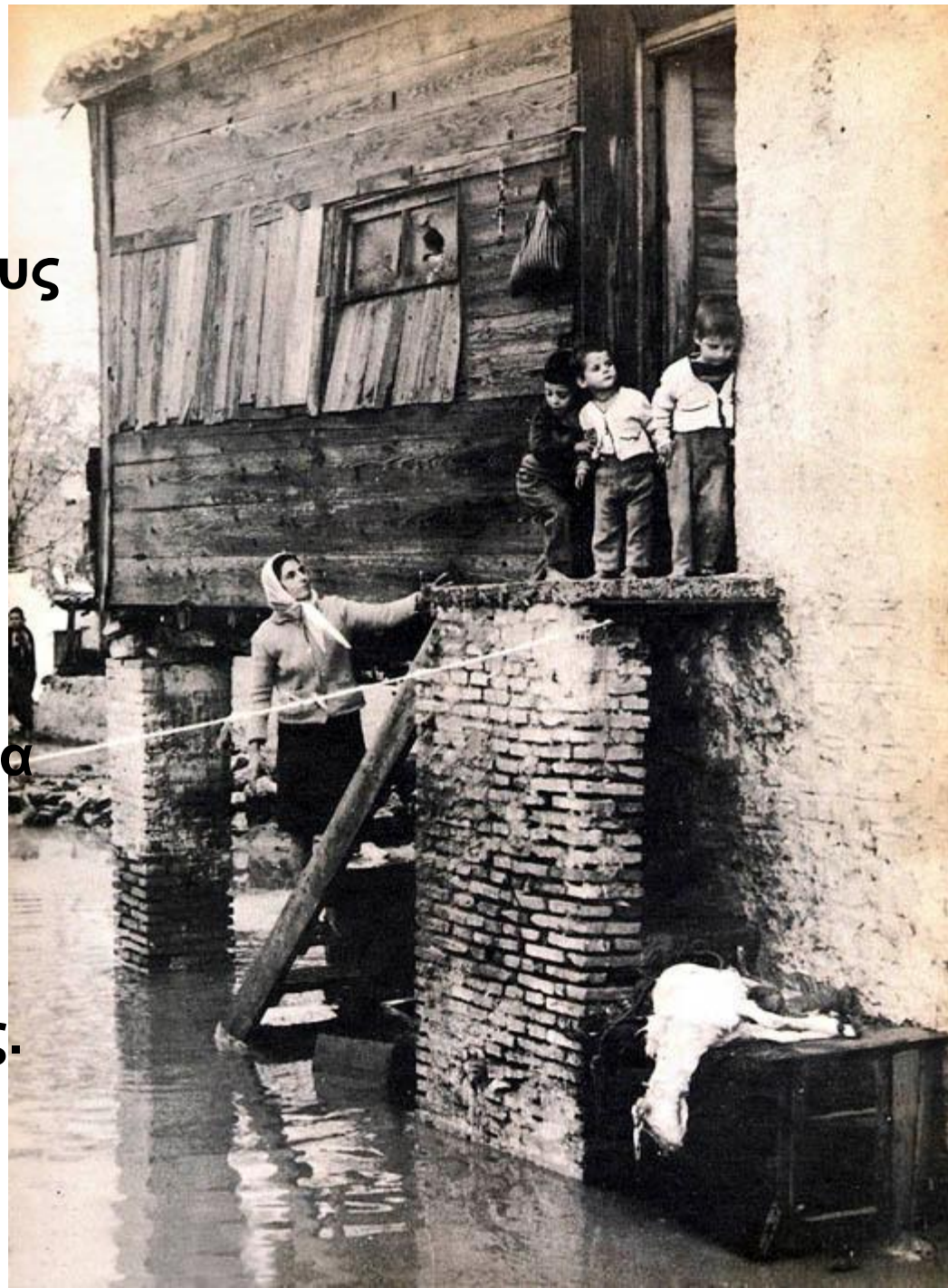
Το Μπουρνάζι, τα Νέα Λιόσια, ο Ταύρος, το Θησείο, το Μοσχάτο, το Φάληρο, η Νίκαια, το Αιγάλεω και ο Ρέντης θύμιζαν ανοχύρωτο πολεμικό μέτωπο μετά από βομβαρδισμό.



## Μεγάλη πλημμύρα το 1961

400 σπίτια κατέρρευσαν, 43 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους και πάνω από 400 τραυματίστηκαν, ενώ πλημμύρισαν πάνω από 4000 κατοικίες και οικήματα.

Στο Μπουρνάζι, την Ανθούπολη και τα Νέα Λιόσια καταμετρήθηκαν τα περισσότερα θύματα, ενώ περισσότερες από 500 οικογένειες, έμειναν άστεγες.



# Μεγάλη πλημμύρα την 2-11-1977

Το ρεύμα κόβεται σταδιακά σε όλη σχεδόν την πόλη, το αεροδρόμιο του Ελληνικού κλείνει, τα δρομολόγια του ηλεκτρικού διακόπτονται, Κηφισός υπερχειλίζει ξανά και χειρουργεία διακόπτονται, ενώ καταρρέει μεγάλο μέρος του δικτύου επικοινωνιών του ΟΤΕ.

Ακολουθούν σκηνές χάους με ανθρώπους να έχουν ανέβει πάνω σε στάσεις λεωφορείων για να σωθούν, άλλους να αγκαλιάζουν κολώνες ενώ στιγμές αλλοφροσύνης εκτυλίσσονται στην Πέτρου Ράλλη, την Πειραιώς, την Χαμοστέρνας, την Ιερά Οδό και την Ποσειδώνος.

