

3. ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΥΠΟΘΑΛΑΣΣΙΟΥ ΧΩΡΟΥ

3.1 Εισαγωγή

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του υποθαλάσσιου χώρου δεν αναπτύσσονται τυχαία αλλά συνδέονται με διεργασίες που οφείλονται τόσο στο εσωτερικό της γης όσο και σε ιζηματολογικά και βιογενή αίτια. Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε τις γεωμορφολογικές ενότητες του υποθαλάσσιου χώρου, πως αυτές ταξινομούνται και πια είναι τα βαθύτερα αίτια που δημιουργούν και μετεξελίσσουν τα διάφορα χαρακτηριστικά του πυθμένα.

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ωκεάνιων λεκανών χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Στα ηπειρωτικά περιθώρια, εκεί δηλαδή που είναι τα όριά τους με τις ηπείρους και στον βαθύ ωκεάνιο πυθμένα. Το κάθε ένα από αυτά περιλαμβάνει διάφορα μορφολογικά γνωρίσματα που φαίνονται στον Πίνακα 3.1.1.

Η κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών με όλα τα συνεπακόλουθα φαινόμενα, δημιουργεί τα κυριότερα και τα πιο έντονα μορφολογικά χαρακτηριστικά του ωκεάνιου πυθμένα. Τα υποθαλάσσια μορφολογικά χαρακτηριστικά έχουν σημαντική επίδραση στην ωκεάνια κυκλοφορία και επηρεάζουν τον χαρακτήρα των νερών μιας περιοχής. Π.χ. αν δύο γειτονικές λεκάνες χωρίζονται από μία υποθαλάσσια ράχη τότε τα νερά που βρίσκονται βαθύτερα από τη ράχη δεν μπορούν να κινηθούν από τη μια λεκάνη στην άλλη. Επίσης εκατοντάδες χιλιάδες υποθαλάσσια όρη είναι διάσπαρτα στον πυθμένα των ωκεανών, επιδρώντας στη ροή των θαλασσίων ρευμάτων με τη δημιουργία αναταράξεων και τουρβιδισμού που οδηγούν σε κατακόρυφη ανάμιξη των νερών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1.1

Ηπειρωτικά περιθώρια:

Ατλαντικού Τύπου (Παθητικά περιθώρια)

Υφαλοκρηπίδα

Ηπειρωτική κατωφέρεια

Κάνυον

Ηπειρωτικό κύρτωμα

Ριπίδια τουρβιδιτικών αποθέσεων

Ειρηνικού Τύπου (Ενεργά Περιθώρια)

Υφαλοκρηπίδα

Ηπειρωτική Κατωφέρεια

Κάνυον

Περιφερειακή Τάφρος

Βαθύς ωκεάνιος πυθμένας

Μέσο- ωκεάνιες Ράχεις (Έχουμε δύο τύπους)

Ridge (μέσο-ωκεάνιες ράχεις)

Rise (μέσο- ωκεάνιες ανυψώσεις)

Ρηξιγενείς Ζώνες

Ρήγματα μετασχηματισμού

Αδρανείς ρηξιγενείς ζώνες

Αβυσσικά πεδία
Αβυσσικοί λόφοι (<1000m)
Υποθαλάσσια όρη (>1000m)
Τραπεζοειδή όρη (Guyot)
Ατόλες
Νησιωτικά τόξα και Τάφροι
Βαθιά Τάφρος
Κατωφέρεια
Τοξοειδές Νησιώτικο σύμπλεγμα
Αβαθής περιφερειακή θάλασσα
Γραμμικά Νησιωτικά Συμπλέγματα
Κατωφέρεια
Ηφαιστειακά Νησιά σε γραμμική διάταξη.

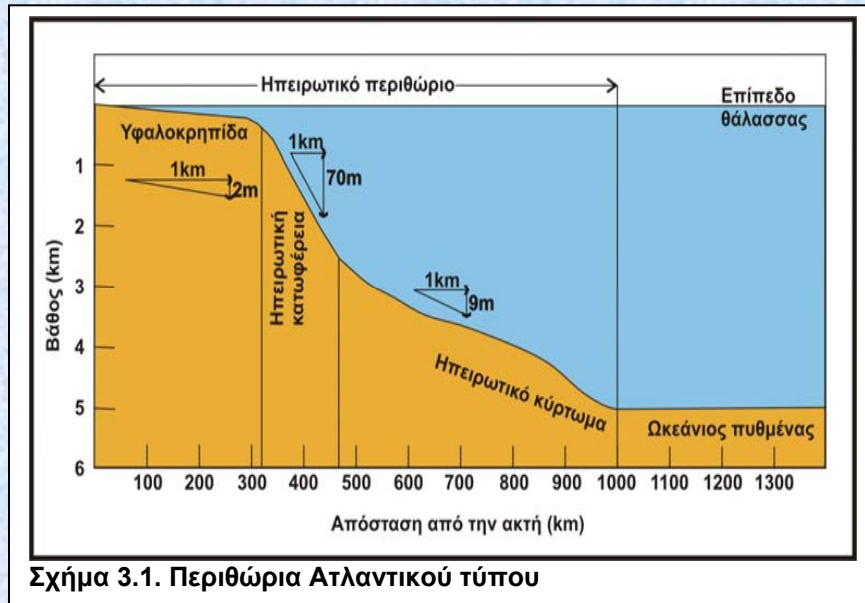
Η μελέτη των λιθοσφαιρικών πλακών είναι αντικείμενο της Γεωφυσικής και της Γεωλογίας, αλλά εδώ θα αναφερθούμε σ' αυτήν μόνο στο βαθμό που χρειάζεται για να ερμηνευτούν μορφολογικά χαρακτηριστικά του ωκεάνιου πυθμένα.

3.2 Ηπειρωτικά Περιθώρια (Γενικά χαρακτηριστικά)

Τα ηπειρωτικά περιθώρια χωρίζονται σε δύο βασικούς τύπους στα περιθώρια **Ατλαντικού** και **Ειρηνικού** τύπου.

3.2.1 Περιθώρια Ατλαντικού Τύπου

Τα περιθώρια **Ατλαντικού τύπου**, θεωρούνται και **παθητικά περιθώρια**, είναι περιοχές όπου υπάρχει ομαλή μετάβαση από τον ωκεάνιο στον ηπειρωτικό φλοιό (Σχήμα **3.1**).



