

Στοιχεία εδαφολογίας

A.1 Σχηματισμός του εδάφους

Στην Περιβαλλοντική Γεωτεχνική, ως "έδαφος" νοούνται οι ανώτερες στρώσεις του φλοιού της γης οι οποίες λόγω της αποσάθρωσης και της δράσης οργανισμών μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη φυτών. Οι υποκείμενες του εδάφους στρώσεις του ανώτερου φλοιού αποτελούν το "υπέδαφος". Το υπέδαφος από τεχνικής απόψεως διακρίνεται σε μαλακούς και βραχώδεις σχηματισμούς (πετρώματα) που μελετώνται από την Εδαφομηχανική και Βραχομηχανική αντιστοίχως. Οι βραχώδεις σχηματισμοί διακρίνονται σε πυριγενείς (που έχουν προέλθει από την πήξη μάγματος), ιζηματογενείς (που έχουν προέλθει από τη γεωλογική διαγένεση μαλακών ιζημάτων) και μεταμορφωσιγενείς (που έχουν προέλθει από τη μεταμόρφωση πυριγενών και ιζηματογενών πετρωμάτων υπό συνθήκες μεγάλων πιέσεων και θερμοκρασιών). Οι μαλακοί σχηματισμοί προέρχονται από την αποσάθρωση βραχωδών σχηματισμών και διακρίνονται σε αλλουβιακούς (δηλαδή προϊόντα αποσάθρωσης βράχων που έχουν μεταφερθεί από το νερό και έχουν αποτεθεί ως ιζήματα στους πυθμένες θαλασσών και λιμνών σε σχετικώς πρόσφατες γεωλογικές περιόδους και συνεπώς δεν έχουν υποστεί αξιόλογη διαγένεση) και υπολειμματικούς (δηλαδή χαλαρά προϊόντα της αποσάθρωσης βραχωδών σχηματισμών που έχουν αποτεθεί επιτόπου στις βάσεις των κλιτύων, χωρίς προηγούμενη μεταφορά από το νερό).

Οι σχηματισμοί που αποτελούν το έδαφος και το υπέδαφος συνίστανται από ορυκτά (minerals), δηλαδή ανόργανα υλικά με σταθερή χημική σύνθεση και συγκεκριμένες χημικές ιδιότητες. Οι βραχώδεις και μαλακοί σχηματισμοί αποτελούνται από ποικίλα ορυκτά σε διάφορες αναλογίες και συνεπώς έχουν μεταβλητή σύνθεση και χημικές ιδιότητες.

Η αποσάθρωση των βραχωδών σχηματισμών προκαλείται από ποικίλους παράγοντες και κυρίως κλιματικούς (βροχή, άνεμος, θερμοκρασιακές μεταβολές), χημικούς (επίδραση χημικών διαλυμάτων που διακινούνται μέσω του υπόγειου νερού ή υδροθερμικών διαλυμάτων που διακινούνται μέσω των ρωγμών των πετρωμάτων) ή οργανικούς (ριζικό σύστημα των φυτών, βακτηρίδια). Οι ανωτέρω παράγοντες είτε προκαλούν μηχανική καταπόνηση και φθορά των πετρωμάτων είτε προκαλούν χημική εξαλλοίωση κατά την οποία τροποποιείται η χημική σύνθεση των ορυκτών και προκύπτουν ουσίες με διαφορετική σύσταση και ιδιότητες. Ο ακόλουθος πίνακας περιλαμβάνει τα κυριότερα ορυκτά και τα συνήθη προϊόντα της χημικής τους εξαλλοίωσης (αποσάθρωσης).

Οι άστριοι απαντώνται σε αφθονία στην επιφάνεια της γης. Τα ορθόκλαστα είναι ο πιο συχνός άστριος σε εδάφη, ενώ ο αλβίτης και τα πλαγιόκλαστα συναντώνται σε πολύ μικρότερες ποσότητες. Όπως δείχνει ο πίνακας, οι άστριοι συνεισφέρουν μεγάλες ποσότητες καλίου και μικρότερες ποσότητες νατρίου και ασβεστίου στα εδάφη.

