



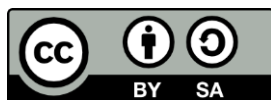
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΕ

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

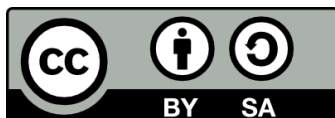
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
κ. ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ**

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



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.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

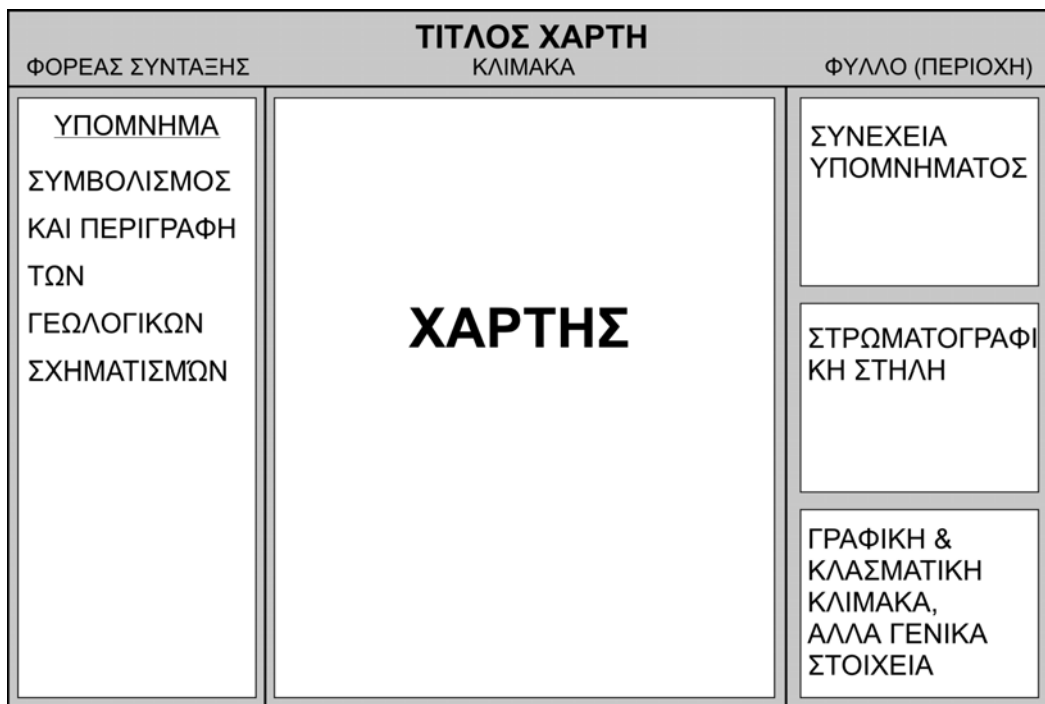
Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



6.5 Ενδείξεις γεωλογικών χαρτών

Το κάθε φύλλο γεωλογικού χάρτη περιλαμβάνει εκτός από τη χαρτογραφημένη περιοχή και διάφορα άλλα χρήσιμα στοιχεία. Η χαρτογραφημένη περιοχή περικλείεται από ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο πλαίσιο που το σχηματίζουν δύο μεσημβρινοί και δύο παράλληλοι κύκλοι. Η κατεύθυνση του βορρά επομένως, ακόμη και αν δεν σημειώνεται αλλού, βρίσκεται από την κατεύθυνση των δύο πλευρών του πλαισίου.

Στο πάνω περιθώριο κάθε χάρτη, υπάρχει το όνομα του χάρτη, ο αριθμός του φύλλου και η ονομασία της περιοχής που περικλείεται στα όρια του χάρτη. Στο κάτω περιθώριο υπάρχει το υπόμνημα, που περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα επεξηγηματικά στοιχεία ώστε να μπορεί να διαβαστεί ο χάρτης καθώς επίσης την κλίμακα και την ισοδιάσταση.

