



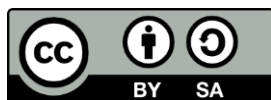
**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΕ

ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ

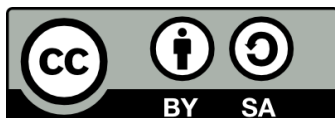
**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
κ. ΠΑΠΑΘΕΟΔΩΡΟΥ**

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



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

Χρηματοδότηση

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

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

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



9 ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ

9.1 Γενικά

Τα πετρώματα που δημιουργήθηκαν κάτω από την επιφάνεια της Γης έρχονται κάποια στιγμή σε επαφή με την ατμόσφαιρα, λόγω της διάβρωσης που απομακρύνει τους υπερκείμενους γεωλογικούς σχηματισμούς. Η ατμόσφαιρα επιδρά στα πετρώματα αυτά με δυνάμεις και παράγοντες που τείνουν να τα θραύσουν, να τα αποσυνθέσουν και να τα μετατρέψουν σε σαθρά υλικά. Η φυσική διεργασία που περιλαμβάνει το σύνολο των φυσικών, χημικών και οργανικών δράσεων που συντελούν στην καταστροφή των γεωλογικών σχηματισμών, λέγεται αποσάθρωση.

Οι χαλαροί σχηματισμοί που προκύπτουν από τη διεργασία αυτή και πάνω στους οποίους φύεται συνήθως βλάστηση, ονομάζονται εδάφη.

Από τον τρόπο με τον οποίο αποτίθενται οι σχηματισμοί αυτοί εξαρτάται η γεωμετρία τους στο χώρο, τα φυσικά και τα μηχανικά τους χαρακτηριστικά και η κίνηση του υπόγειου νερού μέσα από αυτούς.

9.2 Αποσάθρωση των πετρωμάτων

Η εξέταση οποιασδήποτε επιφάνειας πετρώματος που έχει εκτεθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα στην ατμόσφαιρα, δείχνει ότι αυτό έχει επηρεαστεί από την έκθεση αυτή. Στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι φανερό η αποσύνθεση του επιφανειακού στρώματος του πετρώματος. Η διεργασία αυτή της αποσύνθεσης των πετρωμάτων υπό την επίδραση φυσικών, μηχανικών και χημικών παραγόντων που συμβάλλουν στον κατακερματισμό και τελικά την καταστροφή τους, λέγεται αποσάθρωση. Αυτή αποτελεί και το πρώτο στάδιο για τον σχηματισμό των εδαφών και των ιζηματογενών πετρωμάτων.

Οι φυσικές διεργασίες που μετατρέπουν ένα πέτρωμα σε έδαφος, περιλαμβάνουν διεργασίες μηχανικής αποσάθρωσης που θραύουν το πέτρωμα σε μικρότερα κομμάτια και διεργασίες

χημικής αποσάθρωσης που σαν στόχο έχουν την καταστροφή των ορυκτολογικών του συστατικών.

Η μηχανική αποσάθρωση εκδηλώνεται με την επίδραση της πίεσης του νερού που παγώνει μέσα στις ρωγμές των πετρωμάτων και διογκώνεται διευρύνοντάς τες. Εκδηλώνεται επίσης με τη διείδυση των ριζών των φυτών που διευρύνουν τις ρωγμές των βράχων καθώς και με την κρυστάλλωση νέων ορυκτών μέσα στις ρωγμές αυτές.



Εικόνα 9-1 Αποσάθρωση γρανιτικού πετρώματος. Διακρίνονται οι σφαιροειδείς επιφάνειες αποχωρισμού της μάζας του.

Οι μεγάλες μεταβολές της θερμοκρασίας στη διάρκεια της ημέρας, προκαλούν επίσης μηχανική αποσάθρωση. Επειδή η επίδραση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη πλησιέστερα προς την επιφάνεια, η θερμοκρασία του πετρώματος μεταβάλλεται από την επιφάνεια προς το εσωτερικό του. Δημιουργούνται με τον τρόπο αυτό ζώνες ίσης θερμοκρασίας παράλληλες προς την επιφάνεια

του πετρώματος. Λόγω της προκαλούμενης διαφορετικής διαστολής ή συστολής του πετρώματος, προκαλείται αποχωρισμός τμημάτων του κατά την έννοια των ζωνών αυτών και το πέτρωμα μοιάζει να ξεφλουδίζεται. Σαν αποτέλεσμα όλων των παραπάνω, οι ρωγμές των βράχων διευρύνονται κάνοντας έτσι ευκολότερη τη διείδυση διαλυμάτων που επιδρούν στα ορυκτά συστατικά των πετρωμάτων εξαλλοιώνοντάς τα.