Σχήμα 3.1. Περιθώρια Ατλαντικού τύπου

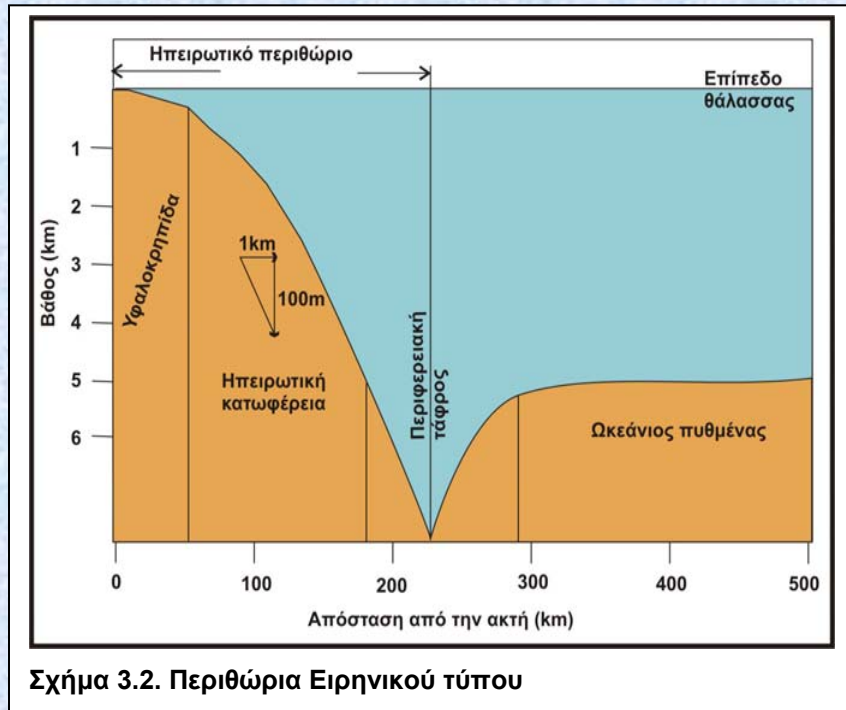
Στα περιθώρια αυτά η **υφαλοκρηπίδα** έχει μεγάλο πλάτος και μικρή κλίση (0.2% ή 0.2°). Η ομαλή μετάβαση προς τον ωκεανό δημιουργεί τις προϋποθέσεις για μεγάλες λεκάνες απορροής στη γειτονική ήπειρο, με αποτέλεσμα τη δημιουργία σημαντικών ποταμών οι οποίοι μεταφέρουν και αποθέτουν στην υφαλοκρηπίδα τεράστιες ποσότητες ιζημάτων. Παραδείγματα τέτοιων ποτάμιων συστημάτων είναι ο ποταμός Hudson στην Νέα Υόρκη, ο π. Αμαζόνιος στην Ν. Αμερική, και ο π. Κόνγκο στην Δ. Αφρική.

Μετά την υφαλοκρηπίδα ακολουθεί η **ηπειρωτική κατωφέρεια** με μεγάλες κλίσεις (μέση κλίση 7% ή 3°-4°). Χαρακτηριστικό της ηπειρωτικής κατωφέρειας είναι η ύπαρξη υποθαλάσσιων **κάνυον**, μέσα στα οποία δημιουργούνται τουρβιδιτικά ρεύματα που μεταφέρουν βίαια ιζήματα προς τα χαμηλότερα και τα αποθέτουν βαθύτερα στο **ηπειρωτικό κύρτωμα**, σχηματίζοντας ριπίδια απόθεσης και κανάλια διανομής της ροής. Το ηπειρωτικό κύρτωμα βρίσκεται στη ζώνη μετάβασης από το ηπειρωτικό στον ωκεάνιο φλοιό και έχει κλίσεις περίπου 0.9% ή 0.5°.

Ο βαθύς ωκεάνιος πυθμένας κοντά στις περιοχές των περιθωρίων ατλαντικού τύπου είναι σχετικά ομαλός γιατί καλύπτεται από σημαντικό πάχος χερσογενών ιζημάτων που μεταφέρονται και διανέμονται με τα ρεύματα βάρους από τη γειτονική ήπειρο.

3.2.2 Περιθώρια Ειρηνικού Τύπου

Τα περιθώρια **Ειρηνικού τύπου** που θεωρούνται και **ενεργά περιθώρια**, αποτελούν ζώνες σύγκλισης της ωκεάνιας λιθσφαιρικής πλάκας κάτω από την ηπειρωτική (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2. Περιθώρια Ειρηνικού τύπου

Στα περιθώρια αυτά η **υφαλοκρηπίδα** είναι στενή έως ανύπαρκτη και ακολουθεί **ηπειρωτική κατωφέρεια** με μεγάλη κλίση. Έχουν μετρηθεί μέγιστες τιμές ως και 46% (25°), αλλά η μέση κλίση της κατωφέρειας είναι περίπου 10% (6°). Η ηπειρωτική κατωφέρεια καταλήγει σε μια **βαθιά περιφερειακή τάφρο** που αποτελεί και το χαρακτηριστικό γνώρισμα αυτού του τύπου του ηπειρωτικού περιθωρίου.

Οι συμπιεστικές δυνάμεις και η ηφαιστειακή δραστηριότητα έχουν δημιουργήσει έντονο ανάγλυφο στη γειτονική χέρσο, με αποτέλεσμα οι λεκάνες απορροής να έχουν περιορισμένη έκταση. Τα ποτάμια συστήματα μεταφέρουν μεν μεγάλες ποσότητες υλικών, εξαιτίας του έντονου ανάγλυφου, αλλά η μικρή έκταση του υδρογραφικού δικτύου και οι μεγάλες κλίσεις του πυθμένα δεν βοηθούν στη δημιουργία εκτεταμένης υφαλοκρηπίδας. Στην απότομη ηπειρωτική κατωφέρεια τα αποτιθέμενα κλαστικά υλικά βρίσκονται σε αστάθεια. Υποθαλάσσιες κατολισθήσεις, λασποροές και βίαια τουρβιδιτικά ρεύματα μέσα σε υποθαλάσσια κάνυον μεταφέρουν τα υλικά στην περιφερειακή τάφρο.

Συνέπεια των διεργασιών αυτών είναι ο βαθύς ωκεάνιος πυθμένας, κοντά στα περιθώρια Ειρηνικού τύπου, να είναι καλυμμένος με ελάχιστα χερσογενή ιζήματα γιατί το σύνολό τους παγιδεύεται στην περιφερειακή τάφρο. Τα χαρακτηριστικά του ωκεάνιου πυθμένα, μετά την περιφερειακή τάφρο, όπως οι αβυσσαλοί λόφοι, τα υποθαλάσσια όρη, οι ρηξιγενείς ζώνες κ.τ.λ. είναι ιδιαίτερα έντονα στον Ειρηνικό ωκεανό.

3.2.3 Μορφολογικά χαρακτηριστικά Ηπειρωτικών Περιθωρίων

3.2.3.1 Υφαλοκρηπίδα

Η ποσότητα του νερού των ωκεανών ξεπερνά τον όγκο που έχουν οι ωκεάνιες λεκάνες, έτσι κάποια ποσότητά του υπερχειλίζει και καλύπτει χαμηλές περιοχές του ηπειρωτικού φλοιού. Οι περιοχές αυτές αποτελούν τις θάλασσες της υφαλοκρηπίδας και το βάθος τους δεν ξεπερνά τα 200m.

Μερικές από τις θάλασσες αυτές, όπως η Θάλασσα της Νότιας Κίνας, έχουν περισσότερο από 1100Km πλάτος. Πολλές είναι σχετικά ρηχές με τυπικά βάθη 50-100m. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι περιοχές αυτές στη διάρκεια του Πλειστόκαινου ως σήμερα υφίστανται διαρκείς εναλλαγές μεταξύ θαλάσσιου και χερσαίου περιβάλλοντος καθώς η στάθμη του νερού ανεβοκατεβαίνει κατά 120-180m μεταξύ παγετωδών - μεσοπαγετωδών περιόδων. Μερικές από τις πιο σημαντικές αυτές θάλασσες είναι: Η Θάλασσα της Ανατολικής Κίνας, η Βερύγγειος Θάλασσα, η Βόρειος Θάλασσα, η Παταγονική υφαλοκρηπίδα, η Σιβηρική υφαλοκρηπίδα κ.α. Οι υφαλοκρηπιδικές θάλασσες είναι συνήθως περιοχές με μεγάλη βιολογική παραγωγικότητα και πληθώρα αλιευμάτων. Λόγω του μικρού τους βάθους είναι επίσης δυνατή η εκμετάλλευση αποθεμάτων υδρογονανθράκων.

