

ΠΡΑΞΗ “ΑΙΓΙΣ”

«Ανάπτυξη Διασυνοριακού Ολοκληρωμένου Καινοτόμου Ευφυούς Συστήματος Διαχείρισης Πόρων, Λήψης Αποφάσεων και Εκπαίδευσης στην Αντιμετώπιση Φυσικών και Τεχνολογικών Καταστροφών και Ανθρωπογενών και Κοινωνικών Κρίσεων»

ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΕΙΣ ΤΕΥΧΟΣ Ε΄: ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

Λέκκας Ε., Σκούρτσος Ε., Διακάκης Μ., Μαυρούλης Σ., Κώτση Ε.

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΤΠΑ) και από Εθνικούς Πόρους της Ελλάδας και της Κύπρου

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

**ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ**

**ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ**

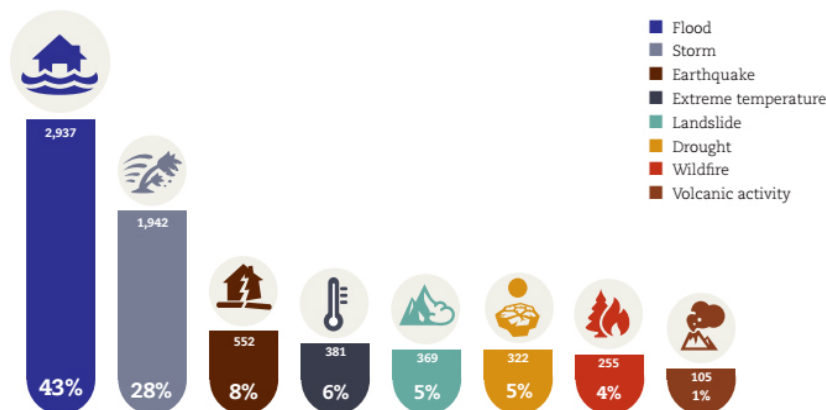
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γιατί είναι σημαντικές οι κατολισθήσεις;

Κατολισθήσεις συμβαίνουν σε όλο τον κόσμο, σε όλες τις κλιματικές συνθήκες και σε όλα τα εδάφη, κοστίζουν δισεκατομμύρια σε διάφορες νομισματικές μονάδες και ευθύνονται για χιλιάδες θανάτους και τραυματισμούς κάθε χρόνο. Συχνά προκαλούν μακροχρόνιες οικονομικές παρενέργειες, εκτοπισμό πληθυσμών και αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον.

Οι κατολισθήσεις θεωρούνται και αντιμετωπίζονται τις περισσότερες φορές ως τοπικά προβλήματα, αλλά τα αποτελέσματά τους και το κόστος τους συχνά ξεπερνούν τις τοπικές δικαιοδοσίες και μπορεί να γίνουν επαρχιακά, περιφερειακά ή εθνικά προβλήματα.

Αριθμός και ποσοστό καταστροφών ανά φυσικό κίνδυνο. Οι κατολισθήσεις είναι στην πέμπτη θέση.



Πηγή: CRED 2015. The human cost of natural disasters. A global perspective. CRED

Τοποθεσία	Έτος	Ανθρώπινες Απώλειες
Kansu (China)	1920	~200.000
Madison (Montana)	1959	>100
Vaiont (Italy)	1963	2.600
Huscaran (Peru)	1970	25.000
Nevado del Ruiz (Colombia)	1985	23.000
Casitas (Nicaragua)	1998	>2.000
Venezuela	1999	>20.000
Swiss/Italian Alps	2000	38

Οι σημαντικότερες καταστροφές από κατολισθήσεις στον εικοστό αιώνα και μέχρι το 2000 (Πηγή: Σταυροπούλου Μ. Σημειώσεις Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).

Οι ξεπερασμένες πολιτικές χρήσης γης δεν αντανακλούν πάντα τον καλύτερο σχεδιασμό για τη χρήση μίας περιοχής που είναι ευάλωτη σε κατολισθήσεις. Οι λόγοι για αυτές τις κακές ή ανύπαρκτες πολιτικές χρήσης γης, οι οποίες ελαχιστοποιούν τον πιθανό ή πραγματικό κίνδυνο και τις πιθανότητες να προκληθούν σημαντικές ζημιές από τους γεωλογικούς κινδύνους, όπως είναι και οι κατολισθήσεις, είναι πολλοί και καλύπτουν πολιτικές, πολιτιστικές και οικονομικές ποικιλομορφίες και διαφοροποιήσεις των τοπικών πληθυσμών.

Στην Ελλάδα καταγράφεται πλούσιο ιστορικό κατολισθητικών φαινομένων τα οποία σε πολλές περιπτώσεις έχουν επιφέρει θανάτους και τραυματισμούς αλλά και σημαντικές ζημιές σε περιουσίες και υποδομές. (π.χ. Μαλακάσα 1995, Τσακώνα (Μεγαλοπολη) 2003, Τέμπη 2009, κ.α.)



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

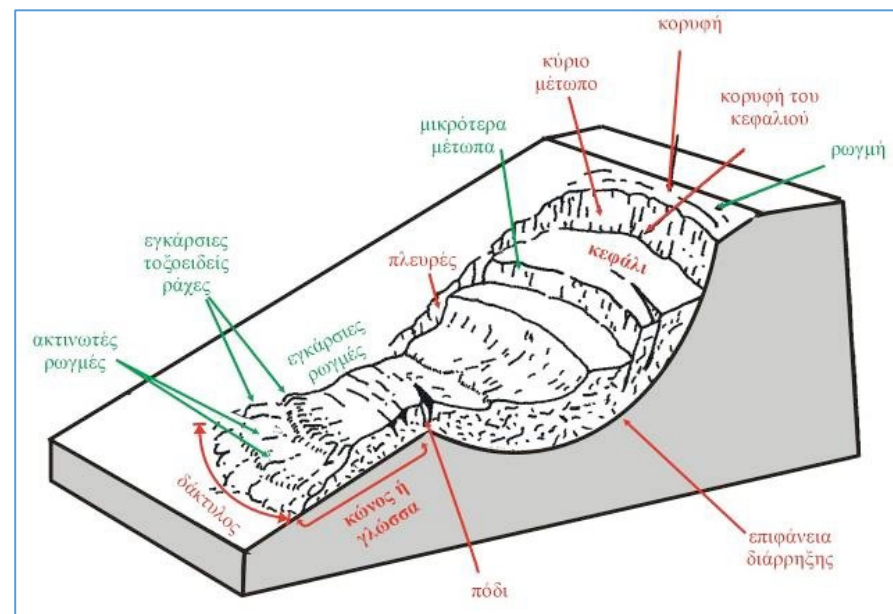
Τι ονομάζουμε κατολισθήσεις;

Εδαφικές ή βραχώδεις μάζες που βρίσκονται είτε κάτω από οριζόντια μορφολογική επιφάνεια, είτε πίσω από κεκλιμένη (πρανές), μπορούν να υποστούν διατάραξη της ισορροπίας τους, ύστερα από ορισμένες εσωτερικές ή εξωτερικές μεταβολές. Οι διαταράξεις αυτές μπορούν να προκληθούν από εξωτερικές παρεμβάσεις με την άμεση ή την έμμεση συμβολή του ανθρώπου. Επίσης μπορούν να προκληθούν και χωρίς εξωτερικές παρεμβάσεις από διάφορες φυσικές διεργασίες, που εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου.

