

4. Η δράση του νερού

Οι ποταμοί είναι οι φυσικοί αγωγοί του ρέοντος νερού πάνω στην επιφάνεια της Γης.

Το νερό είναι ο κυριότερος παράγοντας διαμόρφωσης του επιφανειακού ανάγλυφου και ο βασικός μεταφορέας των υλικών της ξηράς προς τους ωκεανούς.

Όταν η ραγδιότητα των βροχοπτώσεων προκαλεί μεγάλη επιφανειακή απορροή προς τα χαμηλότερα, τότε η δράση του τρεχούμενου νερού αυξάνεται δυσανάλογα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να παρασύρει πολύ περισσότερα υλικά της επιφάνειας της γης τόσο από περιοχές απότομου ανάγλυφου όσο και από πεδινές περιοχές δημιουργώντας νέες αποθέσεις χαμηλότερα.

Η ΠΟΤΑΜΙΑ ΔΡΑΣΗ

Η ποτάμια δράση αποτελείται από τρεις πολύ στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους διεργασίες.

Την **ποτάμια διάβρωση** που είναι η σταδιακή απομάκρυνση υλικών μητρικού πετρώματος, προϊόντων αποσάθρωσης και ιζημάτων κατά μήκος του πυθμένα και των πλευρικών τοιχωμάτων της κοίτης ενός ποταμού.

Την **ποτάμια μεταφορά** που είναι μετακίνηση των υλικών της ποτάμιας διάβρωσης πάνω στον πυθμένα της κοίτης ή σε αιώρηση εξαιτίας της κίνησης του νερού.

Και τέλος την **ποτάμια απόθεση** που είναι η συγκέντρωση των μεταφερόμενων υλικών στον πυθμένα της κοίτης ή σε πεδία πλημμύρων εξαιτίας της αδυναμίας του ρέοντος νερού να τα μεταφέρει μακρύτερα.

Ποτάμια διάβρωση

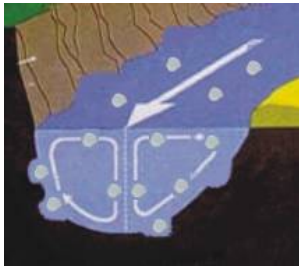
Τα ποτάμια έχουν την δυνατότητα να διαβρώσουν με διάφορους τρόπους. Αν το υλικό του πυθμένα είναι σκληρό και το νερό χρειάζεται μεγάλη ενέργεια για να αποσπάσει κομμάτια του τότε η διάβρωση είναι περιορισμένη. Αν όμως το υποκείμενο πέτρωμα είναι χαλαρό και το νερό ακόμα και με μικρές παροχές έχει την απαιτούμενη ενέργεια για να αποσπάσει κομμάτια υλικού του πυθμένα τότε η διαβρωτική ικανότητα αυξάνεται. Στη συνέχεια η κίνηση του νερού προσδίδει στα κομμάτια του υλικού που αποσπάστηκαν κινητική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε δυναμική κατά την πρόσκρουσή τους με το πέτρωμα. Έτσι το νερό οπλίζεται με πολλά μικρά εργαλεία απόξυσης τα οποία διαβρώνουν ακόμα

μεγαλύτερες ποσότητες υλικού. Η δράση αυτή του τρεχούμενου νερού ονομάζεται **υδραυλική δράση**.

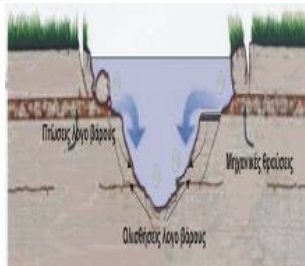
Στην περίπτωση που τεμάχια από την κοίτη του ποταμού αποσπώνται λόγω της βαρύτητας ή εξαιτίας μηχανικών θραύσεων τότε η δράση αυτή ονομάζεται **μηχανική δράση**.

Τέλος όταν οι χημικές διαδικασίες δρουν ώστε να διαλύονται ή αποτίθενται υλικά στην κοίτη του ποταμού, λαμβάνει χώρα η **χημική δράση**.

