



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΗΡΩΩΝ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ 9
15780 ΖΩΓΡΑΦΟΥ ΑΘΗΝΑ

Τεχνική Γεωλογία Ι

Διδάσκοντας:

Κωνσταντίνος Λουπασάκης, Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων Μεταλλουργών

Τεχνικογεωλογική - Γεωτεχνική Έρευνα Πεδίου

Αντικείμενο της Διάλεξης

Αντικείμενο της διάλεξης είναι η παρουσίαση των βασικών βημάτων, των διαδικασιών και των στόχων της Τεχνικογεωλογικής - Γεωτεχνικής έρευνα πεδίου.

Στόχος της γεωτεχνικής έρευνας πεδίου

Στόχος της τεχνικογεωλογικής - γεωτεχνικής έρευνας πεδίου είναι η συλλογή όλων των απαραίτητων γεωλογικών, τεχνικογεωλογικών, υδρογεωλογικών και γεωτεχνικών δεδομένων που αφορούν την όποια περιοχή ενδιαφέροντος.

Ειδικότερα, οι κύριοι στόχοι - επιδιωκόμενα της έρευνας πεδίου για το σχεδιασμό των τεχνικών έργων, είναι:

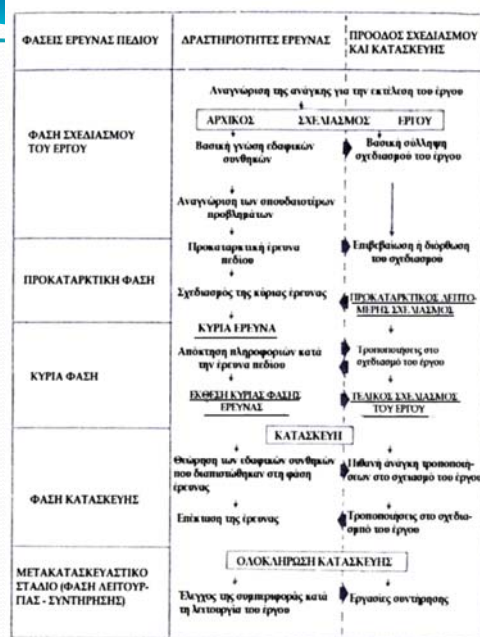
- Η εξέταση της καταλληλότητας της θέσης κατασκευής,
- Ο ασφαλής και οικονομικός σχεδιασμός του έργου,
- Η πρόβλεψη και αντιμετώπιση γεωτεχνικών προβλημάτων κατά τη διάρκεια κατασκευής αλλά και τη λειτουργία του έργου.

Μέθοδοι έρευνας πεδίου

- Τηλεπισκόπηση – Αεροφωτογραφήσεις
- Γεωλογικές – τεχνικογεωλογικές χαρτογραφήσεις
- Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και εκσκαφές
- Επί τόπου γεωτεχνικές δοκιμές
- Εργαστηριακές γεωτεχνικές δοκιμές
- Υδρογεωτρήσεις – δοκιμαστικές αντλήσεις
- Υδρογεωλογικές μετρήσεις
- Υδροχημικές εργαστηριακές αναλύσεις
- Γεωφυσικές διασκοπήσεις
- Γεωδαιτικές μετρήσεις
- Επί τόπου ενοργάνωση

Φάσεις έρευνας

D. D. G. Price (1981) Report of the IAEG Commission on Site Investigations Bulletin of the International Association of Engineering Geology, December 1981, Volume 24, Issue 1, pp 185-226



↕ : Ανταλλαγή πληροφοριών

Γεωλογικές – Τεχνικογεωλογικές χαρτογραφίες

Η **απόδοση σε χάρτες** των γεωσυνθηκών που επικρατούν στο χώρο έρευνας αποτελεί τον πρωταρχικό και έναν από τους σπουδαιότερους αντικειμενικούς σκοπούς της έρευνας πεδίου.

Απαραίτητα δεδομένα για την Τεχνικογεωλογική θεώρηση της περιοχής μελέτης είναι:

- Τα γεωμορφολογικά δεδομένα
- Τα λιθοστρωματογραφικά δεδομένα
- Τα τεκτονικά δεδομένα
- Τα υδρογεωλογικά δεδομένα και
- Τα γεωτεχνικά - τεχνικογεωλογικά δεδομένα

Το σύνολο των δεδομένων αυτών αποτυπώνονται στους Τεχνικογεωλογικούς χάρτες. Οι χάρτες αυτοί είναι θεματικοί χάρτες.

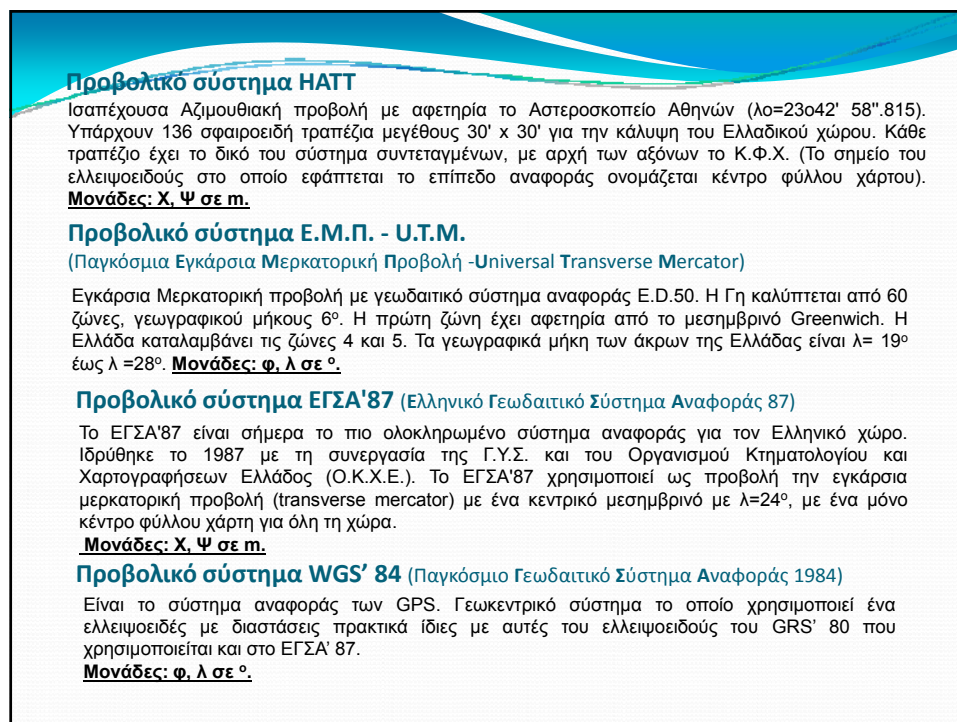
Το **υπόβαθρο σχεδίασης** των Γεωλογικών και Τεχνικογεωλογικών χαρτών είναι οι τοπογραφικοί χάρτες και τα τοπογραφικά διαγράμματα.