Οι αμφιβολίτες και πυρόξενοι ευρίσκονται σε μικρότερες ποσότητες από τους άστριους, αποσαθρώνονται εύκολα και παρέχουν στα εδάφη σημαντικές ποσότητες ασβεστίου, μαγνησίου, νατρίου και ολίγου σιδήρου.

Οι μαρμαρυγίες είναι κοινά ορυκτά που σχηματίζονται από φύλλα που είναι σχετικά διαφανή όταν είναι λεπτά. Ο ανοιχτόχρωμος μοσκοβίτης αποτελεί τον πιο συνήθη μαρμαρυγία ενώ ο σκουρόχρωμος βιοτίτης είναι πιο σπάνιος. Καθώς αποσαθρώνονται, οι μαρμαρυγίες συνεισφέρουν στα εδάφη κυρίως κάλιο. Αξίζει να σημειωθεί ότι, σε παλαιότερα εδάφη, απαντώνται πολύ μικρές ποσότητες βιοτίτη διότι αυτός αποσαθρώνεται πολύ γρηγορότερα από τον μοσκοβίτη.

Τα πυριτικά ορυκτά είναι εξαιρετικής γεωλογικής και εδαφολογικής σημασίας δεδομένου ότι ο χαλαζίας και η άμμος είναι τα πιο διαδεδομένα ορυκτά στην γη. Τα πυριτικά ορυκτά χαρακτηρίζονται από μεγάλη σκληρότητα και εξαιρετική αντοχή στην αποσάθρωση, γιαυτό αυτά τα ορυκτά ευρίσκονται σε εδάφη ακόμα και όταν άλλα ορυκτά έχουν αποσαθρωθεί πλήρως. Ο κριστοβαλίτης και ο χαλκηδόνιος απαντώνται σε μικρότερες ποσότητες και είναι ήσσονος σημασίας στα εδάφη, είναι ενδιαφέρον όμως να αναφερθεί ότι ο χαλκηδόνιος, σε καθαρή μορφή, είναι ημιπολύτιμη πέτρα εξαιρετικής ομορφιάς.

Από τα τέσσερα οξειδία του σιδήρου, ο αιματίτης και κυρίως ο λιμονίτης ευρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες από τον γκαϊπίτη και τον μαγνητίτη. Τα ορυκτά αυτά απελευθερώνουν σίδηρο και προσδίδουν στον έδαφος χαρακτηριστικές κοκκινοκίτρινες αποχρώσεις (κοκκινόχωμα).

Τέλος, τα ανθρακικά άλατα (carbonates) αποσαθρώνονται πολύ εύκολα και έτσι στις περισσότερες περιπτώσεις έχουν ήδη εκπλυθεί από το έδαφος.

Από τα λοιπά ορυκτά, το υδροξείδιο του αργιλίου συνεισφέρει το μεγαλύτερο μέρος του αργιλίου που ανευρίσκεται στα εδάφη. Ο απατίτης δεν απαντάται πολύ συχνά αλλά αποτελεί μια σημαντική πηγή φωσφόρου. Ο τουρμαλίνης συναντάται σε μικρές ποσότητες αλλά είναι σχεδόν η μοναδική πηγή του εδαφικού βορίου, το οποίο είναι κατά κανόνα ανεπαρκές σε Μεσογειακά εδάφη· σε ελαιώνες, για παράδειγμα, έλλειψη βορίου προκαλεί μερική ξήρανση του φυλλώματος. Το ζirkόνιο (που αποτελεί ημιπολύτιμο λίθο) είναι αρκετά σκληρό και ανθεκτικό στην αποσάθρωση, έτσι απαντάται ακόμα και σε παλαιότερα εδάφη. Ο θειούχος σίδηρος, με την χαρακτηριστική γυαλιστερή κίτρινη απόχρωση που του δίνει μεγάλη ομοιότητα με τον χρυσό, παρέχει σίδηρο και θείο στα εδάφη. Τέλος, ο γύψος αποσαθρώνεται εύκολα, παρέχει ασβέστιο και θείο στα εδάφη, προκαλεί δε πτώση του pH.

ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΧΗΜΙΚΗΣ ΑΠΟΣΑΘΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΟΡΥΚΤΩΝ

Ορυκτό	Προϊόντα χημικής αποσάθρωσης
Αστριοι (feldspars):	
ορθόκλαστα (orthoclase)	απελευθερώνεται κάλιο, σχηματίζεται άργιλος
αλβίτης (albite)	απελευθερώνεται νάτριο, σχηματίζεται άργιλος
πλαγιόκλαστα (plagioclase)	απελευθερώνεται νάτριο και ασβέστιο, σχηματίζεται άργιλος
Αμφιβολίτες (amphiboles):	
κερατόλιθος (hornblende)	απελευθερώνεται ασβέστιο, μαγνήσιο, νάτριο και λίγος σίδηρος
Πυρόξενοι (pyroxenes):	
αυγίτης (augite)	απελευθερώνεται ασβέστιο, μαγνήσιο και λίγος σίδηρος
Μαρμαρυγίες (micas):	
μοσχοβίτης (muscovite), βιοτίτης (biotite)	απελευθερώνεται κάλιο, σχηματίζεται άργιλος
Πυριτικά ορυκτά (silica):	
χαλαζίας (quartz), κριστοβαλίτης (cristobillite), χαλκηδόνιος (chalcedony)	εξαιρετική ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση, σχηματίζεται άμμος
Οξειδία σιδήρου (iron oxides):	
αιματίτης (hematite), λιμονίτης (limonite), γκαϊπίτης (goethite), μαγνητίτης (magnetite)	απελευθερώνεται σίδηρος, σχηματίζονται κοκκινοκίτρινες αποχρώσεις
Ανθρακικά ορυκτά (carbonates):	
καλσίτης (calcite)	απελευθερώνεται ασβέστιο, σχηματίζονται ασβεστόλιθοι
δολομίτης (dolomite)	απελευθερώνεται ασβέστιο και μαγνήσιο, σχηματίζονται δολομιτικοί άμμοι
Άλλα ορυκτά:	
υδροξείδιο του αργιλίου (gibbsite)	απελευθερώνεται αργίλιο
απατίτης (apatite)	απελευθερώνεται φωσφόρος
τουρμαλίνης (tourmaline)	απελευθερώνεται βόριο
ζιρκόνιο (zircon)	ανθεκτικότητα σε αποσάθρωση
θειούχος σίδηρος (pyrite)	απελευθερώνεται σίδηρος και θείο
γύψος (gypsum)	απελευθερώνεται ασβέστιο και θείο, δημιουργούνται όξινα εδάφη
Άργιλοι (clay minerals):	
καολινίτης (kaolinite), μοντμοριλονίτης (montmorillonite), βερμικουλίτης (vermiculite), ιλλίτης (illite)	απαντώνται στα περισσότερα εδάφη και είναι υπεύθυνα για τις φυσικοχημικές ιδιότητές τους

Άργιλικά ορυκτά (clay minerals). Τα ορυκτά που αναφέρθηκαν ανωτέρω αποτελούν στην ουσία πρωτογενή ορυκτά που σχηματίζονται όταν τα χημικά στοιχεία που τα αποτελούν ενώνονται σε κρυσταλλική μορφή. Καθώς τα πρωτογενή αυτά ορυκτά αποσαθρώνονται, σχηματίζονται οι άργιλοι (clay minerals) που συνεπώς μπορούν να θεωρηθούν δευτερογενή ορυκτά και απαντώνται ευρέως στα εδάφη. Συνήθη άργιλικά ορυκτά είναι ο καολινίτης (που στην Ελλάδα απαντάται μόνο σε παλαιотροπικά εδάφη), μοντμοριλονίτης, βερμικουλίτης και ιλλίτης, που παρουσιάζονται στο κάτω μέρος του προηγούμενου πίνακα.

Οι άργιλοι είναι υπεύθυνοι για τις περισσότερες φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους, έχουν επομένως εξαιρετική εδαφολογική και περιβαλλοντική σημασία και συζητούνται αναλυτικά σε άλλες ενότητες του παρόντος εγχειριδίου.