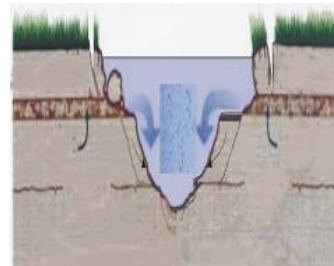
Υδραυλική δράση



Μηχανική δράση



Χημική δράση

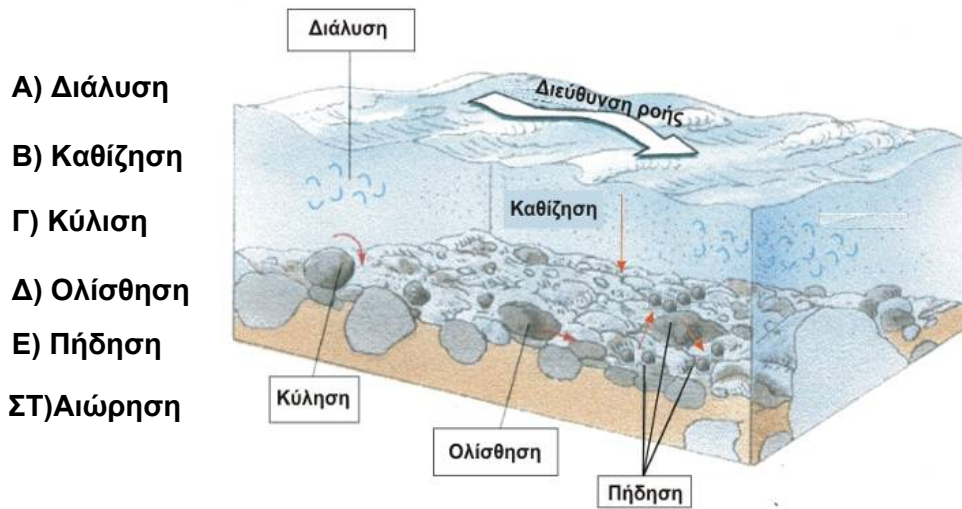


Σχήμα 8. Τρόποι δράσης του τρεχούμενου νερού που συντελούν στην ποτάμια διάβρωση

Ποτάμια μεταφορά

Το στερεό φορτίο που μεταφέρεται από την προς τα κατάντη κίνηση του νερού ενός ποταμού ονομάζεται *ποτάμιο φορτίο*.

Το ποτάμιο φορτίο είναι δυνατόν να μεταφέρεται με διαφορετικούς τρόπους. **Υλικό σε διάλυση** μπορεί να μεταφέρεται αθέατο με την μορφή ιόντων. Όλα τα ποτάμια μεταφέρουν τέτοιο υλικό το οποίο εξαρτάται από την χημική σύσταση των πετρωμάτων που διαρρέει ο ποταμός. Τα χονδρότερα υλικά όπως αυτά των κροκαλών, των χαλίκων και της άμμου μεταφέρονται **ολισθαίνοντας και κατακυλώντας** πάνω στον πυθμένα της κοίτης του ποταμού με τη μορφή **πυθμένου φορτίου**. Αντίθετα τα λεπτότερα υλικά της ιλύος και της αργίλου μεταφέρονται **σε αιώρηση** μέσα στην μάζα του νερού



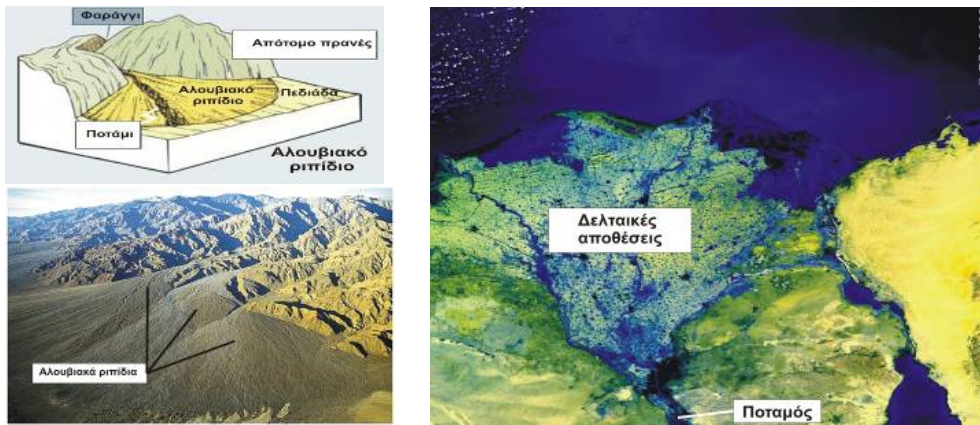
Σχήμα 9. Τρόποι μεταφοράς του ποτάμιου φορτίου στην κοίτη ενός ποταμού.

