

Διπλωματική Εργασία:

ΑΠΟΘΕΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΣΕ ΠΟΤΑΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΑΕΜ: 3797



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ



ΑΠΟΘΕΤΙΚΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΣΕ ΠΟΤΑΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΑΕΜ: 3797

Επιβλέποντες :

Καθηγητής Γ.Κουφός

Δρ. Ι.Συλβέστρου

Δρ. Δ.Κωστόπουλος

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
Κεφάλαιο 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
Κεφάλαιο 2 : ΜΑΙΑΝΔΡΙΚΟΙ ΠΟΤΑΜΟΙ.....	9
2.1 Ορισμός.....	9
2.2 Η βάση για το μοντέλο Μαιανδρικών Συστημάτων.....	12
2.3 Το κανάλι και τα point bar.....	13
2.4 Εγκατάλειψη καναλιού.....	15
2.5 Αποθέσεις κάθετης συσσώρευσης – επαύξεσης..	16
2.6 Αλλαγές φάσεων σε μαιάνδρους.....	17
2.7 Γεωμετρία της άμμου και η απόθεση του γεωμετρικού φορτίου.....	19
2.8 Μαιανδρικές αποθέσεις στο υπέδαφος	20
2.9.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: ΜΑΙΑΝΔΡΙΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΣΤΑ ΝΟΤΙΑ ΠΥΡΗΝΑΙΑ.....	22
2.9.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	24
Κεφάλαιο 3 : ΑΜΜΩΔΗ ΠΛΕΞΟΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	27
3.1 Ορισμός.....	27
3.2 Πλεξοειδείς κλάδοι και κανάλια.....	29

3.3 Παλιές αμμώδεις πλεξοειδείς και ποτάμιες αποθέσεις	33
3.4 Γεωμετρία της άμμου και η απόθεση του γεωμετρικού φορτίου.....	36
Κεφάλαιο 4: ΟΙ ΑΝΑΣΤΟΜΩΜΕΝΟΙ ΠΟΤΑΜΟΙ.....	37
4.1 Ορισμός.....	37
4.2 Αποθετικά περιβάλλοντα στους αναστομώμενους ποταμούς	38
Κεφάλαιο 5: ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΠΟΤΑΜΙΩΝ ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ.....	40
5.1 Παράδειγμα 1: ΚΛΙΝΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΕΠΑΥΞΗΣΗΣ.....	40
5.2 Παράδειγμα 2: ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΟ ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ.....	43
5.3 Παράδειγμα 3: ΜΗ ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΟ ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ.....	45
5.4 Παράδειγμα 4: ΛΕΚΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΚΛΑΣΤΕΣ ΙΛΥΟΛΙΘΩΝ.....	46
5.5 Παράδειγμα 5: ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΥΝ ΚΑΜΙΑ ΔΟΜΗ.....	48
5.6 Παράδειγμα 6: ΔΟΜΕΣ ΕΛΞΗΣ-ΚΑΘΕΤΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΣΕ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ.....	49
Βιβλιογραφία και Διαδύκτιο.....	51

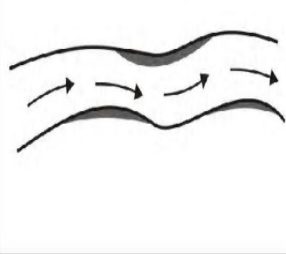
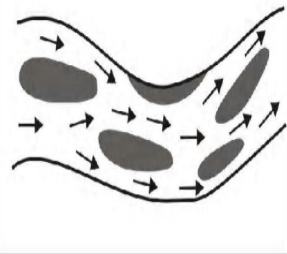
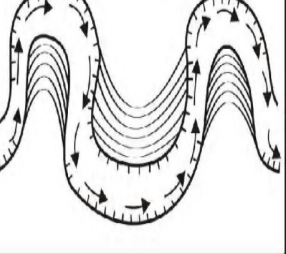
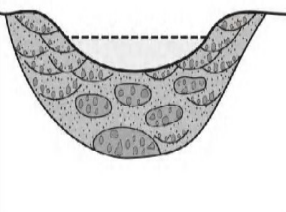
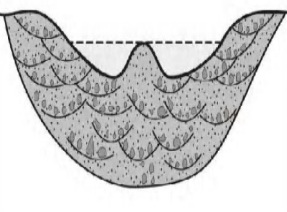
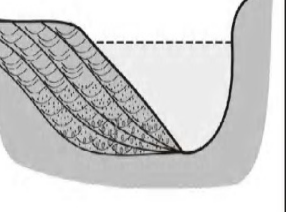
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο καθηγητή κύριο Κουφό Γεώργιο για την καθοδήγηση και οργάνωση της διπλωματικής μου εργασίας και για το πάντα θετικό του πνεύμα καθώς και τον Δόκτωρ Κωστόπουλο Δημήτρη για την πολύτιμη βοήθεια του στην επίβλεψη και στην διόρθωση της διπλωματικής εργασίας αλλά και για την υπομονή του. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την Δόκτωρ Συλβέστρου Ιωάννα για τη προσεκτική ανάγνωση και διόρθωσης της διπλωματικής αλλά και για την γενική επίβλεψη της εργασίας . Ευχαριστώ τους φίλους μου Μαρία Παπαθανασίου και Ερωτοκρίτου Αλέξανδρο. Τέλος θέλω να πω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου και στην αρραβωνιαστικιά μου για την στήριξη που μου παρείχαν αλλά και την συνολική βοήθεια τους .

ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η διπλωματική εργασία γίνεται με βάση βιβλιογραφίας αλλά και του διαδικτύου και αφορά τα αποθετικά περιβάλλοντα στις διάφορες κατηγορίες ποταμών . Σαν πρώτο βήμα γίνεται μια γενική ανάλυση των διαφόρων τύπων ποταμών και των διαφόρων χαρακτηριστικών τους αλλά και των διαφορών που παρουσιάζουν μεταξύ τους . Στην συνέχεια αναλύονται τα περιβάλλοντα απόθεσης για κάθε ποτάμιο σύστημα με παραδείγματα από διάφορες περιοχές της Γης .Τέλος περιγράφονται διάφορα παραδείγματα χαρακτηριστικών αποθέσεων και δομών που αφορούν τα ποτάμια συστήματα ξεχωριστά ή παρουσιάζονται σε όλες τις κατηγορίες ποταμών.

Ανάλογα με το σχήμα και τους άλλους χαρακτήρες που αποκτά η κοίτη των ποταμών, μπορούμε να τους διακρίνουμε στους παρακάτω 4 τύπους

ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΣ	ΠΛΕΞΟΕΙΔΗΣ	ΜΑΙΑΝΔΡΟΣ
		
$I/L \approx 1,0$ $w/d \approx 60$	$I/L \approx 1,4 - 1,7$ $w/d \approx 25$	$I/L > 1,7$ $w/d \approx 8$
		
• Υλικό χονδρόκοκκο • Σταυρωτές στρώσεις • Φακοί • Όχι καλή ταξινόμηση • Όχι καλή στρογγυλότητα • Παρεμβολές λασποροών-δεβριτικών ροών	• Υλικό χονδρόκοκκο / λεπτόκοκκο • Σταυρωτές, κυματοειδείς, οριζόντιες στρώσεις • Φακοί • Φράγματα • Μέτρια ταξινόμηση • Όχι καλή στρογγυλότητα	• Υλικό μεσόκοκκο / λεπτόκοκκο • Σταυρωτές, κυματοειδείς, οριζόντιες στρώσεις • Πλευρικά φράγματα • Μέτρια-καλή ταξινόμηση • Μέτρια-καλή στρογγυλότητα

Σχημα 1: Μορφολογικοί χαρακτήρες ποταμών και οι αντίστοιχες αποθέσεις αυτών (Βαβλιάκης 1981)

Οι κυριότεροι τύποι ποταμών που έχουν αναγνωριστεί είναι :

- 1) Οι ευθυτενείς
- 2) Οι μαίανδροι και εγκιβωτισμένοι μαίανδροι
- 3) Οι πλεξοειδείς και
- 4) Οι αναστομώμενοι ποταμοί

Τα ποτάμια είναι σπάνια ευθυτενή για μια απόσταση μεγαλύτερη από το δεκαπλάσιο του πλάτους τους. Για αυτό το λόγο η ονομασία ευθυτενείς ποταμοί δεν είναι και τόσο ακριβής. Έτσι πολλές φορές χρησιμοποιούμε έναν ενδιάμεσο τύπο ανάμεσα στους ευθυτενείς και στους μαίανδρους που είναι ελικοειδείς ποταμοί.

Στην ουσία δεν υπάρχει ακριβής διαχωρισμός στους παραπάνω τύπους αφού ο ένας αποτελεί συνέχεια του άλλου. Για τον προσδιορισμό του κάθε ένα από τους πιο πάνω τύπους χρησιμοποιούμε ως κριτήριο κυρίως τον μαιανδρικό λόγο(το μήκος της κοίτης προς το μήκος κύματος του ποταμού) αλλά και το φορτίο, την παροχή του ύδατος και την κλίση.

Η μορφή ή μορφολογία της κοίτης του ποταμού (πχ μέγεθος, επίμηκες προφίλ) είναι αποτέλεσμα των διαδικασιών της διάβρωσης, της μεταφοράς των ιζημάτων και της απόθεσης που λειτουργούν μέσα από τους περιορισμούς και επιβάλλονται από τη γεωλογία και το ανάγλυφο της λεκάνης απορροής. Τα ποτάμια προσαρμόζονται και εξελίσσονται σταθερά ως προς την διαδοχή της κανονικής ροής και των επεισοδίων ξηρασίας που σχετίζονται με το κλίμα της περιοχής και την υδρολογία της λεκάνης απορροής. Με βάση αυτή την εκτίμηση ο σχηματισμός ενός τύπου ποταμού μπορεί να εξηγηθεί λογικά μόνο αν γίνουν διακρίσεις ανάμεσα στους παράγοντες που οδηγούν το ποτάμιο σύστημα στο σχηματισμό της κοίτης του.

Έτσι καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι το κάθε μοντέλο από μόνο του επηρεάζει τη αντίσταση στη ροή και η ύπαρξη του είναι στενά συνδεδεμένη με την ποσότητα και τον χαρακτήρα των διαθέσιμων ιζημάτων καθώς και με την ποσότητα και την ποικιλία της παροχής νερού.

Κεφάλαιο 2

ΜΑΙΑΝΔΡΙΚΟΙ ΠΟΤΑΜΟΙ



Εικόνα 1: μαιανδρικός ποταμός Williams στην Αλάσκα.
(www.geo.uu.nl/.../results/fluvialstyle)

2.1 Ορισμός

Ένα ποτάμι μπορεί να ονομαστεί μαίανδρος όταν η ευθεία μέγιστου βάθους είναι πιο κοντά στην εξωτερική πλευρά κάθε καμπής και περνά απέναντι κοντά στην καμπή μεταξύ των δυο όχθων (Σχ. 1). Όπως η γραμμή μέγιστου βάθους έτσι και οι γραμμές της μέγιστης ταχύτητας ροής μετακινούνται κατά το

ρεύμα και διασταυρώνονται από τη μια όχθη στην άλλη. Καθώς το νερό κινείται αναπτύσσεται μια έντονη φυγόκεντρη δύναμη που προκαλεί μια υπερανύψωση του επιπέδου του νερού στο εξωτερικό της καμπύλης. Η πίεση που ασκείται από το επιπλέον βάρος του νερού που συσσωρεύεται σε αυτή τη διαδρομή εντείνει το στροβιλισμό στην καμπή του ποταμού, δίνοντας μια έντονη προς τα μπρος και προς τα έξω κίνηση, με επακόλουθο τη διάβρωση σε αυτό το σημείο καθώς και την απόθεση των υλικών στο εσωτερικό της καμπής.

	ΒΟΥΝΑ	ΑΛΛΟΥΒΙΑΚΑ ΡΙΠΙΔΙΑ	ΠΕΔΙΑΔΕΣ ΠΛΗΜΜΥΡΩΝ	ΠΕΔΙΑΔΕΣ ΠΑΡΑΚΤΙΕΣ
ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ				
κλίση τύπος	Απότομη Χείμαρροι	Μικρή Πλεξοειδείς π.	Ελάχιστη Μαίανδροι	
μορφή				
I/L w/d	 1.0-1.4 60	 1.4-1.7 25	 >1.7 8	
ΙΖΗΜΑΤΟΛΟΓΙΑ				
ΥΦΗ				
μέγεθος	ε λ α τ	τ ώ ν ε τ α ι		
ταξινόμηση	κ α λ υ	τ ε ρ ε ύ ε ι		
στρογγυλότητα	α υ ξ ά	ν ε τ α ι		
ΔΟΜΗ				
στρώσεις	Χωρίς στρώσεις Διασταυρούμενες	Διασταυρούμενες Κυματοειδείς Οριζόντιες	Κυματοειδείς Οριζόντιες Ρητιδώσεις	
ΜΕΤΑΦΟΡΑ				
ροή	Στροβιλώδης Απότομη μεταφ.	Στροβιλώδης & ήρεμη Ρυθμική μεταφορά	Ήρεμη Ρυθμική μεταφορά	
μηχανισμός	Βαρύτητα Δεβριτική ροή Λασποροή Ολίσθηση-κύληση	Κύληση -πήδηση Αιώρηση Αποθέσεις κοίτης	Αιώρηση Αποθέσεις υπερχείλισης	

Σχημα 2 Τίτλος : Ανάπτυξη τύπου ποταμού ανάλογα με την τοπογραφία
(Βαβλιάκης 1981)

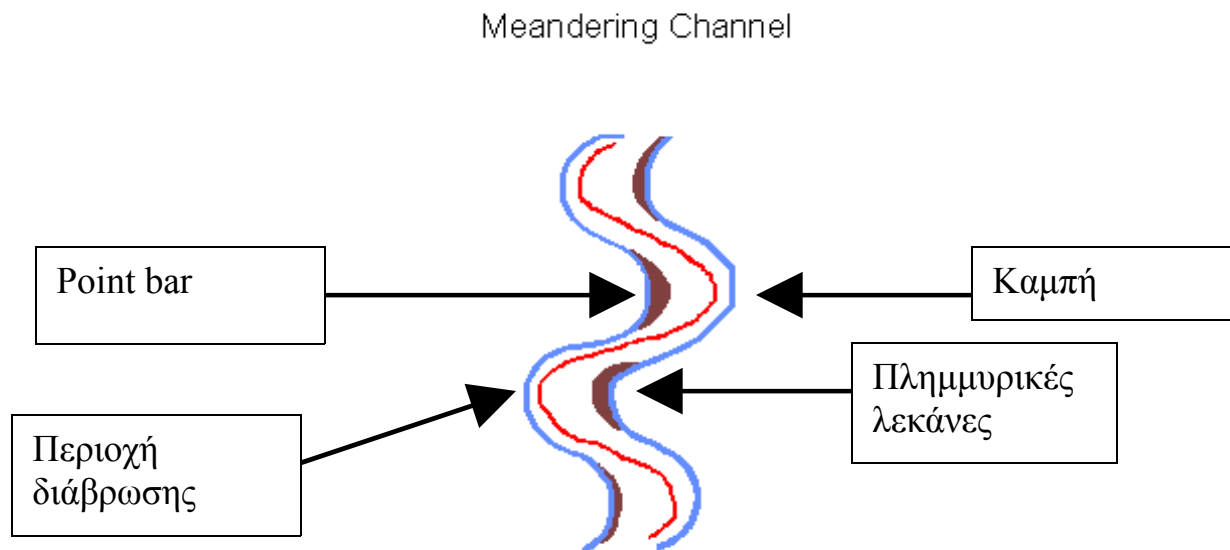
Στην επιφάνεια ο διαχωρισμός της ροής γίνεται από το εσωτερικό άκρο της καμπής. Σ' αυτό το σημείο υπάρχει ένας στροβιλισμός προς τα πίσω με μια επιβράδυνση της ροής που οδηγεί σε απόθεση υλικών. Επίσης ο διαχωρισμός της ροής κάνει τις γραμμές της ροής γίνονται πιο αισθητές στην εξωτερική όχθη, προς την κάτω άκρη της καμπύλης. Αυτή η αντιστάθμιση της γραμμής της

μέγιστης ταχύτητας είναι ο λόγος ανάπτυξης των σημειακών φραγμάτων αναπτύσσονται προς τα κατάντη και της μετακίνησης του μαιάνδρου κατά την διεύθυνση ροής.