Πυριγενή πετρώματα που έχουν σκούρα απόχρωση (όπως ο γάββρος και ο βασάλτης) περιέχουν σκουρόχρωμα σιδηρομαγνητικά υλικά όπως βιοτίτη, αυγίτη και κερατόλιθο. Τέτοια πετρώματα περιέχουν μεγάλες ποσότητες ασβεστίου, σιδήρου, μαγνησίου και καλίου, οπότε και τα εδάφη που γεννώνται από τα πετρώματα αυτά

είναι πλούσια σε αυτά τα χημικά στοιχεία που ταυτόχρονα αποτελούν θρεπτικές ουσίες (nutrients) για τους φυτικούς οργανισμούς. Ανοιχτόχρωμα πετρώματα περιέχουν υψηλό ποσοστό χαλαζία, όπως ο γρανίτης και ο οψιδιανός. Τέτοια πετρώματα γεννούν εδάφη πλούσια σε χαλαζία και φτωχά σε θρεπτικές ουσίες. Η υφή των πυριγενών πετρωμάτων ποικίλλει: ο γρανίτης και ο γάββρος για παράδειγμα έχουν αδρή υφή ενώ ο οψιδιανός και ο βασάλτης είναι λείοι. Πετρώματα με αδρή επιφάνεια παράγουν εδάφη με υψηλό περιεχόμενο χονδρόκοκκων συστατικών, ενώ πετρώματα με λεία επιφάνεια παράγουν εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε λεπτόκοκκα συστατικά. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα λεπτόκοκκα εδάφη χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερη ειδική επιφάνεια των εδαφικών σωματιδίων.

Βάσει των ανωτέρω, από τον προηγούμενο πίνακα συμπεραίνεται ότι εδάφη που προέρχονται από γρανίτη (συνήθως γρανιτικοί άμμοι που απαντώνται ευρέως π.χ. στην Χαλκιδική) είναι χονδρόκοκκα, περιέχουν πολύ χαλαζία και είναι φτωχά σε ανόργανες θρεπτικές ουσίες. Αντίθετα, εδάφη που προέρχονται από βασάλτη, είναι ενδιάμεσης μέχρι και λεπτής κοκκομετρικής σύστασης, περιέχουν σχετικά λίγο χαλαζία και έχουν μεγαλύτερες ποσότητες θρεπτικών συστατικών.

Όσον αφορά τα ιζηματογενή (sedimentary) πετρώματα, αξίζει να σημειωθεί ότι ενώ αποτελούν μόνο ένα εικοστό του συνολικού όγκου των πετρωμάτων του ανώτερου τμήματος του φλοιού της γης, εν τούτοις καλύπτουν τα τρία τέταρτα του εδάφους. Στην Ελλάδα, ένα μεγάλο μέρος της επιφάνειας της γης καλύπτεται από ιζηματογενή πετρώματα.

Ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει τα κυριότερα ιζηματογενή πετρώματα από τα οποία παράγονται εδαφικά υλικά μέσω των μηχανισμών της αποσάθρωσης.

Πέτρωμα	Σύσταση	Όψη	Παράγωγο έδαφος
ασβεστόλιθος (limestone)	δολομίτης ή καλσίτης	λευκό, γκρι, κίτρινο, ανοικτό κόκκινο	βασικά εδάφη πλούσια σε ασβέστιο και μαγνήσιο
μάρμα (marle)	ασβεστόχως άργιλος	λευκή έως ερυθρόμαυρη	ασβεστόχα βασικά εδάφη (ορφνά και ρεντζίνες)
ψαμμίτης (sandstone)	κυρίως χαλαζίας	λευκό, καφέ, κεραμιδί	όξινα εδάφη που εκπλύνονται εύκολα και είναι φτωχά σε θρεπτικές ουσίες
σχιστόλιθος (shale)	άργιλοι, λίγος χαλαζίας και οργανικό υλικό	στρωματοποιημένη όψη, αποχρώσεις ανάλογα με τα ορυκτά που περιέχονται	εξαρτάται από το περιεχόμενο χαλαζία και σιδηρομαγνητικών ορυκτών
κροκαλοπαγή (conglomerate)	ποικίλει	συγκολλημένα χαλίκια και κομμάτια βράχων	ποικίλουν, συνήθως χονδρόκοκκα με πολλά χαλίκια

A.2 Είδη εδαφών

A.2.1 Αλλούβια

Οι αλλουβιακές αποθέσεις έχουν στο γεωλογικό παρελθόν παρασυσρθεί από τρεχούμενο νερό (π.χ. χειμάρρους) και έχουν αποθεθεί στους πυθμένες θαλασσών ή λιμνών. Η διάκριση αυτή είναι σημαντική από εδαφογενετικής πλευράς διότι οι αποθέσεις αυτές καταλήγουν σε διαφορετικού τύπου εδάφη.

