



## ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ, ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

### ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗΣ

Διαδικασία πλήρωσης τριών (3) κενών μόνιμων θέσεων Τεχνικού (Κλ. Α2-Α5-Α:7ii) στο  
Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης

Αρ. Επίσημης Εφημερίδας της Δημοκρατίας 5245, ημερομ. 06/12/2019

Γραπτή εξέταση υποψηφίων σε ειδικό θέμα (Γεωλογία)

ΕΞΕΤΑΣΤΕΑ ΥΛΗ

Μάρτιος 2020

## Πληροφορίες προς του υποψηφίους

Το έγγραφο αυτό ετοιμάστηκε από την κατά Νόμο αρμόδια Συμβουλευτική Επιτροπή για τη διοργάνωση γραπτής εξέταση σε ειδικό θέμα (στη Γεωλογία) στο πλαίσιο της διαδικασίας πλήρωσης τριών (3) κενών μόνιμων θέσεων Τεχνικού (Κλ. Α2-Α5-Α7ii) στο Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης. Η διαδικασία αυτή αφορά του υποψηφίους που υπέβαλαν ηλεκτρονική αίτηση για τις πιο πάνω θέσεις, η προκήρυξη της πλήρωσης των οποιίων έγινε στην Επίσημη Εφημερίδα της Δημοκρατίας με αρ. 5245 και ημερομηνία 06/12/2019.

Η γραπτή εξέταση θα διεξαχθεί το Σάββατο 11 Απριλίου 2020, μεταξύ 09:00 και 11:30, στο Λύκειο Κύκκου Α', που βρίσκεται στην οδό Στασίνου, στην Έγκωμη, 2404 (παράλληλος της Λεωφόρου Γρίβα Διγενή). Στη γραπτή αυτή εξέταση έχουν κληθεί όλοι όσοι υπέβαλαν ηλεκτρονική αίτηση για τις θέσεις, χωρίς όμως στο στάδιο αυτό να έχει εξεταστεί η ικανοποίηση από αυτούς των απαιτήσεων του Σχεδίου Υπηρεσίας της θέσης. Επισημαίνεται, όμως, πως σύμφωνα με την προκήρυξη της θέσης, οι παρούσες ανάγκες της Υπηρεσίας απαιτούν όπως οι υποψήφιοι κατέχουν για την πιο πάνω θέση Δίπλωμα του Ανώτερου Τεχνολογικού Ινστιτούτου ή ισότιμο προσόν στη **Γεωλογία**. Η εξέταση της ικανοποίησης των απαιτήσεων του Σχεδίου Υπηρεσίας της θέσης θα γίνει σε μεταγενέστερο στάδιο, για όσους από τους υποψηφίους θα επιτύχουν στην εξέταση και θα εξασφαλίσουν τέτοια βαθμολογία, ώστε η αίτησή τους να τύχει περαιτέρω αξιολόγησης.

Ενημερώνονται οι υποψήφιοι, πως η εν λόγω εξέταση είναι η πρώτη στο είδος της και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν προηγούμενα εξεταστικά δοκίμια, τα οποία θα μπορούσαν να συμβουλευτούν.

Η εξεταστέα ύλη χωρίζεται σε δύο μέρη, το Μέρος «Α» και το Μέρος «Β». Το Μέρος «Α» αφορά βασικές γνώσεις σε γεωλογικά θέματα για τα οποία οι υποψήφιοι προτρέπονται να ανατρέξουν σε βασικά εγχειρίδια, που χρησιμοποιούνται από τα πανεπιστημιακά ιδρύματα που έχουν προγράμματα σπουδών στη Γεωλογία.

Το Μέρος «Β» αφορά βασικές γνώσεις των γεωλογικών δεδομένων της Κύπρου και για τη βοήθεια των υποψηφίων παρατίθεται σχετικό κείμενο το οποίο καλύπτει τις θεματικές ενότητες της γεωλογία της Κύπρου, των ορυκτών πόρων της Κύπρου, των υπόγειων υδατικών πόρων της Κύπρου και των Γεωκινδύνων της Κύπρου.

Το εξεταστικό δοκίμιο θα έχει ερωτήσεις και από τα δύο μέρη και αυτές θα είναι ανάπτυξης όσο και πολλαπλής επιλογής. Μέρος των ερωτήσεων θα αφορούν θέματα σχετικά με το σχεδιασμό και ερμηνεία τοπογραφικών και γεωλογικών τομών και γεωλογικών και θεματικών χαρτών. Ως εκ τούτου, για τη δική τους ευκολία καλούνται οι υποψήφιοι να έχουν μαζί τους κατά την εξέταση **χάρακα με κλίμακα**.

**Κατά την εξέταση οι υποψήφιοι θα πρέπει απαραίτητως να έχουν μαζί τους την πολιτική ταυτότητάς, καθώς επίσης αντίγραφο της επιστολής πρόσκλησής τους.**

**Για σκοπούς καλύτερου προγραμματισμού καλούνται οι υποψήφιοι να απαντήσουν στην πρόσκληση της Συμβουλευτικής Επιτροπής, με ηλεκτρονικό μήνυμα, δηλώνοντας εάν προτίθενται ή όχι να λάβουν μέρος στη γραπτή εξέταση.**

## ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΞΕΤΑΣΤΕΑΣ ΥΛΗΣ

### ΜΕΡΟΣ Α – ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

1. Βασικές γνώσεις Γενικής Γεωλογίας (σύσταση της Γης - δομή, λιθοσφαιρικές πλάκες, είδη ορίων πλακών και κίνησης, εξέλιξη των περιβαλλόντων και των οργανισμών κατά τη διάρκεια του γεωλογικού χρόνου κτλ.)
2. Βασικές γνώσεις Τεκτονικής Γεωλογίας (τάσεις, είδη ρηγμάτων, νεοτεκτονική και γεωμορφολογία κτλ.)
3. Βασικές γνώσεις Παλαιοντολογίας, Παλαιοκλιματολογίας και Παλαιογεωγραφίας
4. Βασικές γνώσεις Πετρολογίας (φυσικές και χημικές ιδιότητες ορυκτών, κατηγορίες πετρωμάτων, πετρογένεσης, πετρολογικός κύκλος κλπ.)
5. Βασικές γνώσεις Υδρογεωλογίας (Υδρολογικός κύκλος, βασικοί τύποι υδροφόρων και χαρακτηριστικά τους, κίνηση υπόγειου νερού: γραμμές ροής και ισοδυναμικές καμπύλες, κύκλος του αζώτου κτλ.)
6. Βασικές γνώσεις Τεχνικής (Μηχανικής) Γεωλογίας (κύριες φυσικομηχανικές ιδιότητες εδαφών και βραχομάζας, εδαφική ταξινόμηση, ασυνέχειες, τεχνικογεωλογική έρευνα κτλ.)
7. Σεισμολογία και Εφαρμοσμένη Γεωφυσική (γένεση σεισμών, αντικείμενο της σεισμολογίας, μέγεθος και ένταση σεισμού, στόχοι-σκοποί των γεωφυσικών επισκοπήσεων κτλ.)

### ΜΕΡΟΣ Β - ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

Γεωλογία της Κύπρου

Ορυκτοί πόροι της Κύπρου

Υπόγειοι υδατικοί πόροι της Κύπρου

Γεωκίνδυνοι της Κύπρου

# Περιεχόμενα

1	ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ.....	1
1.1	Γεωλογική εξέλιξη της Κύπρου.....	1
1.2	Η Γεωτεκτονική Ζώνη του Οφιόλιθου του Τροόδου.....	5
1.2.1	Γενική περιγραφή.....	5
1.2.2	Χημικά ιζήματα.....	6
1.2.3	Ηφαιστειακά πετρώματα.....	6
1.2.4	Φλεβικά πετρώματα.....	6
1.2.5	Πλουτώνια πετρώματα.....	7
1.2.6	Ακολουθία του Μανδύα.....	7
1.3	Η Γεωτεκτονική Ζώνη των Μαμωνιών.....	8
1.3.1	Ομάδα του Αγίου Φωτίου.....	8
1.3.2	Η Ομάδα του Διαρίζου.....	9
1.4	Η Γεωτεκτονική Ζώνη της Κερύνειας.....	9
1.4.1	Οι ασβεστόλιθοι της ζώνης της Κερύνειας.....	9
1.4.2	Τα υπόλοιπα νεότερα ιζήματα της ζώνης της Κερύνειας.....	11
1.5	Τα Αυτόχθονα Ιζηματογενή Πετρώματα.....	12
1.5.1	Ανώτερο Καμπάνιο - Ολιγόκαινο.....	12
1.5.2	Μειόκαινο.....	13
1.5.3	Πλειόκαινο.....	14
1.5.4	Πλειστόκαινο.....	14
2	ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ.....	15
2.1	Εισαγωγή.....	15
2.2	Μεικτά θειούχα μεταλλεύματα.....	15
2.2.1	Γενικά.....	15
2.2.2	Γένεση μεικτών θειούχων κοιτασμάτων.....	16
2.2.3	Εκμετάλλευση μεικτών θειούχων κοιτασμάτων.....	17
2.3	Χρωμίτης.....	19
2.3.1	Γενικά.....	19
2.3.2	Γένεση κοιτασμάτων χρωμίτη.....	19
2.3.3	Εκμετάλλευση του χρωμίτη.....	20
2.4	Αμίαντος.....	20
2.4.1	Γενικά.....	20
2.4.2	Εκμετάλλευση αμιάντου.....	21

2.5	Γύψος.....	21
2.6	Αμμοχάλικα .....	22
2.7	Άργιλοι.....	23
2.8	Μπεντονίτης.....	24
2.9	Πρώτες ύλες παραγωγής τσιμέντου .....	25
2.10	Ασβέστης.....	25
2.11	Πέτρα δόμησης.....	26
2.12	Φυσικές χρωστικές ύλες.....	27
2.13	Σελεσίτης.....	28
2.14	Μαγνησίτης.....	28
2.15	Μάρμαρα και ασβεστόλιθοι .....	28
3	ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ.....	29
3.1	Εισαγωγή.....	29
3.2	Υδροφορία - Υδροφόροι.....	31
3.2.1	Δυτική Μεσαορία.....	34
3.2.2	Κεντρική Μεσαορία.....	35
3.2.3	Νοτιοανατολική Μεσαορία.....	36
3.2.4	Ακρωτήρι .....	36
3.2.5	Οροσειρά του Πενταδακτύλου.....	36
3.2.6	Οροσειρά του Τροόδους .....	37
3.2.7	Λεκάνη της Χρυσοχούς.....	37
3.2.8	Περιοχή Πάφου .....	39
3.2.9	Περιοχή Κιτίου.....	40
3.2.10	Περιοχή Κερύνειας .....	40
3.3	Ποιοτική Κατάσταση .....	40
3.4	Παρακολούθηση .....	42
4	ΓΕΩΚΙΝΔΥΝΟΙ.....	43
4.1	Εισαγωγή.....	43
4.2	Η σεισμικότητα της περιοχής της Κύπρου .....	43
4.2.1	Γενική κατάσταση.....	43
4.2.2	Παρακολούθηση της σεισμικότητας της περιοχής της Κύπρου .....	47
4.3	Τσουνάμι .....	48
4.3.1	Γενικά.....	48
4.3.2	Γεωμορφολογικές ενδείξεις για τσουνάμι.....	49
4.3.3	Ο κίνδυνος από τσουνάμι στην Κύπρο .....	50
4.4	Κατολισθήσεις - Αστοχίες πρανών .....	50

4.5	Καταρρεύσεις βράχων(βραχοπτώσεις).....	53
4.6	Καθιζήσεις.....	53
4.6.1	Οι μάργες.....	53
4.6.2	Οι διογκούμενοι άργιλοι.....	54
4.6.3	Οι παράκτιες χαλαρές και οργανικές προσχώσεις.....	54
4.6.4	Οι τεχνητές επιχωματώσεις και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες.....	55
4.7	Ρευστοποίηση της άμμου.....	56
4.8	Αποσάθρωση και διάβρωση των γεωλογικών σχηματισμών.....	56
4.8.1	Η αποσάθρωση.....	56
4.8.2	Η διάβρωση.....	57

# ΒΑΣΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΓΕΩΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

## 1 ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ

### 1.1 Γεωλογική εξέλιξη της Κύπρου

Η γεωλογία της Κύπρου έχει ως πυρήνα το οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδους, ηλικίας 92 εκατ. ετών. Η γεωλογική εξέλιξη της περιοχής της που βρίσκεται σήμερα η Κύπρος ήταν υποθαλάσσια και σ' αυτήν προέχουν πέντε κύρια τεκτονικά επεισόδια: (α) τη γένεση του ωκεάνιου φλοιού του Τροόδους πάνω από μια ωκεάνια ζώνη καταβύθισης, (β) την προσκόλληση σ' αυτό παλαιότερων πετρωμάτων (200 μέχρι 75 εκατομ. χρόνων) στα νότια και δυτικά περιθώριά του (Σύμπλεγμα Μαμωνιών), (γ) την τεκτονική ηρεμία που επικράτησε στην περίοδο από 75 μέχρι 10 εκατομ. χρόνια, που χαρακτηρίζεται από την υποθαλάσσια εναπόθεση πελαγικών ασβεστολιθικών ιζημάτων και τη βαθμιαία μείωση του βάθους της θαλάσσιας λεκάνης, (δ) την προσκόλληση της οροσειράς της Κερύνειας στη βόρεια πλευρά του Οφιόλιθου του Τροόδους και (ε) την τελική ανύψωση της νήσου στη σημερινή της μορφή.

Σύμφωνα με τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών η επιφάνεια της γης χωρίζεται σε μικρό αριθμό άκαμπτων λιθοσφαιρικών πλακών οι οποίες ευρίσκονται σε συνεχή σχετική κίνηση. Η δημιουργία της σημερινής περιοχής της Κύπρου σχετίζεται με λιθοσφαιρικές πλάκες με αποκλίνοντα όρια. Κατά μήκος των ορίων αυτών οι πλάκες απομακρύνονται ή μια από την άλλη και στο κενό που δημιουργείται σχηματίζεται νέος φλοιός, το πάχος του οποίου είναι της τάξης των 6 Km και ονομάζεται ωκεάνιος φλοιός, επειδή βρίσκεται κάτω από όλους τους ωκεανούς. Στα όρια αυτά παρατηρείται έκχυση μάγματος κατά μήκος ενός άξονα διεύρυνσης και μια σχετική σεισμική δραστηριότητα. Εκεί σχηματίζονται επίσης υποθαλάσσιες οροσειρές, που είναι γνωστές ως μεσοωκεάνιες ράχες. Νέος ωκεάνιος φλοιός μπορεί επίσης να σχηματιστεί πάνω από τις ζώνες καταβύθισης των λιθοσφαιρικών πλακών, όπως είναι η περίπτωση της Κύπρου.

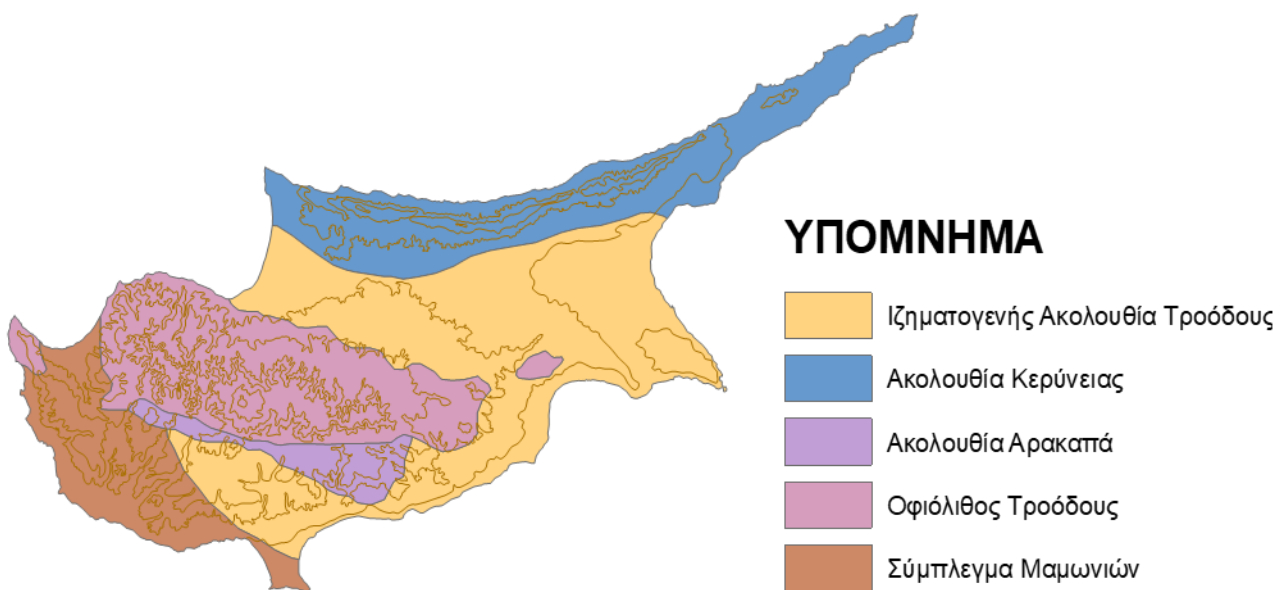
Οι γνώσεις μας για τον ωκεάνιο φλοιό προέρχονται από γεωφυσικές επισκοπήσεις, στοιχεία από γεωτρήσεις και παρατηρήσεις με βαθυσκάφη στους ωκεανούς, αλλά κυρίως από τη μελέτη τμημάτων παλαιού ωκεάνιου φλοιού, που έχουν αναδυθεί και ανυψωθεί πάνω από το επίπεδο της θάλασσας και αποτελούν τώρα χερσαία τμήματα. Τέτοια χερσαία τμήματα παλιού ωκεάνιου φλοιού ονομάζονται οφιόλιθοι και βρίσκονται συνήθως σε συγκλίνοντα όρια λιθοσφαιρικών πλακών.

Η Κύπρος χωρίζεται σε τέσσερις γεωτεκτονικές ζώνες: τον οφιόλιθο του Τροόδους που περιλαμβάνει και την ακολουθία του Αρακαπά, το Σύμπλεγμα των Μαμωνιών, την ακολουθία της Κερύνειας και την αυτόχθονη ιζηματογενή ακολουθία. Το σημαντικότερο τεκτονικό γεγονός που οδήγησε στη δημιουργία του Τροόδους και την ανάδυση της Κύπρου από τη θάλασσα, είναι η σύγκρουση των παρυφών της Αραβίας με την τάφρο καταβύθισης της Αφρικανικής Πλάκας, πάνω από την οποία σχηματίστηκε το Τρόδος. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την αποκόλληση του οφιόλιθου του Τροόδους και την αριστερόστροφη περιστροφή του κατά 90<sup>0</sup>, την επώθηση του συμπλέγματος των Μαμωνιών στα κράσπεδα της γεωτεκτονικής ζώνης του Τροόδους και τη συγχώνευσή τους πλέον σε μια ενότητα.

Με την καταβύθιση και τις ανάλογες αναπροσαρμογές, οι πλάκες κινήθηκαν βορειότερα έτσι που τα νοτιότερα κράσπεδά τους βρέθηκαν στην περιοχή όπου τελικά θα προσκολλόταν η οροσειρά της Κερύνειας. Νότια της περιοχής αυτής επικρατούσε τεκτονική ηρεμία με θαλάσσια ιζηματογένεση σε θαλάσσιες λεκάνες που προοδευτικά γινόντουσαν αβαθείς, με το Τρόδος να αναδύεται σιγά σιγά από την περίοδο του Μειόκαινου και μετά.

Ένα ακόμη σημαντικό τεκτονικό επεισόδιο, που σημειώθηκε στο τέλος του Μειόκαινου και επηρέασε κυρίως το βορειότερο τμήμα της περιοχής που θα αποτελούσε την Κύπρο, ήταν η επώθηση μιας σειράς από αλλόχθονους ασβεστόλιθους νότια, πάνω στις παρυφές της ζώνης του Τροόδους, πτυχώνοντας και επωθώντας όλα τα νεότερα ιζήματα που συνάντησαν στην πορεία τους. Ανατολικά της Κύπρου, η Τηθύς θάλασσα έκλεισε και η Μεσόγειος θάλασσα απέκτησε σχεδόν το σημερινό σχήμα της.

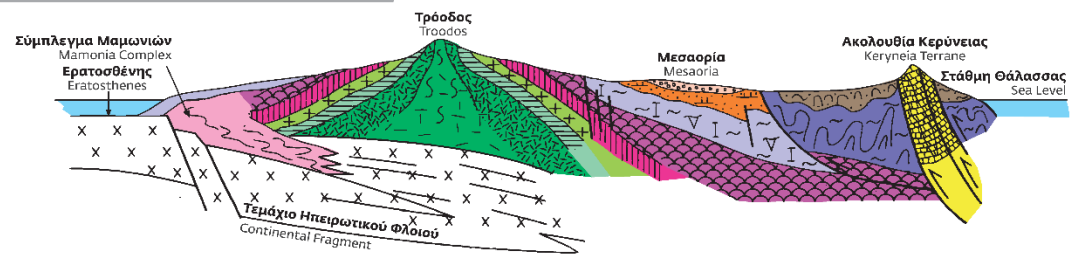
Ωστόσο, η αφρικανική πλάκα δεν σταμάτησε να κινείται βόρεια. Στο πλαίσιο εξισορρόπησης των τάσεων στο εσωτερικό της Γης, διαφοροποιήθηκε η σχετική κίνηση των πλακών και αναπροσαρμόστηκαν τα όρια τους. Έτσι, μια νέα ζώνη καταβύθισης αναπτύχθηκε νότια και δυτικά της Κύπρου και οι δύο πλάκες πλέον ολισθαίνουν παράλληλα μεταξύ τους στα ανατολικά. Σ' αυτό το γεωμετρικό σχήμα, καθώς η αφρικανική και ειδικότερα η αραβική πλάκα κινείται κάτω από την Τουρκία, την σπρώχνει και την αναγκάζει να κινηθεί δυτικά κατά μήκος δύο κυρίων ρηγμάτων ολίσθησης. Με αυτό τον τρόπο η Αφρικανική πλάκα καταβυθίζεται στα νότια της Κύπρου, πράγμα που είχε καθοριστική επίδραση στη γένεση και τη γεωλογική εξέλιξη του νησιού.



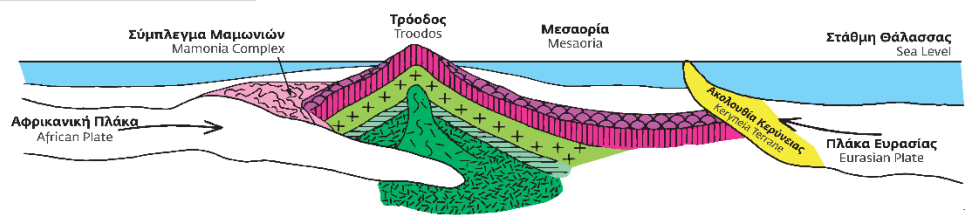
Σχήμα 1-1. Γεωτεκτονικές ζώνες



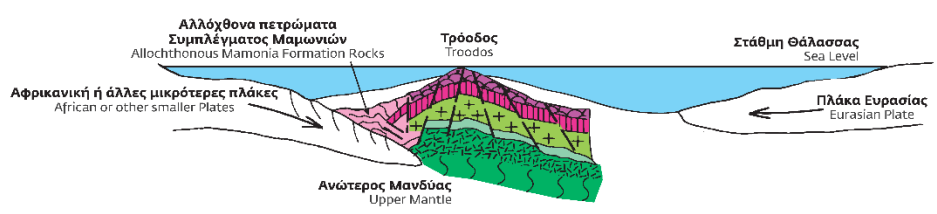
**E Πλειόκαινο-Πλειστόκαινο (3 - 0,5 εκ. χρόνια)**  
Pliocene-Pleistocene (3 - 0.5 Myrs)



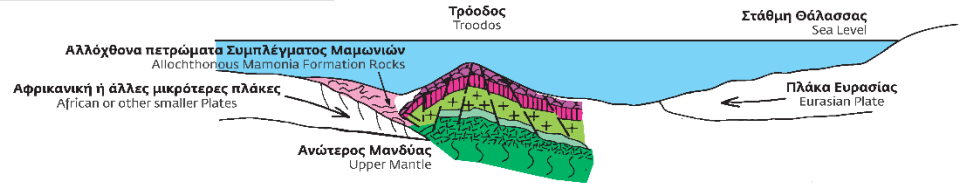
**D Ανώτερο Μειόκαινο (10 εκ. χρόνια)**  
Upper Miocene (10 Myrs)



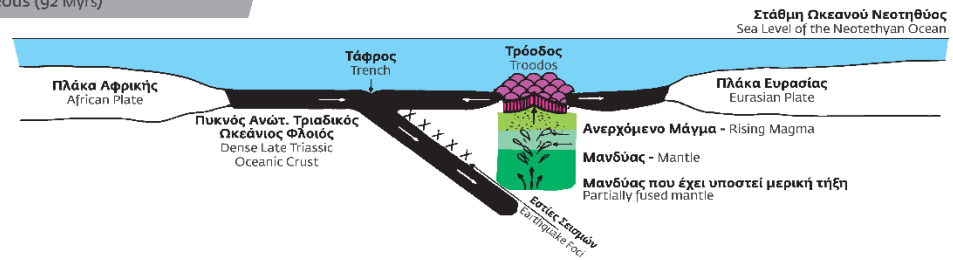
**C Κατώτερο Μειόκαινο (23-20 εκ. χρόνια)**  
Lower Miocene (23-20 Myrs)



**B Ανώτερο Κρητιδικό (πριν 70 εκ. χρόνια)**  
Upper Cretaceous (70 Myrs)

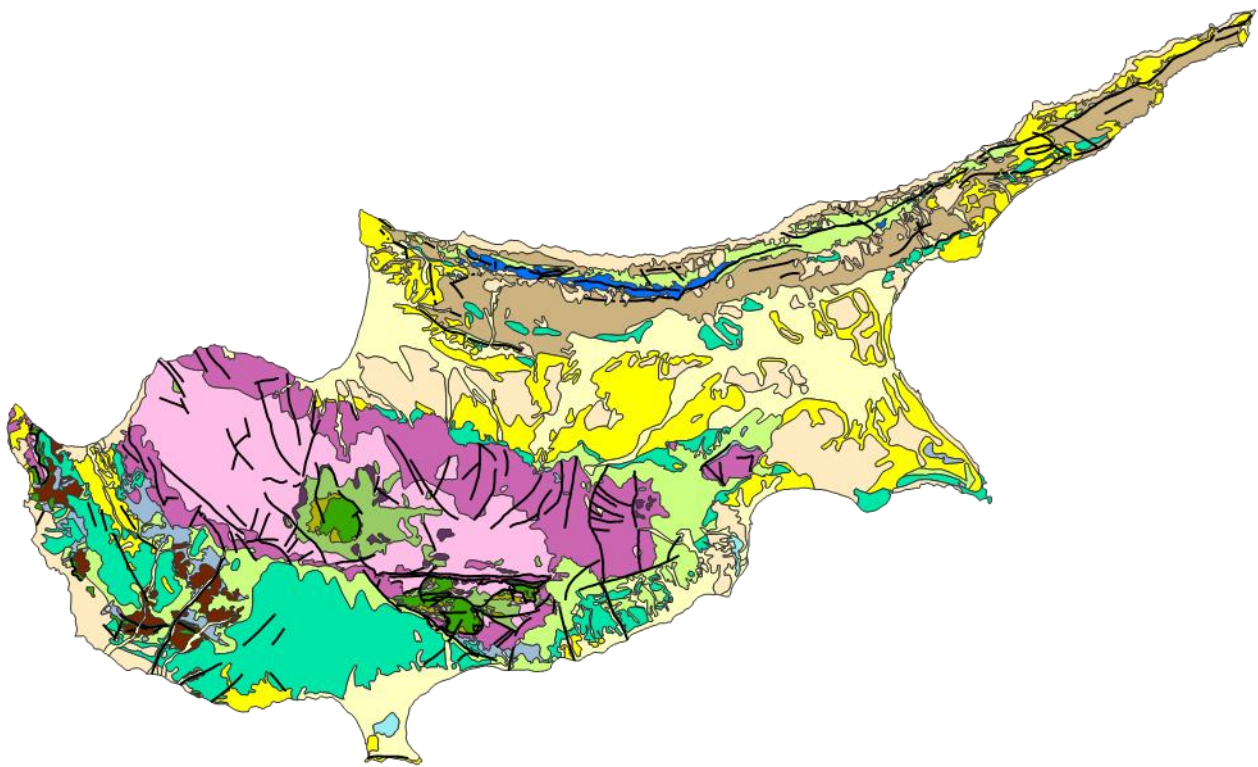


**A Ανώτερο Κρητιδικό (92 εκ. χρόνια)**  
Upper Cretaceous (92 Myrs)



- |  |   |  |
|--|---|--|
| Σύνγραμμα<br>Fanglomerate                                  | Προσκεφαλοειδείς Λάβες και Ροές Λαβών<br>Pillow Lavas and Sheet Lavas | Σχηματισμός Κυθρέας<br>Kythrea Formation   |
| Σχηματισμός Λευκωσίας<br>Nicosia Formation                 | Διαβάσης<br>Diabase   | Σχηματισμός Λαρίθου<br>Laripthos Formation |
| Σχηματισμοί Λευκάρων-Πάχνας<br>Lefkara - Pakhna Formations | Γάββρος<br>Gabbro   | Ασβεστόλιθοι<br>Limestone Group            |
|  | Δουνίτης - Βερλίτης<br>Dunite - Wehrilite                             | Σμπλέγμα Μαμωνίων<br>Mamonia Complex       |
|  | Χαρζβουργίτης - Σερπενιτίτης<br>Harzburgite - Serpentinite            |  |

Σχήμα 1-2. Σχηματική απεικόνιση της δημιουργίας του Οφιόλιθου του Τρόδου και της γεωλογικής εξέλιξης της Κύπρου



## ΥΠΟΜΝΗΜΑ

- Αλυκή
- Αλλούβιο - Κολλούβιο
- Αποθέσεις Αναβαθμίδων, Σύναγμα
- Σχηματισμοί Απαλού και Λευκωσίας
- Σχηματισμοί Καλαβασού και Πάχνας
- Σχηματισμοί Λευκάρων, Καλογραίας - Αρδάνων και Λαπήθου
- Σχηματισμοί Κάθηκα, Μονής, Κανναβιού και Πέρα Πεδίου
- Ανώτερος και Κατώτερος Οριζοντας Λαβών και Οριζοντας Βάσης
- Σύστημα Πολλαπλών Φλεβών
- Πλαγιογρανίτης
- Γάββρος
- Πυροξενίτης, Βερλίτης και Δουνίτης
- Χαρτζβουργίτης και Σερπεντινίτης
- Σχηματισμός Κυθραίας
- Σχηματισμοί Ιλαρίωνα, Συγχαρί, Δικώμου και Καντάρας
- Σύμπλεγμα Μαμωνιών

Σχήμα 1-3. Γεωλογικός χάρτης της Κύπρου

Ένα μικρό κομμάτι του ηπειρωτικού φλοιού, που αποκόπηκε από την Αφρικανική πλάκα πριν 200 εκατομ. χρόνια, προσέγγισε τη ζώνη καταβύθισης στο τέλος του Μειόκαινου. Το κομμάτι αυτό αποτελεί το υποθαλάσσιο βουνό γνωστό ως Ερατοσθένης. Ο φλοιός αυτός είναι ελαφρύτερος και περιέχει πολύ περισσότερο νερό απ' ό τι ο ωκεάνιος φλοιός του Τροόδους. Καθώς το κομμάτι αυτό ταξίδευε βαθύτερα κάτω από το Τρόοδος, λόγω κυρίως της αύξησης της θερμοκρασίας απώλεσε το περισσότερο μέρος από το νερό του, το οποίο μετανάστευσε προς τα πάνω και βοήθησε έτσι στη σερπεντινίωση των υπερβασικών οφιολιθικών πετρωμάτων του Τροόδους και ειδικότερα των πετρωμάτων της ακολουθίας του Μανδύα. Ο σερπεντινίτης κινήθηκε προς τα πάνω λόγω του μικρότερου ειδικού βάρους του και βοήθησε έτσι το Τρόοδος να ανυψωθεί σταδιακά, πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Αυτό δεν ήταν βέβαια και ο μοναδικός παράγοντας ανύψωσης. Ο καταβυθιζόμενος ηπειρωτικός φλοιός, ως πολύ ελαφρύτερος εξασκούσε μια σημαντική άνωση στο κομμάτι του ωκεάνιου φλοιού, που θα αποτελούσε την Κύπρο με αποτέλεσμα και την βαθμιαία ανύψωσή του. Ο ρυθμός της ανύψωσης δεν πρέπει να ήταν σταθερός. Σε περιόδους δραστηκής ανύψωσης ή σημαντικών κλιματικών μεταβολών, η διάβρωση ήταν έντονη και οι ποταμοί σχημάτιζαν βαθιές κοιλάδες, που άφησαν πίσω τους κατάλοιπα των προηγούμενων ποτάμιων αποθέσεων σε διάφορα επίπεδα, πράγμα που χαρακτηρίζει όλους τους ποταμούς της Κύπρου. Τεράστιες ποσότητες προϊόντων διάβρωσης έχουν δημιουργηθεί κατά τις περιόδους αυτές και έχουν μεταφερθεί και εναποτεθεί σχημάτιζοντας τα πλειστοκαινικά ιζήματα του Συνάγματος, αλλά και τις θαλάσσιες αναβαθμίδες σε διάφορα υψόμετρα, τεκμηριώνοντας έτσι και τη σταδιακή ανύψωση του νησιού.

## 1.2 Η Γεωτεκτονική Ζώνη του Οφιόλιθου του Τροόδους

### 1.2.1 Γενική περιγραφή

Ο όρος οφιόλιθος προέρχεται από τις λέξεις όφης και λίθος και δόθηκε, στο πέτρωμα σερπεντινίτης λόγω της προσομοίωσης της όψης του με εκείνης ενός πράσινου φιδιού. Αργότερα, ειδικότερα στη δεκαετία του 1960, με την αποδοχή της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών, ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει μια ομάδα βασικών και υπερβασικών πυριγενών πετρωμάτων και χημικών ιζημάτων. Αυτά περιγράφονται πιο κάτω ξεκινώντας από τα στρωματογραφικά ανώτερα προς τα στρωματογραφικά κατώτερα:

- (α) Χημικά ιζήματα - Ραδιολαριτικοί κερατόλιθοι και πηλίτες με ενδιάμεσες, ασυνεχείς εμφανίσεις φαιοχρωμάτων,
- (β) Ηφαιστειακά πετρώματα και κυρίως ροές προσκεφαλοειδών λαβών,
- (γ) Φλεβικά πετρώματα βασαλτικής κυρίως σύστασης,
- (δ) Πλουτώνια πετρώματα,
- (ε) Πετρώματα της Ακολουθίας του Μανδύα.