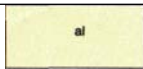
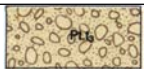

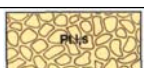

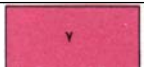






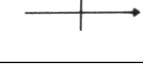
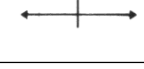
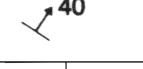
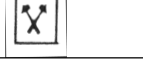





Εικόνα 6-10 Υπόδειγμα διάρθρωσης γεωλογικού χάρτη. Στα παράδειγμα παρουσιάζεται η θέση των στοιχείων των γεωλογικών χαρτών της Ελλάδας σε κλίμακα 1:50000 που έχει συντάξει το Ι.Γ.Μ.Ε.

Οι γεωλογικοί χάρτες περιλαμβάνουν συνήθως και το εθνικό και επαρχιακό οδικό δίκτυο, το σιδηροδρομικό δίκτυο, τα μικρά και μεγάλα αστικά κέντρα καθώς και τα χαρακτηριστικά σημεία της επιφάνειας του εδάφους (κορυφές λόφων ή βουνών, τοπωνύμια περιοχών κ.λ.π).

6.6 Συμβολισμός των γεωλογικών σχηματισμών και δομών

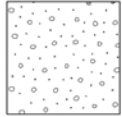
Γεωλογικούς χάρτες συντάσσουν διάφορες υπηρεσίες και οργανισμοί αλλά και πολλοί ιδιώτες. Οι πληροφορίες που περιέχονται στους χάρτες αυτούς πρέπει να είναι προσβάσιμες και κατανοητές σε κάθε ενδιαφερόμενο. Για τον λόγο αυτόν έχει γίνει προσπάθεια για την καθιέρωση ενός ενιαίου συστήματος συμβολισμών των γεωλογικών σχηματισμών και δομών. Οι συμβολισμοί αυτοί συνίστανται από κάποιο συγκεκριμένο ράστερ (ή pattern) και κάποιο χρώμα για κάθε γεωλογικό σχηματισμό ανάλογα με το είδος και την ηλικία του. Στην Ελλάδα συνηθίζεται η χρησιμοποίηση των συμβολισμών που έχει καθιερώσει το ΙΓΜΕ στους χάρτες κλίμακας 1:50000 τους οποίους έχει συντάξει. Οι συμβολισμοί αυτοί είναι δυνατόν να διαφέρουν σε χάρτες μεγάλης κλίμακας που έχουν συντάξει άλλες υπηρεσίες (π.χ. ΔΕΗ) ή ιδιώτες γεωλόγοι. Στα πλαίσια της προσπάθειας καθιέρωσης ενιαίου συστήματος συμβολισμών, η αμερικανική υπηρεσία γεωλογικών ερευνών και μελετών (USGS) έχει προτείνει αντίστοιχους συμβολισμούς, οι οποίοι παρατίθενται στους επόμενους πίνακες.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟΙ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΚΑΙ ΔΟΜΩΝ (από Ι.Γ.Μ.Ε.)				
	Συμβολισμός	Περιγραφή γεωλογικού σχηματισμού	Συμβολισμός	Περιγραφή γεωλογικού Σχηματισμού
Γεωλογικοί σχηματισμοί		Αλουβιακές αποθέσεις		Υλικά ποτάμιων αναβαθμίδων
		Κώνοι κορημάτων		Ποταμοχειμάρρειες αποθέσεις
		Μάρμαρα		Γρανодиορίτης
		Γνεύσιοι και σχιστόλιθοι		Διμαρμαρυγικοί γνεύσιοι
Γεωλογικές δομές		Γεωλογικό όριο		Γεωλογικό όριο πιθανό
		Ρήγμα		Ρήγμα πιθανό ή καλυμμένο
		Άξονας πτυχής με διεύθυνση κλίσης		Οριζόντιος άξονας πτυχής
		Παράταξη στρωμάτων		
Γενικές πληροφορίες		Λατομείο αδρανών		Λατομείο μαρμάρων
		Εμφάνιση μικτών θειούχων		Απολιθώματα

