



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Τμήμα Γεωλογίας
Τομέας Γενικής, Θαλάσσιας Γεωλογίας
& Γεωδυναμικής (Γ.Θ.Γ.Γ.)

Πλανήτης Γη (Geol_002)

Κίνηση υλικού με τη βαρύτητα

Εισηγητής:
Δρ. Μπαθρέλλος Γιώργος
Αναπληρωτής Καθηγητής

Κίνηση υλικού με τη βαρύτητα (mass wasting)

- Η κίνηση υλικού με τη βαρύτητα περιλαμβάνει όλες εκείνες τις διαδικασίες με τις οποίες μάζα πετρώματος και εδάφους κινούνται στα κατόντη. Δεν υπάρχει ρέον μέσο (νερό, αέρας, πάγος) το οποίο να μεταφέρει το υλικό.
- Η κίνηση αυτή απαντά όταν η δύναμη της βαρύτητας ξεπερνά την αντοχή του υλικού και αυτό τότε κινείται στα κατόντη.

Η σημασία των κινήσεων βαρύτητας

- Οι διαδικασίες κίνησης υλικού με τη βαρύτητα αντιπροσωπεύουν έναν **συνήθη & σημαντικό κίνδυνο** για περιουσίες και ανθρώπους
- Χρειάζεται να εξακριβωθεί πότε και κάτω από ποιες συνθήκες οι διαδικασίες αυτές γίνονται
- Αποφυγή κατασκευών σε περιοχές ευάλωτες σε κινήσεις υλικού λόγω βαρύτητας.
- Προσπάθεια να εμποδιστεί η κίνηση υλικού λόγω βαρύτητας

Η αντοχή

- Η αντοχή του υλικού του πρανούς προκύπτει από την **συνοχή** και την **εσωτερική τριβή**.
- Η **συνοχή** εκφράζει το πόσο καλά είναι συγκολλημένο το υλικό.
- Η **εσωτερική τριβή** εκφράζει την αντίσταση σε κίνηση των ιδιαιτέρων κόκκων και οφείλεται στην αλληλο-εμπλοκή των κόκκων.

Συνοχή-Εσωτερική τριβή

- **Η συνοχή**

- α. Οι άργιλοι προμηθεύουν συνοχή σε χαλαρά υλικά επειδή υπάρχει αμοιβαία έλξη μεταξύ των λεπτομερών τεμαχιδίων της αργίλου που φέρουν αρνητικό φορτίο.
- β. Η παρουσία ορυκτών κολλών κρατούν το πέτρωμα ως σύνολο.

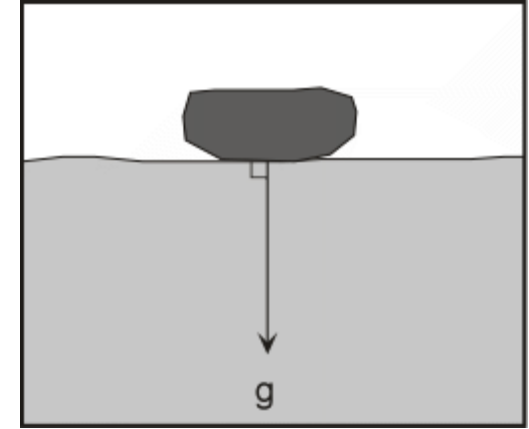
- **Η εσωτερική τριβή**

- α. αντανακλά την ενέργεια, που πρέπει να δαπανηθεί για να μπορέσουν οι ιδιαίτεροι κόκκοι να αρχίζουν να κινούνται και να κυλήσουν μακριά από τη θέση τους. Εξαρτάται από το μέγεθος και το σχήμα των κόκκων.
- β. η έκφραση της εσωτερικής τριβής αποτελεί η γωνία εσωτερικής τριβής η οποία είναι κατά προσέγγιση ίση της γωνίας ελαχίστης τριβής με την οποία μια στήλη (σωρός) υλικού συγκρατείται πάνω σε μία οριζόντια επιφάνεια.

Γενεσιουργός αιτία

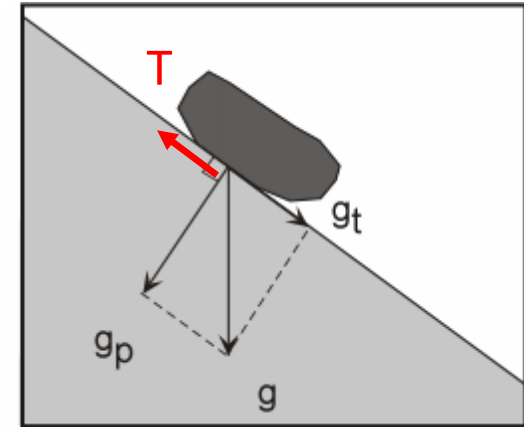
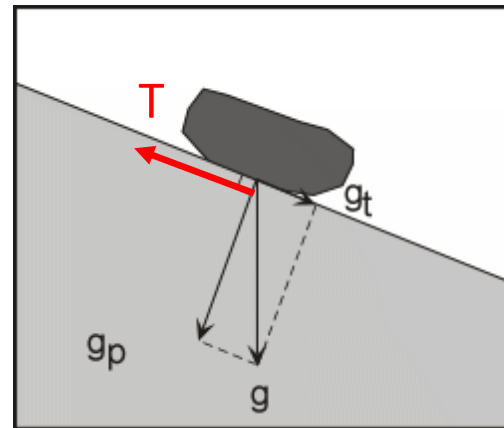
- η βαρύτητα (Gravity)

σε επίπεδη επιφάνεια



σε κεκλιμένο επίπεδο

Όσο μεγαλύτερη η κλίση, τόσο μεγαλύτερη η δύναμη g_t , που προκαλεί την κίνηση (παράλληλη στο έδαφος συνιστώσα της βαρύτητας)



Τι γίνεται με

- την Τριβή και

- την Επιφάνεια Ολίσθησης (soil, sand, clay);;

Παράγοντες των κινήσεων βαρύτητας

Κύριοι παράγοντες

1. η φύση των υλικών του πρανούς (γωνία ελάχιστης τριβής του υλικού που αφορά την κρίσιμη τιμή της εσωτερικής τριβής) (προσοχή: δεν αφορά την γωνία της ελαχίστης τριβής του πρανούς που επηρεάζει την κινητήρια δύναμη).
2. η κλίση του πρανούς
3. το νερό
4. ο άνθρωπος

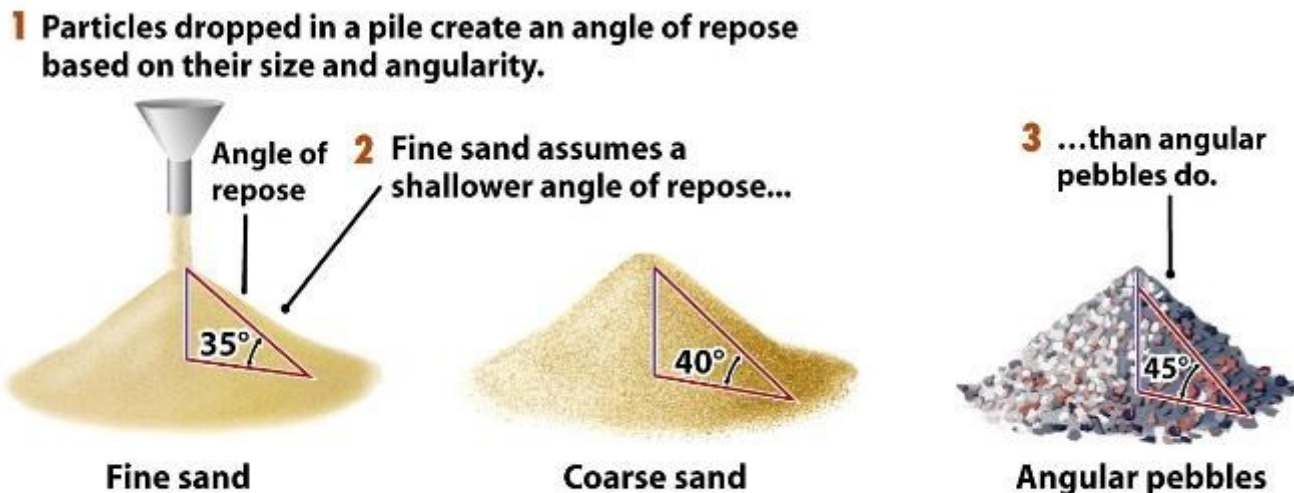
Η φύση των υλικών του πρανούς

Ασύνδετα (χαλαρά) υλικά.

Ασθενή εσωτερική τριβή - Άμμος και πηλός -
Θραύσματα πετρωμάτων, άμμος, πηλός και άργιλος.

Συγκολλημένα (συμπαγή) υλικά

Ισχυρή εσωτερική τριβή Πέτρωμα – Συμπαγή
(συνεκτικά) (cohesive) ιζήματα και εδάφη.



Βαθμός κλίσης και ευστάθεια

Η κλίση του πρανούς καθορίζεται είτε από φυσικά αίτια είτε από την ανθρώπινη παρέμβαση.

Στα φυσικά αίτια ανήκουν οι δραστηριότητες των εξωγενετικών διαδικασιών και των τεκτονικών δυνάμεων.

Στην ανθρώπινη παρέμβαση ανήκουν τα διάφορα τεχνικά έργα κ.λ.π.

Η γωνία κλίσης του πρανούς σχετίζεται με το υλικό που αποσαθρώνεται.

- Ασθενής κλίση – Σχιστή άργιλος
- Απότομος κρημνός- Κρυσταλλικά πετρώματα- Ασβεστόλιθος-Ψαμμίτης
- Απόθεση κορημάτων. Σχηματισμός κώνου κορημάτων. Χονδρόκοκκο, γωνιώδες υλικό αποτίθεται στη βάση του πρανούς από το οποίο προέρχεται.
- Θραύσματα στη μορφή μεγάλων μπλοκ

Ο ρόλος του νερού

Το **νερό** είναι σχεδόν πάντοτε παρών μέσα στο πέτρωμα και το μανδύα αποσάθρωσης πλησίον της επιφάνειας της γης.

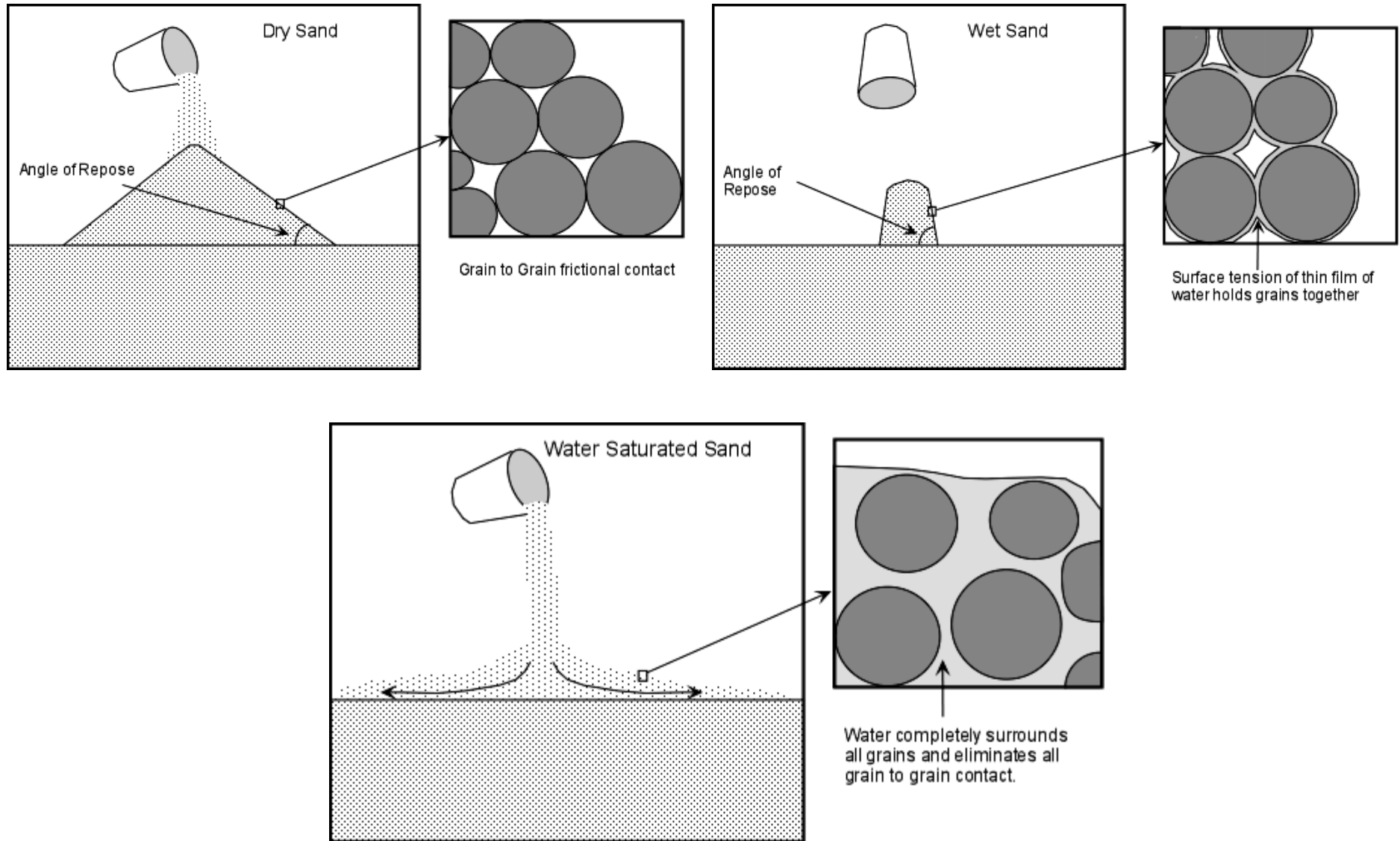
Τα χαλαρά ιζήματα συμπεριφέρονται με διαφορετικούς τρόπους και αυτό εξαρτάται αν αυτά είναι στεγνά ή υγρά.

Τριχοειδής έλξη είναι η έλξη που προκύπτει από την επιφανειακή τάση. Η δύναμη αυτή είναι εκείνη που κρατά τους κόκκους της υγρής άμμου σε μια συνεκτική μάζα.