Ποτάμια απόθεση

Η αποθετική δράση ενός ποταμού εξαρτάται αποκλειστικά από την μείωση της μεταφορικής του ικανότητας. Όταν για κάποιον λόγο μειωθεί η μεταφορική ικανότητα, τότε το ποτάμιο φορτίο στο νερό του ποταμού είναι μεγαλύτερο από αυτό που μπορεί να μεταφέρει. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη άμεση μείωσή του με απόθεση του χονδρότερου κάθε φορά κλάσματος του υλικού.

Αποθετική δράση ποταμών μπορούμε να έχουμε στο εσωτερικό λεκανών, η οποία να οφείλεται στην απότομη μεταβολή της κλίσης των κοιτών χειμάρρων. Εκεί αποθέτουν μεγάλο μέρος των χονδρόκοκκων υλικών που μεταφέρουν δημιουργώντας **αλλουβιακά ριπίδια** στα περιθώρια της λεκάνης.

Στα **πεδία πλημμυρών** και **στις δελταϊκές αποθέσεις** ποταμών όπου έχουμε μείωση της μεταφορικής ικανότητας των ποταμών έχουμε αντίστοιχα και την μεγαλύτερη απόθεση υλικών που μεταφέρονται από τα ποτάμια. Η σταδιακή μείωση της μεταφορικής ικανότητας των ποταμών έχει ως αποτέλεσμα της εκλεκτική απόθεση των υλικών και την **ταξινόμηση τους σε ζώνες**.



Σχήμα 10. Η αποθετική δράση ποταμών στο εσωτερικό των κοιλάδων με την μορφή αλλουβιακών ριπιδίων και στις εκβολές τους στη θάλασσα με την μορφή Δέλτα.

ΣΤΑΔΙΑ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ

Η εξέλιξη του μορφολογικού αναγλύφου από την ανάδυση και δημιουργία νέας ξηράς, μέχρι την τελική καταστροφή της και μετακίνηση των υλικών της προς τους ωκεανούς, παρουσιάζει τρία στάδια εξέλιξης. Αυτά συγκρινόμενα με τον ανθρώπινο βίο μπορούν να χαρακτηριστούν σαν στάδια νεότητας, ωριμότητας και γήρατος. Υπάρχει όμως μια χαρακτηριστική διαφορά. Ένας άνθρωπος ανάλογα με την ηλικία του θα είναι νέος ή ώριμος ή γέρος, σε αντίθεση με τους ποταμούς και τη χέρσο τμήματα των οποίων μπορούν να βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια εξέλιξης.

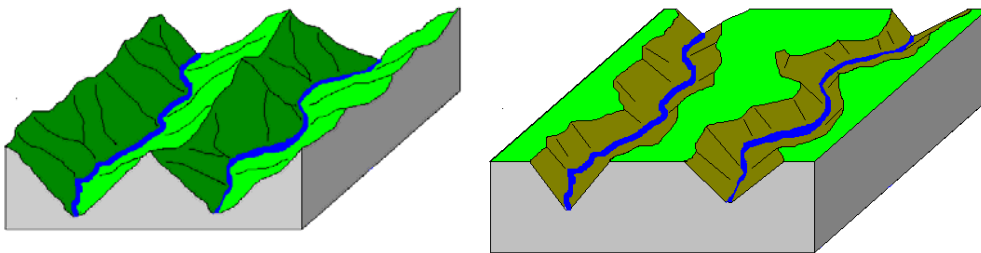
Με τον όρο **κύκλος απογύμνωσης** ονομάζουμε τα στάδια εξέλιξης του μορφολογικού αναγλύφου μιας περιοχής, ως και την απότομη ανανέωση της.