Τα ιζήματα της υφαλοκρηπίδας προέρχονται κυρίως από τη γειτονική χέρσο, ιδίως αν βρίσκονται πλησίον μεγάλων ποτάμιων συστημάτων. Τα βιογενή ανθρακικά ιζήματα επικρατούν σε περιοχές με μεγάλη βιολογική παραγωγικότητα και περιορισμένη προσφορά χερσογενών ιζημάτων. Υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση στις διεργασίες και τον τύπο των επικρατούντων ιζημάτων ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της γεωγραφικής περιοχής που βρίσκεται η υφαλοκρηπίδα.

Στην υφαλοκρηπίδα περιοχών με μικρό παλιρροιακό εύρος, όπως οι δικές μας, τα κύματα είναι η κυρίαρχη δύναμη στη μετακίνηση των ιζημάτων. Περιορίζονται όμως μόνο την παράκτια ζώνη. Στα βαθύτερα, τα θαλάσσια ρεύματα μετακινούν τα λεπτότερα ιζήματα όπως την ιλύ και την άργιλο. Αν όμως υπάρχει περιορισμένη προσφορά υλικών από τη γειτονική χέρσο, τότε σημαντικές εκτάσεις της υφαλοκρηπίδας είναι καλυμμένες με υπολειμματικές αμμώδεις αποθέσεις, κατάλοιπα σταδίων της προηγούμενης παγετώδους περιόδου, όταν η στάθμη της θάλασσας ήταν χαμηλότερα.

Αντίθετα, στις υφαλοκρηπιδικές θάλασσες με μεγάλο παλιρροιακό εύρος, όπως η Βόρειος Θάλασσα, τα παλιρροιακά ρεύματα είναι ικανά να μετακινήσουν άμμο και ιλύ σε όλη σχεδόν την έκταση της υφαλοκρηπίδας και σε διάφορες διευθύνσεις. Η άμμος στην περίπτωση αυτή σχηματίζει υποθαλάσσιες θίνες και 'κύματα άμμου' (sand waves) σημαντικού ύψους, που μετακινούνται διαρκώς και αποτελούν κίνδυνο για τα παραπλέοντα μεγάλα πλοία.

Στις τροπικές υφαλοκρηπίδες, όπου επικρατεί η ανάπτυξη των κοραλλιών στα παράκτια, δημιουργείται αβεστολιθική άμμος από τρίμματα κοραλλιών και κελυφών ασπόνδυλων λόγω της κυματικής δράσης.

3.2.3.2 Ηπειρωτική κατωφέρεια - Κάνυον

Η μεγάλη κλίση της ηπειρωτικής κατωφέρειας δημιουργεί αστάθεια στα αποτιθέμενα εκεί ιζήματα με αποτέλεσμα να γίνονται συνεχείς μετακινήσεις προς μεγαλύτερα βάθη. Οι διεργασίες που προξενούν τις μετακινήσεις είναι:

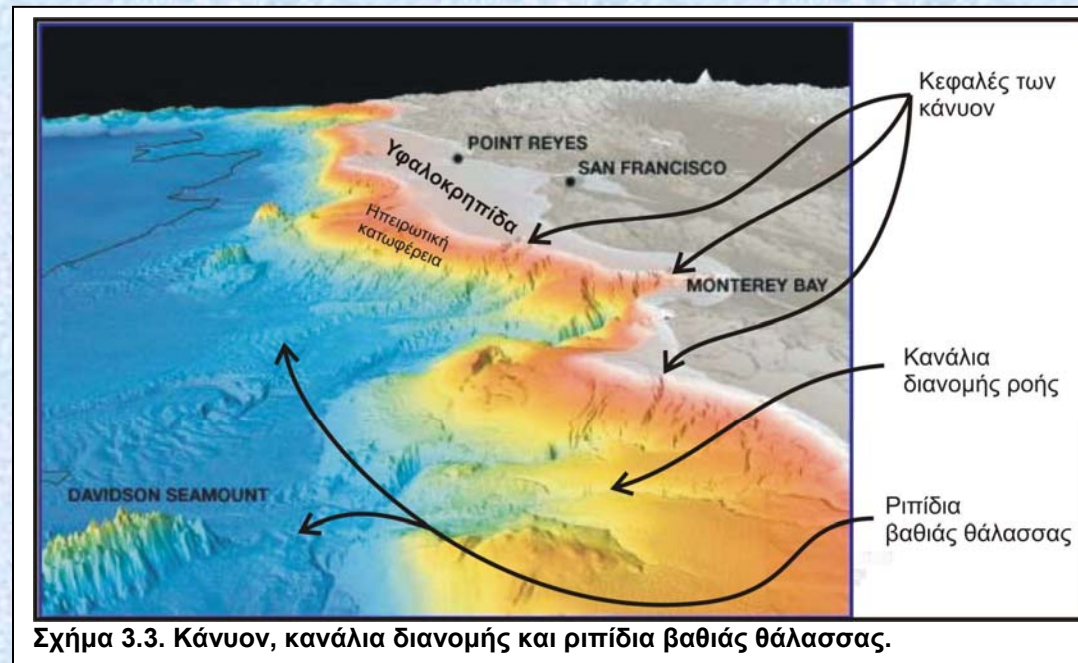
Οι **υποθαλάσσιες κατολισθήσεις** είναι μετακινήσεις τεμαχών χωρίς σημαντική καταστροφή της εσωτερικής δομής των στρωμάτων, κατά

μήκος μιας επιφάνειας διάρρηξης.

Τα *slumps* είναι μετακινήσεις μαζών με μια χαρακτηριστική παραμόρφωση κύλισης, όπου καταστρέφεται μεν η διάταξη των στρωμάτων αλλά παραμένει σε σημαντικό βαθμό η εσωτερική τους υφή, πτυχωμένη και παραμορφωμένη.

