



6ο Πανελλήνιο Γεωγραφικό Συνέδριο της Ελληνικής  
Γεωγραφικής Εταιρείας, Θεσσαλονίκη, 3-6 Οκτωβρίου 2002



## Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΦΕΡΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΕΣ ΩΣ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟΝ ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ

Δ. Ζαρρής<sup>(1)</sup>, Ε. Λυκούδη<sup>(2)</sup> & Δ. Κουτσογιάννης<sup>(1)</sup>

*<sup>(1)</sup> Τομέας Υδατικών Πόρων, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο  
Πολυτεχνείο, Ηρώων Πολυτεχνείου 5, Αθήνα 15780,*

*E-mail: zarris@itia.ntua.gr*

*<sup>(2)</sup> Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Τμήμα Μηχανικών Μεταλλείων & Μεταλλουργών,  
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Ηρώων Πολυτεχνείου 7, Αθήνα 15780,*

*E-mail: mmgpel@central.ntua.gr*

## Επιπτώσεις αποθέσεων φερτών υλικών σε ταμιευτήρες

- Μείωση του ωφέλιμου αποθηκευτικού όγκου νερού
- Πιθανότητα καταστροφής Η/Μ εξοπλισμού των ΥΗΣ (σε περίπτωση υδροηλεκτρικών έργων)
- Προβλήματα στην ποιότητα των υδάτων (από ρυπαντές προσροφημένους στα φερτά υλικά)
- Γεωμορφολογικές επιπτώσεις στο δέλτα των ταμιευτήρων (π.χ. πιθανότητα αύξησης συχνότητας πλημμυρών)

# Ερευνητική μεθοδολογία

- Υδρογραφική αποτύπωση ταμιευτήρα με χρήση DGPS και ηχοβολιστικού βυθόμετρου
- Ψηφιοποίηση αρχικών τοπογραφικών υποβάθρων (πριν την κατασκευή του φράγματος) κλίμακας 1:5000
- Κατασκευή ψηφιακών μοντέλων αναγλύφου και εξαγωγή όγκου αποθέσεων με υψομετρική αφαίρεση των αντίστοιχων ΨΜΑ

## Περισσότερες πληροφορίες...

1. Δημιουργία κανάβου μεγέθους 6 m \* 6 m
2. Τριγωνισμός με γραμμική παρεμβολή



- Διενέργεια δύο δειγματοληπτικών πλωτών γεωτρήσεων στον κλάδο του Αχελώου, βάθους 20 m η καθεμία

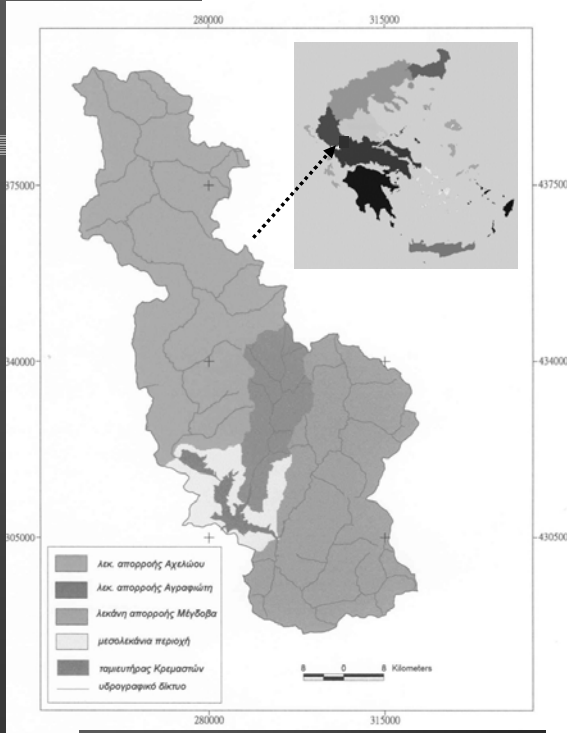
- Προσδιορισμός της σύστασης των φερτών υλικών, εκτίμηση της πυκνότητάς τους καθώς και των φυσικών και μηχανικών ιδιοτήτων τους
- Υπολογισμός της μάζας των αποθέσεων των φερτών υλικών για το διάστημα λειτουργίας του έργου (34 έτη)

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

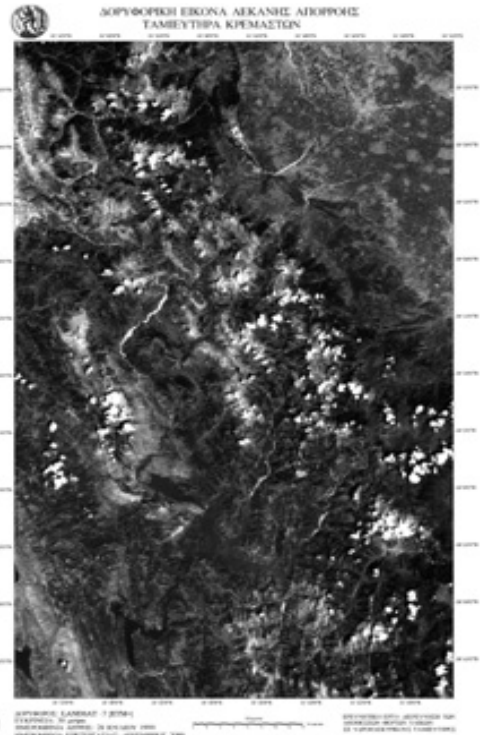
«Διερεύνηση των αποθέσεων φερτών υλικών σε υδροηλεκτρικούς ταμιευτήρες» Χρηματοδότηση ΓΓΕΤ και ΔΕΗ/ΔΑΥΕ