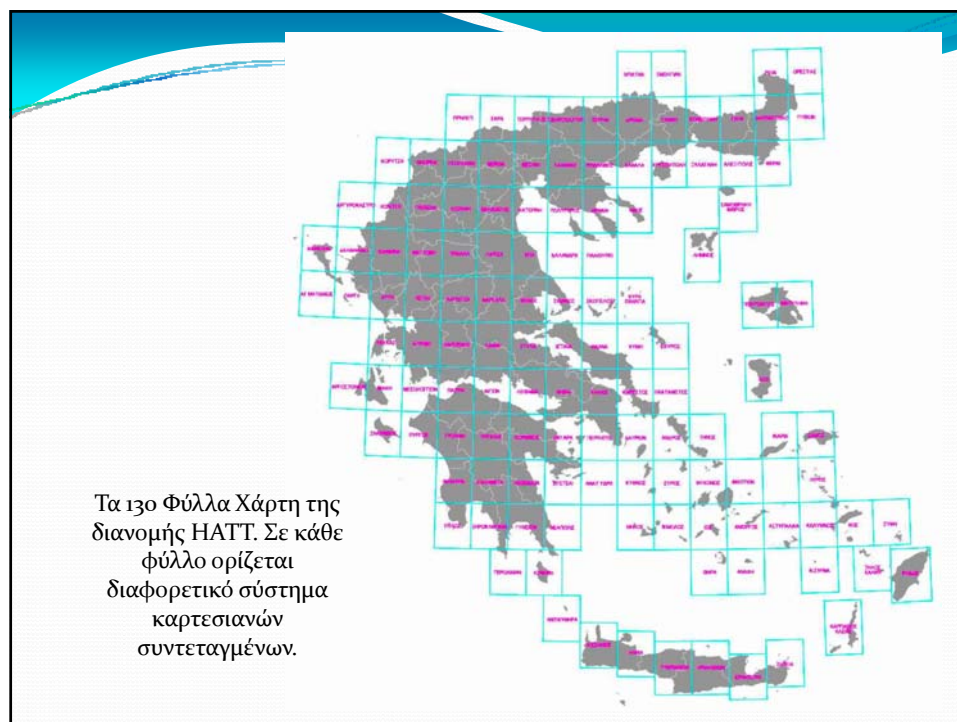
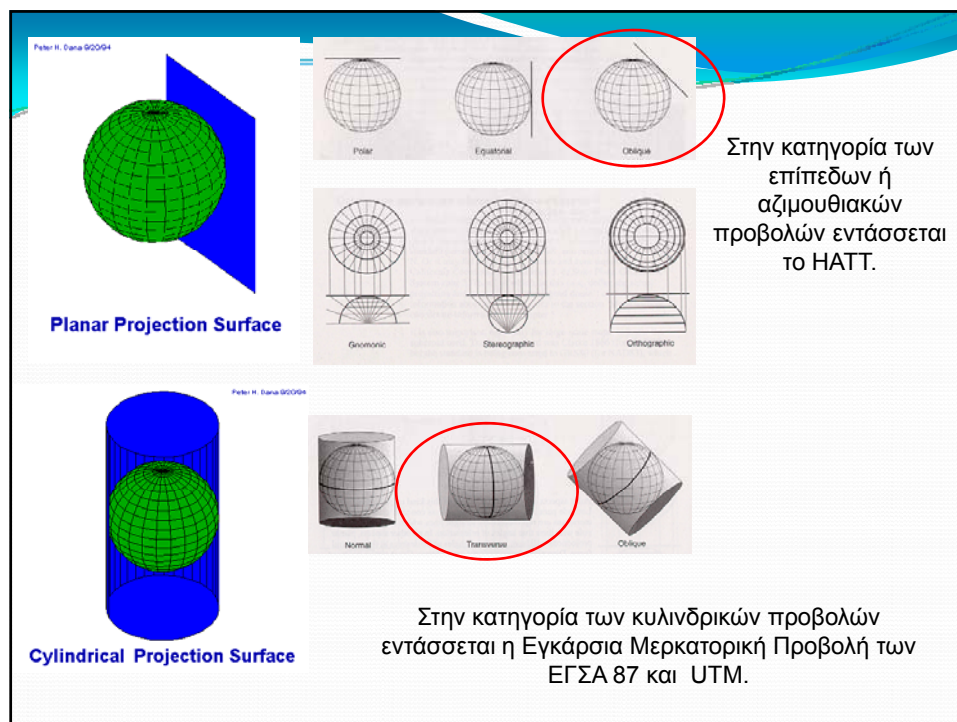
Τοπογραφικοί Χάρτες