Εξετάζοντας από κινηματική άποψη το σύνολο των μεταβολών αυτών, διακρίνονται δύο συνιστώσες κίνησης, μία οριζόντια και μία κατακόρυφη. Στην περίπτωση που υπάρχει μόνο κατακόρυφη μετακίνηση προς τα κάτω, το φαινόμενο καλείται **καθίζηση** ή **κατάρρευση**. Στην αντίθετη περίπτωση, όπου εκτός από την κατακόρυφη προς τα κάτω συνιστώσα, υπάρχει και οριζόντια συνιστώσα κίνησης, το φαινόμενο καλείται **κατολισθήση** με την ευρύτερη έννοια του όρου.

Επομένως, με το όρο **κατολισθήση (landslide)** ορίζεται η κίνηση μάζας ενός πρανούς (πέτρωμα ή έδαφος) της οποίας το κέντρο βάρους μετακινείται προς τα κάτω και προς τα έξω (Terzaghi, 1950). Ο Varnes (1978) χρησιμοποιεί τον όρο **μετακίνηση μαζών (mass movements)**, στον οποίο περιλαμβάνει κάθε μετακίνηση τμήματος πρανούς που οφείλεται **σε ολίσθηση, κατάρρευση, ανατροπή, ροή και ερπυσμό**. Ωστόσο στον ορισμό αυτό **δεν** περιλαμβάνονται οι καθιζήσεις και οι καταρρεύσεις. Ένας άλλος όρος που χρησιμοποιείται συχνά αντί της κατολισθήσης, είναι και η **αστοχία πρανούς (slope failure)**. Οι παραπάνω όροι εφαρμόζονται για όλους τους τύπους και τα μεγέθη κατολισθήσεων.

Ανεξάρτητα από τον ακριβή ορισμό που χρησιμοποιείται ή τον τύπο κατολισθήσης, είναι χρήσιμη η κατανόηση των βασικών τμημάτων μιας τυπικής κατολισθήσης. Το σχήμα 2 δείχνει τη θέση και τους πιο συνηθισμένους όρους που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα μοναδικά τμήματα μιας κατολισθήσης.



Απλό σκαρίφημα μίας περιστροφικής κατολισθήσης η οποία έχει εξελιχθεί στο κατώτερο τμήμα της σε ροή εδαφικού υλικού. Στην εικόνα απεικονίζονται οι όροι που συνήθως χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τα μέρη μίας κατολισθήσης.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

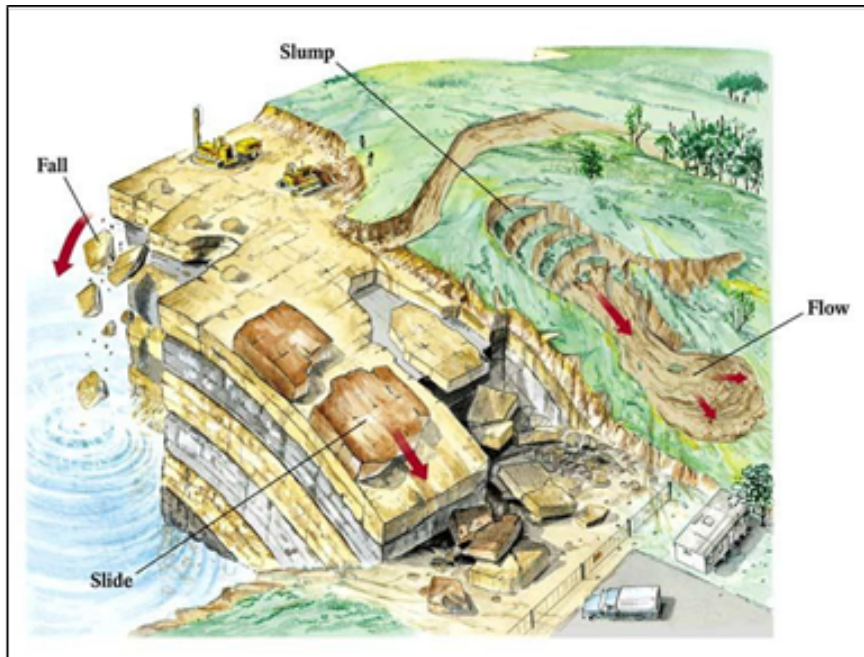
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



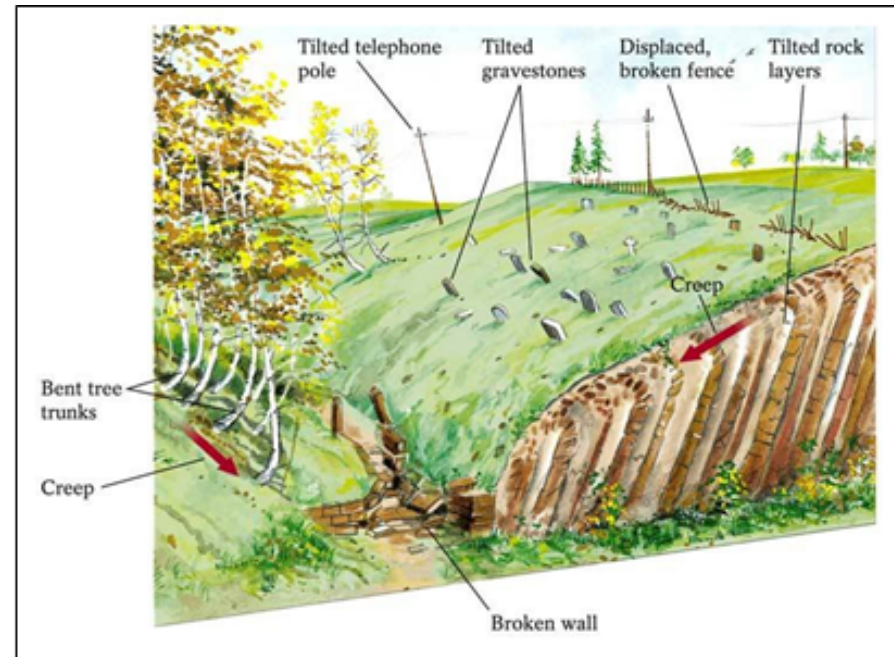
2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

Ποιοι είναι οι βασικές κατηγορίες κατολισθήσεων;

Διακρίνονται δύο βασικές κατηγορίες κατολισθήσεων: οι **ταχείες κατολισθήσεις** και οι **ερπυστικές**. Ο **ερπυσμός (creep)** αφορά μετακίνηση με αργό ρυθμό του επιφανειακού στρώματος που είναι της τάξης των μερικών εκατοστών /έτος.