Ο οφιόλιθος του Τροόδους είναι στρωματογραφικά πλήρης και από τους καλύτερα διατηρημένους. Είναι τμήμα μιας σειράς οφιολίθων που βρίσκονται κατά μήκος των βορείων ορίων της Αραβικής πλάκας, σηματοδοτώντας έτσι την εξαφάνιση ενός αρχαίου ωκεανού, της Τηθύος, που προϋπήρχε στην περιοχή αυτή. Η Μεσόγειος είναι ένα τμήμα που έχει απομείνει από τον αρχαίο αυτό ωκεανό. Ο οφιόλιθος του Τροόδους έχει σχήμα ελλειπτικό και ο μεγάλος άξονάς του έχει διεύθυνση ΒΔ – ΝΑ και σχήμα θόλου με ψηλότερο σημείο τον

Όλυμπο. Παρ' όλο που τα υπερβασικά πλουτώνια πετρώματα είναι στρωματογραφικά τα κατώτερα, τοπογραφικά εμφανίζονται στο ψηλότερο σημείο της οροσειράς, ακολουθούνται δε προοδευτικά προς την περιφέρεια από τα στρωματογραφικά υπερκείμενα πετρώματα, σχηματίζοντας έτσι μια δακτυλιοειδή εμφάνιση. Η εμφάνιση αυτή είναι αποτέλεσμα της έντονης και διαφορικής διάβρωσης που ακολούθησε την ανύψωση του Τροόδους, πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας με επίκεντρο τον Όλυμπο. Μια πρόδηλα εμφανής κοιλάδα, η κοιλάδα του Αρακαπά με διεύθυνση Ανατολή - Δύση, στο νότιο τμήμα της οροσειράς θεωρείται ότι αποτελεί τμήμα ενός απολιθωμένου ρήγματος μετασχηματισμού.

### 1.2.2 Χημικά Ιζήματα

Ο σχηματισμός του Πέρα Πεδιού αποτελείται από φαιοχώματα (ούμπρες), ραδιολαρίτες και ραδιολαριτικούς πηλίτες, που είναι τα πρώτα ιζήματα που έχουν αποτεθεί πάνω στα οφιολιθικά πετρώματα και ειδικότερα πάνω από τις προσκεφαλοειδείς λάβες και γεμίζουν κοιλώματα στην επιφάνειά τους. Τα φαιοχώματα είναι σκούρα καστανόχρωσα χημικά ιζήματα πάχους μερικών μέτρων περιορισμένης οριζόντιας έκτασης και σχηματίζονται όπου υπάρχει σημαντική υδροθερμική δραστηριότητα, αποτέλεσμα της οποίας είναι η έκχυση θερμών διαλυμάτων πλούσιων σε σίδηρο και μαγγάνιο.

### 1.2.3 Ηφαιστειακά πετρώματα

Τα ηφαιστειακά πετρώματα του Τροόδους αποτελούνται από προσκεφαλοειδείς λάβες και ροές λαβών. Με βάση το χρώμα, την ορυκτολογική σύσταση και τον βαθμό συμμετοχής φλεβών, τα ηφαιστειακά πετρώματα χωρίζονται στον ανώτερο και τον κατώτερο ορίζοντα προσκεφαλοειδών λαβών. Ο ανώτερος ορίζοντας αποτελείται από προσκεφαλοειδείς λάβες σε ποσοστό 80 - 90% και φλέβες σε ποσοστό 10 - 20%. Η σύστασή τους είναι κυρίως βασαλτική με ποικιλίες ολιβινικών βασαλτών. Συνήθως παρουσιάζουν επιφανειακό κόκκινο χρωματισμό, που οφείλεται σε οξειδία του σιδήρου. Ο Κατώτερος Ορίζοντας αποτελείται κυρίως από βασάλτες και ανδεσίτες, η δε αναλογία προσκεφαλοειδών λαβών προς τις φλέβες είναι περίπου 1:1. Στον ορίζοντα αυτό βρίσκονται τα κυριότερα κοιτάσματα θειούχων μεταλλευμάτων. Το μέγιστο συνολικό πάχος των δύο οριζόντων υπολογίζεται σε 1,5 Km. Οι προσκεφαλοειδείς λάβες έχουν χαρακτηριστικό σφαιρικό έως ελλειψοειδές σχήμα με διάμετρο 30 έως 70 cm και είναι αποτέλεσμα υποθαλάσσιας έκχυσης. Η περιφέρειά τους είναι υαλώδης, λόγω της ταχείας ψύξης τους και το εσωτερικό τους είναι κυψελώδες, λόγω των κενών που δημιουργήσε η διαφυγή των αερίων, που υπήρχαν στη διάπυρη λάβα. Οι φλέβες μπορεί να είναι κατακόρυφες, κεκλιμένες ή οριζόντιες, ο δε αριθμός τους αυξάνει προς τα κατώτερα τμήματα των ηφαιστειακών πετρωμάτων. Αυτές αντιπροσωπεύουν τα κανάλια τροφοδοσίας των υπερκειμένων λαβών.

### 1.2.4 Φλεβικά πετρώματα

Το σύστημα πολλαπλών φλεβών (διαβάσης) σχηματίστηκε με την στερεοποίηση του μάγματος στα κανάλια διείσδυσης και μεταφοράς από τους μαγματικούς θαλάμους στη βάση του ωκεάνιου φλοιού, τροφοδοτώντας ταυτόχρονα τις υποθαλάσσιες εκχύσεις λαβών στον ωκεάνιο πυθμένα. Ως εκ τούτου, πρόκειται για μια επάλληλη σειρά φλεβών, που αντιπροσωπεύει το γέμισμα του κενού χώρου, ο οποίος δημιουργείται με την απομάκρυνση των τεκτονικών πλακών στα αποκλίνοντα όρια. Η συνεχής τροφοδοσία μάγματος στο

δημιουργούμενο χώρο και μεταξύ των φλεβών που σχηματίστηκαν, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία του σχηματισμού αυτού, που αποτελείται σχεδόν εξολοκλήρου από φλέβες. Το σύστημα πολλαπλών φλεβών εμφανίζεται σ' ολόκληρη σχεδόν την έκταση της οροσειράς του Τροόδους, σχηματίζοντας ένα ελλειπτικό δακτύλιο που περιβάλλει τα πλουτώνια πετρώματα του Ολύμπου. Η σύσταση των φλεβών είναι βασαλτική έως δολεριτική, και η διάταξή τους είναι σχεδόν κατακόρυφη, εκτός από τις περιοχές που έχουν επηρεαστεί μεταγενέστερα από τεκτονισμό. Μεταξύ του σχηματισμού αυτού και των προσκεφαλοειδών λαβών υπάρχει μεταβατική ζώνη γνωστή ως ορίζοντας βάσης, ο οποίος έχει πάχος από μερικές δεκάδες μέτρα μέχρι 2,3 Km και αποτελείται από φλέβες με ποσοστό 95 - 100% και προσκεφαλοειδείς λάβες μέχρι 5%.

### 1.2.5 Πλουτώνια πετρώματα

Τα πλουτώνια πετρώματα είναι τα προϊόντα της κρυσταλλοποίησης των ορυκτών στο πυθμένα των μαγματικών θαλάμων, κάτω από τις ζώνες διεύρυνσης των λιθοσφαιρικών πλακών. Τα κύρια πλουτώνια πετρώματα του Τροόδους είναι ο δουνίτης, ο βερλίτης, ο πυροξενίτης και ο γάββρος, ενώ ο πλαγιογρανίτης απαντάται σε μικρές, ασυνεχείς εμφανίσεις. Μέσα στο μανδύα της Γης δρουν θερμικά ρεύματα μεταφοράς μάζας και θερμότητας. Στις περιοχές της ασθενόσφαιρας, όπου τα θερμικά ρεύματα ανέρχονται, μέρος του μανδύα της Γης τήκεται σε βάθος περίπου 60 Km και συνεχίζει να ανέρχεται σχηματίζοντας μαγματικούς θαλάμους σε βάθος 4 – 6 Km κάτω από τον ωκεάνιο πυθμένα. Αυτοί οι μαγματικοί θάλαμοι αποτελούν στην πλειοψηφία τους ένα δυναμικό ανοικτό σύστημα στο οποίο εισέρχεται μάγμα από την τήξη του μανδύα και εξέρχεται μέσω καναλιών - τροφοδοτών δημιουργώντας ηφαιστειακές εκχύσεις λαβών στο θαλάσσιο πυθμένα.

Το μάγμα μέσα στους θαλάμους ψύχεται σταδιακά λόγω διαρροής θερμότητας στα περιβάλλοντα πετρώματα, καθώς και εισροής του υπερκείμενου θαλάσσιου νερού. Το αποτέλεσμα της πτώσης της θερμοκρασίας στους μαγματικούς θαλάμους είναι η έναρξη της κρυσταλλοποίησης. Τα πρώτα ορυκτά που κρυσταλλώνονται είναι ο ολιβίνης  $(MgFe)_2SiO_4$  και ο χρωμίτης  $FeCr_2O_4$ , τα οποία και καθιζάνουν στον πυθμένα του μαγματικού θαλάμου σχηματίζοντας τα πετρώματα δουνίτη και συγκεντρώσεις χρωμίου. Σε στρωματογραφικά ψηλότερα επίπεδα του θαλάμου, με τη βαθμιαία πτώση της θερμοκρασίας, αρχίζει η κρυστάλλωση του ορυκτού κλινοπυρόξενος, το οποίο, μαζί με τα προηγούμενα δύο ορυκτά δίδει το πέτρωμα βερλίτης. Στη συνέχεια, κρυσταλλώνεται και το ορυκτό πλαγιόκλαστο για να σχηματιστούν οι διάφοροι τύποι γάββρου. Το μάγμα που παραμένει είναι εμπλουτισμένο πλέον σε οξείδιο του πυριτίου ( $SiO_2$ ) και με την κρυστάλλωσή του σχηματίζει το πέτρωμα πλαγιογρανίτης, που συναντάται σε μικρές μάζες. Η πιο πάνω διεργασία της κλασματικής κρυστάλλωσης και διαφοροποίησης διακόπτεται επανειλημμένα από την εισροή νέου μάγματος στο μαγματικό θάλαμο, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ρυθμικά επαναλαμβανομένων τύπων πετρωμάτων που αποτελούν στρωσιγενείς σειρές.

### 1.2.6 Ακολουθία του Μανδύα

Η ακολουθία του μανδύα αποτελείται από πετρώματα που θεωρούνται το δύστηκτο υλικό που παρέμεινε μετά την μερική τήξη του ανώτερου μανδύα και το σχηματισμό μάγματος βασαλτικής σύστασης, από το οποίο προήλθαν τα υπόλοιπα οφιολιθικά πετρώματα. Αποτελείται περίπου κατά 90% από χαρτζβουργίτη, 10% δουνίτη, καθώς και χρωμίτη μέχρι



2%. Ποσοστό 50 - 80% των αρχικών ορυκτών έχουν συνήθως εξαλλοιωθεί σε σερπεντίνη. Ο όρος σερπεντίνης περιλαμβάνει ομάδα ορυκτών, τα οποία σχηματίζονται από την επίδραση του νερού σε υπερβασικά πετρώματα, όπως χαρτζβουργίτη, δουνίτη και βερλίτη, σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 500° C. Στα κύρια ορυκτά της ομάδας του σερπεντίνης περιλαμβάνεται ο χρυσοτίλης, που είναι ινώδης, απαντάται σε φλέβες και φλεβίδια και είναι γνωστός ως αμίαντος.

### 1.3 Η Γεωτεκτονική Ζώνη των Μαμωνιών

Η ζώνη αυτή αναφέρεται και ως σύμπλεγμα των Μαμωνιών. Η ηλικία των πετρωμάτων κυμαίνεται από το Ανώτερο Τριαδικό (210 εκατομ. χρόνια) μέχρι το Άνω Κρητιδικό (95 εκατομ. χρόνια) και εκτιμάται ότι τα πετρώματα αυτά είναι εξ ολοκλήρου αλλόχθονα σε σχέση με τα υπερκείμενα Τριτογενή ανθρακικά πετρώματα και τα οφιολιθικά πετρώματα του Τροόδους. Τα πετρώματα του συμπλέγματος των Μαμωνιών έχουν επωθηθεί στο σχηματισμό της Κανναβιού, όπως και στους σερπεντινίτες και στις λάβες του Τροόδους. Μετά την επώθηση του συμπλέγματος των Μαμωνιών, δημιουργήθηκε ένα εκτενές συνονθύλευμα, γνωστό ως συνονθύλευμα των Μαμωνιών (melange), το οποίο εμφανίζεται στη δυτική Κύπρο. Αποτελείται από ένα συνονθύλευμα θραυσμάτων από πετρώματα, που προέρχονται από τους διάφορους γεωλογικούς σχηματισμούς της Ζώνης των Μαμωνιών, τα οποία περιβάλλονται από αργιλικά λεπτόκοκκα υλικά και είναι αποτέλεσμα της επώθησης των πετρωμάτων των Μαμωνιών. Εμφανίσεις των πετρωμάτων του συμπλέγματος των Μαμωνιών μπορούν να μελετηθούν κυρίως στη νοτιοδυτική Κύπρο, όπου τα υπερκείμενα νεότερα ιζήματα έχουν διαβρωθεί.

Το εν λόγω σύμπλεγμα αποτελείται από μια σειρά εκρηξιγενών και ιζηματογενών και σε πολύ μικρότερη αναλογία μεταμορφωμένων πετρωμάτων, που καταγράφουν το σχηματισμό μιας ωκεάνιας λεκάνης, την εξέλιξή της σε ωκεανό και το κλείσιμό της. Τα πετρώματα αυτά έχουν έντονα παραμορφωθεί, κατακερματιστεί και αναμειχθεί με τεμάχια οφιολιθικών πετρωμάτων του Τροόδους. Τέτοιες έντονα κατακερματισμένες και διαταραγμένες συγκεντρώσεις ονομάζονται συνονθυλεύματα (mélange). Παρά το έντονο τεκτονισμό των πετρωμάτων, διακρίνεται μια στρωματογραφία, η οποία διαχωρίζει το σύμπλεγμα σε δύο κύριες ομάδες: Την ομάδα Αγίου Φωτίου με επικρατέστερα τα ιζηματογενή πετρώματα και την ομάδα του Διαρίζου με πυριγενή κυρίως πετρώματα.

#### 1.3.1 Ομάδα του Αγίου Φωτίου

Η ομάδα του Αγίου Φωτίου είναι μια σειρά ιζηματογενών πετρωμάτων ηλικίας άνω Τριαδικής ως μέσης Κρητιδικής, που υπέρκειται τεκτονικά των πετρωμάτων της ομάδας του Διαρίζου. Το συνολικό πάχος της ομάδας είναι της τάξης των 235 m. Αποτελείται από το σχηματισμό του Βλάμπουρου ο οποίος βρίσκεται στην βάση της ομάδας και είναι άνω τριαδικής ηλικίας (210 εκατομ. χρόνια). Ο σχηματισμός αποτελείται από λεπποστρωματώδεις έως και παχυστρωματώδεις ψαμμίτες. Προς τα άνω ο σχηματισμός μεταπίπτει σε ασβεστιτικούς ψαμμίτες. Το πάχος του σχηματισμού υπολογίζεται σε 50 m. Ο σχηματισμός του Μάρωνα επικάθεται του σχηματισμού του Βλάμπουρου και αποτελείται από μια σειρά γκρίζων, λεπτόκοκκων, πελαγικών ασβεστόλιθων πάχους 20 m. Στους ασβεστόλιθους έχει βρεθεί ποικιλία απολιθωμάτων, περιλαμβανομένου και του ελασματοβραγχίου Halobia το οποίο

προσδιορίζει την ηλικία του σχηματισμού ως άνω τριαδική (210 εκατομ. χρόνια). Ο σχηματισμός της Επισκοπής αποτελείται από ιλυόλιθους, ασβεστολουτίτες, ραδιολαρικούς κερατόλιθους και πηλίτες και σε μικρότερο ποσοστό από χαλαζιακούς και ασβεστιτικούς ψαμμίτες και ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή. Το ολικό πάχος του σχηματισμού είναι της τάξης των 165 m και η ηλικία του κατώτερη ιουρασική έως μέση κρητιδική (190 – 100 εκατομ. χρόνια). Τα ιζήματα του σχηματισμού αποτελούνται από χερσογενή συστατικά τα οποία μεταφέρθηκαν απότομα και εναποτέθηκαν σε πολύ βαθιά νερά, όπου ταυτόχρονα γινόταν και η ιζηματογένεση των ραδιολαρικών κερατόλιθων και πηλιτών.

### 1.3.2 Η Ομάδα του Διαρίζου

Η ομάδα του Διαρίζου είναι μια σειρά από ηφαιστειακά κυρίως πετρώματα, άνω τριαδικής ηλικίας (210 εκατομ. χρόνια) με υπερκείμενα ιζήματα βαθιών θαλασσών ιουρασικής μέχρι μεσο-κρητιδικής ηλικίας (190 – 100 εκατομ. χρόνια). Το συνολικό πάχος της ομάδας είναι αδύνατο να καθοριστεί λόγω τεκτονικού κατατεμαχισμού. Ο σχηματισμός της Φασούλας αποτελείται από πετρώματα προσκεφαλοειδών λαβών βασαλτικής και ανδεσιτικής σύστασης. Το πάχος των λαβών αυτών δεν μπορεί να προσδιοριστεί, γιατί η βάση του σχηματισμού δεν εμφανίζεται. Ωστόσο, υπολογίζεται ότι το πάχος τους είναι της τάξης αρκετών εκατοντάδων μέτρων. Οι λάβες του σχηματισμού αυτού χαρακτηρίζονται από την παρουσία λεπτόκοκκου ασβεστόλιθου μεταξύ των προσκεφαλοειδών σωμάτων, στοιχείο το οποίο τις διακρίνει από τις πολύ νεότερες λάβες του Οφιόλιθου του Τροόδους. Οι ιζηματογενείς παρεμβολές μεταξύ των λαβών, αν και δεν είναι μεγάλου πάχους, είναι πολύ σημαντικές, γιατί λόγω των μικροαπολιθωμάτων που περιέχουν, έχουν βοηθήσει στον προσδιορισμό της ηλικίας των λαβών, που είναι Άνω Τριαδική (200 εκατομ. χρόνια). Τα ηφαιστειακά πετρώματα του σχηματισμού αυτού είναι γεωγραφικά πάντοτε συνδεδεμένα με υφαλογενείς ασβεστόλιθους, οι οποίοι δυνατό να περιέχουν κομμάτια λαβών της ίδιας σύστασης, όπως συμβαίνει στο σχηματισμό της Πέτρας του Ρωμιού. Ο σχηματισμός του Μαυροκόλυμπου, που αποτελείται από κόκκινες αργίλους, ιλυόλιθους και μεταλλοφόρα ιζήματα, υπέρκειται με στρωματογραφική ασυμφωνία του σχηματισμού της Φασούλας. Το μεγαλύτερο πάχος των πετρωμάτων αυτών είναι 45 m. Στη βάση του συναντάται ένα στρώμα γκρίζων ηφαιστειακών αργίλων πάχους 2 – 3 m, που περιέχει κομμάτια λαβών. Πάνω από αυτό το στρώμα ευρίσκονται άργιλοι, ραδιολαρικοί ιλυόλιθοι και μεταλλοφόρα ιζήματα πλούσια σε σίδηρο και μαγγάνιο.

## 1.4 Η Γεωτεκτονική Ζώνη της Κερύνειας

Η ζώνη αυτή αποτελεί τη βορειότερη γεωμορφολογική ενότητα της Κύπρου και αποτελείται από μια στενή και κρημνώδη σειρά βουνών, που αναδύεται απότομα από το περιβάλλον ανάγλυφο και εκτείνεται από τον Κορμακίτη στα δυτικά μέχρι τον Απόστολο Ανδρέα στα ανατολικά.

### 1.4.1 Οι ασβεστόλιθοι της ζώνης της Κερύνειας

Οι τρεις αρχαιότεροι γεωλογικοί σχηματισμοί είναι οι σχηματισμοί του Αγίου Ιλαρίωνα, του Συγχαριού και του Δικώμου. Οι ανθρακικές αυτές μάζες σχηματίστηκαν σε αβαθή νερά, στα κράσπεδα μιας ηπείρου που πιστεύεται ότι προϋπήρχε στα νότια της Κύπρου και της οποίας οι βορειότερες παρυφές αποκόπηκαν κατά το Τριαδικό (220 εκατομ. χρόνια) και

κατακερματίστηκαν σε κομμάτια μήκους αρκετών εκατοντάδων χιλιομέτρων. Τα ηπειρωτικά αυτά κομμάτια διαχωρίστηκαν από ένα νεοσχηματισθέντα ωκεανό, που γεωλογικά ονομάζεται Τηθύς. Το μεγαλύτερο τμήμα του ωκεανού αυτού καταστράφηκε στη χρονική περίοδο μεταξύ 90 έως 10 εκατομ. χρόνια από σήμερα. Η Κύπρος αποτελεί τη νοτιότερη παρυφή του μωσαϊκού αυτού, όπου οι ασβεστόλιθοι της ζώνης της Κερύνειας ωθήθηκαν νότια στη σημερινή τους θέση πριν από 10 εκατομ. χρόνια. Οι σχηματισμοί του Αγίου Ιλαρίωνα, του Συγχαριού και του Δικώμου αποτελούνται από μια σειρά από παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους, οι οποίοι επωθήθηκαν νοτιότερα, πάνω στα αυτόχθονα νεότερα θαλάσσια ιζήματα που είναι γνωστά ως οι σχηματισμοί της Λαπήθου, Καλογραία - Άρδανα και Κυθρέας.

Οι ασβεστόλιθοι της Καντάρας απαντούνται στο ανατολικότερο τμήμα της οροσειράς μεταξύ Λευκονοίκου και Επτακώμης. Οι μεγαλύτεροι έχουν πλάτος και πάχος της τάξης των 200 m και μήκος 1,5 Km. Το ασβεστολιθικό πέτρωμα είναι συμπαγές σκληρό και λεπτόκοκκο, χρώματος καστανού έως καστανοκίτρινου και χωρίς ενδείξεις επηρεασμού από τεκτονισμό. Μερικοί ολισθόλιθοι, με βάση τα απολιθώματα που περιέχουν, είναι πέρμιου ηλικίας (280 – 230 εκατομ. χρόνια), ενώ κάποιοι άλλοι δυνατό να είναι διαφορετικής ηλικίας, αποτελώντας τα παλαιότερα πετρώματα της Κύπρου.

Ο σχηματισμός του Δικώμου αποτελείται από παραμορφωμένους λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους, μερικές φορές μαρμαρυγιούχους, μαζί με ενστρώσεις γκρίζων και πράσινων φυλλιών. Το μέσο πάχος των στρωμάτων κυμαίνεται από μερικά χιλιοστόμετρα μέχρι και τρία μέτρα. Τα στρώματα έχουν συνήθως μαύρο χρώμα με φλεβίδια ασβεσίτη, αναφέρονται όμως και εμφανίσεις με άσπρο και κίτρινο χρώμα. Το πάχος του σχηματισμού κυμαίνεται από 20 μέχρι 100 m.

Ο σχηματισμός του Συγχαριού αποτελείται από συμπαγείς έως παχυστρωματώδεις δολομιτικούς ασβεστόλιθους χρώματος ανοικτού έως σκούρου γκρίζου. Η υφή των πετρωμάτων ποικίλει από λεπτόκοκκη μέχρι χονδρόκοκκη κρυσταλλική, ανάλογα με το βαθμό του τεκτονικού επηρεασμού τους. Κατά μήκος των ρηγμάτων και των ζωνών επώθησης τα πετρώματα είναι έντονα κατακερματισμένα και δύσκολα αναγνωρίζονται. Οι έντονα θρυμματισμένες ζώνες παρουσιάζουν εμφάνιση χονδρόκοκκου ψαμμίτη με χαμηλό βαθμό συγκόλλησης. Όπου τα πετρώματα είναι αδιατάρακτα παρουσιάζουν μια λεπτόκοκκη πορσελανοειδή υφή και δίδουν την εντύπωση λιθογραφικού ασβεστόλιθου. Λεπτές τομές του ασβεστόλιθου δείχνουν ότι το πέτρωμα περιέχει μικρά λεπτοκελυφώδη οστρακοειδή μεσοζωικής ηλικίας, που υποδηλώνει περιβάλλον απόθεσης σε αβαθή και υφάλμυρα νερά. Η ηλικία του θεωρείται Ιουρασική (200 – 140 εκατομ. χρόνια).

Ο σχηματισμός του Αγίου Ιλαρίωνα αποτελείται από μεσοστρωματώδεις έως φυλλώδεις συμπαγείς ασβεστόλιθους, οι οποίοι υπέστησαν πολύ χαμηλού βαθμού μεταμόρφωση. Οι Ιουρασικής ηλικίας (200 – 130 εκατομ. χρόνια) ασβεστόλιθοι του σχηματισμού αυτού είναι κατά τόπους διαρρηγμένοι και θρυμματισμένοι, αλλά κατά κανόνα είναι λιγότερο τεκτονισμένοι από τους ασβεστόλιθους του σχηματισμού του Συγχαριού. Όπου είναι δυνατό να παρατηρηθεί το πάχος του σχηματισμού κυμαίνεται από 100 μέχρι περίπου 200 m.



#### 1.4.2 Τα υπόλοιπα νεότερα ιζήματα της ζώνης της Κερύνειας

Η ενότητα μεταπίπτει προς τα πάνω στο σχηματισμό της Λαπήθου, με υποκίτρινες ανακρυσταλλωμένες κρητίδες και λατυποπαγή, κόκκινους και ροδόχρους αργιλικούς σχιστόλιθους καθώς και σε κρητίδες με κερατόλιθους. Παρατηρούνται επίσης παρεμβολές ρών προσκεφαλοειδών λαβών. Από το Ανώτερο Κρητιδικό (67 εκατομ. χρόνια) μέχρι το Ηώκαινο (38 εκατομ. χρόνια) τα ιζήματα του σχηματισμού της Λαπήθου στην οροσειρά της Κερύνειας υπέστησαν σοβαρή διατάραξη και παραμόρφωση πριν από την εναπόθεση των κλαστικών ιζημάτων, τα οποία αναφέρονται ως σχηματισμός Καλογραίας - Αρδάνων και που μερικώς αντιστοιχούν χρονολογικά με τον σχηματισμό των Λευκάρων. Ο σχηματισμός της Καλογραίας - Αρδάνων παρουσιάζει εκτεταμένη ανάπτυξη στην περιοχή των χωριών Καλογραίας και Αρδάνων. Αναπτύσσεται από το Μπέλαπαίς μέχρι τη Γιαλούσα. Ο σχηματισμός επικάθεται με εμφανή ασυμφωνία πάνω στα έντονα διαταραγμένα ιζήματα του σχηματισμού της Λαπήθου ή άλλων σχηματισμών της γεωτεκτονικής ζώνης της Κερύνειας. Ο σχηματισμός ξεκινά με ένα παχύ ανακρυσταλλωμένο λατυποπαγές βάσης, αποτελούμενο από γωνιώδη κυρίως τεμάχια παλαιότερων ασβεστόλιθων, κρητίδων και λαβών μέσα σε μια ασβεστούχα μάζα. Τα λατυποπαγή διαδέχονται προς τα πάνω ασβεστούχες φάσεις ιζηματογένεσης, ενώ ο ανώτατος ορίζοντας αποτελείται από φλύσχη που αντιπροσωπεύει αμμούχες φάσεις. Το μέγιστο πάχος του σχηματισμού υπολογίζεται σε 670 m και η ηλικία του τοποθετείται στο Ανώτερο Ηώκαινο (40 εκατομ. χρόνια).

Φαίνεται, ότι κατά την περίοδο αυτή στις βορειότερες παρυφές της γεωτεκτονικής ζώνης του Τροόδους υπήρχε μια επιμήκης τάφρος με διεύθυνση Ανατολή-Δύση. Κατά μήκος των νοτίων ορίων της τάφρου αυτής γινόταν απόθεση ασβεστούχων ιζημάτων, ενώ στα βόρεια όριά της, που ήταν ασταθή και ευμετάβλητα, περιοδικά γινότουσαν μετακινήσεις υλικών λόγω βαρύτητας, που δημιούργησαν τους ολισθόλιθους και τα κλαστικά ιζήματα. Ταυτόχρονα, τυρβιδιτικά ρεύματα (ρεύματα βαρύτητας) έφεραν υλικά από τα ανατολικά και τα δυτικά της τάφρου σχηματίζοντας το φλύσχη. Τα πετρώματα αυτά, του σχηματισμού της Κυθρέας, γνωστά ως φλύσχη της Κυθρέας, έχουν εναποτεθεί κατά το Μέσο Μειόκαινο μέσα στην επιμήκη τάφρο, που υπήρχε βόρεια του Τροόδους. Στα νότια όρια της τάφρου ο φλύσχη συμπλέκεται με ιζήματα του σχηματισμού της Πάχνας.

Το φλύσχη της Κυθρέας διαδέχονται με συμφωνία κρητίδες και μάργες πάχους 120 m με στρώματα γύψου στην κορυφή τους. Στην οροσειρά της Κερύνειας ο σχηματισμός της Λαπάτσας και ειδικότερα οι ανώτεροι ορίζοντές του θα μπορούσαν να θεωρηθούν χρονικά ισοδύναμοι του σχηματισμού της Καλαβασού. Είναι πιθανό τα πετρώματα αυτά που αναφέρονται ως σχηματισμός της Λαπάτσας, να αποτελούν το χρονικό ισοδύναμο του ασβεστόλιθου της Κορωνιάς και Καλαβασού. Το Ανώτερο Μειόκαινο δεν χαρακτηρίζεται μόνο από την απόθεση εβαποριτών, αλλά είναι και η γεωλογική περίοδος που η οροσειρά της Κερύνειας επωθήθηκε στη σημερινή της θέση. Η επώθηση αυτή συνοδεύτηκε από την πτύχωση των μειοκαινικών πετρωμάτων στην οροσειρά της Κερύνειας και διαρκεί μέχρι το Πλειόκαινο.

## 1.5 Τα Αυτόχθονα Ιζηματογενή Πετρώματα

Με τον όρο αυτόχθονα ιζηματογενή πετρώματα εννοούμε τα πετρώματα τα οποία δεν έχουν μετακινηθεί από την αρχική θέση του σχηματισμού τους. Μετά την τεκτονική ανύψωση κατά το Μέσο Μαιστρίχτιο και τη σύγκρουση των πετρωμάτων του οφιόλιθου του Τροόδους και του συμπλέγματος των Μαμωνιών, επικράτησε μια περίοδος τεκτονικής ηρεμίας, ιδιαίτερα νότια της γραμμής ανάδυσης της ζώνης της Κερύνειας.

### 1.5.1 Ανώτερο Καμπάνιο - Ολιγόκαινο

Ο σχηματισμός της Κανναβιού, ενώ αποτελεί τα πρώτα ιζήματα της αυτόχθονης ακολουθίας, η γεωλογική τους ερμηνεία είναι στενά συνδεδεμένη με τον οφιόλιθο του Τροόδους και την επώθηση του συμπλέγματος των Μαμωνιών. Ο σχηματισμός αυτός παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ανάπτυξη του στη δυτική Κύπρο, όπου εμφανίζεται να υπέρκειται των λαβών ή και του σχηματισμού του Πέρα Πεδιού, η δε επαφή των πετρωμάτων του με τα υπερκείμενα πετρώματα είναι πάντα σε ασυμφωνία.

Ο σχηματισμός της Κανναβιού αποτελείται από μια ακολουθία μπεντονιτικών αργίλων με ενστρώσεις ηφαιστειοκλαστικών ιλυόλιθων, ραδιολαριτών και μαγγανιούχων πηλιτών. Στα ανώτερα στρωματογραφικά τμήματα της ακολουθίας εμφανίζονται παχυστρωματώδεις ανοιχτόχρωμοι ηφαιστειοκλαστικοί ψαμμίτες. Σύμφωνα με μακροπαλαιοντολογικούς προσδιορισμούς τρηματοφόρων και ακτινοζώνων, ηλικία του σχηματισμού είναι Καμπανίο μέχρι Μέσου Μαιστρίχτιο (75 - 70 εκατομμυρίων χρόνων). Στη νοτιοδυτική Κύπρο, ο σχηματισμός της Κανναβιού εμφανίζεται μέσα από τεκτονικά παράθυρα των υπερκειμένων και επωθημένων πετρωμάτων του συμπλέγματος των Μαμωνιών. Στη νοτιοανατολική περιφέρεια της οροσειράς του Τροόδους τα πετρώματα του σχηματισμού Κανναβιού καλύπτονται από νεότερα ιζήματα.

Πάνω στο συνονθύλευμα των Μαμωνιών ή και του σχηματισμού της Κανναβιού, εναποτέθηκαν κλαστικά ιζήματα, του σχηματισμός Κάθηκα στη δυτική Κύπρο και του σχηματισμού της Μονής νότια του Δάσους της Λεμεσού. Τα ιζήματα των δύο αυτών σχηματισμών περιέχουν εξωτικούς ογκόλιθους διαφόρων πετρωμάτων, όπως χαλαζιακούς ψαμμίτες, ιλυόλιθους και σερπεντινίτες, λιθολογίες του συμπλέγματος των Μαμωνιών και του Τροόδους. Η γεωλογική εξέλιξη της Κύπρου από την περίοδο αυτή (Ανώτερο Μαιστρίχτιο) χαρακτηρίζεται από θαλάσσια ιζηματογένεση σε μια θαλάσσια λεκάνη που συνεχώς καθίσταται πιο αβαθής.

Ο σχηματισμός των Λευκάρων αποτελείται από πελαγικές μάργες και άσπρες κρητίδες με παρουσία ή μη κερατόλιθων. Οι συνθήκες ιζηματογένεσης κατά την περίοδο εναπόθεσης του σχηματισμού των Λευκάρων, στο χώρο της Κύπρου, ήταν διαφορετικές στις διάφορες, με αποτέλεσμα τόσο ο πετρογραφικός χαρακτήρας όσο και τα πάχη των στρωμάτων που αναπτύχθηκαν να διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Η κλασική ανάπτυξη του σχηματισμού αντιπροσωπεύεται με τέσσερα στρωματογραφικά μέλη: τις κατώτερες μάργες, τις κρητίδες και τους κερατόλιθους, τις συμπαγείς κρητίδες και τις ανώτερες μάργες.