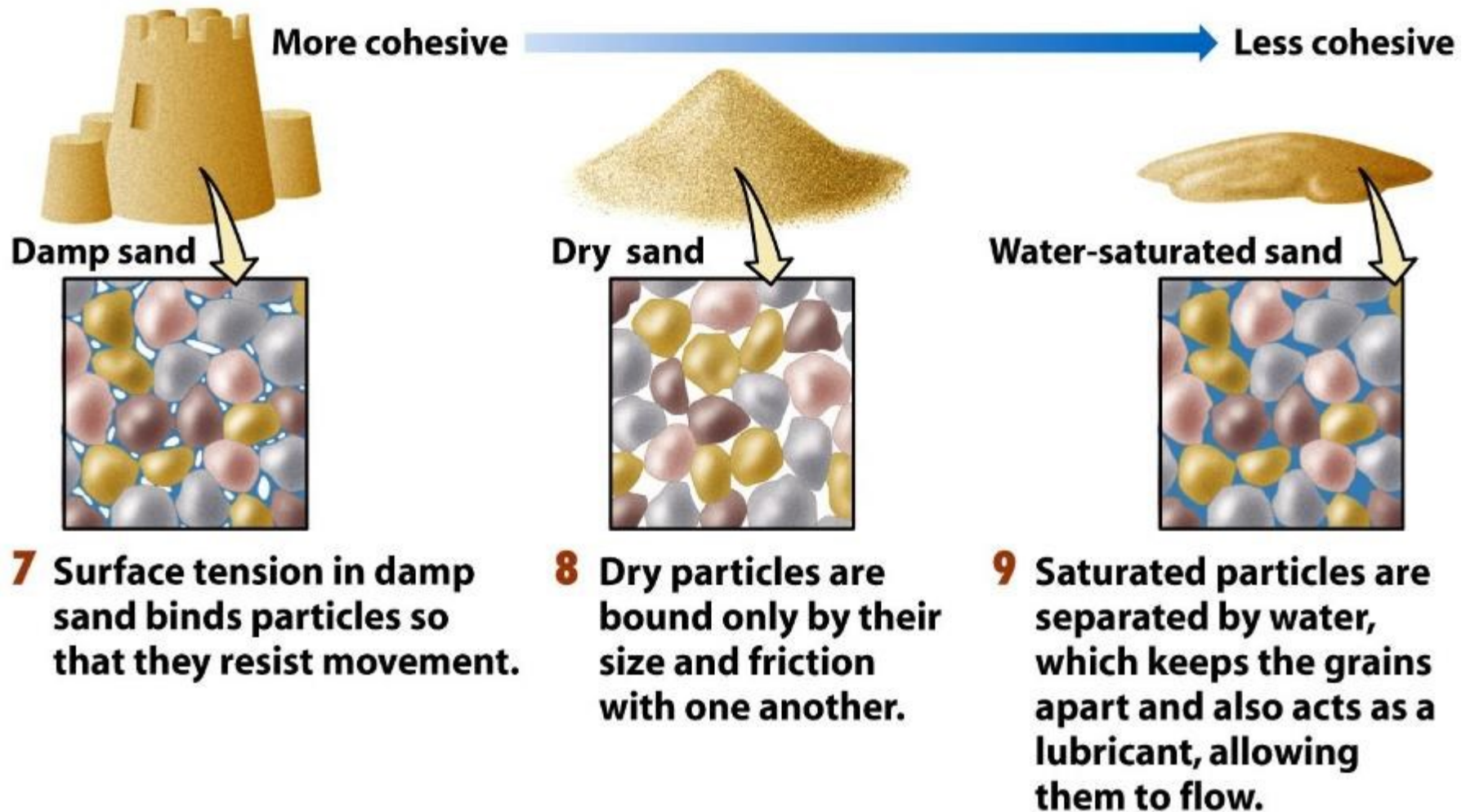
Αν η άμμος, ο πηλός, ή άργιλος κορεστούν με νερό, και η πίεση του νερού ως ρευστού ξεπεράσει ένα κρίσιμο όριο, το λεπτόκοκκο ίζημα θα απωλέσει την αντοχή του και θα αρχίσει να ρέει(ρευστοποίηση).

Αν οι πόροι κατά μήκος μιας επαφής μεταξύ δυο πετρωδών μαζών χαμηλής διαπερατότητας πληρωθούν με νερό, η πίεση του νερού θα φέρει (θα σηκώσει) μέρος του βάρους της υπερκείμενης πετρώδους μάζας μειώνοντας εξαιτίας αυτού την τριβή κατά μήκος της επαφής (hydro-planning).

Το **Νερό** παράγοντας ενεργοποίησης (triggering factor)



Η προσθήκη νερού αλλάζει τις ιδιότητες των υλικών

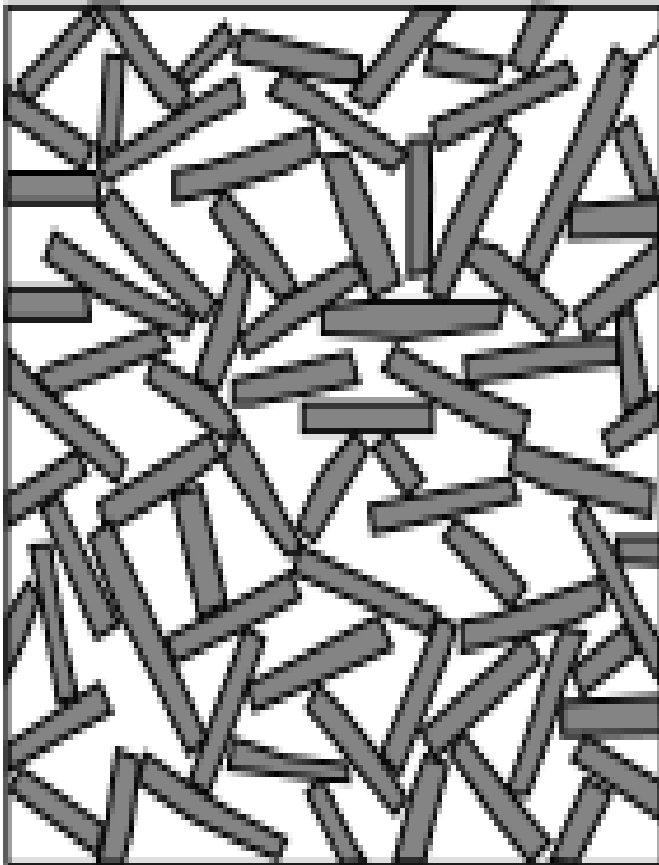


Ρευστοποίηση των αργίλων

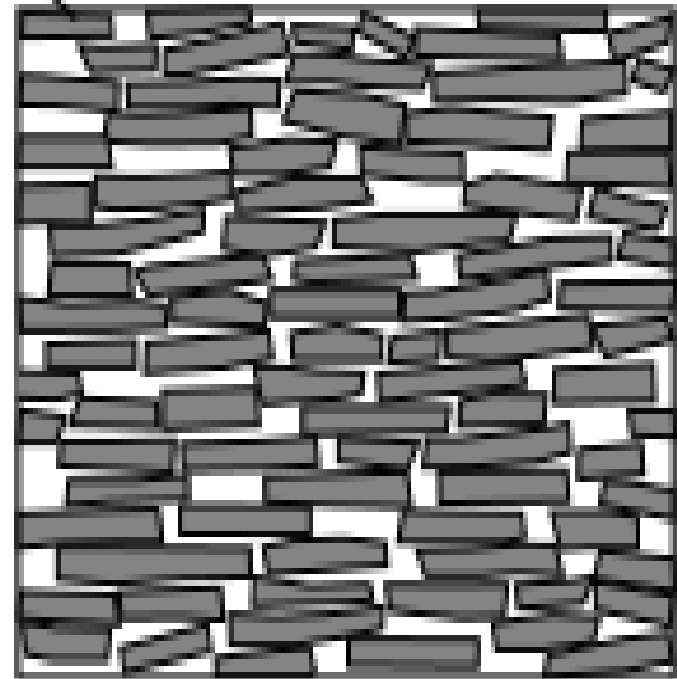
- Άργιλοι θαλάσσιας προέλευσης χαρακτηρίζονται από μια διευθέτηση των αργιλικών κόκκων στο χώρο στη μορφή τραπουλόχαρτου. Η διευθέτηση αυτή επιτυγχάνεται με την ελκτική δύναμη των κατιόντων του θαλασσινού νερού επί των αργιλικών κόκκων που συνήθως είναι φορτισμένοι αρνητικά. (Το θαλασσινό νερό παγιδεύεται μέσα στους πόρους του σχηματιζόμενου αργιλικού ιζήματος).
- Όταν οι άργιλοι αυτοί μουσκεύουν στη διάρκεια μιας υψηλής βροχόπτωσης εκπλένονται και απομακρύνονται τα κατιόντα και παύει η δράση τους και κατά τη διάρκεια μιας επιφόρτισης (λιθοστατική πίεση) οι αργιλικοί κόκκοι θα μεταπέσουν σε μια πιο συνεκτική δομή με παράλληλους προσανατολισμένους τους κόκκους. Αυτό οδηγεί σε μείωση της διατμητικής αντοχής του αργιλικού ιζήματος και τη ρευστοποίηση του.

Κινούμενη άργιλος

Clay Minerals



House of Cards Structure
(held together by salts)



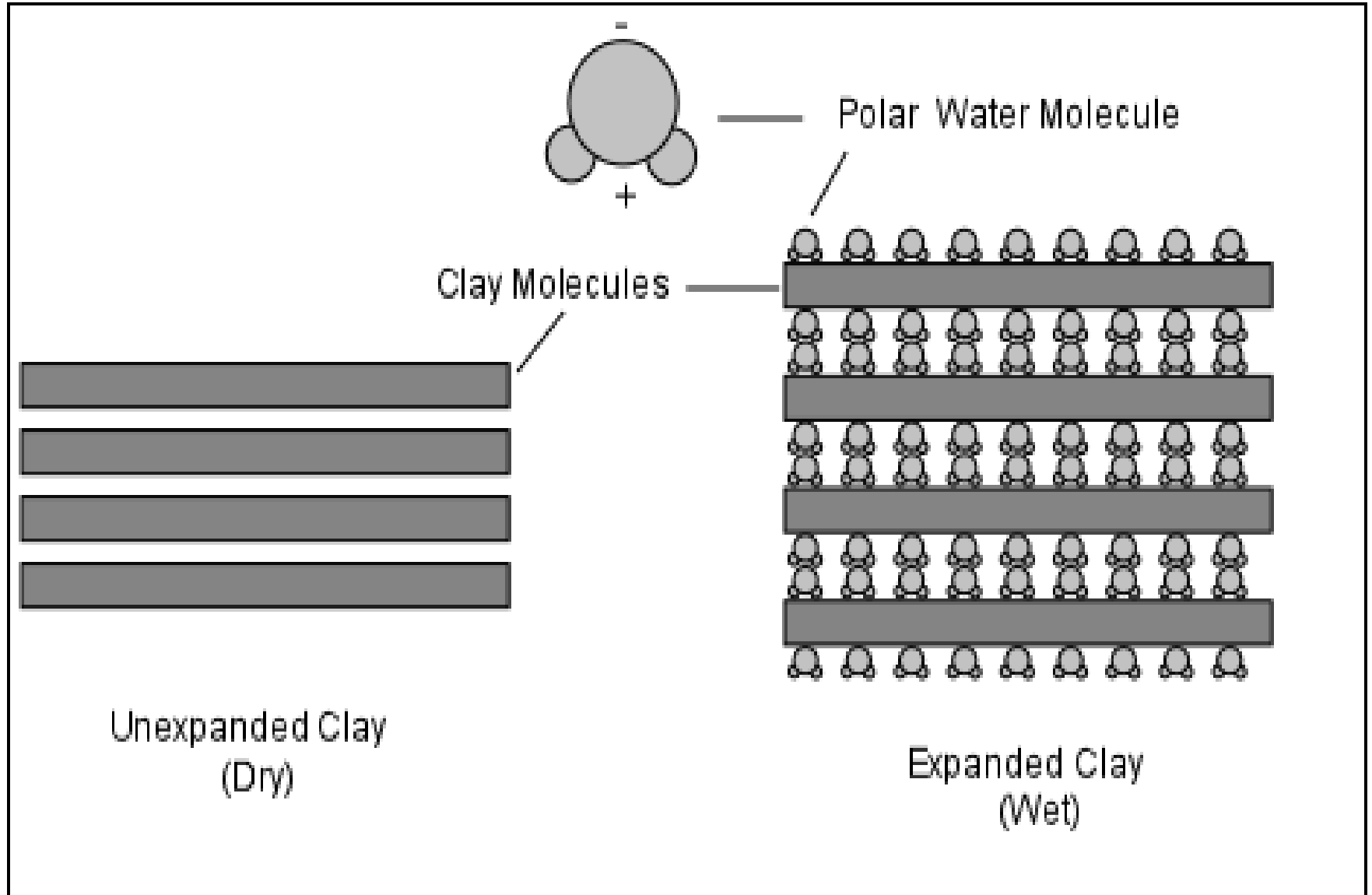
After Dissolution of Salts
& Compaction

Διάλυση αλάτων & Συμπύεση

Διόγκωση-Συρρίκνωση αργιλικών ορυκτών

- Ιζήματα πλούσια σε αργιλικά ορυκτά μπορούν να **απορροφούν σημαντικές ποσότητες νερού** επειδή τα μόρια του νερού μπορούν να διατάσσονται υπό την μορφή λεπτών στρωμάτων μεταξύ των στιβάδων του αργιλικού ορυκτού. Η **προσρόφηση** αυτή προκαλεί **διαστολή (διόγκωση)** και μείωση της διατμητικής αντοχής. Αντίθετα, όταν τα ιζήματα που διογκώθηκαν, αποξηρανθούν τότε αυτά θα συρρικνωθούν και θα προκληθεί ταπείνωση του ανάγλυφου και κατάρρευση.

Υδροσυμπαγωγή (hydrocompaction)



Μηχανισμοί ενεργοποίησης (triggering factors)

- **Σεισμικές δονήσεις**

Προκαλούν ελάττωση ή απώλεια της ανθιστάμενης δύναμης. Τα λεπτόκοκκα υλικά είναι τρωτά.

- **Βροχόπτωση και διήθηση νερού** Προκαλείται κορεσμός των υλικών του πρανούς.

- **Απώλεια βλάστησης** Μειώνει τη σταθερότητα του πρανούς (καταστροφή δάσους μετά από πυρκαγιά).