Το προφίλ της κοίτης ενός μαιάνδρου δείχνει μια σειρά από βυθίσματα και αβαθείς περιοχές. Το σημείο κλίσης της γραμμής μέγιστης ταχύτητας συνήθως δείχνει μια ρηχή περιοχή. Τα βυθίσματα είναι παράλληλα στην καμπή του μαιάνδρου με φορά προς την ροή του ρεύματος. Έτσι τα εσωτερικά μέρη των καμπών (κάμψεων των καμπύλων) είναι περιοχές απόθεσης υλικών ενώ τα εξωτερικά περιοχές διάβρωσης. Αυτός ο συνδυασμός διάβρωσης και απόθεσης ιζημάτων στις καμπές δίνει ένα χαρακτηριστικό ασύμμετρο σχήμα στην κοίτη του ποταμού. Τα βυθίσματα που υπάρχουν στις καμπές της κοίτης του ποταμού αποτελούν κοιλότητες με έντονη διάβρωση όταν η ροή είναι υψηλή και είναι κέντρα ιζηματογένεσης όταν η ροή είναι χαμηλή.

Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός μοντέρνου μαιανδρικού συστήματος είναι:

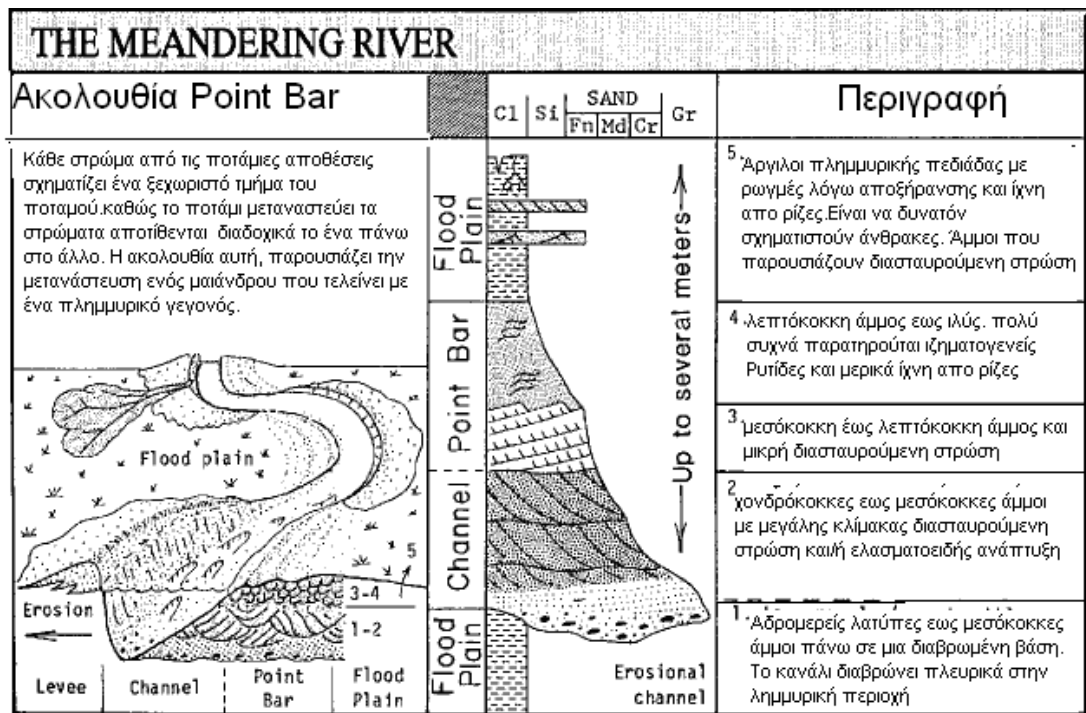
- Το *point bar* με τα κύρια κανάλια όπου κυριαρχούν οι αμμώδεις αποθέσεις.
- Οι πλημμυρικές λεκάνες με αποθέσεις ιλύος και αργίλου



Σχημα 3: Κύρια χαρακτηριστικά ενός μαιάνδρου
(waterknowledge.colostate.edu/meander.htm)

2.2 Η βάση για το μοντέλο μαιανδρικών συστημάτων

Το μοντέλο έχει αναπτυχθεί από σύγχρονες και παλιές αποθέσεις. Έρευνες μεγάλης κλίμακας ανέλυσαν τις διαδικασίες μετακίνησης του μαιανδρικού δακτυλίου, τους ρυθμούς ανάπτυξης του δακτυλίου αυτού, την μετακίνηση του στα κανάλια και τέλος την απόθεση των ιζημάτων που παραμένει αραιή. Πολλές περιγραφές παλιών μαιανδρικών αποθέσεων ρεύματος έχουν επίσης συμπεριληφθεί για να ενισχύσουν το γεγονός ότι το μοντέλο βασίζεται πάνω σε εκτεταμένες μετρήσεις των φάσεων των σύγχρονων και παλιών αποθέσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί. Όμως πολλά ακόμα πρέπει να γίνουν όσον αφορά στην αρχειοποίηση και την κατανόηση πολλών πτυχών του μοντέλου.



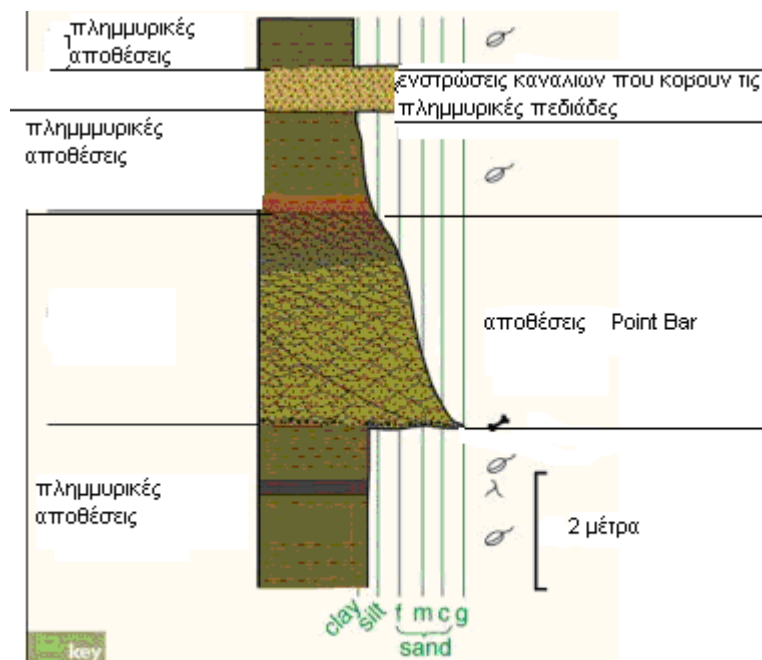
Σχημα 3: Ακολουθία μαιανδρικών αποθέσεων
(<http://csmres.jmu.edu/geollab/fichter/SedRx/meanderriver.html>)

2.3 Το κανάλι και τα point bar

Ο μαιανδρισμός του καναλιού χαρακτηρίζεται από διάβρωση στα εξωτερικά μέρη και απόθεση στα εσωτερικά μέρη των τοιχωμάτων. Η κύρια αποθετική δομή σε ένα μαιάνδρο είναι το point bar που σχηματίζεται στο εσωτερικό της κάμψης.

Τα point bar συνθέτονται από ιζήματα που είναι πολύ καλά ταξινομημένα. Τα point bar παρουσιάζουν μια μικρή κλίση προς τα κατάντι και μια ανύψωση κοντά στο επίπεδο του νερού. Όταν το ύψος τους δεν είναι πολύ μεγάλο είναι δυνατόν να παρασυρθούν από πλημμύρες και να συσσωρεύσουν παρασυρμένα ξύλα και άλλα κορήματα όταν το επίπεδο του νερού είναι πολύ ψηλό.

Σε μια πλευρική ακολουθία ιζημάτων που σχηματίζεται στο κανάλι και το point bar του μαιάνδρου παρατηρείται σταδιακή μείωση του μεγέθους των κόκκων και καθώς το κύριο κανάλι δεν διατηρείται σταθερό αλλά μετακινείται δημιουργείται επανάληψη της ακολουθίας.



Σχήμα 5: Η επανάληψη των στρωμάτων κατά την μετανάστευση του point bar
(mysite.wanadoo-members.co.uk/.../alluvial2.html)

Η κάθε ακολουθία ξεκινάει με τα πιο αδρόκοκκα υλικά, τα οποία ο πυθμένας των καναλιών μπορεί να μεταφέρει μόνο σε περιόδους μέγιστης πλημμύρας. Αυτά τα αδρόκοκκα υλικά περιλαμβάνουν το χαλικώδες κλαστικό φορτίο μαζί με υγροποιημένα φυτικά υπολείμματα και μερικώς σταθεροποιημένα τεμάχια λάσπης που διαβρώθηκαν τοπικά από το τοίχωμα του καναλιού. Πάνω από τον ορίζοντα των αδρόκοκκων υλικών μεταφέρεται και αποτίθεται αδρόκοκκη ως μεσόκοκκη άμμος μέσω του συστήματος απορροής (πρόκειται για το κύριο τμήμα του point bar. Κατά την διάρκεια της μέσης αποφόρτισης η τυπική μορφή στρώσης αποτελείται από κυματοειδείς λοφοειδείς θίνες που κυμαίνονται σε ύψος από 30 cm έως 1 m καθώς και διασταυρούμενες σκαφοειδείς στρώσεις. Σε ρηχότερα μέρη της ροής, πιο ψηλά στο point bar δημιουργούνται δομές ρυτιδώσης. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι οι διατηρούμενες αποθέσεις του ενεργού καναλιού μεταπίπτουν από κυματοειδή διασταυρούμενη στρώση μεσόκοκκης άμμου μικρότερης κλίμακας σε ελασματοειδή λεπτότερη άμμο στα ανώτερα στρώματα.

Η ανάπτυξη ενός επίπεδου στρώματος ευνοείται από τις υψηλότερες ταχύτητες των ρευμάτων σε ρηχά βάθη όπου τα υλικά είναι λεπτότερα (κόκκοι). Η απόθεση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την οριζόντια στρώση. Ο συγκεκριμένος συνδυασμός ταχύτητας και βάθους που απαιτείται για την δημιουργία επίπεδου στρώματος μπορεί να εμφανιστεί σε πολλά στάδια του ποταμού και ως εκ τούτου η παράλληλη ελασματοποίηση μπορεί να σχηματιστεί τόσο πάνω όσο και κάτω από το point bar.

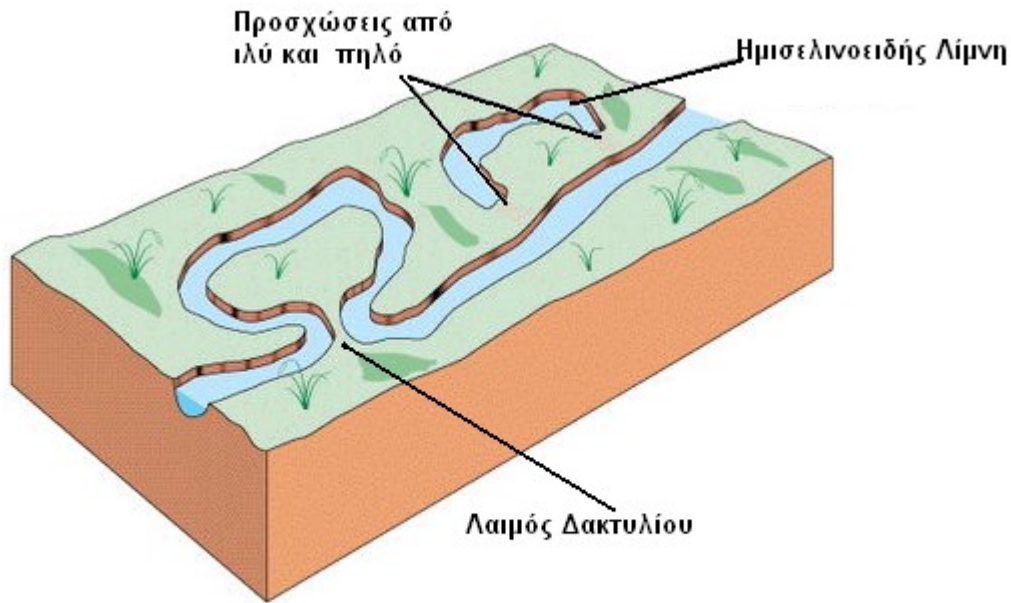


Εικόνα 2: Ακολουθία όπου κόκκοι λεπταίνουν (μειώνονται σε μέγεθος) προς τα πάνω
(geothermal.pir.sa.gov.au/.../gawler_craton)

Αν η πλευρική επαύξηση αποτελεί μόνο ένα επεισόδιο ή υπάρχουν περίοδοι διάβρωσης κατά την τελική επαύξηση, τότε προηγούμενες θέσεις της επιφάνειας του *point bar* μπορούν να διατηρηθούν στην ιζηματογενή ακολουθία. Αυτές οι επιφάνειες χαρακτηρίζονται σιγμοειδείς ή Ε διασταυρούμενα στρώματα και παρουσιάζουν κλίσεις μέχρι και 15 μοίρες.