Τα κατώτερα πετρώματα του σχηματισμού των Λευκάρων είναι γκρίζες ή ροδόχροες - καστανόχροες, λεπτοστρωματώδεις μάργες με ροδόχρους - καστανόχρους κονδύλους και φακοειδείς συγκεντρώσεις κερατόλιθων καθώς επίσης μαργαϊκές κρητίδες προς την κορυφή

του μέλους. Ακολουθεί ένα μέλος με κρητίδες και κερατόλιθους. Το μέλος αυτό, λόγω της πετρολογικής σύστασής του, αντιστέκεται στη διάβρωση και σχηματίζει απότομους κρημνούς. Αποτελείται από πολύ καλά στρωμένες λευκές κρητίδες, γκρίζες μαργαϊκές κρητίδες και σε μικρότερο βαθμό γκρίζες μάργες και πυριτιωμένα στρώματα. Τα τελευταία δείχνουν όλη τη διαβάθμιση του σχηματισμού των κερατόλιθων, από πυριτιωμένες κρητίδες μέχρι κοκκώδεις και υαλώδεις κερατόλιθους. Ακολουθεί το μέλος των συμπαγών κρητίδων. Το μέλος αυτό δεν περιέχει κερατόλιθους και χαρακτηρίζεται από πλευρικές λιθολογικές αλλαγές. Στα ανώτερα στρώματα του σχηματισμού απαντώνται οι ανώτερες μάργες.

### 1.5.2 Μειόκαινο

Στο τέλος της Ολιγοκαίνου περιόδου πριν από 22 εκατομ. χρόνια, εναποτίθεται ο σχηματισμός της Πάχνας, όταν η θάλασσα γύρω από τη ζώνη του Τροόδους είχε γίνει αρκετά αβαθή και επέτρεψε τοπικά την ανάπτυξη υφάλων (υφαλογενής ασβεστόλιθος του μέλους της Τέρα). Παρ' όλον ότι το Τρόοδος εξακολουθούσε να είναι κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας, αναπτύχθηκαν λεκάνες ιζηματογένεσης νότια και νοτιοδυτικά της οροσειράς. Αυτές οι λεκάνες δεχόντουσαν τις αποθέσεις πελαγικών και ημιπελαγικών (κλαστικών) ιζημάτων κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του Μειόκαινου, που αποτέλεσαν τα πετρώματα του σχηματισμού της Πάχνας. Τα ιζήματα που κυριαρχούν είναι πελαγικά ασβεστούχα και ειδικότερα κρητίδες και μάργες.

Τα ιζήματα του σχηματισμού της Πάχνας είναι υποκίτρινες έως φαιοκίτρινες κρητίδες και μάργες που διακρίνονται εύκολα από το κατάλευκο χρώμα των κρητίδων του υποκείμενου σχηματισμού των Λευκάρων. Άλλο χαρακτηριστικό γνώρισμα του σχηματισμού της Πάχνας είναι η παρουσία στρωμάτων ασβεστιτικού ψαμμίτη και η κατά τόπους ανάπτυξη κροκαλοπαγών, που στους ανώτερους ορίζοντες του σχηματισμού περιέχουν και θραύσματα από τα οφιολιθικά πετρώματα του Τροόδους, καθώς και ανθρακικά υλικά αβαθών νερών. Η παρουσία κλαστικών υλικών από τα οφιολιθικά πετρώματα υποδηλώνει την ανύψωση του Τροόδους την περίοδο αυτή, πάνω από το επίπεδο της θάλασσας. Σε βαθιά γεώτρηση που ανορύχθηκε στην περιοχή Λακατάμιας, το πάχος του σχηματισμού της Πάχνας είναι 375 m.

Στην κορυφή του σχηματισμού της Πάχνας και κυρίως βόρεια της οροσειράς του Τροόδους ευρίσκονται χονδρόκοκκα ανθεκτικά ανθρακικά πετρώματα, τα οποία προστατεύουν τις υποκείμενες και μαλακότερες μάργες από τη διάβρωση. Αυτά είναι γνωστά ως ασβεστόλιθος του μέλος της Κορωνιάς και περιέχουν κροκαλοπαγή, χονδρόκοκκους ασβεστιτικούς ψαμμίτες και σε μικρότερο ποσοστό ιλύες και μάργες. Τα χονδρόκοκκα πετρώματα περικλείουν θραύσματα οστράκων ελασματοβραχίων, φυκιών, εχινοειδών και κοραλλιών, είδη τα οποία ζουν σε αβαθείς θάλασσες. Άλλα συστατικά των πετρωμάτων αυτών είναι κομμάτια κρητίδων, μαργών και κερατόλιθων, που προέρχονται από υποκείμενα ιζηματογενή πετρώματα καθώς και υλικό προερχόμενο από τα οφιολιθικά πετρώματα του Τροόδους. Σε αντίθεση με τις εμφανίσεις στη νότια Κύπρο, ο ασβεστόλιθος της Κορωνιάς στη βόρεια πλευρά του Τροόδους εμφανίζεται τοπικά και υπό μορφή υφάλων. Ο ασβεστόλιθος της Κορωνιάς επικάθεται με συμφωνία πάνω στα παλαιότερα πετρώματα του σχηματισμού της Πάχνας.

#### 1.5.2.1 Μεσσήνιο

Ο σχηματισμός της Καλαβασού αποτελείται από γύψους και γυψούχες μάργες που εμφανίζονται γύρω από την οροσειρά του Τροόδους. Τα κοιτάσματα γύψου, γνωστά και ως εβαπορίτες, καλύπτουν εκτεταμένες περιοχές, η πλευρική όμως συνέχειά τους διακόπηκε ως αποτέλεσμα του τεκτονισμού και της διάβρωσης. Κοιτάσματα γύψου και αλίτη (ορυκτό άλας) πάχους μέχρι και 2 Km έχουν ανακαλυφθεί κάτω από τα βαθύτερα τμήματα του πυθμένα της Μεσογείου. Οι εβαπορίτες σχηματίστηκαν στο Μεσσήνιο (Ανώτερο Μειόκαινο 7-5 εκατομ. χρόνια) και αντιπροσωπεύουν ένα πολύ σημαντικό γεγονός στη γεωλογική εξέλιξη της περιοχής της Μεσογείου, που είναι γνωστό ως “κρίση αλατότητας” του Μεσσηνίου. Κατά την εποχή αυτή η σχετική κίνηση των πλακών της Αφρικής και της Ευρασίας ήταν τέτοια που επέφερε το κλείσιμο των στενών του Γιβραλτάρ και την αποκοπή της Μεσογείου από τον Ατλαντικό Ωκεανό. Η εξάτμιση ήταν μεγαλύτερη της εισροής ποτάμιου νερού στη Μεσόγειο με αποτέλεσμα την πτώση της στάθμης της θάλασσας κατά πολύ πιο κάτω από την αντίστοιχη του Ατλαντικού Ωκεανού και τη δημιουργία εκτεταμένων λεκανών, στις οποίες αποτέθηκαν κοιτάσματα γύψου και ορυκτού άλατος.

#### 1.5.3 Πλειόκαινο

Με το τέλος του Μειόκαινου και την έναρξη του Πλειόκαινου, πριν περίπου 5 εκατομ. χρόνια και λόγω αλλαγής στη σχετική κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών της Αφρικής και της Ευρασίας, αποκαταστάθηκε η επικοινωνία της Μεσογείου με τον Ανταλλακτικό Ωκεανό, στα στενά του Γιβραλτάρ. Έτσι, η Μεσόγειος κατακλύσθηκε από τα νερά του Ατλαντικού και οι συνθήκες ανοικτής θάλασσας αποκαταστάθηκαν. Την ίδια περίοδο επαναδραστηριοποιήθηκε και το Κυπριακό Τόξο, η δε Αφρικανική πλάκα άρχισε να καταδύεται κάτω από την Ευρασιατική. Από αυτή τη χρονική περίοδο τα γεγονότα επιταχύνθηκαν και η Κύπρος άρχισε να αναδύεται με εντονότερους ρυθμούς και να παίρνει τη σημερινή μορφή της. Ο σχηματισμός της Λευκωσίας αποτελείται από ιζηματογενή πετρώματα που αποτέθηκαν στο νέο κύκλο ιζηματογένεσης, που άρχισε αμέσως με το άνοιγμα των στενών του Γιβραλτάρ και τον κατακλυσμό της Μεσογείου από τα νερά του Ατλαντικού. Τα πετρώματα αυτά, όπως είναι φυσικό, κάθονται με ασυμφωνία στους παλαιότερους γεωλογικούς σχηματισμούς της Κύπρου. Στο νέο αυτό κύκλο ιζηματογένεσης εναποτέθηκαν κυρίως μάργες με παρεμβολές λεπτόκοκκων και χονδρόκοκκων ψαμμιτών, που έχουν οφιολιθική ή ανθρακική σύσταση. Από τα κάτω προς τα πάνω παρατηρείται μια σταδιακή μετάβαση από λεπτόκοκκα ιζήματα, όπως οι ιλυόλιθοι, σε περισσότερο αδρόκοκκα, όπως οι ψαμμίτες. Αυτή η μετάβαση αντανακλά τη σταδιακή ανύψωση της Κύπρου και τη συνεχή μείωση του βάθους της θαλάσσιας λεκάνης. Τυπικές εμφανίσεις του σχηματισμού υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή της Λευκωσίας και στην πλήρη ανάπτυξή του ο σχηματισμός έχει πάχος της τάξης των 900 m και υποδιαιρείται σε διάφορα μέλη, που αποτελούνται από απολιθοματοφόρους κίτρινους ή γκριζοπράσινους ιλυόλιθους, απολιθοματοφόρου ασβεστιτικού ψαμμίτη και παχυστρωματώδη ασβεστιτικό ψαμμίτη. Ο σχηματισμός είναι πλούσιος σε απολιθώματα οστράκων, μαλακίων και θυσανόποδων.

#### 1.5.4 Πλειστόκαινο

Κατά το Πλειστόκαινο ολοκληρώθηκε η ανύψωση της περιοχής και η διαμόρφωση των οροσειρών του Τροόδους και της Κερύνειας. Ο σχηματισμός του Απαλού, που είναι

πλειστοκαινικής ηλικίας, αποτελείται από ποτάμιες αποθέσεις χαλικιών, άμμων και ιλύων. Καλύπτει σχεδόν αποκλειστικά την κοιλάδα της Μεσαορίας και επικάθεται κυρίως στα ιζήματα του σχηματισμού της Λευκωσίας. Το Σύναγμα αποτελείται από αποθέσεις αμμοχάλικων που προήλθαν από τη διάβρωση κυρίως των οφιολιθικών πετρωμάτων του Τροόδους. Τα συστατικά στοιχεία του συνάγματος είναι γωνιώδη μέχρι αποστρογγυλεμένα τεμάχια, οφιολιθικών πετρωμάτων καθώς επίσης άμμοι, πηλοί και ιλύες. Οι συγκεντρώσεις των αμμοχάλικων του συνάγματος, που ονομάζονται επίσης αλλουβιακά ριπίδια, αποτέθηκαν από χειμάρρους. Η εναπόθεση τόσων μεγάλων ποσοτήτων αμμοχάλικων είναι το αποτέλεσμα ανύψωσης του Τροόδους, τα πετρώματα του οποίου διαβρώθηκαν έντονα και τα προϊόντα της διάβρωσης μεταφέρθηκαν από επιφανειακά νερά. Εκτεταμένες εμφανίσεις θαλάσσιων αναβαθμίδων παρουσιάζονται σε όλες τις παράκτιες περιοχές της Κύπρου, ειδικά, στην χερσόνησο της Καρπασίας, στον Κορμακίτη, στην νότια Κύπρο και στον Ακάμα.

## 2 ΟΡΥΚΤΟΙ ΠΟΡΟΙ

### 2.1 Εισαγωγή

Το οφιολιθικό σύμπλεγμα του Τροόδους έχει πλούσια κοιτάσματα αμιάντου, χρωμίτη, χαλκούχων σιδηροπυριτών καθώς και οικονομικά ενδιαφέρουσες συγκεντρώσεις χρυσού και αργύρου. Τα κοιτάσματα αυτά σχηματίστηκαν σε διάφορες στρωματογραφικές ενότητες του συμπλέγματος και εμφανίστηκαν στην επιφάνεια ως αποτέλεσμα της διαφορικής ανύψωσης και διάβρωσής του. Η επιφανειακή αποκάλυψη των διαφόρων μεταλλικών κοιτασμάτων και κυρίως του χαλκού είχε ως αποτέλεσμα την ανακάλυψη και εντατική εκμετάλλευσή του από τους αρχαίους. Η Κύπρος είναι ένα από τα πρώτα μέρη του κόσμου όπου άρχισε η εντατική εκμετάλλευση, επεξεργασία και χρήση του χαλκού. Η όλη ιστορική, κοινωνική, πολιτιστική και πολιτική εξέλιξη της Κύπρου είναι άμεσα συνυφασμένη με την εκμετάλλευση του χαλκού και η Κύπρος είναι συνώνυμη με το μέταλλο αυτό. Στα λατινικά ο χαλκός ονομάζεται *cuprum*. Η λέξη αυτή προέρχεται από το επίθετο *cuprium*, που σημαίνει κυπριακός και αναφερόταν στο χαλκό της Κύπρου δηλαδή *aes cuprium*, που σημαίνει κυπριακός χαλκός (*aes* παλαιότερη λατινική ονομασία του χαλκού).

Στην αρχαιότητα η Κύπρος, εκτός από το χαλκό της, ήταν επίσης γνωστή για τον αμίαντο καθώς και για τις φυσικές ορυκτές χρωστικές ουσίες της, όπως τα φαιοχρώματα (ούμπρες).

Η Κύπρος διαθέτει επίσης άλλα σημαντικά κοιτάσματα ορυκτών πρώτων υλών, όπως μπεντονίτη, γύψου, αργίλων (για παραγωγή τούβλων και κεραμιδιών), αμμοχάλικων, πρώτων υλών παραγωγής τσιμέντου, ασβεστόλιθων, ασβεστιτικών ψαμμιτών, μαρμάρων και λευκόλιθου.

### 2.2 Μεικτά θειούχα μεταλλεύματα

#### 2.2.1 Γενικά

Μέχρι τη δεκαετία του 1970 τα θειούχα μεταλλεύματα ήταν τα σημαντικότερα κοιτάσματα τόσο από οικονομικής άποψης όσο και μεγέθους εκμετάλλευσης. Τα κοιτάσματα αυτά είναι συνδεδεμένα με το οφιολιθικό σύμπλεγμα Τροόδους και ειδικότερα με τους ορίζοντες των προσκεφαλοειδών λαβών (*pillow lavas*) και βρίσκονται σε έξι μεταλλευτικές περιοχές: Στη



Σκουριώτισσα-Μαυροβούνι, στην Ταμασσό (Αγροκηπιά - Μπισερό), στην Καλαβασό, στη Λίμνη, στα Καμπιά-Καπέδες και στη Σιά-Μαθιάτης. Έχουν βρεθεί 30 περίπου κοιτάσματα, το μέγεθος των οποίων κυμαίνεται από 50.000 τόνους (Μαυρίδια Καλαβασού) μέχρι 17 εκατομμ. τόνους (Μαυροβούνι). Τα περισσότερα κοιτάσματα παρουσιάζουν μια κάθετη ζωνώδη ανάπτυξη. Η στρωματογραφικά ψηλότερη ζώνη αποτελείται από συμπαγές μετάλλευμα και κάτω από αυτή ακολουθεί η ενδιάμεση ζώνη και πιο κάτω η ζώνη χαμηλής περιεκτικότητας.

Η ζώνη συμπαγούς μεταλλεύματος αποτελείται σχεδόν εξ ολοκλήρου από θείο και σίδηρο και σε μικρότερη αναλογία χαλκό και ψευδάργυρο. Η περιεκτικότητα σε θείο είναι 40-50% και σε χαλκό 0,5 - 4,5%. Τα πρωτογενή ορυκτά της ζώνης αυτής είναι ο σιδηροπυρίτης ( $\text{FeS}_2$ ), χαλκοπυρίτης ( $\text{CuFeS}_2$ ) και σφαλερίτης ( $\text{ZnS}$ ). Δευτερογενή ορυκτά είναι ο μαρκασίτης ( $\text{FeS}_2$ ), χαλκοσίνης ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), κοβελλίνης ( $\text{CuS}$ ) βορνίτης ( $\text{Cu}_2\text{FeS}_4$ ), ιαδείτης ( $\text{Cu}_3\text{FeS}_4$ ), τενορίτης ( $\text{CuO}$ ) και κυπρίτης ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ).

Η ενδιάμεση ζώνη περιλαμβάνει εκτός από τα θειούχα και πυριτικά ορυκτά, τα οποία καθιστούν το μετάλλευμα πολύ σκληρό. Η περιεκτικότητα σε θείο είναι μικρότερη από αυτή της προηγούμενης ζώνης και κυμαίνεται στο 30-40%. Πολύ χαμηλότερη είναι και η περιεκτικότητα σε χαλκό.

Η ζώνη χαμηλής περιεκτικότητας αποτελείται από φλέβες και φλεβίδια καθώς και εμποτισμούς σιδηροπυρίτη, μέσα σε έντονα εξαλλοιωμένες λάβες. Το πάχος της ζώνης αυτής μπορεί να φθάσει τα 700 m. Η περιεκτικότητα σε θείο είναι 15-30%.

### 2.2.2 Γένεση μεικτών θειούχων κοιτασμάτων

Λεπτομερείς γεωλογικές, γεωχημικές και ορυκτολογικές μελέτες δείχνουν ότι τα θειούχα κοιτάσματα της Κύπρου σχηματίστηκαν κατά μήκος των μεσοωκεάνιων ράχων, δηλαδή κατά μήκος των αξόνων διεύρυνσης του ωκεάνιου πυθμένα. Τέτοια κοιτάσματα σχηματίζονται και σήμερα και έχουν εντοπισθεί τις τελευταίες δεκαετίες στον Ατλαντικό, Ειρηνικό και Ινδικό Ωκεανό, είναι δε γνωστά ως κοιτάσματα “κυπριακού τύπου”. Ο σχηματισμός των κοιτασμάτων αυτών οφείλεται στην κυκλοφορία θερμών διαλυμάτων που είναι πλούσια σε μέταλλα. Τα μέταλλα που περιέχουν τα θερμά αυτά διαλύματα, προέρχονται από τα πετρώματα του ωκεάνιου φλοιού και έχουν αποπλυθεί από το θαλάσσιο νερό, που κυκλοφορεί μέσα σε αυτά, κατά μήκος ρωγμών και διακλάσεων, στον άξονα διεύρυνσης του θαλάσσιου πυθμένα. Στον άξονα αυτό υπάρχουν ανερχόμενοι θύλακες μάγματος, οι οποίοι θερμαίνουν το θαλάσσιο νερό. Με την εκβολή των θερμών διαλυμάτων στο θαλάσσιο πυθμένα υπό μορφή θερμών πιδάκων και λόγω της απότομης πτώσης της θερμοκρασίας των, καθώς και άλλων φυσικοχημικών συνθηκών, ευνοείται η καθίζηση θειούχων ενώσεων. Κύρια πηγή του θείου είναι το θαλάσσιο νερό. Τέτοιοι θαλάσσιοι θερμοί πίδακες έχουν εντοπισθεί και φωτογραφηθεί από ερευνητικά βαθυσκάφη είναι δε γνωστοί ως μαύρες καπνοδόχοι (black smokers).

Μετά το σχηματισμό τους και ως αποτέλεσμα της υποθαλάσσιας οξειδωσής τους, τα κοιτάσματα αυτά καλύφθηκαν με λεπτό στρώμα ώχρας πάχους μέχρι 50 cm. Κύριο συστατικό της ώχρας είναι το υδροξείδιο του σιδήρου. Στη συνέχεια, λόγω της συνέχισης της υποθαλάσσιας ηφαιστειακής δράσης τα κοιτάσματα καλύφθηκαν από νέες εκχύσεις λαβών, που σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσιάζουν πάχος εκατοντάδων μέτρων. Η διαφορική

ανύψωση του Τροόδους, ως αποτέλεσμα τεκτονικής δράσης και η διάβρωση που ακολούθησε, έφεραν τα θειούχα αυτά κοιτάσματα στην επιφάνεια με αποτέλεσμα την οξειδωσή τους. Οι οξειδωμένες ζώνες αποτελούνται από οξειδίο και υδροξειδίο του σιδήρου και οξειδίο του πυριτίου και παρουσιάζουν έντονο χρωματισμό με επικρατούντα χρώματα το κόκκινο και το κίτρινο.

Η οξειδωση των θειούχων μεταλλευμάτων, είτε συνέβη υποθαλάσσια είτε στην ατμόσφαιρα, είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ζώνης δευτερογενούς εμπλουτισμού πλούσιας σε χρυσό, άργυρο και χαλκό. Η οξειδωση του μεταλλεύματος προκάλεσε την καταστροφή της δομής των πρωτογενών θειούχων ορυκτών (σιδηροπυρίτη, χαλκοπυρίτη) και τη δημιουργία νέων ορυκτών, κυρίως οξειδίων, υδροξειδίων και θειικών ενώσεων. Αποτέλεσμα της διεργασίας αυτής ήταν η απελευθέρωση του χρυσού και του αργύρου, που βρίσκονταν υπό μορφή μικροσκοπικών κόκκων μέσα στους κρυστάλλους του σιδηροπυρίτη και του χαλκοπυρίτη, η μεταφορά τους από το νερό προς τα κάτω υπό μορφή κολλοειδών διαλυμάτων και τέλος η απόθεσή τους στο επίπεδο της στάθμης του υπόγειου νερού. Η χρυσοφόρος ζώνη παρουσιάζει πάχος της τάξης των 50 cm και βρίσκεται μεταξύ της ζώνης οξειδωσης και του πρωτογενούς κοιτάσματος. Αποτελείται από λεπτόκοκκο εύθρυπτο υλικό μελανού χρώματος, γνωστό στους μεταλλωρύχους ως “λάσπη του διαβόλου”. Η περιεκτικότητά του σε χρυσό είναι της τάξης των 70 gr/τόνο και σε άργυρο των 400 gr/τόνο.

Με τον ίδιο τρόπο μεταφέρθηκε και ο χαλκός, όχι όμως υπό μορφή κολλοειδών διαλυμάτων αλλά ως θειικός χαλκός, που εναποτέθηκε κάτω από τη στάθμη του υπόγειου νερού. Τελικά, η διεργασία αυτή δημιούργησε μια ζώνη δευτερογενούς εμπλουτισμού, όπου η περιεκτικότητα του κοιτάσματος σε χαλκό αυξήθηκε κατακόρυφα.

### 2.2.3 Εκμετάλλευση μεικτών θειούχων κοιτασμάτων

Η εκμετάλλευση του χαλκού από τα θειούχα κοιτάσματα της Κύπρου τοποθετείται στη Χαλκολιθική Εποχή (3900 - 2500 π.Χ.). Η χρονολογία έναρξης της εξόρυξης του μετάλλου αυτού δεν έχει ακόμη επακριβώς προσδιοριστεί. Ραδιοχρονολογήσεις με τη μέθοδο του ραδιενεργού άνθρακα σε σκουριές στο Αμπελικού (Αλέτρι) έδωσαν ηλικία  $2760 \pm 60$  π.Χ. Με την έναρξη της δεύτερης χιλιετηρίδας π.Χ. και ειδικότερα στη Μέση Εποχή του Χαλκού (1900-1650 π.Χ.) η εκμετάλλευση και η παραγωγή του συνεχώς αυξάνει και κατά την Ύστερη Εποχή του Χαλκού (1650 - 1050 π.Χ) γίνεται τέτοια, που καθιστά την Κύπρο το μεγαλύτερο κέντρο παραγωγής και εμπορίας χαλκού στον αρχαίο κόσμο.

Στις περιόδους που ακολούθησαν και μέχρι την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, η Κύπρος εξακολουθεί να έχει ρυθμιστικό ρόλο στην παραγωγή και εξαγωγή χαλκού, ώστε δικαιολογημένα γίνεται συνώνυμη με το μέταλλο αυτό. Η μεταλλευτική δραστηριότητα τερματίζεται σχεδόν πλήρως με την έναρξη των αραβικών επιδρομών, δηλ. τον 7<sup>ο</sup> μ.Χ. αιώνα και επαναρχίζει συστηματικά στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα.

Η συνεχής, μακράιωνη και έντονη μεταλλευτική δραστηριότητα της Κύπρου τεκμηριώνεται από πλήθος ιστορικών, αρχαιολογικών και μεταλλευτικών στοιχείων. Υπάρχουν γραπτές αναφορές σε ιστορικές πηγές, έχουν ανακαλυφθεί ναυάγια έμπορτα ταλάντων κυπριακού χαλκού, πολυάριθμα εργαλεία, γαλαρίες και στοές σε μεταλλεία, που επαναλειτούργησαν στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα. Οι πιο σημαντικές όμως μαρτυρίες για τη μεταλλευτική δραστηριότητα

είναι οι τεράστιοι σωροί της αρχαίας σκουριάς, που είναι προϊόν της εκκαμίνευσης του μεταλλεύματος για παραγωγή μεταλλικού χαλκού. Οι σωροί αυτοί, που είναι περισσότεροι από 100, βρίσκονται σε διάφορες περιοχές και υπολογίζεται ότι η συνολική ποσότητα σκουριάς τους είναι της τάξης των 4 εκατομμυρίων τόνων. Τέτοιοι σωροί έχουν βρεθεί στη Σκουριώτισσα, στην Καλαβασό, στο Μιτσερό, στη Λίμνη, στα Βρέτσια, στους Τρούλλους, στο Μαθιάτη και σε πολλές άλλες περιοχές. Ο μεγαλύτερος βρίσκεται στη Σκουριώτισσα με ποσότητα σκουριάς της τάξης των 2 εκατομμυρίων τόνων. Ο δεύτερος σε μέγεθος είναι αυτός της Καλαβασού (μεταλλείο Πέτρας) με 750.000 τόνους περίπου. Με βάση μεταλλουργικούς υπολογισμούς συνάγεται, ότι για να παραχθούν τα 4 εκατομ. τόνοι σκουριάς, πρέπει να παράχθηκαν ταυτόχρονα 200.000 - 250.000 τόνοι μεταλλικού χαλκού.

Με την παραχώρηση της Κύπρου στη Βρετανία από την Οθωμανική Αυτοκρατορία (1878) επαναρχίζει το ενδιαφέρον για την έρευνα και εκμετάλλευση του κυπριακού ορυκτού πλούτου. Η περιοχή Λίμνης, που βρίσκεται στο Κόλπο της Χρυσοχούς, είναι η πρώτη που γίνεται αντικείμενο μεταλλευτικής έρευνας το 1882. Η έρευνα αρχίζει με βάση τα κατάλοιπα των αρχαίων εργασιών (σκουριές, αρχαίες γαλαρίες). Ακολουθώντας τις αρχαίες γαλαρίες η έρευνα εντοπίζει το 1908 κοίτασμα χαλκούχου μεταλλεύματος, τα αποθέματα του οποίου υπολογίστηκαν σε 3,4 εκατομ τόνους με μέση περιεκτικότητα χαλκού 1,1%. Για διάφορους όμως τεχνικούς και οικονομικούς λόγους η εκμετάλλευση άρχισε το 1937 από την Κυπριακή Εταιρεία Θείου και Χαλκού.

Το 1914 εντοπίστηκε το κοίτασμα της Φουκάσας (Σκουριώτισσα), του οποίου τα αποθέματα υπολογίστηκαν σε 6 εκατομ. τόνους με μέση περιεκτικότητα χαλκού 2,5% και θείου 47%. Η εκμετάλλευση του κοιτάσματος αυτού αρχίζει το 1920 από την Κυπριακή Μεταλλευτική Εταιρεία. Το 1919, η ίδια εταιρεία εντοπίζει το μεγαλύτερο και πλουσιότερο σε χαλκό κοίτασμα που ανακαλύφθηκε ποτέ στην Κύπρο, αυτό του Μαυροβουνίου. Τα αποθέματα ήταν 17 εκατομ. τόνοι με μέση περιεκτικότητα χαλκού 4,5% και θείου 48%.

Με τον εντοπισμό των πιο πάνω κοιτασμάτων η Κύπρος προσελκύει το ενδιαφέρον και άλλων μεταλλευτικών εταιρειών. Το 1927 η Ισπανική Εταιρεία Πυριτών αρχίζει έρευνα στις περιοχές Καλαβασού και Σιάς και στη συνέχεια μεταβιβάζει τα δικαιώματά της στην Ανώνυμη Ελληνική Εταιρεία Χημικών Προϊόντων, που τη διαδέχθηκε αργότερα η Ελληνική Μεταλλευτική Εταιρεία. Οι έρευνες ήταν επιτυχείς και οδήγησαν στον εντοπισμό νέων κοιτασμάτων.

Η σύγχρονη αυτή μεταλλευτική βιομηχανία αντιμετωπίζει τα πρώτα προβλήματά της κατά την οικονομική κρίση του 1931, λόγω της μείωσης της τιμής του χαλκού. Τότε, παράλληλα με το χαλκό, στρέφεται στην εκμετάλλευση και παραγωγή χρυσού και αργύρου από τη χρυσοφόρο ζώνη δευτερογενούς εμπλουτισμού. Στην περίοδο μεταξύ 1934 - 1944 παρήχθησαν περίπου 5.500 κιλά χρυσού και 3.000 κιλά αργύρου. Πρόσφατα, η εταιρεία Ελληνικά Μεταλλεία Χαλκού Λτδ, που δραστηριοποιείται στο μεταλλείο της Σκουριώτισσας, έχει εγκαταστήσει μικρή μονάδα παραγωγής επεξεργασίας των χρυσοφόρων κοιτασμάτων του μεταλλείου. Από τον Ιούνιο 2017 μέχρι το τέλος του 2019 έχουν ανακτηθεί 128 κιλά χρυσού και 377 κιλά αργυρού.

Μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και ιδιαίτερα μετά το 1950, η μεταλλευτική δραστηριότητα στην Κύπρο κορυφώνεται ως αποτέλεσμα της μηχανοποίησης και της εφαρμογής επιφανειακών



μεθόδων εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων. Η περίοδος 1950 - 1970 είναι η χρυσή εποχή της κυπριακής μεταλλευτικής βιομηχανίας. Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι το 1966 οι εξαγωγές μεταλλευμάτων αντιπροσώπευαν το 45% της αξίας των ολικών εξαγωγών. Η βιομηχανία αυτή αρχίζει να φθίνει με την έναρξη της δεκαετίας του 1970, λόγω των χαμηλών διεθνών τιμών που επικρατούσαν, αλλά και της εξάντλησης των γνωστών κοιτασμάτων χαλκούχων σιδηροπηριτών.

Τη χαριστική βολή έδωσε η τουρκική εισβολή του 1974 και η κατάληψη σημαντικών μεταλλευτικών περιοχών (μεταλλείο Μαυροβουνίου, Λεύκας Α και Ανατολικής Λεύκας), καθώς και μεταλλευτικών εγκαταστάσεων (εργοστάσιο εμπλουτισμού στο Ξερό και λιμενικές εγκαταστάσεις φόρτωσης μεταλλευμάτων στο Ξερό και στο Καραβοστάσι).

Από το 1995 άρχισαν στο μεταλλείο της Σκουριώτισσας εργασίες εκμετάλλευσης θειούχων μεταλλευμάτων χαμηλής περιεκτικότητας σε χαλκό, για την παραγωγή μεταλλικού χαλκού για πρώτη φορά στη σύγχρονη μεταλλευτική βιομηχανία της Κύπρου. Τα μεταλλευτικά δικαιώματα ανήκουν στα Ελληνικά Μεταλλεία Χαλκού Λτδ. Στο μεταλλείο αυτό εφαρμόζονται σύγχρονες μέθοδοι εκμετάλλευσης, που είναι ένας συνδυασμός βιοαπόπλυσης και υδρομεταλλουργίας. Το προϊόν της διεργασίας αυτής διοχετεύεται ως χαλκούχο διάλυμα σε μονάδα ηλεκτρόλυσης, όπου παράγεται καθοδικός χαλκός. Η συνολική παραγωγή μεταλλικού χαλκού από το 1995 μέχρι το 2019 είναι 66.347 τόνοι. Κατά την έναρξη των εργασιών αυτών τα αποθέματα του μεταλλεύματος υπολογίσθηκαν σε 12 εκατομ. τόνους με μέση περιεκτικότητα χαλκού 0,5%. Τα αποθέματα αυτά έχουν φτάσει σχεδόν στην πλήρη εκμετάλλευσή τους, με αποτέλεσμα η εταιρεία να εξασφαλίσει μίσθωση για το μεταλλείο Απλικίου στον Καλοπαναγιώτη.

## 2.3 Χρωμίτης

### 2.3.1 Γενικά

Ο χρωμίτης ( $Cr_2O_3$ ) είναι μεταλλικό ορυκτό και αποτελεί δευτερεύον συστατικό των υπερβασικών πετρωμάτων του οφιολιθικού συμπλέγματος του Τροόδους. Η περιεκτικότητα σε χρωμίτη των πετρωμάτων αυτών κυμαίνεται μεταξύ 1 και 5%. Οικονομικά εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα του ορυκτού εντοπίσθηκαν στη ζώνη επαφής του χαρτζβουργίτη με το δουνίτη, στην περιοχή του Ολύμπου. Μικρές συγκεντρώσεις βρίσκονται επίσης στη ζώνη επαφής του χαρτζβουργίτη με το δουνίτη στο Δάσος της Λεμεσού. Τα κοιτάσματα του χρωμίτη είναι λοβοειδούς τύπου και εμφανίζονται σε κατακόρυφες ζώνες και φακούς.

Ο χρωμίτης παρουσιάζει ποικιλία ιστών με επικρατέστερους το συμπαγή, τον τύπο λεοπάρδαλης (σφαιροειδείς συγκεντρώσεις), το διάσπαρτο και τον ταινιωτό (εναλλασσόμενες ταινίες χρωμίτη - πετρώματος). Η περιεκτικότητα χρωμίτη στις οικονομικά εκμεταλλεύσιμες συγκεντρώσεις κυμαίνεται μεταξύ 45% και 60%.