Αν η εξέλιξη είναι συνεχής από το στάδιο της νεότητας μέχρι του γήρατος, χωρίς διακοπή, τότε αυτή χαρακτηρίζεται ως **μονοκυκλική** εξέλιξη. Σε αντίθεση αν η ομαλή εξέλιξη μιας επιφάνειας διακοπεί, ξεκινώντας έναν νέο κύκλο εξέλιξης από την αρχή τότε αυτή χαρακτηρίζεται ως **πολυκυκλική**.

1. Στάδιο νεότητας

Η παραπάνω περιοχή αποστραγγίζεται από ένα υδρογραφικό δίκτυο το οποίο εξαιτίας της σημαντικής υψομετρικής διαφοράς, έχει μεγάλες κλίσεις με αποτέλεσμα μεγάλες ταχύτητες τρεχούμενων νερών. Οι μεγάλες ταχύτητες έχουν άμεση συνέπεια τη μεγάλη μεταφορική ικανότητα των ρεμάτων, η οποία απομακρύνει το σύνολο σχεδόν των υλικών της ποτάμιας διάβρωσης. Η ποτάμια διάβρωση συμβαίνει κυρίως στη βάση της κοίτης των ρεμάτων με αποτέλεσμα τους μεγάλους ρυθμούς εκβάθυνσης των κοιτών. Παράλληλα οι αυξημένες κλίσεις του αναγλύφου επιτρέπουν την μετακίνηση των προϊόντων της αποσάθρωσης και με άλλους τρόπους όπως π.χ. τη βαρύτητα.

Τα παραπάνω είναι αντιπροσωπευτικά χαρακτηριστικά περιοχής που βρίσκεται στο *στάδιο νεότητας*. Το κυριότερο χαρακτηριστικό του σταδίου της νεότητας είναι η γρήγορη μεταβολή του αναγλύφου



Σχήμα 11. Σχηματική απεικόνιση του μορφολογικού αναγλύφου στο στάδιο της νεότητας. Α) Έντονη διάβρωση στο μορφολογικό ανάγλυφο Β) Έντονη διάβρωση σε έναν δεύτερο κύκλο απογύμνωσης.



Σχήμα 12. Φωτογραφίες έντονου μορφολογικού αναγλύφου στο στάδιο της νεότητας.

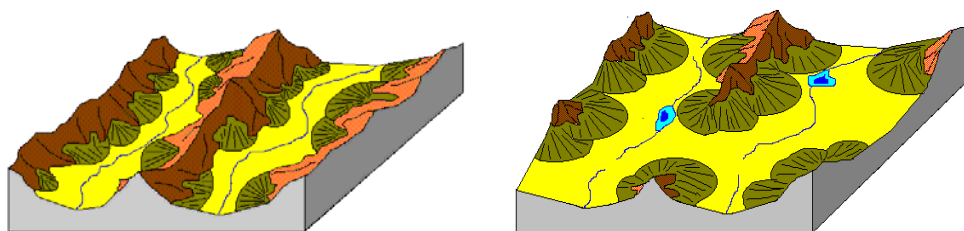
2. Στάδιο ωριμότητας

Στο στάδιο αυτό η μορφολογική μεταβολή συνοδεύεται από προοδευτική μείωση των κλίσεων των κοιτών των ρεμάτων και του αναγλύφου γενικότερα. Έτσι η περιοχή μεταπίπτει στο *στάδιο ωριμότητας* όπου όλες οι διεργασίες του προηγούμενου σταδίου συνεχίζονται αλλά με μειωμένη ένταση.