Ταχείες Κατολισθήσεις (Πηγή: Σταυροπούλου Μ., Σημειώσεις μαθήματος Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).



Ερπυσμός: μετακίνηση με αργό ρυθμό (Πηγή: Σταυροπούλου Μ., Σημειώσεις μαθήματος Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

Πως ταξινομούνται οι κατολισθήσεις (Μέρος Α);

Η ταξινόμηση κατά Varnes (1978) θεωρείται από τις πληρέστερες ταξινομήσεις που έχουν προταθεί. Στην ταξινόμηση αυτή, λαμβάνονται υπόψη αρκετοί παράγοντες, όπως το είδος της κίνησης, το είδος των υλικών που μετασχηματίστηκαν, η μορφή της κίνησης, κ.λπ.

Σύμφωνα με τον **Varnes (1978)**, κάθε κατολίσθηση μπορεί να περιγραφεί και να ταξινομηθεί με βάση δύο κριτήρια:

- Τον τύπο της μετακίνησης, όπου διαχωρίζονται σε πτώσεις, ανατροπές, ολισθήσεις, πλευρικές εκτάσεις και ροές, και
- Το είδος του μετακινούμενου υλικού, όπου διαχωρίζονται σε μετακινήσεις που εκδηλώνονται στο βραχώδες υπόβαθρο, στους χονδρόκοκκους εδαφικούς σχηματισμούς (κορήματα) και στους λεπτόκοκκους εδαφικούς σχηματισμούς (γαίες).

ΤΥΠΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ		ΤΥΠΟΣ ΥΛΙΚΟΥ (πριν την κίνηση)		
		Βράχος	Έδαφος	
			Κορήματα	Γαίες
Πτώσεις		Πτώσεις βράχων	Πτώσεις κορημάτων	Πτώσεις γαιών
Ανατροπές		Ανατροπές βράχων	Ανατροπές κορημάτων	Ανατροπές γαιών
Ολισθήσεις	Περιστροφική	Περιστροφική ολίσθηση βράχων	Περιστροφική ολίσθηση κορημάτων	Περιστροφική ολίσθηση γαιών
	Μεταθετική	Μεταθετική ολίσθηση βράχων	Μεταθετική ολίσθηση κορημάτων	Μεταθετική ολίσθηση γαιών
Πλευρικές εξάπλώσεις		Πλευρική εξάπλωση βράχων	Πλευρική εξάπλωση κορημάτων	Πλευρική εξάπλωση γαιών
Ροές		Ροή – Ερπυσμός βράχων	Ροή – Ερπυσμός κορημάτων	Ροή – Ερπυσμός γαιών
Σύνθετες		Συνδυασμός δύο ή περισσότερων τύπων μετακίνησης		

Ταξινόμηση κατολισθήσεων κατά Varnes (1978) (Πηγή: Σταυροπούλου Μ., Σημειώσεις μαθήματος Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

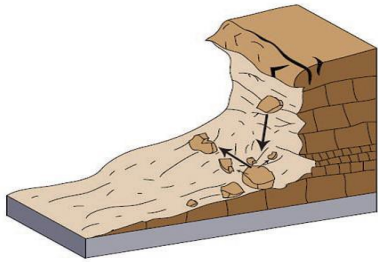
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



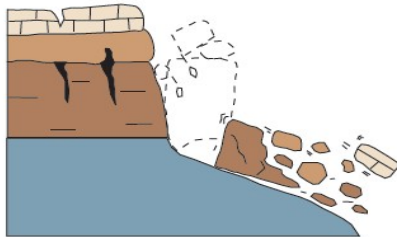
2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

Πως ταξινομούνται οι κατολισθήσεις (Μέρος Β);

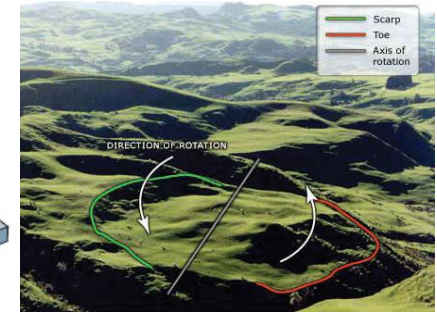
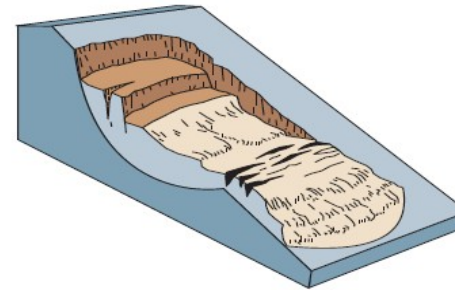
Πτώσεις. Αποσπάσεις μαζών διαφόρων μεγεθών από απότομα πρανή και στη συνέχεια μετακίνηση τους λόγω βαρύτητας με τη μορφή ελεύθερης πτώσης, αναπηδήματος και κύλισης. Η κίνηση είναι γρήγορη έως πολύ γρήγορη και συνήθως αυξάνει προς τα κάτω λόγω της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Διακρίνονται ανάλογα με το είδος της μάζας που πέφτει, σε πτώσεις βράχων, πτώσεις κορημάτων και σε πτώσεις εδάφους.



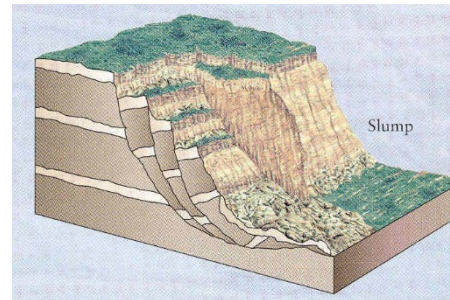
Ανατροπές. Πρόκειται για πτώσεις μαζών, στις οποίες η αρχική κίνηση περιλαμβάνει μια ανατροπή, δηλαδή ουσιαστικά μια περιστροφή γύρω από έναν άξονα, ο οποίος ευρίσκεται κάτω ή στο κάτω μέρος της μάζας. Προκαλούνται συνήθως από υποσκαφές σε ένα τμήμα της βάσης, οπότε υπάρχει απώλεια στήριξης ή από πλευρικές ωθήσεις, για παράδειγμα από πιέσεις νερού των ασυνεχειών.



Περιστροφικές Ολισθήσεις (rotational slides). Πρόκειται για ολισθήσεις κατά μήκος κοίλων προς τα πάνω επιφανειών με μικρή παραμόρφωση στο εσωτερικό της μετακινούμενης μάζας. Το ανώτερο τμήμα της μετακινούμενης μάζας κινείται προς τα κάτω, ενώ στη βάση της μετακινούμενης μάζας παρατηρείται ανύψωση. Είναι η πιο συνηθισμένη μορφή κατολίσθησης και εκδηλώνεται κυρίως σε εδαφικούς σχηματισμούς. Στην περίπτωση όπου έχουμε περισσότερες από μία κοίλες επιφάνειες ολίσθησης, η κατολίσθηση αναφέρεται συνήθως με τον όρο slump.