Τελική έκθεση στο Internet: <http://www.itia.ntua.gr/e/docinfo/488/>

# Λεκάνη απορροής Κρεμαστών

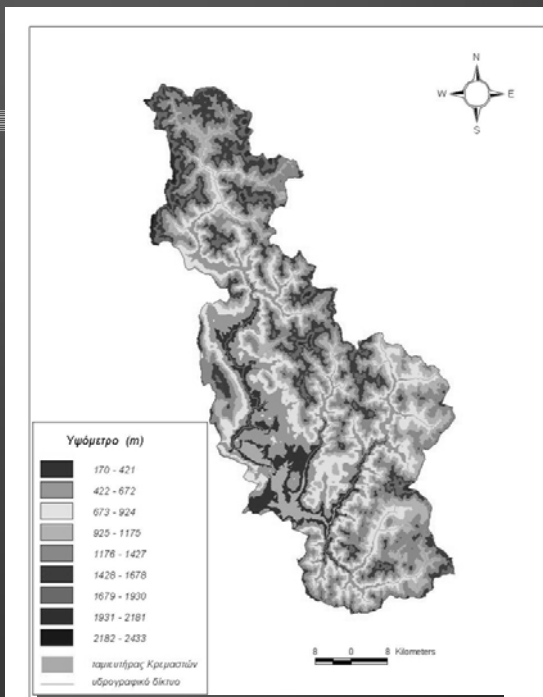


Λεκάνη απορροής Κρεμαστών

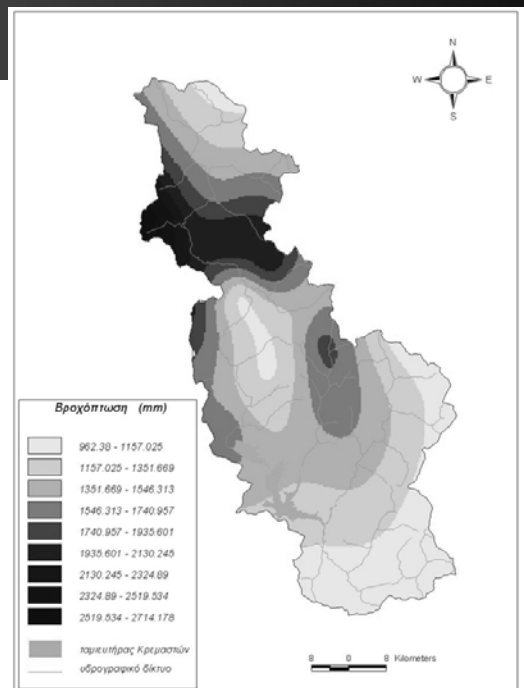


Δορυφορική Εικόνα LANDSAT 7

# Λεκάνη απορροής Κρεμαστών

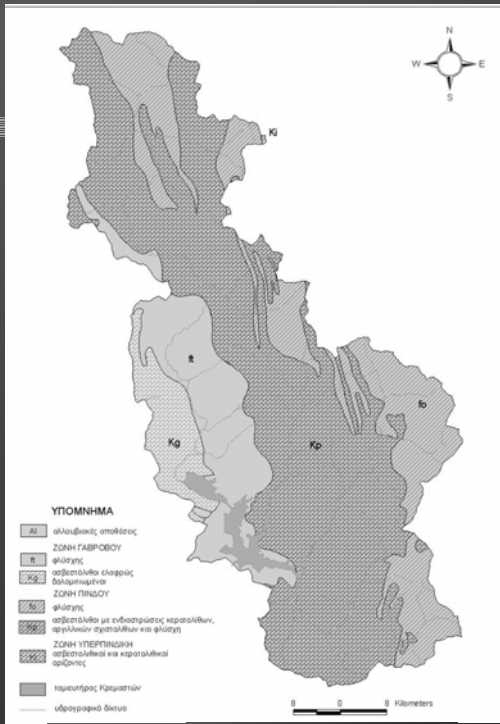


Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους



Μέση ετήσια βροχόπτωση

# Λεκάνη απορροής Κρεμαστών



Γεωλογικοί σχηματισμοί

## Ταμιευτήρας Κρεμαστών

- Έκταση: 80.6 km<sup>2</sup>
- Όγκος νερού: 4495 hm<sup>3</sup>

## Λεκάνη απορροής ταμιευτήρα Κρεμαστών

- Έκταση: 3292 km<sup>2</sup>
- Μέση ετήσια βροχόπτωση: 1433 mm
- Μέση ετήσια εισροή: 117.1 m<sup>3</sup>/s
- Υψόμετρα: min +284m , max +2433m