### 2.3.2 Γένεση κοιτασμάτων χρωμίτη

Η γένεση των κοιτασμάτων του χρωμίτη συνδέεται άμεσα με τη γένεση του οφιολιθικού συμπλέγματος και ειδικότερα των πλουτώνιων πετρωμάτων και οφείλεται στην κλασματική κρυστάλλωση του μάγματος. Το μάγμα που δημιουργήθηκε από τη μερική τήξη του ανώτερου μανδύα, ανήλθε σχηματίζοντας μικρούς θαλάμους και το δύστηκτο κατάλοιπο της τήξης του ανώτερου μανδύα είναι το πέτρωμα χαρτζβουργίτης. Το μάγμα ανερχόμενο μέσα

από το χαρτζβουργίτη σχηματίζει φλέβες και θύλακες και καταλήγει σε μαγματικούς θαλάμους πάνω από το χαρτζβουργίτη. Μέρος του μάγματος αυτού κρυσταλλούται μέσα στο χαρτζβουργίτη, ένα άλλο μέρος μέσα στους μαγματικούς θαλάμους, ενώ το υπόλοιπο ανέρχεται και εκχύνεται μέσω φλεβών στον ωκεάνιο πυθμένα. Ένα από τα πρώτα ορυκτά που σχηματίζονται κατά την κρυστάλλωση του μάγματος μέσα στο χαρτζβουργίτη και το μαγματικό θάλαμο είναι ο χρωμίτης, ο οποίος αποχωρίζεται και καθιζάνει λόγω μεγαλύτερου ειδικού βάρους. Έτσι δημιουργούνται συγκεντρώσεις χρωμίτη, τόσο μέσα στο χαρτζβουργίτη όσο και στην επαφή του με το δουνίτη, που είναι το πρώτο πλουτώνιο πέτρωμα που σχηματίζεται από κλασματική κρυστάλλωση και διαφοροποίηση της σύστασης του μάγματος.

Οι οικονομικής σημασίας συγκεντρώσεις του χρωμίτη είναι πολύ κοντά στην κορυφή του Ολύμπου και τούτο διότι εκεί απαντούν χαρτζβουργίτες που περιβάλλονται από δουνίτες. Τα μέχρι σήμερα γνωστά κοιτάσματα, είναι αυτά του Κοκκινόροτσου, των Καννούρων και του Χατζηπαύλου.

### 2.3.3 Εκμετάλλευση του χρωμίτη

Η έρευνα για εντοπισμό χρωμίτη άρχισε το 1920 στην Επαρχία Πάφου και το 1922 εντοπίστηκαν οι πρώτοι φακοί, οι οποίοι όμως ήταν μικροί. Αμέσως μετά άρχισαν έρευνες στην περιοχή του Τροόδους και το 1924 εντοπίστηκε το κοιτάσμα του Κοκκινόροτσου και άρχισε η εξόρυξή του. Το 1939 άρχισε η εκμετάλλευση του κοιτάσματος των Καννούρων και το 1950 του κοιτάσματος Χατζηπαύλου. Η εκμετάλλευση των δύο πρώτων κοιτασμάτων ήταν συνεχής μέχρι το 1984, οπότε αναστάληκε η λειτουργία των μεταλλείων. Η εκμετάλλευση του κοιτάσματος Χατζηπαύλου ήταν περιοδική. Σε όλα τα κοιτάσματα η εκμετάλλευση γινόταν υπογείως. Η αναστολή της λειτουργίας των μεταλλείων κατέστη αναπόφευκτη, τόσο λόγω της πτώσης στη ζήτηση χρωμίου διεθνώς όσο και της μείωσης των τιμών που καθιστούσαν την εκμετάλλευση ασύμφορη. Με βάση τις μεταλλευτικές έρευνες στον Κοκκινόροτσο και στο Χατζηπαύλου υπάρχουν ακόμα μεγάλα αποθέματα χρωμίτη. Οι συνολικές ποσότητες χρωμίτη που εξορύχθηκαν είναι της τάξης των 700.000 τόνων.

## 2.4 Αμίαντος

### 2.4.1 Γενικά

Ο όρος αμίαντος περιλαμβάνει έξι διαφορετικά ινώδη ορυκτά: το χρυσοτίλη, τον αμοσίτη, τον τρεμολίτη, τον ακτινολίτη, τον κροκιδολίτη και τον ανθοφυλλίτη. Από τα ορυκτά αυτά εκείνα που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι ο χρυσοτίλης ή λευκός αμίαντος, ο κροκιδολίτης ή μπλε αμίαντος και ο αμοσίτης ή καφέ αμίαντος. Το είδος του αμιάντου που διαθέτει η Κύπρος είναι ο χρυσοτιλικός.

Τα κοιτάσματα χρυσοτιλικού αμιάντου στην Κύπρο περιορίζονται σε μία περιοχή κατακερματισμένου σερπεντινίτη ελλειψοειδούς σχήματος, που καλύπτει έκταση περίπου 13 Km<sup>2</sup> κοντά στο χωριό Πάνω Αμίαντος. Ο αμίαντος βρίσκεται υπό μορφή φλεβών και φλεβιδίων, που ποικίλουν σε πάχος από δέκατα χιλιοστομέτρου μέχρι 15 mm. Οι ίνες του χρυσοτίλη κατά κανόνα είναι κάθετες προς τη διεύθυνση των φλεβών. Όμως, σε επίπεδα ρωγματώσεων που δημιουργήθηκαν μεταγενέστερα, οι ίνες είναι παράλληλες προς τις φλέβες. Η μέση περιεκτικότητα του μεταλλεύματος σε ίνες αμιάντου είναι 0,8 - 1%, ποσοστό που θεωρείται χαμηλό.

Η γένεση του αμιάντου οφείλεται στη σερπεντινίωση του χαρτζβουργίτη. Η σερπεντινίωση είναι βασικά η ενυδάτωση του χαρτζβουργίτη και η δημιουργία μιας ομάδας ορυκτών του σερπεντινίτη που έχουν την ίδια χημική σύσταση με το μητρικό πέτρωμα (το χαρτζβουργίτη), αλλά καταλαμβάνουν μεγαλύτερο όγκο και έχουν μικρότερο ειδικό βάρος. Η σερπεντινίωση γίνεται από υδροθερμικά διαλύματα, που κυκλοφορούν στο μητρικό πέτρωμα κατά μήκος ρωγμών και διακλάσεων.

#### 2.4.2 Εκμετάλλευση αμιάντου

Κατά τους κλασσικούς και ρωμαϊκούς χρόνους εκτός από το χαλκό της η Κύπρος ήταν γνωστή και για τον αμιάντό της. Σε ιστορικές πηγές, όπως στο βιβλίο του Διοσκουρίδη "Περί ύλης Ιατρικής" (1<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.) και στο βιβλίο του Απολλώνιου "Ιστορίαι Θαυμάσιαι" (2<sup>ος</sup> αιώνας μ.Χ.) αναφέρεται ο κυπριακός αμιάντος και περιγράφεται η υφή του καθώς και οι χρήσεις του. Ο αμιάντος ως ινώδες ορυκτό χρησιμοποιείτο για την κατασκευή υφασμάτων σαβάνων, για τη συλλογή της τέφρας από την καύση των νεκρών, για την κατασκευή θρυαλλίδων για λυχνίες, υποδημάτων κτλ. Το όνομα αμιάντος σημαίνει αμόλυντος επειδή το ορυκτό αυτό δεν καίγεται, αντίθετα εξέρχεται από τη φωτιά καθαρότερο. Από γραπτές αναφορές συνάγεται, ότι η εκμετάλλευση του αμιάντου συνεχίστηκε κατά τη διάρκεια των βυζαντινών χρόνων καθώς και της Φραγκοκρατίας.

Η μεγάλης κλίμακας σύγχρονη εκμετάλλευση του αμιάντου αρχίζει το 1904, όταν ο χρυσοτιλικός αμιάντος άρχισε να χρησιμοποιείται στη βιομηχανία αμιαντοπλακών και τούβλων. Τότε δόθηκε σε ορισμένα χωριά το προνόμιο εκμετάλλευσης του αμιάντου του τύπου αυτού στις πλαγιές του Τροόδου.

Το μεταλλείο λειτούργησε κερδοφόρα μέχρι το 1981. Από το 1982 η ζήτηση και οι τιμές του αμιάντου μειώθηκαν κατακόρυφα και το μεταλλείο άρχισε να αντιμετωπίζει οικονομικά προβλήματα, τα οποία σε συνδυασμό και με τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα που προέκυψαν οδήγησαν στη ακύρωση της μίσθωσης το 1992. Η εκμετάλλευση του αμιάντου γινόταν επιφανειακά. Συνολικά εξορύχθηκαν περισσότεροι από 130 εκατομ. τόνοι πετρώματος, για να παραχθούν περίπου ένα εκατομ. τόνοι ινών αμιάντου.

#### 2.5 Γύψος

Η γύψος ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) είναι ορυκτό που βρίσκεται σε πολλές περιοχές της Κύπρου, όπου σχηματίζει τοπικά μεγάλα κοιτάσματα. Πολλά από τα κοιτάσματα είναι επιφανειακά καθιστώντας έτσι την εκμετάλλευσή τους εύκολη και με χαμηλό κόστος. Η περιεκτικότητά τους σε θειικό ασβέστιο κυμαίνεται μεταξύ 95 και 99%. Το πάχος της γύψου φτάνει μέχρι και 150 m και γεωλογικά υπέρκειται του σχηματισμού της Πάχνας. Οι αποθέσεις αυτές, που ονομάζονται και εβαπορίτες, έχουν σχηματισθεί από την εξάτμιση του θαλάσσιου νερού. Τέτοιες συνθήκες είχαν δημιουργηθεί σ' όλη τη Μεσόγειο κατά τη διάρκεια της Μεσσηνίου Εποχής, όταν λόγω της κίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών έκλεισαν τα στενά του Γιβραλτάρ καθιστώντας τη Μεσόγειο μια κλειστή λεκάνη, όπου η εξάτμιση ήταν μεγαλύτερη από την εισροή γλυκού νερού.

Το ορυκτό γύψος απαντάται στην Κύπρο κυρίως σε τέσσερις τύπους: α) το σακχαροειδή, β) το σελενίτη, γ) τα μάρμαρα δ) το αλάβαστρο. Ο σακχαροειδής τύπος αποτελείται από κόκκους μέσου ως μεγάλου μεγέθους σε χονδροπλακώδεις στρώσεις. Ο σελενίτης είναι

διαφανής γύψος με μεγάλους δίδυμους κρυστάλλους. Ο τύπος μάρμαρα είναι γύψος που εύκολα διαχωρίζεται σε λεπτές πλάκες. Το αλάβαστρο είναι συμπαγής άσπρη και ημιδιαφανής γύψος.

Η γύψος χρησιμοποιείται ως δομικό υλικό. Τα βασικά χαρακτηριστικά που την καθιστούν πολύ καλό δομικό υλικό είναι η εύκολη χρήση της, η θερμομονωτική ιδιότητά της, το πυρίμαχό της, η εύκολη αλλαγή των διαφόρων ιδιοτήτων της και το χαμηλό κόστος παραγωγής της. Για να καταστεί η γύψος δομικό υλικό είναι απαραίτητη η διαπύρωσή της σε θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 130 και 170°C και ακολούθως η λειοτρίβησή της.

Στην Κύπρο η γύψος χρησιμοποιήθηκε για αιώνες ως δομικό υλικό. Η κατεργασία γινόταν αρχικά σε πρωτόγονα καμίνια. Μετά το 1950 λειτούργησε μονάδα βιομηχανικής επεξεργασίας, που παρήγε γυψοσανίδες, γυψόπλινθους και διάφορους τύπους επιχρισμάτων. Η μονάδα αυτή λειτούργησε λιγότερο από δέκα χρόνια, επειδή η κακή ποιότητα της γύψου που παραγόταν στα πρωτόγονα καμίνια είχε δημιουργήσει τέτοια προκατάληψη στους εργολάβους και στους μηχανικούς, που δεν κατέστη δυνατό να αλλάξει αργότερα. Μέχρι πολύ πρόσφατα, ο τύπος "μάρμαρα" χρησιμοποιούνταν ευρέως ως υλικό επίστρωσης πατωμάτων λόγω βασικά του εύκολου διαχωρισμού του σε πλάκες.

Σήμερα λειτουργούν στην Κύπρο μονάδες επεξεργασίας γύψου που παράγουν διάφορους τύπους επιχρισμάτων, τα οποία προωθούνται στην αγορά με διάφορες εμπορικές ονομασίες. Σημαντικές επίσης ποσότητες ακατέργαστης γύψου χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τσιμέντου καθώς και για εξαγωγή. Λατομεία γύψου λειτουργούν σήμερα στις περιοχές Αραδίππου, Αγίου Θεοδώρου, Καλαβασού και Αμαργέτη.

## 2.6 Αμμοχάλικα

Η οικοδομική βιομηχανία είναι μια από τις πιο βασικές βιομηχανίες της Κύπρου, που απασχολεί ένα μεγάλο ποσοστό του εργατικού δυναμικού και σ' αυτή επενδύονται τεράστια χρηματικά ποσά. Το κυριότερο υλικό όλων των κατασκευών είναι το σπλισμένο σκυρόδεμα, ένα από τα βασικά συστατικά του οποίου είναι τα αμμοχάλικα. Τα αμμοχάλικα στο σκυρόδεμα ονομάζονται αδρανή υλικά, γιατί θεωρητικά δεν μετέχουν στις χημικές αντιδράσεις που γίνονται κατά την ενυδάτωση του τσιμέντου και ως τέτοια πρέπει να συμπεριφέρονται. Τα αμμοχάλικα είναι επίσης βασικά υλικά στην οδοποιία.

Όταν άρχισε η χρήση του σκυροδέματος στην Κύπρο, χρησιμοποιήθηκαν ως αδρανή υλικά αμμοχάλικα από τις παραλίες, κυρίως κοντά στις εκβολές ποταμών, τις κοίτες των ποταμών, τις θαλάσσιες και ποτάμιες αναβαθμίδες. Τα υλικά αυτά είναι προϊόντα διάβρωσης των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχονται οι ποταμοί. Ως εκ τούτου είναι ανομοιογενή και αντανακλούν τη σύσταση των πετρωμάτων στις λεκάνες απορροής των ποταμών. Επειδή οι ποταμοί της Κύπρου πηγάζουν από το Τρόδος, κύρια συστατικά των φυσικών αμμοχάλικων είναι τα πετρώματα του οφιολιθικού συμπλέγματος του Τροόδου. Τα περισσότερα απ' αυτά τα πετρώματα, αν εξετασθούν ξεχωριστά, δεν ικανοποιούν τις τεχνικές προδιαγραφές για παραγωγή σκυροδέματος, γιατί οι φυσικές και χημικές ιδιότητές τους είναι τέτοιες, που τα καθιστούν ακατάλληλα για χρήση στο σκυρόδεμα. Γι' αυτό το λόγο αλλά και για σκοπούς προστασίας του περιβάλλοντος, η χρήση φυσικών αμμοχάλικων στο σκυρόδεμα έχει εγκαταλειφθεί.

Άλλη πηγή αδρανών υλικών ήταν πριν από την τουρκική εισβολή ο ασβεστόλιθος της οροσειράς του Πενταδακτύλου. Τα υλικά αυτά παράγονταν από τη θραύση των ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Η εκμετάλλευσή τους άρχισε κατά τη δεκαετία του 1950 και αποτελούσε υποπροϊόν της βιομηχανίας του ασβέστη. Η πολύ καλή ποιότητά τους συνέβαλε στο σταδιακό εκτοπισμό των φυσικών αμμοχάλικων.

Σήμερα η παραγωγή αδρανών υλικών, σκύρων και άμμου, προέρχεται στη συντριπτική της πλειοψηφία από τη θραύση διαβασικών και ασβεστολιθικών πετρωμάτων. Για το σκοπό αυτό έχουν εγκατασταθεί και λειτουργούν σύγχρονες σκυροθραυστικές μονάδες. Τα κυριότερα λατομεία παραγωγής αδρανών υλικών από τη θραύση διαβασικών πετρωμάτων βρίσκονται στις περιοχές Φαρμακά, Σιάς, Πυργών, Σταυροβουνιού, Μοσφιλωτής, Παρεκκλησιάς και Μοναγρουλιού. Λατομεία ασβεστολιθικών πετρωμάτων βρίσκονται στις περιοχές Μιτσερού, Ξυλοφάγου, Αντρολύκου, Αγίου Σωζόμενου και Κελλιών. Τα λατομεία στις περιοχές Αγίου Σωζόμενου και Κελλιών παράγουν μόνο λεπτόκοκκη άμμο και ουσιαστικά έχουν αντικαταστήσει τα λατομεία εξόρυξης φυσικής άμμου που παρουσίαζαν ποιοτικά προβλήματα.

Με την ένταξη της Κύπρου στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η παραγωγή των αδρανών υλικών, τα οποία αποτελούν προϊόντα υψηλών απαιτήσεων ασφαλείας, βασίζεται στις απαιτήσεις των ευρωπαϊκών προτύπων (α) CYS EN 12620: Αδρανή για σκυρόδεμα, (β) CYS EN 13043: Αδρανή ασφαλομιγμάτων και επιφανειακών επιστρώσεων οδών, αεροδρομίων και άλλων περιοχών κυκλοφορίας οχημάτων, (γ) CYS EN 13139: Αδρανή κονιαμάτων και (δ) CYS EN 13242: Αδρανή υλικών σταθεροποιημένων με υδραυλικές κονίες ή μη σταθεροποιημένων για χρήση στα τεχνικά έργα και την οδοποιία. Οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα τεχνικά και φυσικά χαρακτηριστικά των αδρανών υλικών καθορίζονται με σχετικό διάταγμα του Υπουργού Εσωτερικών σύμφωνα με τον περί Δομικών Προϊόντων Νόμο του 2013 (Ν. 130(I)/2013)

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες η μέγιστη ετήσια παραγωγή αδρανών υλικών πραγματοποιήθηκε το 2008 και είχε υπερβεί τα 14 εκατομ. τόνους. Μετά την δραστική μείωση της παραγωγής τους λόγω της οικονομικής κρίσης του 2013, η παραγωγή τους τα τελευταία χρόνια σταθεροποιείται γύρω στα 8 εκατομ. τόνους ετησίως.

## 2.7 Αργίλοι

Οι άργιλοι είναι τα κύρια συστατικά για την παραγωγή κάθε είδους κεραμικού προϊόντος. Είναι ένα φυσικό υλικό με πλαστικές ιδιότητες. Κύρια συστατικά των αργίλων είναι τα διάφορα αργιλοπυριτικά ορυκτά και το νερό. Δευτερεύοντα συστατικά είναι τα ορυκτά του μαγνησίου, του ασβεστίου, του καλίου, του νατρίου κτλ. Οι άργιλοι χωρίζονται σε διάφορες ομάδες με βάση την αναλογία του αργιλίου, του πυριτίου καθώς και το βαθμό ενυδάτωσής τους. Οι κυριότερες ομάδες αργίλων είναι οι καολίνες, οι μοντμοριλλονίτες και οι ιλλίτες.

Οι καολίνες είναι από πλευράς κρυσταλλοχημείας η απλούστερη ομάδα με αναλογία αργιλίου - πυριτίου - νερού 1:2:2. Χαρακτηρίζονται από λευκό χρώμα που παραμένει και μετά τη πύρωση καθώς και χαμηλή περιεκτικότητα ξένων προσμίξεων. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην κατασκευή κεραμικών, χρωμάτων και πλαστικών.

Οι μοντμοριλλονίτες έχουν διαφορετική κρυσταλλική δομή από τους καολίνες. Η αναλογία αργιλίου - πυριτίου - νερού είναι 1:4:1 και στη δομή τους συμμετέχουν και άλλα στοιχεία,



όπως ο σίδηρος, το ασβέστιο και το μαγνήσιο. Βασική τους ιδιότητα είναι η πολύ μεγάλη απορροφητικότητα, η διόγκωσή τους με την πρόσληψη νερού και η συρρίκνωση τους με την αποβολή νερού. Ο μοντμοριλλονίτης είναι το κύριο αργιλικό ορυκτό των μπεντονιτών.

Οι ιλλίτες έχουν πολύπλοκη κρυσταλλική δομή, δεν διογκούνται με την πρόσληψη νερού, αλλά αποκτούν μεγάλη πλαστικότητα, αφού προηγουμένως αλεσθούν και ζυμωθούν. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην κατασκευή τούβλων και κεραμιδιών.

Οι άργιλοι προέρχονται βασικά από τη διάβρωση αργιλοπυριτικών πετρωμάτων. Με τη διάβρωση και την υδρόλυση, τα αλκαλικά συστατικά μεταβάλλονται σε διαλυτά άλατα που φεύγουν με το νερό και επιτόπου μένουν τα ένυδρα αργιλοπυριτικά ορυκτά, το ελεύθερο οξείδιο του πυριτίου και τα αναλλοίωτα ορυκτά. Τα προϊόντα αυτά της διάβρωσης μεταφέρονται μετά από το νερό και εναποτίθενται στο βυθό της λεκάνης που καταλήγει το νερό, είτε αυτή είναι κοίτη ποταμού είτε βυθός λίμνης ή θάλασσας. Με την πάροδο του χρόνου εξελίσσονται σε αποθέσεις οικονομικής σημασίας. Τα διάφορα αργιλικά εδάφη στην Κύπρο χρησιμοποιούνται ευρέως στα κεραμεία και τουβλοποιεία ως βασική πρώτη ύλη.

Πριν από την τουρκική εισβολή λειτουργούσαν στην Κύπρο 11 τουβλοποιεία-κεραμεία. Με εξαίρεση δύο μονάδες, που λειτουργούσαν στη Λεμεσό οι υπόλοιπες ήταν συγκεντρωμένες στην περιοχή Μιάς Μηλιάς- Παλαίκυθρου. Χρησιμοποιούσαν ως πρώτη ύλη αλλουβιακές αποθέσεις που υπήρχαν κατά μήκος της κοιλάδας του Πεδιαίου καθώς επίσης αποθέσεις αργιλικών υλικών που προέρχονται από τη διάβρωση του φλύσχη της Κυθρέας.

Τα κεραμεία της Λεμεσού, που δεν λειτουργούν πλέον, προμηθεύονταν την πρώτη ύλη από την περιοχή Καλού Χωριού - Αγίου Μάμα, που αποτελεί τμήμα της τεκτονικής ζώνης του Αρακαπά. Ο έντονος τεκτονισμός στην περιοχή έχει καταθρυμματίσει τα πετρώματα με συνεπακόλουθο την έντονη και σε βάθος διάβρωσή τους, τα προϊόντα της οποίας έχουν δημιουργήσει αποθέσεις αργιλικών εδαφών.

Σε αντικατάσταση των τουβλοποιείων της περιοχής Μιάς Μηλιάς - Παλαίκυθρου έχουν δημιουργηθεί στα νότια της Λευκωσίας νέα τουβλοποιεία-κεραμεία καθώς και στο Καλό Χωρίο και Καλαβασό στην επαρχία Λάρνακας, τα οποία προμηθεύονται την πρώτη ύλη τους από τις αποθέσεις αργιλικών εδαφών της περιοχής Τσερίου καθώς και από αργιλικά προϊόντα της διάβρωσης των διαβασικών πετρωμάτων από την περιοχή Δελίκηπου - Λευκάρων.

## 2.8 Μπεντονίτης

Ο μπεντονίτης είναι αργιλικό συνεκτικό έδαφος του οποίου κύριο συστατικό είναι το ορυκτό μοντμοριλλονίτης. Άλλα ορυκτά, που μπορεί να περιέχει είναι οι άστριοι, ο χαλαζίας, ο βιοτίτης και άλλα αργιλοπυριτικά ορυκτά των ομάδων του ιλλίτη και του καολίνη. Η βασική του ιδιότητα, η οποία τον καθιστά και βιομηχανικό ορυκτό με πολλές χρήσεις, είναι η διόγκωσή του με την απορρόφηση νερού και η συρρίκνωσή του με την αποβολή νερού. Η ποσότητα νερού που μπορεί να απορροφήσει φτάνει μέχρι και πέντε φορές το βάρος του και συνοδεύεται με αύξηση του όγκου του μέχρι και δεκαπέντε φορές. Η ιδιότητα αυτή είναι επαναλήψιμη και μπορεί να γίνει απεριόριστες φορές. Η απορροφητικότητά του είναι μεγάλη και στα οργανικά λίπη.

Βασικές του χρήσεις είναι στις γεωτρήσεις πετρελαίων, στην κονδυλοποίηση σιδηρομεταλλευμάτων, στον αποχρωματισμό και καθαρισμό φυτικών και ζωικών ελαίων, στη κατασκευή καλουπιών σε χυτήρια, στη βιομηχανία ζωοτροφών, στην οικοδομική δραστηριότητα και στις κατασκευές.

Στην Κύπρο υπάρχουν εκτεταμένα επιφανειακά κοιτάσματα μπεντονίτη που καλύπτουν μεγάλες άγονες εκτάσεις. Γεωλογικά τα κοιτάσματα αυτά βρίσκονται στην επαφή των λαβών με τα ιζηματογενή πετρώματα. Το πάχος του μπεντονίτη σε αρκετές περιπτώσεις μπορεί να είναι μεγαλύτερο των 300 m. Οι κυπριακοί μπεντονίτες από πλευράς ορυκτολογικής σύστασης αποτελούνται από 40-60% ασβεστούχο μοντμοριλλονίτη, τα δε υπόλοιπα συστατικά είναι χαλαζίας, πλαγιόκλαστα, ιλλίτης καθώς και άμορφο υλικό. Ο μπεντονίτης είναι ιζηματογενές συνεκτικό έδαφος και πιθανότατα έχει σχηματισθεί από την αλμυρόλυση και την υποθαλάσσια διάβρωση των λαβών πάνω στις οποίες έχει αποτεθεί.

Παρ' όλο που υπάρχουν μεγάλες αποθέσεις μπεντονιτών στην Κύπρο, η συστηματική εκμετάλλευση και επεξεργασία τους άρχισε σχετικά πολύ πρόσφατα και συγκεκριμένα μετά το 1974. Ο βασικότερος λόγος της καθυστέρησης είναι η ορυκτολογική σύσταση του (ασβεστούχος μπεντονίτης), που απαιτεί ειδική επεξεργασία, "ενεργοποίηση", σε αντίθεση με το νατριούχο μπεντονίτη που υπάρχει σε άλλες χώρες. Με την κατάλληλη όμως επεξεργασία μπορεί και ο κυπριακός μπεντονίτης να καταστεί ποιοτικά εφάμιλλος των μπεντονιτών του εξωτερικού.

Λατομεία μπεντονίτη ευρίσκονται στις περιοχές Κάτω Μονής, Κιδασίου, Φοινικαριών, Αρμενοχωρίου, Ασγάτας-Μοναγρουλιού και Οράς-Δράπιας. Εργοστάσια επεξεργασίας υπάρχουν στις περιοχές Πεντάκωμου και Μαλούντας.

## 2.9 Πρώτες ύλες παραγωγής τσιμέντου

Το τσιμέντο είναι το βασικό συστατικό του σκυροδέματος και κατά συνέπεια βασικό δομικό υλικό. Στην Κύπρο υπάρχει ένα εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου τύπου "πόρτλαντ", συνολικής δυναμικότητας 2.000.000 τόνων ετησίως. Το εργοστάσιο παράγει τσιμέντο «πόρτλαντ» τύπου I και τύπου II σύμφωνα με τις προδιαγραφές του προτύπου CYS EN197-1. Για την παραγωγή τσιμέντου του τύπου αυτού, χρησιμοποιούνται κυρίως δύο είδη πετρωμάτων, η κρητίδα και η μάργα. Τα πετρώματα αυτά, αφού περάσουν από τριβείο, αναμιγνύονται κατάλληλα ώστε να επιτευχθεί συγκεκριμένη αναλογία ασβεστίου και αργιλίου καθώς και άλλων στοιχείων. Ακολούθως διοχετεύονται σε περιστρεφόμενους κλιβάνους, όπου οι θερμοκρασίες φθάνουν τους 1.500 °C. Ως πρόσθετα υλικά στην παραγωγή τσιμέντου χρησιμοποιούνται ο ασβεστόλιθος και η γύψος. Για να παραχθεί ένας τόνος τσιμέντου χρειάζονται 1,8 τόνοι πρώτων υλών. Δεδομένου ότι η παραγωγή του τσιμεντοποιίου ξεπερνά τα 2.000.000 τόνους ετησίως, οι συνολικές ποσότητες πρώτων υλών που λατομούνται είναι της τάξης των 3.600.000 τόνων. Τα λατομεία εξόρυξης των πρώτων υλών βρίσκονται στις περιοχές των χωριών Μονή, Μαρί, Πεντάκωμο και Καλαβασός σε μικρή απόσταση από το τσιμεντοποιείο.

## 2.10 Ασβέστης

Ο ασβέστης είναι βιομηχανικό προϊόν και παράγεται από την εκκαμίνευση ασβεστόλιθου σε θερμοκρασίες μεταξύ 1.000 και 1.300°C. Με την εκκαμίνευση του ασβεστόλιθου, που

αποτελείται βασικά από ανθρακικό ασβέστιο ( $\text{CaCO}_3$ ), προκύπτει οξειδίο του ασβεστίου ( $\text{CaO}$ ), δηλαδή ασβέστης. Η ενυδάτωση του ασβέστη δίδει την υδράσβεστο  $\text{Ca(OH)}_2$ . Ο ασβέστης, είτε ως οξειδίο του ασβεστίου είτε ως υδράσβεστος, έχει πολλές χημικές και βιομηχανικές χρήσεις καθώς και χρήσεις στον κατασκευαστικό τομέα και στη γεωργία. Στην Κύπρο χρησιμοποιείται κυρίως ως οικοδομικό υλικό. Παλαιότερα χρησιμοποιείτο στον εμπλουτισμό θειούχων μεταλλευμάτων.

Τα σημαντικότερα ασβεστοποιεία της Κύπρου μέχρι το 1974 ήταν συγκεντρωμένα στις νότιες παρυφές του Πενταδακτύλου και ιδιαίτερα στην περιοχή μεταξύ Δικώμου και Κυθρέας λόγω της παρουσίας κατάλληλων ασβεστόλιθων, που είναι η πρώτη ύλη. Μετά το 1974, δημιουργήθηκε στην περιοχή Μιτσερού σύγχρονο ασβεστοποιείο, που χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη υφαλογενή ασβεστόλιθο του μέλους Κορωνιάς του σχηματισμού Πάχνας.

### 2.11 Πέτρα δόμησης

Η πέτρα δόμησης αποτελούσε βασικό οικοδομικό υλικό στην Κύπρο για αιώνες. Ο τύπος της πέτρας που χρησιμοποιείτο, ήταν ανάλογος με τα πετρώματα που υπάρχουν σε κάθε περιοχή. Στα χωριά του Τροόδους χρησιμοποιούνταν οφιολιθικά πετρώματα όπως γάββροι, διαβάσεις, χαρτζβουργίτες κτλ. Σ' άλλα χωριά χρησιμοποιούνταν κρητίδες, ασβεστόλιθοι ασβεστιτικοί ψαμμίτες. Οι τελευταίοι έχουν χρησιμοποιηθεί ευρύτατα για την κατασκευή οχυρωματικών έργων όπως τείχη, κάστρα καθώς και για την ανέγερση δημοσίων κτιρίων και αρχοντικών στις πόλεις. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα τείχη της Λευκωσίας και διάφορα αρχοντικά καθώς και κτίρια παραδοσιακής αρχιτεκτονικής.

Οι ασβεστιτικοί ψαμμίτες είναι πετρώματα που βρίσκονται στους γεωλογικούς σχηματισμούς της Πάχνας, και της Λευκωσίας. Αποτελούνται από θραύσματα οστράκων, αποστρογγυλεμένους κόκκους κρητίδων και ασβεστόλιθων και σε πολύ μικρότερο ποσοστό από άλλα ορυκτά και πετρώματα που προέρχονται από αρχαιότερους γεωλογικούς σχηματισμούς. Οι κόκκοι είναι συγκολλημένοι με ανθρακικό ασβέστιο. Ο βαθμός διαγένεσης του πετρώματος και συγκόλλησης των συστατικών του είναι μέτριος, ώστε το καθιστά ψαθυρό και πορώδες. Το χρώμα του είναι κιτρινωπό και αυτό οφείλεται στην παρουσία οξειδίων και υδροξειδίων του σιδήρου. Το πέτρωμα βρίσκεται σε στρώσεις πάχους μερικών εκατοστών μέχρι αρκετών μέτρων. Πολλές φορές ενδιάμεσα των στρώσεων υπάρχουν παρεμβολές μαργαϊκών στρωμάτων.

Οι φυσικές ιδιότητες του πετρώματος είναι τέτοιες, που το καθιστούν πολύ καλό υλικό για παραγωγή πέτρας δόμησης καθώς και για πλάκες επένδυσης τοίχων και δαπέδων. Λατομεία ψαμμίτη υπάρχουν στις περιοχές Κυβίδων-Πραστειού και Πάχνας-Ανώγυρας στην Επαρχία Λεμεσού και Τόχνης στην Επαρχία Λάρνακας. Το πέτρωμα χρησιμοποιείται επίσης για την παραγωγή ογκόλιθων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή θαλάσσιων έργων, όπως προβλήτες, κυματοθραύστες κτλ.

Στην περιοχή Λευκωσίας ο ασβεστιτικός ψαμμίτης έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως. Το υλικό εξορυσσόταν από υπόγεια λατομεία στις περιοχές Αγλαντζιάς, Αγίας Παρασκευής, Δασούπολης, Ακρόπολης και Γερολάκκου-Μάμμαρι.

Τα υπόγεια λατομεία, οι τεχνητές σπηλιές, που πολλές διασώζονται μέχρι σήμερα, ξεκινούσαν πάντοτε από σημεία εύκολης προσπέλασης κοντά στη βάση του κρημνού που



σχηματίζεται στην επαφή του ασβεστιτικού ψαμμίτη με την υποκείμενη μάργα. Η λατόμευση προχωρούσε προς την κατεύθυνση της κλίσης του πετρώματος, αλλά η κλίση του πατώματος της σπηλιάς ήταν τόση, ώστε να επιτρέπει την άνετη έξοδο των φορτωμένων κάρρων που μετέφεραν τις κομμένες πέτρες. Η εκμετάλλευση συχνά προχωρούσε μέχρι την στάθμη του υπόγειου νερού. Το ύψος της στοάς που δημιουργείτο ήταν μέχρι 4 m. Σε διαστήματα 6-7 m αφήνονταν υποστυλώματα από το ίδιο το πέτρωμα, τα οποία υποστήριζαν την οροφή για να μην καταρρεύσει.

Άλλα είδη δομικού λίθου που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι κροκάλες από ποτάμιες αποθέσεις καθώς και πυριτομένες κρητίδες που εξορύσσονται από περιοχές της κοινότητας Αγίας Άννας.