2.4 Εγκατάλειψη καναλιού

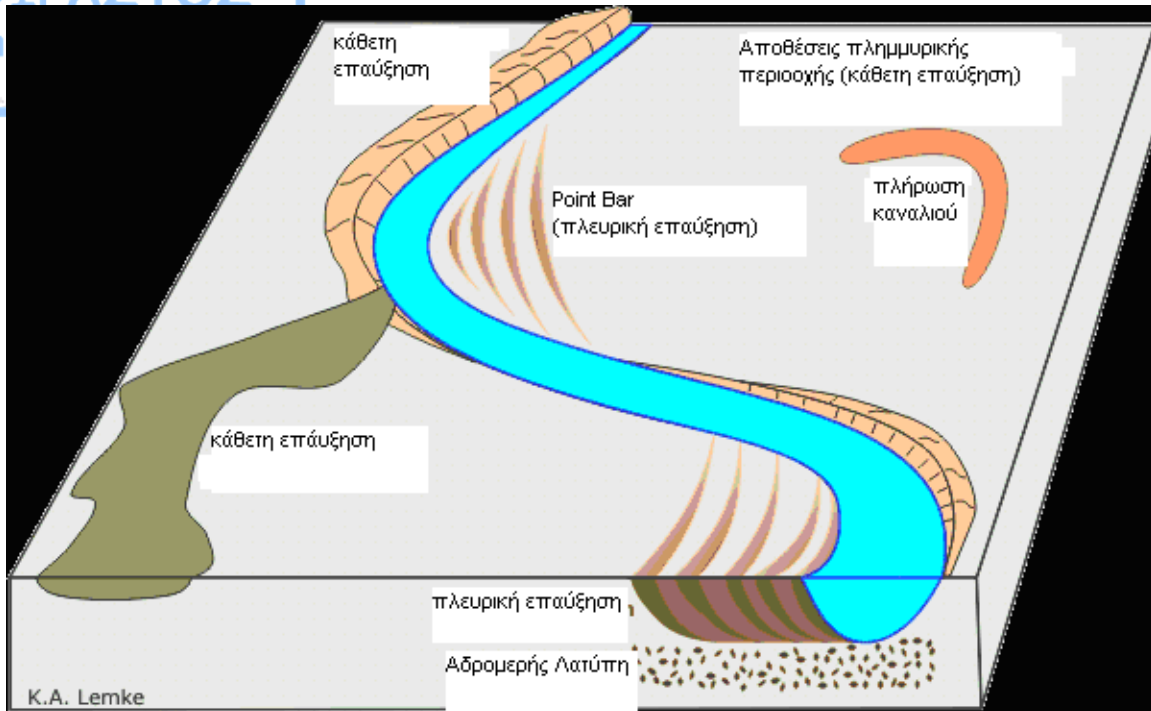
Οι μαιανδρικοί κλάδοι μπορεί να αποξηραθούν βαθμιαία ή απότομα. Κατά την διάρκεια της υδατόπτωσης και της αποκοπής, το ποτάμι σταδιακά επανακτά ένα παλιό κανάλι και ταυτόχρονα η ροή αυξάνει στον κύριο κλάδο. Η σταδιακή αυτή εγκατάλειψη οδηγεί στην ταχιά απόθεση και την ανάπτυξη μιας παχιάς ακολουθίας στρωμάτων. Η ροή μηδενίζεται πολύ γρήγορα και το αποτέλεσμα είναι μια ακολουθία αποθέσεων όπου επικρατούν ιλύς και λάσπη που δημιουργήθηκαν από πλημμυρικά επεισόδια.



Σχήμα 6 : Η σταδιακή αποκοπή της καμπής ενός μαιάνδρου
(mail.colonial.net/~hkaiter/wxerosglacier.html)

2.5 Αποθέσεις κάθετης συσσώρευσης - επαύξεσης

Κοντά στο κύριο κανάλι όπου το νερό της πλημμύρας περνάει ως ρεύμα, οι αποθέσεις της κάθετης επαύξεσης τείνουν να είναι ιλυώδεις με διασταυρούμενες στρώσεις. Μακριά από το ποτάμι τα πλημμυρικά νερά είναι στάσιμα και αποτίθεται μόνο λάσπη. Οι αποθέσεις συχνά περιέχουν ίχνη από ρίζες. Σε ημίξηρα περιβάλλοντα η επιφάνεια του διακυμαινόμενου νερού και η εξάτμιση ευνοούν το σχηματισμό ασβεστιτικών συγκριμάτων μέσα στις αποθέσεις της κάθετης επαύξεσης.



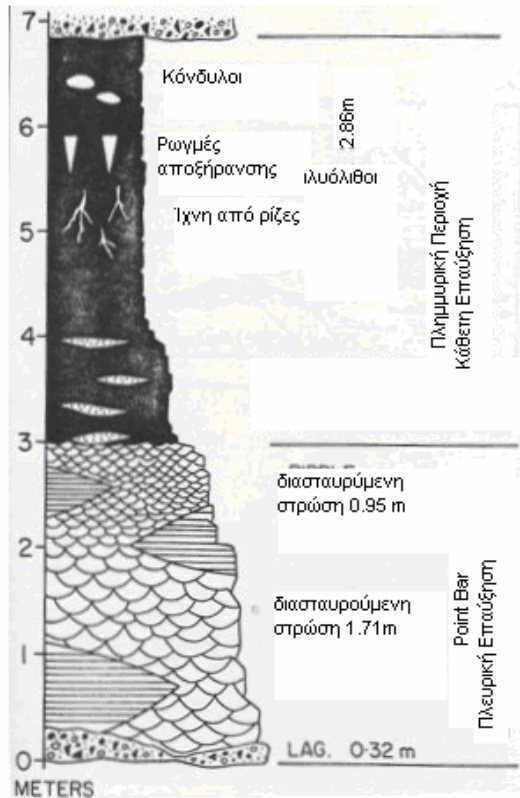
Σχήμα 7: Πηλομυρική περιοχή και σημεία κάθετης και πλευρικής επαύξησης
(www.uwsp.edu/.../04_fluvial_landforms.html)

2.6 Αλλαγές φάσεων σε μαιάνδρους

Έρευνες που έγιναν σε ένα μεγάλο αριθμό σύγχρονων αποθέσεων σε συνδυασμό με παλιούς σχηματισμούς που χαρακτηρίζονται ως μαιανδρικά – ποτάμια δίνουν μια γενική εικόνα της ακολουθίας των ιζημάτων της απόθεσης. Η ακολουθία ξεκινάει με αδρόκοκκα υλικά μέσα στο ενεργό κανάλι (πλευρική επαύξηση) και ολοκληρώνεται με λεπτόκοκκα υλικά προς τα πάνω (αποθέσεις κάθετης επαύξησης) σε περιοχές πίσω από το ενεργό κανάλι.

Σε αυτή την συγκεκριμένη ακολουθία οι σχέσεις των φάσεων έχουν καθοριστεί στατιστικά από τις μεγάλου αριθμού αποθέσεις μαιανδρικών συστημάτων ηλικίας Δεβονίου στην Βρετανία και στην Β. Αφρική, αλλά εφαρμογή του μοντέλου έχει αποδείξει ότι μπορεί να εφαρμοστεί και σε πολλές άλλες περιοχές.

Η ακολουθία που δείχνει το Σχ.8 είναι τυπικές αποθέσεις Δεβονίου παλιάς κόκκινης άμμου σε μαιανδρικό αποθετικό σύστημα



Σχήμα 8: Μοντέλο πλευρικής και κάθετης επαύξησης Δεβονίου ηλικίας παλιάς κόκκινης άμμου στην Μ Βρετανία (Allen, 1970)

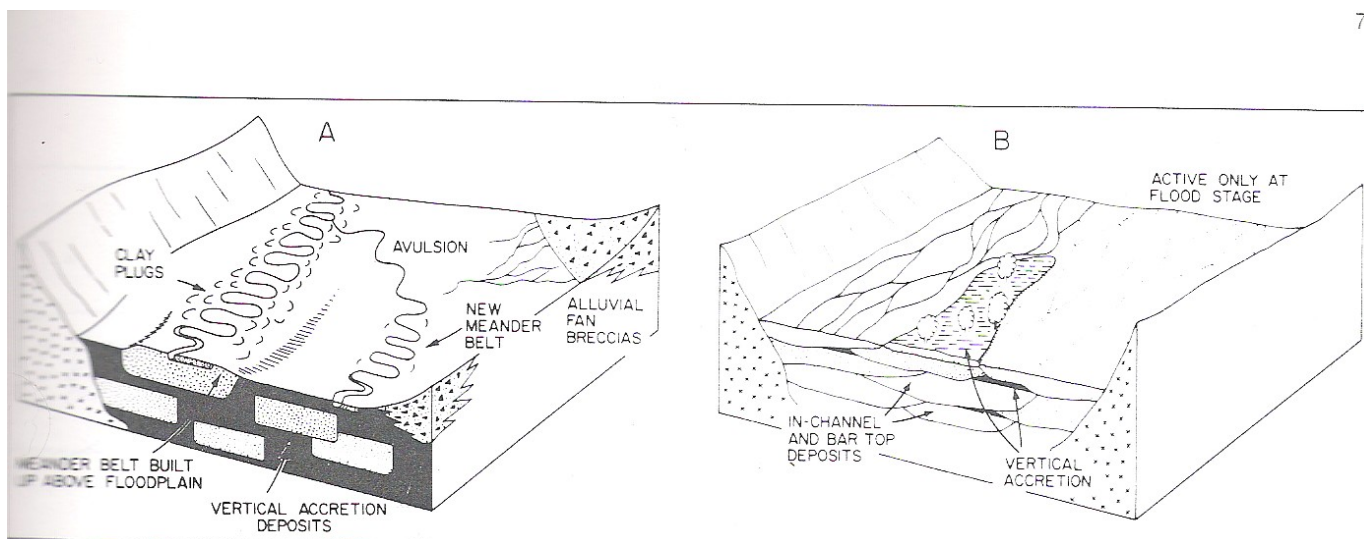
Ο Alen (1970) δημιούργησε ένα μοντέλο απόθεσης για τους μαιάνδρους (Σχήμ.8) όπου οι αποθέσεις κάθετης και πλευρικής συσσώρευσης είναι σε μέσο όρο περίπου ίσες στο πάχος. Η παρατήρηση του μοντέλου του Άλεν υποδεικνύει ότι η διασταυρωτή στρώση ελαττώνεται σε πάχος, επίσης η ακολουθία του αποκομμένου κλάδου περιέχει ασυνήθιστου πάχους ελασματοειδείς λεπτόκοκκες άμμους και ότι και τα δύο περιέχουν ασυνήθιστου πάχους κάθετης συσσώρευσης αποθέσεις.

Σε άλλα ποτάμια χονδρόκοκκες αποθέσεις και λιγότεροι ιλύες οδηγούν στην απόθεση με όχι πολύ καλή κατανομή των λεπτόκοκκων συστατικών προς τα

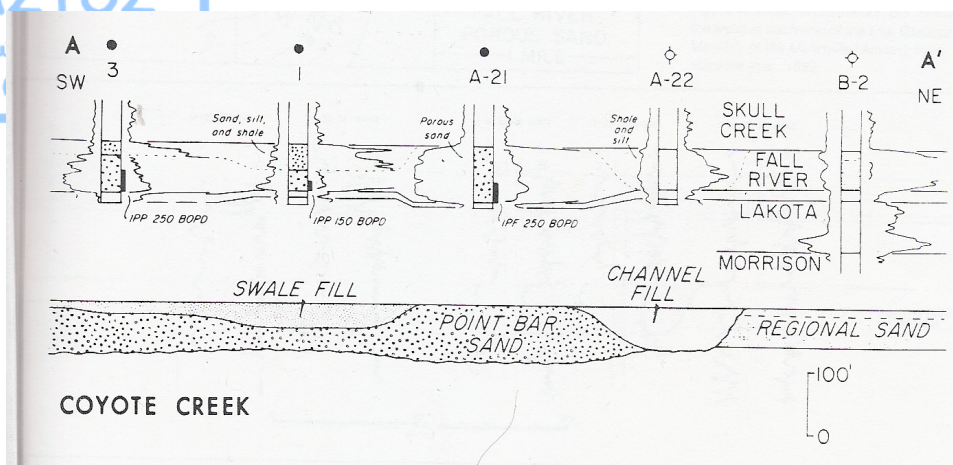
πάνω. Αυτές οι κατανομές πρέπει να αναγνωρίζονται και να χρησιμοποιηθούν για την εξέταση των πιο παλιών αποθέσεων.

2.7 Γεωμετρία της άμμου και η απόθεση του γεωμετρικού φορτίου

Ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά ενός μαιανδρικού μοντέλου είναι το γεγονός ότι οι μαιανδρικές καμπές αποκόπτονται και στην συνέχεια πληρώνονται από λεπτόκοκκη ιλύ και άργιλο. Με την πάροδο των χρόνων αυτά τα εξογκώματα αργίλου και οι άργιλοι της πλημμυρικής περιοχής μπορεί να αποκοπούν επειδή είναι σχετικά σκληρά για να διαβρωθούν. Όλη η ζώνη του μαιάνδρου μπορεί να ανυψωθεί πάνω από το επίπεδο της πλημμύρας με κάθετη επαύξηση. Αυτή η κατάσταση μπορεί να συνεχιστεί μέχρις ότου ένα καταστροφικό γεγονός μεταφέρει ολόκληρο το ποτάμι κάτω από το επίπεδο της πλημμύρας. Κατά αυτό τον τρόπο η ολική γεωμετρία της άμμου με την ελικοειδή δράση του ρεύματος, θα επιμηκύνει τελικά και θα ισορροπήσει και στις δύο πλευρές από λεπτόκοκκο υλικό. (Σχ.9)



Σχήμα 9: Διαγράμματα για συσσώρευση μετά από ένα πλημμυρικό επεισόδιο σε μαιανδρικά και πλεξοειδή συστήματα ποταμών (Allen 1965)



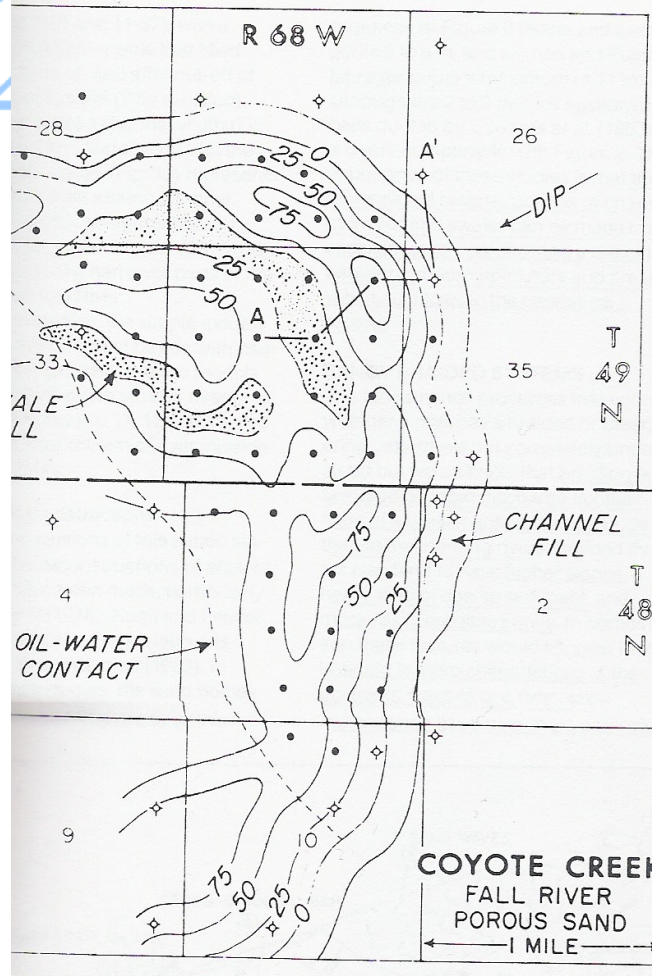
Σχήμα 10: Συσχετισμός δειγμάτων κατά μήκος του πεδίου Coyote Creek (Berg 1968)

2.8 Μαιανδρικές αποθέσεις στο υπέδαφος

Πολλά παραδείγματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις ποτάμινες ανακατανομές. Ψαμμίτες του Κατώτερου Κρητιδικού της βάσης του ποταμού του Wyoming που μπορούν να ερμηνευτούν σε :

- 1) άμμος του point bar
- 2) άμμοι, ιλύς και αργιλικός σχιστόλιθος που προέρχονται από την πλήρωση κοιλώματος και
- 3) αργιλικό σχιστόλιθοι και ιλύς που αντικατοπτρίζουν την πλήρωση ενός εγκαταλελειμμένου καναλιού.