# Υδρογραφική αποτύπωση ταμιευτήρα Κρεμαστών

- **Εντοπισμός:** Διαφορικό Δορυφορικό Σύστημα Εντοπισμού (DGPS) (σταθμός αναφοράς και κινούμενος δέκτης) με οριζοντιογραφική ακρίβεια 2-5 m<sup>(1)</sup>
- **Απόσταση μεταξύ βολιστικών γραμμών** κυμαινόμενη από 50 έως 150 m, επιπλέον των γραμμών ελέγχου.
- **Προσδιορισμός βάθους:** Χρήση υδρογραφικού βυθόμετρου Raytheon DE 719B συχνότητας 200 kHz<sup>(2)</sup>

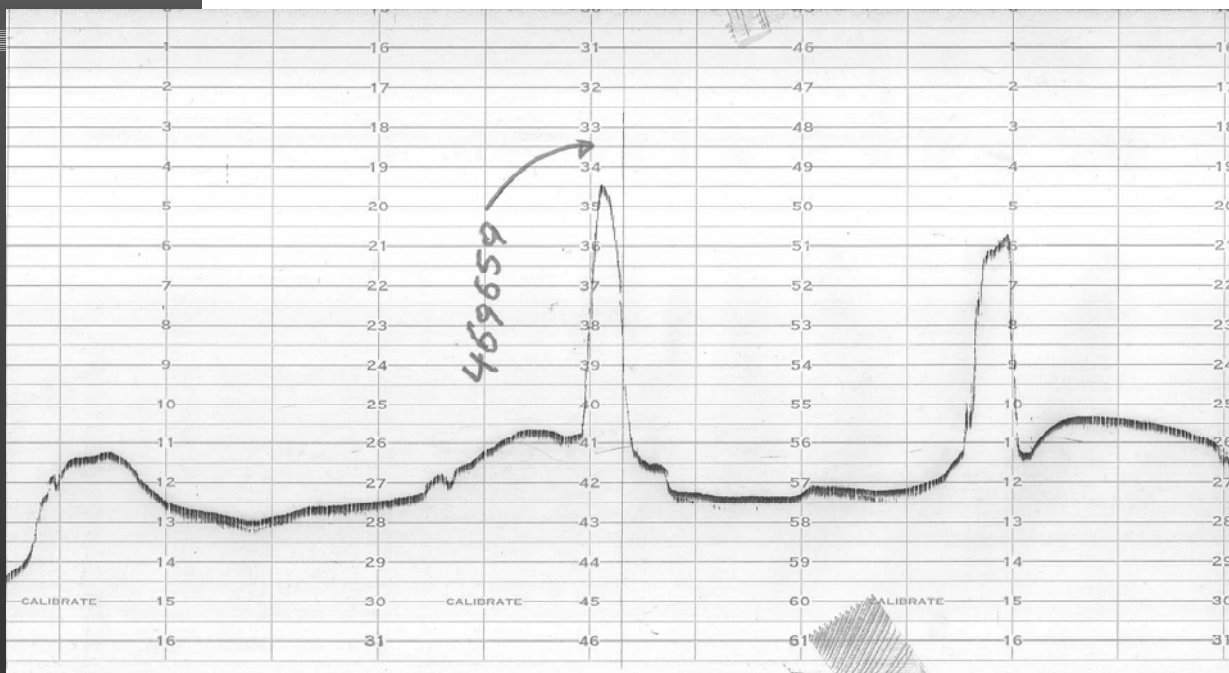
## Περισσότερες πληροφορίες...

1. Σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95% με επιλεκτική διαθεσιμότητα
2. Σφάλμα μέτρησης βάθους: 0.5%±1 in του συνολικού βάθους.