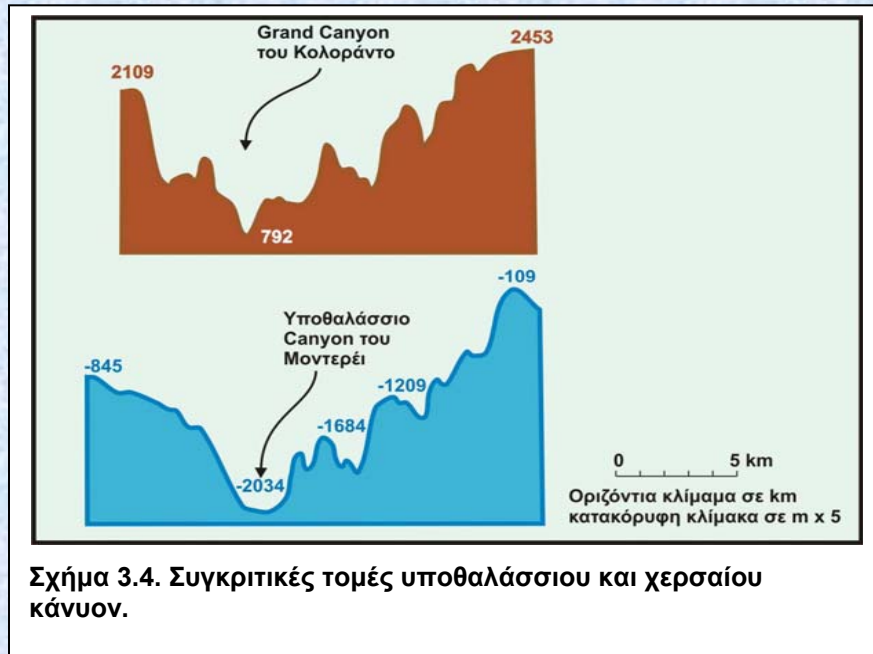
Οι *λασπορροές* είναι μεταφορά ιζημάτων υπό μορφή παχύρρευστου πολτού, ο οποίος ρέει στα βαθύτερα, καταστρέφοντας τελείως την εσωτερική διάταξη των στρωμάτων. Από αυτή τη διεργασία μεταφοράς, κάποια τεμάχια ιζήματος, είναι πιθανόν να διατηρήσουν χαρακτηριστικά της προηγούμενης υφής τους.

Τέλος τα *τουρβιδικά ρεύματα* είναι μεταφορές μίγματος ιζημάτων με νερό, σε σχετικά μεγαλύτερη αραιώση από ότι οι λασπορροές, στα οποία έχει χαθεί κάθε έννοια της συνοχής των κόκκων. Αναπτύσσουν μεγάλη ταχύτητα ροής και στο παρελθόν έχουν γίνει αιτία καταστροφής υποθαλάσσιων καλωδίων. Σήμερα γίνονται λεπτομερείς έρευνες του πυθμένα πριν την πόντιση καλωδίων ώστε να αποφευχθούν οι επικίνδυνες ζώνες. Η απόθεση των μεταφερόμενων υλικών γίνεται όταν μειωθεί σημαντικά η κλίση του πυθμένα, στο ηπειρωτικό κύρτωμα. Τα τουρβιδικά ρεύματα συνήθως αναπτύσσονται μέσα στα κάνυον.



Τα *κάνυον* είναι στην ουσία υποθαλάσσιες χαράδρες (σχήμα 3.3). Συναντώνται στην υφαλοκρηπίδα και στην ηπειρωτική κατωφέρεια. Τα κάνυον της υφαλοκρηπίδας, είναι υπολειμματικό υδρογραφικό δίκτυο από την τελευταία παγετώδη περίοδο.

Τα κάνυον όμως υπάρχουν και σε πολύ μεγάλα βάθη που πολλές φορές ξεπερνούν τα 2000 και 3000m. Είναι εντυπωσιακές οι ομοιότητες που εμφανίζονται σε μερικά υποθαλάσσια κάνυον με τα αντίστοιχα ηπειρωτικά κάνυον. Για παράδειγμα στο σχήμα 3.4 δίνονται δύο μορφολογικές τομές κατά πλάτος ενός υποθαλάσσιου κάνυον, στις ακτές της Καλιφόρνια (Montenery Canyon) και ενός χερσαίου, του περίφημου Grand Canyon των Η.Π.Α..



Σχήμα 3.4. Συγκριτικές τομές υποθαλάσσιου και χερσαίου κάλυου.

Η πλήρης και λεπτομερής επεξήγηση της δημιουργίας τους δεν έχει ακόμη δοθεί. Έχει όμως αποδειχθεί ότι συνδέονται με την ύπαρξη τουρβιδιτικών ρευμάτων. Το κατά πόσο τα τουρβιδιτικά ρεύματα είναι ικανά να διαβρώσουν και να 'κόψουν' τα ιζήματα του πυθμένα σε τόσο μεγάλο βάθος είναι κάτι που χρειάζεται περισσότερη διερεύνηση. Μια άλλη άποψη είναι ότι τα τουρβιδιτικά ρεύματα μέσα στα κάλυου δεν είναι ικανά να διαβρώσουν σε τόσο μεγάλο βαθμό. Η αιτία του έντονου ανάγλυφου είναι η ιζηματογένεση στις γειτονικές περιοχές σε σχέση με την απουσία της μέσα στο κάλυου. Έτσι μετά από κάποιο χρόνο το κάλυου εμφανίζεται βαθύτερο σε σχέση με τη γειτονική του περιοχή.

Παρατηρήθηκε ότι κοντά στις εκβολές μεγάλων ποταμών πάντα αντιστοιχούν μεγάλα κάλυου στην ηπειρωτική κατωφέρεια. Ο Αμαζόνιος π.χ., ο οποίος έχει δημιουργήσει ένα τεράστιο προδέλτα στην υφαλοκρηπίδα, στην ηπειρωτική κατωφέρεια ακολουθεί με ένα επίσης μεγάλο κάλυου με διακλαδώσεις μέσα στο οποίο δημιουργούνται τουρβιδιτικά ρεύματα. Από τη συνεχή προσφορά υλικών και την αστάθεια λόγω της μεγάλης κλίσης της ηπειρωτικής κατωφέρειας έχουν σχηματιστεί ριπίδια απόθεσης που το συνολικό μήκος τους (των κάλυου και των ριπίδιων) είναι περίπου 700km και φθάνει σε βάθος 4750m μέσα στον Ατλαντικό.

Υποθαλάσσια κάλυου βρίσκονται και στην κατωφέρεια, μετά την υφαλοκρηπίδα του Θερμαϊκού, και καταλήγουν ως τον πυθμένα της τάφρου του βορείου Αιγαίου στα 1200m βάθος. Τα μεγάλα ποτάμια της περιοχής όπως ο Αξιός και ο Αλιάκμονας έρεαν επάνω στην υφαλοκρηπίδα του Θερμαϊκού, κατά την διάρκεια της περασμένης παγετώδους περιόδου και είχαν τις εκβολές τους σε σημερινό βάθος περίπου 120m. Το βάθος αυτό είναι πολύ κοντά στην αρχή της κατωφέρειας, έτσι η μεγάλη προσφορά σε ιζήματα έδινε πρόσφορο υλικό για τουρβιδιτικά ρεύματα και τη δημιουργία των κάλυου (Σχήμα 3.5).