- **Υπερφόρτωση**

Πρόσθετο βάρος που παράγεται από προσθήκη υλικού προκαλεί επιπλέον αύξηση της πίεσης του νερού των πόρων η οποία μπορεί να μειώσει την διατμητική αντοχή του υλικού.

- **Τροποποίηση του πρανούς με ηφαιστειακές εκρήξεις, διάβρωση, και ανθρώπινη παρέμβαση** Προκαλείται αλλαγή στη γωνία ελάχιστης τριβής του πρανούς.

Ταξινόμηση

- Η ταξινόμηση γίνεται με βάση τρία χαρακτηριστικά, τα οποία είναι
 - 1. Η φύση του υλικού**
πέτρωμα ή χαλαρό υλικό .
 - 2. Η ταχύτητα της κίνησης**
ασθενής, μέτρια, ή γρήγορη .
 - 3. Η φύση της κίνησης**
ροή, ολίσθηση, ή πτώση.

1. Υλικό

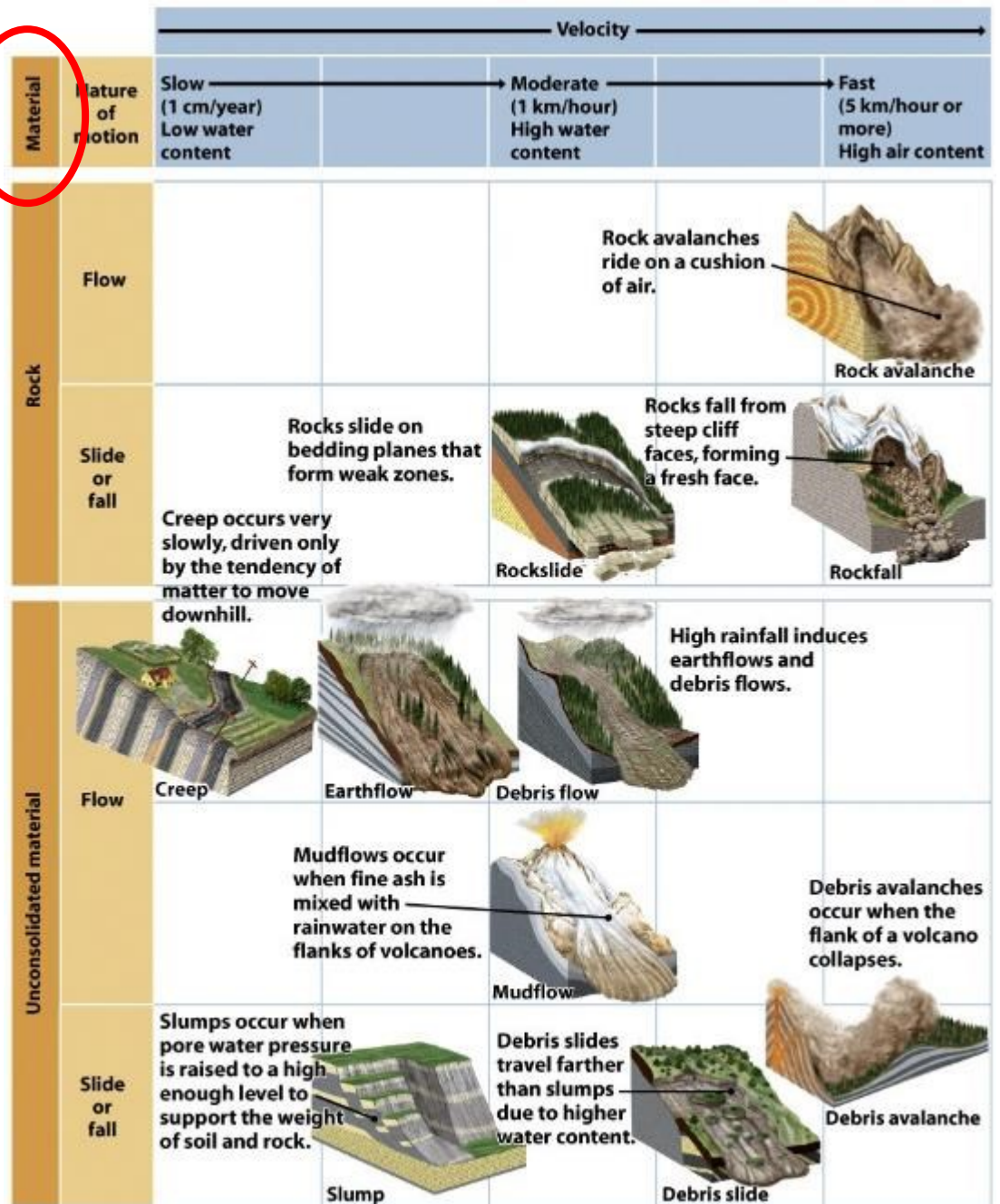


Figure 16-17

Understanding Earth, Fifth Edition

© 2007 W. H. Freeman and Company

2. Η φύση της κίνησης

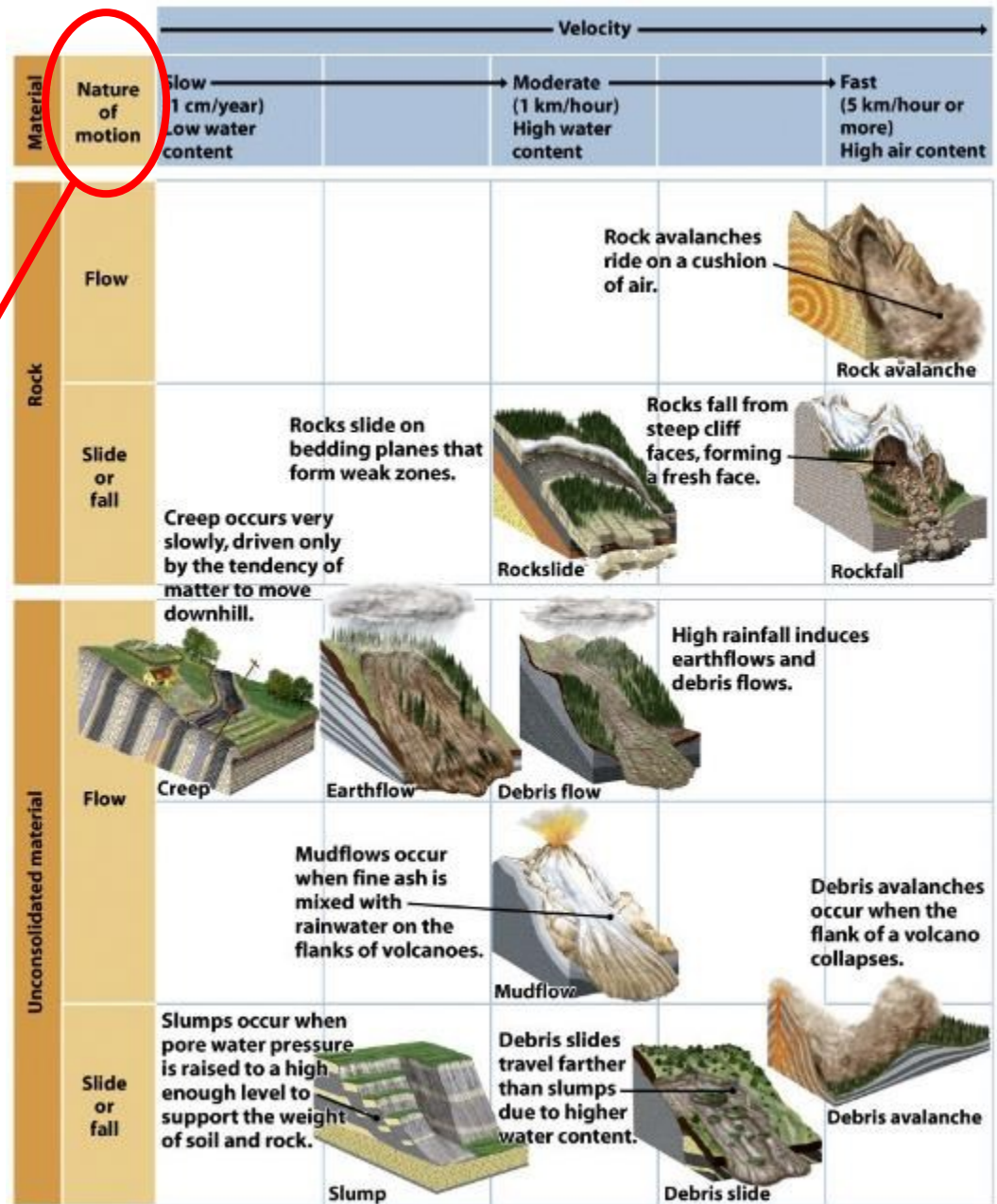


Figure 16-17

Understanding Earth, Fifth Edition

© 2007 W.H. Freeman and Company

3. Ταχύτητα

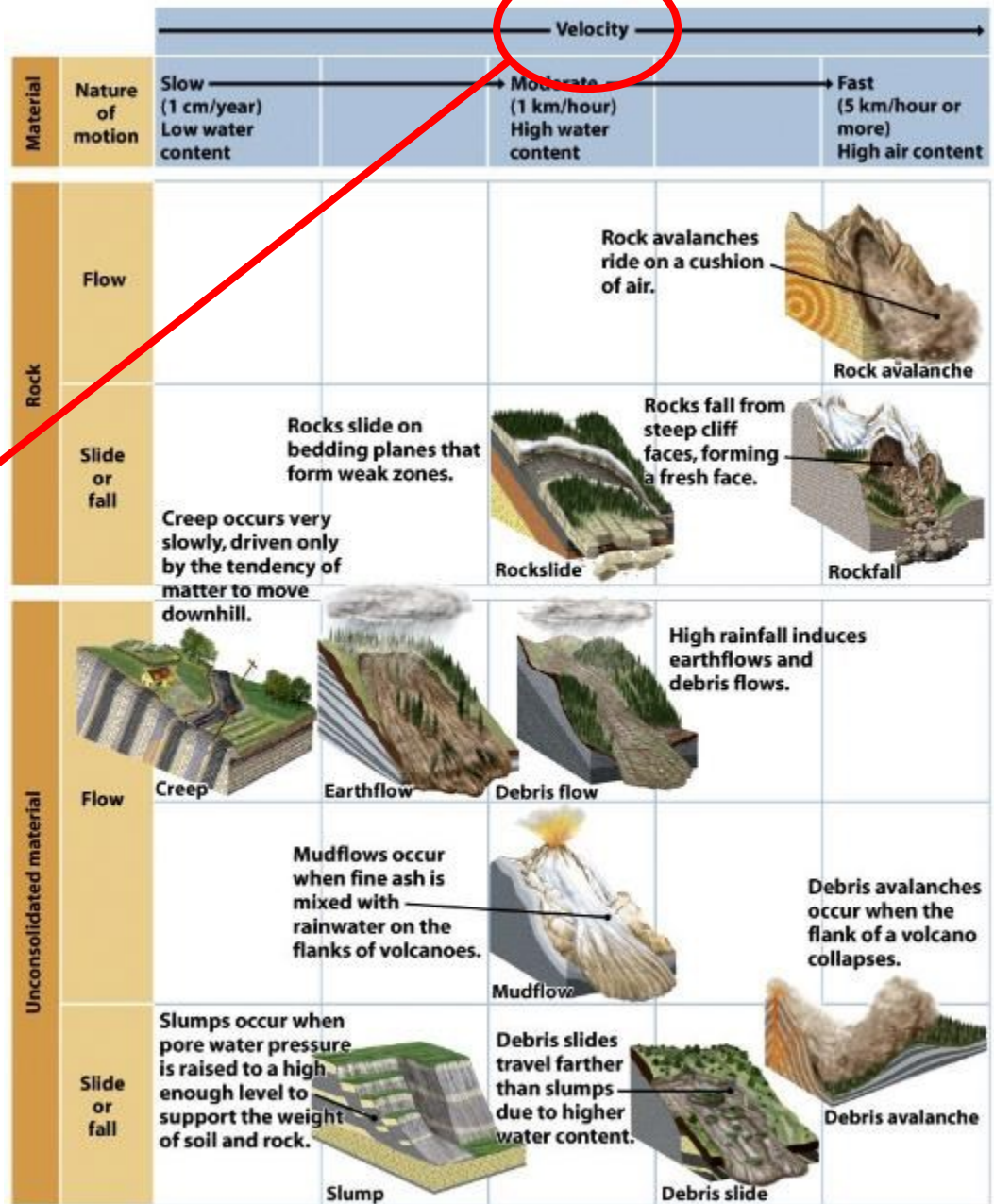


Figure 16-17
Understanding Earth, Fifth Edition
 © 2007 W.H. Freeman and Company

Υποχώρηση Πρανούς

Υποχώρηση πρανούς είναι η κατάρρευση υγιούς πετρώματος του υποβάθρου ή συνάγματος αποτελούμενο από το υπόβαθρο, το μανδύα αποσάθρωσης και το έδαφος.