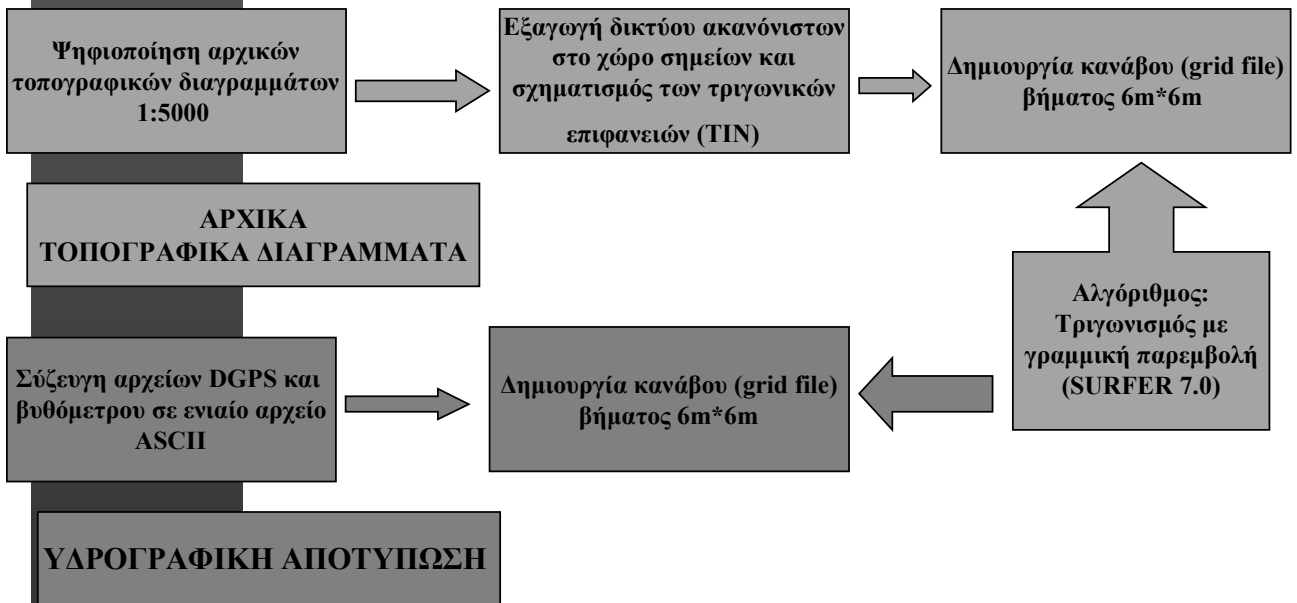
# Βολιστικές γραμμές σάρωσης ταμιευτήρα



# Παράδειγμα καταγραφής βάθους



# Δημιουργία ΨΜΑ και υπολογισμός του όγκου των αποθέσεων

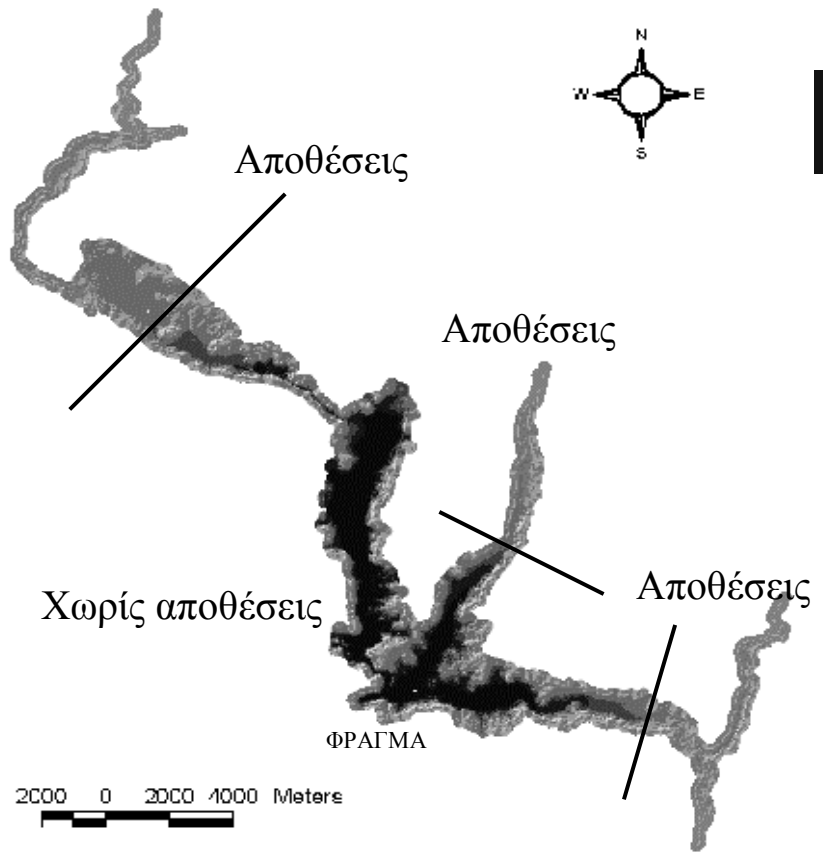


## Τυπικά σφάλματα υδρογραφικής αποτύπωσης

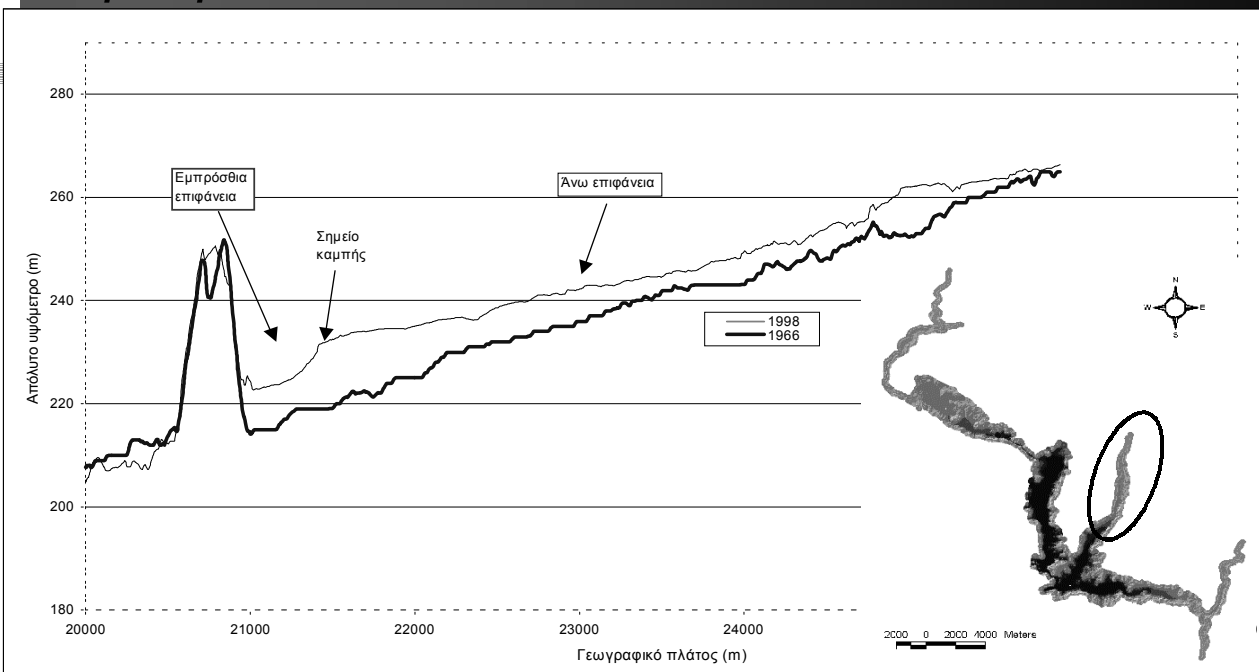
- Μειωμένη ακρίβεια του Διαφορικού Δορυφορικού Συστήματος Εντοπισμού λόγω της επιλεκτικής διαθεσιμότητας
- Υποκειμενική οριοθέτηση της διεπιφάνειας των αποθέσεων και του αρχικού υπόβαθρου (σε περιπτώσεις μη ικανοποιητικής ανάκλασης σήματος)
- Μεταβολές της ταχύτητας του υδρογραφικού σκάφους
- Σφάλματα κατά την κατασκευή των αρχικών τοπογραφικών διαγραμμάτων πριν την κατάκλυση του ταμιευτήρα
- Σφάλματα κατά την ψηφιοποίηση των αρχικών τοπογραφικών υποβάθρων αλλά και των αναλογικών καταγραφών του βυθόμετρου

Μη-τυπικό σφάλμα: Οι δανειοθάλαμοι για τη λήψη του υλικού του φράγματος είναι άγνωστοι