Τρία είδη αλλουβιακών αποθέσεων αποτελούν συνήθη μητρικά υλικά για εδαφογένεση: κώνοι αποθέσεως που σχηματίζουν αλλουβιακά ριπίδια (alluvial fans), πλημμυρικές ζώνες (floodplains) και δέλτα ποταμών (deltas).

Αλλουβιακά ριπίδια. Καθώς το νερό ενός χειμάρρου κυλάει στην πλαγιά ενός βουνού, αυξάνει η ταχύτητά του και παρασύρει σημαντικές ποσότητες φερτών υλικών. Όταν ο χειμάρρος φθάσει σε πεδιάδα, η ταχύτητα του νερού μειώνεται

ξαφνικά, με αποτέλεσμα να αποτεθούν ως ιζήματα τα μεταφερόμενα φερτά υλικά. Οι κώννοι αποθέσεως που δημιουργούνται κατ' αυτόν τον τρόπο αποκαλούνται αλλουβιακά ριπίδια ("ριπίδιο" σημαίνει βεντάλια).

Τα εδάφη που προέρχονται από αλλουβιακές αποθέσεις δεν είναι εξελιγμένα (δεν παρουσιάζουν δηλαδή ορίζοντες), κατά κανόνα δε χαρακτηρίζονται από καλή αποστράγγιση. Η σύσταση αυτών των εδαφών εξαρτάται από τα ορυκτά και πετρώματα που ευρίσκονται στις ανάντη πλαγιές από τις οποίες ο χείμαρρος παρασύρει φερτά υλικά.

Πλημμυρικές ζώνες. Ενώ τα αλλουβιακά ριπίδια απαντώνται σε πλαγιές βουνών και λόφων, σε πεδιάδες που διασχίζονται από ποταμούς απαντώνται πλημμυρικές ζώνες. Με την δημιουργία μαιάνδρων από την κοίτη ενός ποταμού, δημιουργείται με την πάροδο του χρόνου η ευρεία επίπεδη ζώνη που αποκαλείται πλημμυρική ζώνη του ποταμού, η οποία καλύπτεται από αποκαλούμενα παρόχθια έλη, και γεμίζει με νερό σε περιπτώσεις πλημμύρας. Καθώς τα πλημμυρικά νερά του ποταμού βγαίνουν από την κοίτη του, η ταχύτητά τους μειώνεται με αποτέλεσμα την απόθεση των φερτών υλικών που μεταφέρουν. Με την πάροδο του χρόνου και μετά από πολλές διαδοχικές πλημμύρες, η πλημμυρική ζώνη που περιβάλλει την κοίτη του ποταμού καλύπτεται από φερτά υλικά.

Τα εδάφη που δημιουργούνται σε πλημμυρικές ζώνες είναι σχετικά βαλτώδη, ενώ η σύστασή τους εξαρτάται από τη σύσταση των φερτών υλικών. Επειδή αυτά προέρχονται από διάβρωση του ορίζοντα A1 των ανάντη εδαφών, είναι πιθανό να περιέχουν υψηλό ποσοστό οργανικών υλικών και ιλύος γιαυτό είναι αρκετά γόνιμα. Σε περίπτωση που τα φερτά υλικά προέρχονται από αγροτικές εκτάσεις, τα εδάφη πλημμυρικών ζωνών μπορεί να είναι πλούσια σε θρεπτικές ουσίες.