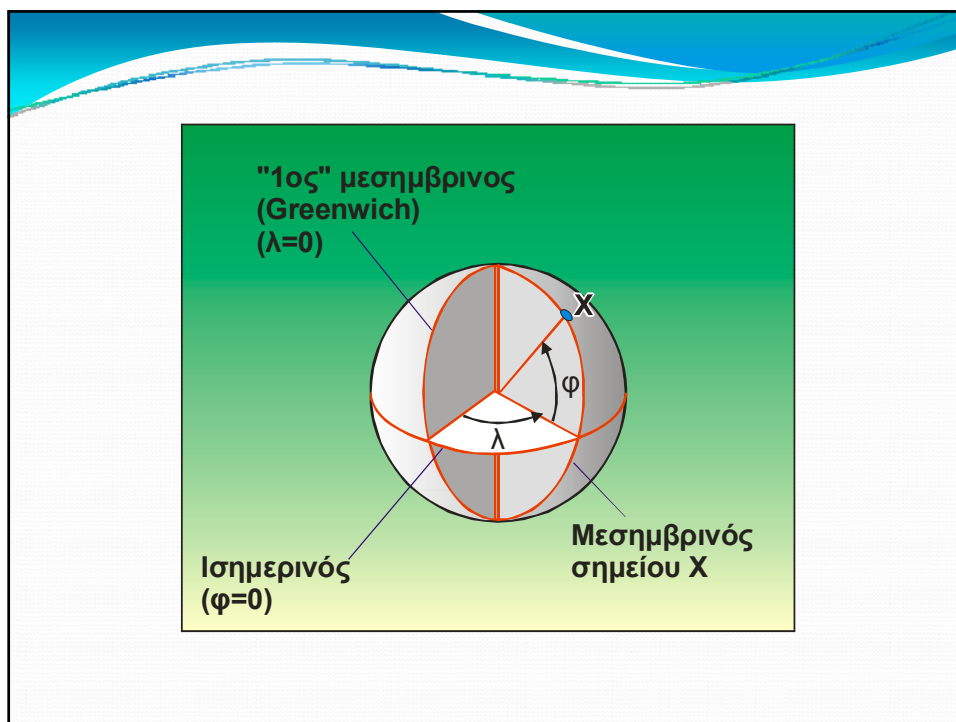
Κύριο Προβολικό σύστημα
ΕΓΣΑ'87

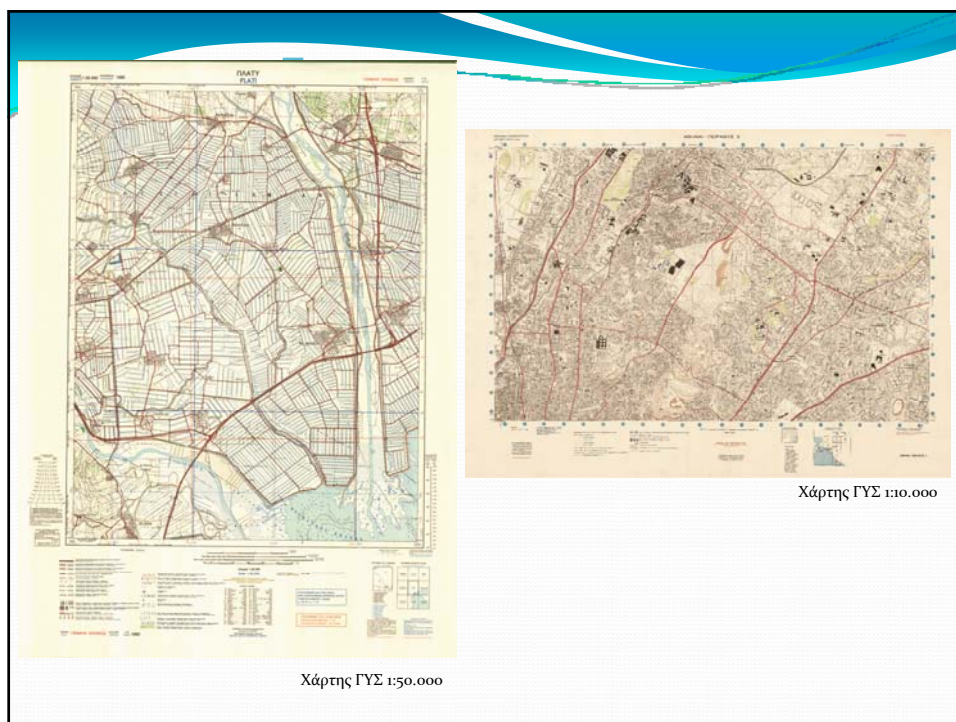
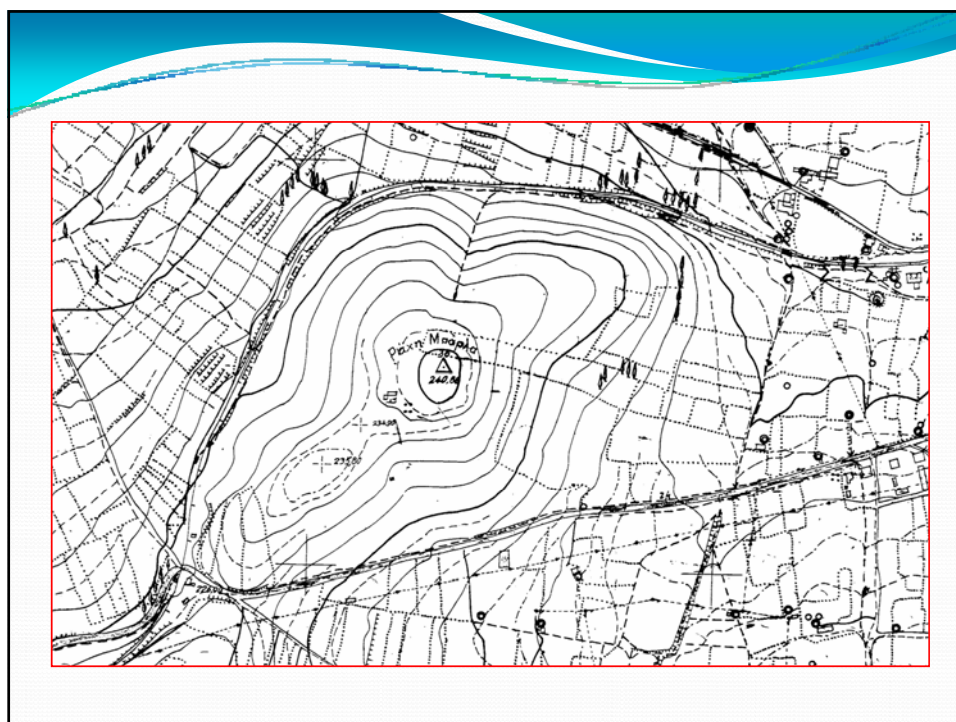
Τοπογραφικός Χάρτης "Αρτα"
Κλίμακας 1:50.000 της ΓΥΣ