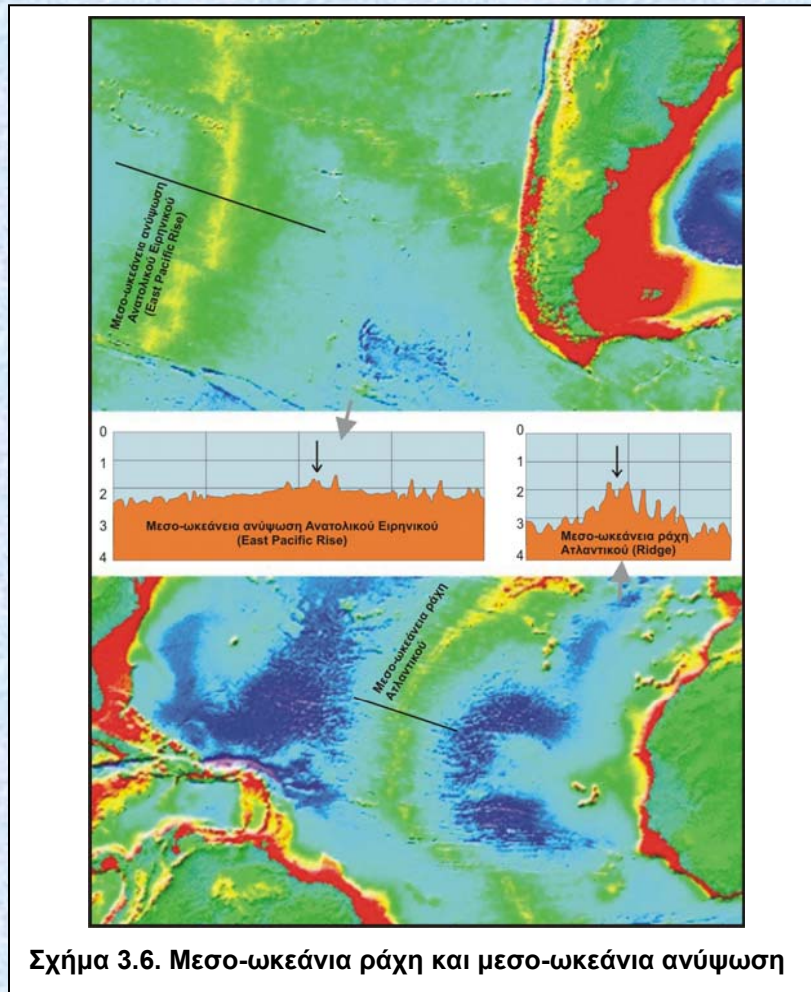
3.2.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά βαθιάς ωκεάνιας λεκάνης

3.2.4.1 Μέσο-ωκεάνιες ράχες και μέσο-ωκεάνιες ανυψώσεις (Mid-ocean Ridges and Rises)

Το σύστημα των μέσο-ωκεάνιων ράχων αποτελεί την πλέον χαρακτηριστική μορφολογική ενότητα της γης γιατί εξαπλώνεται σε όλες τις

ωκεάνιες λεκάνες τις οποίες διασχίζει από άκρο σε άκρο. Το συνολικό μήκος τους παγκόσμια φτάνει τα 65000 Km.

Αποτελεί μια επιμήκη ζώνη έντονης ανώμαλης τοπογραφίας με χιλιάδες υποθαλάσσια όρη που προοδευτικά, το κέντρο της, ανυψώνεται και σχηματίζει μια μικρή τάφρο.



Διακρίνουμε δύο τύπους μέσο-ωκεάνιων ράχων. Στη μία περίπτωση γίνεται έντονη μετάβαση από τον βαθύ πυθμένα προς την κεντρική περιοχή και ονομάζεται μέσο-ωκεάνια ράχη (**Ridge**), όπως συμβαίνει στην περίπτωση του Ατλαντικού. Στη δεύτερη περίπτωση γίνεται ομαλή μετάβαση προς την κεντρική περιοχή και ονομάζεται μέσο-ωκεάνια ανύψωση (**Rise**) π.χ. East Pacific Rise. Η ταχύτητα απομάκρυνσης των λιθοσφαιρικών πλακών έχει άμεση επίπτωση στη μορφολογία και στο αν θα δημιουργηθεί ράχη ή ανύψωση (Ridge or Rise). Μεγάλη ταχύτητα απομάκρυνσης δημιουργεί ήπιο ανάγλυφο, όπως στην περίπτωση του ανατολικού Ειρηνικού όπου η ταχύτητα απομάκρυνσης είναι 16cm/year.

Μικρή ταχύτητα απομάκρυνσης προξενεί έντονο και τραχύ ανάγλυφο, όπως στον Ατλαντικό ωκεανό όπου η ταχύτητα είναι 2.5cm/year (Σχήμα 3.6)

Στο κεντρικό τμήμα της μέσο-ωκεάνιας ράχης (ή ανύψωσης) υπάρχει μια ρηξιγενής τάφρος με έντονη ηφαιστειακή και υδροθερμική δραστηριότητα.

Είναι η θέση από την οποία γίνεται η έξοδος του μάγματος και σχηματίζεται ο νέος ωκεάνιος φλοιός. Οι εφελκυστικές τάσεις που επικρατούν εκεί προξενούν χιλιάδες κατακλάσεις και ρήγματα μέσα από τα οποία το ωκεάνιο νερό εισπίζεται, διεισδύει σε μεγάλο βάθος, διαλύει σημαντικές ποσότητες στοιχείων και μεταλλικών αλάτων και εξέρχεται σαν υπέρθερμο υδροθερμικό ρευστό. Οι εξαιρετικά μεγάλες πιέσεις που επικρατούν στα βάθη αυτά επιτρέπουν στο νερό να αναπτύξει θερμοκρασίες 300° C και πλέον, με αποτέλεσμα την εξαιρετικά μεγάλη διαλυτική του ικανότητα. Το υπέρθερμο νερό εξέρχεται από πόρους του πυθμένα και ψύχεται ταχύτατα στην εξωτερική πλευρά της ροής η οποία έρχεται σε επαφή με το περιβάλλον ωκεάνιο νερό. Έτσι αποθέτει σημαντικές ποσότητες του φορτίου του περιφερειακά του πόρου εξαγωγής με αποτέλεσμα σταδιακά να σχηματίζεται μια 'καμινάδα' μέσα από την οποία εξέρχεται το υπέρθερμο ρευστό (Σχήμα 3.7). Η μεγάλη περιεκτικότητα σε στοιχεία, προσδίδουν στο ρευστό ένα μαύρο χρώμα και το κάνουν να προσομοιάζει με μαύρο καπνό που εξέρχεται από μια καμινάδα. Γύρω από τις ζώνες αυτές αποτίθενται σημαντικές ποσότητες μεταλλικών ορυκτών σχηματίζοντας υδροθερμικά κοιτάσματα.



Σχήμα 3.7. Υδροθερμικά ρευστά εξέρχονται από "καμινάδες στις μέσο-ωκεάνειες ράχες.



Σχήμα 3.8. Μορφές ζωής στις περιοχές που εξέρχονται υδροθερμικά ρευστά στις μεσο-ωκεάνειες ράχες οι οποίες στηρίζονται στην χημειοσύνθεση και ζουν σε συνθήκες απόλυτου σκότους.