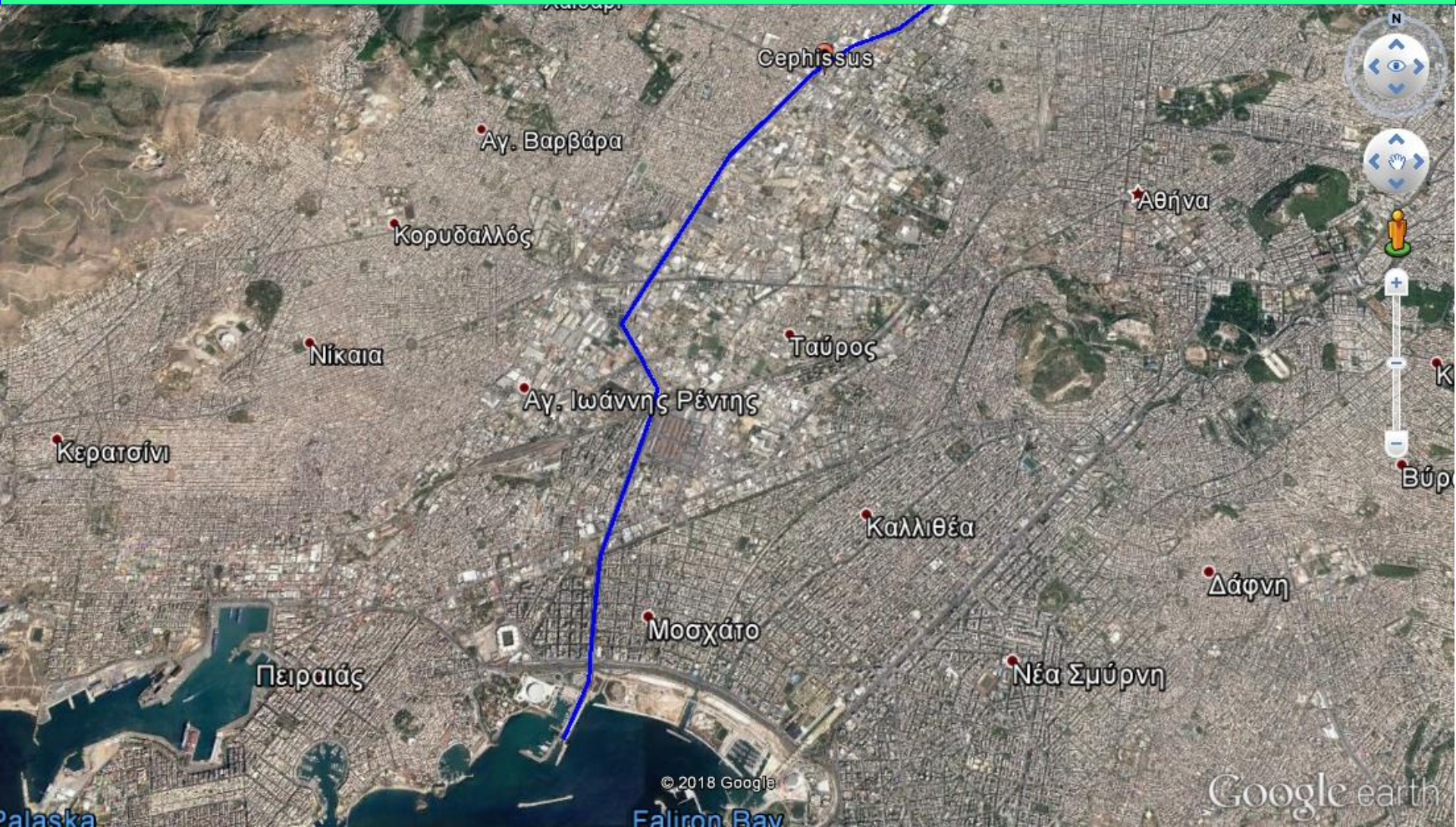


**Ο θλιβερός τελικός απολογισμός είναι 37 ανθρώπινες ζωές, 1900 υπόγεια, σπίτια και καταστήματα πλημμυρισμένα, τεράστιες καταστροφές στους δρόμους και 170 διαλυμένα οχήματα.**



Με το πέρασμα του χρόνου, στην περιοχή του Μοσχάτου, επιτράπηκε η δόμηση, με τον όρο τα σπίτια να έχουν pilotis και με την απαγόρευση των υπογείων.

**Υψόμετρο εδάφους στο Μοσχάτο < υψόμετρο θάλασσας**



**Λόγω της οικιστικής ανάπτυξης των περιοχών, τα τελευταία χιλιόμετρα του π. Κηφισού διευθετήθηκαν**



## Σταδιακή παραβίαση των όρων δόμησης

- Οι πυλωτές χτίστηκαν και έγιναν κατοικήσιμες
- Υπόγεια άρχισαν να χτίζονται παράνομα

**Υψόμετρο εδάφους στο Μοσχάτο < υψόμετρο θάλασσας**



## Συχνές πλημμύρες τη δεκαετία του 90

- Ο Κηφισός υπερχείλιζε αρκετά συχνά
- Υπόγεια και ισόγεια πλημμύριζαν
- Διαμαρτυρίες κατοίκων και πιέσεις για μόνιμη λύση του προβλήματος



# Απόφαση:

- Δημιουργία αυτοκινητόδρομου πάνω από τον ποταμό
- Κατακόρυφη υπερύψωση των οχθών του π. Κηφισού και μεγάλη αύξηση της παροχетеυτικότητάς του

**Πλεονέκτημα: Το έργο ως συγκοινωνιακό ήταν επιλέξιμο για χρηματοδότηση από ευρωπαϊκούς πόρους, ενώ ως υδραυλικό δεν ήταν**



# Καλοκαίρι του 2002

Τρεις μεγάλες κατασκευαστικές εταιρίες (ΒΙΟΤΕΡ, ΑΚΤΩΡ, ΕΥΚΛΕΙΔΗΣ) ανέλαβαν να κατασκευάσουν από 1 km



# Καλοκαίρι του 2002

Εργασίες που έγιναν μέχρι τον Ιούλιο του 2002



# Καλοκαίρι του 2002

Εργασίες που έγιναν μέχρι τον Ιούλιο του 2002





# Καλοκαίρι του 2002

Εργασίες που έγιναν μέχρι τον Ιούλιο του 2002



# Καλοκαίρι του 2002

Εργασίες που έγιναν μέχρι τον Ιούλιο του 2002



# Ισχυρές βροχοπτώσεις το καλοκαίρι 2002

Βροχή 8-7-2002 (13:50 – 15:50)

A/A	Βροχομ. Σταθμός	Συν. ύψος (mm)
1	Πειραιά	22.0
2	Γεωπονικής	94.6
3	Αστεροσκοπείου Αθ.	91.0
4	Φιλαδέλφειας	2.0
5	Αιγάλεω	105.0
6	Γαλασίου	130.0
7	Αστερ.Πεντέλης	20.0
8	Τατοΐου	0.4

Βροχή 18-8-2002 (12:00 – 14:00)

A/A	Βροχομ. Σταθμός	Συν. ύψος (mm)
1	Πειραιά	13.3
2	Γεωπονικής	27.6
3	Αστεροσκοπείου Αθ.	52.0
4	Φιλαδέλφειας	28.3
5	Αιγάλεω	43.0
6	Γαλασίου	42.0
7	Αστερ.Πεντέλης	3.2
8	Τατοΐου	20.0

Βροχή 3-9-2002 (18:08 – 21:08)

A/A	Βροχομ. Σταθμός	Συν. ύψος (mm)
1	Πειραιά	3.0
2	Γεωπονικής	37.8
3	Αστεροσκοπείου Αθ	46.9
4	Φιλαδέλφειας	60.2
5	Πανόρμου	30.0
6	Γαλασίου	50.0
7	Αστερ.Πεντέλης	4.0
8	Τατοΐου	56.0 / 42.9 (*)

Βροχή 7-11-2002 (14:20 – 17:20)