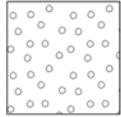
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΑΠΟ

U.S. Geological Survey

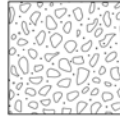
ΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΕΙΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ



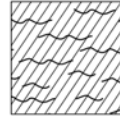
Αμμοί & χάλικες



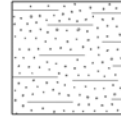
Ποτάμιες αναβαθμίδες



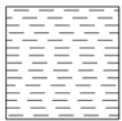
Αδρομερή υλικά



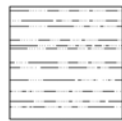
Αργίλοι με οργανικά



Αμμοχάλικες με άργιλο



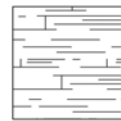
Σχιστή άργιλος



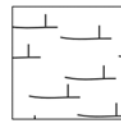
Ιλυόλιθος



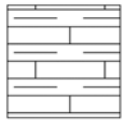
Αργιλικός σχιστόλιθος



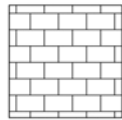
Μάργα



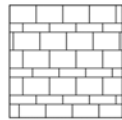
Κιμωλία



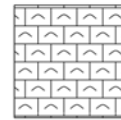
Εναλλαγές ασβεστολίθων/ αργιλ. σχιστολίθων



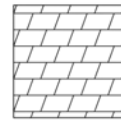
Ασβεστόλιθος



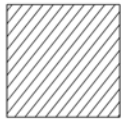
Ασβεστόλιθος λεπτοστρωματώδης



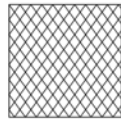
Ασβεστόλιθος απολιθωματοφόρος



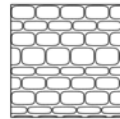
Δολομίτης



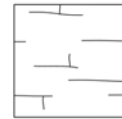
Γύψος



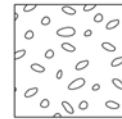
Ανυδρίτης



Κερατόλιθος

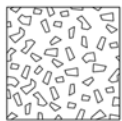


Ασβεστοψαμμίτης



Κροκαλοπαγές

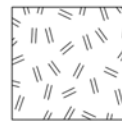
ΠΥΡΙΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ



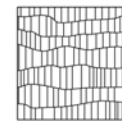
Ηφαιστειακά λατυποπαγή



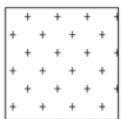
Ηφαιστειακά λατυποπαγή/τόφφοι



Πυριγενή ηφαιστειακά



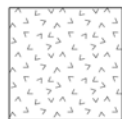
Λάβα βασικήσ σύστασης



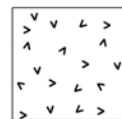
Πυριγενή πλουτώνια όξινα



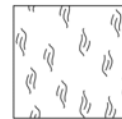
Γρανίτης



Βασάλτης

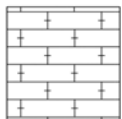


Πυριγενή πλουτώνια υπερβασικά

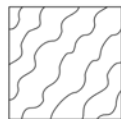


Σερπεντίνης

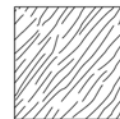
ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ



Μάρμαρο



Χαλαζίτης



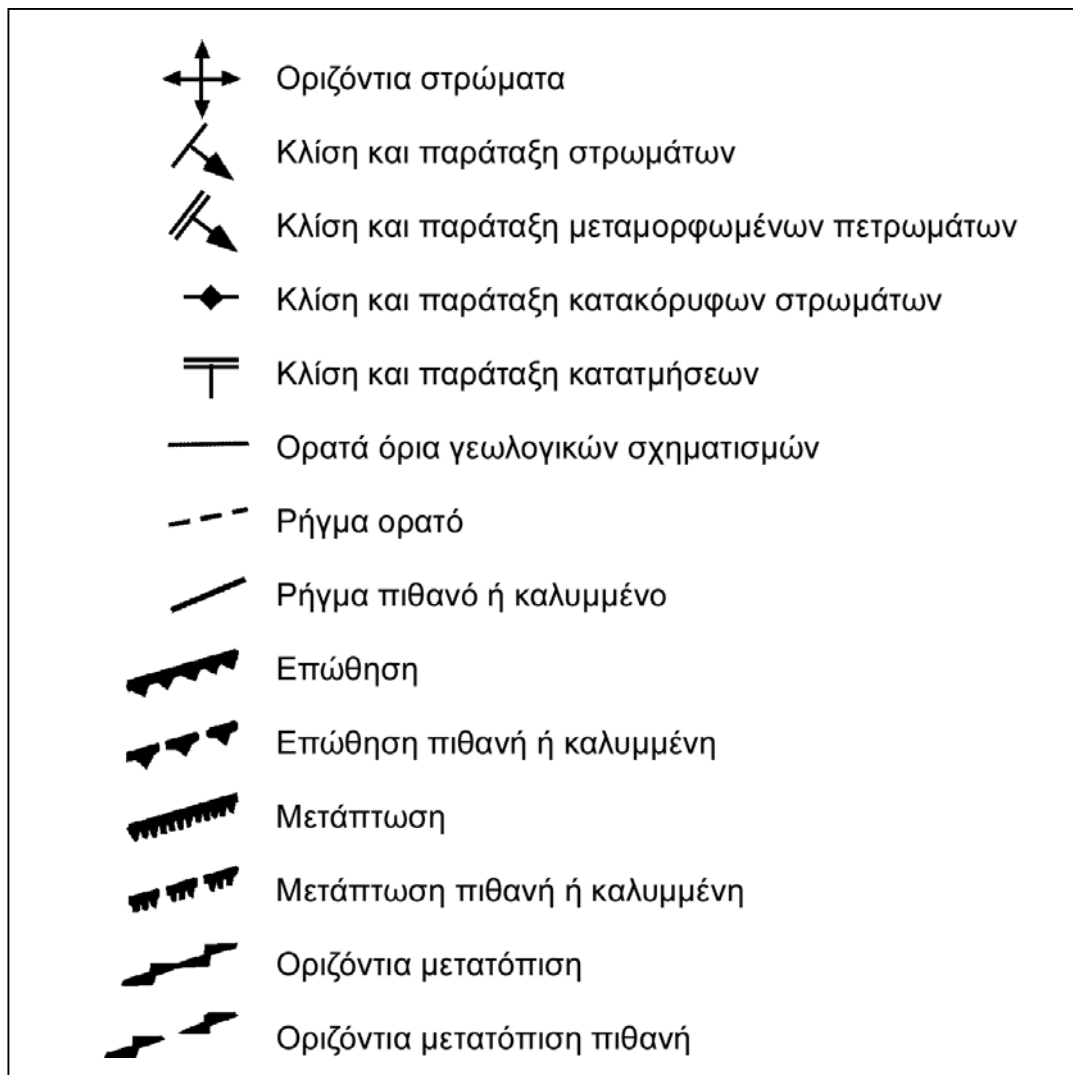
Σχιστόλιθος



Σχιστόλιθος πτυχωμένος

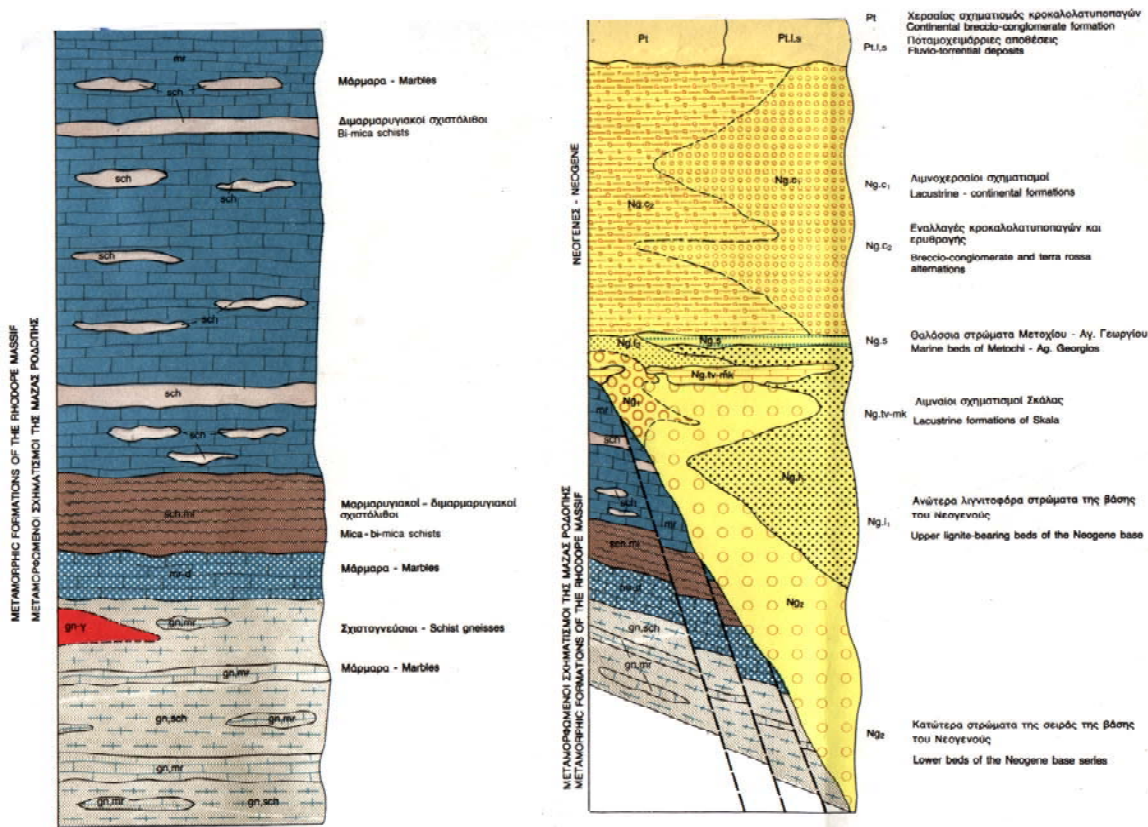


Γνεύσιος



Εικόνα 6-11 Συμβολισμοί γεωλογικών δομών.

Στη στρωματογραφική στήλη που παρατίθεται στους γεωλογικούς χάρτες, παρουσιάζονται οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν το υπέδαφος της περιοχής του χάρτη σε σειρά με βάση την ηλικία τους από την επιφάνεια του εδάφους προς τα βαθύτερα στρώματα. Η ηλικία των γεωλογικών σχηματισμών προσδιορίζεται με εργαστηριακές μετρήσεις (ραδιοχρονολογήσεις) ή με βάση απολιθώματα που εντοπίζονται στη μάζα τους και προέρχονται από οργανισμούς ή φυτά που υπήρξαν στο γεωλογικό παρελθόν. Η διαδοχή των γεωλογικών σχηματισμών σε συνδυασμό με τα γεωμετρικά στοιχεία προσανατολισμού τους, βοηθά στην κατασκευή τρισδιάστατης εικόνας του υπεδάφους μέσω της κατασκευής γεωλογικών τομών.