## 2.12 Φυσικές χρωστικές ύλες

Η Κύπρος ήταν γνωστή από την αρχαιότητα για τις φυσικές χρωστικές ύλες της, όπως το φαιόχρωμα (ούμπρα), την ώχρα και η πράσινη γη (terra verte). Η εκμετάλλευσή τους συνεχίζεται από τους ιστορικούς χρόνους μέχρι και σήμερα.

Το φαιόχρωμα είναι ιζηματογενές πέτρωμα, πλούσιο σε οξειδία του σιδήρου και του μαγγανίου. Βρίσκεται στη φύση σε διάφορες αποχρώσεις του χρώματος καφέ, ανάλογα με τη σχέση οξειδίων του σιδήρου και του μαγγανίου. Περισσότερα οξειδία του σιδήρου δίνουν αποχρώσεις προς το κίτρινο και το κόκκινο, ενώ ψηλότερο ποσοστό μαγγανίου προσδίδει χρώμα σκούρο καφέ. Τα κοιτάσματα του φαιοχρώματος βρίσκονται στους πρόποδες της οροσειράς του Τροόδους και συγκεκριμένα στην επαφή των λαβών με τα ιζηματογενή πετρώματα. Τα κοιτάσματα είναι μικρά, με διαστάσεις της τάξης μερικών δεκάδων μέτρων και φακοειδούς συνήθως σχήματος. Η γένεσή τους οφείλεται στην κυκλοφορία θερμών μεταλλοφόρων διαλυμάτων κατά τα τελευταία στάδια της υποθαλάσσιας ηφαιστειακής δράσης και του σχηματισμού των λαβών. Τα φαιοχρώματα αποτελούν χημικά ιζήματα που κατακάθισαν μετά την εκβολή των θερμών μεταλλοφόρων διαλυμάτων στο θαλάσσιο πυθμένα και την οξειδωσή τους από το θαλάσσιο νερό.

Τα κοιτάσματα της ώχρας είναι περιορισμένα και συνδέονται άμεσα με τα κοιτάσματα των θειούχων μεταλλευμάτων. Αποτελούνται από οξειδία και υδροξειδία του σιδήρου, τα οποία προσδίνουν στην ώχρα το χαρακτηριστικό κίτρινο χρώμα της και έχουν σχηματιστεί από την υποθαλάσσια οξειδωση των θειούχων μεταλλευμάτων.

Εκτός από τις πιο πάνω χρωστικές - ύλες, μέχρι και το πρόσφατο παρελθόν, στην Κύπρο γινόταν περιορισμένη εκμετάλλευση πράσινης γης (terra verte), που αποτελείται ουσιαστικά από το ορυκτό κελαδονίτης. Γεωλογικά το ορυκτό αυτό βρίσκεται υπό μορφή ακανόνιστων φλεβών στον κατώτερο ορίζοντα των λαβών και είναι προϊόν εξαλλοίωσής τους.

Το φαιόχρωμα και η ώχρα μετά την εξόρυξή τους διαπυρώνονται και λειοτριβούνται σε ειδικές εγκαταστάσεις, που λειτουργούν στη Λάρνακα και στο χωριό Τρούλλοι. Τα λατομεία από όπου εξορύσσονται, είναι διάσπαρτα σ' όλη την Κύπρο. Το φαιόχρωμα χρησιμοποιείται επίσης στην παραγωγή του τσιμέντου ως ρυθμιστής της περιεκτικότητάς του σε σίδηρο.

### 2.13 Σελεσίτης

Ο σελεσίτης είναι ορυκτό του στροντίου ( $\text{SrSO}_4$ ). Μικρό κοίτασμα σελεσίτη ανακαλύφθηκε το 1977 από το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης, σε περιοχή βόρεια του χωριού Μαρώνι. Στην περιοχή αυτή ο σελεσίτης βρίσκεται υπό μορφή εμποτισμών σε ασβεστόλιθους ή υπό μορφή στρώσεων με παρεμβολές ασβεστόλιθων. Το κοίτασμα αυτό έτυχε εκμετάλλευσης μεταξύ των ετών 1985 και 1987. Από την εκμετάλλευση αυτή παρήχθησαν και εξήχθησαν εκτός Κύπρου 15000 τόνοι εμπλουτισμένου σελεσίτη.

### 2.14 Μαγνησίτης

Ο μαγνησίτης ή λευκόλιθος είναι το ορυκτό του ανθρακικού μαγνησίου. Μικρά κοιτάσματα μαγνησίτη έχουν εντοπισθεί στη χερσόνησο του Ακάμα καθώς και σε περιοχές του Δάσους της Λεμεσού. Οι πιο αξιόλογες συγκεντρώσεις είναι αυτές που βρίσκονται στην περιοχή του Ακάμα και ειδικότερα δυτικά του Νέου Χωριού. Οι συγκεντρώσεις αυτές έτυχαν περιορισμένης εκμετάλλευσης σε διάφορες περιόδους. Συγκεκριμένα εκμετάλλευση των κοιτασμάτων αυτών έγινε μεταξύ των ετών 1921-1922, 1944-1953 και ήταν συνδυασμός υπογείων και επιφανειακών λατομείσεων. Συνολικά εξορύχθηκαν 1750 τόνοι μαγνησίτη με μέση περιεκτικότητα ανθρακικού μαγνησίου 95%.

Ο μαγνησίτης βρίσκεται υπό μορφή φλεβών ή φακών μέσα σε σερπεντινωμένα υπερβασικά πετρώματα. Το πάχος των σωμάτων μαγνησίτη κυμαίνεται από μερικά εκατοστά μέχρι και ένα μέτρο. Η γένεση του μαγνησίτη οφείλεται στην κυκλοφορία υδροθερμικών διαλυμάτων πλούσιων σε ανθρακικό οξύ μέσα από ρωγμές και διακλάσεις των υπερβασικών πετρωμάτων. Η απελευθέρωση του διοξειδίου του άνθρακα από τα διαλύματα αυτά είχε ως αποτέλεσμα τη διάσπαση των δισανθρακικών και το σχηματισμό ανθρακικού μαγνησίου.

### 2.15 Μάρμαρα και ασβεστόλιθοι

Τα μάρμαρα είναι μεταμορφωμένα πετρώματα που προέρχονται από ασβεστόλιθους κάτω από συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης. Στην Κύπρο δεν υπάρχουν σημαντικές ποσότητες μαρμάρων, αλλά ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι, στους οποίους ο βαθμός μεταμόρφωσης είναι χαμηλότερος από εκείνο των κανονικών μαρμάρων

Ανακρυσταλλωμένοι ασβεστόλιθοι υπάρχουν στην οροσειρά του Πενταδακτύλου. Τα πετρώματα αυτά χρησιμοποιούνταν για παραγωγή ασβέστη, αδρανών υλικών καθώς και ψηφίδων για παραγωγή μωσαϊκών. Σε περιορισμένες μόνο περιπτώσεις εξορύσσονταν και ογκόλιθοι, που μετά από τεμαχισμό και λείανση παρήγαγαν πλάκες επένδυσης δαπέδων και τοίχων.

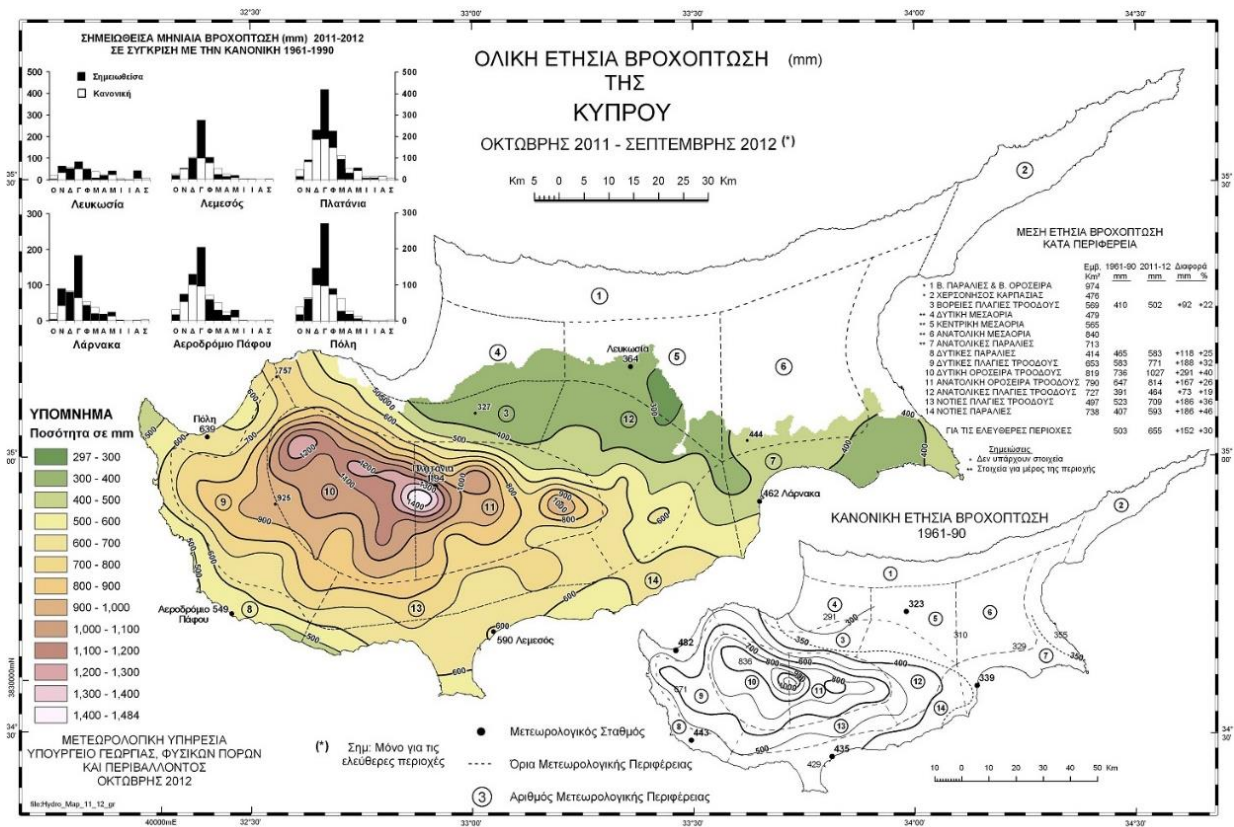
Στην υπόλοιπη Κύπρο υπάρχουν απομονωμένες μικρές εμφανίσεις ανακρυσταλλωμένων ασβεστόλιθων στο σύμπλεγμα των Μαμωνιών στην επαρχία Πάφου. Από αυτές λειτουργούν λατομεία σε περιοχές των κοινοτήτων Επισκοπής και Σταυροκόβου, που παράγουν ψηφίδες για την κατασκευή κυρίως μωσαϊκών καθώς και άλλα προϊόντα της οικοδομικής βιομηχανίας όπως επιχρισμάτων, στόκκων, κτλ.

### 3 ΥΠΟΓΕΙΟΙ ΥΔΑΤΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ

#### 3.1 Εισαγωγή

Οι υδατικοί πόροι χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: στους επιφανειακούς, στους υπόγειους και στους θαλάσσιους. Οι επιφανειακοί υδατικοί πόροι είναι το σύνολο του νερού των ποταμών, των λιμνών και των πηγών ενός τόπου. Οι υπόγειοι υδατικοί πόροι είναι τα νερά που βρίσκονται στο υπέδαφος ενός τόπου και συγκεκριμένα, στους πόρους ή τις ρωγμές των πετρωμάτων που ως εκ τούτου ονομάζονται υδροφόρα στρώματα ή υδροφόροι. Οι θαλάσσιοι πόροι είναι τα νερά των θαλασσών και των ωκεανών.

Μέχρι τα μέσα του εικοστού αιώνα πολύ λίγη σημασία δινόταν στο νερό της θάλασσας για ανθρώπινη χρήση, γιατί ήταν πολύ ψηλό το κόστος αφαλάτωσής του. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, το κόστος αυτό έχει μειωθεί με αποτέλεσμα το ασφαλισμένο νερό να χρησιμοποιείται για ύδρευση και σε ορισμένες χώρες της περιοχής, ακόμη και για άρδευση.



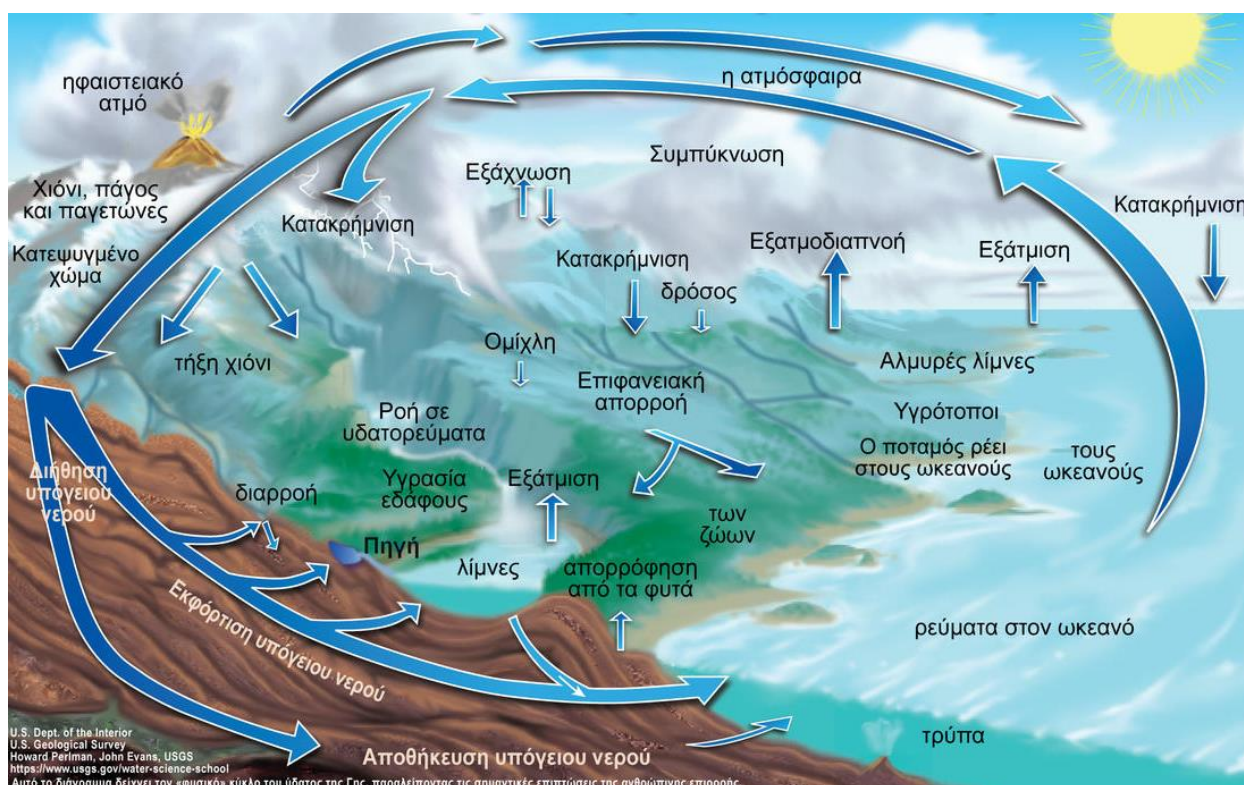
Σχήμα 3-1. Κατανομή της ολικής ετήσιας βροχόπτωσης της Κύπρου το 2011-2012 και της κανονικής ετήσιας 1961-1990 (κάτω δεξιά).

Οι επιφανειακοί και υπόγειοι υδατικοί πόροι της Κύπρου εξαρτώνται κυρίως από τη βροχόπτωση. Το κλίμα της είναι μεσογειακό και χαρακτηρίζεται από ζεστά και ξηρά καλοκαίρια με βροχερούς και ήπιους χειμώνες. Η βροχόπτωση στο νησί ποικίλλει από χρόνο σε χρόνο, π.χ. το 1968/69 η μέση βροχόπτωση ήταν 700 mm, ενώ το 1971/72 ήταν μόνο 182 mm. Γενικά, η μέση ετήσια βροχόπτωση (1961-1990) είναι περίπου 500 mm. Στην πεδιάδα της Μεσαορίας η βροχόπτωση κυμαίνεται μεταξύ 200-300 mm ενώ στις ορεινές περιοχές του Τροόδου μεταξύ 600-1.100 mm (Σχ. 3.1). Από τα πιο πάνω φαίνεται πόσο



μεγάλη σημασία έχει η οροσειρά του Τρόοδος για τη βροχοπτώση. Χωρίς το Τρόοδος η Κύπρος θα ήταν μια ημίερημος.

Ο κύκλος της όλης κίνησης του νερού, από τη στιγμή που τα κατακρημνίσματα (βροχή, χιόνι ή χαλάζι) πέφτει πάνω στην επιφάνεια της γης μέχρι την επιστροφή του μέσω εξάτμισης στην ατμόσφαιρα, ονομάζεται υδρολογικός κύκλος (Σχ. 3.2). Από το συνολικό όγκο του νερού των κατακρημνισμάτων, στην Κύπρο εξατμίζεται περίπου το 80%, ενώ 60% του υπόλοιπου ρέει επιφανειακά και καταλήγει στα υδατορεύματα. Το ποσοστό των ετήσιων κατακρημνισμάτων το οποίο είναι διαθέσιμο για εμπλουτισμό των υπόγειων υδάτων είναι της τάξεως του 18%, εκ των οποίων το ένα τρίτο επανέρχεται στην επιφάνεια υπό μορφή πηγών ή ως βασική ροή. Τέλος, ένα άλλο μέρος των ετήσιων κατακρημνισμάτων εκφορτίζει υπογείως στη θάλασσα.



Σχήμα 3-2. Σχηματική παράσταση του υδρολογικού κύκλου του νερού (πηγή: USGS)

Στην Κύπρο, ο όγκος του νερού των κατακρημνισμάτων σε ένα χρόνο με μέση ετήσια βροχοπτώση 500 mm, είναι περίπου 4.600 εκατομ. m<sup>3</sup>. Από αυτά, τα 3.550 εκατομ. m<sup>3</sup> εξατμίζονται. Περίπου 600 εκατομ. m<sup>3</sup> ρέουν επιφανειακά, ενώ μόνο μια ποσότητα 450 εκατομ. m<sup>3</sup> νερού είναι διαθέσιμα για εμπλουτισμό των υπόγειων νερών. Ο εμπλουτισμός των υπόγειων για ολόκληρη την Κύπρο υπολογίζεται στα 350 εκατομ. m<sup>3</sup> (UNDP 1970) ενώ για τις ελεύθερες περιοχές με τα σημερινά δεδομένα υπολογίζεται στα 135 εκατομ. m<sup>3</sup> νερού (Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων). Από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 αναγνωρίστηκε, ότι το υπόγειο υδατικό ισοζύγιο της Κύπρου ήταν αρνητικό, ότι δηλαδή η άντληση από τα υπόγεια νερά ήταν μεγαλύτερη από το φυσικό εμπλουτισμό τους. Σήμερα εκτιμάται ότι στις ελεύθερες περιοχές η άντληση είναι της τάξεως των 139 εκατομ. m<sup>3</sup> νερού (Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων).

### 3.2 Υδροφορία - Υδροφόροι

Υδροφόρα στρώματα ή υδροφόροι ονομάζονται τα στρώματα εκείνα που μπορούν να αποθηκεύουν νερό μέσα σε διάκενα, πόρους και ρωγμές και να το μεταβιβάζουν προς τα υδρομαστευτικά έργα, δηλαδή τους λάκκους, τις γεωτρήσεις, τις γαλαρίες κ.τ.λ. Τέτοια στρώματα είναι τα αμμοχάλικα, οι ψαμμίτες, οι ασβεστόλιθοι, οι κρητίδες, οι γύψοι κ.τ.λ.

Τα στρώματα, που μπορούν να αποθηκεύουν νερό, αλλά είναι σχετικά αδιαπέρατα με αποτέλεσμα να τροφοδοτούν τα πηγάδια με ασήμαντες ποσότητες νερού, ονομάζονται ανυδροφόρα. Τέτοια στρώματα είναι οι μάργες και οι άργιλοι.

Υπάρχει και μια τρίτη κατηγορία στρωμάτων, τα στεγανά, που δεν μπορούν να αποθηκεύσουν νερό και είναι επομένως αδιαπέρατα. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι συμπαγείς γάββροι και οι γρανίτες. Συνήθως ο όρος στεγανά περιλαμβάνει και τα ανυδροφόρα.

Τα πετρώματα των πιο κάτω γεωλογικών σχηματισμών της Κύπρου τα οποία παρουσιάζουν υδροφορία. Όσοι σχηματισμοί δεν αναφέρονται, θεωρούνται αδιαπέρατοι ή ανυδροφόροι.

Στην οροσειρά του Πενταδακτύλου η υδροφορία παρουσιάζεται μέσα στους μεσοζωικούς ασβεστόλιθους. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται διαμέσου των ρωγμών, των ζωνών κατακερματισμού και των ρηγμάτων. Μεγάλη σημασία στην κυκλοφορία του υπόγειου νερού έχουν τα καρστικά έγκοιλα, όπως αγωγοί, σπήλαια και υπόγειες στοές, που δημιουργήθηκαν από τη διαλυτική δράση του νερού στα ασβεστολιθικά πετρώματα.

Στα πυριγενή πετρώματα του Τρόδους η υδροφορία αναπτύσσεται σε ρωγμές και ρήγματα που μπορούν να φθάσουν σε μεγάλα βάθη.

Οι συμπαγείς κρητίδες του σχηματισμού των Λευκάρων παρουσιάζουν υδροφορία και σε αρκετές περιοχές σχηματίζουν υδροφόρους με τοπική σημασία, όπως στην περιοχή Τάλας-Τσάδας-Αρμίνου της επαρχίας Πάφου και στην περιοχή Σκαρίνου - Κλαυδιών της επαρχίας Λάρνακας. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται διαμέσου των ρωγμών και των διαστρωματικών επιφανειών των πετρωμάτων. Οι κρητίδες που εναλλάσσονται με κερατόλιθους είναι γενικά ανυδροφόρες. Όμως σε περιοχές έντονου τεκτονισμού παρουσιάζουν υδροφορία με τοπική σημασία.

Οι ασβεστόλιθοι Τέρας και Κορωνιάς δεν έχουν ενιαία εξάπλωση, αλλά περιορίζονται σε τοπικές εμφανίσεις γύρω από το Τρόδος γι' αυτό και σχηματίζουν υδροφόρους τοπικής σημασίας. Παρ' όλο που οι ασβεστόλιθοι παρουσιάζουν και πρωτογενή υδροπερατότητα, δηλαδή το νερό κυκλοφορεί διαμέσου των πόρων, εντούτοις μεγαλύτερη σημασία στην κυκλοφορία του νερού έχει η δευτερογενής υδροπερατότητα, που οφείλεται σε διακλάσεις, ρωγμές και διαστρωματικές επιφάνειες. Οι ασβεστόλιθοι μεταπίπτουν πλευρικά σε μαργαϊκές κρητίδες, με αποτέλεσμα η ταχύτητα της κυκλοφορίας του νερού να είναι πολύ μικρή μέχρι στάσιμη, παρέχοντας έτσι χρόνο στο νερό να παίρνει άλατα από το πέτρωμα και να αλμυρίζει.

Τα πιο σημαντικά υδροφόρα στρώματα μέσα στους ασβεστόλιθους είναι αυτά της Πέγειας, της Τέρας και της Στενής στην επαρχία Πάφου και των Αγίων Ηλιόφωτων και Ποταμιού στην επαρχία Λευκωσίας.

Οι ψαμμίτες του σχηματισμού της Πάχνας σχηματίζουν, λόγω του φακοειδούς σχήματός τους, ασυνεχείς υδροφόρους στις νότιες παρυφές της οροσειράς του Τροόδους, δηλαδή στις περιοχές Πάχνας-Αυδήμου της επαρχίας Λεμεσού και Τόχνης – Χοιροκοιτίας - Μαρωνιού-Αγίου Θεοδώρου της επαρχίας Λάρνακας. Η ποιότητα του νερού των υδροφόρων αυτών είναι καλή στην περιοχή εμπλουτισμού, ενώ μακριά από αυτή, στη ζώνη εγκλωβισμού, το νερό έχει συνήθως υψηλή αλατότητα για τους λόγους που αναφέρονται στην περίπτωση των ασβεστόλιθων.

Τα πετρώματα της γύψου του σχηματισμού της Καλαβασού παρουσιάζουν έντονη καρστοποίηση. Καρστικά φαινόμενα, όπως σπήλαια, υπόγειοι αγωγοί και άλλα έγκοιλα είναι πολύ διαδεδομένα μέσα στις γύψους. Η κυκλοφορία του υπόγειου νερού γίνεται δια μέσου των ρωγμών που διευρύνονται από τη διάλυση. Το νερό της γύψου δεν είναι πόσιμο, γιατί περιέχει μεγάλες ποσότητες θειικών αλάτων, που φτάνουν τα 2000 μέρη στο εκατομ. καθώς και υδρόθειο. Το νερό αυτό είναι κατάλληλο για ιαματικά λουτρά και για άρδευση. Γνωστές ιαματικές πηγές είναι των Αγίων Αναργύρων και της Κούρτακας.

Σημαντικοί υδροφόροι στη γύψο βρίσκονται στις περιοχές Πολεμίου - Γιόλου και Λετύμπου-Λεμόνας της επαρχίας Πάφου, Πισσουρίου της επαρχίας Λεμεσού και Ζυγίου – Μαρωνιού - Μαζωτού και Αραδίππου - Κελλιών της Επαρχίας Λάρνακας. Άλλα σημαντικά υδροφόρα στρώματα της γύψου είναι εκείνα του Πενταδακτύλου που βρίσκονται στις περιοχές Αγίου Βασιλείου - Σκυλλούρας, της Μιάς Μηλιάς - Αγκαστίνας της επαρχίας Λευκωσίας καθώς και των Γαστριών της επαρχίας Αμμοχώστου.

Οι κλαστικοί ορίζοντες του σχηματισμού της Λευκωσίας, κατά μήκος των βόρειων παρυφών της οροσειράς του Τροόδους καθώς και στην Κεντρική και Δυτική Μεσαορία, σχηματίζουν τοπικής σημασίας υδροφόρους. Οι υδροφόροι αυτοί έχουν συνήθως καλής ποιότητας νερό κοντά στις περιοχές εμπλουτισμού και αλμυρό νερό στη ζώνη εγκλωβισμού.

Οι βιοκλαστικοί ασβεστιτικοί ψαμμίτες του σχηματισμού της Αθαλάσσας σχηματίζουν τοπικής σημασίας υδροφόρους στις παράκτιες περιοχές της Κύπρου. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται τόσο δια μέσου των πόρων όσο και δια μέσου των διακλάσεων, των ρωγμών και των στρωματικών διακένων.

Οι πλειστοκαινικές και ολοκαινικές αποθέσεις αποτελούνται από κλαστικά ιζήματα, κυρίως χαλίκια, άμμους και χαλαρά συγκολλημένους ψαμμίτες. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται κυρίως διαμέσου των πόρων. Οι κυριότεροι υδροφόροι της Κύπρου, δηλαδή της Δυτικής Μεσαορίας, του Ακρωτηρίου και μέρος της Νοτιοανατολικής Μεσαορίας, αναπτύσσονται στις αποθέσεις σ' αυτές.

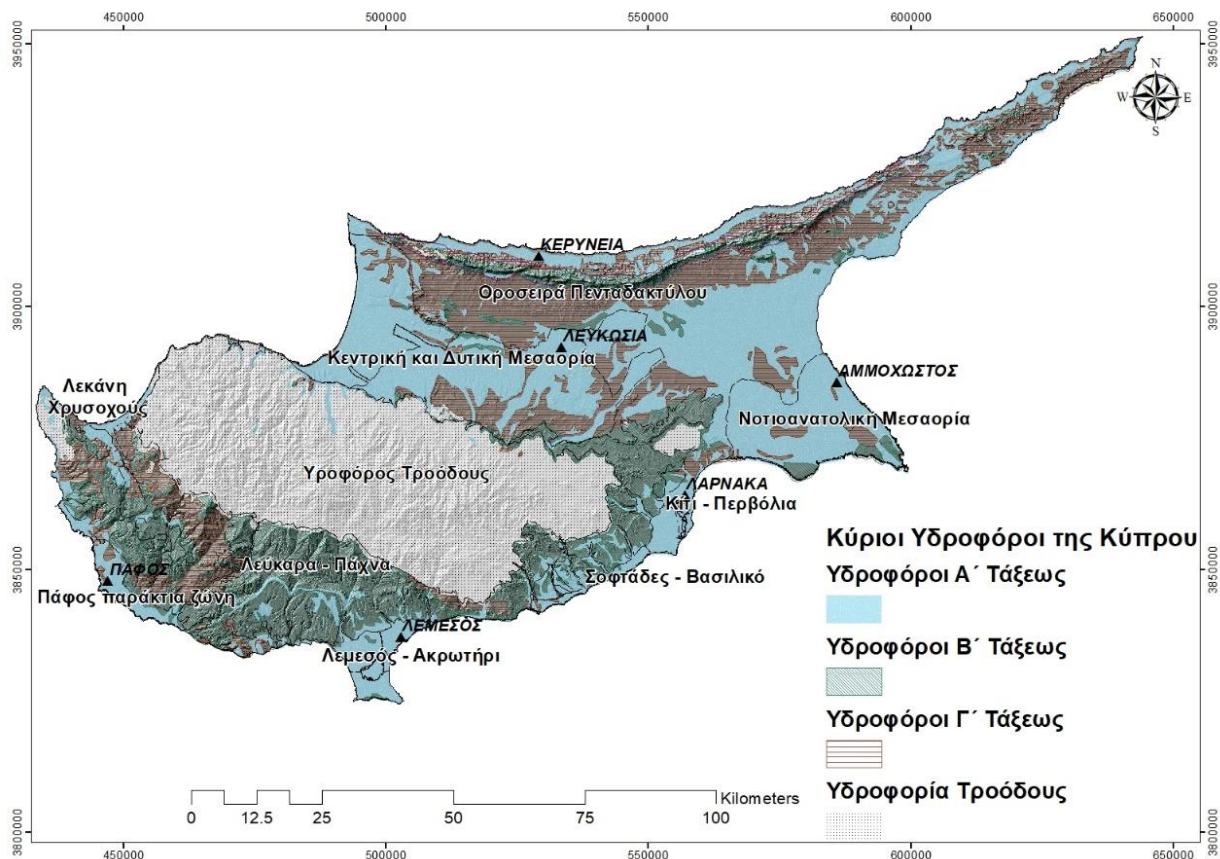
Οι ποτάμιες αποθέσεις κατά μήκος των κοιλάδων έχουν πάχος που φθάνει τα 50 m. Οι αποθέσεις αυτές αποτελούνται από χαλίκια, άμμους, ιλύ και άργιλο και σχηματίζουν σημαντικούς υδροφόρους στις κοιλάδες των κυριότερων ποταμών της Κύπρου, όπως είναι ο Διάριζος, ο Βασιλικός, ο Ξεροπόταμος και οι ποταμοί Γερμασόγειας και Έζουσας. Οι υδροφόροι αυτοί χαρακτηρίζονται από μεγάλες παροχές και γρήγορο εμπλουτισμό.

Οι υδροφόροι της Κύπρου, οι κυριότεροι των οποίων φαίνονται στο Σχ. –3.3, μπορούν να χωρισθούν σε τρεις κατηγορίες: α) Υδροφόροι Α' τάξης, β) Υδροφόροι Β' τάξης και γ) Υδροφόροι Γ' τάξης.

Στους υδροφόρους Α' τάξης κατατάσσονται εκείνοι που έχουν ικανοποιητικό πάχος και μεγάλη πλευρική έκταση. Αυτοί είναι οι υδροφόροι της Κεντρικής και Δυτικής Μεσαορίας (Μόρφου), της Νοτιοανατολικής Μεσαορίας, του Ακρωτηρίου και οι ασβεστόλιθοι της οροσειράς του Πενταδακτύλου. Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται και τα πυριγενή πετρώματα του Τροόδους, τα οποία διαφάνηκε ότι έχουν μεγάλες δυνατότητες ως υδροφόροι.

Στους υδροφόρους Β' τάξης κατατάσσονται τα μικρής έκτασης ή πάχους υδροφόρα στρώματα των πλειο-πλειστοκαινικών ασβεστιτικών ψαμμιτών και αμμοχάλικων που περιζώνουν τις παράκτιες περιοχές σχηματίζοντας υδροφόρους μικρού πάχους (0,5 έως 10 m) με τοπική σημασία καθώς και των αλλουβιακών προσχώσεων των ποταμών. Τέτοιοι είναι τα παράκτια υδροφόρα στρώματα της Πάφου, της Πόλης Χρυσοχούς, του Κιτίου, της Κερύνειας και της Καρπασίας. Επίσης, παρόμοιοι Β' τάξης υδροφόροι σχηματίζονται στους υφαλογενείς ασβεστόλιθους, τις κρητίδες των σχηματισμών Λευκάρων - Πάχνας και τις γύψους.

Στους υδροφόρους Γ' τάξης κατατάσσονται τα μικρής έκτασης και συνέχειας τοπικοί υδροφόροι σε ιζήματα και πυριγενή πετρώματα συνήθως σε πολύπλοκα γεωτεκτονικές ζώνες, όπως αυτές της Πάφου και της Κερύνειας.



Σχήμα 3-3. Τα Κυριότερα Υδροφόρα Στρώματα της Κύπρου



### 3.2.1 Δυτική Μεσαορία

Στην περιοχή της Δυτικής Μεσαορίας εμφανίζονται τρεις υδροφόροι: ο Ανώτερος, ο Κατώτερος και ο Υδροφόρος Γύψου - Ασβεστόλιθου.

#### 3.2.1.1 Ο Ανώτερος Υδροφόρος

Ο Ανώτερος Υδροφόρος είναι ο πιο σημαντικός της Κύπρου και καλύπτει έκταση 400 Km<sup>2</sup>, με πάχος που αυξάνεται από τα ανατολικά προς τα δυτικά και κυμαίνεται από 10 m στην περιοχή Κοκκινοτριμιθιάς μέχρι 150 m στην περιοχή Μόρφου. Αποτελείται από χαλίκια, άμμους και ψαμμίτες Πλειστοκαινικής ηλικίας. Στην πραγματικότητα, ο υδροφόρος αυτός αποτελείται από δυο ορίζοντες που διαχωρίζονται από ένα συνεχές στρώμα μάργας. Το υπόβαθρό του αποτελείται από Πλειοκαινικές μάργες με σχήμα λεκάνης και κλίση προς τη Μόρφου, όπου ο υδροφόρος εκτονώνεται στη θάλασσα του ομώνυμου κόλπου.