Περιστροφικές ολισθήσεις (Πηγή: Σταυροπούλου Μ., Σημειώσεις μαθήματος Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).



Περιστροφικές ολισθήσεις (slump) (Πηγή: Σταυροπούλου Μ., Σημειώσεις μαθήματος Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

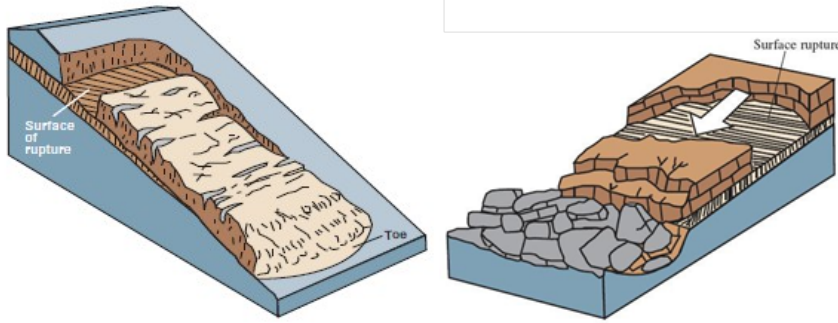
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

Πως ταξινομούνται οι κατολισθήσεις (Μέρος Γ);

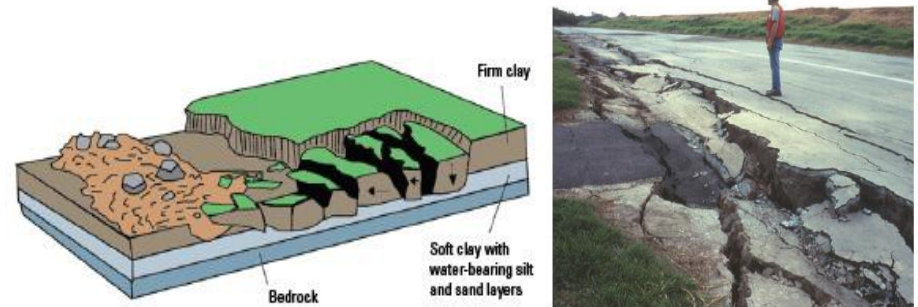
Μεταθετικές Ολισθήσεις (translational slides). Η μάζα που αποσπάται από το πρανές μετακινείται προς τα έξω ή προς τα κάτω και έξω, κατά μήκος μιας κατά προσέγγιση επίπεδης ή κυματοειδούς επιφάνειας, με πολύ μικρή ή καθόλου περιστροφή. Στην περίπτωση μεταθετικής ολίσθησης βράχων, οι επιφάνειες ολίσθησης ορίζονται από ασυνέχειες, ρήγματα, επίπεδα σχιστότητας που προϋπάρχουν στη μάζα του πετρώματος και συχνά αναφέρονται ως **επίπεδες ολισθήσεις** (plane failure), αυτές κατά τις οποίες η ολίσθηση γίνεται κατά μήκος μίας δομικής ασυνέχειας και **σφηνοειδείς ολισθήσεις** (wedge failure), όταν η ολίσθηση γίνεται κατά μήκος δύο δομικών ασυνεχειών.



Μεταθετικές ολισθήσεις εδαφικού (αριστερά) και βραχώδους σχηματισμού (δεξιά) (Πηγή: Σταυροπούλου Μ., Σημειώσεις μαθήματος Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).

Πλευρικές εξαπλώσεις (lateral spreading): Η κίνηση που επικρατεί είναι η πλευρική διάσταση του υλικού. Οι πλευρικές εξαπλώσεις συνήθως εμφανίζονται σε πρανή μικρής κλίσης και διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους:

- **Εξάπλωση τεμαχών (block spreads):** Βραχώδεις γεωλογικοί σχηματισμοί που υπέρκεινται άλλων ασθενέστερων, διαχωρίζονται με κατακόρυφες ρωγμές σε τεμάχια. Το υποκείμενο υλικό συνθλίβεται και συχνά καλύπτει τις ρωγμές που δημιουργούνται. Η μετατόπιση κατανέμεται σε όλη την εκτεινόμενη μάζα και τις περισσότερες φορές είναι εξαιρετικά αργή.
- **Εξάπλωση λόγω ρευστοποίησης (liquefaction spreads):** Δημιουργούνται κυρίως σε ευαίσθητες αργίλους και ιλύες, οι οποίες, όταν διαταραχθούν, παρουσιάζουν απώλεια της αντοχής τους. Η θραύση είναι βαθμιαία και συνήθως αρχίζει σαν εκτεταμένη καθίζηση με αντίστροφη προοδευτική επέκταση. Η κίνηση ξεκινάει χωρίς προειδοποίηση και είναι μεγάλης έως πολύ μεγάλης ταχύτητας.



Διάφοροι τύποι πλευρικών εξαπλώσεων (Πηγή: Σταυροπούλου Μ., Σημειώσεις μαθήματος Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

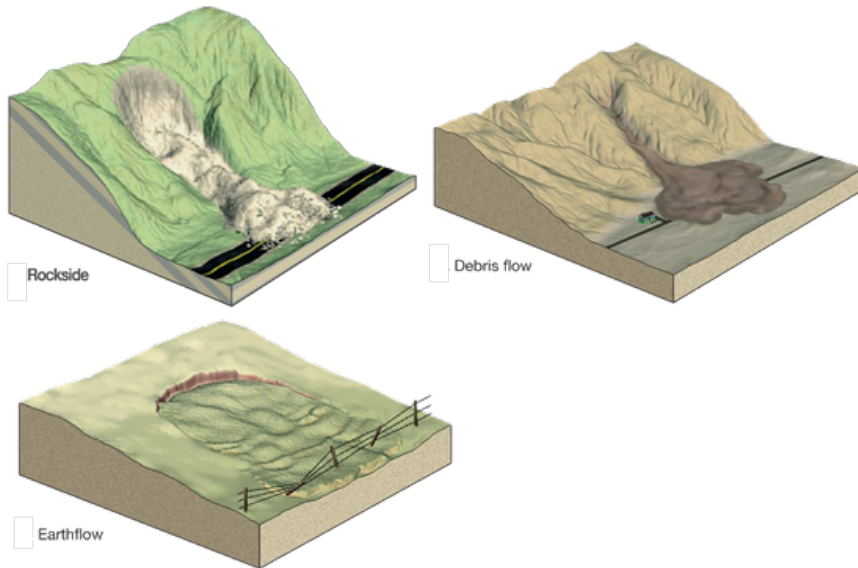
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

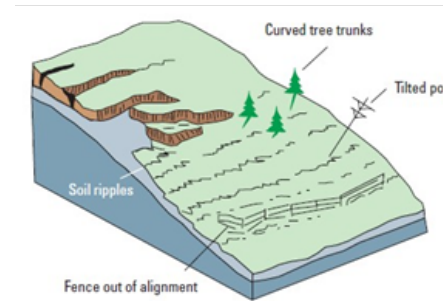
Πως ταξινομούνται οι κατολισθήσεις (Μέρος Δ);

Ροές (flows). Εκδηλώνονται κυρίως σε χαλαρά υλικά με την μετακινούμενη μάζα να υφίσταται έντονες παραμορφώσεις. Στις ταχείες ροές υφίσταται συνεχή σχετική κίνηση των σωματιδίων που αποτελούν την κινούμενη μάζα, η οποία κινείται με τη μορφή ενός ιξώδους ρευστού. Η κίνηση είναι πολύ γρήγορη, ενώ είναι πολύ πιο επικίνδυνη όταν υπάρχει παρουσία νερού



Διάφοροι τύποι ροών (slump) (Πηγή: Σταυροπούλου Μ., Σημειώσεις μαθήματος Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).