A/A	Βροχομ. Σταθμός	Συν. ύψος (mm)
1	ΕΜΠ	44.2
2	Γεωπονικής	38.8
3	Αστεροσκοπείου Αθ.	60.0
4	Φιλαδέλφειας	33.3
5	Αιγάλεω	62.2
6	Περιστερίου	53.6
7	Τατοΐου	16.6

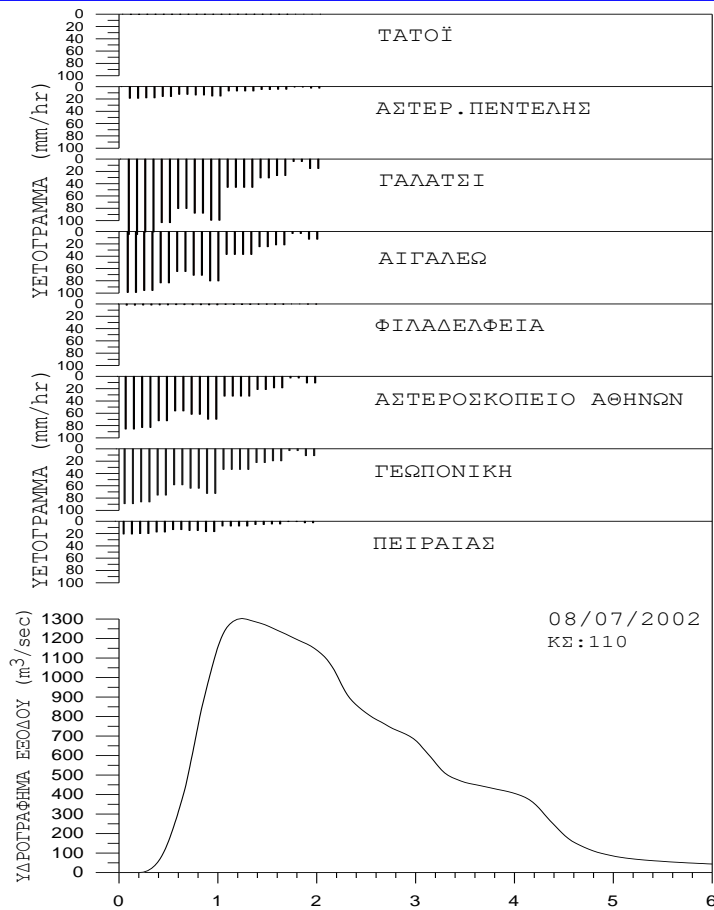
# Μεγάλες πλημμύρες στο Μοσχάτο

Το Εργαστήριο Υδραυλικής του ΔΠΘ ανέλαβε να διερευνήσει αν τα τεχνικά έργα, που είχαν γίνει μέχρι τότε, ήταν η αιτία για τις πλημμύρες αυτές



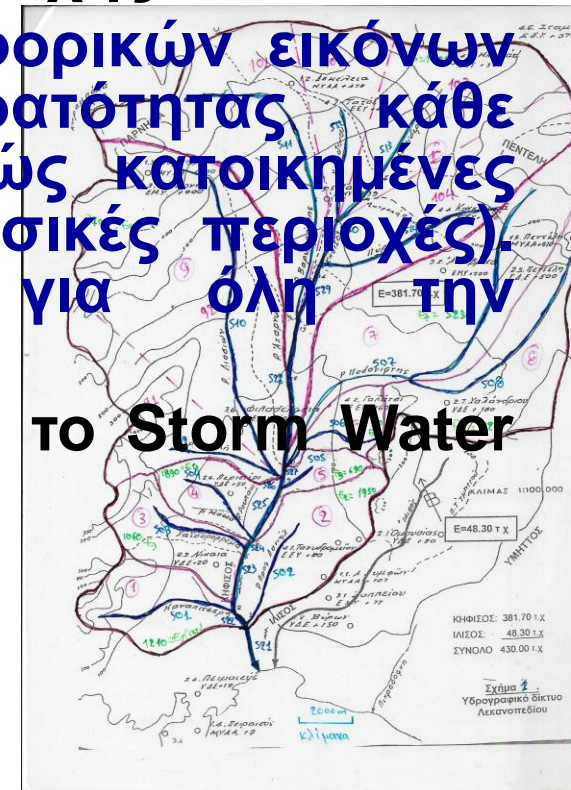
# Η διερεύνηση είχε 2 σκέλη:

1. Να προσδιοριστεί για την κάθε βροχή, ποιο ήταν το υδρογράφημα που έφτασε στο τελευταίο τμήμα του. Π. Κηφισού
2. Να γίνει το φυσικό ομοίωμα του ποταμού στο εργαστήριο και να γίνει εργαστηριακή προσομοίωση