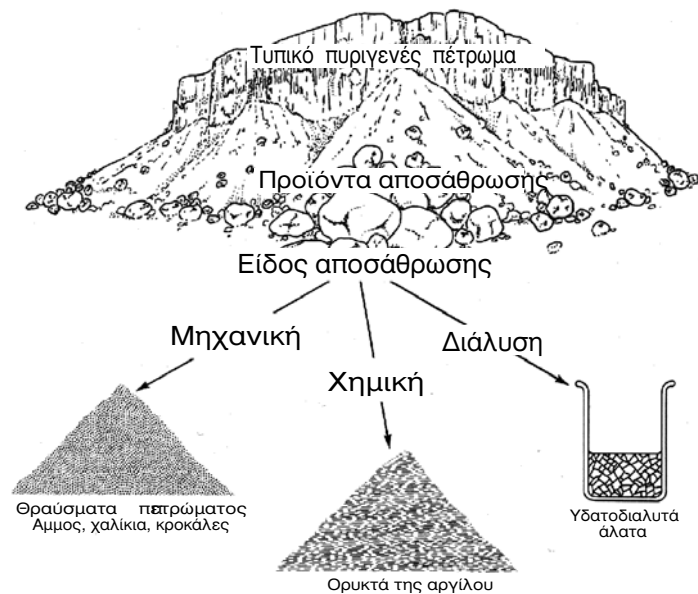
Τα διαλύματα αυτά είναι κυρίως ασθενή οξέα της ατμόσφαιρας και συγκεκριμένα διαλελυμένο στο νερό CO_2 και οργανικά οξέα από τις ρίζες των φυτών. Με την πάροδο του χρόνου, τα οξέα αυτά προσβάλλουν τους αστρίους, τους πυρόξενους (αυγίτης) και τις αμφιβόλους (κεροσίλβη) μετατρέποντάς τους σε ορυκτά της αργίλου, ελεύθερο SiO_2 και ευδιάλυτα στο νερό άλατα. Από το πέτρωμα τελικά, απομένει ο ανθεκτικός στην αποσάθρωση χαλαζίας με τη μορφή κόκκων άμμου μέσα σε ένα αργιλικό υλικό.

Όπως είναι προφανές, η αποσάθρωση ξεκινά από την επιφάνεια των πετρωμάτων και επεκτείνεται προς το εσωτερικό τους όσο το επιτρέπουν οι ασυνέχειες που τα διατρέχουν. Δημιουργείται με τον τρόπο αυτό μία ζώνη που περιβάλλει το υγιές πέτρωμα και στην οποία η αποσάθρωση είναι περισσότερο εκτεταμένη πλησιέστερα προς την επιφάνεια.

Στην αποσαθρωμένη ζώνη του πετρώματος, εμφανίζεται μία μεγάλη ποικιλία φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών ακόμη και μεταξύ θέσεων που απέχουν πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Το υλικό μέσα στη ζώνη αυτή μεταπίπτει από άργιλο σε σκληρό βράχο και από ογκόλιθους πετρώματος σε έδαφος. Είναι συνεπώς ιδιαίτερα δύσκολη η αξιολόγηση από άποψη φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών του υλικού μιάς τέτοιας ζώνης.

Παρόλα αυτά, επειδή τα φυσικά και τα μηχανικά χαρακτηριστικά του ίδιου τύπου πετρωμάτων είναι περίπου τα ίδια και επί πλέον, επειδή από πετρώματα συγκεκριμένου πετρογραφικού τύπου παράγονται τα ίδια προϊόντα αποσάθρωσης, είναι δυνατή η εκτίμηση των επιπτώσεων της παρουσίας ζώνης αποσάθρωσης κάποιου πετρώματος, στην κατασκευή ενός τεχνικού έργου.