Ερπυσμός (Creep): Αφορά μετακίνηση με αργό ρυθμό του επιφανειακού στρώματος της γης της τάξης των μερικών εκατοστών /έτος. Η ύπαρξη και η δράση του γίνονται εμφανείς από την κλίση δένδρων, στύλων κλπ. Προσβάλλει γενικώς όλη την έκταση της επιφάνειας του πρανούς και χαρακτηρίζεται μορφολογικά από κυματοειδείς μορφές στην επιφάνεια. Πρωτογενώς δεν εμφανίζονται ρωγμές και αποκολλήσεις. Οι επιπτώσεις από τον ερπυσμό δεν είναι σοβαρές δημιουργούνται πάντως προβλήματα σε καλλιέργειες, εγκαταστάσεις, έργα οδοποιίας κλπ.



Ερπυσμός (Πηγή: Σταυροπούλου Μ., Σημειώσεις μαθήματος Τεχνικής Γεωλογίας, 2015).



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ

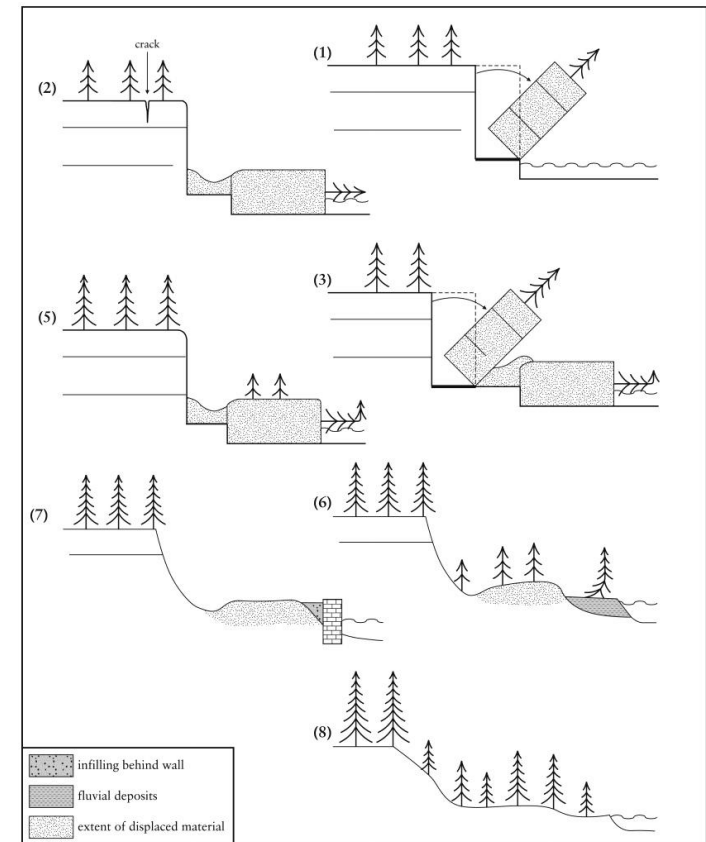


2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

Πως προσδιορίζουμε την ενεργότητα των κατολισθήσεων;

Το 1993 ομάδα εργασίας της UNESCO πρότεινε για τον προσδιορισμό της ενεργότητας τις παρακάτω απαραίτητες παραμέτρους:

- Το **καθεστώς ενεργότητας** (state of activity), που αναφέρεται στο χρονικό των μετακινήσεων. Έτσι, οι κατολισθήσεις διακρίνονται σε:
 - **Ενεργές (active)** που παρουσιάζουν πρόσφατες μετακινήσεις. Οι μορφολογικοί χαρακτήρες αναγνωρίζονται εύκολα και δεν έχουν αλλοιωθεί από τις φυσικές διεργασίες της αποσάθρωσης και της διάβρωσης. Από τις κατολισθήσεις αυτές άλλες εκδηλώνονται για πρώτη φορά και ονομάζονται **αρχικά ενεργές** και άλλες ενεργοποιούνται μετά από ένα χρονικό διάστημα κατά το οποίο είχαν σταθεροποιηθεί και ονομάζονται **επανεργοποιημένες (reactivated)**. Οι επανεργοποιημένες μετακινούνται συνήθως σε επιφάνειες ολίσθησης που προϋπήρχαν. Οι κατολισθήσεις που μετακινήθηκαν κατά τον τελευταίο εποχικό κύκλο και οι οποίες κατά την παρούσα περίοδο δεν μετακινούνται ονομάζονται **παροδικά ανενεργές** ή **υπό αναστολή (suspended)**.
- **Ανενεργές (inactive)** που παραμένουν σταθερές για περισσότερο από ένα έτος. Αν τα αίτια που συντελούν στην εκδήλωση της κατολίσθησης παραμένουν τότε η κατολίσθηση βρίσκεται σε λανθάνουσα κατάσταση (dormant). Αν όμως τα αίτια που τις προκαλούν έχουν εκλείψει, τότε πρόκειται για μη ενεργοποιήσιμη κατολίσθηση (abandoned). Τέλος, όταν για μια ανενεργή κατολίσθηση έχουν ληφθεί μέτρα προστασίας και σταθεροποίησης, η κατολίσθηση θεωρείται σταθεροποιημένη (stabilized).
- **Παλαιές – απολιθωμένες (relict)** οι οποίες δεν έχουν ενεργοποιηθεί για πολλά χρόνια. Τέτοιου είδους κατολισθήσεις αφήνουν τα ίχνη τους πάνω στα πρανή για χρόνια, ενώ έτσι χαρακτηρίζονται και όσες έχουν θαφτεί κάτω από νεότερα ιζήματα ή αποθέσεις
- Το **είδος της ενεργότητας (type of activity)**, με τον οποίο καθορίζεται ο τρόπος εκδήλωσης των επιμέρους μετακινήσεων εντός της κύριας μάζας της κατολίσθησης.