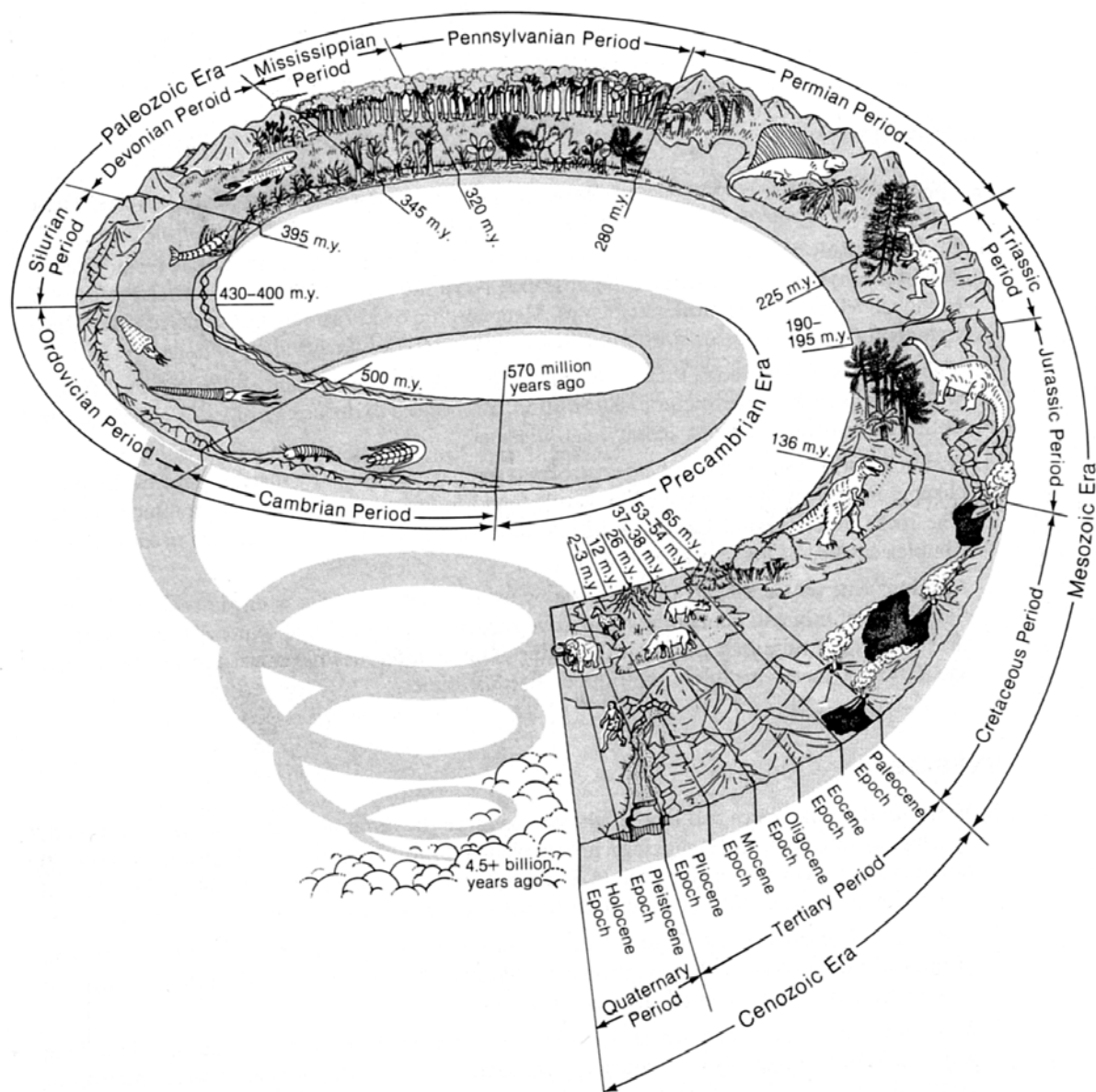


Εικόνα 6-12 Στρωματογραφική στήλη γεωλογικών σχηματισμών όπως παρουσιάζεται στο φύλλο χάρτη “ΣΕΡΡΕΣ” κλίμακας 1:50000 του Ι.Γ.Μ.Ε.