Η περιοχή έχει χάσει την αρχική της τραχύτητα και έχει εξομαλυνθεί. Οι κορυφές παίρνουν αποστρογγυλεμένη μορφή σε σχέση με την οξύληκτη του προηγούμενου σταδίου. Οι κοιλάδες είναι λιγότερο απότομες στις κλιτύς τους και οι εγκάρσιες τομές τους δεν παρουσιάζουν το χαρακτηριστικό σχήμα V. Η κατά βάθος διάβρωση των ρεμάτων βρίσκεται πολύ κοντά στο βασικό επίπεδο δίνοντας την δυνατότητα στο τρεχούμενο νερό να διαβρώνει πλευρικά. Τέλος η ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου είναι πλήρης.



Σχήμα 13. Φωτογραφίες μορφολογικού αναγλύφου στο στάδιο της ωριμότητας.



Σχήμα 14. Σχηματική απεικόνιση του μορφολογικού αναγλύφου στο στάδιο της ωριμότητας και της προχωρημένης ωριμότητας.

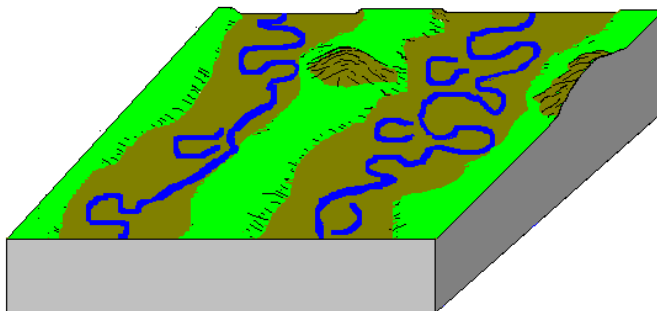
3. Στάδιο γήρατος

Όσο ο χρόνος περνάει οι κλίσεις των ποταμών και των κλιτύων των κοιλάδων μειώνονται ακόμα περισσότερο. Θεωρητικά η τελική κατάληξη του χερσαίου αναγλύφου είναι η δημιουργία μιας σχεδόν επίπεδης χωρίς ιδιαίτερα χαρακτηριστικά επιφάνειας πολύ κοντά στην στάθμη της θάλασσας (Σχήμα 8.6.γ). Η στάθμη της θάλασσας αντιπροσωπεύει το βασικό επίπεδο κάτω από το οποίο δεν μπορούμε να έχουμε διάβρωση.

Η μείωση των κλίσεων των ποταμών μέχρι το επίπεδο της θάλασσας είναι θεωρητικά ασυμπτωτική, χωρίς να μπορεί ποτέ ουσιαστικά να επιτευχθεί. Όταν όμως με την πάροδο μεγάλου χρονικού διαστήματος επιτευχθεί μια πολύ ομαλών κλίσεων και μικρού αναγλύφου επιφάνεια που είναι «σχεδόν επίπεδη» τότε λέμε ότι έχουμε φτάσει στο *πανεπίπεδο*.

Το πανεπίπεδο αποτελεί την κατάληξη του αναγλύφου στο *στάδιο γήρατος*. Τα ποτάμια ρέουν ελεύθερα στις αλλουβιακές πεδιάδες, σχηματίζοντας την χαρακτηριστική οφιοειδή μορφή των μαιάνδρων. Η διάβρωση σταματά εξαιτίας των πολύ μικρών κλίσεων της κοίτης που δεν επιτρέπουν μεταφορά υλικών από τα ρέοντα ύδατα.

Η δημιουργία τέτοιων πανεπιπέδων προϋποθέτει τεκτονική και ευστατική αδράνεια για αρκετά εκατομμύρια χρόνια. Ένα παράδειγμα ενός τέτοιου πανεπιπέδου αποτελεί η λεκάνη Αμαζονίου – Ορίνοκου στη Νότια Αμερική, η οποία αποτελεί ένα σταθερό ηπειρωτικό τέμαχος με πολύ παλιά πετρώματα.



Σχήμα 15. Σχηματική απεικόνιση του μορφολογικού αναγλύφου στο στάδιο του γήρατος.