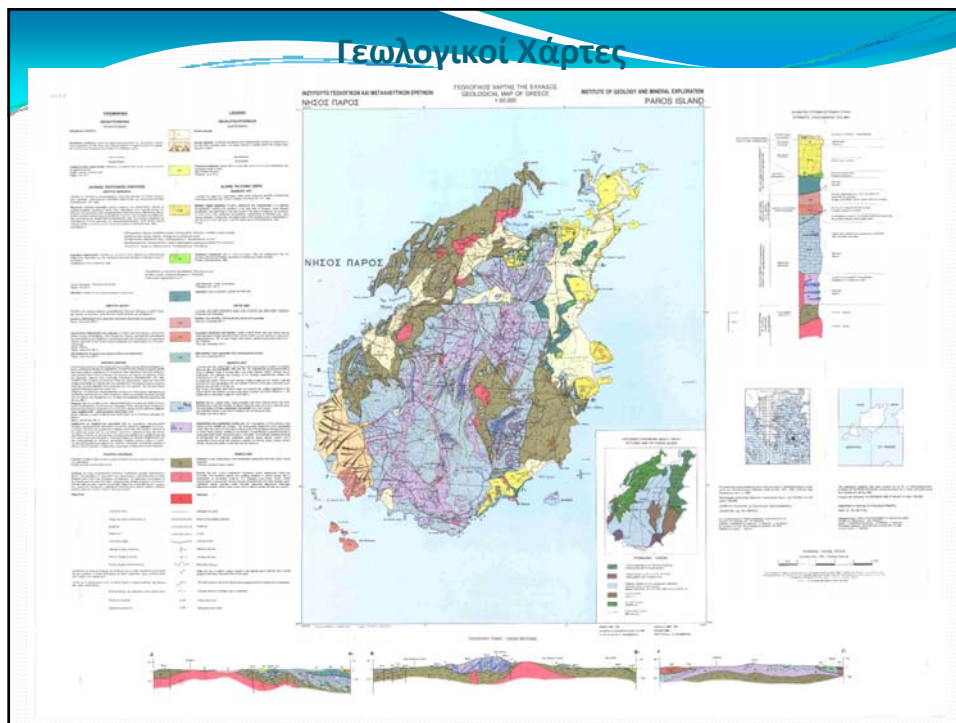






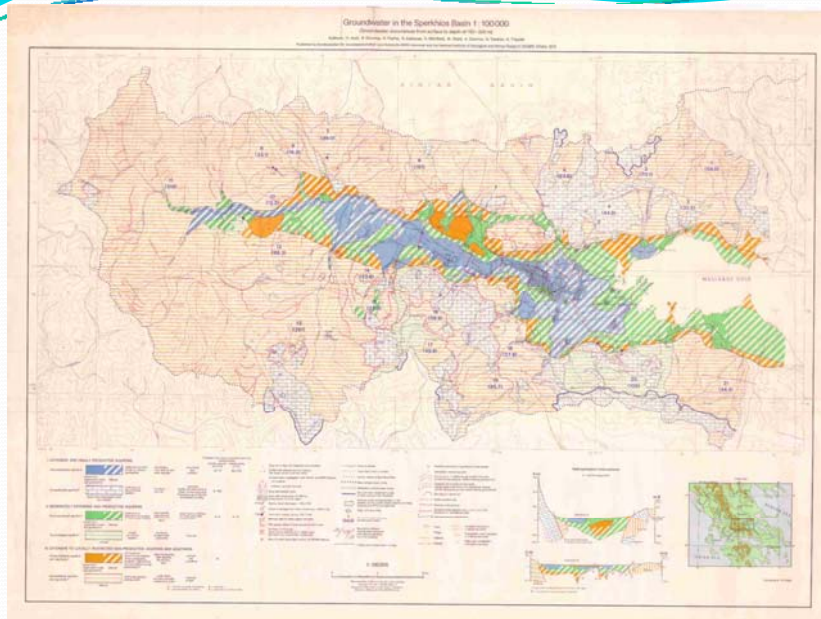


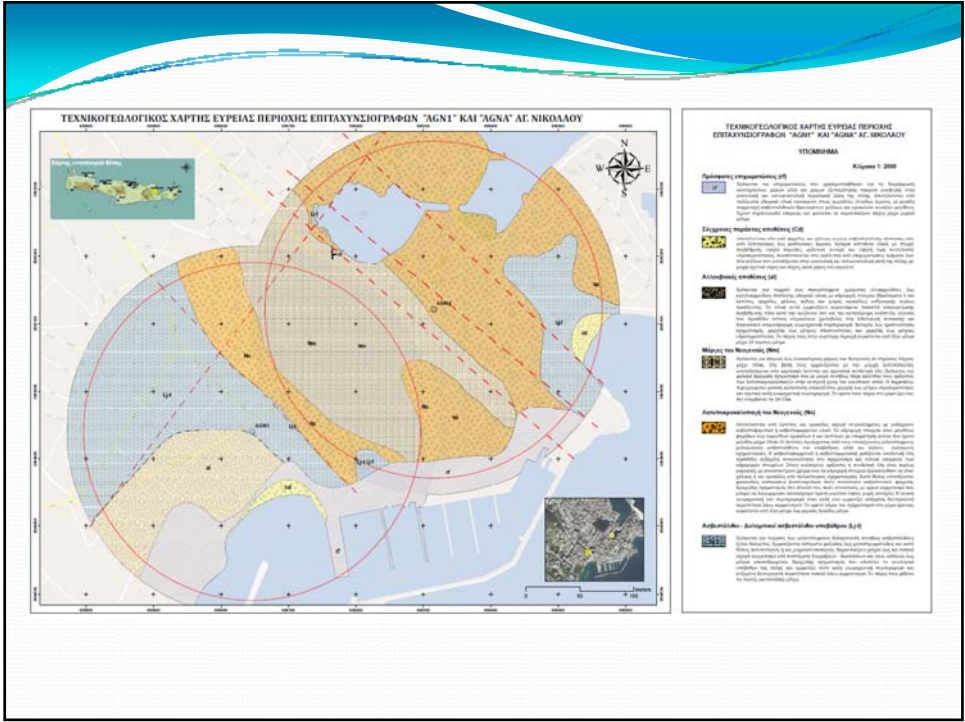
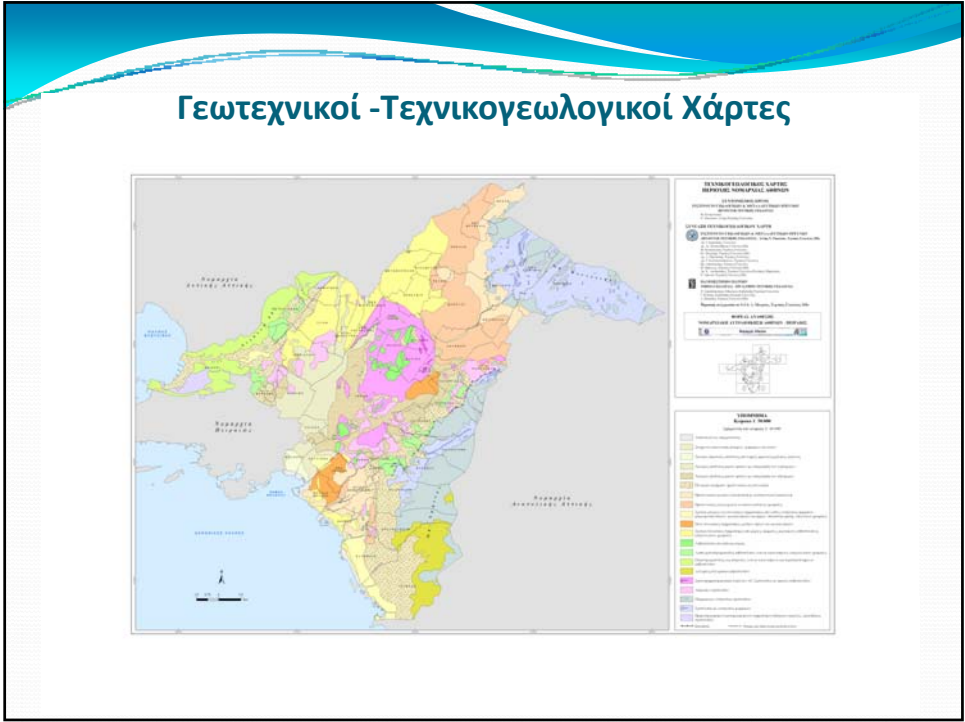
Θεματικοί Χάρτες στο Πλαίσιο
Τεχνικογεωλογικών – Υδρογεωλογικών –
Γεωτεχνικών Μελετών

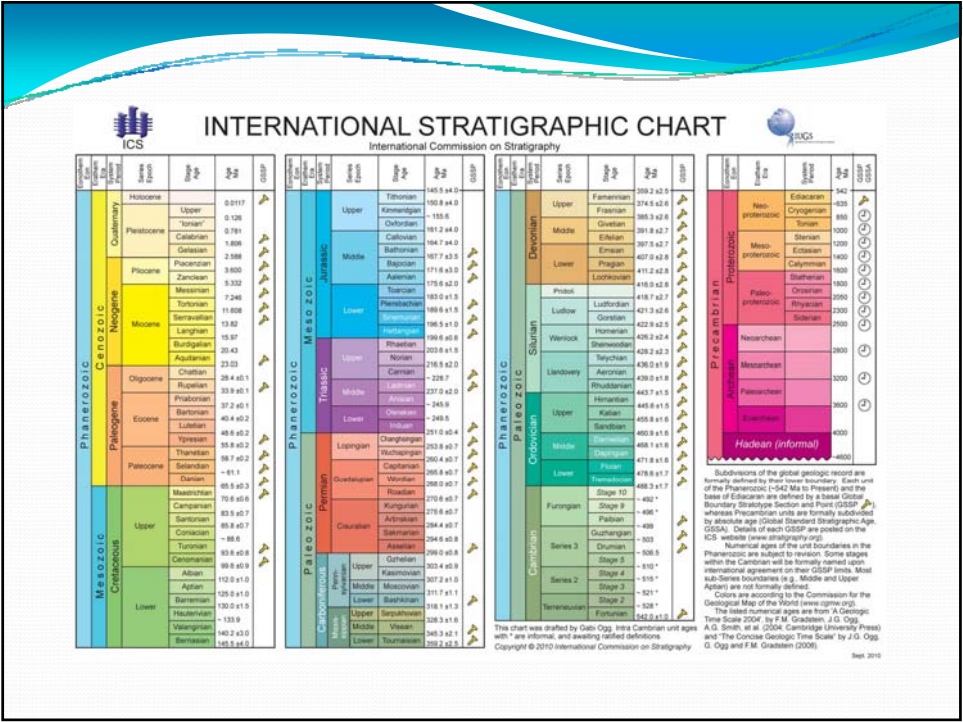
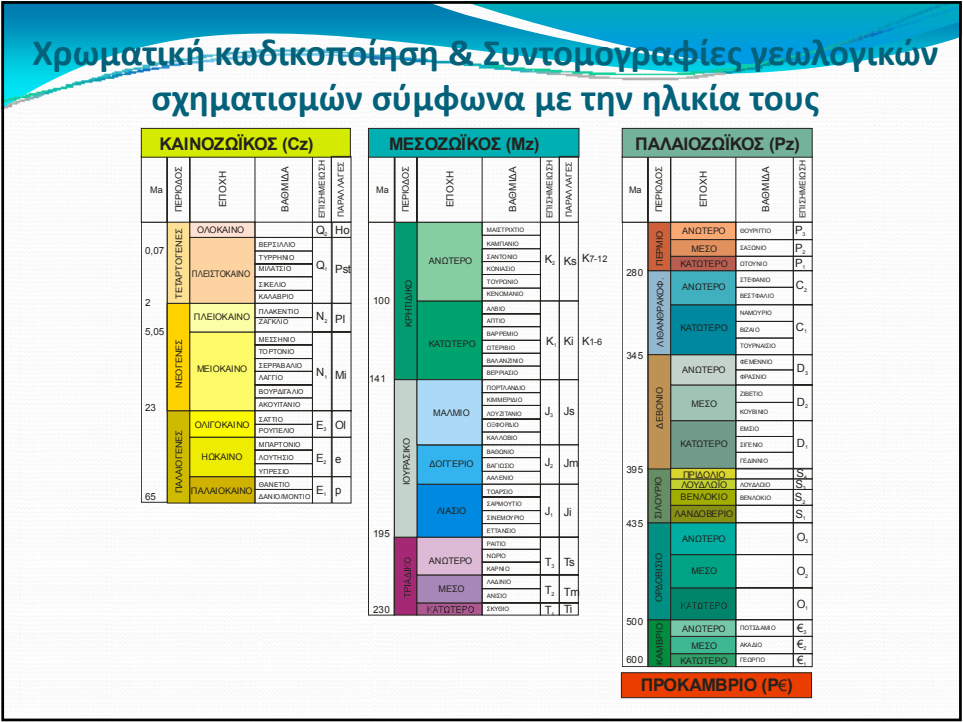