Εδώ είναι καλό να σημειωθεί το πάχος του point bar μπορεί να φτάσει μέχρι 23 μέτρα. Στον ισοπαχικό χάρτη στο Σχήμα 11 το μαιανδρικό κοίλωμα και οι αργιλικό σχιστόλιθοι είναι σχετικά ορατά. Ο ισοπαχικός χάρτης δεν υποδεικνύει υπερκείμενα ξεχωριστά στρώματα άμμου αλλά ένα ενιαίο στρώμα πάχους 23 μέτρων το οποίο επαυξάνει πλευρικά προς τα Βορειοδυτικά. Το μέγεθος αυτού του κοιλώματος είναι συγκρίσιμο με αυτό στα σύγχρονα ποτάμια του Μισισσιπή και του Μισούρι και μας βοηθά να εξηγήσουμε τα μεγάλα πάχη άμμου Κρητιδικής ηλικίας.



Σχήμα 11: Ισοπαχικός χάρτης του πεδίου Coyote Creek (Berg 1968)

Σε ένα άλλο μοντέλο οι Hopkins et al (1982) παρουσίασαν δεδομένα του Κατώτερου Κρητιδικού της περιοχής Μάνβιλ στην νότια Αλβέρτα. Τμήμα της τομής μπορεί να μας δείξει την πλάγια επαύξηση πάχους 20 μ. από ψαμμίτη με μήκος καναλιού των 500 μ. που πληρώνεται με 16 μ λάσπη μετά την αποκοπή από αυτό το μαιανδρικό σύστημα. Το ολικό μήκος του καναλιού είναι 1 km, που υποδεικνύει ότι αποτελεί τμήμα ενός μεγαλύτερου καναλιού .

Παλιές μελέτες της περιοχής μπορούσαν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες για την ανακατασκευή των παλαιότερων *point bar*. Η σημαντικότητα αυτών των ερευνών είναι ότι οι τρισδιάστατες ανακατασκευές των *point bar* του καναλιού και της κοίτης μπορεί να γίνουν από εξαιρετικές εμφανίσεις και επιτρέπουν την απευθείας επαφή μεταξύ των μοντέρνων *point bar* και την διατήρηση των φάσεων στον γεωλογικό χρόνο.

2.9.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: ΜΑΙΑΝΔΡΙΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΡΙΤΟΓΕΝΟΥΣ ΣΤΑ ΝΟΤΙΑ ΠΥΡΗΝΑΙΑ



Εικόνα 3: κοντά στο δέλτα του Puente de Montanana, ηλικία Ηωκαίνου
(geopal.uni-hd.de/.../virttrip/pyr/stop/09.html)

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναπτυχθεί ένα παραδείγματα που αφορά τις μαιανδρικές αποθέσεις Τριτογενούς στα Ν. Πυρηναία και συγκεκριμένα την ενότητα Μοντανάνα Κατώτερου Ηωκαίνου.

Η ενότητα του Μοντανάνα εκτείνεται από τα Ανατολικά προς τα Δυτικά με μια ζώνη μήκους 60 km και πλάτος 15 – 25 km. Η τεκτονική παραμόρφωση μέσα στην επικρατούσα υποοριζόντια ακολουθία είναι περιορισμένη, με αποτέλεσμα να μας δίνει τις κατάλληλες συνθήκες για στρωματογραφική ανάλυση της περιοχής. Το μέγιστο διατηρημένο πάχος είναι της τάξεως των 1500μ. Το ανατολικότερο άκρο της εμφάνισης της ενότητας Μοντανάνα φαίνεται στο Σχήμα 12 . Η αλλουβιοδελταική προέλευση της ενότητας αυτής ανακαλύφθηκε πρώτα από τον Van Eden (1970) και στη συνέχεια οι Nijman και Nio (1975) παρουσίασαν μια αναλυτική στρωματογραφική μελέτη.

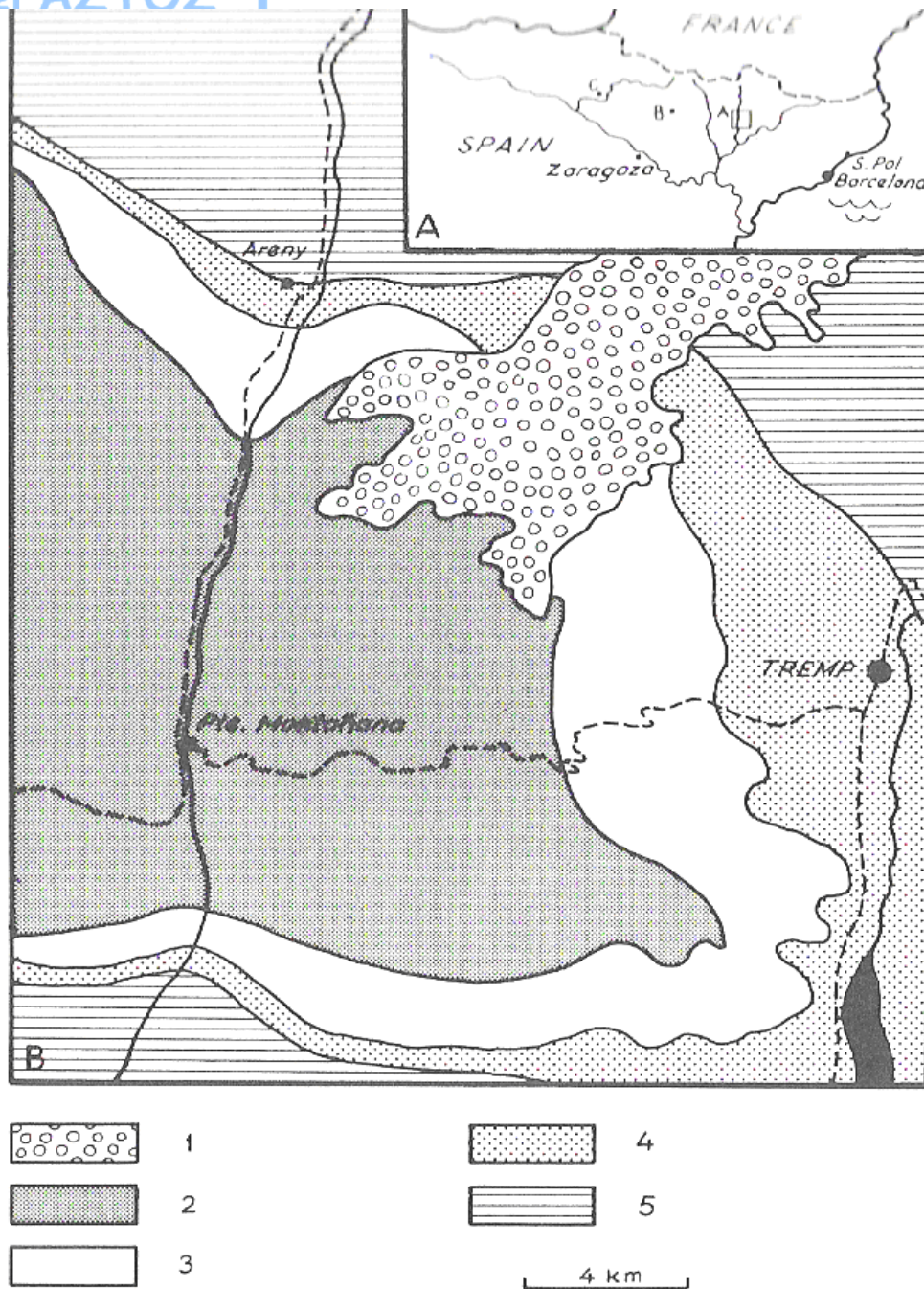


Fig. 1. A: Τοπογραφικός χάρτης A- Puente Montanana (Κ. Ηωκαίνο), B- Puente De Monrepos (Ολιγόκαινο), C- Murillo και Santacara (Μεσόκαινο)

B: Γεωλογικός χάρτης της περιοχής Puente Montanana 1) Μεταμορφωμένο κροκαλοπαγές ριπιδίων (Ηωκαίνου -Ολιγόκαινο). 2) ενότητα Montanana ποταμιόδελταϊκές αποθέσεις (Κ.Ηωκαίνου). 3) Ενότητα Ager, ρηχές θαλάσσιες αποθέσεις (Α. Παλαιοκαίνο-Κ.Ηωκαίνου). 4) Σχηματισμός Trempe ποτάμιες αποθέσεις (Κ. Μαστιχτιό-Παλαιοκαίνο. 5) θαλάσσιες αποθέσεις Κ.Κρητηδικού

Σχήμα 12 : Τοπογραφικός και γεωλογικός χάρτης της περιοχής Μοντανάνα (Puigdefabregas 1973)

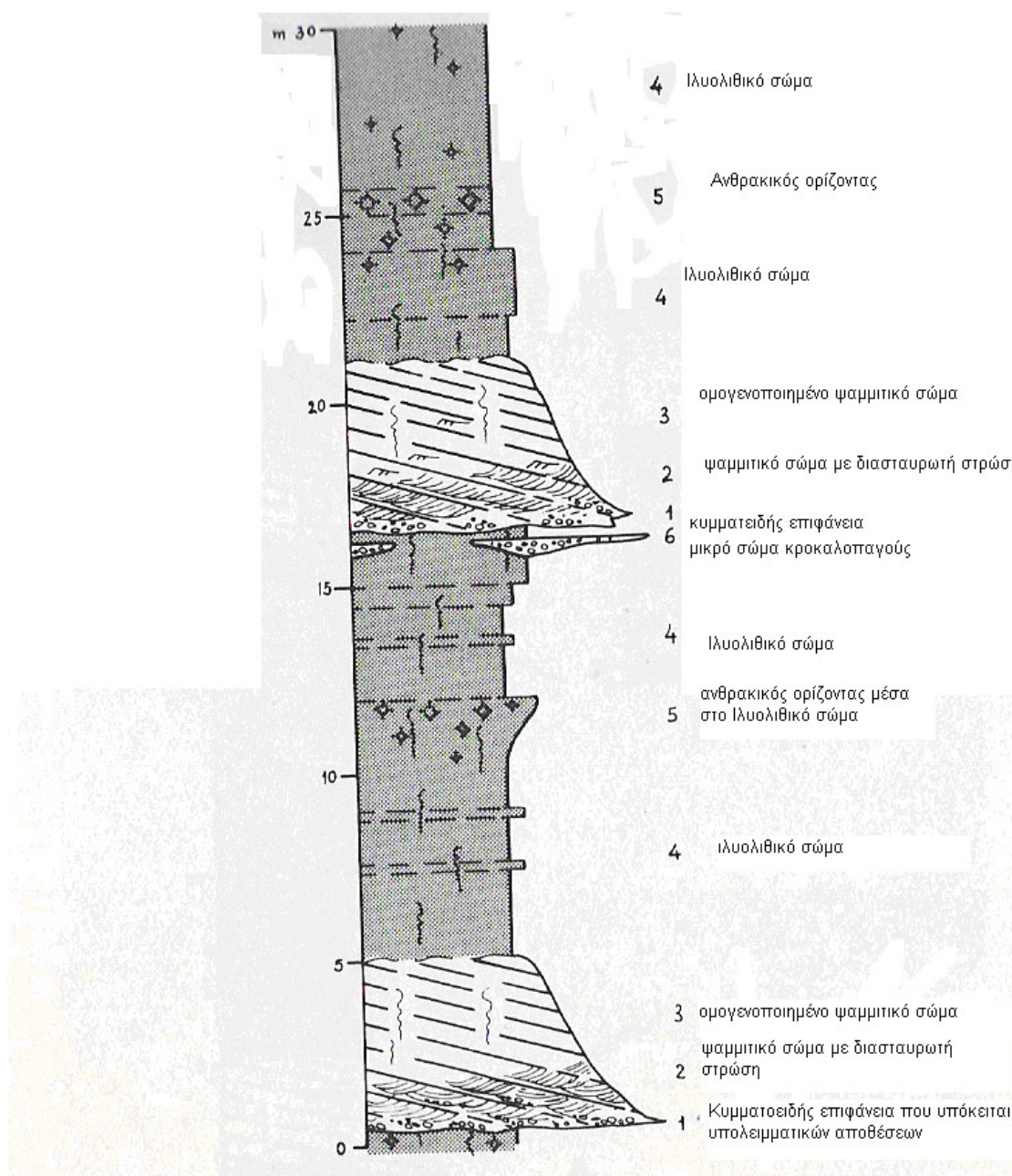
Η θαλάσσια επίδραση στη ενότητα Μοντανάνα αυξάνει σταδιακά από τα ανατολικά προς τα δυτικά. Στο ανατολικότερο τμήμα Puente de Montana (εικόνα 3) η ακολουθία αποτελείται σχεδόν αποκλειστικά από αποθέσεις αλλουβιακής πεδιάδας με μόνη εξαίρεση το βασικό τμήμα. Περίπου 50 km προς τα δυτικά η ενότητα αποτελείται από αποθέσεις δελταϊκής πεδιάδας και δελταϊκής πλατφόρμας. Η γενική κατεύθυνση της ποτάμιας μεταφοράς έχει δυτική κατεύθυνση με σημαντική τροφοδοσία από ριπίδια από τα βόρεια προς τη δελταϊκή πεδιάδα.

Η ενότητα Μοντανάνα έχει αποτεθεί πάνω στην ενότητα Κεντρικών Βόρειων Πυρηναίων η οποία τοποθετήθηκε εκεί τεκτονικά στις αρχές του Ηωκαίνου. Η ενότητα αυτή υπέρκειται της ενότητας Ager που περιλαμβάνει ρηχής θάλασσας με μια σχετικά απότομη αλλαγή φάσεων και την δημιουργία γωνιωδών ασυμφωνιών. Το ανατολικότερο τμήμα της εμφάνισης της ενότητας Μοντανάνα επικάθεται ασύμφωνα πάνω στο μετά-ορογενετικό κροκαλοπαγές ριπιδίου ηλικία τέλος Ηωκαίνου-Ολιγόκαινου.

2.9.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Στην εμφάνιση αυτή δυο ψαμμιτικά σώματα παρεμβάλλονται μέσα σε μια ακολουθία από πηλό ή ιλύ. Τα δυο αυτά ψαμμιτικά σώματα έχουν πάχος 5 μέτρα περίπου και δείχνουν καλή λεπτομερή ανάπτυξη των κόκκων προς τα πάνω με ταυτόχρονη αύξηση της περιεκτικότητας σε άμμο. Οι βάσεις και των δυο σωμάτων είναι επιφάνειες διάβρωσης που επικαλύπτονται τοπικά από φακούς λατυπών. Μια σαφής κλίση (15-20) στην στρώση επαύξεσης σε δεκατομετρική κλίμακα εμφανίζεται μέσα στα σώματα. Επιφάνειες επαύξεσης χαρακτηρίζονται από ιλύ ή πηλό τα οποία μπορούν να παρατηρηθούν μέχρι την βάση των σωμάτων. Η μόνη δομή απόθεσης που μπορεί να παρατηρηθεί κανονικά μέσα στις ενότητες επαύξεσης είναι η διασταυρούμενη στρώση δεκατομετρικής κλίμακας στα κατώτερα τμήματά τους, ενώ στα ανώτερα τμήματα δεν παρατηρείται κάποια χαρακτηριστική δομή γιατί έχουν ομογενοποιηθεί από τις ρίζες. Παρόμοια αλλά πιο μικρού πάχους σώματα σε κοντινές εμφανίσεις έχουν

ομογενοποιηθεί εξολοκλήρου. Μερικές φορές οι ζώνες επαύξεσης συσσωρεύονται σε εναλλασσόμενα τμήματα με περισσότερη ιλύ ή με περισσότερο πηλό. Μικρές εσωτερικές ασυμφωνίες μπορεί να είναι ορατές μεταξύ των ζωνών επαύξεσης.