Κύριοι τύποι υποχώρησης:

1. Οι καταπτώσεις (rock falls).
2. Οι ροές κορημάτων (debris flow)
3. Οι ολισθήσεις - κυλήσεις (slides - slumps)

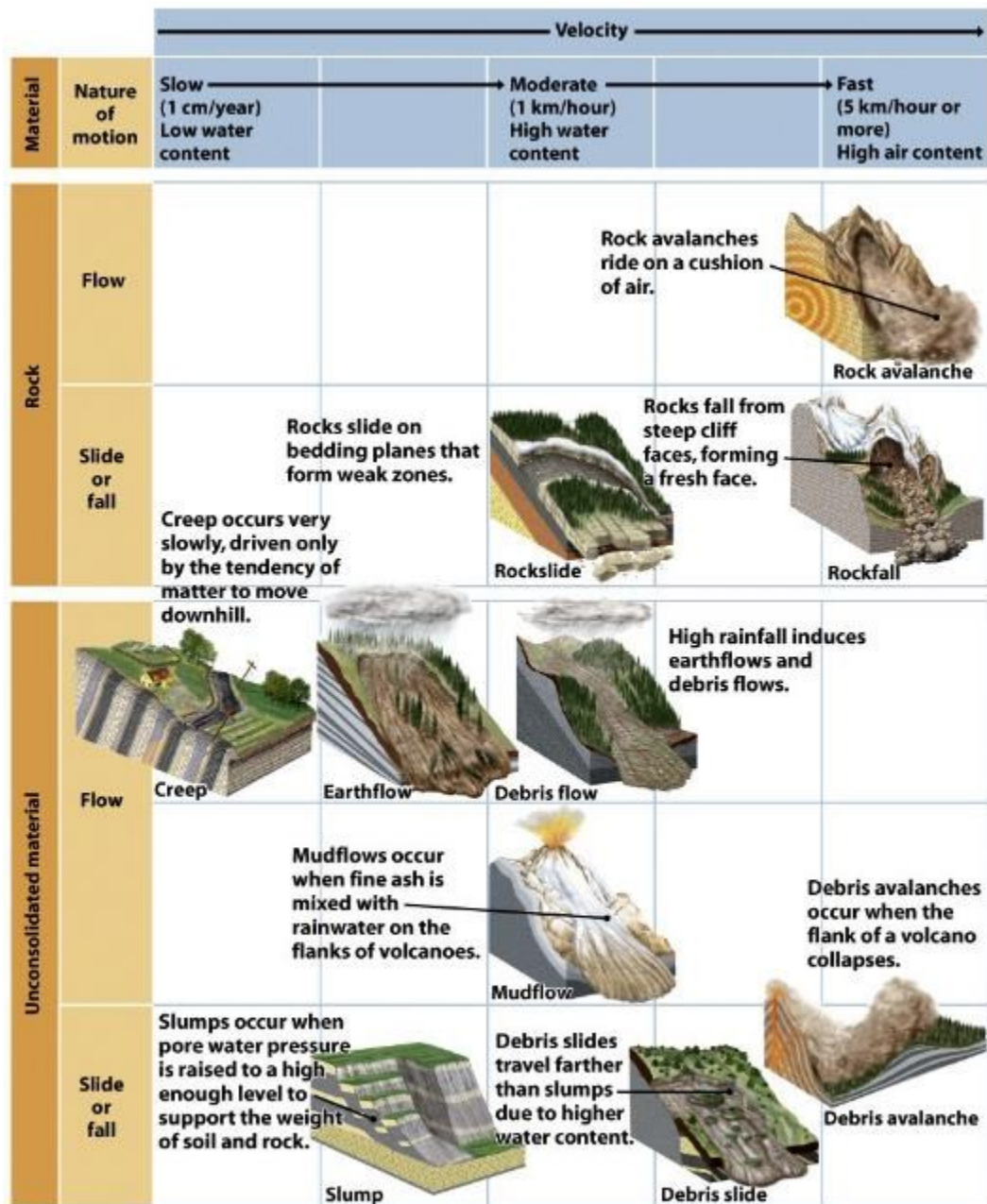
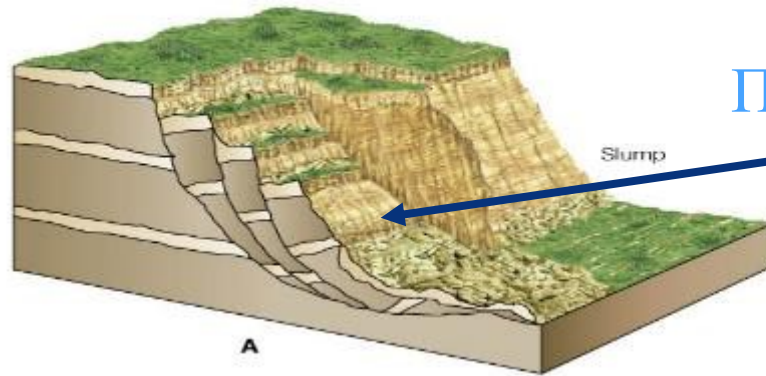
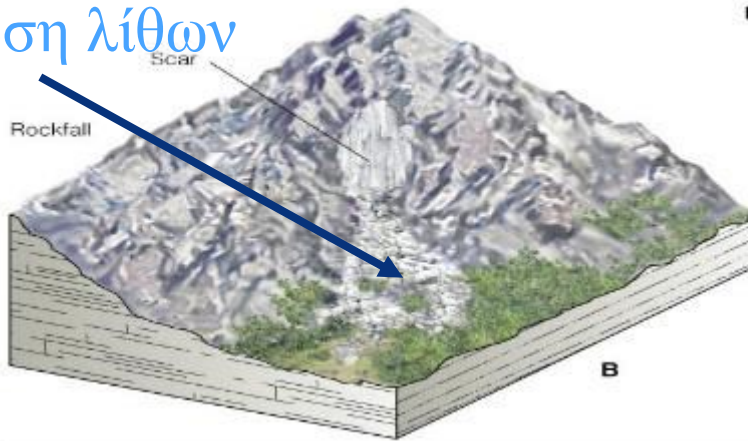


Figure 16-17
Understanding Earth, Fifth Edition
 © 2007 W. H. Freeman and Company



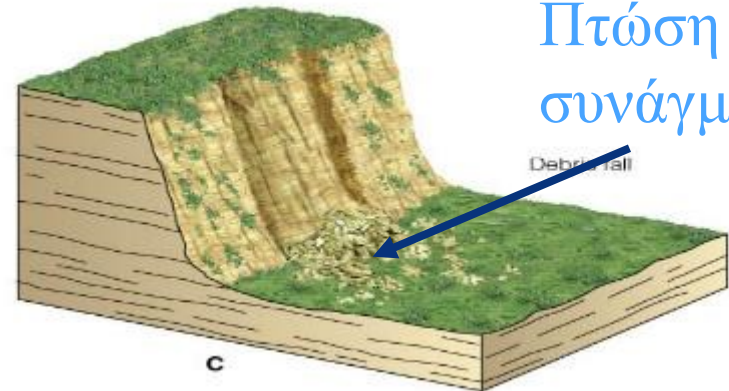
Περιστροφική ολίσθηση

Πτώση λίθων

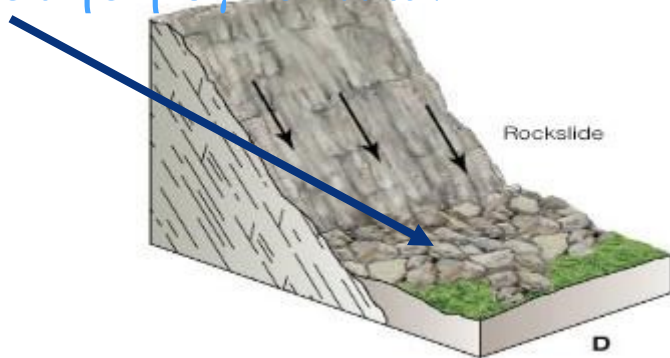


FALLS

Πτώση
συνάγματος

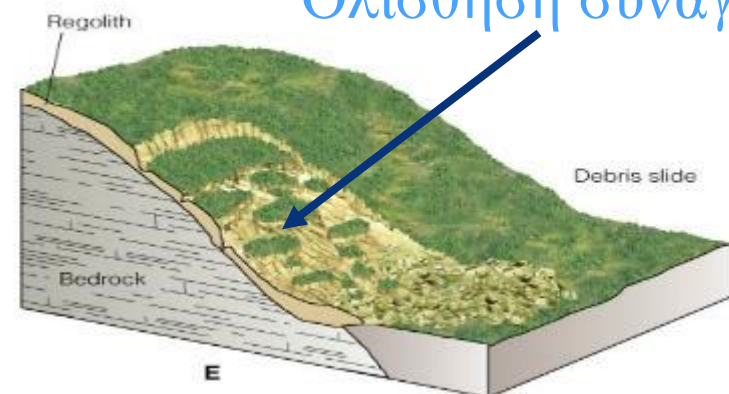


Ολίσθηση ογκολίθων



SLIDES

Ολίσθηση συνάγματος



Πτώσεις λίθων ή συνάγματος

Πτώση λίθων ή συνάγματος είναι η ελεύθερη πτώση ογκολίθων ή συνάγματος που αποσπώνται από το απότομο πρανές και πέφτουν στα κατάντη. Είναι κινήσεις που απαντούν συχνά σε ορεινές γεωμορφές υψηλού ανάγλυφου. Παράγουν στη βάση του πρανούς αποθέσεις στη μορφή κώνου κορημάτων (talus cone). Η γωνία ελάχιστης τριβής που προσδιορίζει την κλίση του πρανούς του κώνου των κορημάτων, εκφράζει την γωνία εσωτερικής τριβής των θραυσμάτων του κώνου. Η ταχύτητα της πτώσης είναι:

- $v = \sqrt{2gh}$, όπου
- **g** = η επιτάχυνση της βαρύτητας.
- **h** = η απόσταση της πτώσης.
- **v** = η ταχύτητα.

Πτώση λίθων



1 Παγετική σφήνα θρυματίζει τα πετρώματα κατά μήκος διακλάσεων προετοιμάζοντας αυτά να χαλαρώσουν και να αποκοπούν.

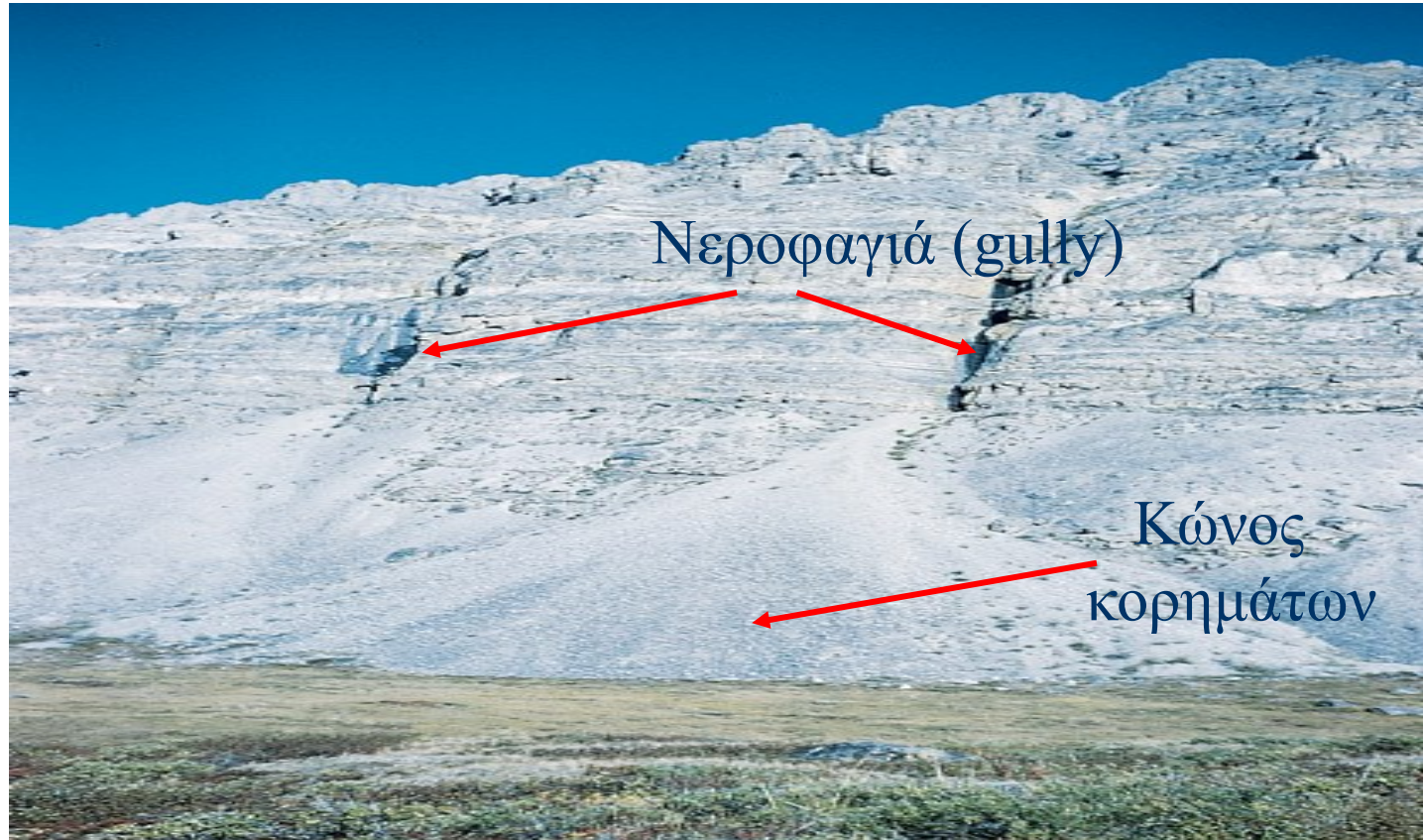
3 Υπόβαθρο με διακλάσεις

2 Ιδιαίτερα μπλοκ πέφτουν με ελεύθερη πτώση προς τα κατόντη.

Πτώση λίθων



Κώνος κορημάτων (talus cone)



Κώνος κορημάτων στη βάση απότομων πρανών στο “Brooks Range” στη βόρεια Αλάσκα. Όταν τα πιο πολλά θραύσματα κινούνται στα κατόντη μέσα από μια “νεροφαγιά”, η προκύπτουσα απόθεση στη βάση της “νεροφαγιάς” είναι ένας κώνος κορημάτων

Κώνος κορημάτων (talus cone)



Χονδρόκοκκα γωνιώδη ασβεστολιθικά μπλοκ ηρεμούν σε μια γωνία ελαχίστης τριβής περίπου 30° σε ένα κώνο κορημάτων κάτω από απότομα πρανή, στο κεντρικό “Brooks Range”, Αλάσκα.

Περιστροφική Ολίσθηση

Η περιστροφική ολίσθηση είναι μια υποχώρηση του πρανούς όπου τμήμα του υγιούς υποβάθρου ή του μανδύα αποσάθρωσης κινείται προς τα κάτω, παράγοντας μέσα από μια περιστροφή μια **ουλή τοξοειδούς σχήματος**. Η κορυφή του τμήματος, που ολισθαίνει κλίνει προς τα πίσω παράγοντας μια αρνητική κλίση. Η κίνηση αυτή δείχνει χαμηλή μέχρι μέτρια ταχύτητα της τάξεως m/hr.

- Ανθρώπινες παρεμβάσεις του τοπίου, έντονες βροχοπτώσεις και σεισμοί πυροδοτούν περιστροφικές ολισθήσεις. Επίσης η διαβροχή στρώματος πλούσιο σε άργιλο προσφέρει επιφάνειες ολίσθησης.