Οι Γεωλογικοί χάρτες είναι οι βασικοί χάρτες που παράγονται στα πλαίσια κάθε είδους γεωλογικής μελέτης. Οι χάρτες αυτοί βοηθούν στην κατανόηση της γεωλογίας της περιοχής και επιτρέπουν την περεταίρω σχεδίαση των κάθε είδους θεματικών χαρτών που παράγονται στα πλαίσια των τεχνικογεωλογικών, υδρολιθολογικών και γεωτεχνικών μελετών.

Υδρολιθολογικοί Χάρτες







Χρωματική κωδικοποίηση & Συντομογραφίες γεωλογικών σχηματισμών σύμφωνα με τον λιθολογικό τύπο

Χρωματικός κώδικας

- Αποχρώσεις του καφέ ιζήματα **φλύσχη** ή **σχιστολίθους**,
- Το μπλε, πράσινο ή και πορτοκαλί τους **ασβεστόλιθους**, από τους παλαιότερους στους νεότερους και
- Αποχρώσεις του ερυθρού τα **εκρηξιγενή** πετρώματα.

Συντομογραφίες

k: ασβεστόλιθοι	m: μάργες	ο: οφιόλιθοι
d: δολομίτες	st: ψαμμίτες	π: περιδοτίτες
mr: μάρμαρα	c: κροκαλοπαγή	σ: σερπεντινίτες
sch: σχιστόλιθοι	al: αλλούβια	δ: διαβάσες
f: φλύσχης	br: λατυποπαγή	
ch: κερατόλιθοι, κλπ	cs, sc: κορήματα	

Παραδείγματα

J₃-K₁ k,d: Άνω Ιουρασικοί –Κάτω Κρητιδικοί ασβεστόλιθοι – δολομίτες
Pl m: Πλειοκαινικές Μάργες

Συμβολισμοί επαφών

	Γεωλογικό όριο / στρωματογραφική επαφή
	Ρήγμα
	Κανονικό ρήγμα (οδόντωση στην πλευρά του κατερχόμενου τεμάχους)
	Κανονικό ρήγμα (συμβολισμός στην πλευρά του κατερχόμενου τεμάχους)
	Ανάστροφο ρήγμα (οδόντωση στην πλευρά του ανερχόμενου τεμάχους)
	Ρήγμα οριζόντιας ολίσθησης (αριστερόστροφο)
	Ρήγμα οριζόντιας ολίσθησης (δεξιόστροφο)
	Επώθηση

Στοιχεία στρωμάτων

	Οριζόντια στρώματα
	Παράσχη και κλίση κεκλιμένων στρωμάτων
	Κατακόρυφα στρώματα
	Παράσχη και κλίση ανεστραμμένων στρωμάτων

Τεκτονικά στοιχεία

	Άξονας συγκλίνου ή συμμορφής
	Άξονας αποκλίνου ή αντιμορφής
	Άξονας βυθιζόμενου συγκλίνου
	Άξονας βυθιζόμενου αποκλίνου
	Άξονας ανεστραμμένου αποκλίνου
	Άξονας ανεστραμμένου συγκλίνου

Συμβολισμοί γεωδυναμικών στοιχείων

Σύμβολο	Περιγραφή
	Παλιές αδρανείς κατολισθήσεις.
	Ενεργές κατολισθήσεις.
	Καταπτώσεις βράχων.
	Ροές εδαφικών υλικών.
	Κώνοι ριπιδίων.
	Παρακμή επιστεματών εδαφικών υποστηρίξεων (θαλάσσια).
	Ισοστάσεις καμπίλες.
	Ενεργά σήματα.

Συμβολισμοί υδρογεωλογικών χαρακτήρων

Σύμβολο	Περιγραφή
	Πηγή (παράγει 40 λίτρα/λεπτό).
	Αρτεσιανή πηγή.
	Πηγή διακείμενου.
	Θερμομεταλλικές (10) - Ιωακίμους πηγές.
	Υδρογείωση.
	Σταθμη υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (βάθος από την επιφάνεια).
	Γενική διεύθυνση ροής του υπεδαφικού νερού.
	Όρια περιοχής υδροφόρων υπό πίεση (αρτεσιανούς).
	Περιοχές βάλτων, ελών και τεναγών.

Συμβολισμοί γεωμορφολογικών χαρακτήρων

Σύμβολο	Περιγραφή
	Μορφολογική κλίση επιφανείας σε μήκος.
	Ακρότατη προνή.
	Τύπος βραχώδους προνούς με κατακόρυφη ή οριζόντια κλίση.
	Παλιό κώνοι κορημάτων.
	Εύχρηστοι κώνοι κορημάτων.
	Επιφανειακές καθίζησεις μικρής έκτασης λόγω υπογείων διεργασιών (διαλύση, αποτίωση, παρρησία καλυμμένων κορημάτων κ.λ.π.) (Sink holes).
	Θίνες.

Συμβολισμοί κύριων εδαφικών και βραχωδών σχηματισμών

ΕΔΑΦΗ

Συμβολισμός	Περιγραφή	Συμβολισμός	Περιγραφή
	Άργιλοι.		Χάλικες.
	Ιλύες.		Κροκάλες.
	Οργανικά εδάφη.		Λατούρες.
	Ήμμοι.		

ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

Συμβολισμός	Περιγραφή	Συμβολισμός	Περιγραφή
	Αργιλικός σιλικόστος.		Γνόφος.
	Ιλυόλιθος.		Αμβρολίτες.
	Ψαμμίτες.		Λιθόθρακες - Λιγνίτες - Τύρφη.
	Κροκαλοπαγές.		Τόφφοι.
	Λατιτοπαγές.		Ηφαιστειακά Λατιτοπαγές.
	Μάρμαρες.		Αρβαστολίθοι.
	Αρβαστιτικές μάρμαρες.		Δολομίτες.
	Κερατόλιθοι.		Φυλλίτες.
	Γρανίτες.		Σχιτολίθοι.
	Διορίτες - Σιενίτες.		Γνόφιοι.
	Γάββροι.		Χαλαζίτες - Χαλαζιτικά σχιστολίθοι.
	Οργανικά πετρώματα.		Κρυσταλλικοί αρβαστολίθοι - Μάρμαρα.
	Ρυόλιθοι.		Ζώνη Μεταμορφώσεως.
	Ανδεσίτες - Τραχύτες.		Ζώνη Τεκτονικού Λατιτοπαγούς.
	Βασάλτες.		

Οι πλέον αξιόλογες κατευθύνσεις σύνταξης τεχνικογεωλογικών χαρτών εμπεριέχονται στον οδηγό της UNESCO / IAEG (1976), ενώ οι γενικές αρχές θεώρησης, πάνω στις οποίες διαμορφώθηκε ο οδηγός δίνονται από τους Dearman - Matula (1976) σαν επιτροπή της IAEG.

Κλίμακα χαρτών					
TYPICAL SCALES	EXAMPLES OF USE	TYPE OF INFORMATION SHOWN ON THE MAP			
1:10,000 to 1:50,000	Project planning maps for large area projects such as selection of road alignments, regional development, urban extension planning, planning of hydropower schemes, large reservoirs, etc. Map is used as a basis for the planning of reconnaissance site investigations	Rock and Soil units General contour of soil and rock units based on geology and lithology main structural geological trends, large faults	Hydrology General drainage characteristics, information on possible areas of flooding	Geomorphology Main land form movement, fault activity, erosion deposition, mass movement, erosion on land and along coast	Geodynamics Indication of future of geodynamic activity, seismicity, mass movement, erosion on land and along coast
1:10,000 to 1:110,000	General investigations of relatively small areas or sites such as locations for bridges, dams, reservoirs, road tunnels, etc. The maps are used for the selection of (alternative) engineering locations and may serve as a basis for the planning of a detailed program of site investigations	Zoning of rock and soil in qualitative engineering units for soil according to grain size, for rocks according to basic engineering geological properties mapping of faulting and main jointing patterns	Details of drainage system, outline of floodings areas, outline of water saturated zones, springs, seepage, soil infiltration phenomena	Detailed information on land form, slope form and steepness, displacement phenomena, mapping of marine and coastal phenomena	Outline of erosion deposition mass movement, fault activity, seismicity, mass movement, erosion on land and along coast
1:100 to 1:15,000	Detailed investigation of slope instability, foundation conditions, open pit mines. Map is used to determine exact location of foundations, residual masses and may be a basis for design of the engineering work	Rock units are described in terms of rock mass strength e.g. assessment of material strength, jointing intensity, water content, intensity and thickness of weathering. Soils are described in terms of values of cohesion and friction, water content, etc.	As above, with additional information on depth of groundwater table and permeability of soil and rock mass	Detailed information on type and activity of erosion, gradient, precipitation of geomorphological development	Detailed information on type and activity of erosion, gradient, precipitation of geomorphological development
1:50 to 1:1,000	Storage of data obtained during excavation, tunnelling, etc., which may be analyzed and compared with conditions as predicted from previous investigation phases to decide if modifications of the construction programme are necessary. Monitoring of the behaviour of the geological environment during operation of the engineering work	As above, with additional information during and after construction	As above, with additional information about changes in the hydrogeological regime due to the construction process or the operation of the project	Detailed data on the morphology of the work, the construction process, the activation of erosion, mass movement, changes in coastal processes, etc.) during construction and operation	Detailed information on the influence of the construction process on the various dynamic processes (activation of erosion, mass movement, changes in coastal processes, etc.) during construction and operation

Price D. (1981) Report of the IAEG Commission on Site Investigations Bulletin of the International Association of Engineering Geology, December 1981, Volume 24, Issue 1, pp 185-226

Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις και εκσκαφές

Οι συνήθεις γεωτρήσεις που εντάσσονται στα πλαίσια των τεχνικογεωλογικών – γεωτεχνικών ερευνών είναι:

- Υδρογεωτρήσεις (έρευνα – εκμετάλλευση υδροφόρων)
- Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις (γεωλογική έρευνα)
- Γεωτεχνικές γεωτρήσεις (γεωτεχνική έρευνα)

Στις γεωτεχνικές γεωτρήσεις πέρα από τη λήψη δειγμάτων, για την εκτέλεση εργαστηριακών δοκιμών, πραγματοποιούνται και επιτόπου δοκιμές κατά τη διάρκεια της διάρρηξης.

Για τη διερεύνηση των γεωλογικών – γεωτεχνικών συνθηκών σε βάθη έως 6 m υπάρχει η δυνατότητα ανόρυξης λάκκων (2m² X 2m βάθος) και ορυγμάτων (1m πλάτος X 6m βάθος).

Για βάθη μεγαλύτερα των 6m υπάρχει η δυνατότητα ανόρυξης φρεάτων ή και δοκιμαστικών σπηραγγών (συνήθης διάμετρος 2m).

Για τη λήψη δειγμάτων σε μαλακούς σχηματισμούς αλλά και σε μικρά βάθη υπάρχει η δυνατότητα χρήσης χειροκίνητων δειγματοληπτών Augers.

Technique	References	Principle of technique	Data Obtained	Application	Comment
TRIAL EXCAVATIONS Δοκιμαστική Εκσκαφή	(2.5-3,12)	A hole is opened in the ground large enough to be entered by an observer to examine in situ ground conditions.	Position and outline of subsurface units. Orientation of discontinuities in three dimensions. Excavation technique parameters.	Evaluation of rock and soil mass characteristics. Access to field test and laboratory test sample locations.	Usually limited to shallow depth because of cost. The excavation may cause a problem in the subsequent construction, water inflow problems, below water table.
Pits Λάκκος	(2.5-3)	Excavations opened by hand or machine - approximately square in outline. Size < 2 m square x 2 m deep.	As above.	Access to field test and laboratory test sample locations. Examination of overburden conditions.	Need for support for personnel safety.
Trenches Τάφρος	(2.5-3)	Opened by hand or by machine. About 1 m wide x 6 m deep of indefinite length.	As above.	Used to trace lateral changes in rockhead profiles, rock and soil strata, detection of faults.	Mechanical excavation may produce unstable sides. Entry is hazardous.
Shafts Φρεάτιο	(2.5-3)	Sunk either as deep pit by hand, grab, and blasting excavation, by large diameter auger, or boring machine.	As above.	Access to field and laboratory test sample locations. Evaluation of rock and soil conditions with emphasis on discontinuities. Entry to underground caverns.	Requirement for support may obscure observations. Water inflow problems below water table.
Adits Γαλαρία	(2.5-3)	A tunnel (generally horizontal) from surface or the bottom of a shaft is driven by conventional tunnelling methods. Size usually < 2 m x 2 m.	As above.	As above.	As above.