Σχήμα 13 :Γενική τομή των εμφανίσεων στην περιοχή περιοχής Μοντανάνα (Puigdefabregas 1973)

Μια σειρά από μετρήσεις των διευθύνσεων των επιφανειών επαύξεσης κατά μήκος μιας γραμμής 250 μέτρων στο ανώτερο σώμα της εμφάνισης, δείχνει μια σταδιακή αλλαγή της διεύθυνσης κλίσης της τάξης των 30 μοιρών. Σε άλλες εμφανίσεις η καμπυλότητα των ενοτήτων μπορεί να γίνει αντιληπτή με γυμνό μάτι. Τα ψαμμιτικά σώματα βρίσκονται παράλληλα της διεύθυνσης κλίσης των επιφανειών επαύξεσης. Στα όρια των σωμάτων παρατηρείται η τελευταία αποθετική κλιτύς, η οποία επικάθεται ασύμφωνα πάνω σε ιλυολίθους και λεπτούς ψαμμίτες που αντιπροσωπεύουν την πλήρωση μετά την εγκατάλειψη του καναλιού ή την πλήρωση από άργιλο. Όσον αφορά την ανώτερη ακολουθία η πλημμυρική περιοχή είναι επίσης εκτεθειμένη και το εύρος του καναλιού που την περιέχει μπορεί να υπολογιστεί περίπου στα 30 μέτρα.

Τα ψαμμιτικά σώματα τα οποία έχουν περιγραφεί πιο πάνω είναι διασκορπισμένα μέσα σε ιλυολιθική πρωτογενή κύρια μάζα και αποτελούν κυρίως το 25% της λιθολογίας του σχηματισμού(Σχ13).

Σε μερικές περιπτώσεις παρατηρήθηκαν ιλυολιθικές ακολουθίες που έφταναν το πάχος των 50 μέτρων να εμφανίζονται χωρίς την παρεμβολή ψαμμιτών. Οι ιλυόλιθοι περιέχουν ρίζες και μερικές φορές δείχνουν μερική ανάπτυξη σε ασβεστιτικούς κονδύλους, οι οποίοι είναι διάσπαρτοι ή οργανωμένοι μέσα στους ορίζοντες. Οι κόνδυλοι είναι αρχικά συγκρίματα ασβεστίτη δείχνοντας έτσι την συγκριματική τους ανάπτυξη. Λεπτές ομόκεντρες ρωγμές που πληρώθηκαν από αδρομικροκυσταλλικό ασβεστίτη παρατηρούνται μέσα σε ιλυολιθική πρωτογενή κύρια μάζα με ανακατεμένη μικροδομή. Επίσης οι κόκκοι από χαλαζία αντικαθίστανται από ασβεστίτη. Οι κόνδυλοι εμφανίζονται συχνά σαν μικρές κροκάλες στα βασικά τμήματα των ψαμμιτικών σωμάτων, κάτι που υποδεικνύει την γρήγορη εδαφογένεση τους.

Κεφάλαιο 3

ΑΜΜΩΔΗ ΠΛΕΞΟΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ



Εικόνα 4: Πλεξοειδής ποταμός Slims στον Καναδά
(www.geo.uu.nl/.../results/fluvialstyle)

3.1 Ορισμός

Πλεξοειδές ποτάμιο σύστημα ονομάζεται το σύστημα που αποτελείται από πολλούς διαχωρισμένους κλάδους και κανάλια και που ενδιάμεσα τους φέρουν νησιά τα οποία δημιουργούνται από την απόθεση των υλικών που μεταφέρει το ρεύμα του ποταμού. Τα πλεξοειδή συστήματα χαρακτηρίζονται από τις μεγάλες ταχύτητες των ρευμάτων τους, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την ταχεία μεταφορά και απόθεση των υλικών του.

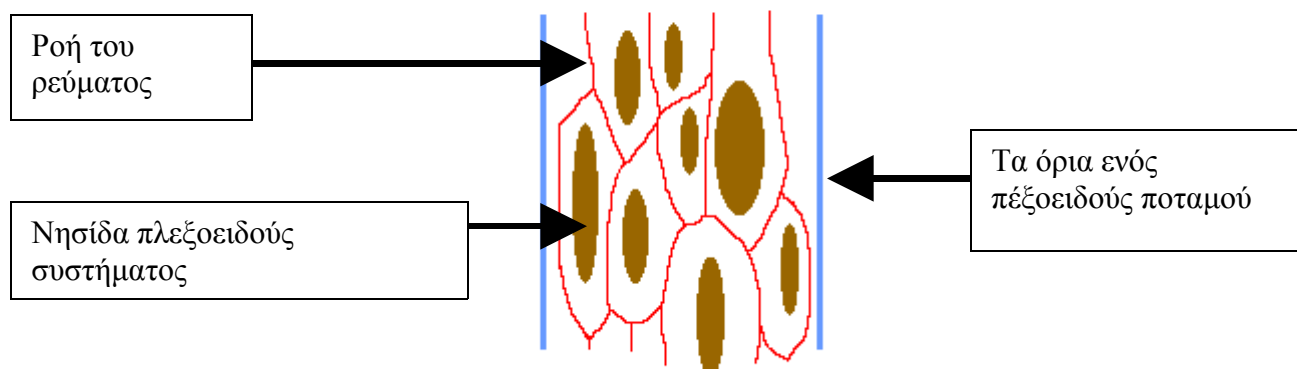
Στα Πλεξοειδή ποτάμια συστήματα κοίτη ακολουθεί μια πορεία με κάμψεις αλλά η σχέση μήκους κοίτης με μήκος κύματος ποταμού έχει τιμές γύρω στο 1,5. Το πλάτος της κοίτης παραμένει μεγάλο, αλλά η σχέση του με το βάθος ροής

μικραίνει σημαντικά (Σχ.1) . Το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα που έχουν οι ποταμοί αυτοί είναι ο σχηματισμός φραγμάτων (νησίδων) μέσα στην κοίτη τους (Σχ.14). Τα φράγματα αυτά μοιάζουν με φακούς, γλώσσες ή ατράκτους, σχηματίζονται είτε στο κέντρο, είτε κοντά στις όχθες, προσανατολίζονται με το μεγάλο άξονα παράλληλο προς τη ροή του νερού και δεν είναι πάντοτε σταθερά. Όταν η στάθμη του νερού μέσα στην κοίτη ανεβαίνει τα φράγματα σκεπάζονται από το νερό ή καταστρέφονται, ενώ όταν κατεβαίνει τα φράγματα υψώνονται πάνω από αυτή και σε πολλές περιπτώσεις αναπτύσσεται βλάστηση στην επιφάνεια και τα σταθεροποιεί. Η παρουσία των φραγμάτων αυτών μέσα στην κοίτη αναγκάζει το νερό να αλλάζει την πορεία του, να διχάζεται όταν τα πλησιάζει και να συμβάλει όταν απομακρύνεται από αυτά. Τα πλεξοειδή συστήματα χαρακτηρίζονται επίσης από τις μεγάλες ταχύτητες των ρευμάτων τους, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την ταχεία μεταφορά και απόθεση των υλικών του.

Η γενική στρωματογραφία των πλεξοειδών ποταμών είναι η εξής :

- διασταυρούμενη στρώση λόγω της μετανάστευσης ανομοιομόρφων θινών
- χονδρόκοκκο υλικό το οποίο βρίσκεται κάτω από τις ελασματοειδείς αποθέσεις επειδή το ρεύμα του ποταμού δεν είναι τόσο ισχυρό ώστε να δημιουργήσει χονδρόκοκκες θίνες και τέλος
- στις άκρες των κλάδων τα υλικά μεταπίπτουν σταδιακά από χονδρόκοκκα σε λεπτόκοκκα και αποτελούνται κυρίως από πηλό και ιλύ.

Πλεξοειδής Ποταμός

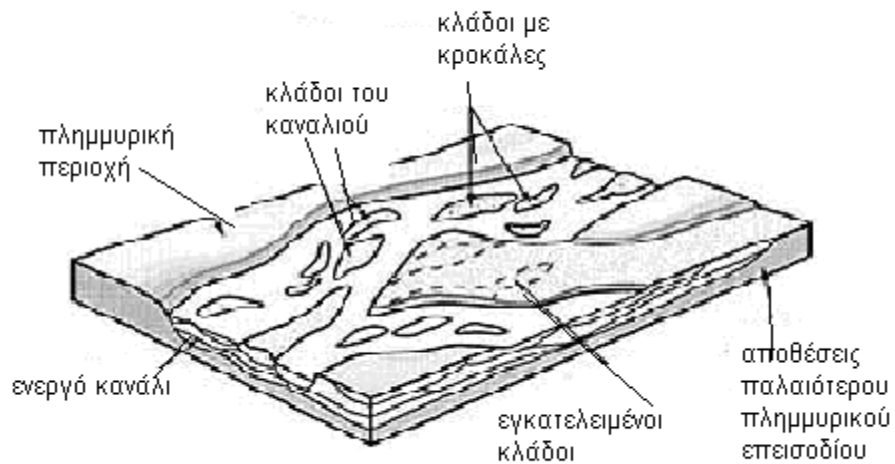


Σχήμα 14: Δομή πλεξοειδούς ποταμού
(waterknowledge.colostate.edu/meander.htm)

3.2 Πλεξοειδείς κλάδοι και κανάλια

Τα γεωμορφολογικά στοιχεία των ποταμών αυτών είναι πολύ πολύπλοκα και περιλαμβάνουν (α) ξεχωριστά στρώματα (β) μικρές ομάδες κλάδων, (γ) πολύπλοκους κλάδους και (δ) ώριμα από βλάστηση νησιά. Ο ίδιος ο ποταμός ρέει μεταξύ αυτών των αμμώδων σχηματισμών σε μια συνεχή υποδιαίρεση και επανένωση επαναλαμβάνοντας το πλεξοειδές μοτίβου.

Το πιο λεπτόκοκκο υλικό τείνει να μεταφέρεται μέσω του συστήματος χωρίς να συγκεντρώνεται. Τα κανάλια ποικίλουν σε μήκος και σε βάθος και δεν συμπίπτουν με το απλό μοντέλο ενός μαιάνδρου. Στο βυθό του καναλιού γίνεται απόθεση λατυπών και πάνω από αυτό στρωμάτων άμμου. Η απόθεση ιζημάτων μέσα στα κανάλια κατά την βαθμιαία ελάττωση της ροής μπορεί να προκαλέσει την δομών που μπορούν να διατηρηθούν ακόμα και μετά από την δράση ενός πλημμυρικού επεισοδίου μέσα στα κανάλια. Σε ρηχότερα κανάλια και στις κορυφές των κλάδων όταν βυθίζονται κατά το πλημμυρικό στάδιο σχηματίζονται μικρές θίνες μέχρι ρομβοειδή κύματα Άμμου. Επίσης τα κανάλια μπορεί να παρουσιάζουν σφηνοειδή ή ακόμα και λοξή μορφή.



Σχήμα 15: Μοντέλο ενός πλεξοειδούς ποταμού
(www.ucpress.edu/books/pages/6664/6664.ch04.php)

Σε αυτή την περίπτωση ονομάζονται κλάδοι κατά μήκος των καναλιών και σχηματίζονται :

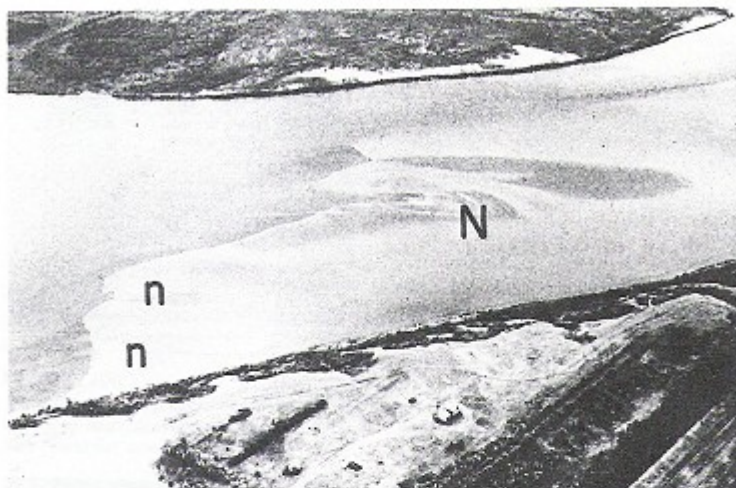
- Όταν ένα μικρό κανάλι αποφορτίζεται σε ένα μεγαλύτερο σαν ένα μικροδέλτα
- Εκεί όπου η ροή διαδίδεται πλάγια και τέλος
- Εκεί που η ροή υποχρεούται από δομές καναλιών στα ανάντι να ρέει λοξά του κύριου συστήματος του καναλιού.



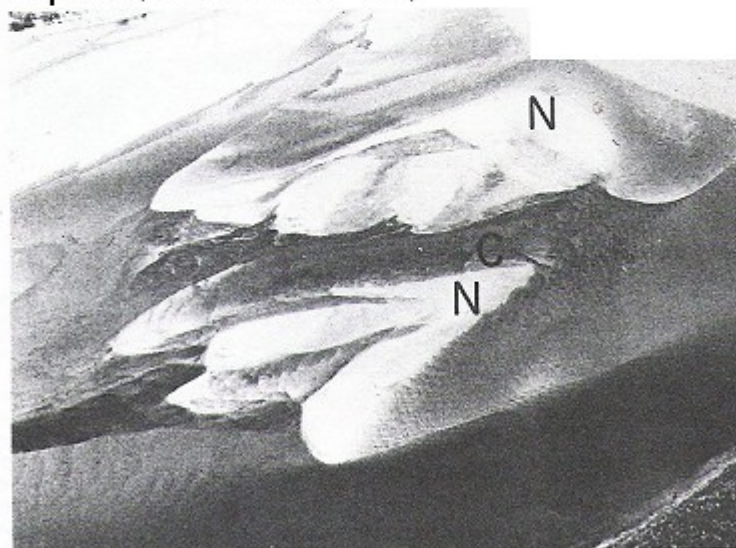
Εικόνα 5: κλάδος του πλεξοειδούς ποταμού Slim στον Καναδά
(www.geo.uu.nl/.../results/fluvialstyle)

Πολλοί από τους διασταυρούμενους κλάδους έχουν μια ψηλότερη περιοχή η οποία αναδύεται σε περιόδους χαμηλής στάθμης. Αυτή η υπερυψωμένη περιοχή μπορεί να λειτουργήσει ως πυρήνας για περαιτέρω απόθεση. Ο πυρήνας μεγαλώνει προς τα κατάντι σαν άμμος που διαφεύγει σε δυο τμήματα και αναπτύσσεται επίσης προς τα ανάντι σαν θίνες όπου κυριαρχούν άμμοι με

κυματοειδείς δομές. Έτσι όσο αναπτύσσεται ο πυρήνας πιθανώς μαζί με άλλους κλάδους και δημιουργείται μια μεγάλη ζώνη άμμου (Εικ.6 και 7).