Περιστροφική Ολίσθηση



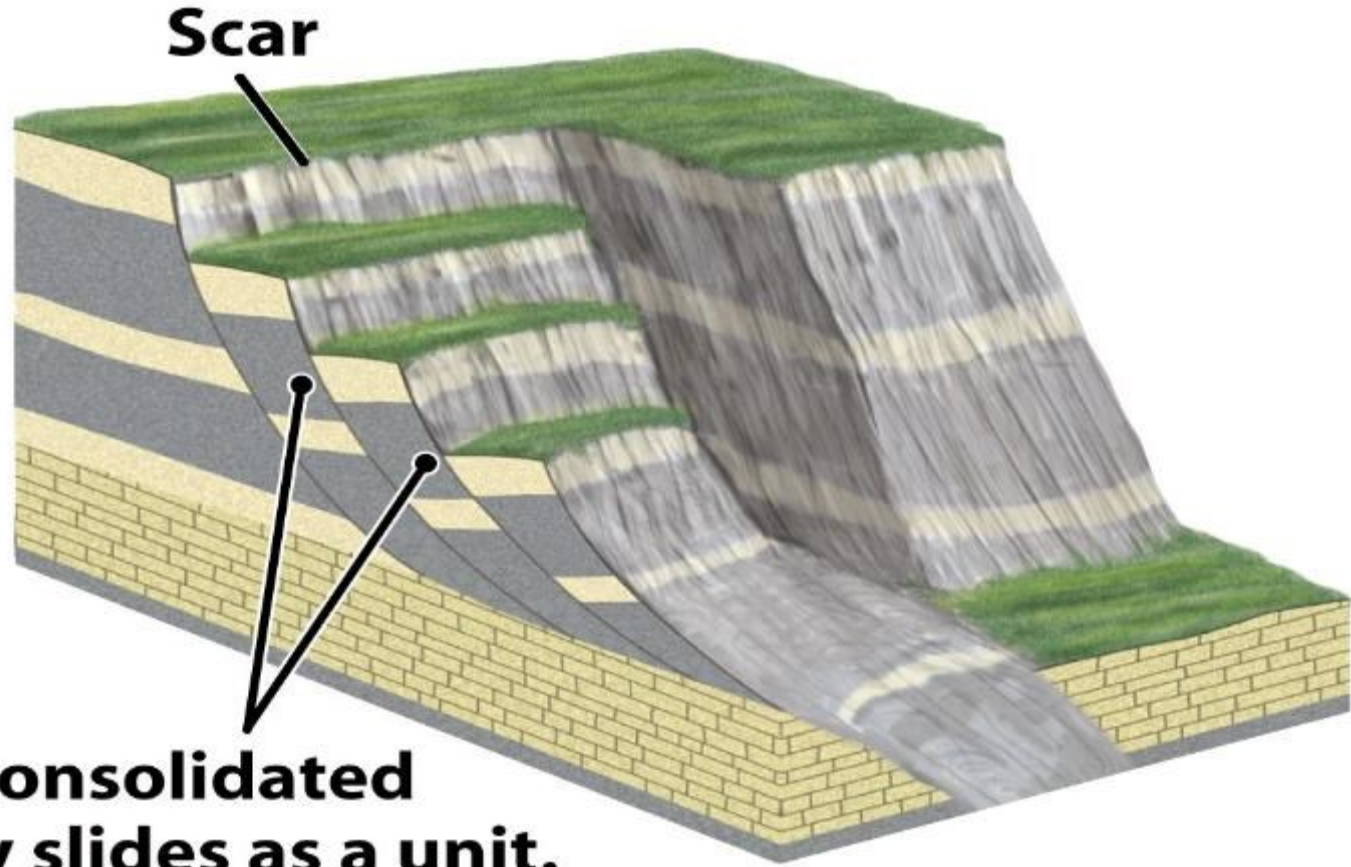
Χαλικώδης αναβαθμίδα

Ποταμός
Yakima

Μία μεγάλη περιστροφική ολίσθηση στην υψηλά ευρισκόμενη χαλικώδη αναβαθμίδα δίπλα στον ποταμό Yakima στην κεντρική Washington κατέστρεψε μια κύρια οδική αρτηρία και την μετατόπισε περισσότερο από 100 μέτρα προς την όχθη του ποταμού.

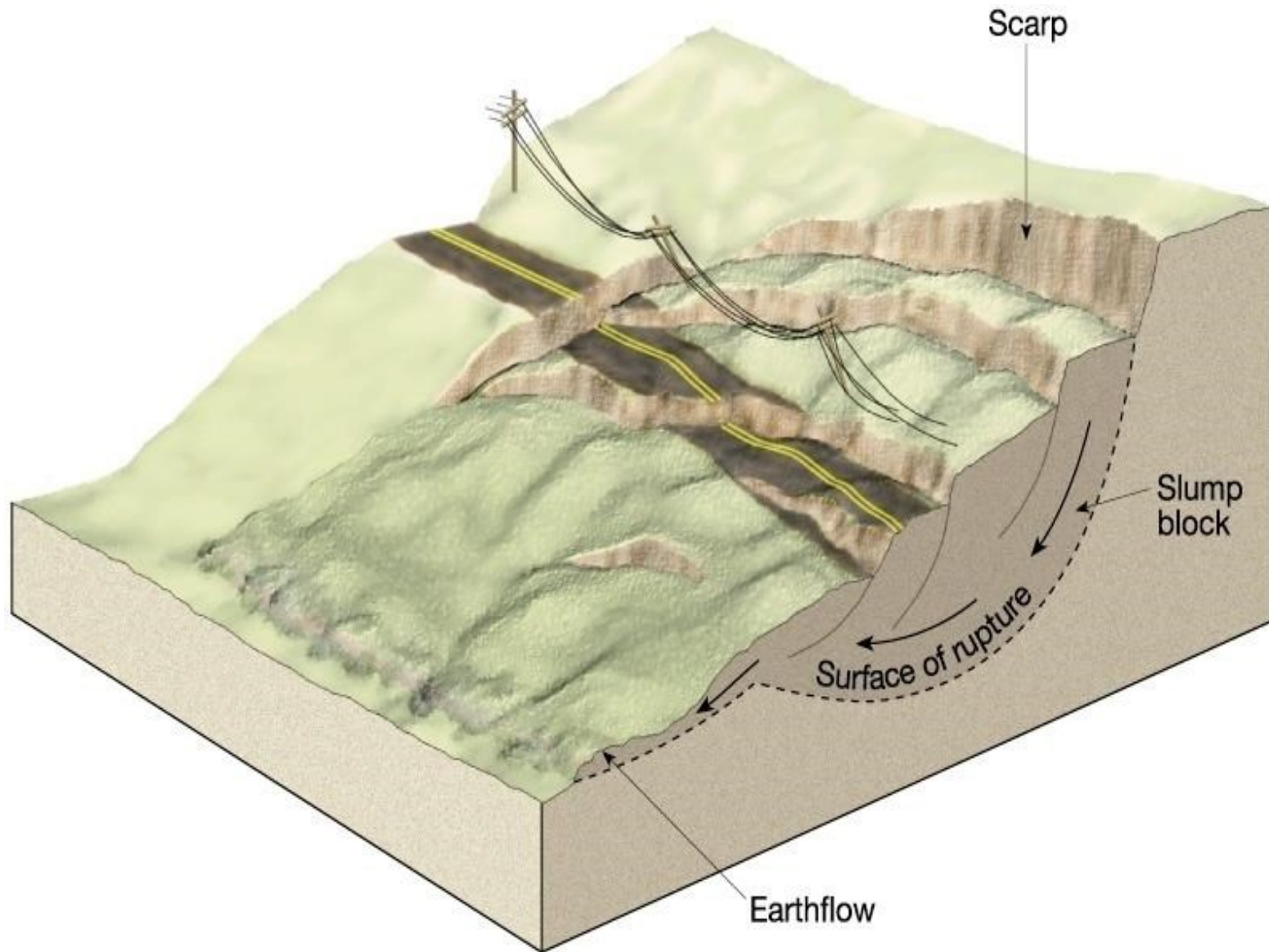
Περιστροφική Ολίσθηση

Σε μια περιστροφική ολίσθηση, χαλαρό υλικό ολισθαίνει αργά ως μια ενότητα. Η ολίσθηση είναι γρήγορη, αλλά μόνο για σύντομη απόσταση.



In a slump, unconsolidated material slowly slides as a unit. Sliding is quick, but only for a short distance.

Περιστροφική ολίσθηση και ερπυσμός



Περιστροφική ολίσθηση πάνω σε επιφάνεια ρήγματος



Ολίσθηση ογκολίθων (rock slides)



Σε αυτή την ολίσθηση ογκολίθων, η παγετική σφήνα έχει χαλαρώσει τα φέροντα διακλάσεις στρώματα του υποβάθρου.....

.....τα οποία κινούνται στα κατόντη περισσότερο ή λιγότερο ως μια μονάδα.

Ολίσθηση ογκολίθων και ολίσθηση συνάγματος

Ολίσθηση ογκολίθων και ολίσθηση συνάγματος

Περιλαμβάνει την γρήγορη μετατόπιση μιας μάζας πετρώματος του υποβάθρου ή συνάγματος κατά μήκος μιας κεκλιμένης επιφάνειας όπως π.χ. μιας επιφάνειας στρώσεως ή μιας επιφάνειας διάκλασης ή μιας επιφάνειας ρήγματος. Η κίνηση αυτή απαντά στις υψηλές οροσειρές όπου αφθονούν τα απότομα πρανή .

Το μέγεθος των θραυσμάτων που μετατοπίζονται φθάνει να είναι από κόκκους άμμου μέχρι και θραύσματα μεγέθους ογκολίθων.

Στη βάση του κρημνού σχηματίζεται κώνος κορρημάτων.

Η γωνία ελαχίστης τριβής του κώνου αυτού είναι μεταξύ 30ο και 37ο

.

Ολίσθηση ογκολίθων (rock slides)



Ολίσθηση ογκολίθων (rock slides)



In a debris slide, rock, soil, and surface features (such as trees) move as units downhill faster than a slump.

Σε μία ολίσθηση συνάγματος, πέτρωμα, έδαφος και επιφανειακοί χαρακτήρες (όπως δένδρα) κινούνται ως μονάδες κατάντη ταχύτερα από μια περιστροφική ολίσθηση.

Ολίσθηση συνάγματος Tien Shan, Kyrgyzstan

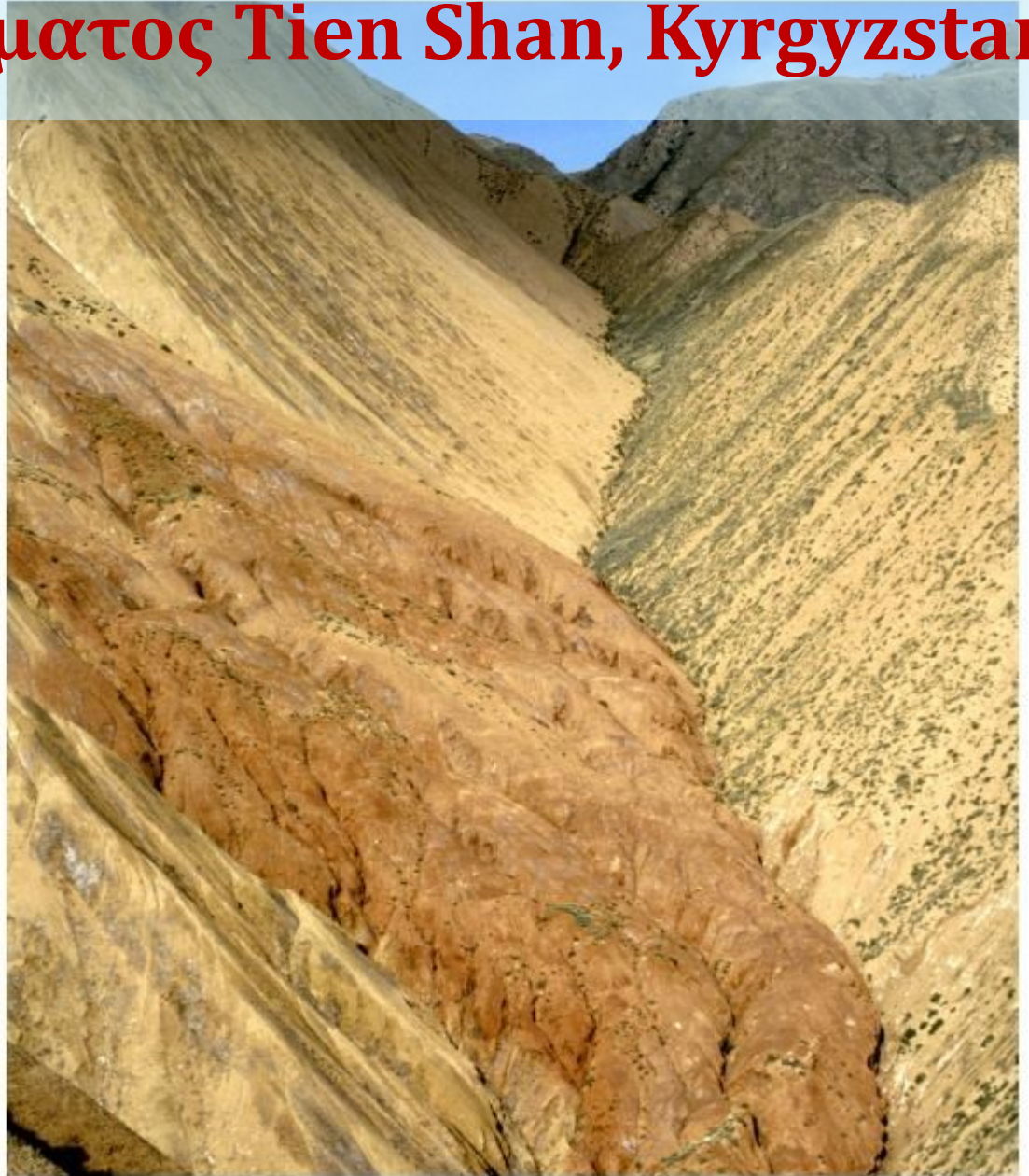
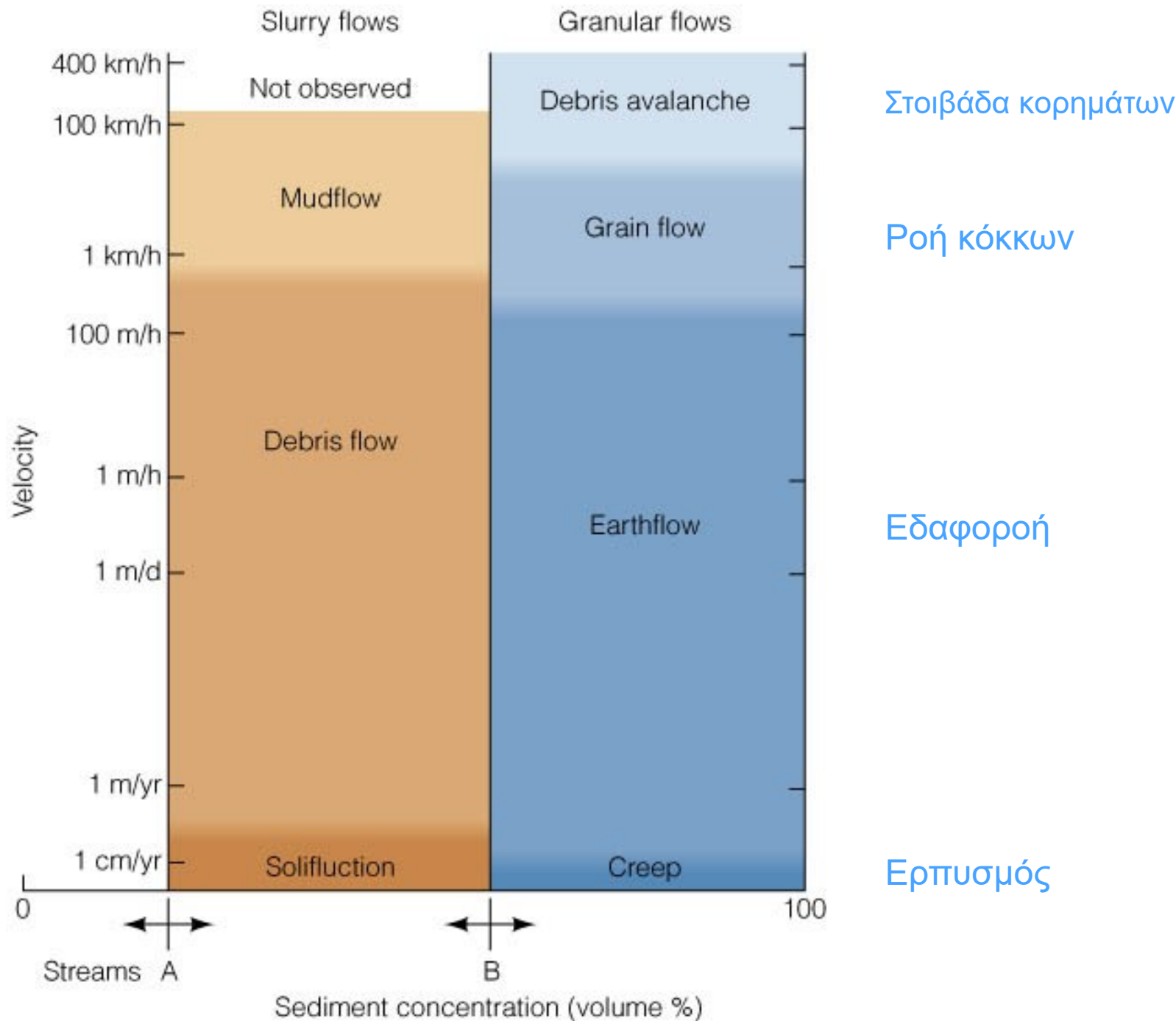