# Προσδιορισμός επιφανειών με εμφάνιση αποθέσεων

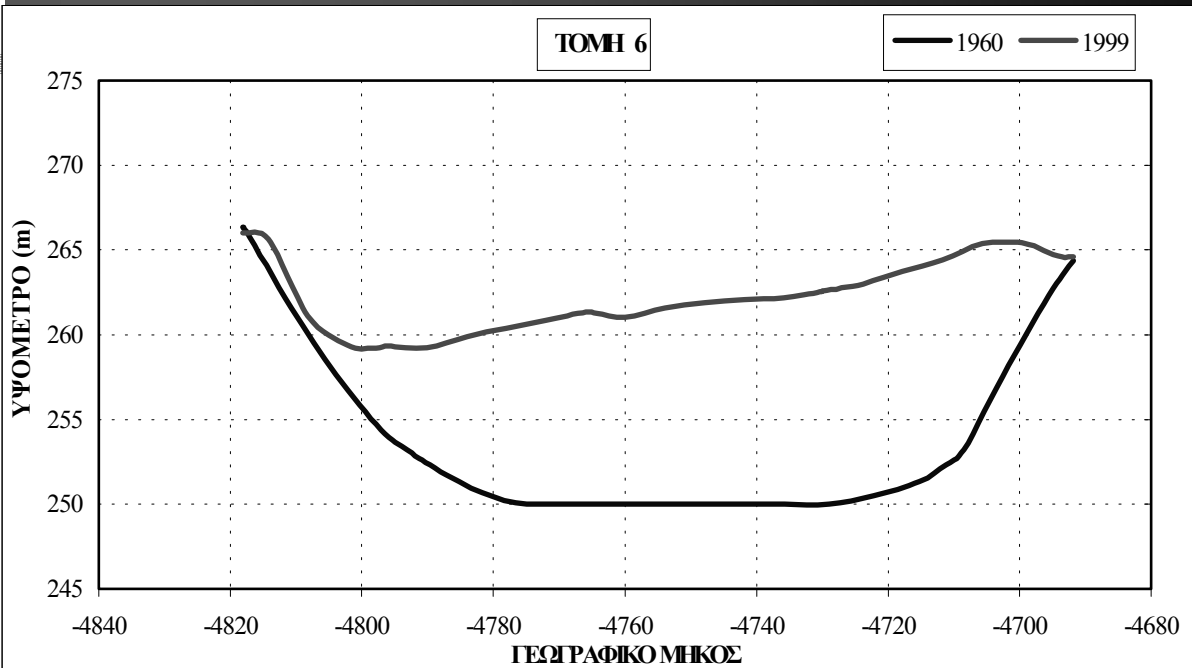


# Ενδεικτική μηκοτομή αρχικού και σημερινού υποβάθρου



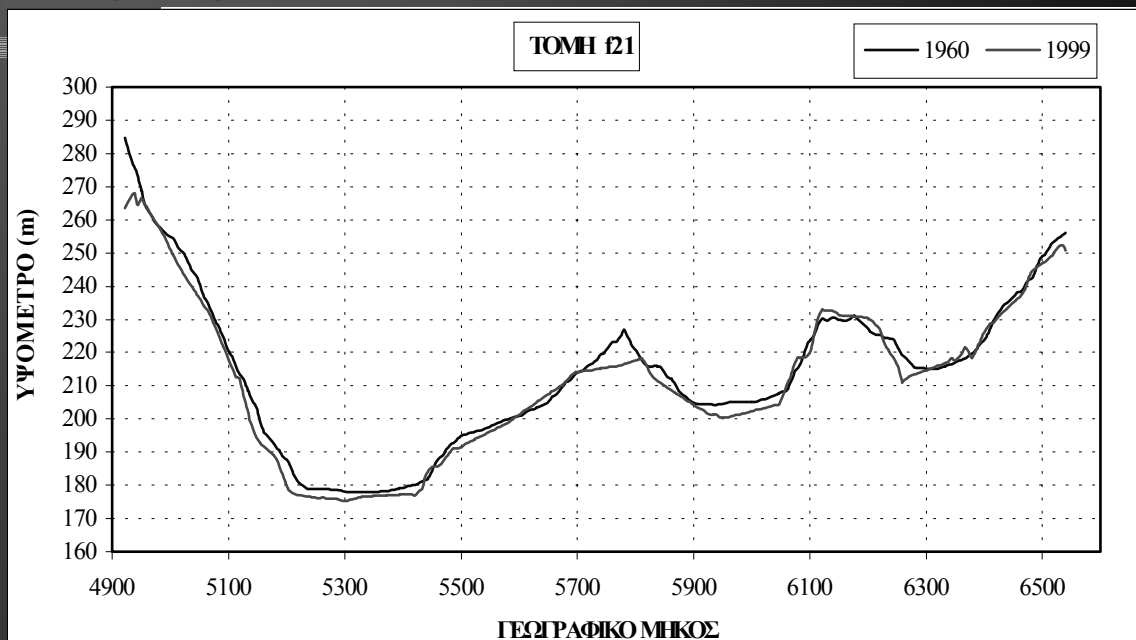
Κοίτη Αγραφιώτη στα Κρεμαστά

# Ενδεικτική τομή αρχικού και σημερινού υποβάθρου



Κοίτη Αχελώου στο ανάντη τμήμα

# Ενδεικτική τομή αρχικού και σημερινού υποβάθρου



Τομή στο κεντρικό τμήμα του ταμειυτήρα



## Αποτελέσματα – Όγκοι αποθέσεων (για 34 έτη λειτουργίας)

Τμήματα λεκάνης κατάκλυσης	Όγκος αποθέσεων (hm <sup>3</sup> )	Έκταση αποθέσεων (km <sup>2</sup> )
ΑΧΕΛΩΟΣ	41.3	5.7
ΑΓΡΑΦΙΩΤΗΣ	13.1	2.5
ΜΕΓΛΟΒΑΣ - ΤΡΙΚΕΡΙΩΤΗΣ	12.2	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>66.6</b>	

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΝΤΗΚΟΝΤΑΕΤΙΑΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

**394 hm<sup>3</sup>**

## Προσδιορισμός μάζας αποθέσεων

- Διενέργεια μετρήσεων

<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΑΖΑ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ</b>		
<b>112.5 Mt</b>		
<b>ΑΧΕΛΩΟΣ</b>	<b>ΑΓΡΑΦΙΩΤΗΣ</b>	<b>ΜΕΓΛΟΒΑΣ</b>
<b>69.8 Mt</b>	<b>22.1 Mt</b>	<b>20.6 Mt</b>

- Έμμετρη αδιατάραξη

Περισσότερες πληροφορίες...