ΤΥΠΟΙ ΠΟΤΑΜΩΝ

Με τον όρο **τύπος μιας ποτάμιας κοίτης**, εννοούμε τη διαμόρφωση ενός ποταμού έτσι όπως θα πρέπει να εμφανίζεται από ένα αεροπλάνο. Οι τύποι των ποτάμιων κοιτών χαρακτηρίζονται από μια σειρά μορφών με διαφορετική γεωμετρία. Οι κύριοι τύποι ποταμών που έχουν αναγνωριστεί είναι: **οι ευθυτενείς, οι μαϊάνδροι, οι εγκιβωτισμένοι μαϊάνδροι, οι πλεξοειδείς και οι αναστομώμενοι ποταμοί**. Τα ποτάμια σπάνια είναι ευθυτενή για μία απόσταση μεγαλύτερη από το δεκαπλάσιο του πλάτους τους. Στην ουσία δεν υπάρχει ακριβής διαχωρισμός στους παραπάνω τύπους και ο καθένας αποτελεί μια συνέχεια του άλλου. Για τον προσδιορισμό του κάθε τύπου χρησιμοποιούμε ως κριτήριο κυρίως το **μαιανδρικό λόγο**.

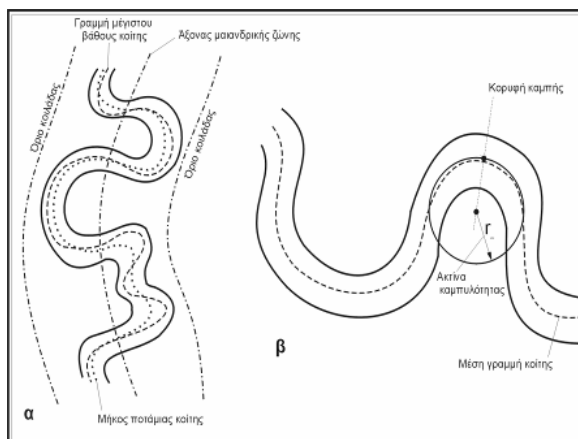
Ο μαιανδρικός λόγος προσδιορίστηκε ως ο λόγος της γραμμής μέγιστου βάθους προς το μήκος της κοιλάδας.

$$SI = \frac{\text{μήκος γραμμής μέγιστου βάθους}}{\text{μήκος κοιλάδας}}$$

Αντίθετα ο Brice (1964) θεώρησε ως μαιανδρικό λόγο ενός ποταμού το πηλίκο του μήκους της κοίτης προς το μήκος του άξονα της μαιανδρικής ζώνης.

$$SI = \frac{\text{μήκος κοίτης}}{\text{μήκος άξονα μαιανδρικής ζώνης}}$$

Μαιανδρικός λόγος
 Ευθυτενείς $SI < 1.05$
 Ελικοειδείς $1,05 < SI < 1.5$
 Μαϊάνδροι $SI > 1.5$
 Πλεξοειδείς $SI > 1.3$
 Αναστομωμένοι $SI > 2$



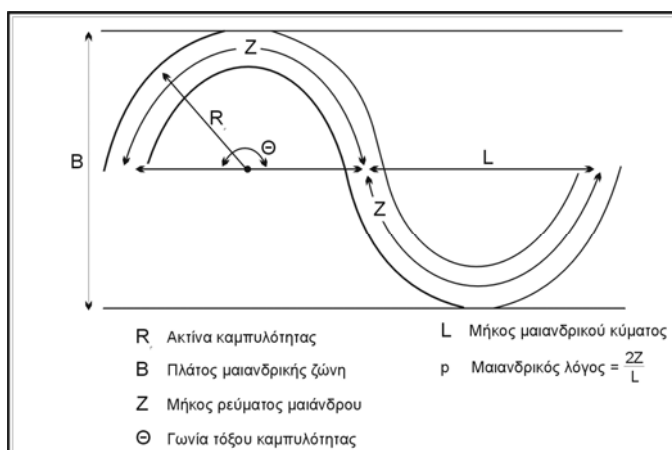
Σχήμα 16. Σχηματική απεικόνιση του υπολογισμού του μαιανδρικού λόγου και της ακτίνας καμπυλότητας μιας ποτάμιας κοίτης.