Figure 16-26 part 2
Understanding Earth, Fifth Edition
© 2007 W. H. Freeman and Company

Ροές ιζημάτων (sediment flows)

- **Ροές ιζημάτων (sediment flows)** είναι κινήσεις υλικού λόγω βαρύτητας στις οποίες στερεά θραύσματα μετακινούνται με μια ρέουσα κίνηση. **Παράγοντες που ρυθμίζουν τη ροή:**
 1. Η σχετική αναλογία των στερεών, νερού και αέρα.
 2. Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του ιζήματος.
 3. Το νερό βοηθάει να γίνει η ροή, αλλά....
 4. Η έλξη της βαρύτητας επί των στερεών θραυσμάτων παραμένει η κύρια αιτία για την κίνησή τους.
- **Ροές λάσπης (slurry flows):** 20-40% νερό. Αν το νερό υπερβεί το 40% οι ροές αυτές μεταπίπτουν σε ρεύματα (streams). Οι ροές αυτές είναι ένα ιζηματογενές μείγμα με άσχημο βαθμό ταξιθέτησης, συχνά τόσο πυκνό ώστε μεγάλοι ογκόλιθοι να αιωρούνται.
- **Κοκκώδεις ροές (granular flows):** 0-20% νερό.



Κίνηση χαλαρού υλικού

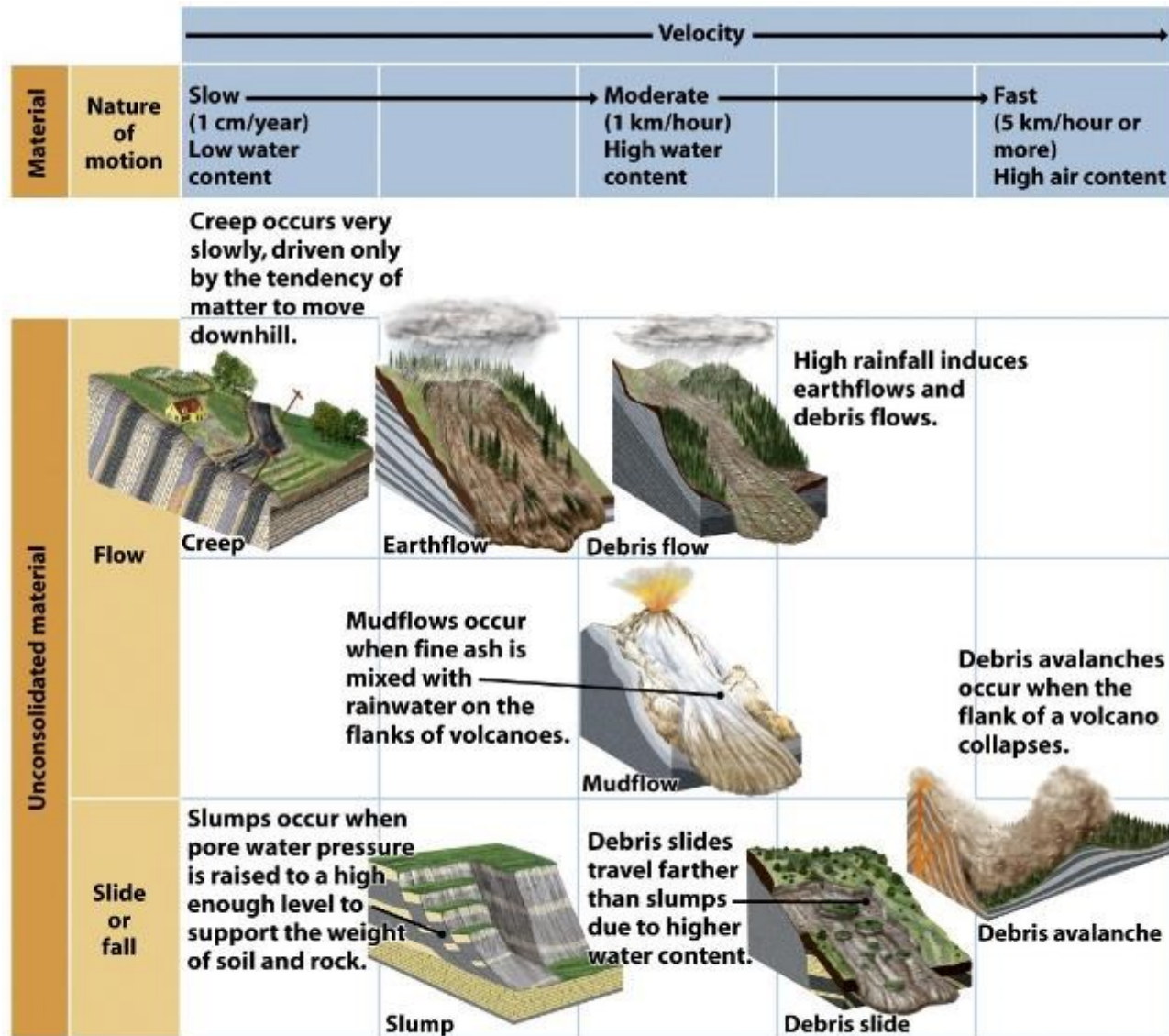
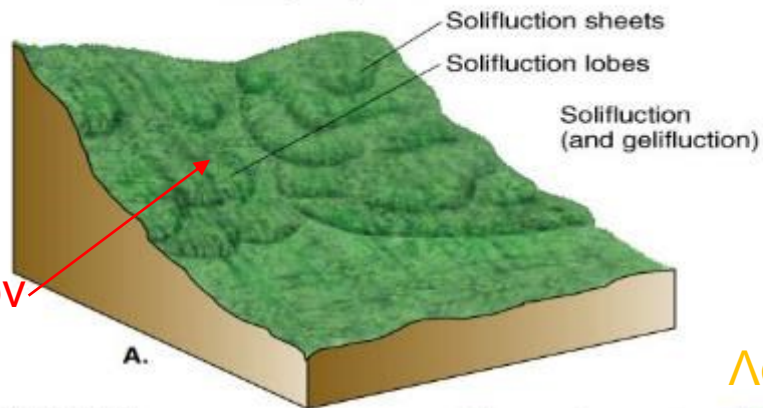


Figure 16-17 part 2
Understanding Earth, Fifth Edition
 © 2007 W. H. Freeman and Company

Ερπυσμός κορημάτων

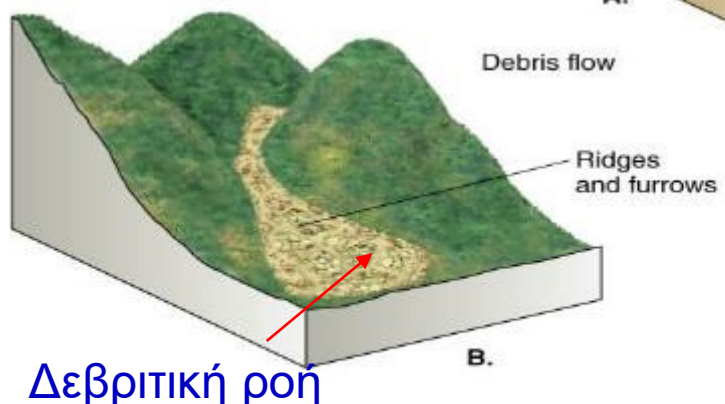
- Πολύ αργή κίνηση στα κατάντη εδάφους και μανδύα αποσάθρωσης κορεσμένων σε νερό.
- Ρυθμός κίνησης μικρότερος των 30 cm/yr περίπου.
- Παράγει διακριτούς επιφανειακούς χαρακτήρες:
 - Λοβούς (Lobes).
 - Φυλλοειδή στρώματα από θραύσματα (Sheets of debris).
- Απαντά σε πρηνή λόφων σε εύκρατα και τροπικά πλάτη. Ο μανδύας αποσάθρωσης παραμένει κορεσμένος για μεγάλα χρονικά διαστήματα.

SLURRY (WET) FLOWS

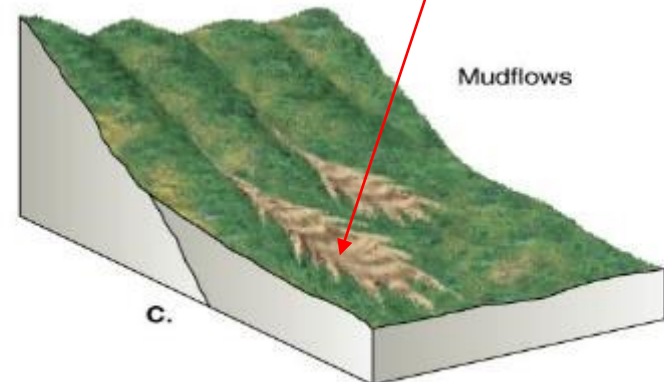


Ερπισμός κορημάτων

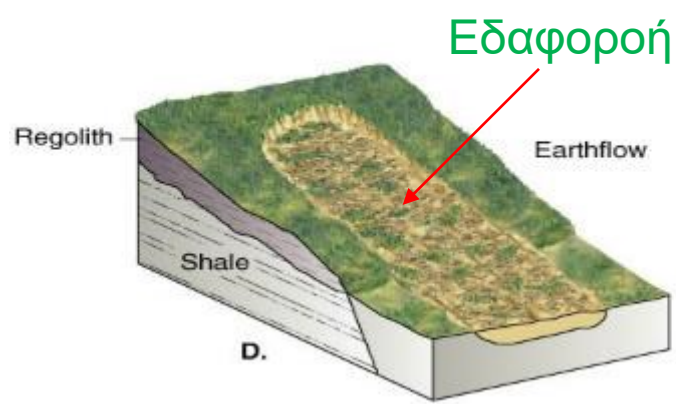
Λασποροή (ιλυροή)



Δεβριτική ροή

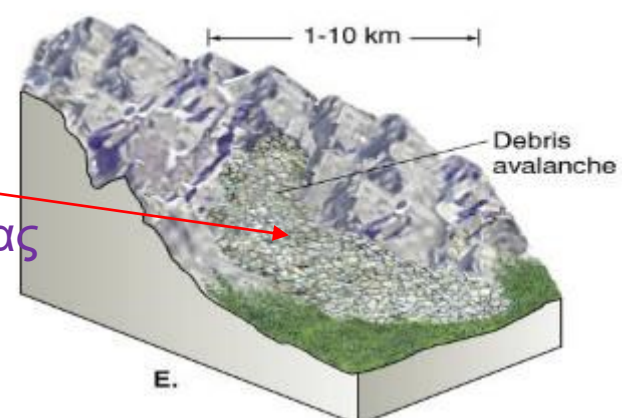


GRANULAR (DRY) FLOWS



Εδαφοροή

Δεβριτικές ροές τύπου χιονοστιβάδας



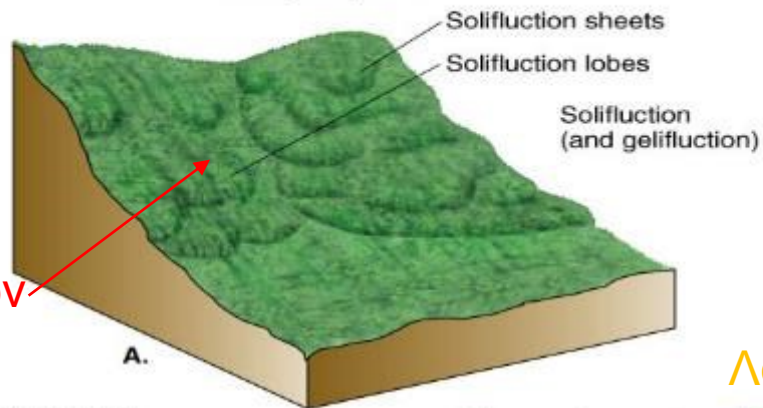
Ένα μέτρο πάχους λοβός από ερπυσμό κορημάτων που κινήθηκε αργά στα κατάντη και κάλυψε παγετωνικά ιζήματα του πυθμένα της κοιλάδας Orgiere στις Ιταλικές Άλπεις.