Εικόνα 6: Πλεξοειδής ποταμός N Σασκατσέγουαν. Κλάδος διασταυρούμενου καναλιού (N) προκαλεί την δημιουργία 2 νησίδων (n). Ολόκληρο το κανάλι μεταναστεύει σε απόσταση ίση με το μήκος των νησίδων (Cant και Walker 1978)



Εικόνα 7: Πλεξοειδής ποταμός N Σασκατσέγουαν. Η εξέλιξη της μεγάλης ζώνης άμμου

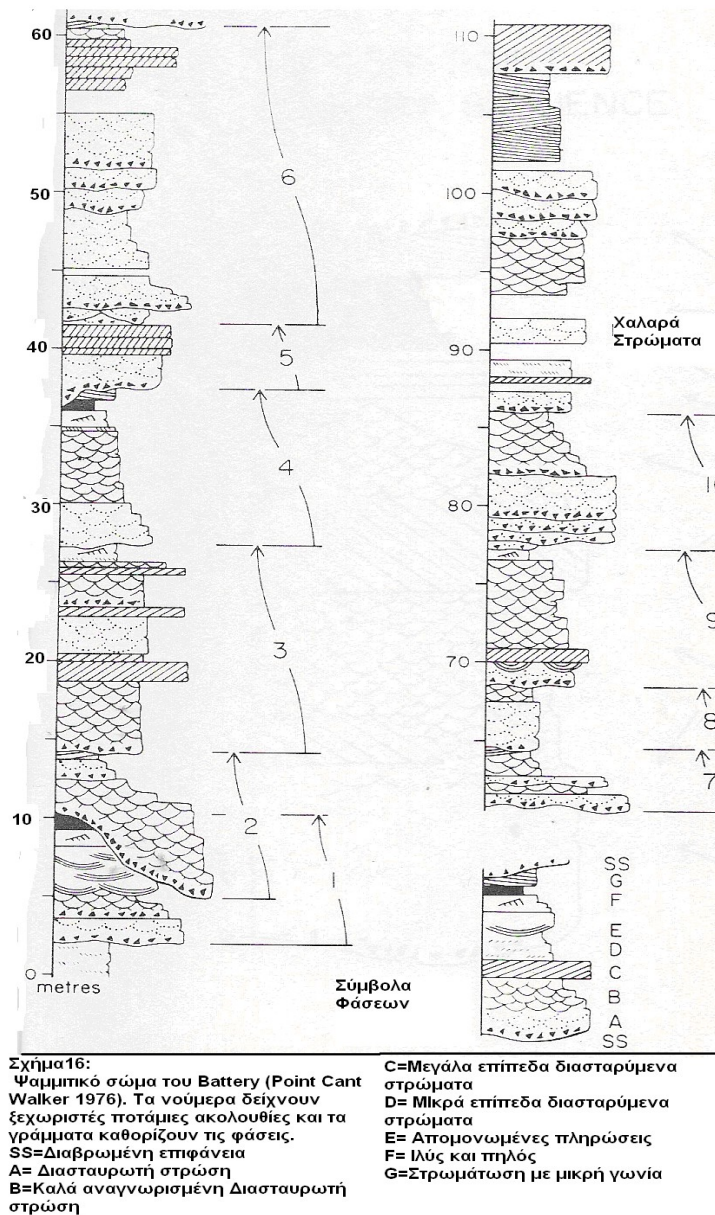
Αυτές οι ζώνες είναι πολυσύνθετες και το αρχικό τους σχήμα είναι ασαφές λόγω διαμελισμού και επαναπόθεσης κατά την αλλαγή των σταδίων του ποταμού. Από την κατανόηση των αποθέσεων του ποταμού προκύπτει η ακόλουθη στρωματογραφία που μπορεί να χαρακτηρίσει τις αποθέσεις αυτού του

είδους ποταμού. Η ακολουθία αυτή θα αποτελείται από λατύπες με υπερκείμενη διασταυρούμενη στρώση που σχηματίστηκε από μεταναστευτικές θίνες. Η απόθεση του πυρήνα και η ανάπτυξη των 2 ξεχωριστών νησίδων και οι μεταβολές κατά την διάρκεια πλημμυρικών επεισοδίων και περιόδους πτώσης της στάθμης δίνουν την ανάπτυξη τμημάτων με επίπεδα διασταυρούμενα σώματα. Οι αμμώδεις κορυφές όλων αυτών των ακολουθιών σχηματίζονται από μικρότερα επίπεδα διασταυρούμενα στρώματα και άμμους με κυματοειδείς δομές και σχηματίζουν το μελλοντικό κορυφαίο κλάδο. Αυτός ο κλάδος υποδεικνύει ότι η εναπόθεση και ο διαμελισμός δεν επηρεάζουν τις κορυφές των κλάδων αλλά μπορούν να επηρεάσουν και ρηχά κανάλια.

Σε αντίθεση με τα μαιανδρικά συστήματα, οι κάθετες συσσωρεύσεις σε πολύπλοκα ρεύματα είναι δεν είναι τόσο συνήθεις και σπάνια διατηρούνται. Μόνο κατά την διάρκεια μεγάλων πλημμυρικών γεγονότων το ποτάμι ξεχύνεται εκτός του κυρίως καναλιού οπότε τα ρηχά νησιά μπορούν σχετικά εύκολα να βυθιστούν και να δεχτούν κάθετης επαύξησης αποθέσεις.

3.3 Παλιές αμμώδεις πλεξοειδείς και ποτάμιες αποθέσεις

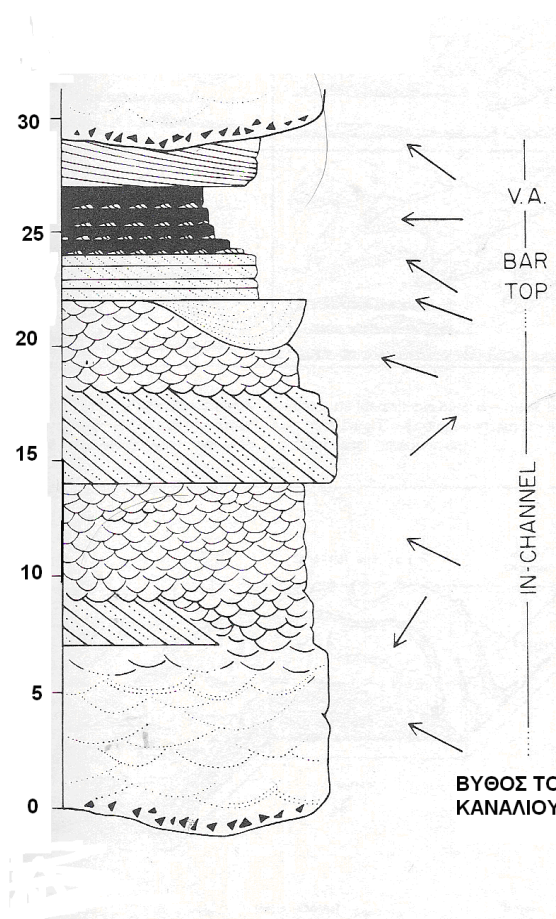
Στην περιοχή του Battery Pointη παρουσία ψαμμιτών αποτελεί πολύ καλο παράδειγμα από παλιές αμμώδεις πλεξοειδείς και ποτάμιες αποθέσεις . Το τμήμα του Battery Point μπορεί να χωριστεί σε 8 φάσεις βασισμένο σε ιζηματογενείς δομές και στο μέγεθος των κόκκων. Τουλάχιστον 10 ποτάμιες ακολουθίες μπορούν να σημειωθούν στο τμήμα μελέτης. Η σειρά της εμφάνισης των φάσεων έχει επεξεργαστεί ούτως ώστε να βρεθεί η γενική συχνότητα φάσεων για να λειτουργήσει σαν βάση για αναπαράσταση. Στην ακολουθία στο Battery Point αναγνωρίστηκε (Α) λατυποπαγές με σκαφοειφή διασταυρούμενη στρώση. Οι αποθέσεις μέσα στο κανάλι αποτελούνται από επίπεδα τμήματα με χαρακτηριστική διασταυρούμενη στρώση που πολύ συχνά δείχνουν μια μεγάλη σε διάρκεια εκτροπή από το (Α).



Σχήμα 16: Ψαμμιτικό σώμα του Battery Point (Walker 1976)

Οι αποθέσεις στα ανώτερα τμήματα του κλάδου κυριαρχούνται από επίπεδα \ τραπεζοειδή τμήματα με διασταυρούμενη στρώση (D) και μια λεπτή καταγραφή από κάθετης συσσώρευσης διασταυρούμενες / ελασματοειδείς στρώσεις που παρεμβάλλονται από λεπτόκοκκους ιλυολίθους και κάποιους αινιγματικούς ψαμμίτες που παρουσιάζουν μικρή γωνία απόθεσης (G) .

Η παρατήρηση της ακολουθίας του Battery Point στο Σχ.16 και στο Σχ.17 έδωσε περεταίρω κατανόηση για τις κάθετες συσσώρευσης αποθέσεις του . Οι αποθέσεις αυτές είναι πολύ λεπτές σε σχέση με το μαιανδρικό τύπο αλλά και σε αναλογία με το ψαμμίτη μέσα στο κανάλι. Ο ψαμμίτης αυτός δεν περιέχει παράλληλη ελασματοποίηση αλλά συνίσταται από επίπεδα \ τραπεζοειδή τμήματα με διασταυρούμενη στρώση τα οποία δείχνουν διακυμάνσεις μεγάλης διάρκειας στην στάθμη του κυρίως καναλιού .



Σχήμα 17: Αυτή η ακολουθία αναπτύχθηκε από τον Markon οποίος κατέγραψε το συσχετισμό των φάσεων αλλά και το μέσο πάχος τους. Τα τόξα δείχνουν

παλαιοροές και τα γράμματα φάσεις. Σχήμα 16 Cant και Walker (1970)

3.4 Γεωμετρία της άμμου και η απόθεση του γεωμετρικού φορτίου

Μια μεγάλη αντίθεση των μαιανδρικών συστημάτων με αυτά των πλεξοειδών ποταμών είναι ότι οι δεύτεροι τείνουν να έχουν εύκολα διαβρώσιμες πλημμυρικές περιοχές και καθόλου αργιλικά στρώματα. Η περιοχή στην οποία εκτείνεται πλεξοειδής ποταμός μπορεί να είναι πολύ μεγάλη με συνδεδεμένους κλάδους και επίπεδα στρώματα άμμου, που θα οδηγήσουν στην πλευρική, συνεχή επέκταση του σε αμμώδες στρώμα με παρεμβολές από αργιλικούς σχιστόλιθους. Επίσης αν σχηματιστεί κάθετη συσσώρευση θα τείνει να διαβρωθεί πολύ γρήγορα λόγω της συγκριτικά γρήγορης μετανάστευσης του καναλιού.

Κεφάλαιο 4

ΟΙ ΑΝΑΣΤΟΜΩΜΕΝΟΙ ΠΟΤΑΜΟΙ

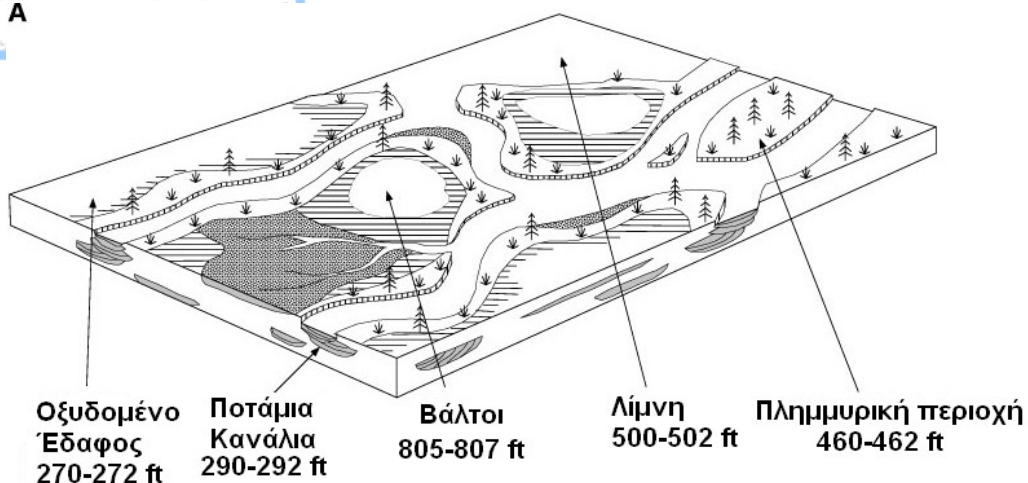
4.1 Ορισμός

Οι Smith και Smith χρησιμοποίησαν τον όρο αναστομώμενοι για να ορίσουν ένα ποτάμι ολικά συνδεδεμένο με χαμηλή στάθμη , με ίσια έως καμπύλα κανάλια με σταθερές τράπεζες που αποτελούνται από λεπτόκοκκες αποθέσεις (ιλύς και άργιλος) και βλάστηση στο οποίο τα κανάλια χωρίζονται από πεδιάδες πλημμύρας που αποτελούνται από νησιά με φυτά , φυσικά αναχώματα και πλημμυρισμένη γη.



Εικόνα 8: Ο Αναστομώμενος Makenzie στον Καναδά
(www.geo.uu.nl/.../results/fluvialstyle)

Έτσι διαφέρουν από τους πλεξοειδείς ποταμούς επειδή παρουσιάζουν σταθερή δομή καναλιών και εγκαταλελειμμένες περιοχές στις οποίες αποτίθενται λεπτόκοκκα υλικά και διατηρούνται αμετάβλητα.

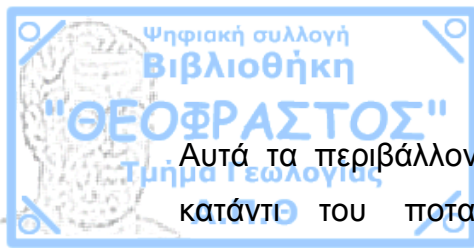


Σχήμα 18: Μοντέλο ενός αναστομώμενου ποταμού
(www-odp.tamu.edu/.../174AXSIR/chap_04/f3.htm)

4.2 Αποθετικά περιβάλλοντα στους αναστομώμενους ποταμούς

Οι Smith και Smith (1980) αναγνώρισαν έξι κύριες φάσεις στους χαλικώδεις αναστομωμένους ποταμούς στο Δυτικό Καναδά

- 1) Τέλμα τύρφης που περιέχει μέχρι και 98% φυτικά συστατικά σε στρώματα πάχους μερικών εκατοστών μέχρι 1,5 μέτρου
- 2) βαλτώδη φάση που αποτελείται από ιλυώδη λάσπη και λασπώδη ιλύ με σημαντικές ποσότητες οργανικών υπολειμμάτων.
- 3) λεκάνη πλημμύρας που αποτελείται από ελασματοειδή άργιλο και ιλυώδη άργιλο με σποραδικό φυτικό υλικό.
- 4) Προσχωματική φάση από ιλυώδη λάσπη και λασπώδη ιλύ με 10 έως 20 % ρίζες.
- 5) Φάση πεπλατυσμένης ρωγμάτωσης που δομείται από παχιά στρώματα άμμου και λεπτόκοκκου υλικού. Και
- 6) Η φάση του καναλιού από χάλικα και αδρομερή άμμο.