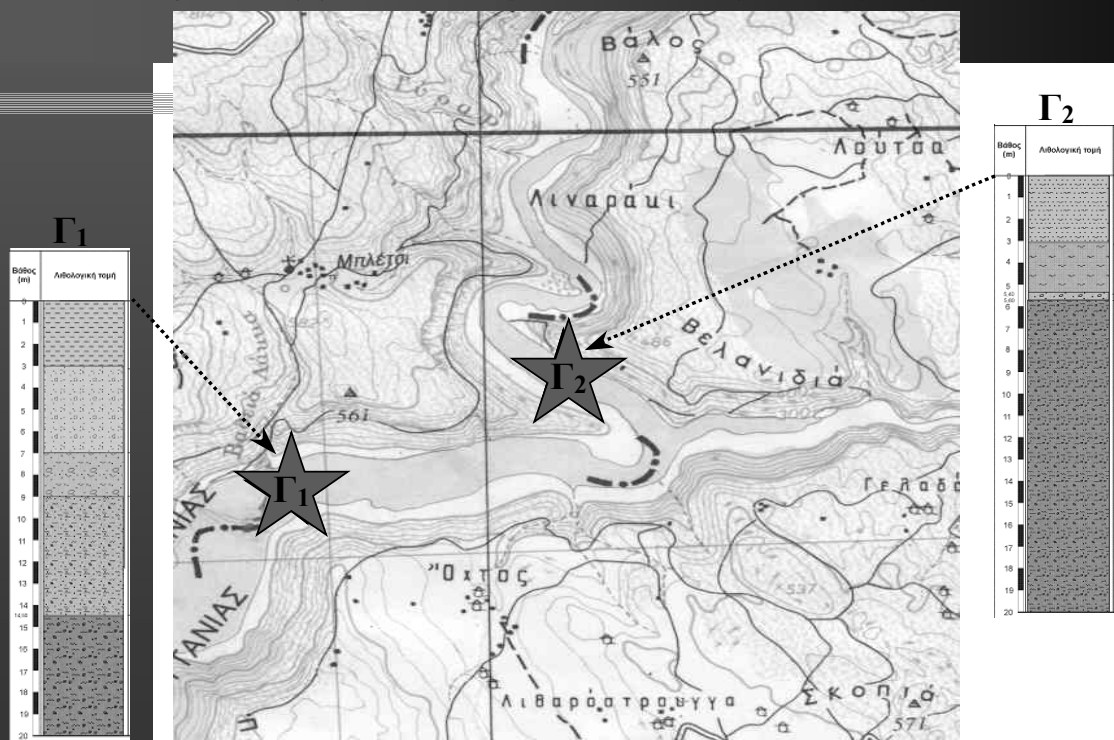
- (1) Χρήση σχέσης Lane and Kolzer με δεδομένα ποσοστά άμμου, ιλύος και αργίλου (αντίστοιχα 71.9% άμμο, 23.3% ιλύ και 4.8% άργιλο)
- (2) Εκτίμηση πυκνότητας με 34 χρόνια λειτουργίας 1692kg/m<sup>3</sup>