Ροές κορημάτων (Δεβριτικές ροές-debris flows)

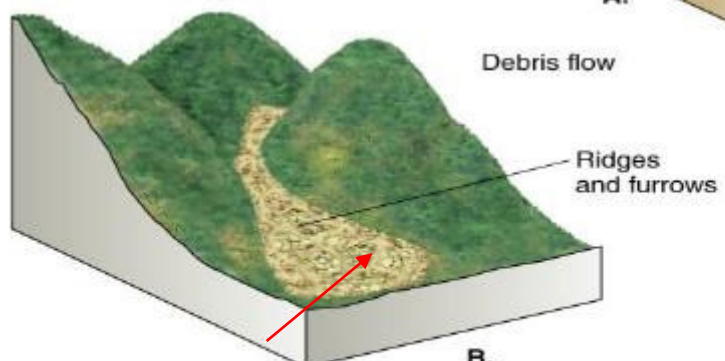
- Προς τα κατάντη, κίνηση χαλαρού μανδύα αποσάθρωσης, το μεγαλύτερο τμήμα του οποίου είναι αδρομερέστερο της άμμου.
- Ο ρυθμός κίνησης ποικίλει από μόνο 1m/yr περίπου μέχρι 100 km/h.
- Οι αποθέσεις δεβριτικών ροών έχουν συνήθως ένα μέτωπο όμοιο με αυτό μιας γλώσσας.
Οι ροές αυτές συχνά συνοδεύονται με διαστήματα άκρως ισχυρών βροχοπτώσεων, που οδηγούν σε κορεσμό του εδάφους.

SLURRY (WET) FLOWS



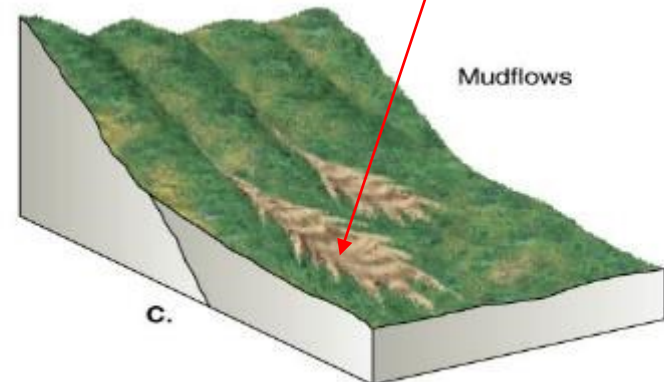
Ερπισμός κορημάτων

A.



Δεβριτική ροή

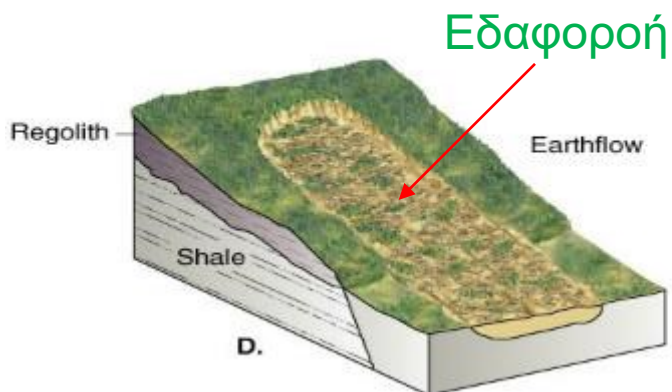
B.



Λασποροή (ιλυροή)

C.

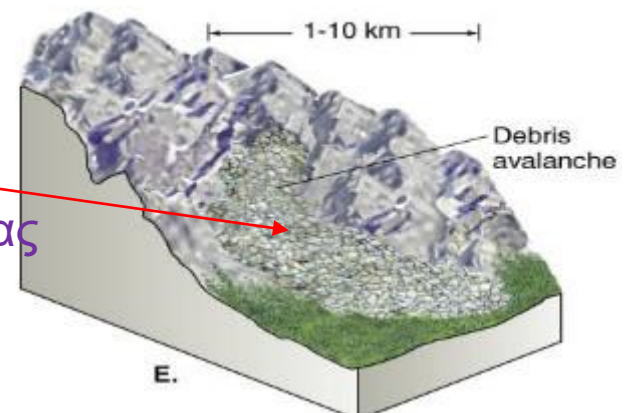
GRANULAR (DRY) FLOWS



Εδαφοροή

D.

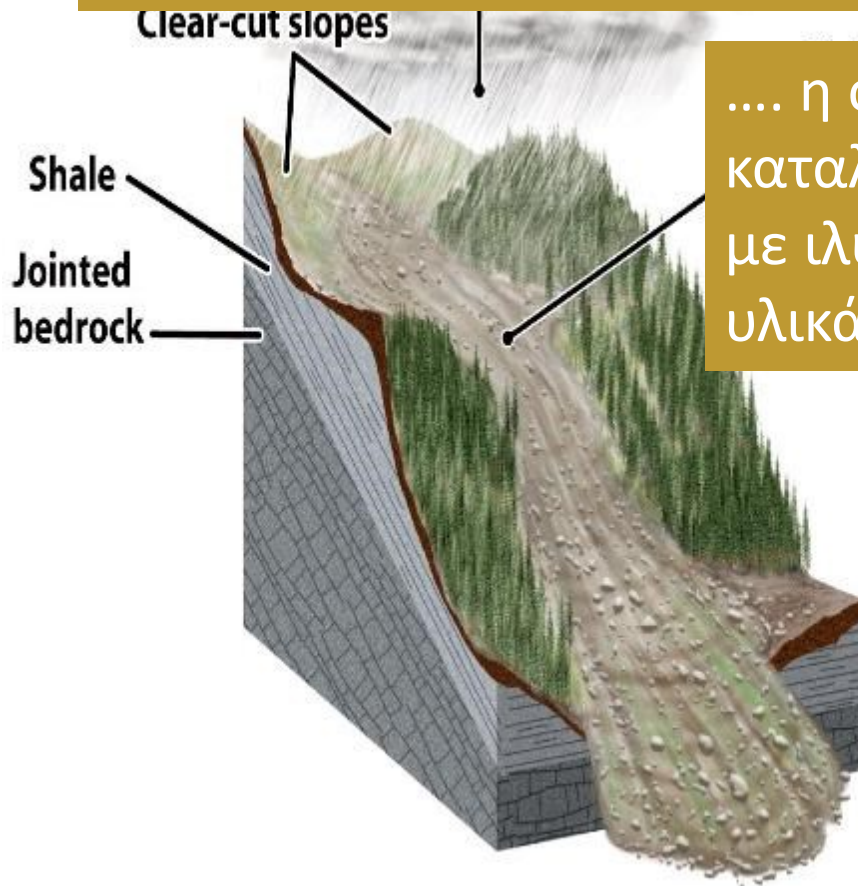
Δεβριτικές
ροές τύπου
χινοστιβάδας



E.

Ροές κορημάτων (debris flows)

Στη δεβριτική αυτή ροή, η βροχή μουσκεύει την ιλύ (mud) που παράγεται από τη σχιστή άργιλο (shale) και κορήματα πάνω από ένα υπόβαθρο με ασθενέστερο πορώδες.....



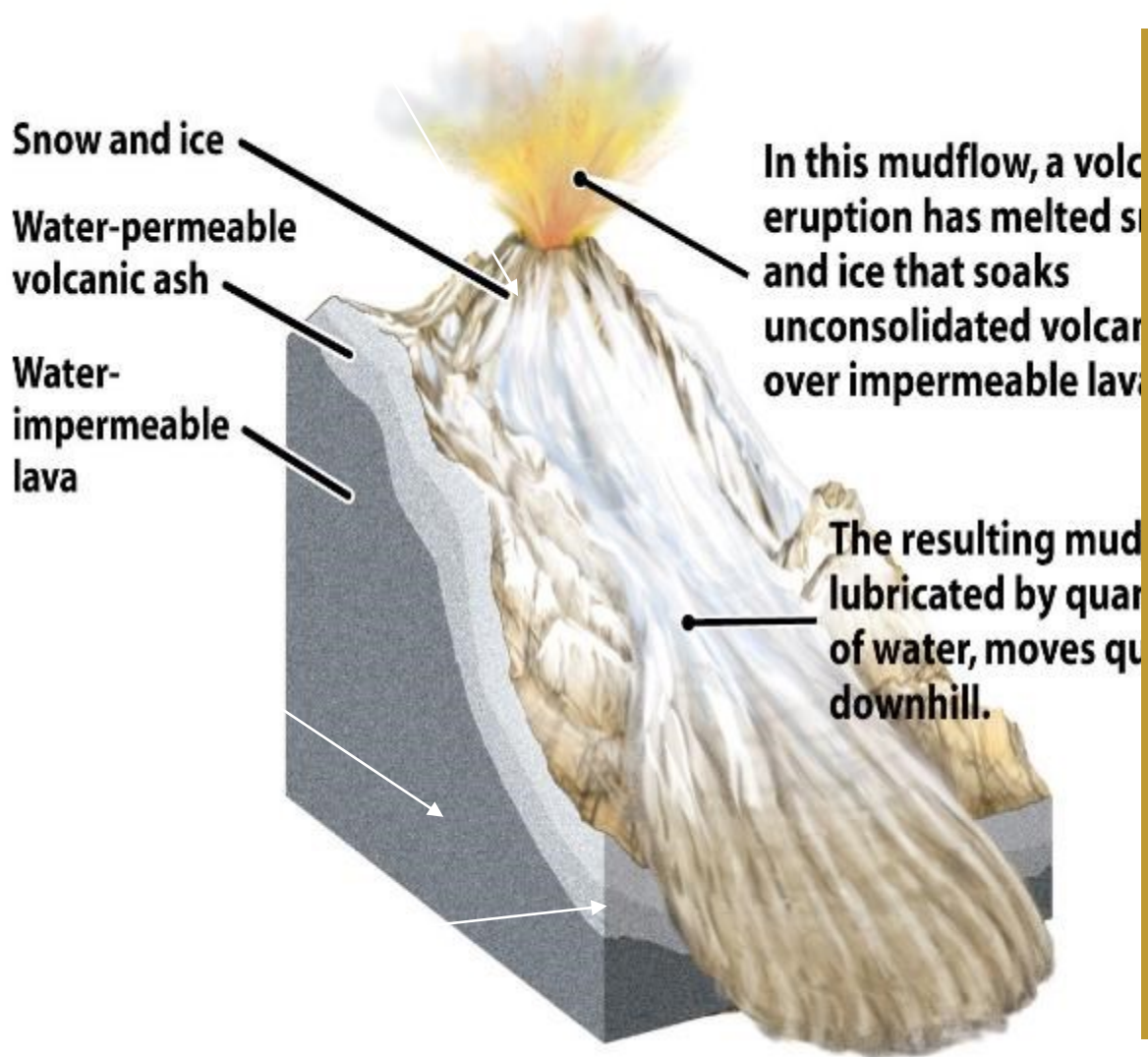
.... η οποία ιλύς χαλαρώνει γρήγορα, καταλήγοντας σε μια ροή μιας μείξης με ιλύ, πέτρωμα, και επιφανειακά υλικά(π.χ. κορμοί δένδρων).



Λασποροές (mudflows)

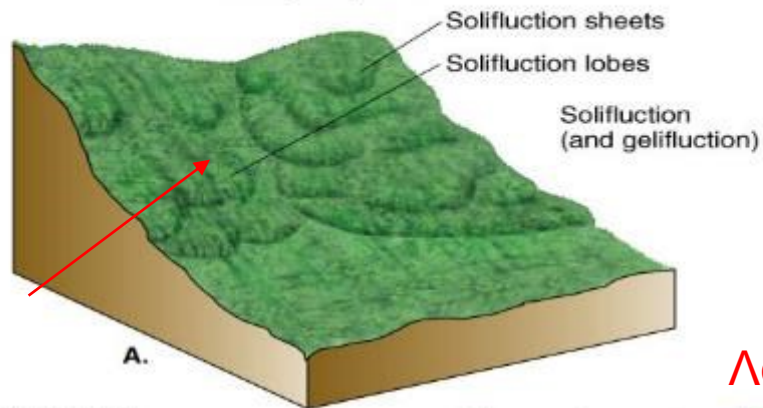
- Ταχέως κινούμενη ροή θραυσμάτων με ένα περιεχόμενο νερού επαρκές για να κάνει τη ροή σε μεγάλο βαθμό ρευστή.
- Οι πιο πολλές λασποροές είναι σε μεγάλο βαθμό ευκίνητες.
- Μετά από μια ραγδαία, μεγάλης έντασης ,βροχόπτωση σε ένα ορεινό φαράγγι, μια λασποροή μπορεί να ξεκινήσει ως ένα λασπώδες ρεύμα το οποίο αποκτά ένα κινούμενο φράγμα ιλύος και κορημάτων.
- Οι λασποροές παράγουν ριπιδιακές αποθέσεις στη βάση των ορεινών πρανών.
Μια ιδιαίτερα μεγάλη λασποροή γεννήθηκε πάνω στα πρανή του όρους Rainier περίπου 5700 χρόνια πριν από σήμερα και διάνυσε τουλάχιστον 72 km.
- Στο ηφαίστειο της Αγίας Ελένης πολλές φορές έχουν παραχθεί λασποροές στη διάρκεια της ιστορίας του.