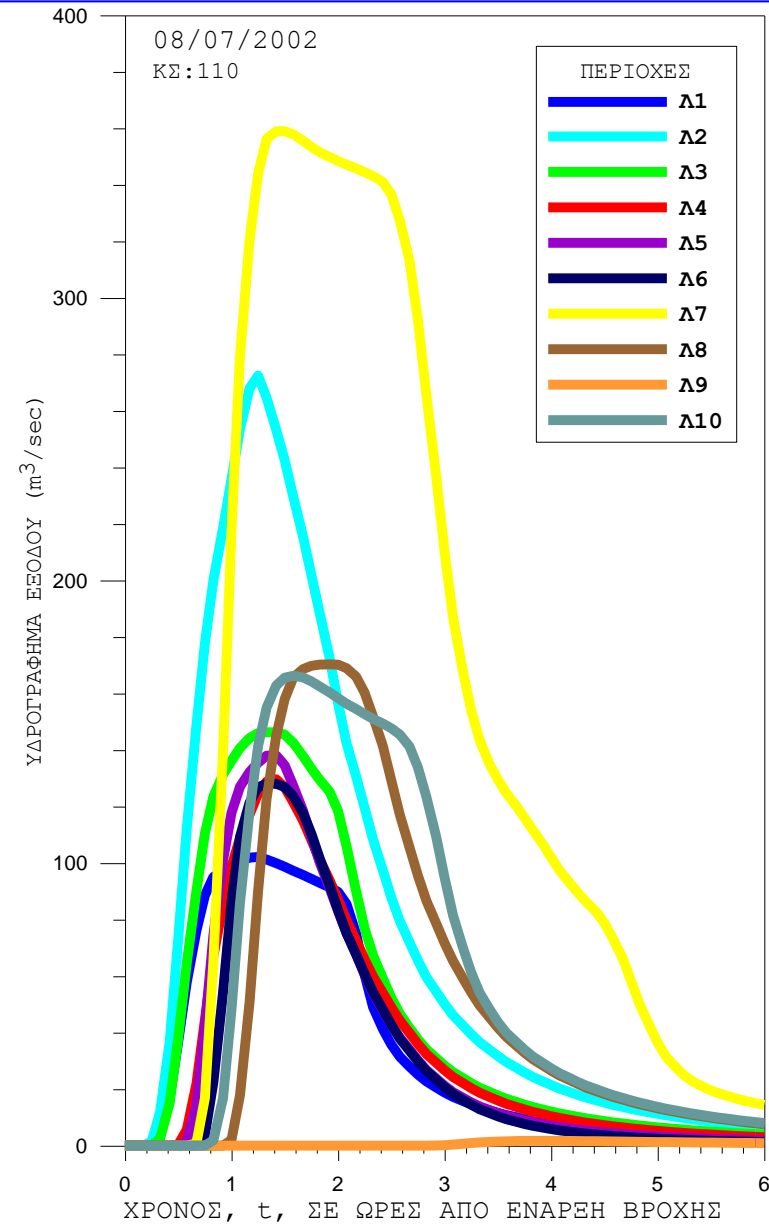
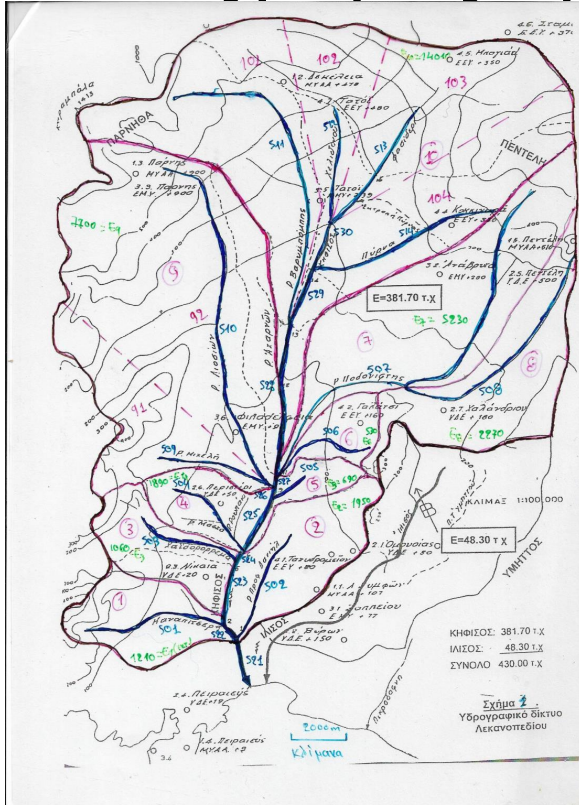
# ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

- Με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (G.I.S.) διαιρέθηκε σε 73 ομογενείς υποπεριοχές
- Η κάθε υποπεριοχή κωδικοποιήθηκε και αντιστοιχήθηκε με έναν ανοιχτό αγωγό, που συλλέγει την επιφανειακή απορροή της
- Με τη βοήθεια G.I.S. υπολογίσθηκε το εμβαδόν, η μέση κλίση, το μέσο πλάτος της κάθε υποπεριοχής
- Με τη βοήθεια των χαρτών και δορυφορικών εικόνων εκτιμήθηκαν τα ποσοστά αδιαπερατότητας κάθε υποπεριοχής (από 95% για τις αμιγώς κατοικημένες περιοχές έως 15% για τις κυρίως δασικές περιοχές). Μέσο ποσοστό αδιαπερατότητας για όλη την υδρολογική λεκάνη 62%.
- Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε είναι το Storm Water Management Model (SWMM)



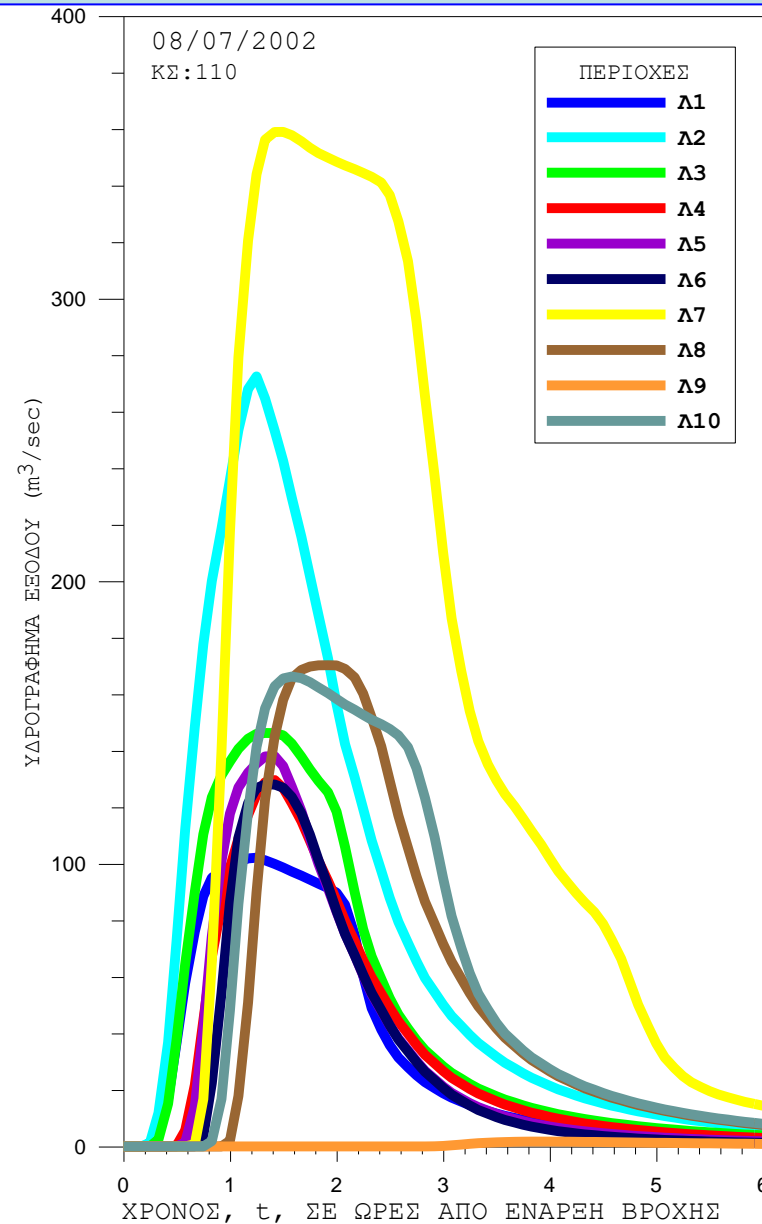
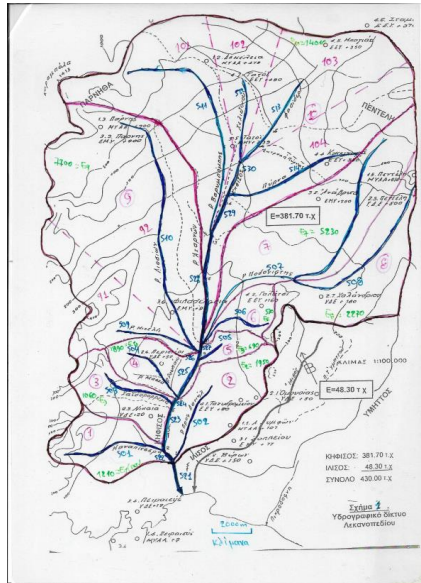
# ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