# Διενέργεια πλωτών γεωτρήσεων

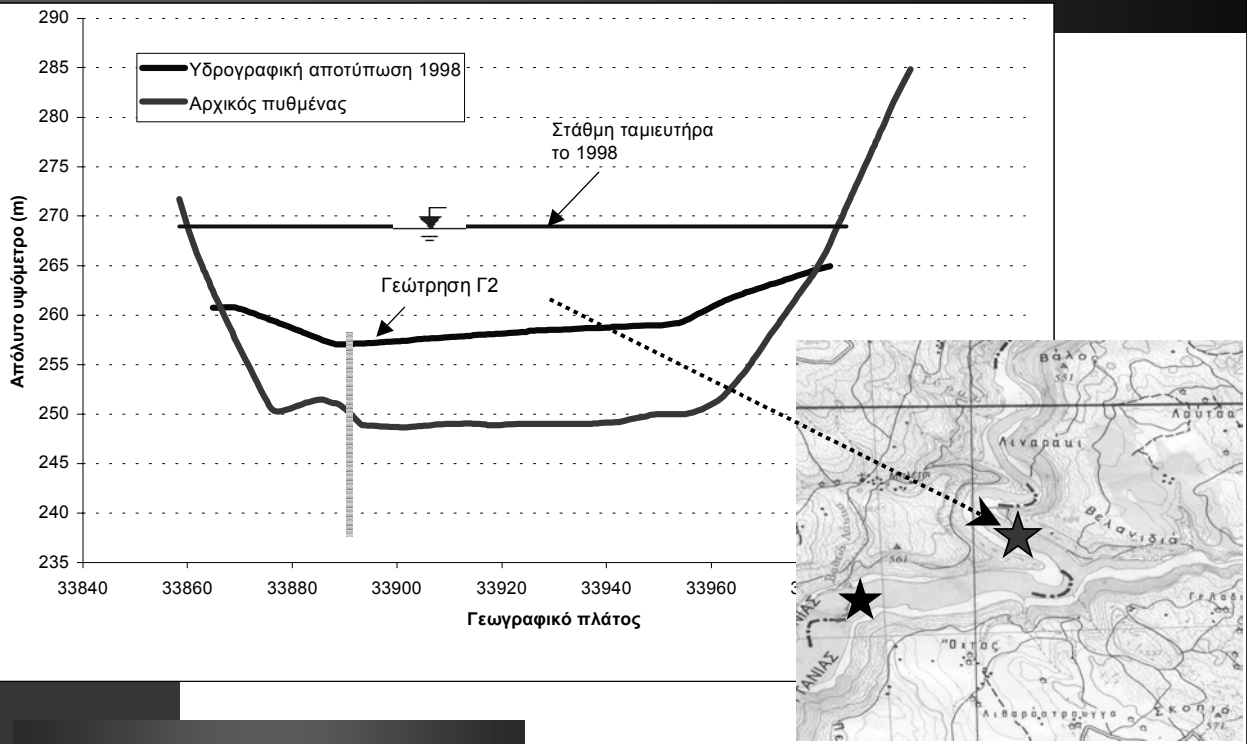


Σεπτέμβριος 2001

# Θέσεις δειματοληπτικών γεωτρήσεων



# Παράδειγμα δειγματοληπτικής γεώτρησης



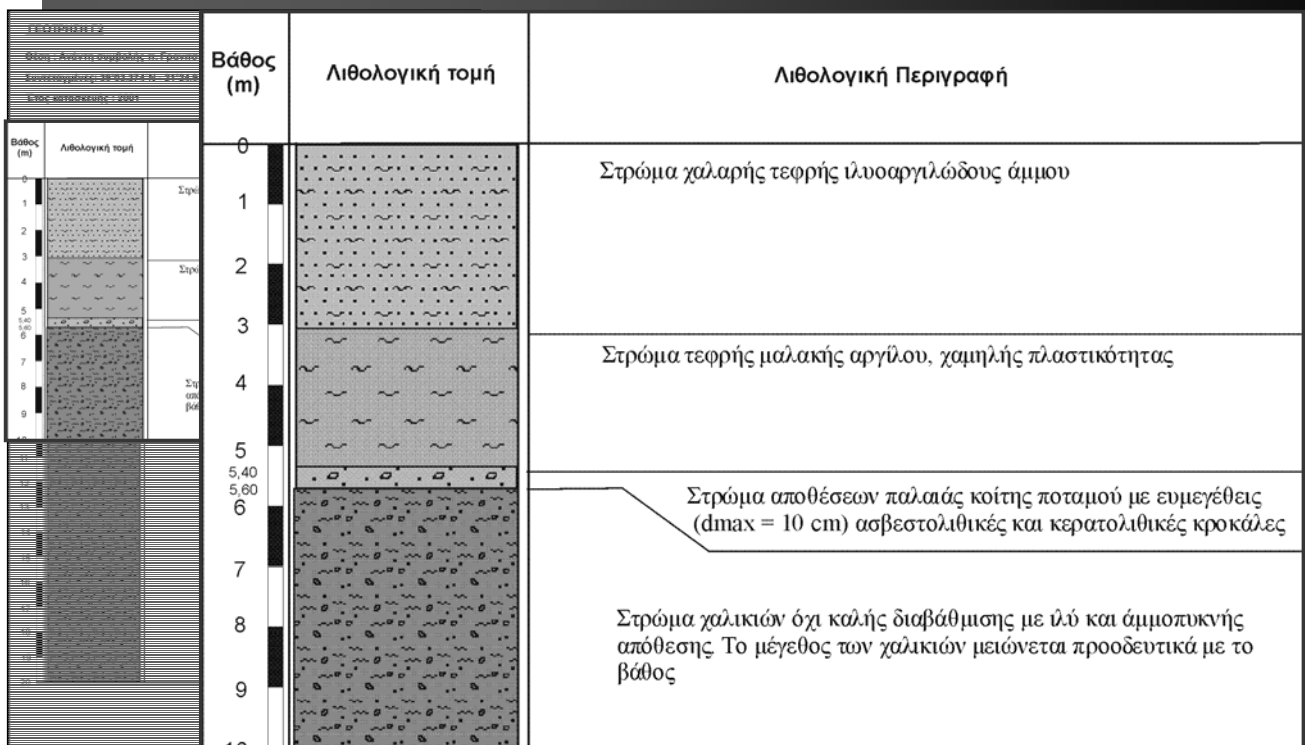
## Εξέλιξη αποθέσεων με τη στάθμη του ταμιευτήρα



# Εμφάνιση παρόμοιων σχηματισμών με τον καταβιβασμό της στάθμης του ταμιευτήρα



## Λιθολογική τομή γεώτρησης



## Τελικά συμπεράσματα

- Ο ρυθμός απόθεσης φερτών υλικών στον ταμιευτήρα Κρεμαστών είναι πολύ μικρότερος από την αρχική εκτίμηση
- Οι αποθέσεις εντοπίζονται κυρίως στις εκβολές των ποταμών και είναι είναι σχεδόν μηδενικές στον κυρίως ταμιευτήρα
- Ο θεωρητικός νεκρός όγκος του ταμιευτήρα παραμένει κενός. Οι αποθέσεις καταλαμβάνουν μέρος του ωφέλιμου όγκου
- Η υδρογραφική αποτύπωση αποτελεί μία αξιόπιστη μέθοδο εκτίμησης της στερεοπαροχής ελλείπει συστηματικών μετρήσεων



- Η εξέλιξη των αποθέσεων φερτών υλικών σε ταμιευτήρες αποτελεί ένα δυναμικό φαινόμενο και εξαρτάται από τη στάθμη του ταμιευτήρα, τις πλημμυρικές εισροές και τη σύσταση των φερτών υλικών
- Το φορτίο απόπλυσης συνεισφέρει το σημαντικότερο ποσοστό των φερτών υλικών
- Ανάγκη επανέναρξης των στερεοϋδρομετρήσεων και γενικά των μετρήσεων των στερεοπαροχών