Η αποσάθρωση και η διάβρωση (η απόσπαση του αποσαθρωμένου υλικού και η μεταφορά του σε άλλη θέση) είναι οι κύριες διεργασίες καταστροφής των πετρωμάτων και δημιουργίας του υλικού των ιζηματογενών σχηματισμών. Αποδυναμώνοντας τα πετρώματα και υποβαθμίζοντας τα μηχανικά τους χαρακτηριστικά έτσι ώστε να θραύονται εύκολα, η χημική αποσάθρωση δημιουργεί τα υλικά-συστατικά των ιζημάτων. Τα υλικά αυτά έχουν τα χαρακτηριστικά των μητρικών



Εικόνα 9-0 Τελικά προϊόντα της αποσάθρωσης των πετρωμάτων.

τους πετρωμάτων.

Στις περιπτώσεις που η χημική αποσάθρωση έχει ολοκληρωθεί, τα ορυκτά και οι χημικές ενώσεις που συναντώνται είναι άργιλος, οξειδία του σιδήρου και κόκκοι χαλαζία. Επειδή όμως οι περιπτώσεις αυτές είναι σπάνιες, τα παραπάνω ορυκτά συνυπάρχουν με μικρά ή μεγάλα κομμάτια του πετρώματος, τα οποία όμως είναι έντονα εξαλλοιωμένα.

9.3 Αντοχή των πετρωμάτων στην αποσάθρωση

Η αποσάθρωση των πετρωμάτων πολύ σπάνια είναι πλήρης. Συνήθως ένα μέρος των ορυκτών του πετρώματος καταστρέφεται ολοκληρωτικά ενώ το υπόλοιπο είναι μερικώς εξαλλοιωμένο.

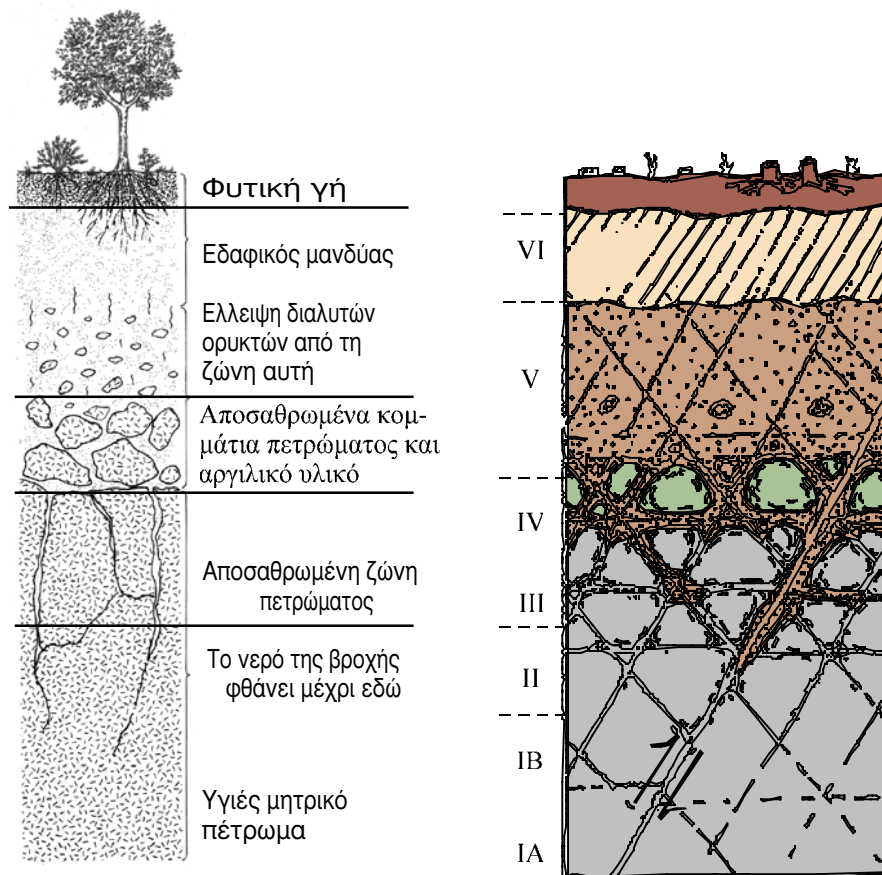
Από τα πετρογενετικά ορυκτά, ο χαλαζίας υφίσταται μόνο μηχανική αποσάθρωση (άν και είναι εξαιρετικά ανθεκτικός) ενώ οι άστριοι και οι μαρμαρυγίες υφίστανται κυρίως χημική και λιγότερο μηχανική αποσάθρωση, αφού ήδη μετατρέπονται σε άλλα ορυκτά όσο βρίσκονται ακόμη στη θέση του μητρικού τους πετρώματος.