Στην περιοχή της Κοκκινοτριμιθιάς ο ανώτερος υδροφόρος αποτελείται βασικά από ασβεστιτικούς ψαμμίτες με παροχές γεωτρήσεων μεταξύ 5 έως 50 m<sup>3</sup>/h. Στην περιοχή όμως της Μόρφου, όπου το υδροφόρο στρώμα έχει μεγαλύτερο πάχος και αποτελείται κυρίως από αμμοχάλικα, που έχουν μεγαλύτερη υδροπερατότητα από τους ψαμμίτες, οι γεωτρήσεις έχουν ψηλότερες παροχές, που κυμαίνονται από 50 έως 250 m<sup>3</sup>/h.

Ο εμπλουτισμός του υδροφόρου από τη βροχόπτωση που πέφτει στην περιοχή της Δυτικής Μεσαορίας είναι πολύ μικρός και φτάνει στο 20% του συνολικού εμπλουτισμού σε χρόνια με κανονική βροχόπτωση. Η κύρια πηγή εμπλουτισμού του Ανώτερου Υδροφόρου είναι το νερό των ποταμών που διασχίζουν την περιοχή, δηλαδή του Σερράχη με τους δύο παραπόταμούς του, του ποταμού του Ακακίου και της Περιστερώνας, των ποταμών της Ελιάς, του Ατσά, του Καρκώτη και της Μαραθάσας. Οι ποταμοί αυτοί ρέουν κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ένα μεγάλο μέρος του νερού τους απορροφάται από τα αμμοχάλικα, που υπάρχουν μέσα στις κοίτες τους εμπλουτίζοντας τον υδροφόρο. Ο μέσος ετήσιος εμπλουτισμός του Ανώτερου Υδροφόρου είναι 60 εκατομ. m<sup>3</sup>, περίπου. Η υπεράντληση όμως για γεωργικούς σκοπούς έχει υπερβεί τα τελευταία χρόνια το μέσο ετήσιο εμπλουτισμό με αποτέλεσμα τη συνεχή πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού και την ελάττωση της παροχής των γεωτρήσεων. Στις παράκτιες περιοχές κατά μήκος του κόλπου της Μόρφου η στάθμη του υδροφόρου έχει πέσει πολύ χαμηλότερα από την επιφάνεια της θάλασσας, με αποτέλεσμα το θαλάσσιο νερό να έχει διεισδύσει στον υδροφόρο και έτσι να τον έχει αλμυρίσει.

Πριν το 1974 η ετήσια άντληση από τον υδροφόρο ήταν της τάξης των 80 εκατομ. Km<sup>3</sup>, δηλαδή 20 εκατομ. Km<sup>3</sup> περισσότερα από τον εμπλουτισμό. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στην περιοχή Μόρφου η στάθμη του υπόγειου νερού είχε πέσει μέχρι 25 m κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας.

#### 3.2.1.2 Ο Κατώτερος Υδροφόρος

Ο Κατώτερος Υδροφόρος αποτελείται από άμμους, ελαφρά συγκολλημένους ψαμμίτες και χαλίκια. Το μεγαλύτερο μέρος του περιβάλλεται από Πλειοκαινικές μάργες. Τόσο η ανάπτυξη όσο και η υδραυλική επικοινωνία του υδροφόρου δεν είναι ενιαία σε όλη την έκταση της λεκάνης. Περεταίρω, κοντά στις περιοχές εμπλουτισμού το νερό του κατώτερου υδροφόρου έχει σχετικά χαμηλή αλμυρότητα ενώ το νερό είναι υφάλμυρο σε περιοχές μειωμένου εμπλουτισμού και κυκλοφορίας.



### *3.2.1.3 Ο Υδροφόρος Γύψου - Ασβεστόλιθου*

Στις περιοχές Μιτσερού-Κάτω Μονής και Ποταμιού-Βυζακιάς αναπτύσσεται ο Υδροφόρος Γύψου-Ασβεστόλιθου στα ομώνυμα στρώματα που συμπλέκονται υδραυλικά τόσο κατακόρυφα όσο και οριζόντια. Κοντά στις περιοχές εμπλουτισμού το νερό του ασβεστόλιθου και της γύψου έχει χαμηλή αλμυρότητα, που αυξάνεται σταδιακά με την απόσταση από την περιοχή εμπλουτισμού. Το πάχος του υδροφόρου του ασβεστόλιθου κυμαίνεται από 20 έως 30 m και εκείνο της γύψου από 30 έως 60 m.

### *3.2.2 Κεντρική Μεσσαορία*

Στην Κεντρική Μεσσαορία εντοπίστηκαν τρεις υδροφόροι: Ο Ανώτερος, ο Κατώτερος και η Γύψος, που είναι η επέκταση των υδροφόρων της Δυτικής Μεσσαορίας.

#### *3.2.2.1 Ο Ανώτερος Υδροφόρος*

Ο Ανώτερος Υδροφόρος είναι ο πιο σημαντικός και έχει έκταση 200 Km<sup>2</sup>. Αποτελείται από χαλίκια, άμμους και ψαμμίτες. Το υπόβαθρό του αποτελείται από πλειοκαινικές μάργες και έχει ανώμαλο ανάγλυφο, που διαχωρίζει τον υδροφόρο σε επιμέρους λεκάνες. Το ανάγλυφο αυτό καθορίζει κατά μεγάλο μέρος το ύψος των παροχών των γεωτρήσεων, που είναι συνήθως πιο μεγάλες στις λεκάνες, όπου ο υδροφόρος έχει μεγαλύτερο πάχος. Το πάχος του υδροφόρου στις επί μέρους λεκάνες κυμαίνεται από 20 έως 25 m στην περιοχή Γερίου-Λατσιών και φτάνει τα 35 m στην περιοχή Τσερίου. Ο ετήσιος εμπλουτισμός του Ανώτερου Υδροφόρου είναι περίπου 8 εκατομ. m<sup>3</sup>, η δε ετήσια άντλησή του 10 εκατομ. m<sup>3</sup>. Η αλατότητα του νερού αυξάνεται σταδιακά κατά τη διεύθυνση της ροής του υπόγειου νερού, δηλαδή από το νότο προς το βορρά. Όπου η κίνηση του νερού είναι χαμηλή, λόγω αντίστοιχης υδροπερατότητας των στρωμάτων, το νερό καθίσταται υφάλμυρο.

#### *3.2.2.2 Ο Κατώτερος Υδροφόρος*

Ο Κατώτερος Υδροφόρος αποτελείται από χαλίκια, άμμους και ψαμμίτες του Ανώτερου Μειόκαινου. Ο εμπλουτισμός του γίνεται στους χαμηλούς λόφους του βόρειου τμήματος του Τροόδου. Στα βόρεια, μακριά από την περιοχή εμπλουτισμού, είναι εγκλωβισμένος τόσο στην οροφή όσο και στη βάση του από στεγανές μάργες, γι' αυτό παρουσιάζει αρτεσιανισμό (πιεζομετρική ανύψωση). Ο Κατώτερος Υδροφόρος έχει προσδιορισθεί με γεωτρήσεις σε βάθος 290-430 m με πάχος που κυμαίνεται από 40 έως 90 m. Οι πλευρικές λιθοφάσεις, που ελέγχουν την κυκλοφορία του νερού, προκαλούν διαφορετική ποιότητα του νερού από περιοχή σε περιοχή, με αποτέλεσμα τούτο να καθίσταται τοπικά υφάλμυρο ή αλμυρό.

#### *3.2.2.3 Ο Υδροφόρος της Γύψου*

Ο Υδροφόρος της Γύψου έχει σποραδική εμφάνιση και σχηματίζει τοπικούς, επί μέρους υδροφόρους μικρής σημασίας, που εξυπηρετούν μόνο αρδευτικές ανάγκες, επειδή το νερό τους έχει υψηλή περιεκτικότητα θειικών αλάτων. Ο υδροφόρος αυτός είναι στις περισσότερες περιπτώσεις εγκλωβισμένος μέσα σε στεγανά στρώματα και απαντάται σε διάφορα βάθη. Στην περιοχή Λευκωσίας βρίσκεται σε βάθος 125 m και το νερό του είναι αλμυρό. Στην περιοχή Πέρα Χωριού - Δαλιού βρίσκεται σε βάθος 100 m, το δε νερό του είναι υφάλμυρο. Το πάχος των τοπικών υδροφόρων κυμαίνεται από 30 έως 60 m.

### 3.2.3 Νοτιοανατολική Μεσαορία

Στην περιοχή της νοτιοανατολικής Μεσαορίας αναπτύσσεται υδροφορία σε διάφορους επί μέρους υδροφόρους οι οποίοι αποτελούν τον Υδροφόρο της Νοτιοανατολικής Μεσαορίας. Ο υδροφόρος αυτός καλύπτει έκταση 500 Km<sup>2</sup> και αποτελείται από ασβεστόλιθους, ασβεστιτικούς ψαμμίτες, άμμους και χαλίκια, που βρίσκονται μεταξύ τους σε κατακόρυφη και οριζόντια υδραυλική σχέση και γι' αυτό αποτελούν ενιαίο υδροφόρο σύστημα. Ο εμπλουτισμός του προέρχεται βασικά από τη βροχόπτωση, γιατί δεν υπάρχουν στην περιοχή μεγάλοι χείμαρροι για να τον ενισχύουν, όπως συμβαίνει στη Δυτική Μεσαορία. Ο μέσος ετήσιος εμπλουτισμός του είναι 25 εκατομ. m<sup>3</sup>.

Ο υδροφόρος αυτός έχει υποστεί εντατική και ανεξέλεκτη εκμετάλλευση από χιλιάδες γεωτρήσεις, μεγάλο μέρος των οποίων είναι παράνομες. Το αποτέλεσμα της αλόγιστης αυτής υπεράντλησης είναι η διείσδυση του θαλάσσιου νερού σε μεγάλο βάθος μέσα στο υδροφόρο στρώμα, κατά μήκος των ακτών από την Ορμήδεια μέχρι την Αμμόχωστο, με συνεπακόλουθη αλμύριση του νερού πολλών γεωτρήσεων. Επιπλέον η υπεράντληση είχε ως αποτέλεσμα τη συνεχή πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού και την ελάττωση της απόδοσης των γεωτρήσεων. Σε περιοχές, όπου το υδροφόρο στρώμα έχει μικρό πάχος, τούτο έχει αποξηραθεί.

Το κράτος, για να αντιμετωπίσει τα προβλήματα που δημιουργήθηκαν από την υπεράντληση, έχει προωθήσει την κατασκευή του έργου του Νότιου Αγωγού με σκοπό τη μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων νερού (ιδίως επιφανειακού) από τις δυτικές περιοχές του νησιού προς τις ανατολικές.

### 3.2.4 Ακρωτήρι

Στην περιοχή Ακρωτηρίου αναπτύσσεται ο ομώνυμος υδροφόρος, που έχει έκταση 42 Km<sup>2</sup>. Αποτελείται από αμμοχάλικα με φακοειδείς παρεμβολές ιλύος και αργίλου και το πάχος του κυμαίνεται από 30 έως 60 m. Οι παροχές των γεωτρήσεων κυμαίνονται από 20 έως 300 m<sup>3</sup>/h. Η κυριότερη πηγή εμπλουτισμού του ήταν τα νερά του ποταμού Κούρη. Με την κατασκευή όμως του ομώνυμου φράγματος ο φυσικός εμπλουτισμός έχει επηρεασθεί. Γι' αυτό, το Τμήμα Αναπτύξεως Υδάτων αφήνει κατά περιόδους νερό από το φράγμα να ρέει μέσα στην κοίτη του ποταμού για να εμπλουτίζεται ο υδροφόρος. Επίσης έχουν κατασκευαστεί εμπλουτιστικές λιμνοδεξαμενές σε διάφορα μέρη της περιοχής και γίνονται πειράματα τεχνητού εμπλουτισμού δια μέσου γεωτρήσεων. Με τη συμπλήρωση του αποχετευτικού συστήματος Λεμεσού μέρος του εξαγνισμένου νερού θα χρησιμοποιείται επίσης για τον εμπλουτισμό του υδροφόρου.

Παρ' όλο που ο ετήσιος εμπλουτισμός του Υδροφόρου του Ακρωτηρίου είναι γύρω στα 22 εκατομ. m<sup>3</sup> και η άντληση 17 εκατομ. m<sup>3</sup>, εντούτοις, λόγω τοπικής υπεράντλησης προκαλείται διείσδυση του θαλάσσιου νερού.

### 3.2.5 Οροσειρά του Πενταδακτύλου

Ο κυριότερος υδροφόρος της οροσειράς του Πενταδακτύλου είναι ο ασβεστόλιθος, που έχει έκταση 64 Km<sup>2</sup>. Ο ασβεστόλιθος περιβάλλεται από στεγανά στρώματα φλύσχη και μαργαϊκών κρητίδων. Η τεκτονική σχέση του ασβεστόλιθου με τα στεγανά πετρώματα που

τον περιβάλλον, παρομοιάζεται με τη σχέση των δοντιών με τα ούλη. Τα δόντια αντιστοιχούν στον ασβεστόλιθο και τα ούλη αντιστοιχούν με τα στεγανά πετρώματα.

Λόγω της πιο πάνω τεκτονικής δομής ο υδροφόρος του ασβεστόλιθου χωρίζεται σε πολλά ανεξάρτητα διαμερίσματα. Η εκφόρτισή του γίνεται κυρίως από τις πηγές, που γενικά είναι πηγές υπερχείλισης, δηλαδή, το νερό αναβλύζει στην επιφάνεια ως πηγή, όταν ο ασβεστόλιθος γεμίσει με νερό και η στάθμη ανέλθει στο ύψος της επαφής του ασβεστόλιθου με το στεγανό πέτρωμα που τον περιβάλλει. Τέτοιες πηγές είναι τα περίφημα κεφαλόβρυσα της Λαπήθου, του Καραβά, της Κυθρέας και της Ακανθούς.

Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι μεγάλες ποσότητες νερού εκβάλλουν υπογείως στη θάλασσα. Η στάθμη του νερού στα διάφορα διαμερίσματα κυμαίνεται από 100 έως 150 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και γι' αυτό, σ' αυτά τα υψόμετρα έχουμε και τα κεφαλόβρυσα.

Η παροχή των γεωτρήσεων του ασβεστόλιθου πριν από το 1974 κυμαινόταν μεταξύ 20 και 100 m<sup>3</sup>/h. Ο μέσος ετήσιος εμπλουτισμός ήταν 11 εκατομ. m<sup>3</sup>, από τα οποία 8 εκατομ. m<sup>3</sup> εκφορτίζονταν από τα κεφαλόβρυσα. Κατά τη λαϊκή παράδοση πιστεύεται ότι το νερό της πηγής του Κεφαλόβρυσου της Κυθρέας προέρχεται από τα απέναντι βουνά της Τουρκίας. Η άποψη όμως αυτή, κατόπιν επιστημονικών παρατηρήσεων, φαίνεται ότι δεν ευσταθεί και ότι το νερό του ασβεστόλιθου προέρχεται εξ' ολοκλήρου από τις τοπικές βροχοπτώσεις. Τούτο ενισχύεται επίσης από αναλύσεις ραδιενεργών ισοτόπων οξυγόνου και τριτίου.

### 3.2.6 Οροσειρά του Τροόδους

Τα πυριγενή πετρώματα του Τροόδους μέχρι το πρόσφατο παρελθόν θεωρούνταν ανυδροφόρα. Γεωλογικές και υδρογεωλογικές ενδείξεις όμως οδήγησαν το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης στη συστηματική υδρογεωλογική έρευνα των πετρωμάτων αυτών, η οποία άρχισε το 1976 και κατέληξε στην ανόρυξη επιτυχών γεωτρήσεων σε περιοχές με έντονο τεκτονισμό και θρυμματισμό πετρωμάτων. Χαρακτηριστικές περιοχές είναι εκείνες, όπου εμφανίζεται το πέτρωμα του Γάββρου, στον οποίο ανορύχθηκαν γεωτρήσεις με παροχές 20 – 250 m<sup>3</sup>/h. Το ποσοστό επιτυχίας με τέτοιες αποδόσεις ήταν της τάξης του 70%. Σε άλλες περιοχές, με φλεβικά πετρώματα Διαβάση και Ορίζοντα Βάσης, το ποσοστό επιτυχίας είναι μικρότερο (30%), ενώ στις Λάβες το ποσοστό αυτό γίνεται ακόμη μικρότερο (15%).

Το νερό που προέκυψε από τις πιο πάνω γεωτρήσεις χρησιμοποιήθηκε για την εξυπηρέτηση πολλών τοπικών αρδευτικών σχεδίων καθώς και για την υδατοπρομήθεια πολλών κοινοτήτων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Σχέδιο Ενιαίας Αγροτικής Ανάπτυξης Πιτσιλιάς, που δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί χωρίς τις γεωτρήσεις αυτές. Στα πλαίσια του Σχεδίου αξιοποιήθηκαν συνολικά 25 γεωτρήσεις, από τις οποίες αρδεύονται 300 εκτάρια γης και υδρεύονται 42 χωριά.

### 3.2.7 Λεκάνη της Χρυσοχούς

Οι κυριότεροι υδροφόροι στη λεκάνη της Χρυσοχούς είναι αυτοί των ασβεστόλιθων των σχηματισμών Τέρας και Κορωνιάς, της γύψου, των παράκτιων προσχώσεων και των αλλουβιακών προσχώσεων των ποταμών Χρυσοχούς και Μακούντας.

### 3.2.7.1 Ο Υδροφόρος των Ασβεστόλιθων

Οι ασβεστόλιθοι των σχηματισμών Τέρας και Κορωνιάς βρίσκονται μεταξύ τους σε κατακόρυφη και οριζόντια υδραυλική σχέση και σχηματίζουν έτσι ενιαίο υδροφόρο, που έχει τοπική σημασία και το νερό του χρησιμοποιείται για ύδρευση και άρδευση. Ο υδροφόρος αυτός αναπτύσσεται και στις δύο πλευρές της λεκάνης της Χρυσοχούς, μεταξύ των χωριών Κάθηκα - Νέου Χωριού στα δυτικά υψίπεδα και Στενής - Λυσού στα ανατολικά υψίπεδα. Ο Υδροφόρος του Ασβεστόλιθου παράγει καλής ποιότητας νερό στις πλευρές της λεκάνης, που είναι οι περιοχές εμπλουτισμού. Όμως το νερό γίνεται αλμυρό κατά μήκος του άξονα της λεκάνης και οι ασβεστόλιθοι μεταπίπτουν πλευρικά σε μάργες, που δημιουργούν συνθήκες πολύ αργής ροής μέχρι και τελμάτωσης.

Ο ετήσιος εμπλουτισμός του υδροφόρου του Ασβεστόλιθου είναι περίπου 3,3 εκατομ. m<sup>3</sup>, η δε άντλησή του φτάνει στο ένα εκατομμύριο κυβικά μέτρα ετησίως. Το περισσότερο νερό εμπλουτισμού επανέρχεται στην επιφάνεια από πηγές, όπως είναι η πηγή των Λουτρών της Αφροδίτης, της Κρήτου Τέρας, της Ακουρδάλιας και της Λυσού. Η τυχόν υπεράντληση του υδροφόρου αυτού είναι δυνατό να δημιουργήσει αλμύριση του υπόγειου νερού, λόγω ενδεχόμενης διείσδυσης θαλάσσιου νερού στην ζώνη Λατσιού - Νέου Χωριού. Σε άλλες περιοχές, μακριά από τη θάλασσα τυχόν υπεράντληση είναι δυνατό να δημιουργήσει αλμύριση από την ροή παράπλευρων αλμυρών νερών.

### 3.2.7.2 Ο Υδροφόρος της Γύψου

Ο Υδροφόρος της Γύψου έχει έκταση 25 Km<sup>2</sup> και αναπτύσσεται μεταξύ των χωριών Πολεμίου - Στρομπιού - Θελέτρας καθώς και στην περιοχή Γιόλου. Λιθολογικά, αποτελείται από διάφορες μορφές γύψου με εναλλαγές στρώσεων μάργας. Το πάχος του είναι 45 m περίπου. Το νερό της γύψου είναι κατάλληλο μόνο για αρδευτικούς σκοπούς λόγω ψηλής περιεκτικότητας θειικών αλάτων. Βόρεια της Γιόλου εγκλωβίζεται μεταξύ στεγανών στρωμάτων μάργας, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη του φαινομένου του αρτεσιανισμού καθώς και της συγκέντρωσης υδρόθειου. Λόγω της παρουσίας του υδρόθειου και της ψηλής περιεκτικότητας θειικών αλάτων τα νερά της γύψου θεωρούνται ως ιαματικά, π.χ. στην περιοχή της Μηλιούς, όπου υπάρχουν οι παραδοσιακές ιαματικές πηγές των Αγίων Αναργύρων.

### 3.2.7.3 Ο Υδροφόρος των παράκτιων προσχώσεων

Ο Υδροφόρος αυτός εκτείνεται από το Λασιό στα δυτικά μέχρι τα Νέα Δήματα στα ανατολικά. Το μήκος του είναι περίπου 16 Km, το δε πλάτος του κυμαίνεται από 0,3 έως 2 Km καλύπτοντας έτσι μια έκταση 22 Km<sup>2</sup>, περίπου. Λιθολογικά αποτελείται από χαλίκια, άμμους και φακούς αργιλοϊλύος πλειστοκαινικής ηλικίας. Το μέσο πάχος του είναι 10 m, φτάνει όμως τα 40 m, όπου ο υδροφόρος συμπλέκεται με τους υδροφόρους των ποταμών της Χρυσοχούς και της Μακούντας. Οι παροχές των γεωτρήσεων είναι 10-25 m<sup>3</sup>/h, φθάνουν όμως τα 100 m<sup>3</sup>/h στις κοίτες των ποταμών, όπου το πάχος του υδροφόρου είναι μεγαλύτερο. Ο ετήσιος εμπλουτισμός του είναι 6 εκατομ. m<sup>3</sup>, η δε άντλησή του 3 εκατομ. m<sup>3</sup>. Το υπόβαθρο του βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας και αποτελείται κατά το πλείστο από πλειοκαινικές μάργες, ενώ μεταξύ Αργάκας και Νέων Δημάτων αποτελείται από λάβες του Τροόδους.

Η υπεράντληση του Υδροφόρου σταμάτησε με την κατασκευή του φράγματος της Ευρέτου. Εντούτοις, είναι ακόμα εμφανή τα αποτελέσματα της υπεράντλησης στην περιοχή του μεταλλείου της Λίμνης, παρά το γεγονός ότι αυτό σταμάτησε να λειτουργεί εδώ και χρόνια. Γι' αυτό, το νερό στην περιοχή αυτή είναι ακόμη υφάλμυρο, δείχνοντας πόσο δύσκολη είναι η αποκατάσταση των υδροφόρων μετά από τη διείσδυση θαλάσσιου νερού. Ο ετήσιος εμπλουτισμός του υδροφόρου είναι περίπου 6 εκατομ. m<sup>3</sup> και η άντληση 3 εκατομ. m<sup>3</sup>.

#### *3.2.7.4 Ο Υδροφόρος των αλλουβιακών προσχώσεων*

Ο Υδροφόρος αυτός του ποταμού της Χρυσοχούς αποτελείται από χαλίκια, άμμους και αμμοιύ, που τοπικά εναλλάσσονται με εκτεταμένες φακοειδείς ενστρώσεις αργίλου και ιλύος. Ο υδροφόρος αυτός διασχίζει τον Υδροφόρο παράκτιων προσχώσεων και αποκτά σημαντικό πάχος από το χωριό Σκούλλη μέχρι την ακτή. Στη γέφυρα του χωριού αυτού ο υδροφόρος χωρίζεται σε δύο κλάδους, του ποταμού Κλαβάρη, όπου το υδροφόρο στρώμα έχει μικρό πάχος και του ποταμού του Σταυρού της Ψώκας με πάχος μέχρι 30 m. Το πλάτος του υδροφόρου κυμαίνεται μεταξύ 50 m (περιοχή φράγματος της Ευρέτου) και 500 m (περιοχή γέφυρας του χωριού Προδρόμι). Το υπόβαθρό του αποτελείται από Πλειοκαινικές μάργες.

Το νερό του Υδροφόρου είναι ακατάλληλο για υδατοπρομήθεια στην περιοχή μεταξύ της γέφυρας του χωριού Σκούλλη και της θάλασσας, επειδή περιέχει αυξημένη συγκέντρωση θειικών αλάτων. Ο υδροφόρος του ποταμού της Χρυσοχούς ρυπαίνεται από τα επιφανειακά και υπόγεια νερά της γύψου στη λεκάνη του ποταμού Κλαβάρη. Ο κλάδος όμως του υδροφόρου μεταξύ του φράγματος της Ευρέτου και του χωριού Σκούλλη περιέχει καλής ποιότητας νερό, γι' αυτό και έχουν ανορυχθεί γεωτρήσεις για την ύδρευση της Πόλης και των γειτονικών χωριών.

Ο Υδροφόρος των αλλουβιακών προσχώσεων του ποταμού της Μακούντας αποτελείται από χαλίκια, κροκάλες και άμμους. Το μήκος του μεταξύ της θάλασσας και του φράγματος της Μακούντας είναι 3 Km περίπου, το δε πλάτος του κυμαίνεται από 500 m πλησίον της θάλασσας ως 100 m πλησίον του φράγματος. Το πάχος του κυμαίνεται μεταξύ 15 και 40 m, η δε ποιότητα του νερού είναι κατάλληλη για σκοπούς άρδευσης και ύδρευσης.

#### *3.2.8 Περιοχή Πάφου*

Οι υδροφόροι στην περιοχή της Πάφου είναι αυτοί των κρητίδων του σχηματισμού των Λευκάρων, του Ασβεστόλιθου του σχηματισμού Τέρα, ο παράκτιος Υδροφόρος και οι αλλουβιακοί Υδροφόροι των ποταμών Χα-Ποτάμι, Διαρίζου, Ξερού και Έζουσας.

##### *3.2.8.1 Οι Υδροφόροι των κρητίδων και ασβεστόλιθων*

Στην περιοχή Μεσόγης-Τσάδας αναπτύσσεται υδροφορία μέσα στις κρητίδες και αρκετές γεωτρήσεις χρησιμοποιούνται για υδρευτικούς και αρδευτικούς σκοπούς. Οι αποδόσεις πολλών γεωτρήσεων όμως έχουν μειωθεί και σε άλλες περιπτώσεις έχουν εξαντληθεί, επειδή ο εμπλουτισμός των κρητίδων είναι πολύ μικρός.

Ο Υδροφόρος του ασβεστόλιθου είναι επίσης τοπικής σημασίας. Στην περιοχή της Πέγειας είναι καλά αναπτυγμένος και το πάχος του φτάνει τα 60 m. Οι παροχές των γεωτρήσεων κυμαίνονται από 15 ως 60 m<sup>3</sup>/h και το νερό χρησιμοποιείται για ύδρευση και άρδευση.

### 3.2.8.2 Ο παράκτιος Υδροφόρος

Έχει έκταση 86 Km<sup>2</sup> και αναπτύσσεται από το Χα-Ποτάμι στα ανατολικά μέχρι τον Κόλπο των Κοραλλίων στα δυτικά. Το πλάτος του κυμαίνεται από 0,5 μέχρι 4 Km και το μήκος του είναι 27 Km, περίπου. Ο παράκτιος Υδροφόρος αποτελείται από οργανογενείς ασβεστιτικούς ψαμμίτες Πλειστοκαινικής ηλικίας, που έχουν πάχος 10-15 m. Το πάχος της κορεσμένης ζώνης του όμως περιορίζεται στα 0,5 – 4 m. Το υπόβαθρό του αποτελείται από στεγανά πετρώματα, ενώ η βάση του ευρίσκεται γενικά ψηλότερα από την επιφάνεια της θάλασσας, γι' αυτό η διείσδυση της θάλασσας μέσα στον υδροφόρο παρεμποδίζεται σε μεγάλο βαθμό. Ο ετήσιος εμπλουτισμός του είναι 8 εκατομ. m<sup>3</sup>/h και η άντλησή του 5 εκατομ. m<sup>3</sup> περίπου. Λόγω του μικρού πάχους του οι παροχές των γεωτρήσεων είναι μικρές και κυμαίνονται από 5 έως 20 m<sup>3</sup>/h.

### 3.2.8.3 Οι Υδροφόροι των αλλουβιακών προσχώσεων

Η παράκτια πεδιάδα της Πάφου διασχίζεται από τους ποταμούς Χα-Ποτάμι, Διάριζο, Ξερό και Έζουσα. Οι προσχώσεις τους σχηματίζουν σημαντικούς υδροφόρους, που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της πόλης της Πάφου και πολλών χωριών καθώς επίσης για την άρδευση πολλών περιοχών, ιδίως του Αρδευτικού Σχεδίου Πάφου. Το μήκος αυτών των αλλουβιακών Υδροφόρων φτάνει τα 14 Km ενώ το πλάτος τους κυμαίνεται από ένα χιλιόμετρο πλησίον της ακτής έως 150 m στην ενδοχώρα. Λιθολογικά, αποτελούνται από χαλίκια και άμμους με ιλύ με πάχος από 10-50 m. Οι παροχές των γεωτρήσεων κυμαίνονται από 50 έως 250 m<sup>3</sup>/h. Το υπόγειο νερό όλων των ποταμών, εκτός εκείνο του ποταμού της Έζουσας, είναι κατάλληλο για ύδρευση. Το νερό του Υδροφόρου του ποταμού της Έζουσας παρουσιάζει ψηλά θειικά άλατα λόγω ανάμειξής του με τα νερά της γύψου στην περιοχή Λετύμπου – Χούλου - Λεμόνας.

### 3.2.9 Περιοχή Κιτίου

Ο Υδροφόρος της περιοχής Κιτίου αποτελείται από χαλίκια, άμμους και φακοειδείς ενστρώσεις αργιλοϊλύος. Η έκτασή του είναι 12 Km<sup>2</sup> περίπου, το δε πάχος του κυμαίνεται από 5 έως 30 m. Ο ετήσιος εμπλουτισμός του είναι γύρω στο 1,5 εκατομ. m<sup>3</sup> και η άντλησή του 3,5 εκατομ. m<sup>3</sup> ετησίως. Η υπεράντληση των τελευταίων χρόνων είχε ως αποτέλεσμα τη διείσδυση του θαλάσσιου νερού περί τα 3 Km μέσα στον υδροφόρο.

### 3.2.10 Περιοχή Κερύνειας

Ο παράκτιος Υδροφόρος της Κερύνειας εκτείνεται από την Βασίλεια μέχρι την Ακανθού και αποτελείται κυρίως από οργανογενείς ασβεστιτικούς ψαμμίτες πλειστοκαινικής ηλικίας. Η έκτασή του είναι 160 Km<sup>2</sup> το δε πάχος του φτάνει τα 30 m. Ο ετήσιος εμπλουτισμός του είναι περίπου 25 εκατομ. m<sup>3</sup>, ενώ η άντλησή του γύρω στα 9 εκατομ. m<sup>3</sup>.

## 3.3 Ποιοτική Κατάσταση

Η φυσική σύσταση του υπόγειου νερού εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη δυνατότητα χημικής αποσάθρωσης των πετρωμάτων στα οποία αυτό φιλοξενείται, από το χρόνο επαφής με τα πετρώματα αυτά και σε μικρότερο βαθμό από τη σύσταση του βρόχινου νερού, από το οποίο αυτό κυρίως προέρχεται. Σε αρκετές περιπτώσεις η σύσταση του υπόγειου νερού



επηρεάζεται από ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η γεωργία, η κτηνοτροφία και η βιομηχανία.

Η αποσάθρωση των πετρωμάτων και παράλληλα ο εμπλουτισμός του υπόγειου νερού με διάφορα ιόντα εξαρτάται από την ορυκτολογική σύσταση των πετρωμάτων του υδροφόρου και κατ' συνέπεια από τη διαλυτότητα των ορυκτών αυτών, το χρόνο επαφής του νερού με το πέτρωμα και από την τιμή του pH και της θερμοκρασίας. Περαιτέρω, η ικανότητα του νερού να διαλύει ορυκτά αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας και τη μείωση του pH. Κατά συνέπεια, σε βαθιούς χαμηλής υδραυλικής αγωγιμότητας υδροφόρους, το υπόγειο νερό παρουσιάζει αυξημένη αλατότητα. Το ίδιο συμβαίνει και στις περιπτώσεις, όπου ο εμπλουτισμός των υδροφόρων είναι περιορισμένος και, κατά συνέπεια, δεν επιτυγχάνεται απομάκρυνση των διαλυμένων αλάτων.

Η ποιότητα του υπόγειου νερού στην Κύπρο είναι σε γενικές γραμμές καλή. Υπάρχουν όμως περιοχές, όπου παρατηρούνται σοβαρά ποιοτικά προβλήματα τα οποία οφείλονται, είτε σε φυσικά αίτια, είτε σε ρύπανση από ανθρώπινες δραστηριότητες. Τέτοια προβλήματα είναι η υψηλή αλατότητα και οι αυξημένες συγκεντρώσεις σε διάφορα ιόντα όπως, χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, νατρίου, φθορίου και βορίου.

Το κυριότερο ποιοτικό πρόβλημα είναι η αυξημένη αλατότητα, η οποία παρατηρείται κυρίως στους παράκτιους υδροφόρους, καθώς και σε βαθιούς υδροφόρους σε ιζηματογενή πετρώματα. Στην πρώτη περίπτωση, το πρόβλημα οφείλεται στη διείσδυση του θαλασσινού νερού, λόγω της υπεράντλησης. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι ο υδροφορέας της Νοτιοανατολικής Μεσαορίας, της Δυτικής Μεσαορίας, του Ακρωτηρίου και ο υδροφορέας Κιτίου – Περβολιών. Στη δεύτερη περίπτωση, το πρόβλημα προκύπτει από τον περιορισμένο εμπλουτισμό των υδροφόρων, καθώς επίσης από τον αυξημένο χρόνο επαφής του νερού με το πέτρωμα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ένα μεγάλο τμήμα του υδροφόρου της Κεντρικής Μεσαορίας. Περαιτέρω, υπάρχουν περιπτώσεις, κυρίως στα πετρώματα λαβών, όπου η υψηλή αλατότητα οφείλεται σε εγκλωβισμένο (απολιθωμένο) θαλασσινό νερό.