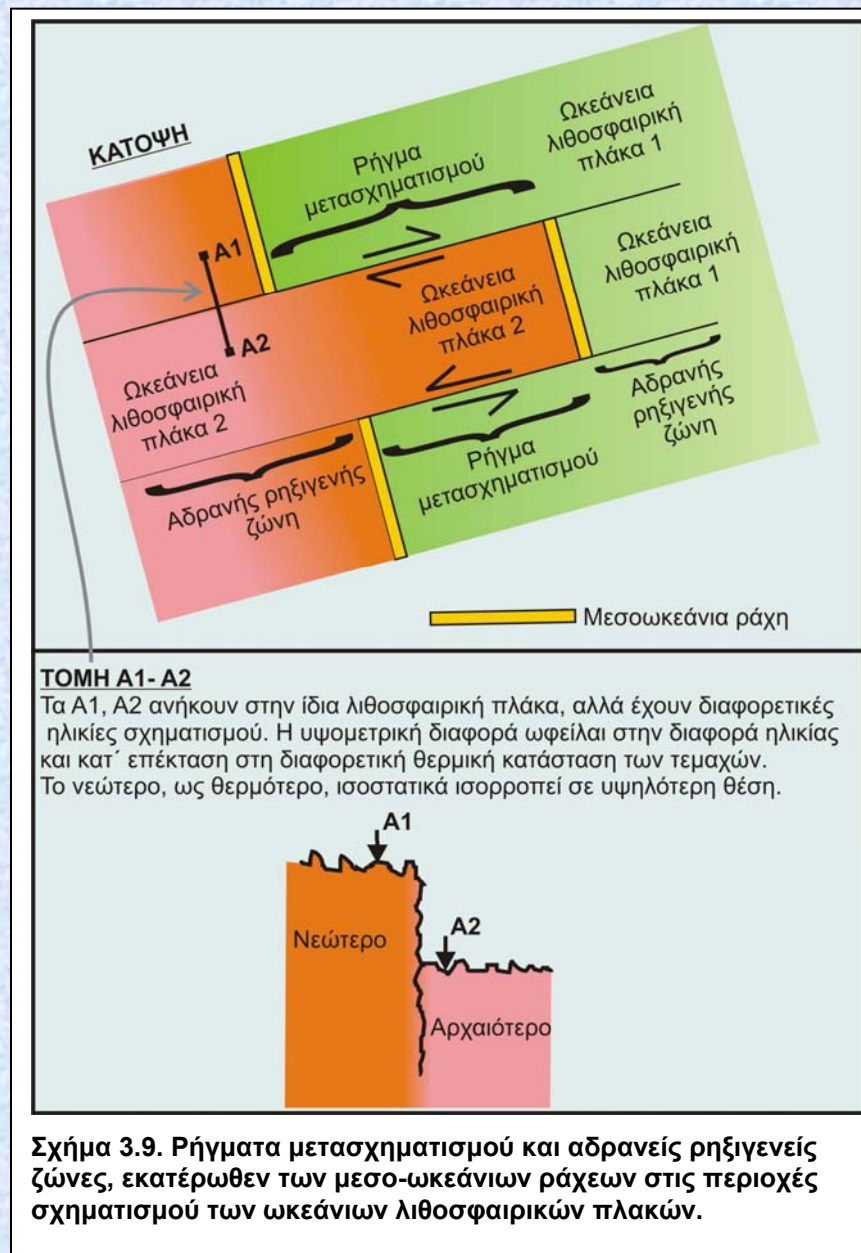
Το 1977 το βαθυσκάφος ALVIN σε μία γεωλογική αποστολή για τη μελέτη της υδροθερμικής δραστηριότητας βρέθηκε μπροστά σε μια πολύ μεγάλη ανακάλυψη βιολογικής σημασίας. Οι περιοχές αυτές όπου εξέρχονται τα υδροθερμικά υπέρθερμα διαλύματα έβριθαν από ζωή και μάλιστα από μορφές ζωής πρωτόγνωρες για την τότε εποχή, σε βάθη που κανένα ίχνος φωτός δεν μπορεί να διεισδύσει. Υπήρχαν, από σκώληκες τεραστίων διαστάσεων (αρκετών μέτρων) μέχρι μαλάκια και ψάρια (Σχήμα 3.8). Έτσι ανακαλύφθηκε ένα ολόκληρο οικοσύστημα το οποίο δεν βασίζεται στην φωτοσύνθεση, αλλά σε μια άλλη διαδικασία την χημειοσύνθεση για να αντλήσει την απαραίτητη ενέργεια για τη ζωή. Η ζωή αυτή βασίζεται στα χημιοαυτότροφα θειο-βακτηρίδια που εκμεταλλεύονται το υδρόθειο και την υποθαλάσσια υδροθερμική δραστηριότητα για την αναπαραγωγή τους, τα οποία με την σειρά τους στηρίζουν τη δημιουργία μιας τροφικής αλυσίδας τελείως διαφορετικής από αυτήν που γνωρίζουμε στην επιφάνεια.

Αυτή η ανακάλυψη έδωσε νέα διάσταση στην έρευνα για αναζήτηση ζωής στο σύμπαν αρχίζοντας από το ηλιακό σύστημα, όπου ερευνώνται πλέον και ουράνια σώματα με ακραίες περιβαλλοντικές συνθήκες.

3.2.4.2 Ρηξιγενείς ζώνες

Οι ρηξιγενείς ζώνες αποτελούν έντονα μορφολογικά χαρακτηριστικά του πυθμένα και βρίσκονται στη ζώνη των μέσο-ωκεάνιων ράχων (Σχήμα 3.9). Είναι γνωστό ότι λόγω τάσεων που δημιουργούνται στις ζώνες δημιουργίας νέου ωκεάνιου φλοιού η μέσο-ωκεάνια ράχη δεν είναι ενιαία σε μήκος, αλλά διακόπτεται από εγκάρσιες, παράλληλες μεταξύ τους διαρρήξεις, εκατέρωθεν των οποίων συμβαίνει οριζόντια μετατόπιση των δύο ωκεάνιων λιθοσφαιρικών πλακών. Οι διαρρήξεις αυτές είναι γνωστές σαν ρήγματα μετασχηματισμού. Ένα ρήγμα μετασχηματισμού έχει

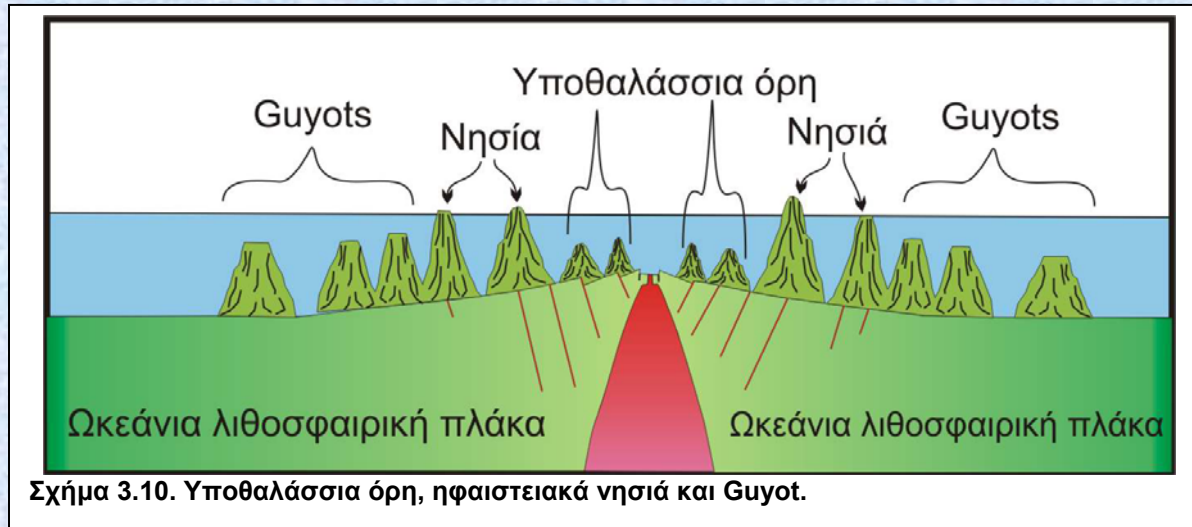
στα δύο πλευρά του διαφορετικές, αντίθετα κινούμενες, λιθσφαιρικές πλάκες.