Η **διευθέτηση** ρεμάτων και η ελάττωση συνεπώς του συντελεστή **τραχύτητας** έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη διόδευση της απορροής και την εμφάνιση μεγάλων παροχών αιχμής λόγω της **ταχύτατης συρροής** των υδάτινων ποσοτήτων ακόμα και από τις μακρινές περιοχές



# ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

Στη δημιουργία των αιχμών παροχής συμμετέχουν – ανάλογα με τα ύψη βροχής – τόσο οι πλησιέστερες νότιες περιοχές, όσο και οι πιο απομακρυσμένες βόρειες περιοχές. Αυτό βεβαίως δεν σημαίνει ότι συμπίπτουν ταυτόχρονα οι αιχμές παροχής από τις βόρειες και νότιες περιοχές, αλλά στην αιχμή της μιας περιοχής συμβάλει σημαντική παροχή από το ανιόν ή κατιόν σκέλος του υδρογραφήματος της άλλης περιοχής.



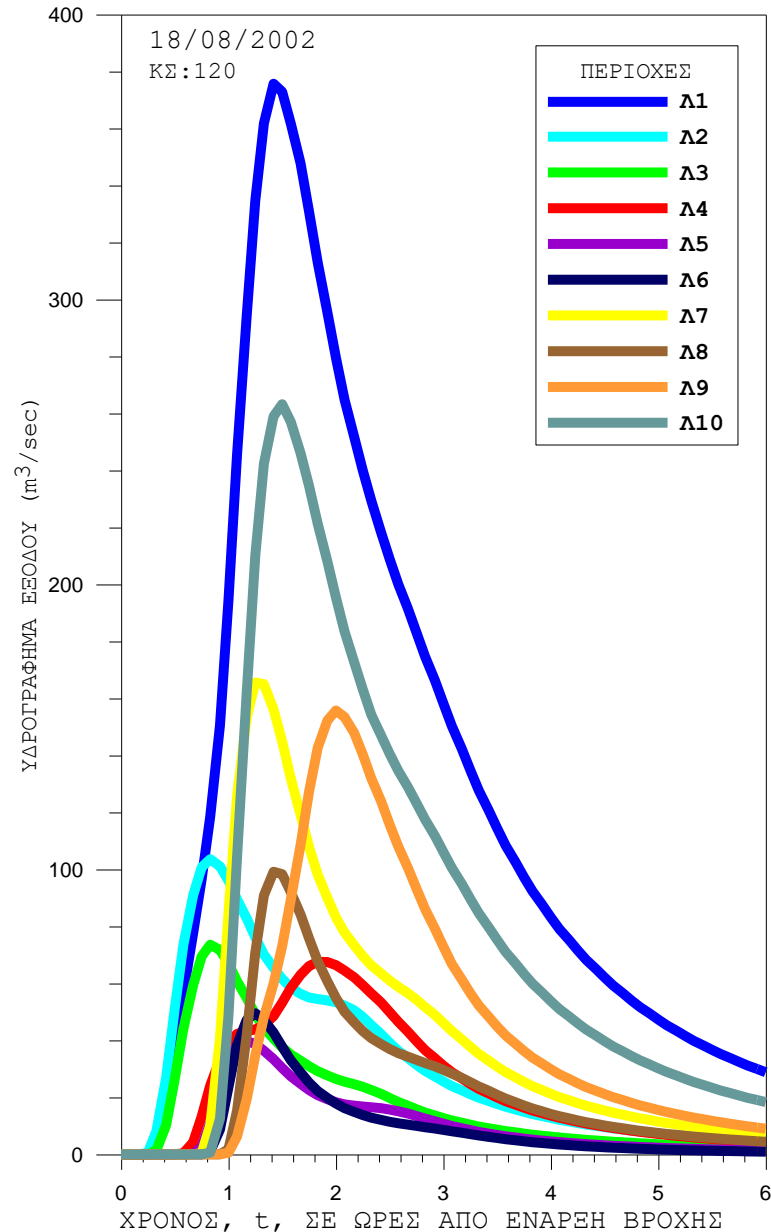


# ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

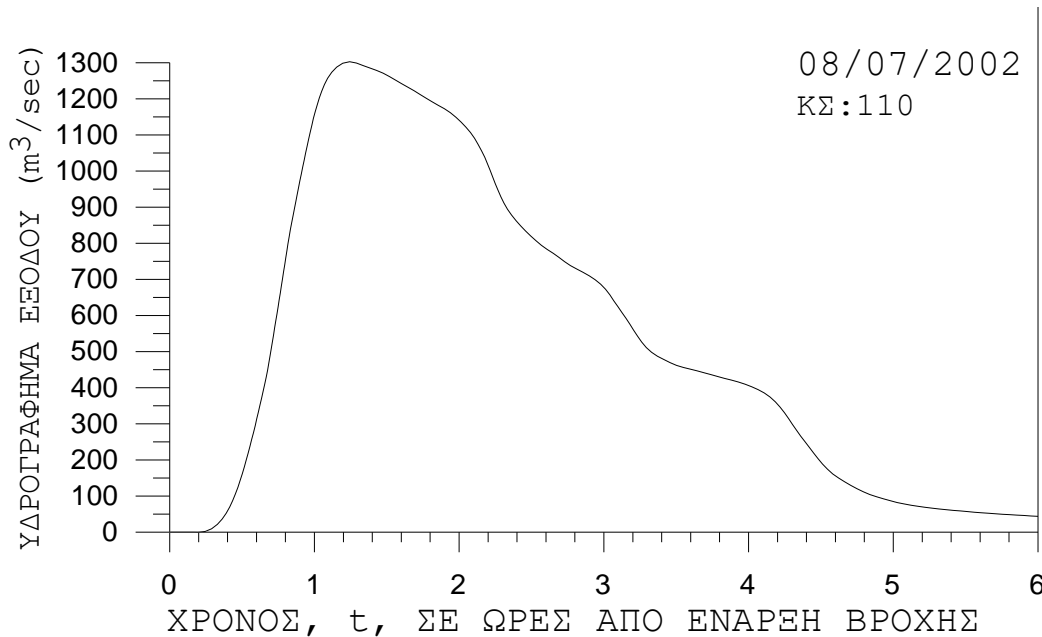
Ο υψηλός βαθμός **αστικοποίησης** της υδρολογικής λεκάνης του Κηφισού, δηλαδή η μετατροπή χρήσης γης από φυσική σε κατοικίσιμη, έχει αυξήσει το ποσοστό **αδιαπερατότητας**, με αποτέλεσμα την αναπόφευκτη αύξηση του όγκου της απορροής.