Η ανθεκτικότητα των πετρωμάτων στην αποσάθρωση, εξαρτάται από το είδος των πετρογενετικών τους ορυκτών, από τον ιστό τους και από την παρουσία ασυνεχειών.

9.4 Ελλουβιακοί σχηματισμοί

Ένα μέρος του υλικού της αποσάθρωσης παραμένει στη θέση του ενώ ένα άλλο μέρος αποσπάται και μεταφέρεται σε άλλες περιοχές με τη βοήθεια του ανέμου και του νερού. Εκεί αποτίθεται σχηματίζοντας στρώματα χαλαρών σχηματισμών.

Όταν το χαλαρό αυτό υλικό μείνει στη θέση του, τότε σχηματίζει μία ζώνη εδαφικού υλικού η οποία καλύπτει το μητρικό πέτρωμα. Το πάνω μέρος της ζώνης αυτής λέγεται φυτική γή και έχει συνήθως σκοτεινό χρώμα. Είναι ένα τμήμα έντονης οργανικής δράσης και για το λόγο αυτό, πλούσιο σε οργανικές ύλες.



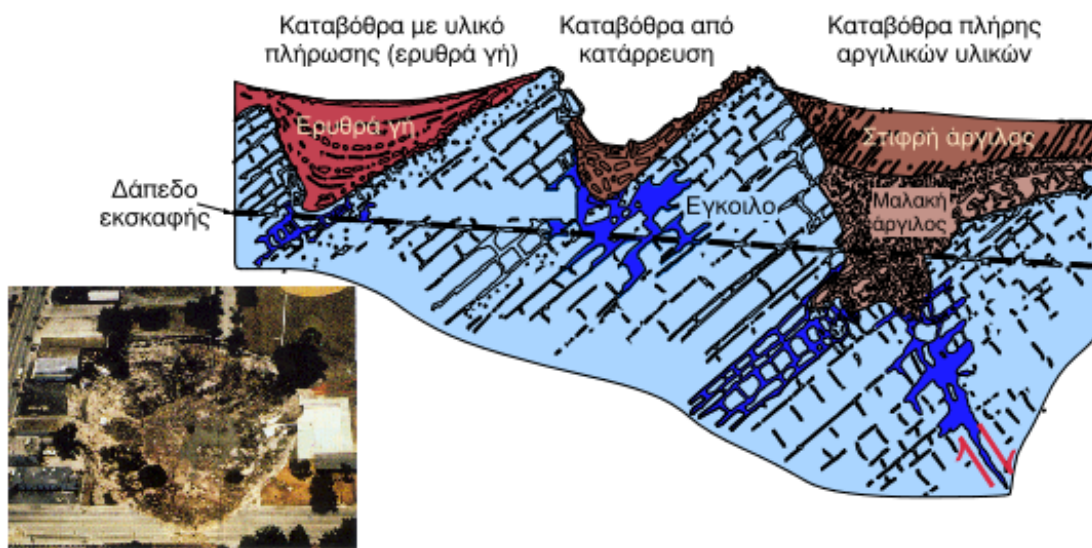
Εικόνα 9-3 Τυπική τομή υπεδάφους σε πλουτώνια πυριγενή πετρώματα. Αναφέρεται ο χαρακτηρισμός του σχηματισμού και η ταξινόμησή του με βάση την αποσάθρωση.

Κάτω από τη φυτική γή ακολουθεί ένα στρώμα εδάφους από το οποίο λείπουν τελείως τα διαλυτά ορυκτά αφού η αποσάθρωση του πετρώματος στο τμήμα αυτό έχει ουσιαστικά ολοκληρωθεί. Στο στρώμα αυτό που αποτελείται κυρίως από άργιλο, η παρουσία οργανικών ενώσεων είναι σχετικά περιορισμένη. Όλο το τμήμα από την επιφάνεια του εδάφους μέχρι το σημείο αυτό, αποτελεί τον ελουβιακό μανδύα.