Σημαντικό είναι και το πρόβλημα της υψηλής συγκέντρωσης νιτρικών αλάτων στο υπόγειο νερό. Οι κυριότερες πηγές νιτρορύπανσης του υπόγειου νερού, κατά φθίνουσα σειρά συνεισφοράς, είναι η γεωργία, η κτηνοτροφία και η διάθεση υγρών οικιακών λυμάτων. Οι υδροφόροι που θεωρούνται ως οι πλέον ευάλωτοι σε νιτρορύπανση, είναι αυτοί της Νότιο – Ανατολικής Μεσαορίας (Κοκκινοχώρια), του Ακρωτηρίου, του Κιτίου – Περβολιών, της Πάφου, της Πόλις Χρυσοχού, μέρος του υδροφόρου της Κεντρικής και Δυτικής Μεσαορίας, στην περιοχή της Ορούντας καθώς επίσης μέρος του αλλουβιακού υδροφόρου Σοφτάδες – Βασιλικό στην περιοχή της κοινότητας του Αγίου Θεοδώρου Λάρνακας. Οι περιοχές αυτές έχουν κηρυχθεί ως Ευάλωτες σε Νιτρορύπανση Περιοχές στο πλαίσιο της Οδηγίας 1991/676/ΕΟΚ.

Η μεταλλευτική και λατομική δραστηριότητα σε διάφορες περιοχές του νησιού προκαλεί συχνά προβλήματα ρύπανσης στους υδροφόρους. Ενδεικτικά παραδείγματα παρουσιάζονται στα μεταλλεία χαλκού, όπου το νερό της βροχής έρχεται σε επαφή με το μέταλλευμα, με αποτέλεσμα να γίνεται όξινο (χαμηλό pH) και να διαλύει και να μεταφέρει στο υπόγειο νερό ψηλές συγκεντρώσεις θειικών αλάτων, χαλκού και σιδήρου καθώς και ιχνοστοιχείων.

Μικρότερης έκτασης ποιοτικά προβλήματα παρουσιάζονται σε μικρούς υδροφόρους, λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων σε θειικά ιόντα, βόριο και φθόριο, τα οποία έχουν φυσική προέλευση. Ψηλές συγκεντρώσεις θειικών ιόντων παρατηρούνται σε γυψούχους υδροφόρους και σε υδροφόρους εντός των λαβών, όπου στους δεύτερους, παρατηρούνται και ψηλές συγκεντρώσεις βορίου. Ψηλές συγκεντρώσεις φθορίου παρατηρούνται κυρίως σε υδροφόρους εντός των κρητίδων.

Το καλύτερης ποιότητας υπόγειο νερό απαντάται στα πετρώματα του γάββρου, κατά κύριο λόγο, αλλά και του διαβάση, στους οφιόλιθους του Τροόδους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι η υδροφορία σε αυτά τα πετρώματα είναι αρκετά δυναμική και συνεπώς η αναπλήρωση του υπόγειου νερού είναι σχετικά γρήγορη. Περαιτέρω, η ανθρώπινη δραστηριότητα, που θα μπορούσε να υποβαθμίσει την ποιότητα του υπόγειου νερού, είναι σχετικά περιορισμένη στην περιοχή του Τροόδους.

### 3.4 Παρακολούθηση

Για να καταστεί δυνατή η προστασία και η διαχείριση των υπόγειων υδάτων θα πρέπει να λειτουργούν κατάλληλα δίκτυα παρακολούθησης με στόχο την καταγραφή της χωροχρονικής μεταβολής των ποιοτικών και ποσοτικών τους χαρακτηριστικών. Το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης πραγματοποιεί προγραμματισμένη, συνεχή και στοχευμένη παρακολούθηση, λειτουργώντας τα ακόλουθα δίκτυα παρακολούθησης.

- (α) Δίκτυο για την προστασία των υδάτων από νιτρικά άλατα γεωργικής προέλευσης. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από 222 σταθμούς παρακολούθησης της συγκέντρωσης των νιτρικών αλάτων, σύμφωνα με τις πρόνοιες της Οδηγίας 1991/676ΕΟΚ.
- (β) Δίκτυο για την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από 92 σταθμούς παρακολούθησης διαφόρων ρύπων σύμφωνα με τις πρόνοιες της Οδηγίας 2006/118ΕΚ.
- (γ) Δίκτυο αυτόματης παρακολούθησης (ποσοτική) των υπόγειων υδάτων. Το δίκτυο αυτό αποτελείται από 80 αυτογραφικούς σταθμούς, οι οποίοι καταγράφουν τις μεταβολές της στάθμης, της θερμοκρασίας και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας (μερικώς) του υπόγειου νερού.

## 4 ΓΕΩΚΙΝΔΥΝΟΙ

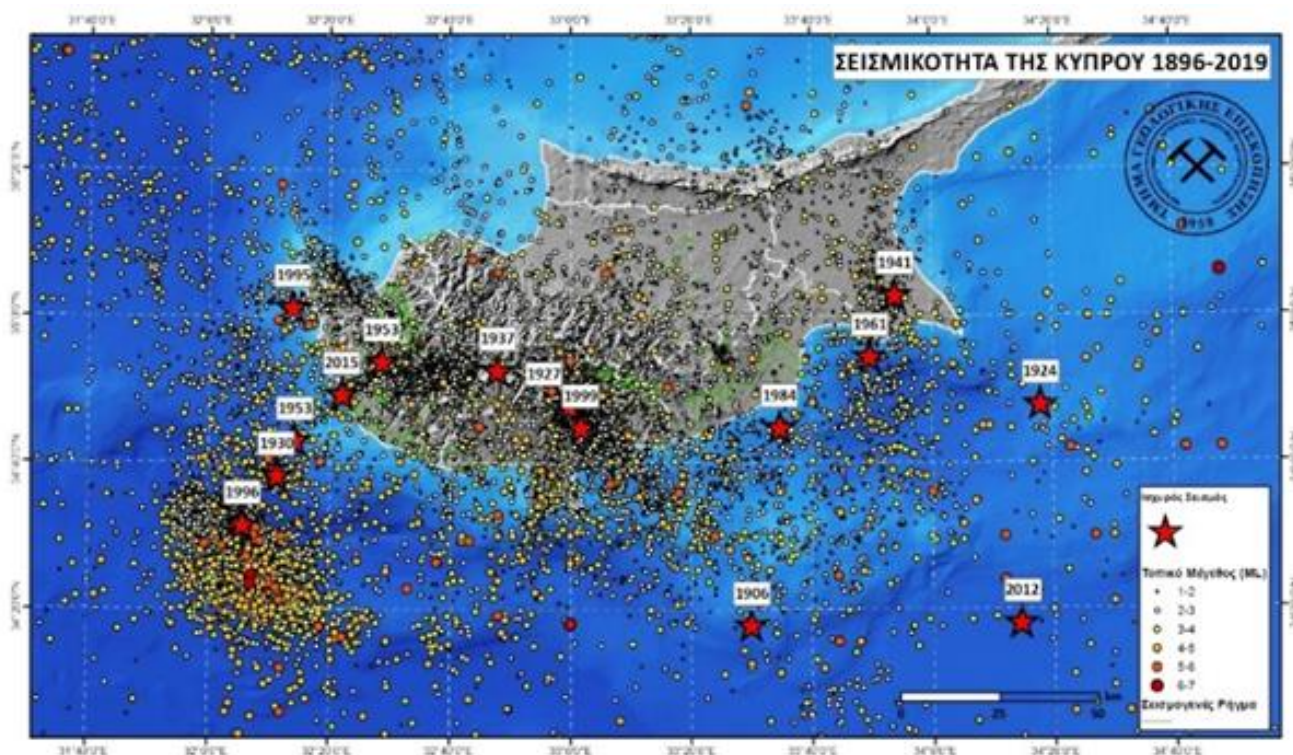
### 4.1 Εισαγωγή

Οι κυριότεροι γεωκίνδυνοι, τόσο στο δομημένο όσο και στο φυσικό περιβάλλον της Κύπρου είναι η σεισμικότητα και θέματα που σχετίζονται με τα προβληματικά της εδάφη, όπως οι κατολισθήσεις - αστοχίες πρανών, οι καταρρεύσεις βράχων, οι καθιζήσεις, οι αστάθειες μπάζων (στείρων) μεταλλείων και λατομείων, η ρευστοποίηση της άμμου, η αποσάθρωση και διάβρωση των γεωλογικών σχηματισμών, καθώς επίσης και το τσουνάμι.

### 4.2 Η σεισμικότητα της περιοχής της Κύπρου

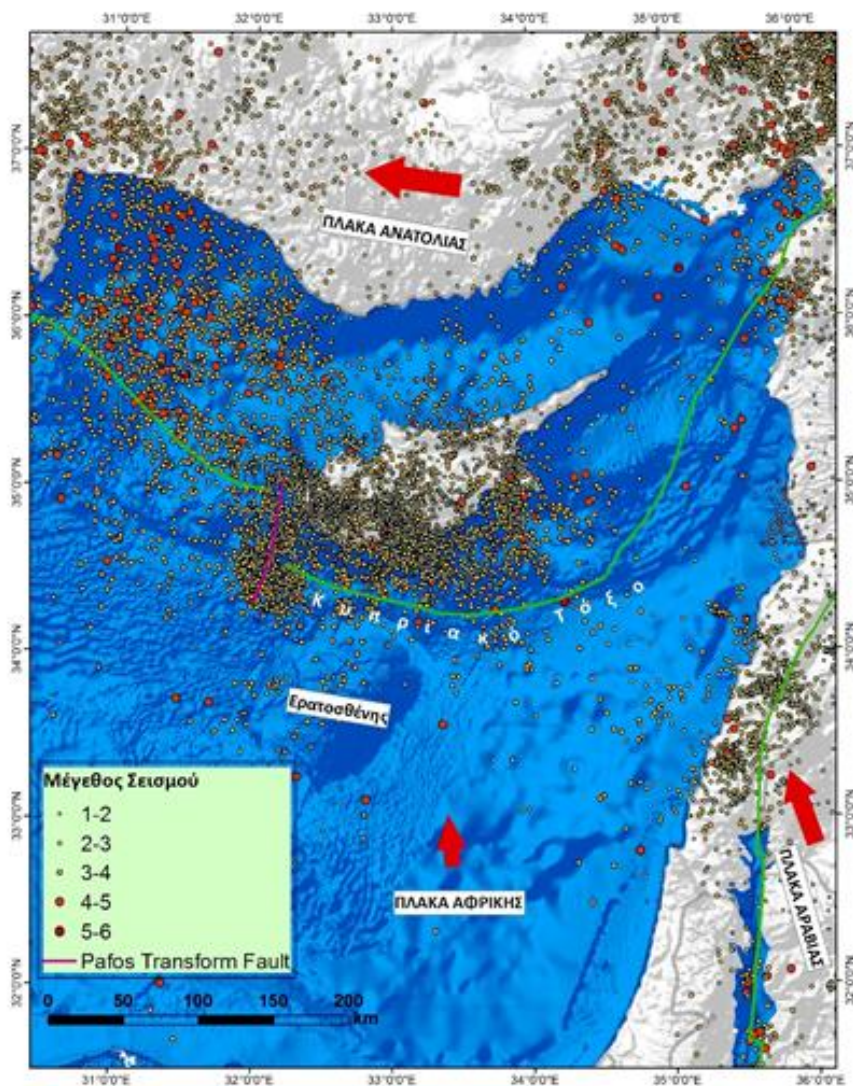
#### 4.2.1 Γενική κατάσταση

Η Κύπρος βρίσκεται στη σεισμογόνο ζώνη των Άλπεων-Ιμαλαΐων, μέσα στην οποία εκδηλώνεται το 15% των σεισμών παγκοσμίως. Η σεισμικότητα της Κύπρου αποδίδεται κατά κύριο λόγο στο «Κυπριακό Τόξο», που αποτελεί το τεκτονικό όριο μεταξύ της Αφρικανικής και Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Η Αφρικανική πλάκα κινείται βόρεια προς την πλάκα της Ευρασίας με αποτέλεσμα τη σύγκρουση των δυο πλακών και την κατάδυση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από τη μικροπλάκα της Ανατολίας (τμήμα της Ευρασιατικής πλάκας όπου βρίσκεται και η Κύπρος).



Σχήμα 4-1. Χωρική κατανομή, ως προς το μέγεθος, των τοπικών σεισμών της Κύπρου που έχουν καταγραφεί από ενόργανες καταγραφές κατά την περίοδο 1896-2019.





Σχήμα 4-2. Χωρική κατανομή των σεισμών για την περίοδο 1896-2019. Οι σχετικές κινήσεις των λιθосφαιρικών πλακών, ως προς την Πλάκα Ευρασίας, στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου, παρουσιάζονται με κόκκινα βέλη.

Το δυτικό τμήμα του Κυπριακού Τόξου παρουσιάζει έντονη σεισμική δραστηριότητα με σεισμούς ενδιάμεσου βάθους (μέχρι 130 Km) κοντά στον Κόλπο της Απάλειας, όπου η καταβύθιση είναι ενεργή. Το κεντρικό τμήμα παρουσιάζει επίσης έντονη σεισμικότητα, κυρίως με επιφανειακούς σεισμούς. Το ανατολικό τμήμα παρουσιάζει χαμηλή σεισμικότητα με απουσία σεισμών ενδιάμεσου βάθους, πιθανόν λόγω μη-ενεργής καταβύθισης. Η πιο έντονη σεισμικότητα της Κύπρου παρατηρείται στο κεντρικό-δυτικό μέρος του Κυπριακού Τόξου και σε χερσαία ρήγματα στην Πάφο, Λεμεσό και Λάρνακα.

Ιστορικές αναφορές και αρχαιολογικά ευρήματα μαρτυρούν ότι την Κύπρο έπληξαν στο παρελθόν ισχυροί σεισμοί, που σε αρκετές περιπτώσεις κατέστρεψαν τις πόλεις της. Ιστορικά δεδομένα δείχνουν ότι 20 καταστροφικοί σεισμοί, με ένταση μεγαλύτερη από V στην τροποποιημένη κλίμακα Μερκάλλι, έγιναν μεταξύ 26 π.Χ. και 1900 μ.Χ..

Ημερομηνία	Εντάσεις
26 π.Χ.	Πάφος (VII), Αίγυπτος (IV)
16 π.Χ.	Πάφος (IX), Κούριο (IX), άλλες πόλεις (VIII)
76 μ.Χ.	Σαλαμίνα (X), Πάφος, Λάρνακα (IX)
300,332,341 μ.Χ.	Σαλαμίνα (X, IX, XIII)
342 μ.Χ.	Πάφος (X)
375 μ.Χ.	Πάφος (IX), Κούριο, Ακρωτήριο (VIII)
394 μ.Χ.	Πάφος, Σαλαμίνα (VII)
1144	Πάφος (VII)
1160	Πάφος (IX)
1183	Πάφος (VIII)
1202-1203	Κύπρος (VI)
1160	Πάφος (IX)
1222	Πάφος (IX), Λεμεσός (VIII)
1479	Λευκωσία (VI)
1481	Λευκωσία (VIII), Πάφος (VI)
1491	Κοφίνου (IX), Σταυροβούνι (IX), Λευκωσία (VIII), Λεμεσός, Πάφος, Κερύνεια (VII)
1546	Λευκωσία, Αμμόχωστος (VI)
1567	Λεμεσός (VIII), Λευκωσία, Αμμόχωστος (V)
1577	Λεμεσός (VIII), Λευκωσία, Σαλαμίνα (V)
1718	Λευκωσία (VIII)
1735	Αμμόχωστος (IX)
1741	Αμμόχωστος (VI)
1896	Ακρωτήριο (VIII), Λεμεσός (VII)

Ακριβέστερα στοιχεία για τους σεισμούς, που σημειώνονται στον κυπριακό χώρο, άρχισαν να συλλέγονται από το 1896, όταν σεισμολογικοί σταθμοί άρχισαν να λειτουργούν στις γειτονικές χώρες. Η κατάσταση έχει βελτιωθεί σημαντικά από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, με την ίδρυση σεισμολογικών σταθμών στην Κύπρο. Κατά τον τελευταίο αιώνα εκατοντάδες σεισμοί με τα επίκεντρά στην Κύπρο και τη γύρω περιοχή, έγιναν αισθητοί στο νησί. Από αυτούς δεκάδες προκάλεσαν ζημιές και μερικοί είχαν θύματα.

Η μελέτη των ιστορικών και των πρόσφατων σεισμών δείχνει ότι η χρονική κατανομή της σεισμικής δραστηριότητας δεν είναι κανονική, αλλά υπάρχουν περίοδοι έντονης δραστηριότητας ακολουθούμενες από περιόδους σεισμικής ύφεσης. Για παράδειγμα, κατά την περίοδο 1995-1999 παρατηρήθηκε αύξηση της σεισμικής δραστηριότητας με ισχυρούς σεισμούς μεγέθους 5,6-6,8 βαθμών στην κλίμακα Ρίχτερ, ενώ κατά τις προηγούμενες τέσσερις δεκαετίες επικρατούσε σχετική ύφεση.

Ημερομηνία	M	Παρατηρήσεις
23 Φεβ. 1906	5,3	Ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλο το νησί και προκάλεσε σημαντικές καταστροφές σε Λεμεσό και Κολόσσι.
29 Σεπ. 1918	6,3	Ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλο το νησί και ιδιαίτερα στην Λάρνακα και στην Αμμόχωστο
18 Φεβ. 1924	6,0	Έγινε αισθητός κυρίως στο νότιο-ανατολικό τμήμα του νησιού προκαλώντας μικρές ζημιές στην Αμμόχωστο.
13 Δεκ. 1927	5,0	Ισχυρός τοπικός σεισμός στην περιοχή της Λεμεσού, του οποίου προηγήθηκε σεισμική δόνηση μεγέθους $M_s=4,8$ στις 12 Δεκεμβρίου. Ο σεισμός προξένησε σημαντικές βλάβες σε κτίρια σε όλη σχεδόν την επαρχία της Λεμεσού.
9 Μαΐου 1930	5,4	Καταστροφικός σεισμός που έπληξε κυρίως την επαρχία Πάφου και προξένησε κατολισθήσεις.
26 Ιουν. 1937	4,7	Ισχυρός τοπικός σεισμός στη νοτιοδυτική Κύπρο, ο οποίος κατέστρεψε σπίτια και εκκλησίες σε Πάχνα, Πλάτρες, Πενταλιά, Όμοδος, Άρσος, Σαλαμιού και προξένησε κατολισθήσεις στην Αρμίνου.
20 Ιαν. 1941	5,9	Πολύ ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλη την Ανατολική Μεσόγειο. Προκάλεσε σημαντικές καταστροφές στην επαρχία Αμμοχώστου, ζημιές σε Λευκωσία και Λάρνακα.
9 Δεκ. 1947	5,4	Ισχυρός σεισμός που έγινε αισθητός σε όλο το νησί και ιδιαίτερα στη Λευκωσία και στην Αμμόχωστο.
10 Σεπ. 1953	6,0	Καταστροφικός διπλός σεισμός στην επαρχία Πάφου. Σκοτώθηκαν 40 άνθρωποι, τραυματίστηκαν 100 και 4000 έμειναν άστεγοι. Επηρεάστηκαν 158 χωριά και πόλεις. Οι περισσότερες ζημιές προκλήθηκαν από τις κατολισθήσεις και τις επιφανειακές ρηγματώσεις. Καταστράφηκαν 1.600 σπίτια ενώ άλλα 10.000 σπίτια και δημόσια κτήρια έπαθαν διάφορες ζημιές. Πέντε χωριά μετατράπηκαν σε ερείπια και άλλα 105 είχαν μικρότερες ζημιές. Οι σεισμοί προκάλεσαν σημαντικές ζημιές στη Λεμεσό, όπου παρατηρήθηκαν φαινόμενα ρευστοποίησης και παρατηρήθηκε ένα μικρό τσουνάμι στις ακτές της Πάφου. Έγιναν αισθητοί σε Λίβανο, Ισραήλ, Αίγυπτο, Καστελόριζο, Ρόδο και Τουρκία. Ακολούθησαν 26 μετασεισμοί για έναν περίπου χρόνο.
10 Σεπ. 1953	6,1	
15 Σεπ. 1961	5,7	Μέτριας ισχύος σεισμός με επίκεντρο στη θαλάσσια περιοχή της Λάρνακας, που έγινε αισθητός σχεδόν σε όλο το νησί. Προκλήθηκαν μικρές ζημιές στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού.
28 Μαρ. 1984	4,5	Μέτριας ισχύος σεισμός που έγινε αισθητός στην Λεμεσό και στη Λευκωσία.
23 Φεβ. 1995	5,7	Καταστροφικός σεισμός στην επαρχία Πάφου με 2 νεκρούς. Αρκετά σπίτια κατέρρευσαν στα χωριά Πάνω Αρόδες και Μηλιού. Ζημιές προκλήθηκαν επίσης σε άλλα 10 χωριά.
9 Οκτ. 1996	6,8	Πολύ ισχυρός σεισμός στο Νοτιοδυτικό τμήμα της Κύπρου. Προκάλεσε πανικό στους κατοίκους της Πάφου και της Λεμεσού, καθώς και σε ενοίκους πολυκατοικιών σε Λευκωσία, Λάρνακα και Παραλίμνι. Δύο άτομα έχασαν τη ζωή τους από δευτερογενή αίτια και 20 τραυματίστηκαν ελαφρά. Προκλήθηκαν περιορισμένες ζημιές, κυρίως σε Πάφο και Λεμεσό.
11 Αυγ. 1999	5,8	Ισχυρός σεισμός με επίκεντρο στο χωριό Γεράσας Λεμεσού ο οποίος έγινε έντονα αισθητός σε όλο το νησί. Προκάλεσε ζημιές σε κτίρια στη Λεμεσό και σε χωριά στο βόρειο μέρος της επαρχίας. Σαράντα άτομα τραυματίστηκαν ελαφρά λόγω πανικού. Μεγάλος αριθμός μετασεισμών συνεχίστηκε για πολλούς μήνες.
15 Απρ. 2015	5,6	Ισχυρός σεισμός με επίκεντρο τον θαλάσσιο χώρο δυτικά της Κισσόνεργας στην Πάφο. Ο σεισμός έγινε αισθητός σε ολόκληρη την Κύπρο και προκάλεσε περιορισμένες ζημιές σε κτίρια στην επαρχία Πάφου.

Ο μεγαλύτερος σε μέγεθος σεισμός του τελευταίου αιώνα ήταν αυτός της 9<sup>ης</sup> Οκτωβρίου 1996, μεγέθους  $M=6,8$  με επίκεντρο στο θαλάσσιο χώρο, περίπου 50 Km νότιο-δυτικά της Πάφου. Ο σεισμός αυτός δεν προκάλεσε εκτεταμένες ζημιές ούτε άμεση απώλεια ανθρωπίνων ζωών.

Ο πιο καταστροφικός όμως του αιώνα ήταν αυτός της 10<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1953, μεγέθους  $M=6,1$  με επίκεντρο το Στρουμπί της Πάφου. Σκοτώθηκαν 40 άνθρωποι, τραυματίστηκαν 100



και 4.000 έμειναν άστεγοι. Καταστράφηκαν 1.600 σπίτια ενώ άλλα 10.000 σπίτια και δημόσια κτήρια έπαθαν ζημιές. Συνολικά επηρεάστηκαν 158 χωριά και πόλεις.

Ο πιο καταστροφικός σεισμός που έπληξε την Κύπρο κατά τα τελευταία 2000 χρόνια ήταν πιθανώς αυτός του 76 μ.Χ. ο οποίος ισοπέδωσε τη Σαλαμίνα, το Κίτιο και την Πάφο. Είναι δύσκολο όμως να γίνει σύγκριση των σεισμών των αρχαίων εποχών με τους πρόσφατους λόγω έλλειψης ποσοτικών δεδομένων (καταγραφών), των πολύ διαφορετικών χαρακτηριστικών του δομημένου περιβάλλοντος και της έντονης υποκειμενικότητας που χαρακτηρίζει τις ιστορικές μαρτυρίες.

Στατιστικά, οι περίοδοι επανάληψης τοπικών σεισμών σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη αναμένεται να είναι η πιο κάτω:

Μέγεθος	Περίοδος επανάλ. (χρόνια)	Αριθμός σεισμών σε 100 χρόνια
≥7,0	153	0,7
≥6,5	52	2
≥6,0	17	6
≥5,5	6	17
≥5,0	2	50

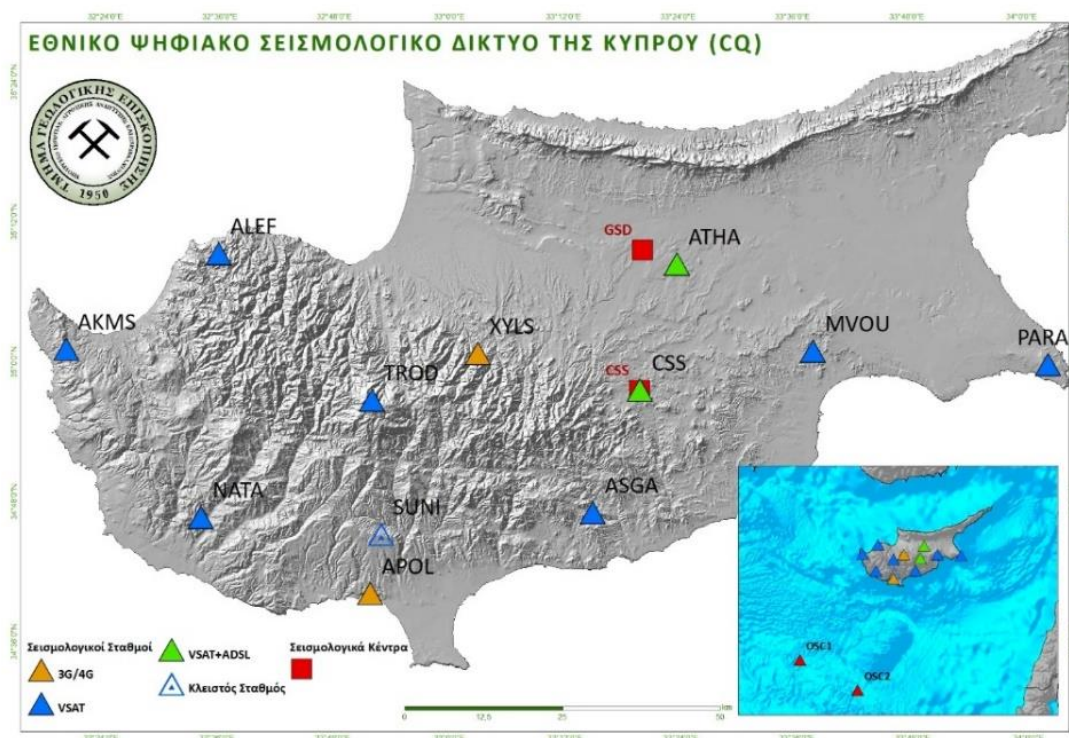
Με την Κύπρο να πλήττεται συχνά από καταστροφικούς σεισμούς, από τα ιστορικά χρόνια μέχρι σήμερα, είναι πολύ σημαντικό να παρακολουθείται η σεισμικότητα της περιοχής. Οι σεισμοί είναι φυσικά φαινόμενα, που ο άνθρωπος αδυνατεί να αποτρέψει, είναι όμως σε θέση να μειώσει σημαντικά ή ακόμη και να εξαλείψει τις επιπτώσεις από τους σεισμούς πάνω στις κατασκευές και γενικά στο δομημένο περιβάλλον και με τον τρόπο αυτό να προσφέρει προστασία στον ίδιο του τον εαυτό. Για τον στόχο αυτό, έχουν ληφθεί μέτρα στην Κύπρο από τη δεκαετία του 1980, τα οποία επικεντρώνονται βασικά στη μελέτη και καλύτερη κατανόηση της σεισμικότητας του κυπριακού χώρου, στη μελέτη της συμπεριφοράς των εδαφών, κατά τη διάρκεια ενός σεισμού με ιδιαίτερη έμφαση στα εδάφη των αστικών και παράκτιων περιοχών, στην ανέγερση αντισεισμικών κατασκευών και στην αντισεισμική θωράκιση των υφιστάμενων κατασκευών και στη δημιουργία των απαραίτητων υποδομών για άμεση και αποτελεσματική αντίδραση μετά από την εκδήλωση ενός σεισμού.

#### 4.2.2 Παρακολούθηση της σεισμικότητας της περιοχής της Κύπρου

Το Τμήμα Γεωλογικής Επισκόπησης διαθέτει, συντηρεί και λειτουργεί σεισμολογικά δίκτυα από το 1984, όταν εγκαταστάθηκε στην Κύπρο το πρώτο σεισμόμετρο. Το πρώτο δίκτυο σεισμολογικών σταθμών, που κάλυπτε ολόκληρο το νησί, λειτούργησε το 1997. Δεν είναι τυχαίο που αυτό έγινε λίγο μετά από τον ισχυρό σεισμό του 1996 στη θαλάσσια περιοχή της Πάφου, μεγέθους 6,8 βαθμών στη Κλίμακα Richter, οποίος αποτελεί και το μεγαλύτερο σε μέγεθος σεισμό που έπληξε την Κύπρο κατά τα τελευταία 120 χρόνια.

Δεκαπέντε χρόνια μετά, η πρόοδος στην τεχνολογία στον τομέα των σεισμολογικών οργάνων, τηλεπικοινωνιών και μηχανογράφησης δημιούργησε την ανάγκη για πλήρη αναβάθμιση τόσο του δικτύου όσο και της σχετικής υποδομής. Από το 2014, λειτουργεί το

νέο Εθνικό, Ψηφιακό Σεισμολογικό Δίκτυο της Κύπρου με συνολικά 13 σεισμολογικούς σταθμούς, με προδιαγραφές που να το εντάσσουν στα πιο προηγμένα και σύγχρονα σεισμολογικά δίκτυα του κόσμου. Κύρια χαρακτηριστικά του νέου σεισμολογικού δικτύου αποτελούν η ποιότητα και ευκρίνεια των σεισμολογικών δεδομένων, η συνεχής καταγραφή τους στον τρισδιάστατο χώρο και η απρόσκοπτη μετάδοσή τους σε πραγματικό χρόνο, η αξιοπιστία και ακρίβεια των υπολογισμών, η αυξημένη διακριτικότητα του δικτύου όσο αφορά τοπικούς σεισμούς αλλά και η αυξημένη εμβέλειά του όσο αφορά μακρινούς σεισμούς και η καλύτερη, αμεσότερη και ακριβέστερη ενημέρωση του πολίτη.



Σχήμα 4-3. Το Σεισμολογικό Δίκτυο της Κύπρου (2020)

## 4.3 Τσουνάμι

### 4.3.1 Γενικά

Από ιστορικές μαρτυρίες ανθρώπων που διασώθηκαν μέσα από τους αιώνες γνωρίζουμε ότι καταστροφικά τσουνάμι έχουν πλήξει την Κύπρο στην ιστορία της, έχουν προκαλέσει απώλεια ανθρωπίνων ζώων και έχουν καταστρέψει τις τότε παραθαλάσσιες πόλεις και λιμάνια της. Κάθε τσουνάμι, όμως, αφήνει πίσω του και γεωλογικά τεκμήρια: Όταν πλήττει τις ακτές μεταφέρει μαζί του διάφορα υλικά από το θαλάσσιο πυθμένα τα οποία εναποθέτει στη ξηρά και αποτελούν, μεταγενέστερα, γεωλογικές ενδείξεις του φαινομένου.

Το βάθος της Μεσογείου θάλασσας στην περιοχή της Κύπρου φτάνει τα 3 Km, με αποτέλεσμα η ταχύτητα διάδοσης των τσουνάμι, η οποία εξαρτάται άμεσα από το βάθος, να φτάνει τα 500-600 Km/h στην ανοικτή θάλασσα, σε αντίθεση με τον Ειρηνικό Ωκεανό, όπου οι ταχύτητες μπορούν να φτάσουν και τη διπλάσια τιμή. Επειδή όμως οι ακτές της Μεσογείου βρίσκονται σε πολύ μικρές αποστάσεις από τις πηγές τσουνάμι, ο χρόνος προειδοποίησης

είναι πολύ μικρός: για την Κύπρο κυμαίνεται από μερικά δευτερόλεπτα μέχρι το πολύ ενάμιση ώρα για τις πιο απομακρυσμένες πηγές, σε αντίθεση με άλλα μέρη του πλανήτη όπου ο χρόνος προειδοποίησης είναι της τάξης αρκετών ωρών.

Ο κίνδυνος από τσουνάμι στην Κύπρο προέρχεται από τρεις διαφορετικές πηγές:

- (α) Τοπικούς, ισχυρούς, υποθαλάσσιους και επιφανειακούς σεισμούς στο κεντρικό τμήμα του Κυπριακού Τόξου (όπως π.χ. οι σεισμοί του 1222 και του 1953),
- (β) υποθαλάσσιες κατολισθήσεις στην ακτή της Λεβαντίνης οι οποίες προκαλούνται από ισχυρούς σεισμούς στο ρήγμα της Νεκράς Θάλασσας (όπως π.χ. ο σεισμός του 1202), και
- (γ) περιφερειακούς, ισχυρούς, υποθαλάσσιους και επιφανειακούς σεισμούς στο Ελληνικό Τόξο (όπως π.χ. οι σεισμοί του 1303 και του 365 μ.Χ.).