Μαϊάνδροι – Εγκιβωτισμένοι μαϊάνδροι

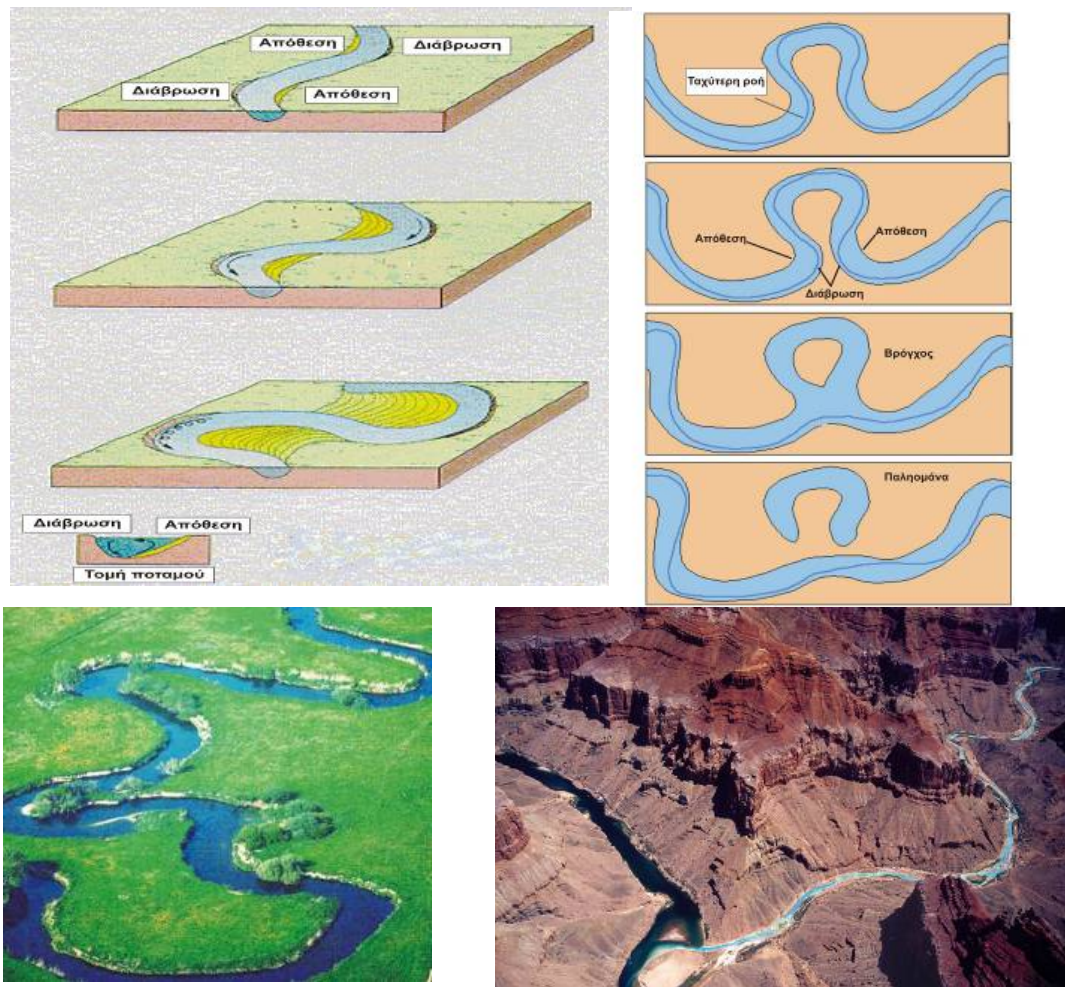
Οι ποταμοί όταν διαρρέουν την περιοχή του κάτω ρου τους λίγο πριν από την εκβολή τους στην θάλασσα, λόγω της μικρής ταχύτητας ροής τους και της μικρής ανθεκτικότητας στην διάβρωση των αποθέσεων που διαρρέουν, εκτρέπονται από την ευθύγραμμη πορεία τους διαμορφώνοντας μια ελισσόμενη – οφιοειδούς μορφής κοίτη. Οι ποταμοί αυτοί ονομάζονται μαϊάνδροι. Η ονομασία αυτή καθιερώθηκε από τον Μαϊάνδρο ποταμό της Μ. Ασίας λόγω της μεγάλης ανάπτυξης τέτοιων σχηματισμών σε αυτόν (Σωτηριάδης, 1984).