Αυτά τα περιβάλλοντα σχηματίζονται από γρήγορη ανύψωση της βάσης στα κατάντη του ποταμού προκαλώντας μεγάλου βαθμού αποθέσεις και επαναπόθεσεις λεπτών υλικών αλλά και την σταθεροποίηση της καμπυλότητας των καναλιών.

Κεφάλαιο 5

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΠΟΤΑΜΙΩΝ

ΑΠΟΘΕΣΕΩΝ

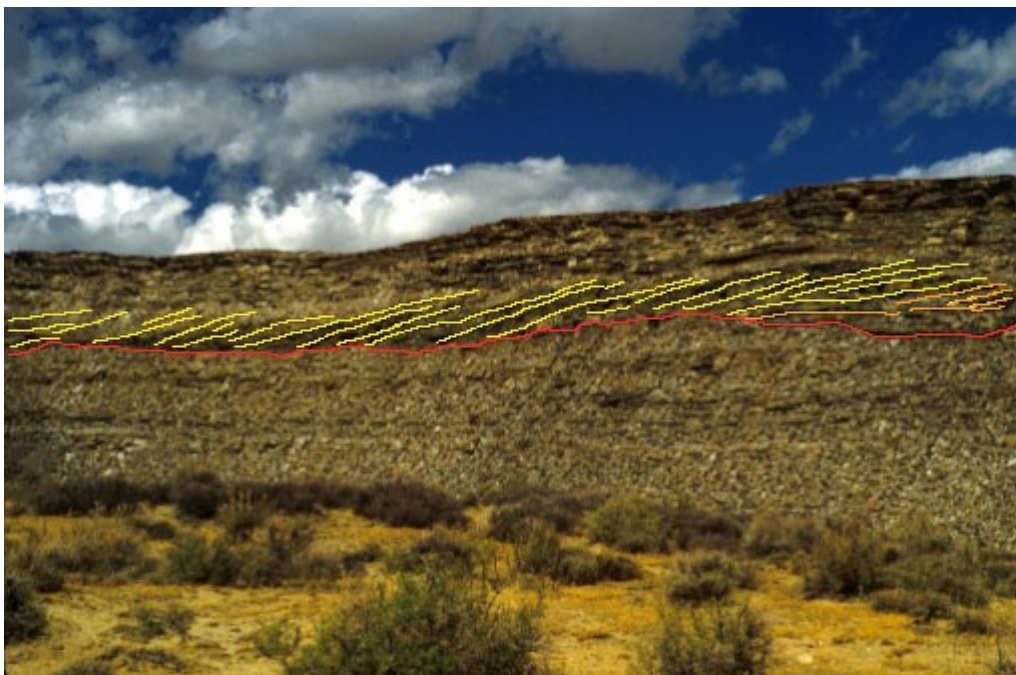
5.1 Παράδειγμα 1: ΚΛΙΝΟΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ **ΕΠΑΥΞΗΣΗΣ**



Εικόνα 9: Στρώματα με πλευρική επαύξηση ηλικίας Κρητιδικού στο Γουαηόμινγκ
(faculty.gg.uwyo.edu/.../Sedstrat4/sedlect_4.htm)

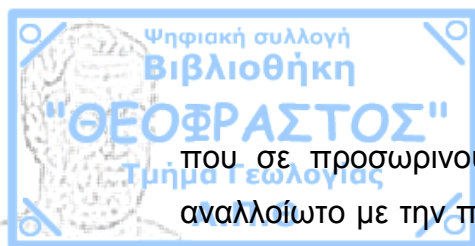
Ένα τραπεζοειδές στρώμα αποτελούμενο από ψαμμίτη και στρώματα κροκαλοπαγούς παρεμβάλετε σε άλλα παρόμοια στρώματα : η βάση του βρίσκεται στην αρχή της φωτογραφίας και η κορυφή σημειώνεται από την ευθυγράμμιση των θάμνων .Το πάχος του είναι 7 μέτρα . Για την εξήγηση της διάβρωσης πρέπει να σκεφτούμε την πλάγια μετανάστευση ενός ποτάμιου μαιανδρικού συστήματος. Σε ένα μαιανδρικό άνοιγμα η διάβρωση συμβαίνει στην

πλημμυρική περιοχή και στον βυθό του καναλιού, ενώ απόθεση στο εσωτερικό τοίχωμα του μαιάνδρου. Η πλευρική επιφάνεια της εσωτερικής τράπεζας κινείται προς τον άξονα σχηματίζοντας κύριο κλάδο. Ο κλάδος συνεχώς αυξάνεται με μια γωνία 60-90 μοιρών μέσα στην κύρια ροή του ρεύματος. Η ανάπτυξη δεν είναι συνεχής αλλά εμφανίζεται κυρίως κατά την διάρκεια πλημμύρας, όταν η αποφόρτιση του ρεύματος είναι στο ελάχιστο. Η πλευρική στρωμάτωση με αυτό τον τρόπο ονομάζεται Έψιλον στρωμάτωση (από το ελληνικό γράμμα για την κατηγοριοποίηση των στρωμάτων διασταυρούμενης στρώσης).



Εικόνα 10: Στρώματα με πλευρική επαύξηση ηλικίας Κρητιδικού στο Γουαηόμινγκ. Με κίτρινο σημειώνεται η πλευρική επαύξηση
(faculty.gg.uwyo.edu/.../Sedstrat4/sedlect_4.htm)

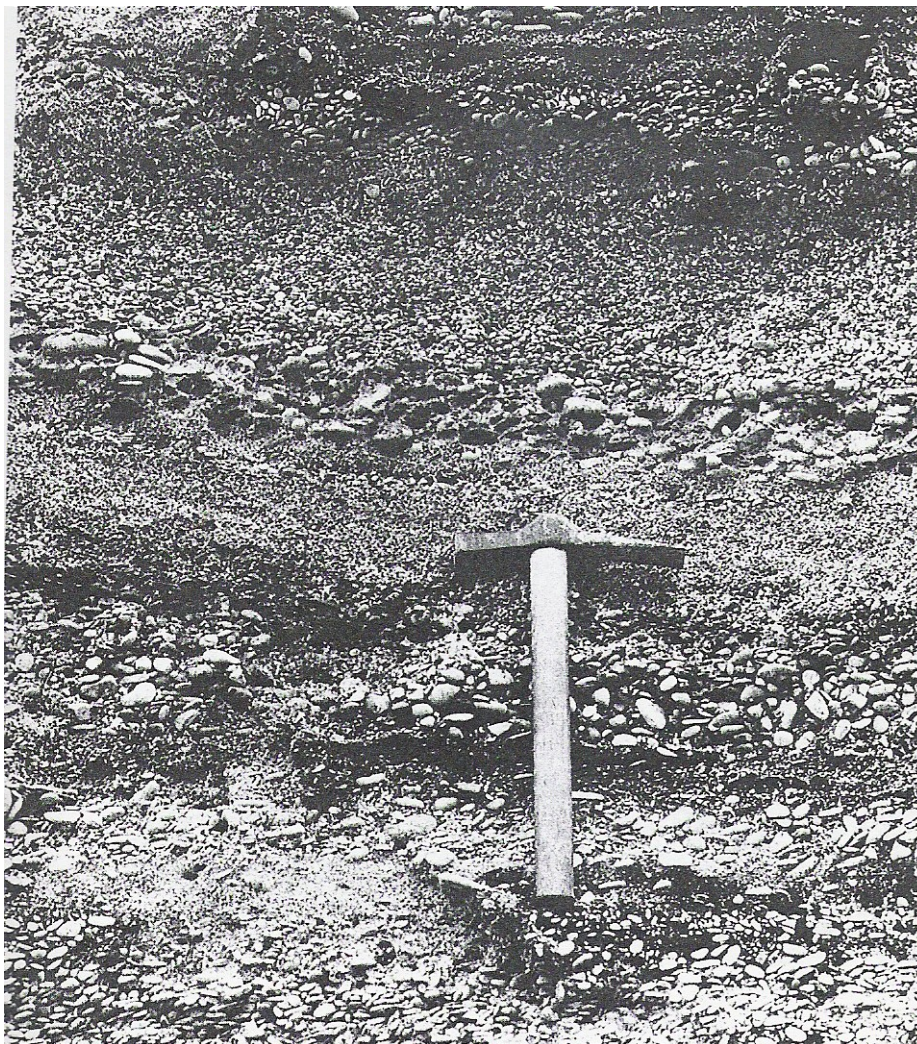
Το point bar που μεταναστεύει ακολουθεί την πορεία της πλημμυρικής περιοχής ούτως ώστε να διατηρείται η συνεχής τομή της ροής στο κλάδο του ποταμού. Με αυτό τον τρόπο επεμβαίνει στο επιφανειακό στρώμα και το καλύπτει με καινούργιες αποθέσεις. Η πλευρική μετανάστευση του πυθμένα του καναλιού προκαλεί με σταδιακή αύξηση μια επίπεδη επιφάνεια διάβρωσης, η οποία στην συνέχεια θα διαμορφώσει την βάση του point bar. Αυτή η επιφάνεια είναι ως εκ τούτου το αθροιστικό αποτέλεσμα πολλών διαβρωτικών επεισοδίων



που σε προσωρινούς όρους είναι ένα διαχρονικό επεισόδιο που παραμένει αναλλοίωτο με την πάροδο του χρόνου. Σε άλλες όμως παρόμοιες περιπτώσεις η επίπεδη αυτή επιφάνεια είναι το αποτέλεσμα ενός , στιγμιαίου διαβρωτικού επεισοδίου .

Μια σημαντική περιπλοκή του μηχανισμού αυτού , πρέπει να σημειωθεί εδώ. Μια διαβρωτική επιφάνεια που αντιπροσωπεύει ένα απολιθωμένο κανάλι , δεν έχει απαραίτητα την μορφή ενός καναλιού. Αν ένα κανάλι αλλάξει θέση είτε από σταδιακή μετανάστευση είτε από απότομη μετατόπιση ,σε στρωματογραφικές τομές δεν θα παρουσιάζει την πραγματική γεωμετρία του της μορφής του καναλιού αλλά αυτή του επεισοδίου μετατόπισης . Το επεισόδιο αυτό, στην πιο απλή του μορφή συνίσταται από μια επίπεδη διαβρωτική επιφάνεια ή σε πιο πολύπλοκες μορφές με γραμμές ολίσθησης , αναβαθμίδες κλπ .

5.2 Παράδειγμα 2: ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΟ ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ



Εικόνα 11: Οργανωμένου Κροκαλοπαγούς (Franko Ricci Lucchi 1970)

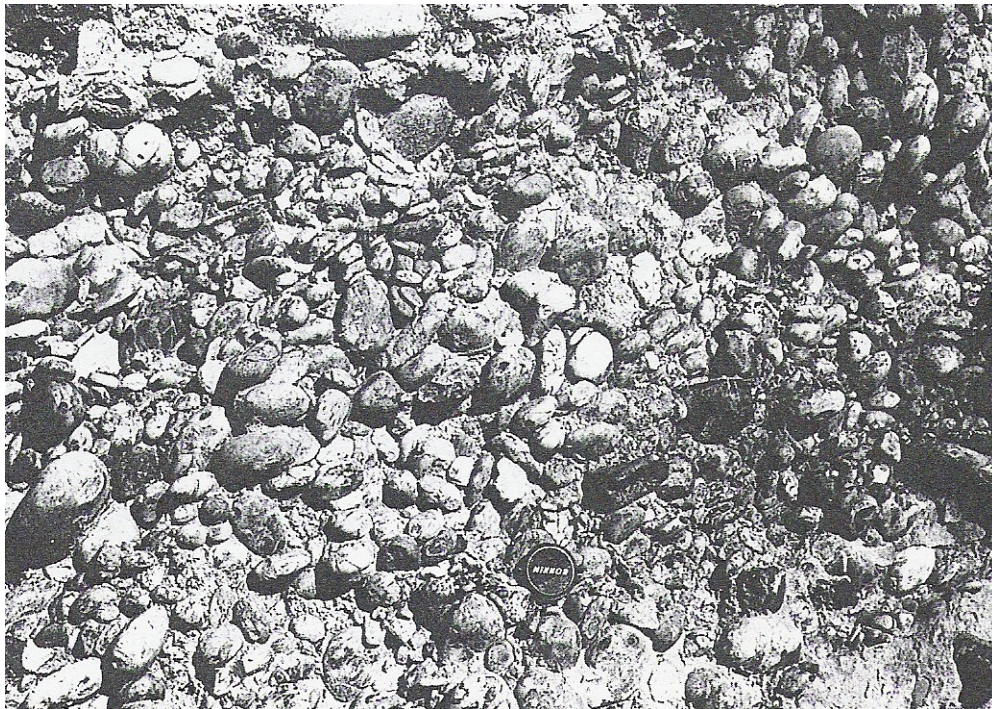
Οι λατύπες και τα κροκαλοπαγή (συμπαγοποιημένα) αποτελούν τα αδρομερή ιζήματα. Εμφανίζονται συχνά χωρίς δομή, αλλά και όταν είναι σύγχρονα, δομές και στρώσεις είναι πάρα πολύ δύσκολο να αναγνωριστούν σε σύγκριση με την άμμο και τα ψαμμιτικά πετρώματα. Οι επιφάνειες της στρώσης είναι πρωτογενείς, τραχείες και δύσκολες στην ερμηνεία τους. Οι επιφάνειες αυτές σχετίζονται άμεσα με κάθετες αλλαγές σε μια ή περισσότερες παραμέτρους της υφής (πχ μέγεθος κόκκων), σχήμα και στρογγυλότητα, συσσώρευση, ιστό και προσανατολισμό ,

τύπο και ποσοστό συνδετικού υλικού (λεπτότερα υλικά που γεμίζουν τα διάκενα μεταξύ των κροκάλων).

Στην Εικόνα 11 η στρώση γίνεται εμφανής από τις χαρακτηριστικές διαφορές του μεγέθους των κροκάλων. Οι κροκάλες είναι πολύ κοντά αποτεθειμένες, πράγμα που σημαίνει υπάρχει λίγος χώρος για την πλήρωση από συνδετικό υλικό. Ορισμένος βαθμός τσιμεντοποίησης παρουσιάζεται και επιτρέπει την παραγωγή κάθετης απότομης χαράδρας και τον χαρακτηρισμό του πετρώματος ως κροκαλοπαγές. Τα στρώματα παρουσιάζουν μια συγκεκριμένη πλευρική ακολουθία. Εξαίρεση αποτελούν δύο φακοειδής ενότητες στα ανώτατα στρώματα. Οι φακοί έχουν κυρτή βάση και επίπεδη ανώτερη επιφάνεια, πράγμα που υποδεικνύει ότι αντιπροσωπεύουν την πλήρωση τοπικών τριβών. Τέτοια φακοειδή στρώματα περιορισμένης πλευρικής έκτασης ονομάζονται επίσης και θύλακες.