Το ποσοστό **αδιαπερατότητας** στο σύνολο της εξεταζόμενης υδρολογικής λεκάνης υπολογίσθηκε σε 62%.

Έτσι **φυσικές επιφάνειες εδάφους** μετατράπηκαν με την αστικοποίηση σε **στέγες, δρόμους, πεζοδρόμια, κ.λπ.** εκμηδενίζοντας τη δυνατότητα διήθησης και επιφανειακής αποθήκευσης μέρους της απορροής



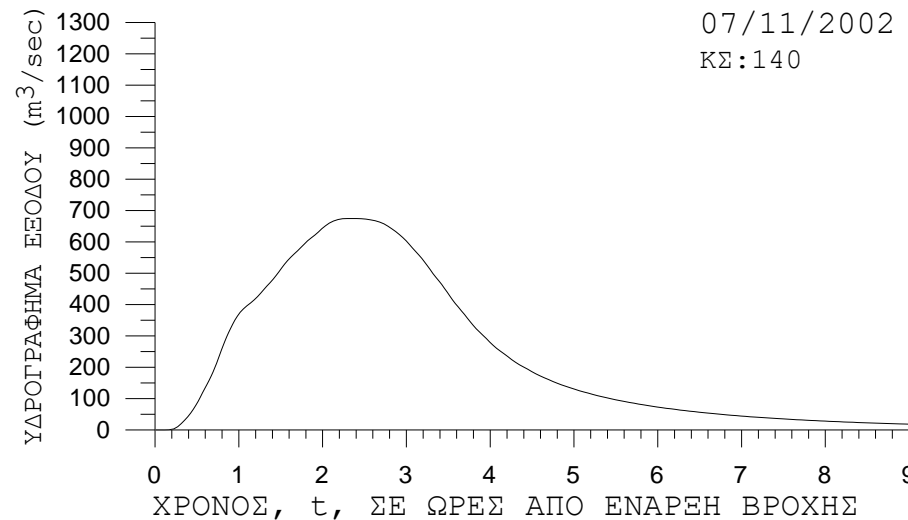
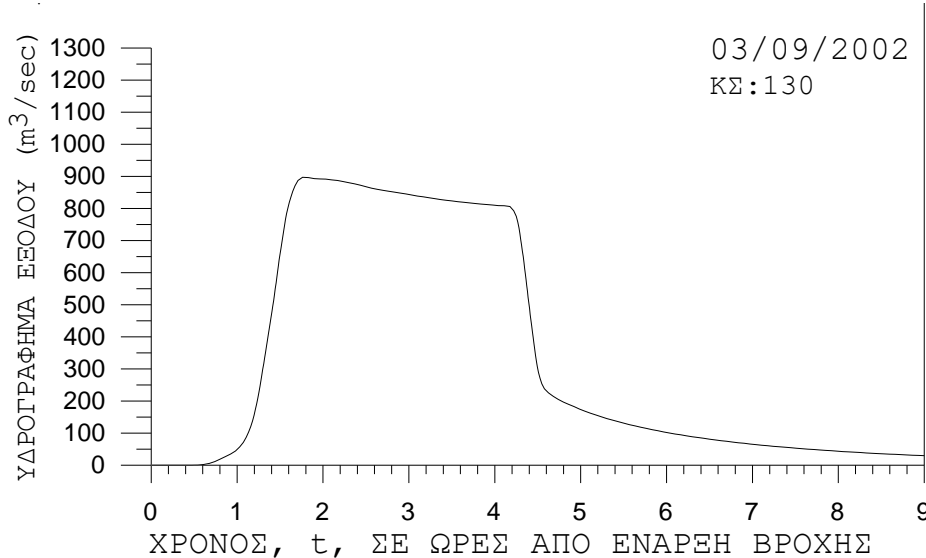
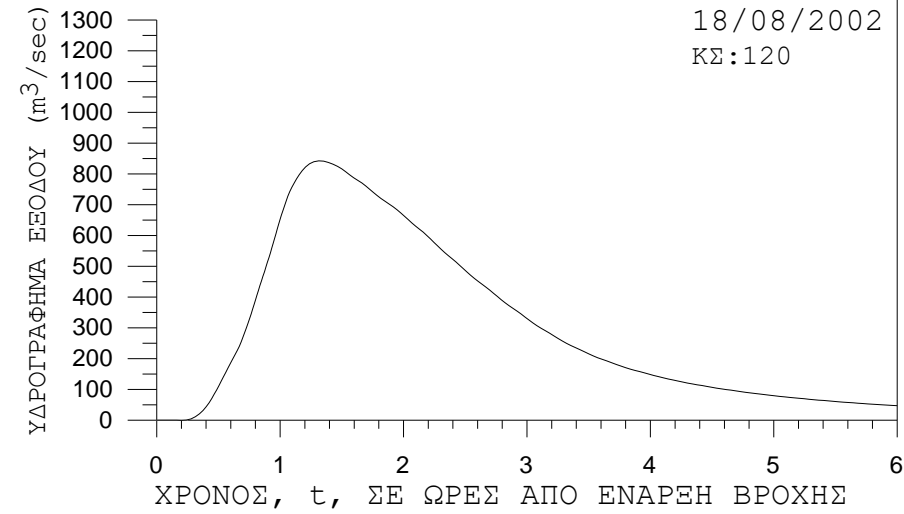
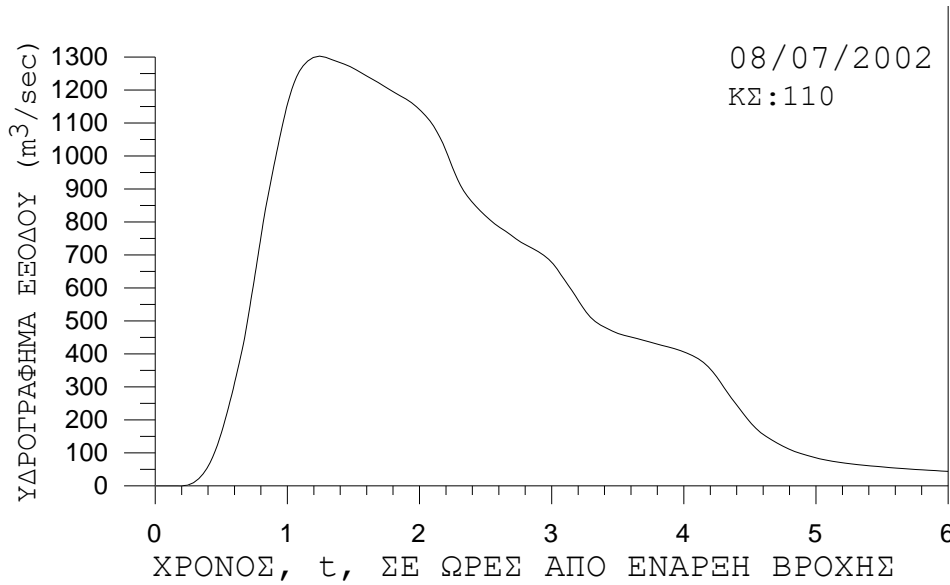
# ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ



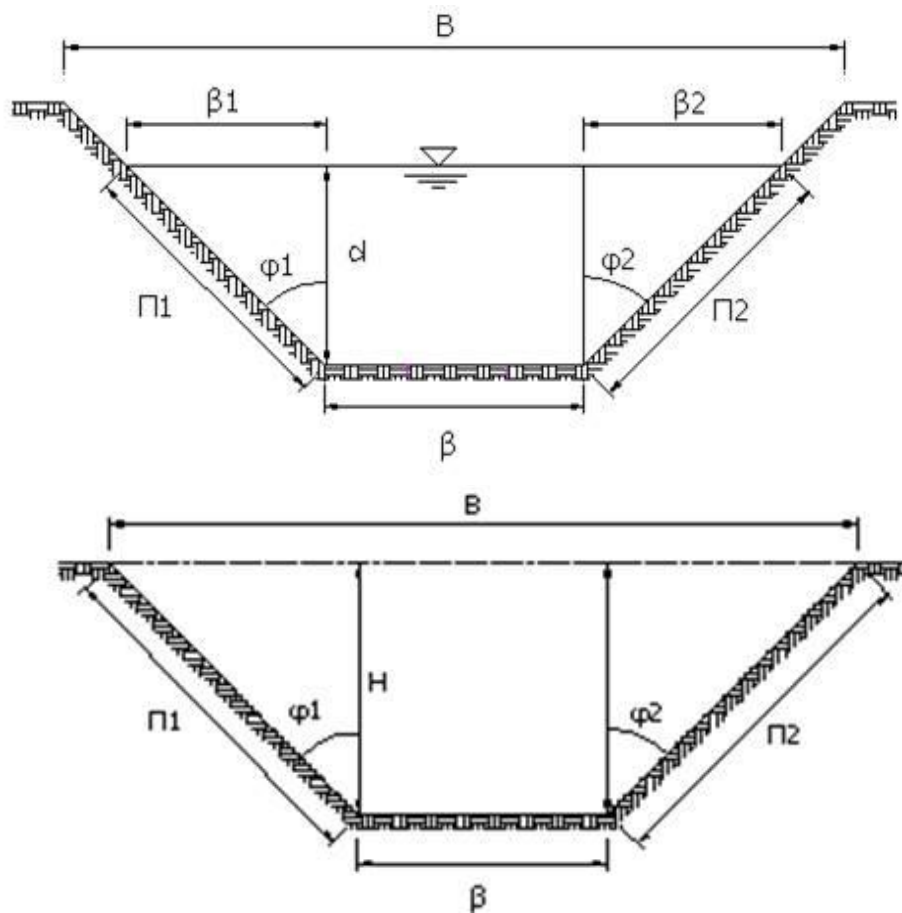
- Η παροχή στη γέφυρα της Αγίας Άννης υπολογίσθηκε σε 1032 m<sup>3</sup>/sec
- Η παροχή αυτή αν και φαίνεται μεγάλη στην πραγματικότητα είναι η παροχή η οποία απαιτείται για την υπερχείλιση της γέφυρας της Αγίας Άννης, όπου λόγω της σχετικά μεγάλης κλίσης (1%) η ταχύτητα φτάνει τα 11 m/sec.

# ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΥΔΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ ΚΗΦΙΣΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

Επιβεβαίωση αποτελεσμάτων από τα ίχνη διαβροχής και φωτό



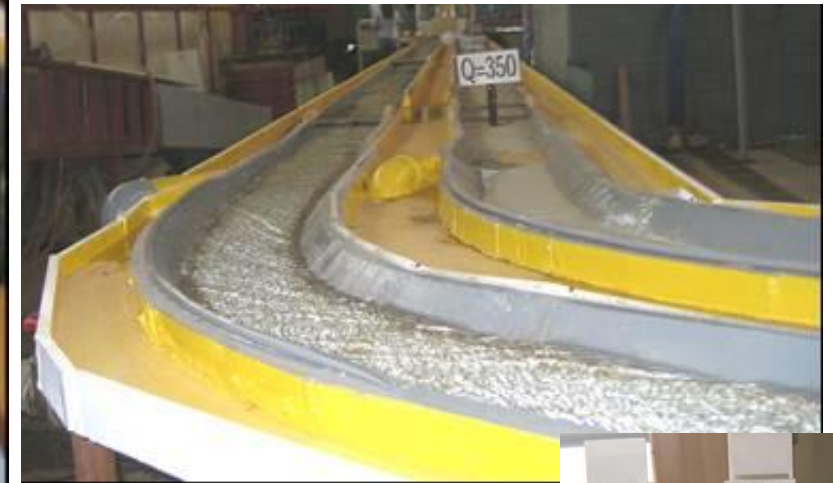
# Πειραματική προσομοίωση



Έγιναν 2 ομοιώματα:

- Χωρίς καμία παρέμβαση
- Με τις παρεμβάσεις που έγιναν μέχρι την ημέρα που έβρεξε