Οι γεωλογικές περιόδους μέσω των οποίων προσδιορίζεται η ηλικία των γεωλογικών σχηματισμών δίνεται από τον παρακάτω πίνακα.

Ηλικία (χρόνια 10 ⁶)	Εποχή	Περίοδος	Αιών
	Σύγχρονη	Τεταρτογενές	καινοζωικός
	Πλειστόκαινο		
2	Πλειόκαινο	Παλαιογενές	
12	Μειόκαινο		
26	Ολιγόκαινο		
37	Ηώκαινο		
53	Παλαιόκαινο		
65		Κρητιδικό	Μεσοζωικός
		Ιουρασικό	
		Τριαδικό	
		Πέρμιο	
		Λιθανθρακοφόρο	Παλαιόζωικός
		Δεβόνιο	
		Σιλούριο	
		Ορδοβίκιο	
		Κάμβριο	
		Προκάμβριο	

Εικόνα 6-13 Απόλυτη ηλικία σε εκατομμύρια έτη και Γεωλογικοί αιώνες.



Εικόνα 6-14 Σχετική και απόλυτη ηλικία των γεωλογικών σχηματισμών και ιστορία της Γης (από Geologic Time, U.S. Geological Survey publication).

6.7 Κατασκευή των γεωλογικών χάρτων

Για να κατασκευαστεί ένας γεωλογικός χάρτης απαιτείται μία σειρά εργασιών άλλες από τις οποίες πραγματοποιούνται στο ύπαιθρο και άλλες στο γραφείο. Οι εργασίες που πρέπει να πραγματοποιηθούν στα πλαίσια κατασκευής γεωλογικού χάρτη περιλαμβάνουν:

- Επιλογή της κατάλληλης κλίμακας με βάση το αντικείμενο και τις εφαρμογές του χάρτη.

- Συλλογή και αξιολόγηση στοιχείων σχετικά με τη γεωλογική και την τεκτονική δομή της περιοχής.
- Συλλογή και αξιολόγηση στοιχείων σχετικά με το είδος των γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην περιοχή.
- Συλλογή και αξιολόγηση στοιχείων σχετικά με την πυκνότητα και τη μορφή του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής.
- Αξιολόγηση των μορφομετρικών παραμέτρων της περιοχής με βάση τον τοπογραφικό χάρτη.
- Σύνθεση των παραπάνω και κατασκευή του γεωλογικού χάρτη.

Η συλλογή των στοιχείων που αφορούν τη γεωλογική και την τεκτονική δομή της περιοχής γίνεται με τη χρησιμοποίηση σύγχρονων μεθόδων και εργαλείων έρευνας και επί τόπου επισκέψεις γεωλόγου. Συνήθως η έρευνα ξεκινά με την επεξεργασία, ερμηνεία και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της εξέτασης αεροφωτογραφιών ή δορυφορικών εικόνων της περιοχής (εφόσον φυσικά διατίθενται). Η μεθοδολογία αυτή σε συνδυασμό με βασικές γνώσεις γεωλογίας, δίνει τη δυνατότητα της κατασκευής του γεωλογικού χάρτη της περιοχής σε μικρό χρονικό διάστημα. Η κλίμακα του χάρτη αυτού εξαρτάται άμεσα από την ανάλυση των χρησιμοποιούμενων δορυφορικών εικόνων ή των αεροφωτογραφιών.

Οι αεροφωτογραφίες που παρέχει η Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.) είναι συνήθως σε κλίμακα 1:17000 (1:16600) και δίνουν τη δυνατότητα κατασκευής χάρτη σε αντίστοιχη κλίμακα. Οι πληροφορίες που παρέχουν όμως, αφορούν κυρίως την τεκτονική δομή της περιοχής και λιγότερο το είδος των γεωλογικών σχηματισμών.