Price D. (1981) Report of the IAEG Commission on Site Investigations Bulletin of the International Association of Engineering Geology, December 1981, Volume 24, Issue 1, pp 185-226

Υδρογεωτρύπανο
(Διάταξη εξοπλισμού)





Απλή- διπλή καροταρία





Κοπτικά Άκρα - Κορόνες

Χειροκίνητοι
δειγματολήπτες -
Augers

Ορύγματα





Πυρήνες Γεωτεχνικών Γεωτρήσεων

Διάτρηση Εδαφικών Σχηματισμών

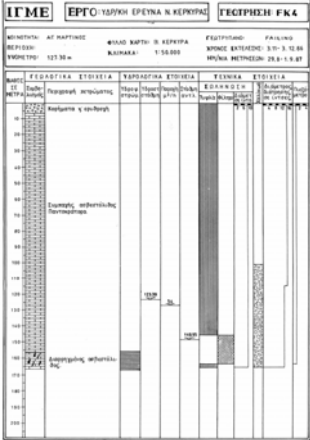


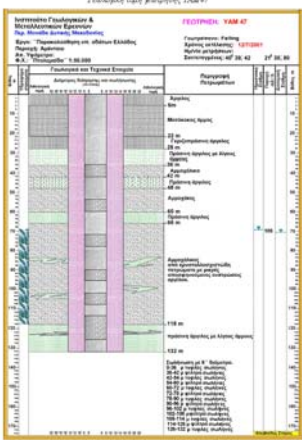
SPT

Διάτρηση Βραχωδών Σχηματισμών



Γεωλογικές Τομές Υδρογεωτρήσεων





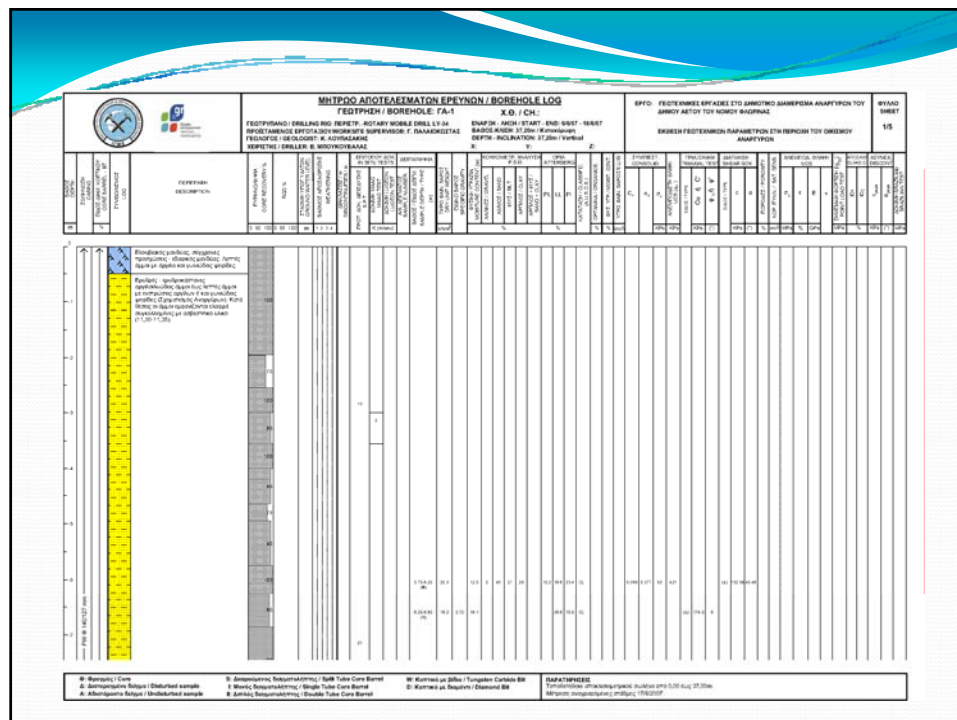
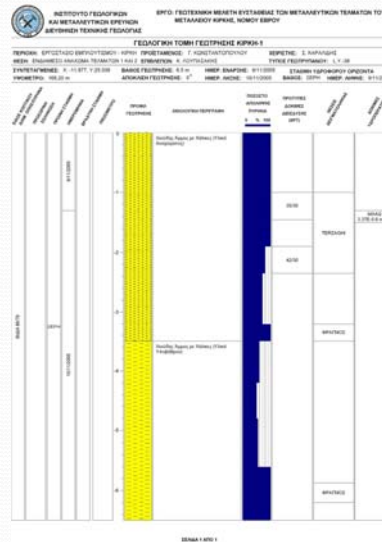
Γεωλογικές Τομές Γεωτεχνικών Γεωτρήσεων