Γενικά οι λατύπες και τα κροκαλοπαγή οργανωμένοι όταν παρουσιάζουν μια συγκεκριμένη σειρά, δομή και οργάνωση των συστατικών που τα αποτελούν και οι μη οργανωμένοι το αντίθετο. Η οργάνωση φαίνεται σε μια ή περισσότερες παραμέτρους της υφής (πχ μέγεθος κόκκων), σχήμα και στρογγυλότητα, συσσώρευση, ιστό και προσανατολισμό.

5.3 Παράδειγμα 3: ΜΗ ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΟ ΚΡΟΚΑΛΟΠΑΓΕΣ



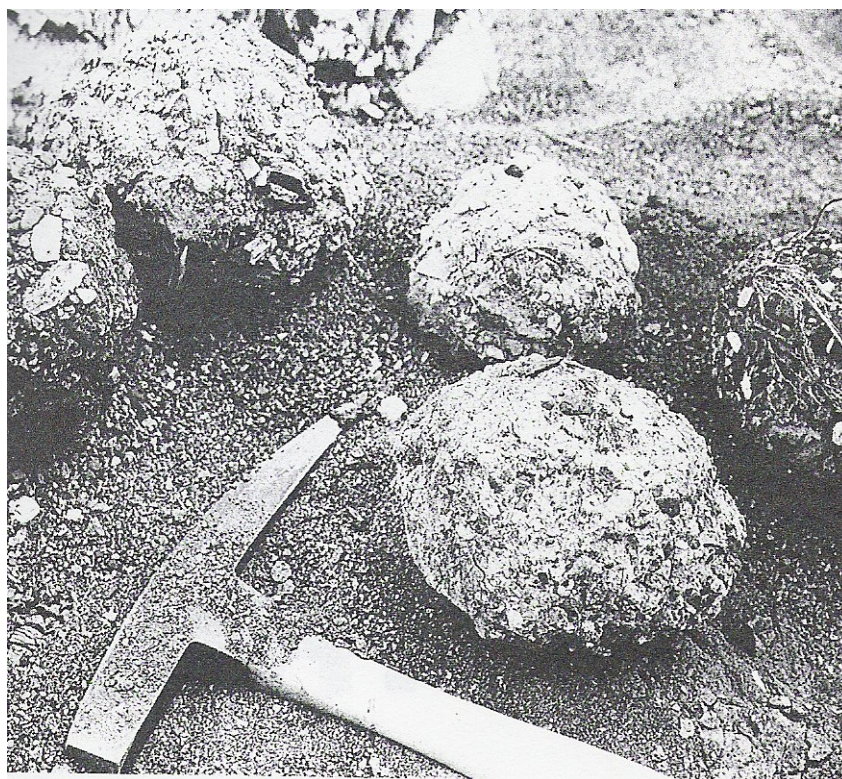
Εικόνα 12: Μη οργανωμένο κροκαλοπαγές (Franko Ricci Lucchi 1970)

Σε αυτή τη φωτογραφία (Εικ. 4) κύριο χαρακτηριστικό είναι η απουσία στρώσης ή κάποιου συγκεκριμένου ιστού. Πρόκειται για ένα κροκαλοπαγές Πλειοκαινικής ηλικίας. Όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα του οργανωμένου κροκαλοπαγούς έτσι και σε αυτή την περίπτωση οι κροκάλες είναι πολύ κοντά τοποθετημένες και ακουμπούν η μια την άλλη. Οι κόκκοι ονομάζονται αυτόνομοι και το κροκαλοπαγές στηρίζεται από αυτούς. Με την μείωση της συγκέντρωσης των κροκάλων η σύνδεση του κροκαλοπαγούς στηρίζεται στο συνδετικό υλικό (matrix).

Μια άλλη παρατήρηση είναι ότι η κοκκομετρική ταξινόμηση δεν είναι κακή αλλά φτωχότερη από αυτή του οργανωμένου κροκαλοπαγούς (άλλη μια παράμετρος που αφορά την οργάνωση). Όσον αφορά το σχήμα, παρουσιάζεται μια μέση κοκκομετρική ταξινόμηση με την επικράτηση σφαιροειδών, ελλειψοειδών μορφών και μικρού αριθμού επιμηκυσμένων και επίπεδων κλαστών. Η απουσία ιστού, όπως για παράδειγμα η κατανομή των κροκάλων με ένα τυχαίο τρόπο, είναι το πιο εντυπωσιακό χαρακτηριστικό αυτού του

κροκαλοπαγούς, που μας ωθεί να χρησιμοποιήσουμε τον όρο μη οργανωμένο κροκαλοπαγές. Ο πιο εμφανής λόγος για αυτό είναι μια καταστροφική εναπόθεση, όπως ποτάμια πλημμύρα με βίαια γεγονότα ή κατολίσθηση. Μια πιο επιλεκτική διαδικασία θα δημιουργούσε στρωμάτωση ή επιλεκτικό προσανατολισμό των κροκάλων. Η ενέργεια της ροής πρέπει να ήταν σε μεγάλα επίπεδα για να μεταφέρει τις κροκάλες τόσο κοντά μεταξύ τους και μικρές ποσότητες συνδετικού υλικού. Η μέση κοκκομετρική ταξινόμηση μας υποδεικνύει η μάζα ροής μετέφερε υλικά τα οποία είχαν αποτεθεί προηγουμένως σε τοπική περιοχή

5.4 Παράδειγμα 4: ΛΕΚΑΝΙΚΗΣ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ ΚΛΑΣΤΕΣ **ΙΛΥΟΛΙΘΩΝ**



Εικόνα 13: Κλάστες Ιλυολίθων (Franko Ricci Lucchi 1970)

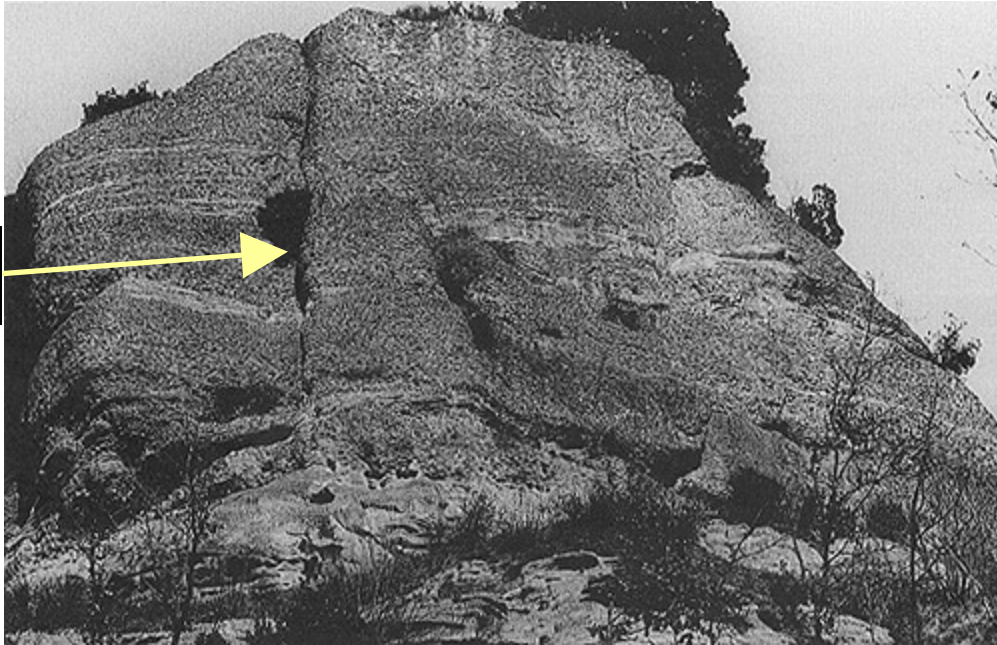
Όταν ένα ρεύμα διαβρώνει ένα ιλυώδη βυθό, η πιο μαλακή επιφανειακή ιλύς διασπάται σε λεπτά σωματίδια μέσα στην ροή. Η υποκείμενη ανυποχώρητη ιλύς, είναι πιο ανθεκτική και όταν υπάρχει εμφανίζεται με την μορφή λεπιών τα οποία ενσωματώνονται από το ρεύμα. Αυτά τα τεμάχια που σχηματίζονται, αποκολλώνται από το ιζηματογενές περιβάλλον και αποτελούν τους ενδολεκανικούς ενδοσχηματικούς κλάστες. Οι κλάστες μπορεί να είναι διάσπαρτοι πάνω στην επιφάνεια διάβρωσης ως υπολειμματικά υλικά ή να μεταφερθούν σε ορισμένη απόσταση μέσα στο ρεύμα και να αποτεθούν μαζί με άμμο ή με λατύπες. Οι ενδοσχηματικοί κλάστες θα εμφανιστούν μέσα σε στρώματα με αδρομερή ιζήματα.

Οι κλάστες ιλυολίθων είναι σημαντικοί δείκτες που υποδεικνύουν ενδολεκανική διάβρωση. Δηλαδή με άλλα λόγια υποδεικνύουν την διάβρωση που γίνεται σε βάρος παλιών ιζημάτων, που βρίσκονται πολύ κοντά στον τόπο επαναπόθεσης. Τα παραδείγματα δείχνουν ότι είναι κυκλικά και πεπλατυσμένα και μπορούν να χαρακτηριστούν ως ιλυολιθικές κροκάλες. Η αποστρογγυλοποίηση μπορεί να αποδοθεί σε αναπηδήσεις και σε τριβές ή σε εξαλλοίωση από τον στροβιλισμό άμμου. Το πεπλατυσμένο σχήμα είναι πολύ σύνηθες και μπορεί να είναι πρωτογενές στην περίπτωση που οι κλάστες προέρχονται από ελασματοποιημένη ιλύς ή δευτερογενές από συμπίεση από το φορτίο των υπερκείμενων στρωμάτων.

5.5 Παράδειγμα 5: ΣΤΡΩΜΑΤΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΥΝ

ΚΑΜΙΑ ΔΟΜΗ

Εμφανής απουσία
στρώσης



Εικόνα 14: Ενδοαπεννική λεκάνη Πλειοκαινικής ηλικίας (Franko Ricci Lucchi 1970)

Σε αυτό το παράδειγμα (Εικ.14) κυριαρχούν χονδρόκοκκοι κλάστες, που αποτελούνται κυρίως από ποτάμιες κροκάλες. Μερικοί φακοί ψαμμιτών παρεμβάλλονται σε διάφορα τμήματα δίνοντας έτσι μια έμφαση στην στρώση, κάτι που είναι δύσκολο να καθοριστεί όταν οι φακοί απουσιάζουν. Σε μια τέτοια περίπτωση αλλάζει τόσο η κάθετη στρωματογραφία από περιοχή σε περιοχή τόσο και το πάχος των στρωμάτων που την αποτελούν.

Ακόμα και αν δεν μπορείς να καθορίσεις με ακρίβεια την γεωμετρία του κάθε στρώματος μπορείς να περιγράψεις την γενική ακολουθία της περιοχής. Η έλλειψη παραλληλισμού των στρωμάτων υποδεικνύει πολλές μεταβολές του πάχους των στρωμάτων και την παρουσία απότομων διακοπών στα στρώματα (δηλ. τα στρώματα αυτά είναι πλευρικά ασυνεχή).

Η δημιουργία τέτοιων στρωμάτων (χωρίς δομή) γίνεται από την δράση ενός καταστροφικού γεγονότος και στην περίπτωση αυτή μιας ποτάμιας πλημμύρας .

Οι μεγάλες ροές μάζας επανατοποθέτησαν τους κλάστες βίαια δημιουργώντας έτσι αυτή τη χαρακτηριστική στρωμάτωση.

5.6 Παράδειγμα 6: ΔΟΜΕΣ ΕΛΞΗΣ-ΚΑΘΕΤΗ ΑΚΟΛΟΥΘΙΑ ΣΕ ΠΛΗΜΜΥΡΙΚΕΣ ΑΠΟΘΕΣΕΙΣ



Εικόνα 15: Πλημμυρικές αποθέσεις του ποταμού Τζαράμα στην Ισπανία (Franko Ricci Lucchi 1970)

Κατά την διάρκεια πλημμυρικών ροών σε ποτάμια συστήματα ένα σημαντικό ποσοστό ιζημάτων μεταφέρεται σε αιώρηση. Οι μεταφορές έλξης αντιπροσωπεύουν ένα στιγμιαίο γεγονός στην ανάπτυξη των μηχανικών και υδραυλικών συνθηκών που προκαλείται από το καταστροφικό γεγονός της πλημμύρας. Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς των ιζημάτων και το τέλος του πλημμυρικού επεισοδίου η ενέργεια τους μειώνεται τοπικά με αποτέλεσμα την

απόθεση των ιζημάτων. Μια καταστροφική ροή παρουσιάζει χαρακτηριστικές δομές στις αποθέσεις.

Τα πλημμυρικά νερά έχουν σχηματίσει άνοιγμα στο πρόσχωμα ενός καναλιού, το νερό που περνά από αυτό το άνοιγμα σχηματίζει ένα δευτερεύον ρεύμα το οποίο εξαπλώνεται στην γειτονική Αλλουβιακή Πεδιάδα. Η πλημμυρική εξάπλωση είχε ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση του ρεύματος και απώλεια μεταφοράς όγκου.

Η ιζηματογένεση γίνεται πάνω σε διαβρωμένη επιφάνεια με την απόθεση χονδρόκοκκης άμμου και κροκάλων (τμήματα του φορτίου που περνά από το άνοιγμα του προσχώματος) και στη συνέχεια ακολουθεί λεπτόκοκκη άμμος και πηλός, με αποτέλεσμα το σχηματισμό Διαβαθμισμένου Στρώματος. Η διαβάθμιση του μεγέθους των κόκκων και η ακολουθία των δομών αυτών αποτελούν τα κύρια χαρακτηριστικά ενός πλημμυρικού επεισοδίου. Παράλληλα ελάσματα υπέρκεινται χονδρόκοκκων ελασμάτων άμμου μικρής γωνία και στην συνέχεια ακολουθούν ελάσματα με διασταυρωτή στρώση (Βλ. Εικ. 15). Πάνω από την λευκή κυματοειδή επιφάνεια που αποτελεί το τελευταίο στρώμα του πλημμυρικού γεγονότος ξεκίνα μια άλλη καταστροφική ροή με την απόθεση χονδρόκοκκου κροκαλοπαγούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΥΚΤΙΟ

- **FACIES MODELS (SECOND EDITION) – Walker G.R. (1984)**
- **FLUVIAL SEDIMENTOLOGY – Miall A.D. (1978)**
- **SANDSTONE DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS**
 - Peter A. and Darwin Spearing (1982)
- **SEDIMENTOΓΡΑΦΙΚΑ – Franko Ricci Luchi (1970)**

- ❖ **csmres.jmu.edu/geollab/fichter/SedRx/SedEnvir.html**

- ❖ **faculty.gg.uwyo.edu/.../Sedstrat4/sedlect_4.htm**

- ❖ **mail.colonial.net/~hkaiter/wxerosglacier.html**

- ❖ **www.geo.auth.gr/courses/gge/gge647y/**

- ❖ **www.geo.uu.nl/.../results/fluvialstyle**

- ❖ **www-odp.tamu.edu/.../174AXSIR/chap_04/f3.htm**

- ❖ **www.ucpress.edu/books/pages/6664/6664.ch04.php**

- ❖ **www.uwsp.edu/.../04_fluvial_landforms.html**