Μετά όμως την παρέλευση κάποιου γεωλογικού χρόνου, ένα σημείο δίπλα σε ένα ρήγμα μετασχηματισμού βρίσκεται στην ίδια λιθσφαιρική πλάκα με ένα άλλο γειτονικό του σημείο, στο απέναντι τέμαχος της διάρρηξης. Τότε το ρήγμα μετασχηματισμού έχει μετατραπεί σε αδρανή

ρηξιγενή ζώνη. Το μορφολογικό ανάγλυφο εξακολουθεί να είναι έντονο, για τον λόγο ότι ο φλοιός εκατέρωθεν της διάρρηξης έχει διαφορετική ηλικία. Το τμήμα με τη μικρότερη ηλικία είναι θερμότερο, επομένως η πυκνότητά του είναι μικρότερη και ισορροπεί σε υψηλότερη θέση. Τα αρχαιότερα τμήματα έχουν αποβάλλει σημαντική θερμότητα με αποτέλεσμα την ψύξη του, την αύξηση της πυκνότητάς του και τη βύθισή του περισσότερο μέσα στην ασθενόσφαιρα.

Με την πάροδο του γεωλογικού χρόνου οι διαφορές εξομαλύνονται, γιατί η αποβολή θερμότητας ακολουθεί εκθετική μείωση.



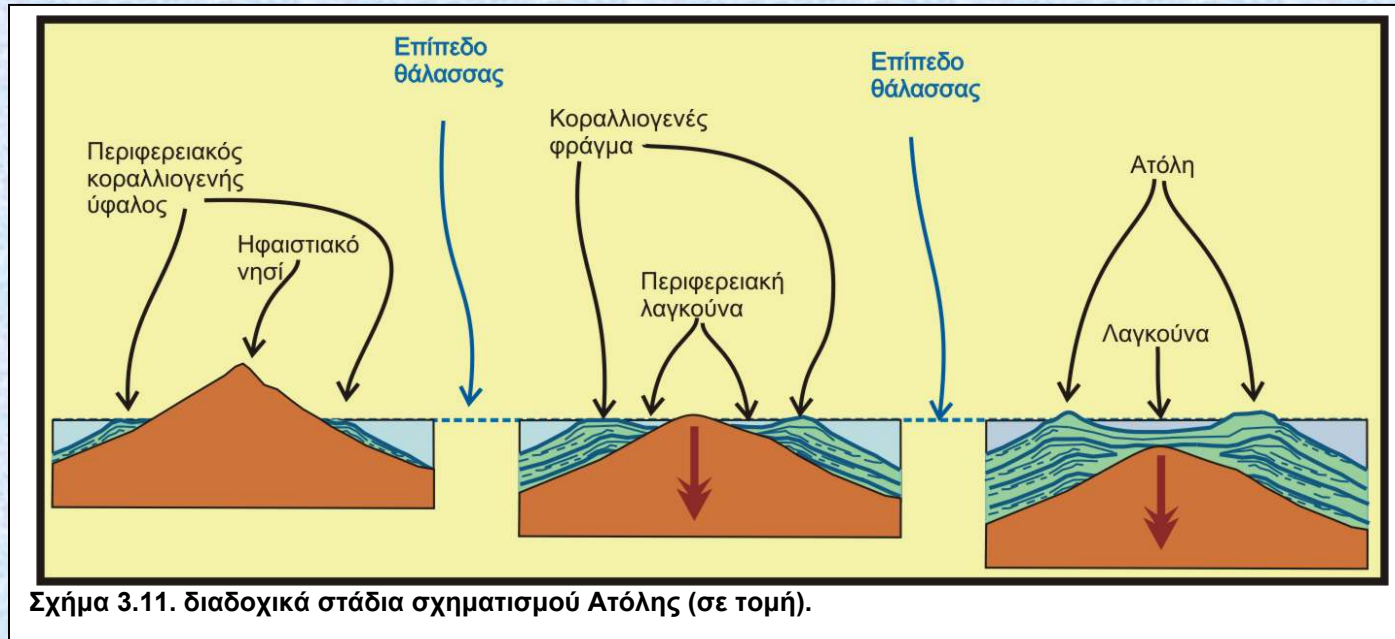
Σχήμα 3.10. Υποθαλάσσια όρη, ηφαιστειακά νησιά και Guyot.

3.2.4.3 Υποθαλάσσια Όρη - GUYOT - Ατόλες

Τα υποθαλάσσια όρη είναι σχεδόν αποκλειστικά ηφαιστειακής προέλευσης (Σχήμα 3.10) Δημιουργούνται στη ζώνη των μέσο-ωκεάνιων ράχων όπου η ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι σε έξαρση, αλλά και σε άλλες περιοχές όπου ανέρχεται μάγμα, όπως στις θέσεις των θερμών κηλίδων (Hot spots). Τα υποθαλάσσια όρη μετακινούνται μαζί με την ωκεάνια λιθосφαιρική πλάκα και απομακρύνονται από τον τόπο σχηματισμού τους. Τότε καθίστανται ανενεργά, αλλά ταυτόχρονα η ωκεάνια πλάκα στην οποία βρίσκονται, έχει μεγαλώσει σε ηλικία, έχει αποβάλλει θερμότητα και έχει μεγαλώσει η πυκνότητά της. Έτσι η πλάκα, βυθίζεται περισσότερο μέσα στην ασθενόσφαιρα και κατά συνέπεια, τα υποθαλάσσια όρη και οι αβυσσαλέοι λόφοι βρίσκονται προοδευτικά βαθύτερα μέσα στο νερό.

Τα υποθαλάσσια ηφαίστεια που έφτασαν στην επιφάνεια σχημάτισαν νησιά. Με τον ίδιο τρόπο, όταν η περιοχή απομακρύνθηκε από την ενεργό ζώνη, τα ηφαίστεια αδρανοποιήθηκαν και τα νησιά προοδευτικά βρέθηκαν κάτω από το νερό. Τότε η κυματική δράση ισοπέδωσε το νησί. Στην επίπεδη υποθαλάσσια επιφάνεια αποτέθηκαν ανθρακικά ιζήματα ρηχής θάλασσας. Βαθμιαία οι περιοχές αυτές βρέθηκαν σε μεγαλύτερο βάθος, η ιζηματογένεση ρηχής θάλασσας σταμάτησε και σήμερα τα συναντούμε σε 1000 και 2000m κάτω από τη στάθμη της θάλασσας. Έχουν σχήμα τραπεζίου και στην κορυφή τους βρίσκεται θαμμένη η ανθρακική αβαθής ιζηματογένεση, κάτω από ένα λεπτό στρώμα ιζημάτων βαθιάς θάλασσας. Τα τραπεζοειδή αυτά υποθαλάσσια όρη ονομάζονται **Guyot**.