Ταξινόμηση με βάση τη ενεργότητα της κατολίσθησης. (1) ενεργή, (2) υπό αναστολή, (3) επανεργοποιημένη, (4) ανενεργή, (5) λανθάνουσα, (6) μη ενεργοποιήσιμη, (7) σταθεροποιημένη, (8) παλαιά- απολιθωμένη (Πηγή: Cooper, 2007. «Mass Movements in Great Britain», Geological Conservation Review Series, No. 33, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

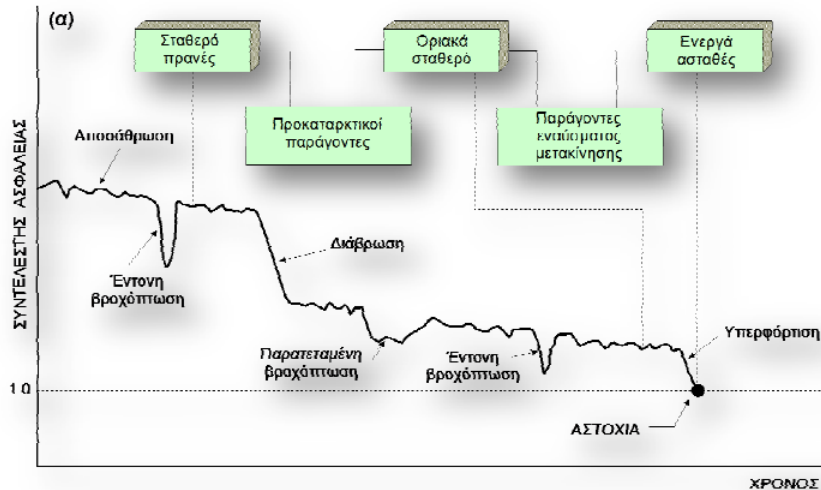
ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



2. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν τις κατολισθήσεις;

Οι **προκαταρκτικοί παράγοντες** καθιστούν το πρηνές ευάλωτο στην μετακίνηση (χωρίς αυτή να έχει ξεκινήσει) και τείνουν μ' αυτόν τον τρόπο να το οδηγήσουν σε μια οριακά σταθερή κατάσταση και οι **παράγοντες εναύσματος** προκαλούν την μετακίνηση. Αυτοί οι παράγοντες μεταβάλλουν την κατάσταση τους πρηνούς από μια οριακά σταθερή σε μια ενεργά ασταθής κατάσταση.



Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται ένα κατολισθητικό φαινόμενο μπορούν να διακριθούν σε **Γεωλογικούς** (δομή και γεωμετρία γεωλογικών σχηματισμών, φύση εδάφους ή πετρώματος), **Τοπογραφικούς - γεωμορφολογικούς** (γεωμετρία του πρηνούς, κλίση της επιφάνειας του εδάφους, προσανατολισμός του πρηνούς), **Υδρολογικούς, κλιματολογικούς και υδρογεωλογικούς, Μηχανικούς** (μηχανικά χαρακτηριστικά των γεωλογικών σχηματισμών και **Ανθρωπογενείς** (ανθρώπινη παρέμβαση μέσω επιβολής φόρτισης στην κορυφή του πρηνούς. π.χ. επιχώματα, κτίρια, σεισμική φόρτιση, εκσκαφή στη βάση πρηνών για διάνοιξη οδών, κλπ).

ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	
1	Πλαστικό, χαμηλής αντοχής, υλικό
2	Ευαίσθητο υλικό
3	Υλικό επιρρεπές σε θραύση
4	Αποσασθρωμένο υλικό
5	Διατμημένο υλικό
6	Ρωγματομένο ή διακλασμένο υλικό
7	Βραχώμαζα με δυσμενή προσανατολισμό ασυνεχειών (στρώση, σχιστότητα, διακλάσεις)
8	Βραχώμαζα με δυσμενή προσανατολισμό ασυνεχειών (ρήγματα, επιφάνειες επαφής, ασυμφωνίες)
9	Διαφοροποιήσεις στην υδροπερατότητα
10	Διαφοροποιήσεις στη δυσκαμψία
ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	
11	Τεκτονική ανύψωση
12	Ανύψωση λόγω ηφαιστειών
13	Επίδραση παγετώνων
14	Ποτάμια διάβρωση της βάσης του πρηνούς
15	Θαλάσσια διάβρωση της βάσης του πρηνούς
16	Διάβρωση της βάσης του πρηνούς από παγετώννα
17	Διάβρωση των πλευρών του πρηνούς
18	Εσωτερική διάβρωση
19	Φόρτιση από φυσική απόθεση υλικών στη στέψη του πρηνούς
20	Απομάκρυνση φυτοκάλυψης (από πυρκαγιά, διάβρωση, κ.τ.λ.)
ΦΥΣΙΚΕΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	
21	Έντονη, μικρής διάρκειας βροχόπτωση
22	Γρήγορο λιώσιμο χιονιού
23	Παρατεταμένη υψηλή βροχόπτωση
24	Γρήγορη πτώση στάθμης νερού μετά από πλημμύρες, παλίρροες ή διάρρηξη φυσικών φραγμάτων
25	Σεισμοί
26	Εκρήξεις ηφαιστειών
27	Διάρρηξη λιμνών σε κρατήρες ηφαιστειών
28	Λιώσιμο παγωμένου εδάφους
29	Αποσάθρωση λόγω παγετού
30	Αποσάθρωση από διάγκωση και συρρίκνωση εδαφών
ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΙΣ ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ	
31	Εκσκαφές στη βάση (πόδι) του πρηνούς
32	Φόρτιση στο μέτωπο ή πάνω από τη στέψη του πρηνούς
33	Υποβιβασμός της στάθμης σε ταμιευτήρες
34	Αρδευση
35	Κακή συντήρηση αποστραγγιστικών έργων
36	Διαρροή νερών από τεχνικά έργα (δίκτυα, δεξαμενές, κ.τ.λ.)
37	Αποψίλιση
38	Λατομεία και μεταλλεία
39	Δημιουργία χωματερών
40	Τεχνητές δονήσεις (κυκλοφορία οχημάτων, λειτουργία μηχανών, κ.τ.λ.)