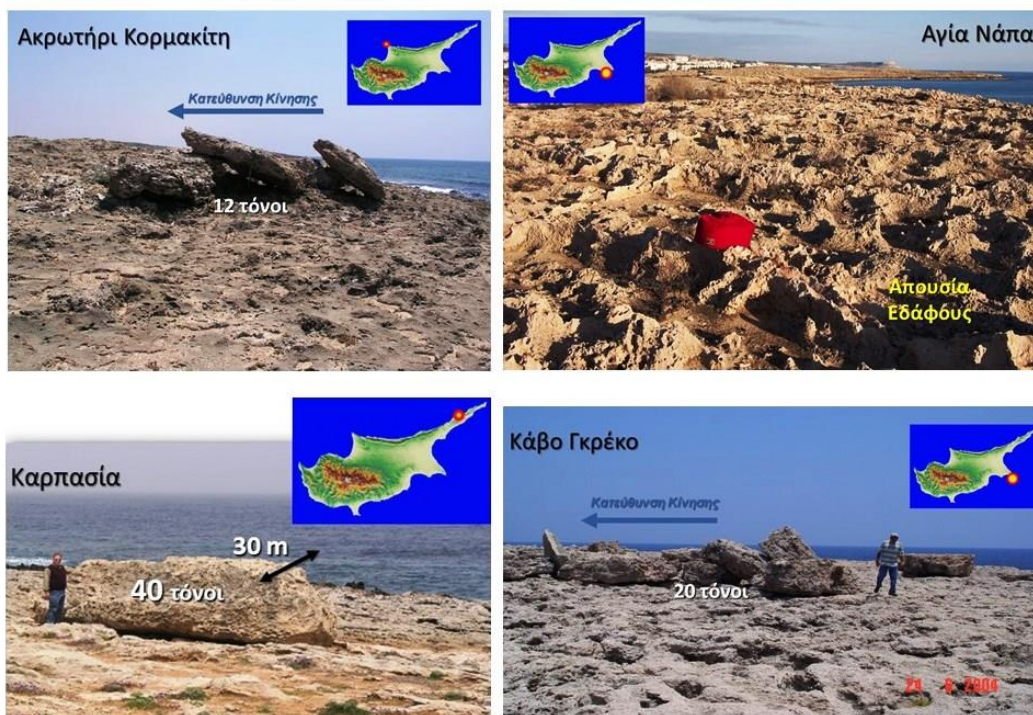


Σχήμα 4-4. Τσουναμογενείς ζώνες της ανατολικής Μεσογείου

#### 4.3.2 Γεωμορφολογικές ενδείξεις για τσουνάμι

Κατά μήκος της νοτιοδυτικής ακτής της Κύπρου, που ξεκινά βόρεια της Πάφου και εκτείνεται σε μια απόσταση 40 Km, περίπου μέχρι το νότιο τμήμα της χερσονήσου του Ακάμα, υπάρχουν χλώδεις αποθέσεις ογκολίθων με άμμους και χαλίκια, τα οποία αποτελούν παραφωνία στο όλο γεωλογικό περιβάλλον της ακτογραμμής. Οι ογκολίθοι αυτοί έχουν βάρος αρκετών τόνων, γωνιώδεις ακμές και σχετικά φρέσκες επιφάνειες αποκόλλησης, στοιχεία που οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι έχουν αποτεθεί στη θέση που βρίσκονται σήμερα από ισχυρές ωστικές δυνάμεις, όπως είναι τα τσουνάμι. Παρόμοιες αποθέσεις υπάρχουν σε όλες σχεδόν τις ακτές της Κύπρου, όπως στον Κορμακίτη, την Καρπασία, το Κάβο Γκρέκο και την Πύλα, ενώ στην Αγία Νάπα υπάρχουν περιοχές από τις οποίες το έδαφος απουσιάζει.





Σχήμα 4-5. Παραδείγματα γεωμορφολογικών ενδείξεων για δράση τσουνάμι στις ακτές της Κύπρου.

#### 4.3.3 Ο κίνδυνος από τσουνάμι στην Κύπρο

Όσο αφορά τον κίνδυνο από τσουνάμι από ιστορικά στοιχεία, ελλαδίτες ερευνητές έχουν υπολογίσει τα ακόλουθα στατιστικά στοιχεία για την ευρύτερη περιοχή της Κύπρου και Λεβαντίνης: Ένα πολύ ισχυρό τσουνάμι (ύψος κύματος στην ακτή 4 m) αναμένεται κάθε 375 χρόνια, ένα ισχυρό τσουνάμι (ύψος κύματος στην ακτή > 1 m) αναμένεται κάθε 120 χρόνια και ένα μέτριο τσουνάμι (με ύψος κύματος < 1 m) αναμένεται κάθε 30 χρόνια.

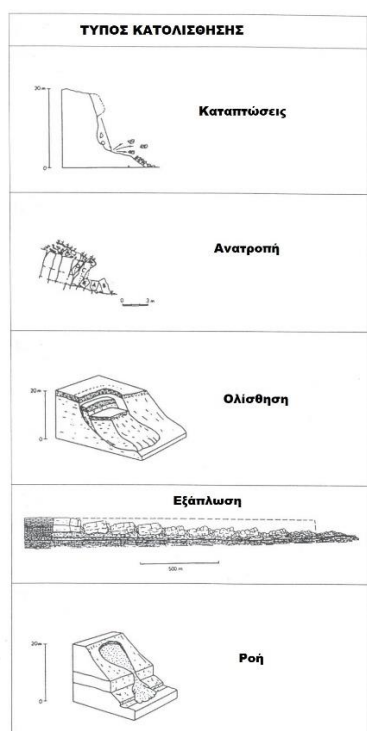
Τα ελλιπή ιστορικά στοιχεία όμως δεν αντιπροσωπεύουν ολοκληρωτικά τον κίνδυνο από τσουνάμι της Κύπρου. Για μια πιο ακριβή εκτίμηση του κινδύνου από τσουνάμι της Κύπρου θα πρέπει να χρονολογηθούν τα γεωμορφολογικά στοιχεία κατά μήκος των ακτών της τα οποία πιστεύεται ότι σχετίζονται με δράση τσουνάμι.

#### 4.4 Κατολισθήσεις - Αστοχίες πρανών

Ο όρος αυτός περιλαμβάνει όλα τα φαινόμενα μερικής μέχρι πλήρους αποσταθεροποίησης μεγάλης μάζας πετρωμάτων από μέτωπα πρανών (φυσικών και τεχνητών) και μετακίνησης/ολίσθησής της προς τα κάτω. Η τεχνική αντιμετώπισή των φαινομένων αυτών είναι δύσκολη και συχνά πολύ δαπανηρή. Οι πέντε (5) κύριες μορφές κατολισθήσεων που φαίνονται στο πιο κάτω σχήμα Σχ. 4.5 είναι οι καταπτώσεις (falls), ανατροπές (topples), ολισθήσεις (slides), πλευρικές εξαπλώσεις (spreads) και ροές (flows).

Τα φυσικά αίτια που προκαλούν κατολισθήσεις εστιάζονται σε 4 κύριες ομάδες, δηλαδή οι γεωλογικές συνθήκες, τοπογραφία/μορφολογία, υδρογεωλογικό καθεστώς/βροχοπτώσεις και σεισμικότητα περιοχής. Αντίστοιχα, τα κύρια αίτια της αστοχίας πρανών είναι:

- α. Το είδος των γεωλογικών σχηματισμών, που δομούν το πραινές και ιδίως η παρουσία ευαίσθητων αργιλο-μπεντονιτικών στρωμάτων από τους σχηματισμούς του συμπλέγματος των Μαμωνιών, από τους σχηματισμούς της Κανναβιού, του Κάθηκα και της Μονής, καθώς επίσης τις μάργες του κατώτερου μέλους του σχηματισμού των Λευκάρων. Τα στρώματα αυτά διακρίνονται από ψηλή πλαστικότητα και ανάλογη δυναμικότητα διόγκωσης - συρρίκνωσης. Αστάθεις πραινών παρουσιάζουν όμως και χαλαρά ή μαλακά κορήματα (αποθέσεις πλαγιάς).
- β. Η παρουσία ρηγμάτων ή/και μεγάλων ασυνεχειών, ιδιαίτερα όταν η κλίση τους είναι ομόρροπη της κλίσης του πραινούς.
- γ. Η κλίση των στρωμάτων, όταν αυτή είναι ομόρροπη της κλίσης του πραινούς.
- δ. Η μεγάλη κλίση των φυσικών ή τεχνητών πραινών, που δομούνται από αδύνατα στρώματα.
- ε. Προηγηθείσες αποσταθεροποιήσεις (παλαιοκατολισθήσεις, όπως για παράδειγμα στην περιοχή «Λίμνες» στο Πισσούρι), όταν ενεργοποιούνται από φυσικά ή τεχνητά αίτια, όπως σεισμούς, βροχοπτώσεις, εκσκαφές, διαρροές υδραγωγών κτλ.
- στ. Ισχυρές και συχνές βροχοπτώσεις, όταν συνεργούν σε φαινόμενα διάβρωσης και μηχανικής εξασθένησης των στρωμάτων ή σε απότομη ανύψωση της φρεάτιας στάθμης.
- ζ. Φυσικές πηγές ή ανεξέλεγκτες διαρροές νερού, π.χ. από φράγματα, δεξαμενές, υδραγωγούς κ.ά., που συντείνουν σε παρόμοια φαινόμενα όπως πιο πάνω.
- η. Ισχυρές σεισμικές δονήσεις, που προκαλούν αιφνίδιες διαρρήξεις και θρυμματισμούς των στρωμάτων με επακόλουθη μείωση της συνοχής τους.
- θ. Ανθρώπινες επεμβάσεις, όταν γίνονται χωρίς προηγούμενη μελέτη των (μηχανικών κυρίως) χαρακτηριστικών των στρωμάτων.



Σχήμα 4-6. Κύριες μορφές κατολισθήσεων

Στον κυπριακό χώρο, σχετικά μεγάλες και ενεργές κατολισθήσεις εμφανίζονται στο ημιορεινό - ορεινό τμήμα της επαρχίας Πάφου, όπου μεγάλες περιοχές δομούνται από κάποια αργιλικά στρώματα του συμπλέγματος των Μαμωνιών και των σχηματισμών του Κάθηκα και της Κανναβιούς. Χαρακτηριστικά παραδείγματα παρατηρούνται στις περιοχές των χωριών Μαμώνια, Κανναβιού, Στατός, Άγιος Δημητριανός, Πενταλιά, Κοιλίνια, Κρήτου Μαρόττου, Χολέτρια, Φοίνικας, Αναδιού, Επισκοπή, Πισσούρι κτλ. Στην επαρχία Λεμεσού τα φαινόμενα κατολισθήσεων σχετίζονται κυρίως με τις Κατώτερες Μάργες του σχηματισμού των Λευκάρων ή με αργιλοϊλυώδη κορήματα. Οι περιοχές των χωριών Κοιλάνι, Συλίκου, Δωρός, Τριμίκλινη, Κορφή καθώς και οι περιοχές των χωριών Μονής και Πεντάκωμου, όπου οι αστοχίες συνδέονται με την παρουσία των μπεντονιτικών αργίλων του σχηματισμού της Μονής, είναι χαρακτηριστικές αυτών των φαινομένων. Στις περιπτώσεις των χωριών Χολέτρια, Άγιος Φώτιος, Στατός, Πενταλιά, Αναδιού, Φασούλα, Φοίνικας, Κορφή, Κυβίδες, προέκυψε μάλιστα η ανάγκη ολικής μετακίνησής τους σε άλλες, ασφαλέστερες περιοχές.

Περιορισμένης μορφής κατολισθητικά φαινόμενα παρουσιάζονται στα πετρώματα της Οφιολιθικής Ακολουθίας του Τροόδους, τα οποία κυρίως περιορίζονται σε ρηξιγενείς ζώνες. Οι ζώνες αυτές περιλαμβάνουν πετρώματα με αυξημένη ρωγμάτωση, αλλοίωση και είναι ασθενέστερα σε αντοχή σε σχέση με τα πετρώματα που γειτνιάζουν με αυτά που απαντώνται σ' αυτές τις ζώνες.

Αστάθειες πρανών παρουσιάζονται, επίσης, σε σωρούς μπάζων (στείρων) μεταλλείων και λατομείων, που προέκυψαν από παλαιές και πρόσφατες εξορύξεις, όπως στα μεταλλεία Καλαβασού, Λίμνης, Αμιάντου, Κοκκινοπεζούλας, Τρούλλων, Μαθιάτη κτλ. Τα υλικά τους χαρακτηρίζονται από ψηλό πορώδες και χαμηλή πυκνότητα με αποτέλεσμα να έχουν περιορισμένη αντοχή. Στην περίπτωση των μπάζων του Μεταλλείου του Αμιάντου εκπονήθηκε εμπειριστατωμένη μελέτη, η οποία κατέληξε σε συγκεκριμένα σταθεροποιητικά μέτρα, που περιλάμβαναν ομαλοποίηση των πρανών, κατασκευή ενδιάμεσων αναβαθμιδών και δενδροφύτευση.

Οι κυριότερες κατηγορίες μέτρων αντιμετώπισης κατολισθήσεων/αστοχιών είναι η πρόληψη, δηλαδή μέτρα που χρησιμοποιούνται για αποφυγή τέτοιων εκδηλώσεων και η σταθεροποίηση, δηλαδή μέτρα που χρησιμοποιούνται μετά την εκδήλωση των αστοχιών. Μερικά από τα μέτρα σταθεροποίησης είναι:

- α. Μείωση ύψους πρανούς
- β. Μείωση κλίσης πρανούς,
- γ. Αντιστήριξη βάσης πρανούς
- δ. Μέτρα αποστράγγισης,
- ε. Αγκυρώσεις,
- στ. πασσαλώσεις,
- ζ. εφαρμογή πυκνής βλάστησης



#### 4.5 Καταρρεύσεις βράχων(βραχοπτώσεις)

Στις ορεινές περιοχές της Κύπρου παρατηρούνται συχνά αποκολλήσεις - καταρρεύσεις βράχων από διάφορα, φυσικά και τεχνητά πρηνή. Τα φαινόμενα αυτά οφείλονται σε ένα ή περισσότερα αίτια ανάλογα με τις τοπικές γεωλογικές, τοπογραφικές και βροχομετρικές συνθήκες. Ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζει συχνά και ο τεκτονισμός των στρωμάτων, κυρίως η πυκνότητα και το σύστημα διαπλοκής των ασυνεχειών (ρωγμών) τους καθώς και ο βαθμός της επακόλουθης αποσάθρωσης/ εξαλλοίωσής τους. Συχνές βραχοπτώσεις παρουσιάζονται κατά τη χειμερινή περίοδο μετά από έντονες και διαρκείς βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις ή/και κατά τη διάρκεια σεισμικών δονήσεων.

Τα προβλήματα αστάθειας βράχων επιδεινώνονται αισθητά, όταν το υπόβαθρο του πρηνούς αποτελείται από διογκούμενα αργιλικά - μπεντονιτικά στρώματα. Τέτοιες συνθήκες παρατηρούνται συχνά σε περιοχές της επαρχίας Πάφου, όπου οι σχηματισμοί του συμπλέγματος των Μαμωνιών, καθώς επίσης οι σχηματισμοί της Κανναβιού, του Κάθηκα και της Μονής δομούν το υπόβαθρο πολλών πρηνών.

Η αποκόλληση βράχων είναι σύνηθες φαινόμενο και σε παράκτια πρηνή (π.χ. Αγία Νάπα, Πέγεια), όπου η συνεχής διάβρωση της βάσης τους από τα κύματα σε συνδυασμό με τις τοπικές γεωλογικές συνθήκες μπορούν να προκαλέσουν αποσταθεροποίηση μικρών ή μεγάλων ογκολίθων. Οι καταρρεύσεις βράχων επηρεάζουν άμεσα τόσο την ασφάλεια όσο και την περιουσία των ανθρώπων, καθώς και έργα υποδομής, συνήθως δρόμους. Χαρακτηριστικά παραδείγματα παρατηρήθηκαν σε διάφορα ορεινά ή ημιορεινά χωριά και σε αγροτικές περιοχές διαφόρων επαρχιών (Επισκοπή Πάφου, Πελέντρι, Πρόδρομος, Πεδουλάς, Αγρός, Παλαιχώρι, Λεμύθου, Ακρούντα, Γερμασόγεια, Βαβατσινιά, Σταυροβούνι, Μουτουλλάς κτλ.).

#### 4.6 Καθιζήσεις

Καθίζηση είναι η υποχώρηση ενός τεχνικού έργου, που προκαλείται από το βάρος του και τη σχετική συμπίεση και παραμόρφωση του υποκείμενου εδάφους. Το φαινόμενο αυτό συνδέεται βασικά με τη γεωλογική δομή και τις μηχανικές ιδιότητες του υπεδάφους, που παραλαμβάνει τα φορτία του έργου. Γι' αυτό, η ακριβής γνώση των γεωλογικών συνθηκών είναι ουσιώδης προϋπόθεση γι' αποφυγή σχετικών προβλημάτων (ανάπτυξη ρωγμών, μετατοπίσεις, ολικές αστοχίες κτλ.). Ορισμένοι τύποι εδαφών παρουσιάζουν πιο συχνά ή πιο έντονα φαινόμενα καθιζήσεων. Στην Κύπρο τέτοιοι τύποι εδαφών είναι οι μάργες, οι διογκούμενοι άργιλοι, οι παράκτιες, χαλαρές και οργανικές προσχώσεις και οι τεχνητές επιχωματώσεις.

##### 4.6.1 Οι μάργες

Η μάργα συγκαταλέγεται στα λεγόμενα «συνεκτικά εδάφη» και αποτελεί μείγμα ασβεστολιθικού και αργιλικού ιζήματος, στο οποίο το ποσοστό ανθρακικού ασβεστίου ( $\text{CaCO}_3$ ) κυμαίνεται μεταξύ 35 - 65%. Η πιο σημαντική μάργα στη Κύπρο σε σχέση με το δομημένο περιβάλλον είναι η πλειοκαινική μάργα του σχηματισμού της Λευκωσίας, που δομεί το υπόβαθρο της ομώνυμης περιοχής αλλά και άλλων περιοχών του νησιού.

Η μάργα αυτή έχει αργιλοϊλυώδη κοκκομετρική σύσταση και χαρακτηρίζεται από ψηλή έως πολύ ψηλή πλαστικότητα, ένεκα της ψηλής περιεκτικότητας της στο αργιλικό ορυκτό του μοντμοριλλονίτη. Χαρακτηρίζεται επίσης από φαινόμενα διόγκωσης και συρρίκνωσης σε συνθήκες αλλαγής της φυσικής της υγρασίας. Σε σχέση με αυτά τα φαινόμενα, ιδιαίτερης σημασίας είναι η ενεργός ζώνη της μάργας, η οποία εκτείνεται σε βάθος μέχρι 5 m περίπου από την επιφάνεια του εδάφους, όπου επικρατούν οι μεγαλύτερες εποχικές διακυμάνσεις της φυσικής υγρασίας.

Από τα πιο πάνω συμπεραίνεται ότι η μηχανική συμπεριφορά της μάργας της Λευκωσίας είναι συνάρτηση της επίδρασης του νερού και της περιεκτικότητάς της σε άργιλο, ιδιαίτερα σε μοντμοριλλονίτη. Τούτο εξηγεί και τη συχνή εμφάνιση διαφόρων ρωγμών σε σχετικά μεγάλο αριθμό οικοδομών, ιδιαίτερα δε σ' εκείνες που έχουν θεμελιωθεί σε μικρό βάθος μέσα στο στρώμα αυτό. Πολλές συνοικίες των πόλεων Λευκωσίας και Λάρνακας, καθώς και αριθμός χωριών (π.χ. Πισσούρι) αντιμετωπίζουν σχετικά προβλήματα.

#### 4.6.2 Οι διογκούμενοι άργιλοι

Ορισμένοι γεωλογικοί σχηματισμοί αργιλικής σύστασης, που περιέχουν το ορυκτό μοντμοριλλονίτη και ανήκουν έτσι στην κατηγορία των μπεντονιτικών εδαφών, χαρακτηρίζονται από ψηλή πλαστικότητα και εξίσου ψηλή δυνητικότητα διόγκωσης - συρρίκνωσης κάτω από συνθήκες εναλλασσόμενης ύγρανσης-αποξήρανσης. Το καλοκαίρι οι σχηματισμοί αυτοί, ένεκα της αποξήρανσης και της συνεπακόλουθης μείωσης του όγκου τους, συρρικνώνονται και εμφανίζουν σωρεία ακανόνιστων ρωγμών διαφόρου μεγέθους, ενώ το χειμώνα όταν υγραίνονται, διογκώνονται λόγω απορρόφησης νερού και γίνονται έτσι πολύ πλαστικοί με αποτέλεσμα να μειώνεται η αντοχή τους και ν' αυξάνεται η συμπιεστότητά τους.

Οι χαρακτηριστικότεροι διογκούμενοι άργιλοι στην Κύπρο ανήκουν στους σχηματισμούς της Κανναβιού, του Κάθηκα και της Μονής, καθώς και στο συνονθύλευμα των Μαμωνιών (*Mélange*), εκτεταμένες εμφανίσεις του οποίου απαντούνται στην περιοχή της Πάφου. Αξιοσημείωτη διογκωσιμότητα παρουσιάζουν οι κατώτερες μάργες του σχηματισμού των Λευκάρων.

Τα προβλήματα, που εμφανίζονται στις περιοχές με διογκούμενες αργίλους, είναι βασικά μεγάλες εποχιακές μετατοπίσεις (καθιζήσεις - ανυψώσεις) κτιρίων, δεξαμενών και άλλων, συχνά γραμμικών έργων, π.χ. οδοστρωμάτων (όπως στον αυτοκινητόδρομο παρά το Πεντάκωμο), οχετών, υδραγωγών κτλ. Επίσης, προκαλούνται συχνά διάφορες αστοχίες πρανών, με χαρακτηριστικό παράδειγμα στην περιοχή του χωριού Άρμου, όπου ολόκληρο οικοδομικό τετράγωνο με 6 κατοικίες έχει μετακινηθεί.

#### 4.6.3 Οι παράκτιες χαλαρές και οργανικές προσχώσεις

Οι παράκτιες ζώνες, ιδιαίτερα εκείνες των πόλεων Λάρνακας και Λεμεσού, δομούνται από σχετικά πρόσφατες, χαλαρές και κατά τόπους οργανικές προσχώσεις. Το πάχος τους είναι σχετικά μεγάλο και φθάνει π.χ. τα 30 m τουλάχιστο στη ζώνη της Λάρνακας και τα 40 m στη ζώνη της Λεμεσού. Οι προσχώσεις αυτές παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα, τα πιο συχνά από τα οποία απαντώνται στις περιπτώσεις όπου:

- α. η άμμος παρουσιάζεται χαλαρή - πολύ χαλαρή,
- β. η αργιλοίλος (μείγμα μεταβλητού ποσοστού αργίλου και ιλύος) είναι πολύ μαλακή, και
- γ. η οργανική ύλη (προϊόν αποσύνθεσης διαφόρων θαλάσσιων φυτών, κυρίως των Ποσειδωνίων φυκιών) δημιουργεί ενστρώσεις με χαμηλή αντοχή, και πολύ ψηλή συμπίεστικότητα.

Οι συνθήκες θεμελίωσης μέσα στις προσχώσεις αυτές είναι πολύ επιρρεπείς σε σοβαρές καθιζήσεις, με αποτέλεσμα η κατασκευή κτιρίων και άλλων τεχνικών έργων να απαιτεί πάντοτε ιδιαίτερη προσοχή στο θέμα της θεμελίωσης. Οι προσχώσεις αυτές είναι ακόμη επιρρεπείς και σε φαινόμενα ρευστοποίησης κάτω από σεισμικές συνθήκες.

Εκτός των πιο πάνω προβλημάτων η παρουσία αβαθούς υπόγειου νερού, συχνά εμπλουτισμένου με ψηλή περιεκτικότητα σε άλατα, προκαλεί και προβλήματα ανθεκτικότητας του σκυροδέματος ή και του οπλισμού των θεμελίων. Γι' αυτό, η επιλογή κατάλληλου τύπου σκυροδέματος, ανθεκτικού στην πιο πάνω χημική διάβρωση, αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη διασφάλιση της αντοχής τους.

Οι συνθήκες αυτές δημιουργούν επίσης προβλήματα, που επιβάλλουν πολυδάπανες λύσεις στην αποστράγγιση βαθιών εκσκαφών. Οι εκσκαφές απαιτούν ιδιαίτερα προσεκτική μελέτη, ιδίως όταν γίνονται πλησίον κτιρίων ή άλλων τεχνικών έργων, ώστε αυτά να μην αποσταθεροποιηθούν.

Με βάση τα πιο πάνω γίνεται σαφές, ότι οι προσχώσεις αυτές μαζί με τις διογκούμενες μπεντονιτικές αργίλους και τις μάργες αποτελούν τους πλέον ευπαθείς γεωλογικούς σχηματισμούς στον κυπριακό χώρο.

#### 4.6.4 Οι τεχνητές επιχωματώσεις και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες

Διάφορες τοποθεσίες στην Κύπρο και ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές καλύπτονται από τεχνητές επιχωματώσεις, δηλαδή φερτά υλικά, που συνήθως προέρχονται από κατεδαφίσεις κτιρίων, εκσκαφές και λατομεύσεις. Τα υλικά αυτά χαρακτηρίζονται κυρίως από ανομοιόμορφη σύσταση και μηχανική συμπεριφορά (αντοχή). Η τελευταία εξαρτάται βασικά από τη κοκκομετρική διαβάθμιση και το βαθμό συμπίεσης των υλικών.

Η θεμελίωση τεχνικών έργων πάνω σε τέτοιες τεχνητές επιχωματώσεις πρέπει γενικά ν' αποφεύγεται. Τέτοιο παράδειγμα προς αποφυγή είναι η πρόσφατη ολική αποσταθεροποίηση οικοδομικού συγκροτήματος στην κοινότητα της Τάλας, που οδήγησε τις κρατικές αρχές στην ολοκληρωτική κατεδάφισή του. Σε περιπτώσεις, όμως, αναπόφευκτης κατασκευής έργων επιβάλλεται, α) η απομάκρυνση των επιχωματώσεων και η έδραση των φερόντων στοιχείων των έργων πάνω στο φυσικό υπόβαθρο ή β) η αντικατάσταση των επιχωματώσεων με άλλα κατάλληλα και επαρκώς συμπίεσμένα υλικά ή γ) η χρήση πασσάλων μέχρι το υγιές, φυσικό υπόβαθρο.

Στην Κύπρο επιχωματώσεις έχουν εντοπιστεί σε διάφορες περιοχές. Κλασσικά παραδείγματα είναι στην Αγλαντζιά, την Αγία Παρασκευή στη Λευκωσία, την Ακρόπολη και το Στρόβολο, όπου τα υλικά των επιχωματώσεων αποτελούνται κυρίως από στείρα προϊόντα παλαιών και πρόσφατων λατομεύσεων για εκμετάλλευση πωρόπετρας και χρήση της στην οικοδομική βιομηχανία. Στην κατηγορία των τεχνητών επιχωματώσεων συγκαταλέγονται

επίσης τα ερείπια παλαιών (ιστορικών) πόλεων, όπως του Κιτίου, της Αμαθούνας, της Πάφου κτλ., πάνω στα οποία αναπτύχθηκε σταδιακά τμήμα ή τμήματα των σύγχρονων πόλεων της Λάρνακας, Λεμεσού και Πάφου.

Εκτός των πιο πάνω περιπτώσεων υπάρχουν χώροι και τοποθεσίες, όπου η ανθρώπινη δραστηριότητα επηρέασε αισθητά το έδαφος και διαμόρφωσε ανάλογα τεχνητές συνθήκες θεμελίωσης, όπως οι σήραγγες (λαγούμια/βάτες), που στα παλαιότερα χρόνια αποτελούσαν τα συστήματα υδατοπρομήθειας πόλεων και χωριών και κατέληγαν συνήθως στην πηγή του χωριού ή σε κεντρικό πηγάδι.

#### 4.7 Ρευστοποίηση της άμμου

Οι παράκτιες, χαλαρές και οργανικές προσχώσεις της νότιας Κύπρου περιέχουν, εκτεταμένα στρώματα από ομοιόμορφα διαβαθμισμένα λεπτή άμμο με ψηλό φρεάτιο ορίζοντα. Τα στρώματα αυτά είναι επιρρεπή σε ρευστοποίηση μετά από ισχυρή σεισμική δόνηση και συνεπώς ευάλωτα σε σημαντική απώλεια της συνοχής τους με αποτέλεσμα να είναι δυνατό να προκαλέσουν σοβαρές καταβυθίσεις, αποκλίσεις ή ολικές αστοχίες των υπερκείμενων έργων. Η πιθανότητα αυτή είναι σχετικά μεγάλη στις νότιες ακτές της Κύπρου λόγω και της ψηλής σεισμικότητας του ευρύτερου χώρου. Γι' αυτό, ο σχολαστικός αντισεισμικός σχεδιασμός των έργων και ιδίως των πολυώροφων κτιρίων, η επιλογή του κατάλληλου τύπου θεμελίωσης καθώς και η χρήση ανθεκτικών δομικών υλικών αποτελούν για τις περιοχές αυτές σημαντικότερη προϋπόθεση διασφάλισης της ευστάθειάς τους. Ως εκ τούτου, η νέα μόδα στην οικοδομική βιομηχανία που αναλώνεται στην ανέγερση πολυώροφων κτηρίων, κυρίως στις παραλιακές περιοχές Λάρνακας και Λεμεσού θεωρείται πρόκληση για τις επιστήμες της τεχνικής (μηχανικής) γεωλογίας και της γεωτεχνικής μηχανικής.

#### 4.8 Αποσάθρωση και διάβρωση των γεωλογικών σχηματισμών

Η χημική και μηχανική μεταβολή/αλλοίωση των γεωλογικών σχηματισμών με αποτέλεσμα την εξασθένησή τους, προέρχεται από τις μακροχρόνιες διεργασίες της αποσάθρωσης και της διάβρωσης. Η κατανόηση των διεργασιών αυτών και των συνεπακόλουθων μεταβολών είναι βασική προϋπόθεση για τη σωστή εκτίμηση της συμπεριφοράς του εδάφους.

##### 4.8.1 Η αποσάθρωση

Ο όρος αυτός περιλαμβάνει όλες τις μηχανικές και χημικές - οργανικές μεταβολές, που συνεργούν στην εξασθένηση ή και στην καταστροφή των γεωλογικών σχηματισμών και γι' αυτό διακρίνουμε τη μηχανική και χημική αποσάθρωση.

Η μηχανική αποσάθρωση επηρεάζει βασικά τη δομή των γεωλογικών σχηματισμών και συντελεί στο σταδιακό κατακερματισμό και την αποδυνάμωσή τους. Τα κυριότερα αίτια είναι οι απότομες θερμοκρασιακές μεταβολές, ο παγετός, το νερό, οι ρίζες των δέντρων, οι τεκτονικές επιδράσεις και οι κατολισθήσεις. Στην Κύπρο φαινόμενα μηχανικής αποσάθρωσης παρατηρούμε σε όλους γενικά τους σχηματισμούς, ιδιαίτερα όμως στη “ζώνη αποσάθρωσης” των βραχωδών στρωμάτων, που συντείνουν στην αποδυνάμωση και βαθμιαία απώλεια της συνοχής των πετρωμάτων και των εδαφών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι ο χονδρόκοκκος γάββρος, που αποσυντίθεται βαθμιαία σε άμμο, οι λάβες που αποσαθρώνονται σταδιακά σε μπεντονιτική αργιλοίλυ κ.λ.π..

Η χημική αποσάθρωση είναι γνωστή με τον όρο Καρστ (από την τοπωνυμία Carso στις δαλματικές Άλπεις της Γιουγκοσλαβίας) και είναι το αποτέλεσμα χημικής διάλυσης υδροδιαλυτών ορυκτών και πετρωμάτων, όπως π.χ. το ορυκτό άλας (NaCl), η γύψος (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) και ανθρακικά πετρώματα (ασβεστόλιθος). Στην Κύπρο σοβαρά καρστικά φαινόμενα υπό μορφή επιφανειακών και υπόγειων κενών (σπήλαια, καταβόθρες, χοάνες κ.λ.π.) παρουσιάζονται μέσα σε γυψούχα στρώματα στις περιοχές Νήσου – Πέρα Χωριού, Μαρωνιού, Αραδίππου, Κάθηκα, Μουτταγιάκας, Αγίου Αθανασίου Λεμεσού, Καλαβασού κ.λ.π. Τα κενά αυτά, όταν ευρίσκονται πλησίον της επιφάνειας του εδάφους, αποτελούν επικίνδυνες «παγίδες» για τα θεμέλια τεχνικών έργων. Στις περισσότερες περιπτώσεις βρίσκονται μέσα ή πλησίον της κοίτης των ποταμών και εκδηλώνονται μετά από ισχυρές βροχοπτώσεις και συνακόλουθη ροή των ποταμών. Σε περιοχές των κοινοτήτων Πέρα Χωριό – Νήσου και Τόχνης και συγκεκριμένα εντός της κοίτης των παραπλήσιων ποταμών αλλά και πλησίον αυτών, καθορίστηκαν «Λευκές Ζώνες» δηλαδή περιοχές εντός των οποίων απαγορεύεται η οποιαδήποτε ανάπτυξη, ακριβώς λόγω των πιο πάνω προβλημάτων.

Έγκοιλα καρστικής προέλευσης μπορούν επίσης να παρατηρηθούν σε ασβεστολιθικά πετρώματα. Χαρακτηριστικές, μεγάλες δομές σε ασβεστολιθικά πετρώματα έχουν αναπτυχθεί στον Πενταδάκτυλο. Οι δομές αυτές συνοδεύονται συχνά από μεγάλες πηγές (κεφαλόβρυσα ή κεφαλάρια), οι οποίες (προς το παρόν τουλάχιστο) έχουν στερέψει.

#### 4.8.2 Η διάβρωση

Η διάβρωση είναι το σύνολο των διεργασιών απόσπασης και μεταφοράς σε άλλη θέση συστατικών ή προϊόντων στρωμάτων, που προέρχονται από την αποσάθρωσή τους. Γι' αυτό, τόσο η αποσάθρωση όσο και η διάβρωση είναι συνεργιστικά φαινόμενα στη γεωλογική αλλά και στη μορφολογική μεταβολή (του ανάγλυφου) του εδάφους.

Η θαλάσσια διάβρωση είναι ένα σημαντικό είδος διάβρωσης στην Κύπρο. Ο βαθμός της επίδρασής της εξαρτάται από το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά της κυματικής δράσης, το είδος και τα τεχνικογεωλογικά χαρακτηριστικά των στρωμάτων και βέβαια την ανθεκτικότητα των έργων, που είναι κατασκευασμένα σε παράκτιες περιοχές. Χαρακτηριστικά παραδείγματα θαλάσσιας διάβρωσης στην Κύπρο είναι οι Θαλασσινές Σπηλιές στη Πέγεια και την Αγία Νάπα, τα απόκρημνα πρανή στην περιοχή της Πέτρας του Ρωμιού, οι αποσταθεροποιήσεις - καταρρεύσεις βράχων σε διάφορα άλλα παράκτια πρανή, όπως στις παραλίες του Πρωταρά, η υποχώρηση της ακτογραμμής σε αρκετές παραλίες, όπως στην παραλία της Ακτής του Κυβερνήτη και η δημιουργία κόλπων και κοιλοτήτων. Παραδείγματα θαλάσσιας διάβρωσης σε ανθρώπινες κατασκευές είναι η διάβρωση λιμενικών εγκαταστάσεων, αποβάθρων, κυματοθραυστών και μόλων, όπως στο Δασούδι της Πόλεως Χρυσοχούς, οι κατά τόπους καθιζήσεις τους, η (μηχανική –χημική) μείωση της ανθεκτικότητας των δομικών υλικών παράκτιων κτιρίων, η υποσκαφή των θεμελίων τους και η διάβρωση παραλιακών δρόμων.