# Πειραματική προσομοίωση



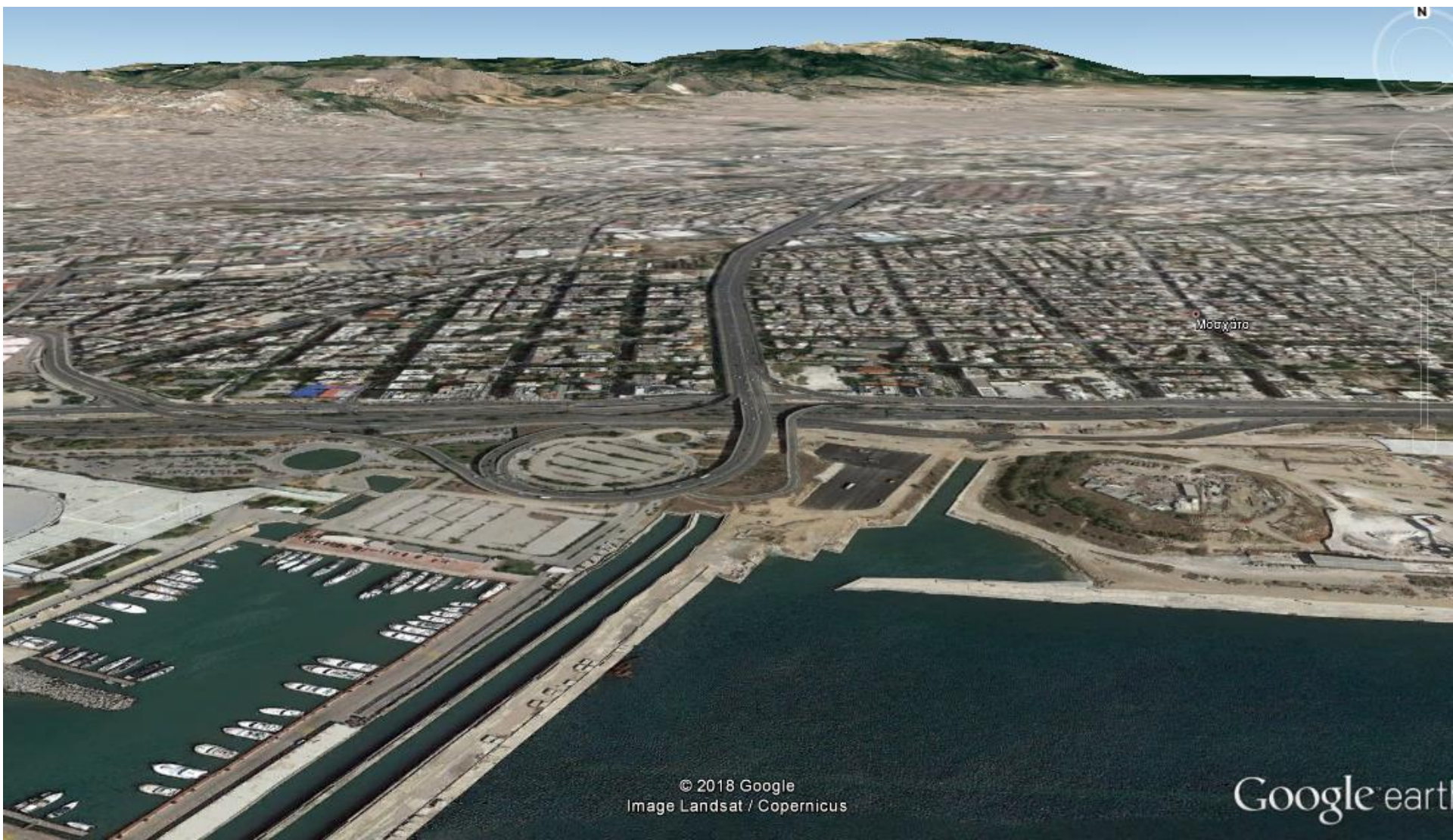
# Πειραματική προσομοίωση

- Διαπιστώθηκε, ότι χωρίς καμία παρέμβαση, η παροχτευτικότητα του π. Κηφισού ήταν  $300 \text{ m}^3/\text{s}$
- Οι πλημμυρικές παροχές που εισήλθαν ήταν:
  - $1300 \text{ m}^3/\text{s}$  την 08-07-2002
  - $900 \text{ m}^3/\text{s}$  την 18-08-2002
  - $850 \text{ m}^3/\text{s}$  την 03-09-2002
  - $650 \text{ m}^3/\text{s}$  την 07-11-2002
- Οι παρεμβάσεις που έγιναν μέχρι πριν από κάθε βροχή, δεν επηρέασαν τις πλημμύρες, καθώς ήταν μικρές, και όπου ήταν σοβαρότερες, είχε διευρυνθεί η διατομή



# Σημερινή κατάσταση

- Ωραίος αυτοκινητόδρομος, πολύ σημαντικός
- Δυνατότητα παροχέτευσης πλημμύρας  $>1000 \text{ m}^3/\text{s}$



# Σημερινή κατάσταση

- Ωραίος αυτοκινητόδρομος, πολύ σημαντικός
- Δυνατότητα παροχέτευσης πλημμύρας  $>1000 \text{ m}^3/\text{s}$





# Σημερινή κατάσταση

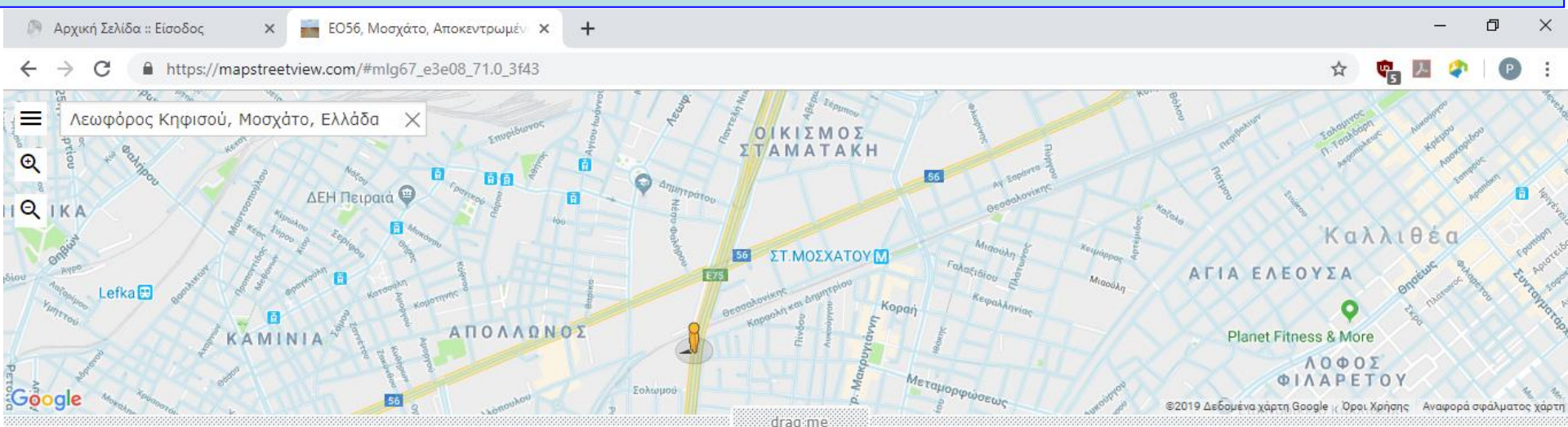
- Ωραίος αυτοκινητόδρομος, πολύ σημαντικός
- Δυνατότητα παροχέτευσης πλημμύρας  $>1000 \text{ m}^3/\text{s}$

Ποσειδών 103 47, Ελλάδα



# Σημερινή κατάσταση

- Ωραίος αυτοκινητόδρομος, πολύ σημαντικός
- Δυνατότητα παροχέτευσης πλημμύρας  $>1000 \text{ m}^3/\text{s}$



E056, Μοσχάτο, Αποκεντρωμένη Διοίκηση Αττικής



# Σημερινή κατάσταση

- Ωραίος αυτοκινητόδρομος, πολύ σημαντικός
- Δυνατότητα παροχέτευσης πλημμύρας  $>1000 \text{ m}^3/\text{s}$