Προχωρώντας σε μεγαλύτερο βάθος η παρουσία αποσαθρωμένων κομματιών του μητρικού πετρώματος γίνεται συνεχώς εντονότερη μέχρις ότου συναντηθεί η ζώνη του αποσαθρωμένου πετρώματος. Στο τμήμα αυτό το μητρικό πέτρωμα είναι κατακερματισμένο, έντονα αποσαθρωμένο και στις ρωγμές του έχει συγκεντρωθεί άργιλος. Με την αύξηση του βάθους από την επιφάνεια του εδάφους, το αποσαθρωμένο πέτρωμα μετατρέπεται σταδιακά σε υγιές. Από άποψη διαπερατότητας από το νερό, ο ελουβιακός μανδύας και η αποσαθρωμένη ζώνη του πετρώματος χαρακτηρίζονται ως ημιπερατοί έως υδροπερατοί γεωλογικοί σχηματισμοί.

Οι ελουβιακοί σχηματισμοί που δημιουργούνται από πυριγενή και μεταμορφωμένα πετρώματα έχουν συνήθως μικρό πάχος.

Ελλουβιακά εδάφη δημιουργούνται όμως και από ιζηματογενή πετρώματα ιδιαίτερα από ασβεστολίθους λόγω της εύκολης διάλυσής τους από το νερό. Στις περιπτώσεις αυτές τα ελουβιακά εδάφη αποστραγγίζονται καλά παρόλο που εμφανίζουν μεγάλη πλαστικότητα. Η επαφή τους δε με το μητρικό πέτρωμα είναι ακανόνιστη. Σε ότι αφορά τα κλαστικά ιζηματογενή πετρώματα (ψαμμίτες, κροκαλοπαγή) το είδος του ελουβιακού μανδύα που δημιουργείται, εξαρτάται από το είδος του συνδετικού υλικού. Συνήθως η πλαστικότητα του υλικού που προέρχεται από αδρόκοκκα κλαστικά ιζηματογενή πετρώματα είναι χαμηλή. Σε ότι αφορά τη σχιστή άργιλο και τον αργιλικό σχιστόλιθο, τα πετρώματα αυτά όταν εξαλλοιωθούν μετατρέπονται και πάλι σε άργιλο.



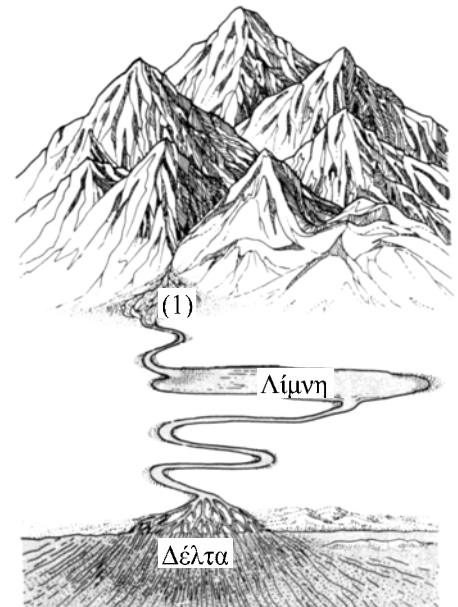
Εικόνα 9-4 Σχηματισμός εδαφών σε ασβεστολιθικό υπόβαθρο. Στη μικρή εικόνα φαίνεται η υποχώρηση του εδαφικού υλικού και η καθίζηση τμήματος της επιφάνειας του εδάφους εξαιτίας της παρουσίας εγκοίλων στον ασβεστόλιθο.