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ
ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ

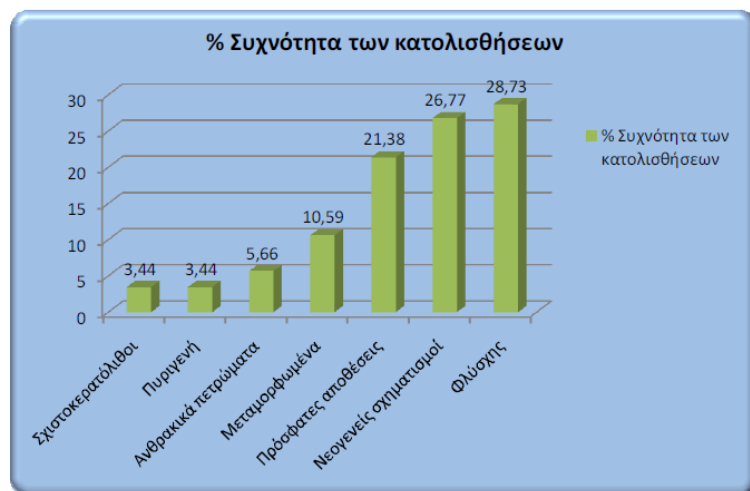


3. ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

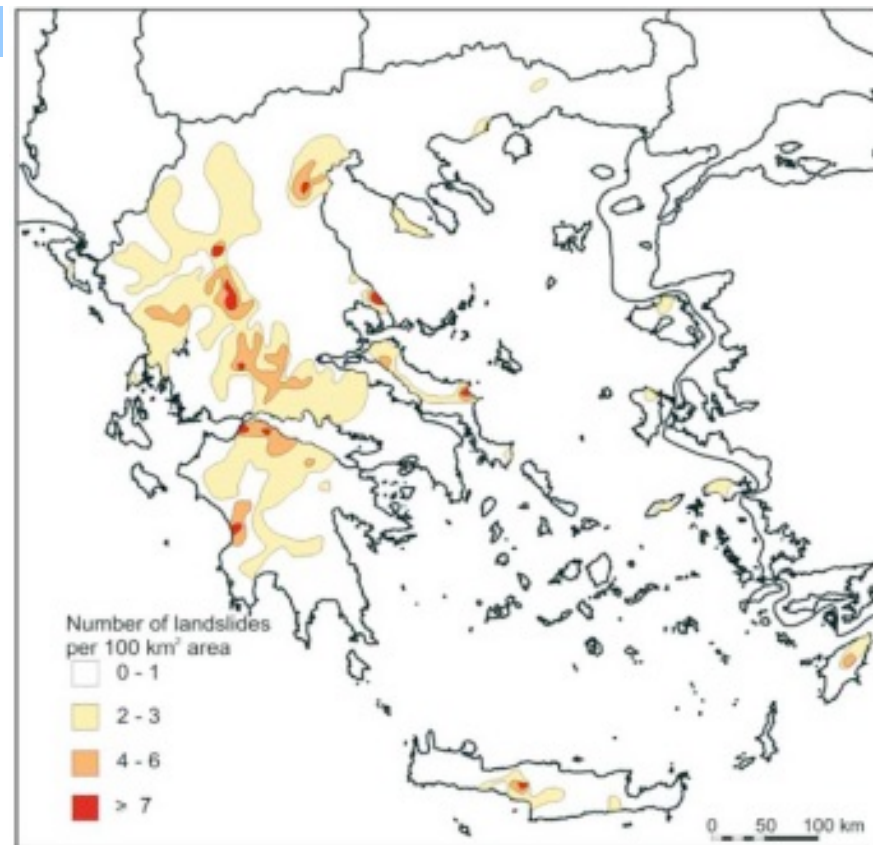
Ποιες περιοχές παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη συχνότητα σε κατολισθήσεις;

Οι Koukis et al (2005) κατάρτισαν ένα χάρτη κατολισθητικής επικινδυνότητας του Ελληνικού χώρου μελετώντας τον αριθμό των φαινομένων ανά 100 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Με βάση το χάρτη αυτό παρατηρεί κανείς ότι τα περισσότερα γεγονότα συγκεντρώνονται στην οροσειρά της Πίνδου, στη βόρεια και δυτική Πελοπόννησο αλλά και στην Πιερία στο Πήλιο, στην Εύβοια στην δυτική Στερεά Ελλάδα και στην Κρήτη.

Στο παρακάτω διάγραμμα διακρίνεται η σχέση της συχνότητας των κατολισθήσεων σε σχέση με τη λιθολογία, κάτι που εν μέρει ερμηνεύει και τον παρακείμενο χάρτη των koukis et al. (2005).



Συχνότητα κατολισθήσεων στην Ελλάδα σε σχέση με τη λιθολογία. Πηγή: Βασιλειάδης (2010). Ζωοποίηση της επικινδυνότητας των κατολισθητικών φαινομένων στον ελληνικό χώρο. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.



Χάρτης ζωνών κατολισθητικής επικινδυνότητας στον Ελληνικό χώρο. Πηγή: Koukis et al. (2005). Landslide Hazard Zonation in Greece. In Kyoji Sassa, Hiroshi Fukuoka, Fawu Wang and Gonghui Wang (eds.) Landslides Risk Analysis and Sustainable Disaster Management. Springer: Berlin Heidelberg.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



3. ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την εκδήλωση των κατολισθήσεων;

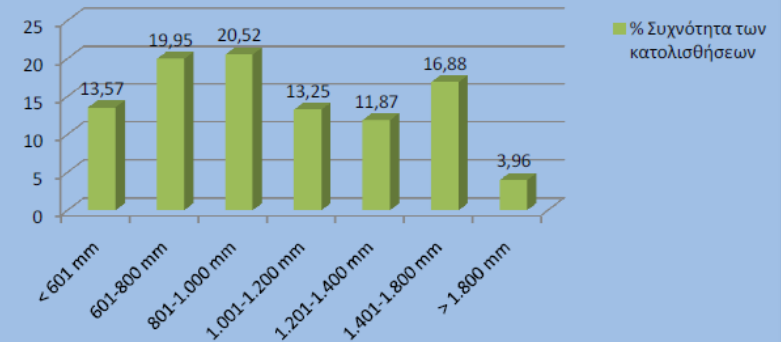
Οι Κούκης & Ζιούρκας (1989) διαπιστώνουν ότι οι 5 κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την εκδήλωση των κατολισθήσεων στον ελληνικό χώρο είναι: η **διάβρωση** λόγω της δημιουργίας υδρορευμάτων από ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, η **αύξηση του νερού των πόρων**, η **φυσική αποσύνθεση** κοκκωδών πετρωμάτων, η **λιθολογική σύσταση** των σχηματισμών και τέλος η **βροχόπτωση**. Επίσης, καταγράφουν ως μακράν τον πιο συνηθισμένο παράγοντα που συνδέεται με το έναυσμα της κίνησης, τις παρατεταμένες βροχοπτώσεις.

Κατανομή συχνότητας των παραγόντων σχετικά με το έναυσμα της κίνησης



Κατανομή συχνότητας παραγόντων σχετικά με το έναυσμα της κατολισθητικής κίνησης (Κούκης & Ζιούρκας 1989 τροποποιημένο).