Λόγω της ελεύθερης ροής τους οι Μαϊάνδροι μεταβάλουν συνήθως την κοίτη τους, κινούμενοι σε μία ζώνη ορισμένου πλάτους που ονομάζεται μαιανδρική ζώνη. Οι μαϊάνδροι επίσης λόγω της οφιοειδούς πορείας της κοίτης τους και τις διαφορετικές διεργασίες διάβρωσης και απόθεσης στις εκατέρωθεν πλευρές των μαιανδρικών βρόγχων (σχήμα 18α), έχουν την δυνατότητα να αποκόπτουν τμήματα της κοίτης τους, αφήνοντάς τα ανενεργά διαμορφώνοντας ημισεληνοειδή βυθίσματα στις αλλουβιακές τους κοίτες που ονομάζονται παλιομάνες (oxbow lakes).

Οι εγκιβωτισμένοι μαϊάνδροι σχηματίζονται όταν η οφιοειδούς μορφής κοίτη ενός μαϊάνδρου εκβαθύνεται από τη διάβρωση λόγω της αύξησης της μεταφορικής του ικανότητας. Γενικά θεωρείται ότι η εκβάθυνση συμβαίνει όταν υπάρχει μια αλλαγή στο περιβάλλον του ποταμού ο οποίος μαιάνδριζε σε μια πεδιάδα. Η αλλαγή είναι τέτοια που το ποτάμι ανανεώνεται διατηρώντας το ίδιο επιφανειακό ίχνος, με βαθιά και απότομα τοιχώματα, χωρίς να έχει τη δυνατότητα των ελεύθερων μαιανδρισμών. Τέτοιοι μαϊάνδροι είναι κληρονομημένοι από έναν προηγούμενο κύκλο διάβρωσης όπου το ποτάμι είχε ωριμάσει ή είχε μεγάλη ηλικία πριν ανανεωθεί.



Σχήμα 17. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός Μαϊάνδρου είναι η ακτίνα καμπυλότητας R, το πλάτος της μαιανδρικής ζώνης B, το μήκος ρεύματος της καμπύλης Z, η γωνία του τόξου του μαιάνδρου θ , και το μήκος κύματος L



Σχήμα 18. Διεργασίες και μορφολογικά χαρακτηριστικά μαιάνδρων.

- A) Διεργασίες διάβρωσης και απόθεσης στις εκατέρωθεν πλευρές των μαιανδρικών βρόγχων.
- B) Αποκοπή ενός μαιανδρικού βρόγχου και δημιουργία παλιομάνας.
- Γ) Ελεύθερα κινούμενος στις αλλουβιακές του αποθέσεις μαιάνδρος
- Δ) Εγκιβωτισμένος μαιάνδρος

Άσκηση 8^η

1) Μετρήστε τον Μαιανδρικό λόγο (SI) για το μήκος της κοίτης του εικονιζόμενου ποταμού.

2) Βρείτε το μήκος (L) και το πλάτος (A) του μαιανδρικού κύματος και υπολογίστε τον μέσο όρο του πλάτους (d) του μαιάνδρου για 10 μετρήσεις.

3) Ποια είναι η κλίση της κοίτης του μαιάνδρου και ποια η διεύθυνση ροής του και γιατί;

4) Κατασκευάστε τη μορφολογική τομή Z-Z' και εξηγήστε την ύπαρξη διαφορετικού ανάγλυφου εκατέρωθεν της κοίτης του μαιάνδρου.

5) Περιγράψτε τον τρόπο δημιουργίας του μαιάνδρου και αναζητήστε μορφολογικά στοιχεία που να συνηγορούν στην περιγραφή σας.

6) Ποια μορφολογικά στοιχεία μας πείθουν ότι ο εικονιζόμενος ποταμός είναι εγκιβωτισμένος μαιάνδρος;