9.5 Αλλουβιακοί σχηματισμοί

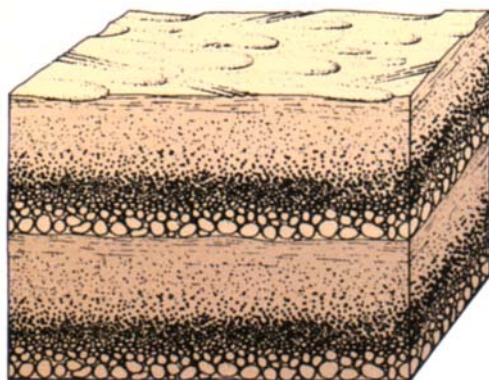
Τα υλικά της αποσάθρωσης αποσπώνται από το μητρικό πέτρωμα και με τη βοήθεια του αέρα και πιο συχνά του νερού που ρέει στην επιφάνεια του εδάφους, μεταφέρονται προς τα χαμηλότερα, μορφολογικά, σημεία. Η μεταφορική ικανότητα των χειμάρρων και και

επομένως η μεταφερόμενη ποσότητα υλικών, είναι ανάλογη με την ποσότητα και την ταχύτητα του νερού τους. Η ταχύτητα με τη σειρά της, εξαρτάται από την κλίση της επιφάνειας του εδάφους. Η κλίση της επιφάνειας του εδάφους στις ορεινές περιοχές είναι μεγάλη και αλλάζει απότομα στους πρόποδες των βουνών.

Στις εξόδους των χειμάρρων από τα όρη προς τις πεδιάδες, επειδή το νερό τους χάνει ένα μέρος της μεταφορικής του ικανότητας λόγω μείωσης της ταχύτητάς του, αποτίθεται ένα μεγάλο μέρος των μεταφερόμενων υλικών της αποσάθρωσης. Στις θέσεις αυτές αποτίθενται όπως είναι φυσικό, τα μεγαλύτερα σε μέγεθος υλικά (ογκόλιθοι, κροκάλες, λατύπες) και δημιουργούν τα αλουβιακά ριπίδια (1). Τα αλουβιακά ριπίδια αποτελούνται από χονδρόκοκκα υλικά, ασύνδετα και αδιαβάθμητα, χωρίς κάποια έννοια στρώσης. Είναι υδροπερατοί σχηματισμοί και η σύσταση των υλικών τους είναι αντίστοιχη των πετρωμάτων που αποκαλύπτονται στη λεκάνη απορροής των χειμάρρων.



Τα υπόλοιπα υλικά της αποσάθρωσης μεταφέρονται από το νερό των χειμάρρων που συμβάλλουν σε ποταμούς και μέσω αυτών προς τα κατάντη. Όταν οι ποταμοί εκβάλλουν σε λίμνες ή στη θάλασσα, η ταχύτητα του νερού τους μηδενίζεται και η μεταφορική του ικανότητα χάνεται. Αρχίζει στην περίπτωση αυτή η καθίζηση των υλικών που μεταφέρθηκαν ως εκεί. Τα χονδρόκοκκα είναι τα πρώτα που καθιζάνουν ενώ τα πιο λεπτόκοκκα ακολουθούν

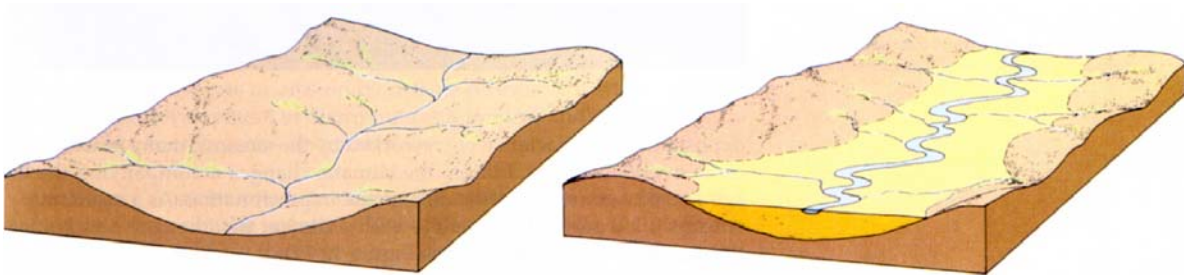


Εικόνα 9-5 Διαβαθμισμένη στρώση σε αλουβιακούς σχηματισμούς.

ανάλογα με το μέγεθός τους. Με τον τρόπο αυτό αποτίθενται τα υλικά της αποσάθρωσης σε διάφορες αποστάσεις από την εκβολή του ποταμού με βάση το μέγεθός τους σχηματίζοντας ενιαία οριζόντια στρώματα.