Ποτάμια δέλτα. Όταν ένας ποταμός εκβάλλει σε ένα μεγάλο σώμα επιφανειακού νερού (π.χ. λίμνη, κόλπο ή ανοιχτή θάλασσα) και η ενέργεια των κυμάτων δεν είναι αρκετή για να κρατήσει τα φερτά υλικά σε αιώρηση, δημιουργείται ένα δέλτα (που συνήθως έχει την μορφή ριπιδίου). Τα δέλτα είναι συνήθως βαλτώδη, διασχίζονται από μικρές παραφυάδες του ποταμού και υπόκεινται σε συχνές πλημμύρες. Η βαθμιαία μετάβαση από το γλυκό σε αλμυρό νερό που παρατηρείται σε περιοχές δέλτα, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα που συντελεί στην δημιουργία οικοσυστημάτων μοναδικής βιοποικιλότητας και υψηλής παραγωγικότητας. Αξίζει να σημειωθεί ότι τέτοιες ζώνες βαθμιαίας μεταβολής φυσικών παραμέτρων που παρατηρούνται στα όρια διαφορετικών οικοσυστημάτων, αποκαλούνται οικότονοι (ecotone). Επειδή το μεγαλύτερο μέρος των χονδρόκοκκων φερτών υλικών που μεταφέρονται από τους ποταμούς έχουν ήδη αποτεθεί ανάντη, τα δέλτα συνήθως καλύπτονται από άμμο, ιλύ και άργιλο. Δεδομένου ότι οι αλλουβιακές αποθέσεις είναι σχετικά πρόσφατες, τα εδάφη που προκύπτουν από αυτές είναι σχετικά νέα, οι δε θρεπτικές ουσίες δεν έχουν ακόμα εκπλυθεί από αυτά.

Παράκτιες ζώνες. Τα φερτά υλικά που δεν αποτίθενται στις αλλουβιακές περιοχές που εξετάστηκαν παραπάνω, φθάνουν στην θάλασσα. Με την είσοδο τους στο θαλασσινό νερό, αποτίθενται στον πυθμένα, τα μεν χονδρόκοκκα υλικά κοντά στην παραλία, τα δε λεπτόκοκκα υλικά όπως οι άργιλοι, σε μεγαλύτερη απόσταση από αυτή. Σε αντίθεση με τις χερσαίες αλλουβιακές αποθέσεις, οι παραθαλάσσιες αποθέσεις είναι σχετικά παλαιές και τα παράκτια εδάφη που δημιουργούνται από αυτές χαρακτηρίζονται από υψηλή έκπλυση θρεπτικών ουσιών, ο δε χαλαζίας αποτελεί την πλέον συνήθη συνιστώσα τους. Γεωμορφολογικά, η παράκτια ζώνη

χαρακτηρίζεται από εναλλαγή αλλουβιακών αποθέσεων νεαρής ηλικίας με παλαιότερες θαλάσσιες αποθέσεις, με αποτέλεσμα την γένεση σύνθετων εδαφών.

A.2.2 Οργανικά εδάφη

Αν και οι οργανικές αποθέσεις είναι πιο περιορισμένες από τα άλλα είδη εδαφικών μητρικών υποστρωμάτων, εν τούτοις καταλαμβάνουν ένα σημαντικό τμήμα της επιφάνειας της γης και είναι σημαντικές από περιβαλλοντικής και γεωργικής πλευράς.

Συνήθως οργανικές αποθέσεις σχηματίζονται σε παράλια έλη και χερσαίες βαλτώδεις περιοχές. Όταν το νερό είναι ρηχό, απαντώνται χαρακτηριστικά είδη χλωρίδας π.χ. βούρλα (sedges), καλαμιές (reeds) και γρασίδι (το κοινό γρασίδι, grasses): στις ΗΠΑ συναντώνται και χαμεκύπαρες (είδη χαμηλών κυπαρισιών, cypress). Στην Ελλάδα, σε τέτοιες περιοχές φύονται καλάμια, βούρλα και ιτιές, π.χ. στις Πρέσπες. Καθώς οι φυτικοί αυτοί οργανισμοί νεκρώνονται ή ρίχνουν τα φύλλα τους, δημιουργείται στον πυθμένα μια στρώση οργανικών καταλοίπων. Λόγω της παρουσίας του νερού, τα οργανικά αυτά κατάλοιπα δεν οξειδώνονται και, με την πάροδο των ετών, συσσωρεύονται και δημιουργούνται οργανικές αποθέσεις μεγάλου πάχους.