Λασποροές (mudflows)

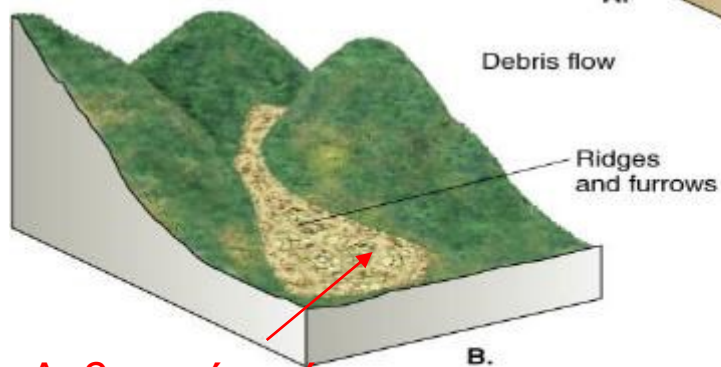


Στη λασποροή αυτή, μια ηφαιστειακή έκρηξη έλειωσε το χιόνι και τον πάγο και το νερό που προέκυψε μουσκεύει χαλαρή ηφαιστειακή σποδό πάνω από μια στεγανή λάβα. Η ιλύς που προκύπτει, λιπαίνεται από ποσότητες νερού και κινείται γρήγορα στα κατάντη.

SLURRY (WET) FLOWS



Ερπισμός κορημάτων

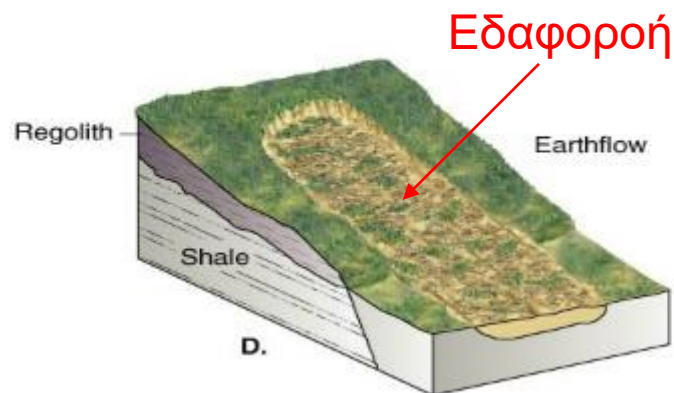


Δεβριτική ροή



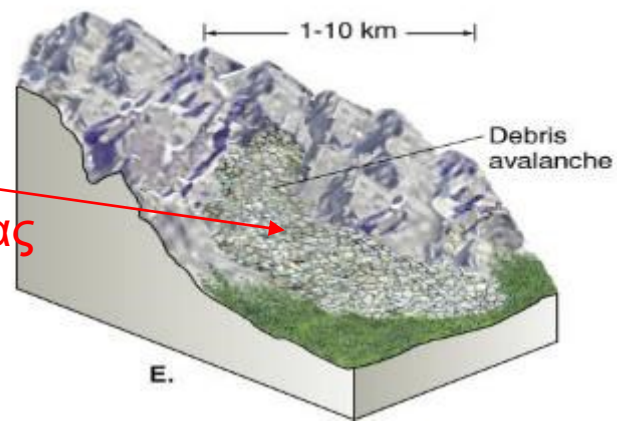
Λασποροή (ιλυροή)

GRANULAR (DRY) FLOWS

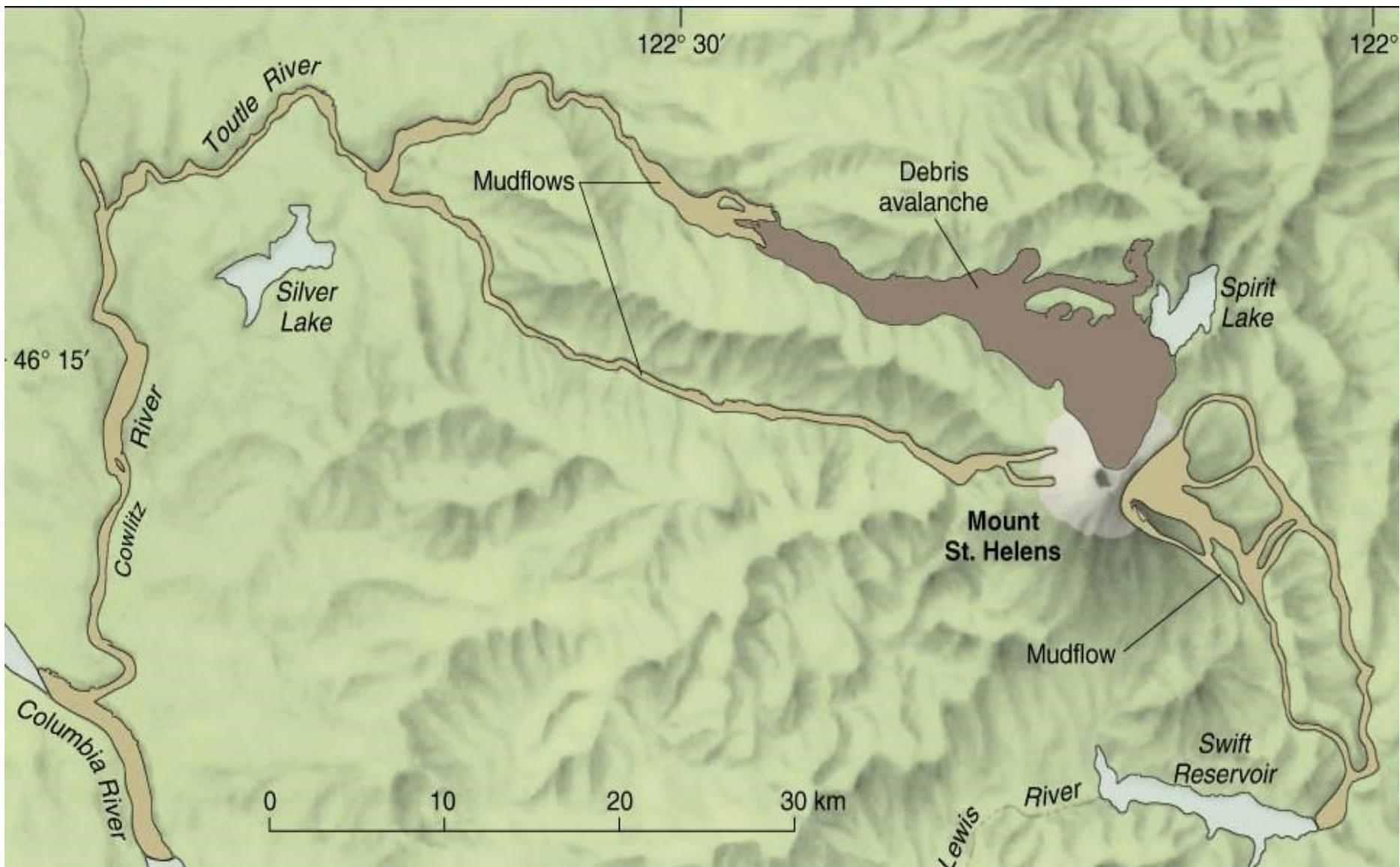


Εδαφοροή

Δεβριτικές
ροές τύπου
χινοστιβάδας



E.



Λασποροές από την έκρηξη του ηφαιστείου της Αγίας Ελένης στην Washington to 1980.

Απόθεση ιλυοροής με γωνιώδη θραύσματα (άσχημος βαθμός ταξιθέτησης)



Κοκκώδης ροές (granular flows)

- Τα ιζήματα στις κοκκώδης ροές είναι κυρίως στεγνά. Οι κοκκώδης ροές έχουν μια ταχύτητα από περίπου 1 cm/day μέχρι μερικές εκατοντάδες Km/h.
- Οι ροές αυτές συχνά δομούνται από χαλαρό μανδύα αποσάθρωσης.
- Κυριαρχούν θραύσματα πηλού και αργίλου
Οι ροές αυτές απαντούν σε ασθενή μέχρι μέτρια απότομα πρανή (2° to 35°).

Ερπυσμός εδάφους (creep)

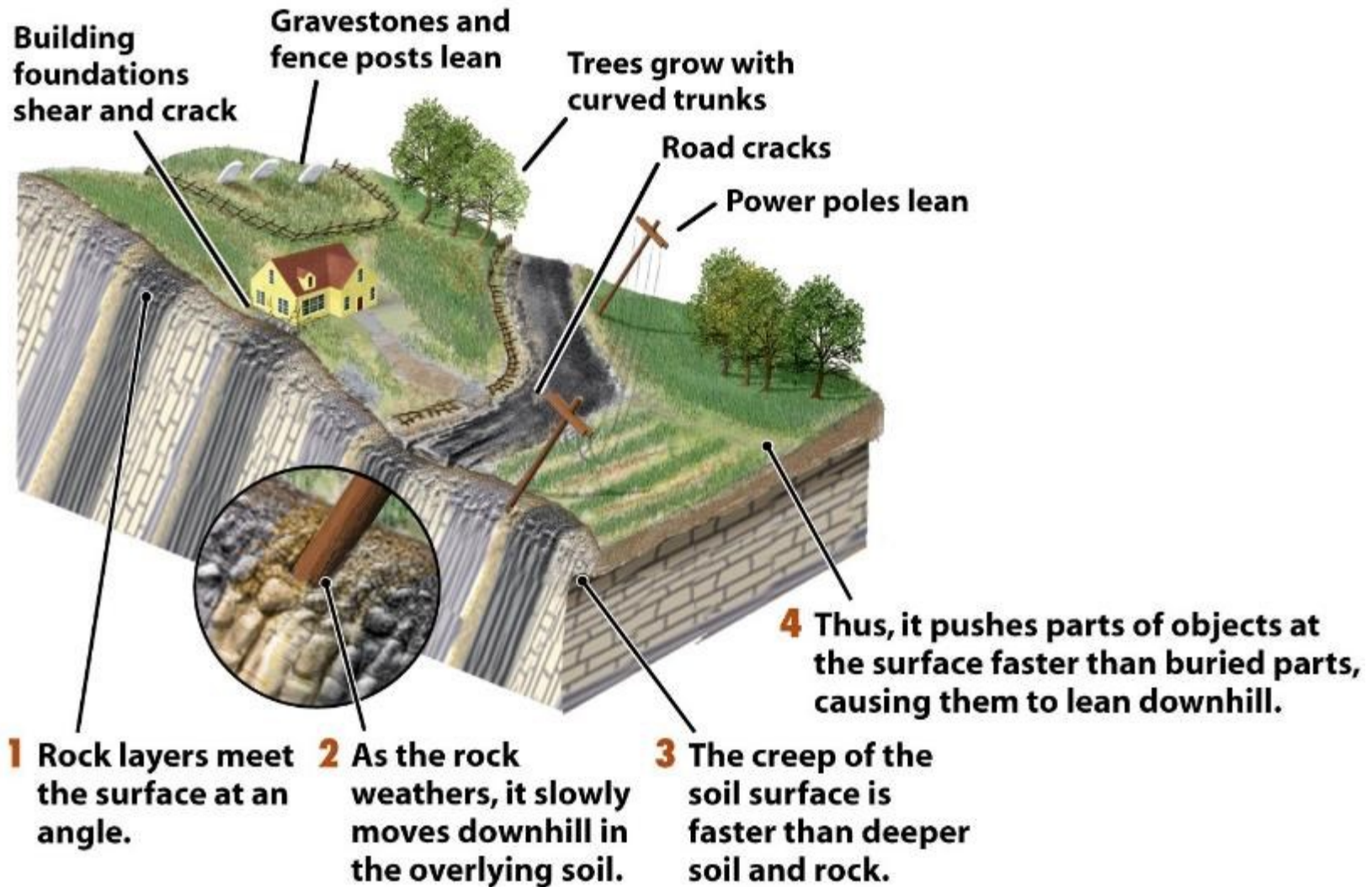
1. Ο ερπυσμός εδάφους είναι ένας πολύ αργό τύπος κοκκώδους ροής.
2. Μετράται σε χιλιοστά ή εκατοστά το χρόνο.
3. Οι ρυθμοί τείνουν να είναι υψηλότερη πάνω σε απότομα πρανή παρά σε ασθενή πρανή.
4. Οι ρυθμοί τείνουν να αυξάνουν καθώς η υγρασία του εδάφους αυξάνεται.
5. Εντούτοις, σε υγρά κλίματα αυξάνεται επίσης η πυκνότητα της βλάστησης και οι ρίζες των φυτών τείνουν να εμποδίσουν τον ερπυσμό.

Ερπυσμός εδάφους (creep)

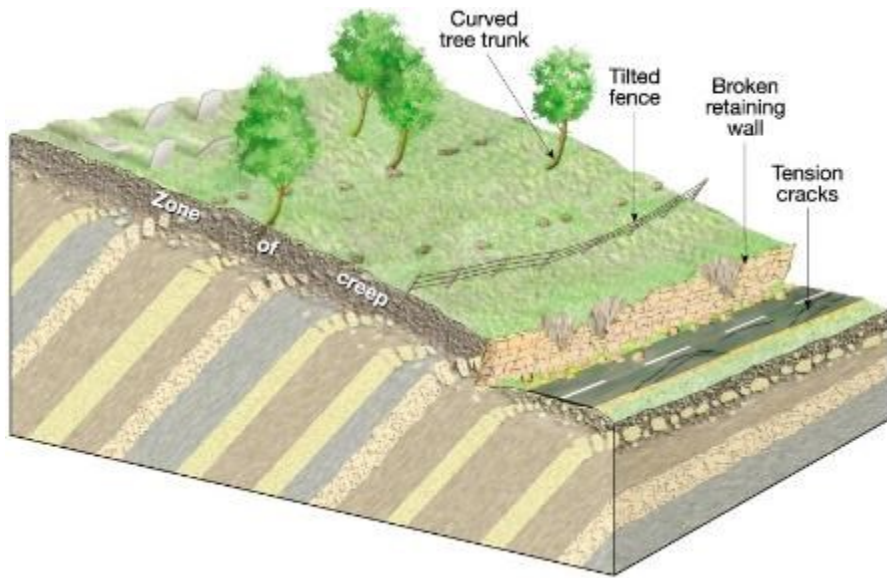
Κλίση των στηλών του τηλεφώνου. Κλίση των κορμών των δένδρων.
Κλίση σε φράχτες και μνημεία. Κάμψη των στρωμάτων του υποβάθρου



Ερπυσμός εδάφους (creep)



Ερπυσμός εδάφους (creep)



Πτύχωση από ερπυσμό