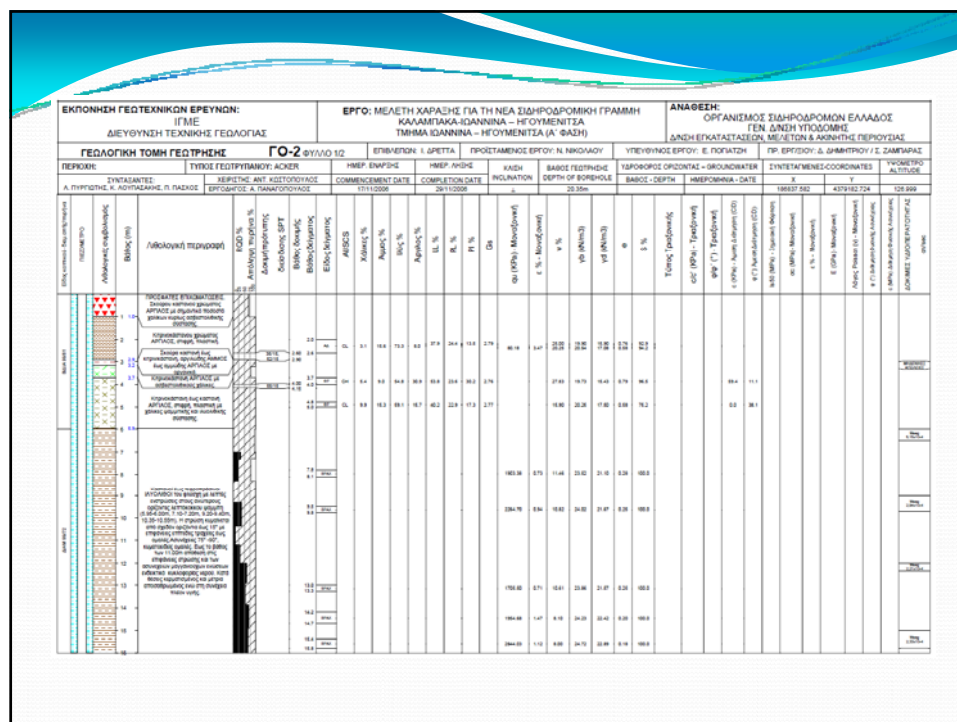


Φωτογραφία 1. Γενίσιμη KIPKH-1, Διάκx: 0,0 – 4,2 m

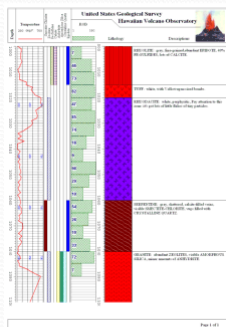


Φωτογραφία 2. Γαϊόλερος ΚΙΡΚΗ-1, Βύθος 4,2 – 6,5 m

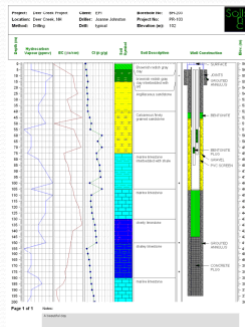




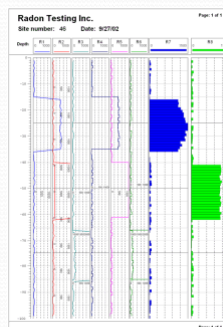
Λοιπά παραδείγματα Γεωλογικών Τομών



Θερμοκρασία
Γεωχημικά δεδομένα



Υδροχημικά δεδομένα



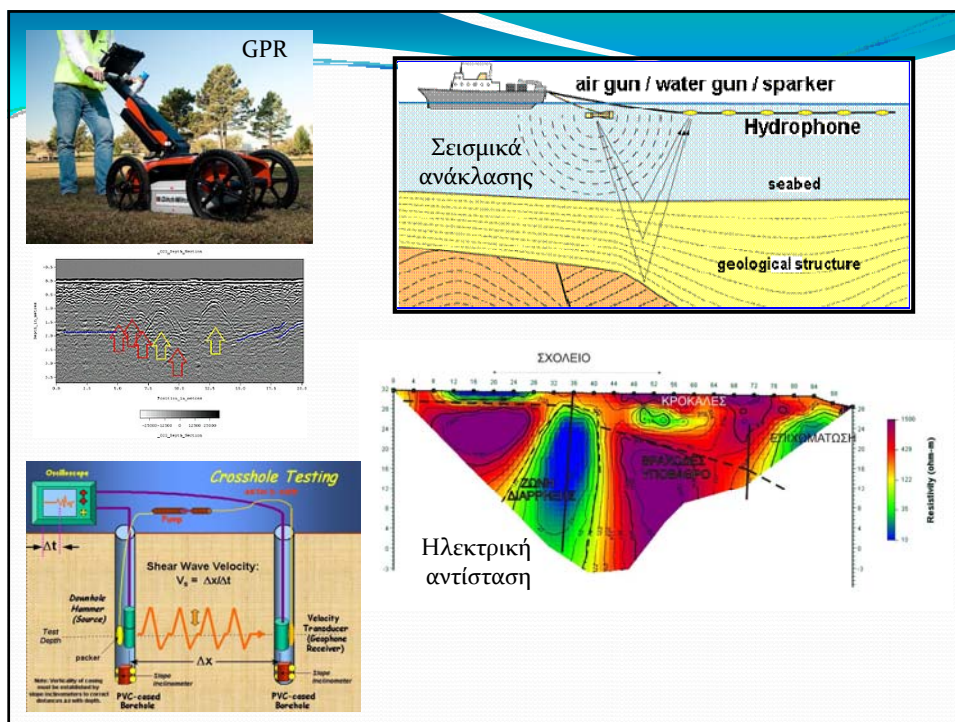
Δεδομένα
Γεωφυσικών
διασκοπήσεων

Γεωφυσικές διασκοπήσεις

Οι γεωφυσικές διασκοπήσεις επιδιώκουν να ανιχνεύσουν και να εντοπίσουν υπόγειες δομές καθώς και να εκτιμήσουν τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά τους. Οι μετρήσεις εκτελούνται στην επιφάνεια του εδάφους, εναερίως, κατά μήκος γεωτρήσεων ή και μεταξύ γεωτρήσεων.

Οι μέθοδοι γεωφυσικών διασκοπήσεων διακρίνονται σε:

- **Βαρυτικές.** Εντοπισμός μεταβολών πυκνότητας μετρώντας την ένταση του βαρυτικού πεδίου.
- **Μαγνητικές.** Εντοπισμός μαγνητικών υλικών μετρώντας την ένταση - ανωμαλίες του μαγνητικού πεδίου.
- **Σεισμικές.** Καθορισμός της γεωλογικής δομής αξιολογώντας τα χαρακτηριστικά της διάδοσης των σεισμικών κυμάτων.
- **Ηλεκτρικές.** Καθορισμός της γεωηλεκτρικής δομής μετρώντας τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των σχηματισμών.
- **Ηλεκτρομαγνητικές.** Καθορισμός της γεωηλεκτρικής δομής μετρώντας την ένταση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου.
- **Γεωραντάρ.** Εντοπισμός διεπιφανειών αξιολογώντας τα χαρακτηριστικά των ανακλώμενων ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων.



Επί τόπου ενεργάνωση

Τα όργανα που εγκαθίστανται εντός των γεωλογικών σχηματισμών ή εντός γεωκατασκευών (φράγματα, σήραγγες κ.α.) και τα οποία έχουν ως σκοπό τη μέτρηση μετακινήσεων, τάσεων, πιέσεων του νερού των πόρων, στάθμης νερού, κ.α. Παραδείγματα οργάνων:

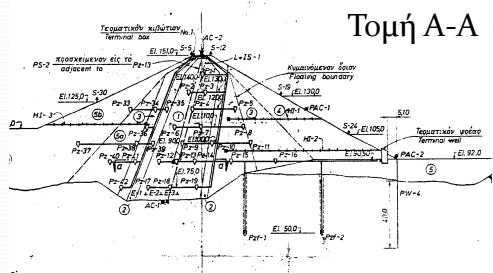
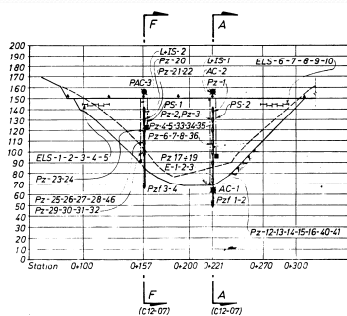
- **Επιμηκυνσιόμετρα (extensometers).** Μέτρηση επιμήκυνσης ή βράχυνσης (γεωτρήσεων, φορέων, μαζών).
- **Αποκλισιόμετρα (inclinometers).** Μέτρηση αποκλίσεων από την κατακόρυφο σε γεωτρήσεις.
- **Πιεζόμετρα (piezometers).** Μέτρηση της στάθμης των υπόγειων υδάτων ή του υδροστατικού φορτίου.
- **Κυψέλες φόρτισης (load cells).** Μέτρηση γεωστατικών και λοιπών φορτίων. κ.α.



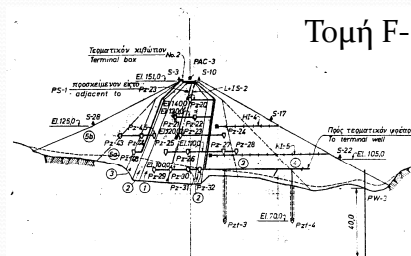
Παράδειγμα ενοργάνωσης από το σώμα του φράγματος Σφηκιάς

Διάταξη Οργάνων:

- 1) Στην επιφάνεια του φράγματος.
- 2) Σε τομή κατά μήκος του άξονα του φράγματος.
- 3) Σε τομές κάθετα στον άξονα του φράγματος (Τομές Α-Α και F-F).



Τομή F-F



Βιβλιογραφία

- Κούκης Γ., Σαμπατακάκης Ν., (2007) Γεωλογία Τεχνικών Έργων, Εκδ. Παπασωτηρίου, σελ.575.
- Κράνης Χ. (2005) Παρουσίαση ``Στοιχεία τοπογραφίας & Γεωλογικών χαρτών`` για το μάθημα ``Γεωλογική Χαρτογράφηση``, τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, ΕΚΠΑ, Αθήνα.
- Price D. (1981) Report of the IAEG Commission on Site Investigations Bulletin of the International Association of Engineering Geology, December 1981, Volume 24, Issue 1, pp 185-226
- Παπαχαρίσης Ν., Μάνου-Ανδρεάδη Ν., Γραμματικόπουλος Ι., (1999) Γεωτεχνική Μηχανική, Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη.
- Ρόζος Δ. (2007) Τεχνική Γεωλογία Ι, Σημειώσεις ΕΜΠ