Οι οργανικές αυτές αποθέσεις διακρίνονται σε εκείνες που έχουν ημιτελώς αποσυντεθεί (muck) όπου μπορούμε ακόμα να διακρίνουμε κομμάτια φύλλων, κλαδιών κ.λπ. και εκείνες που έχουν πλήρως αποσυντεθεί και συχνά αποκαλούνται τύρφη (peat), όπου δεν μπορούμε πλέον να αναγνωρίσουμε την αρχική προέλευση των οργανικών καταλοίπων. Εάν η τύρφη προέρχεται από βούρλα, καλαμιές, βρύα (mosses) και γρασίδια, αποκαλείται ινώδης τύρφη (fibrous peat) ενώ εάν η τύρφη έχει σχηματισθεί από δένδρα όπως ιτιές, σκλήθρα, ελώδη πεύκα (*Pinus palustris*, που δεν απαντώνται στην Ελλάδα) ή χαμεκύπαρες (*Chamaecyparis lawsoniana*, κοινώς cypress, που επίσης δεν απαντώνται στην Ελλάδα), αποκαλείται ξυλώδης τύρφη (woody peat).

Εάν οι οργανικές αποθέσεις είναι παχύτερες από περίπου 40 cm και περιέχουν τουλάχιστο 30% οργανικά υλικά, σχηματίζουν με την πάροδο του χρόνου οργανικά εδάφη που αποκαλούνται Histosols (προφέρεται “χίστοσολ”). Τέτοια εδάφη μπορεί να έχουν πάχος αρκετά μέτρα και περιέχουν ακόμα και 100% οργανικό υλικό.

Στην Ελλάδα, χαρακτηριστικά παραδείγματα τυρφοδών εκτάσεων αποτελούν η πεδιάδα των Φιλιππων στην περιοχή της Καβάλας και οι αποξηραμένες λίμνες Κωπαϊδας και Ξηνιάδας.

A.3 Εδαφικοί ορίζοντες και εδαφογένεση

Μια πλήρως εξελιγμένη εδαφοτομή (προφίλ) περιέχει τους ακόλουθους ορίζοντες (στρώματα):

1. Ο επιφανειακός Ορίζοντας O (O horizon), που είναι στρώμα νεκρής οργανικής ύλης (surface litter). Διακρίνονται οι ακόλουθες υποδιαιρέσεις:
 - ορίζοντας O1 που συνίσταται σε αναγνωρίσιμα οργανικά κατάλοιπα, αποκαλείται δε και ορίζοντας L (litter)
 - ενδιάμεση στρώση που ονομάζεται F (fermentation: ζύμωση, σήψη)
 - ορίζοντας O2 που συνίσταται σε οργανικά κατάλοιπα που έχουν πλήρως αποσυντεθεί, αποκαλείται δε και H (humus).
2. Ορίζοντας A (A horizon), που αποτελεί ανάμειξη οργανικής και ανόργανης ύλης. Διακρίνονται οι ακόλουθες υποδιαιρέσεις:

- ορίζοντας A1 ή Ap (plowed: οργωμένο), που είναι πλούσιος σε σκουρόχρωμο οργανικό υλικό - η απόχρωση οφείλεται στην ανάμειξη οργανικής και ανόργανης ύλης)
 - ορίζοντας A2, που είναι αποχρωματισμένος, με ελάχιστη άργιλο και θρεπτικές ουσίες και περιέχει την ζώνη μέγιστων απωλειών (zone of maximum loss) - κολλοειδών και οργανικής ουσίας - συχνά ο ορίζοντας αυτός ονομάζεται ιλλουβιακός διότι εκπλύνεται.
 - ορίζοντας A3, που είναι μεταβατικός προς τον ορίζοντα B - στην Ελλάδα, ο ορίζοντας A3 είναι σπάνιος, εμφανίζεται δε μόνο σε ποδσολικά εδάφη (πολύ όξινα εδάφη με τυπικό pH 4.5 έως 4), π.χ. Όσα, Κάτω Όλυμπος, Πιέρια (κυρίως σε δάση οξιάς σε μεγάλα υψόμετρα).
3. Ορίζοντας B (B horizon), που είναι ο εμπλουτιζόμενος με κολλοειδή και θρεπτικές ουσίες ορίζοντας, ο οποίος υφίσταται διαπήλωση. Διακρίνονται οι ακόλουθες υποδιαιρέσεις:
- ορίζοντας B1, που είναι μεταβατικός
 - ορίζοντας B2, που αποτελεί την ζώνη μέγιστης συσσώρευσης υλικού από τον ορίζοντα A (zone of maximum accumulation)
 - ορίζοντας B3, που είναι μεταβατικός προς το ημιαποσαθρωμένο μητρικό υλικό.
4. Ορίζοντας C (C horizon), που είναι το ημιαποσαθρωμένο μητρικό πέτρωμα (parent material).
5. Ορίζοντας R (R horizon), που είναι το βραχώδες υπόθεμα που υπάρχει κάτω από το έδαφος. Επί του ορίζοντα R, δύναται να έχει επικαθήσει ξένο έδαφος, π.χ. αλλουβιακά, κολλουβιακά (εξαιρετικά αργή κατολίπωση) ή λόγω κατολίπωσης.