Αν ένα θαλάσσιο ηφαιστειακό όρος, βρίσκεται σε γεωγραφική ζώνη που επιτρέπει την ανάπτυξη κοραλλιών, τότε σχηματίζεται μια ζώνη κοραλλιογενών υφάλων περιφερειακά του νησιού. Το θαλάσσιο ηφαιστειακό νησί ακολουθεί την ίδια γεωλογική ιστορία με τα υποθαλάσσια όρη. Γίνεται ανενεργό και βυθίζεται. Καθώς βυθίζεται, τα κοράλλια συνεχίζουν να αναπτύσσονται και φτάνουν ως την επιφάνεια. Αν ο ρυθμός βύθισης δεν ξεπερνά το ρυθμό ανάπτυξης των κοραλλιών, τότε, μετά από την πλήρη βύθιση του ηφαιστειακού τμήματος του νησιού, τα κοράλλια συνεχίζουν να αναπτύσσονται, σχηματίζοντας ένα δακτυλιοειδές νησί το οποίο ονομάζεται **ατόλη** (Σχήμα 3.11).



Σχήμα 3.11. διαδοχικά στάδια σχηματισμού Ατόλης (σε τομή).

Τα στάδια μετεξέλιξης από ηφαιστειακό νησί σε ατόλη φαίνονται σε μια δορυφορική εικόνα τριών νησιών, στην περιοχή του Ειρηνικού, το καθένα από τα οποία βρίσκεται σε διαφορετικό στάδιο εξέλιξης (Σχήμα 3.12).



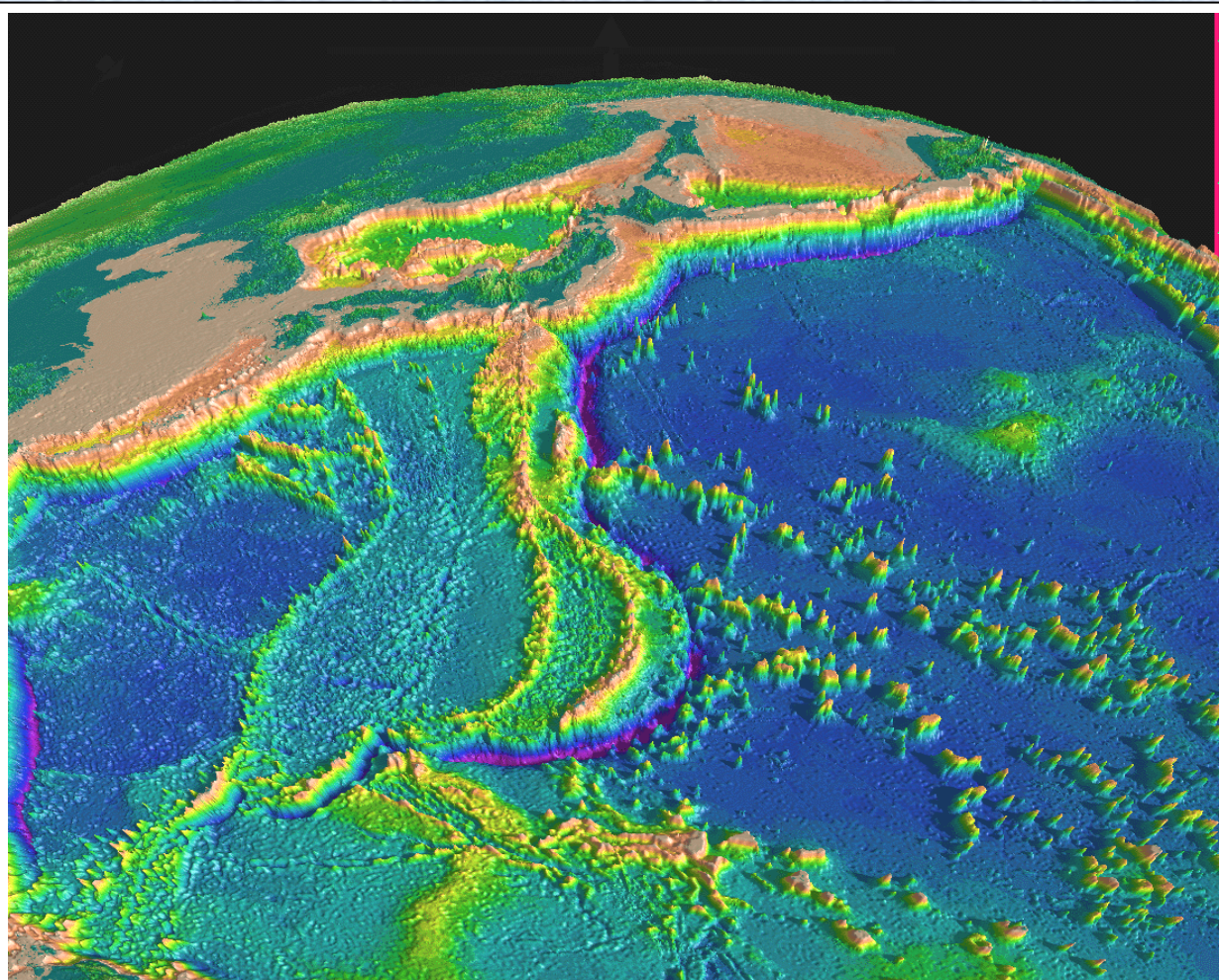
Σχήμα 3.12. Δορυφορική εικόνα τριών νησιών στην περιοχή του Ειρηνικού, τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια εξέλιξης από ηφαιστειακά νησιά με περιφερειακά κοραλλιογενή φράγματα (κάτω δεξιά σε ατόλη επάνω αριστερά).

3.2.4.4 Αβυσσικά πεδία

Τα αρχαιότερα τμήματα μιας ωκεάνιας λιθωσφαιρικής πλάκας, με την πάροδο του γεωλογικού χρόνου ψύχονται και μεγαλώνει η πυκνότητά τους. Έτσι βυθίζονται περισσότερο μέσα στην ασθενόσφαιρα. Ταυτόχρονα, έχουν αποτεθεί ιζήματα σημαντικού πάχους, τα οποία έχουν καλύψει τις

μορφολογικές ανωμαλίες του πυθμένα. Μόνο σποραδικά, μερικά υποθαλάσσια όρη εξακολουθούν να προβάλλουν από τον ομαλό και επίπεδο ιζηματογενή πυθμένα. Έτσι τα αβυσσιακά πεδία, παρουσιάζονται σαν τεράστιες εκτάσεις επίπεδου ομαλού πυθμένα, σε εξαιρετικά μεγάλα βάθη (>5000m).

Το σχήμα 3.13 είναι μια ψηφιακή αναπαράσταση τμήματος του ωκεάνιου πυθμένα του Ειρηνικού στην τάφρο των Μαριάννων, όπου φαίνονται τα περισσότερα μορφολογικά χαρακτηριστικά που έχουν προαναφερθεί.



Σχήμα 3.13. Ψηφιακή αναπαράσταση τμημάτων ωκεάνιου πυθμένα στην τάφρο των Μαριάννων.