Η επεξεργασία και ανάλυση δορυφορικών εικόνων, ιδιαίτερα πολυφασματικού τύπου, παρέχουν τη δυνατότητα διάκρισης μεταξύ γεωλογικών σχηματισμών, μελέτης της τεκτονικής δομής της περιοχής και διερεύνησης άλλων παραμέτρων που συνδέονται με τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής (φυτοκάλυψη, μορφή και πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου κ.λ.π). Η κλίμακα των εξαγόμενων πληροφοριών συνδέεται άμεσα με την χωρική ανάλυση των χρησιμοποιούμενων εικόνων. Έτσι οι εικόνες της σειράς Landsat TM που έχουν ανάλυση 30x30m στο έδαφος (είναι το εμβαδόν στο έδαφος που αντιστοιχεί στο κάθε pixel της εικόνας), παρέχουν πληροφορίες χρήσιμες για κατασκευή χάρτη κλίμακας έως

1:50000 ενώ οι εικόνες της σειράς SPOT που έχουν ανάλυση 10x10m στο έδαφος δίνουν τη δυνατότητα χρησιμοποίησης των εξαγόμενων πληροφοριών για κλίμακες έως 1:20000.

Άλλοι τύποι δορυφορικών εικόνων με πολύ μεγαλύτερη ανάλυση όπως είναι οι εικόνες της σειράς SPIN (1x1m) ή εκείνες της σειράς MIR (1x1m) δίνουν τη δυνατότητα εξαγωγής πληροφοριών για την κατασκευή γεωλογικών χαρτών σε πολύ μεγαλύτερες κλίμακες (έως και 1:1000).

Η αποτελεσματικότητα της χρησιμοποίησης της επεξεργασίας και ερμηνείας δορυφορικών εικόνων, εξαρτάται κυρίως από την φασματική τους ανάλυση, η οποία αφορά το εύρος των συχνοτήτων της ανακλώμενης από τη Γη ακτινοβολίας, που καταγράφεται από τον δορυφόρο. Αυτό που συμβαίνει είναι ότι κάποιες εικόνες όπως π.χ. οι εικόνες της σειράς Landsat TM που παρουσιάζουν μικρότερη χωρική ανάλυση από αυτές της σειράς SPOT, εμφανίζουν αντίθετα πολύ μεγαλύτερη φασματική ανάλυση. Είναι λοιπόν καταλληλότερες για τη διάκριση των γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην επιφάνεια του εδάφους αλλά παρέχουν δυνατότητα κατασκευής χάρτη μικρότερης κλίμακας. Η χρυσή τομή επιτυγχάνεται σε μία τέτοια περίπτωση, με τη σύνθεση των δύο ειδών δορυφορικών εικόνων (Landsat TM και SPOT) και την κατασκευή μίας νέας εικόνας, η οποία θα παρουσιάζει την φασματική ανάλυση της πρώτης με χωρική ανάλυση που πλησιάζει σε αυτή της δεύτερης. Η σύνθεση αυτή γίνεται με τη χρησιμοποίηση διαφόρων τεχνικών επεξεργασίας με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού.

Την κατασκευή ενός αρχικού γεωλογικού χάρτη με τις μεθόδους που παρουσιάστηκαν συνοπτικά πιο πάνω, ακολουθεί επί τόπου επίσκεψη γεωλόγου για την επιβεβαίωση της ορθότητας του χάρτη, την προσθήκη και την μεταβολή στοιχείων, τη μέτρηση των γεωμετρικών στοιχείων προσανατολισμού διεπιφανειών (στρώσεων, σχιστότητας, ασυνεχειών) και τη συλλογή δειγμάτων πετρωμάτων και εδαφικών υλικών.

Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής οδηγούν στη διαμόρφωση της εικόνας που παρουσιάζει η κατανομή των γεωλογικών σχηματισμών (πετρωμάτων και εδαφών) στην περιοχή έρευνας. Η εικόνα αυτή αποτελεί ένα από τα απαιτούμενα για την κατασκευή του χάρτη, «επίπεδα» πληροφορίας.