Από περιβαλλοντικής απόψεως ενδιαφέρουν οι ορίζοντες A, B και C. Συνήθως, οι ορίζοντες A και B αποκαλούνται επιφανειακό έδαφος (topsoil). Ενώ οι ανωτέρω ορίζοντες απαντώνται σε πλήρως εξελιγμένα εδάφη στην ιδανική τους μορφή, στην πράξη δύναται να απαντώνται ολίγον εξελιγμένα εδάφη με ορίζοντες A και C ή εδάφη με ορίζοντες B και C όπου ο ορίζοντας A έχει αφαιρεθεί λόγω διάβρωσης. Σημειώνεται ότι εδάφη αποψιλωμένα του ορίζοντα A συχνά δημιουργούνται σε καμένες δασικές εκτάσεις.

Οι ακόλουθοι παράγοντες διαδραματίζουν βασικό ρόλο στην δημιουργία και σχηματισμό των διαφορετικών τύπων εδάφους (υπάρχουν εκτενείς σχετικές αναφορές στην βιβλιογραφία όπως Sopher & Baird, 1978):

1. μητρικό υλικό (parent material) δηλαδή το γεωλογικό υπόθεμα, που συχνά είναι βραχώδες
2. κλίμα (climate), που καθορίζεται σαν ο διαχρονικός μέσος όρος των μετεωρολογικών συνθηκών που επικρατούν
3. τοπογραφικό ανάγλυφο (relief ή topography) δηλαδή η επιφανειακή μορφολογία
4. βλάστηση (vegetation)
5. χρόνος (time)

Τα διαφορετικά είδη εδαφών αναπτύσσονται καθώς σε μια περιοχή δεδομένης επιφανειακής μορφολογίας και πάνω σε ένα συγκεκριμένο μητρικό υπόστρωμα, επενεργούν βλάστηση και κλίμα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Από τους παράγοντες αυτούς, οι σημαντικότεροι είναι το μητρικό υλικό και το κλίμα. Οι ανωτέρω παράγοντες δεν είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους, για παράδειγμα η βλάστηση είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το κλίμα. Τέλος, οι ανωτέρω παράγοντες

δεν δρουν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, αλλά σε συνεργία· κάποτε οι παράγοντες αυτοί επηρεάζουν προς την ίδια κατεύθυνση ενώ άλλες φορές δρουν προς αντίθετες κατευθύνσεις. Η ταυτόχρονη δράση των 5 αυτών παραγόντων μπορεί να προκαλέσει την ύπαρξη πολλών διαφορετικών τύπων εδάφους σε μια περιορισμένη έκταση, π.χ. όπου υπάρχουν 3 διαφορετικά πετρώματα, 5 διαφορετικές μορφολογίες, 2 είδη βλάστησης, 1 κλίμα και 2 χρονικές κλίμακες αναμένεται να υπάρχουν 30 διαφορετικά εδάφη.

A.4 Βιβλιογραφικές αναφορές

Sopher, C.D. and J.V. Baird (1978). Soils and Soil Management. Reston, Prentice Hall.