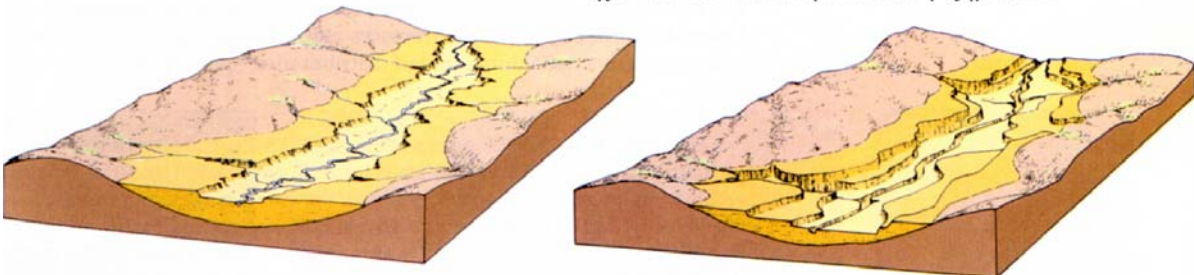
Η συνεχής απόθεση τέτοιων υλικών έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αλλεπάλληλων στρωμάτων από φερτά υλικά. Τα στρώματα αυτά αποτελούνται από λεπτόκοκκο ή αδρόκοκκο υλικό ανάλογα με την μεταφορική ικανότητα που είχε το νερό την εποχή που τα μετέφερε και συχνά παρουσιάζουν διαβαθμισμένη στρώση.

Στην ίδια θέση λοιπόν, αποτίθενται κατά περιόδους λεπτόκοκκα ή αδρόκοκκα υλικά σε επάλληλα στρώματα περιορισμένης συνήθως έκτασης. Για το λόγο αυτό, τα στρώματα αυτά που είναι στρώματα αργίλων, άμμων, χαλικιών, κροκαλών και μιγμάτων αυτών σε διάφορες αναλογίες, έχουν συνήθως φακοειδή μορφή.



Α. Αρχικό στάδιο. Εντονη διάβρωση, μεγάλη μεταφορική ικανότητα του νερού. Δεν αποτίθενται ιζήματα στην περιοχή.

Β. Η μείωση της μεταφορικής ικανότητας του νερού των ποταμών εξαιτίας ανοδικών κινήσεων της στάθμης της θάλασσας ή μεταβολής του κλίματος έχει σαν συνέπεια την απόθεση ιζημάτων.



Γ. Αύξηση της μεταφορικής ικανότητας του νερού των ποταμών σε μεταγενέστερο στάδιο έχει σαν συνέπεια τη διάβρωση των ιζημάτων που είχαν αποθεθεί και τον σχηματισμό αναβαθμίδας.

Δ. Η επανάληψη των σταδίων (Β) και (Γ) στο γεωλογικό παρελθόν έχει δημιουργήσει ποτάμεις αναβαθμίδες κατά την έννοια του σχήματος.

Οι αλουβιακές αποθέσεις αποτελούν σε γενικές γραμμές, μία καλή πηγή λήψης αδρανών υλικών για κατασκευή σκυροδέματος, στραγγιστηρίων (φίλτρων) και επιχωμάτων. Όμως ακόμη και όταν πρόκειται για στρώματα άμμων, χαλικιών ή μιγμάτων τους, πάντοτε

περιέχουν και ένα μικρό ποσοστό αργίλου. Το γεγονός αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ειδικά όταν πρόκειται να γίνει χρήση τους σε κατασκευή σκυροδέματος.

Τα πρανή σε αμμοχάλικα ιδιαίτερα όταν αυτά αποτελούν στρώματα μεγάλου πάχους (>5m) είναι ασταθή και εμφανίζουν προβλήματα ολισθήσεων ή μικροκαταπτώσεων με τη μορφή ροής υλικού.

Οι παραπάνω σχηματισμοί είναι υδροπερατοί από το νερό το οποίο συγκεντρώνεται συχνά σε αυτούς σχηματίζοντας υδροφόρα στρώματα.



Εικόνα 9-6 Αργιλομαργαϊκοί σχηματισμοί. Διακρίνονται: ο σκουρόχρωμος ελουβιακός μανδύας, άργιλοι και αργιλόαμμοι καθώς και οι ανθεκτικότερες στη διάβρωση στρώσεις ψαμιτών.



Εικόνα 9-7 Ποτάμιες αναβαθμίδες και αποθέσεις κοίτης.