% Συχνότητα των κατολισθήσεων



Συχνότητα κατολισθήσεων στην Ελλάδα σε σχέση με το ύψος βροχής. Πηγή: Βασιλειάδης (2010). Ζωοποίηση της επικινδυνότητας των κατολισθητικών φαινομένων στον ελληνικό χώρο. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Πτώσεις βράχων στην Εθνική Οδό στο ύψος των Τεμπών το 2009 μετά από έντονες βροχοπτώσεις.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ, ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Χαρακτηριστικά που μπορεί να δείχνουν κίνηση κατολισθήσεων

- Πηγές και υγρό ή κορεσμένο έδαφος σε περιοχές πάνω σε πλαγιές ή χαμηλότερα από αυτές, που ήταν προηγουμένως ξηρές.
- Ρωγμές εδάφους: ρωγμές στο χιόνι, τον πάγο, το έδαφος ή το βράχο πάνω σε πλαγιές ή κάτω από αυτές.
- Πεζοδρόμια ή πλάκες που απομακρύνονται από τις κατασκευές εάν βρίσκονται κοντά σε μια πλαγιά: το έδαφος κινείται μακριά από τα θεμέλια.
- Γραμμές οι οποίες κάποτε ήταν ευθείες ή διαμορφώθηκαν διαφορετικά.
- Ασυνήθιστες διογκώσεις ή αλλαγές στο έδαφος, τα πεζοδρόμια, στα μονοπάτια, στους δρόμους ή τα πεζοδρόμια.
- Τηλεφωνικές στήλες, ξύλινες κολώνες της ΔΕΗ, δέντρα, τοίχοι αντιστήριξης και περιφράξεις με κλίση.
- Υπερβολική κλίση ή ρωγμές σε τσιμεντένια δάπεδα και κατασκευές.
- Σπασμένα δίκτυα νερού ή άλλα υπόγεια δίκτυα.
- Ταχεία αύξηση ή μείωση των επιπέδων του νερού σε υδρορεύματα ενδεχομένως συνοδευόμενη από αυξημένη θολότητα (το περιεχόμενο χώμα θολώνει το νερό).
- Σφήνωμα των θυρών, των παραθύρων και των ορατών ανοιχτών χώρων, που δείχνουν ότι τοίχοι και πλαίσια μετατοπίζονται και παραμορφώνονται.
- Θόρυβοι από σκασίματα και τριξίματα σε ένα σπίτι, κτίριο ή σε ένα αλσύλλιο (για παράδειγμα, ρίζες που σπάζουν).
- Δρόμοι ή μονοπάτια με μεγάλες λακκούβες ή άλλες ανωμαλίες του οδοστρώματος.



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ, ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ



Ποιες δράσεις μπορούμε να κάνουμε για να μειώσουμε τον κίνδυνο των κατολισθήσεων

- Δελτία και ανακοινώσεις σε εφημερίδες.
- Φυλλάδια να διανέμονται από πόρτα σε πόρτα ή σε δημόσιους χώρους.
- Συζητήσεις με τον ντόπιο πληθυσμό.
- Αφίσες σε δημόσια κτίρια και (ή) καταστήματα με όσο το δυνατόν περισσότερες οπτικές πληροφορίες.
- Ανακοινώσεις μέσων μέσω ραδιοφώνου, τηλεόρασης, ηχείων ή άλλων μέσων.
- Δημόσιες διαλέξεις εμπειρογνομόνων ή άλλων αξιωματούχων.
- Να αναρτώνται πινακίδες σε άμεσες περιοχές κινδύνων, ενημερώνοντας τους ανθρώπους για το είδος του κινδύνου και προειδοποιώντας τους να είναι προσεκτικοί.
- Σε περιοχές όπου τα ποσοστά αλφαριθμητισμού είναι χαμηλά, οι προφορικές επικοινωνίες με γραφικά, φωτογραφίες και εικόνες των κινδύνων μπορούν να είναι εξαιρετικά αποτελεσματικές. Οι φωτογραφίες μπορεί να πάρουν τη θέση χιλίων λέξεων!
- Σε περιοχές όπου η τηλεφωνική υπηρεσία είναι ευρέως διαδεδομένη, να υπάρχουν δημοτικές καταχωρήσεις για μηχανικούς, τον σχεδιασμό έκτακτης ανάγκης και τις αστυνομικές ή πυροσβεστικές υπηρεσίες.
- Όπου είναι δυνατόν, ένας δημοτικός ιστότοπος στο Διαδίκτυο αποτελεί χρήσιμη πηγή πληροφοριών για την ασφάλεια και τηλεφωνικούς αριθμούς επαφών και μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για το προσωπικό έκτακτης ανάγκης και τα τμήματα σχεδιασμού..
- Προσδιορίστε τα προβλήματα τοπικού κινδύνου κατολίσθησης μέσω μιας επιτροπής εργασίας και/ή εξασφαλίστε επαγγελματικές συμβουλές. Οι κρατικές, πανεπιστημιακές γεωλογικές ή μηχανολογικές υπηρεσίες και ιδιωτικές γεωτεχνικές εταιρείες αποτελούν πηγές συμβουλών. Παρέχετε ένα πρόγραμμα χαρτογράφησης, όπου αυτό είναι δυνατόν, είτε στο εσωτερικό της τοπικής αυτοδιοίκησης είτε σε συνεργασία με επαγγελματίες.
- Διεξαγωγή δημόσιων προγραμμάτων εκπαίδευσης και ενημέρωσης μέσω συναντήσεων της κοινότητας, του δημοτικού συμβουλίου ή άλλων συμβουλίων.
- Υιοθέτηση και επιβολή κατάλληλων πολιτικών χρήσης γης - συζήτηση με τους ιδιοκτήτες γης, προγραμματιστές, αγοραστές και πωλητές. Μία από τις επιλογές είναι η απαίτηση γνωστοποίησης των γεωλογικών κινδύνων κατά τη διάρκεια των πωλήσεων ακινήτων, ώστε να διασφαλιστεί ότι ο νέος αγοραστής είναι ενήμερος για τυχόν προβλήματα.
- Παρακολουθήστε τις αλλαγές στις ασταθείς πλαγιές και ακολουθήστε τις κατάλληλες ενέργειες.
- Κατασκευάστε έργα οδοποιίας και αποχέτευσης που ανταποκρίνονται στις τοπικές ανάγκες και κανονισμούς ασφαλείας.
- Συνέχιση προγραμμάτων δημόσιας επιχορήγησης, κυβερνητικών προγραμμάτων υποδομής και έργων βελτίωσης δημόσιων έργων.
- Έχετε ένα σχέδιο αντιμετώπισης έκτακτης ανάγκης για την κοινότητα. Συμβουλευτείτε τις γειτονικές πόλεις και/ή τις κοινότητες που έχουν σχέδια και τις έχουν χρησιμοποιήσει σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Αξιολογήστε την αποτελεσματικότητά τους για τη δική σας κατάσταση



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ



4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ, ΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Ποια μέτρα μπορούμε να πάρουμε για να μειώσουμε τον κίνδυνο των κατολισθήσεων

Η αντιμετώπιση και η πρόληψη μιας κατολίσθησης αποσκοπούν στη **μείωση των παραγόντων που επιδρούν θετικά** ως προς το φαινόμενο ή την **αύξηση εκείνων που αντιστέκονται** σε αυτό. Επομένως, τα μέτρα προστασίας πρέπει να αποσκοπούν σε ένα ή και τα δύο από τα παραπάνω αποτελέσματα.

Η Επιτροπή IUGS WG/L Commission on Landslide Remediation ομαδοποίησε τα διορθωτικά μέτρα για την αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού σε τέσσερις πρακτικές ομάδες (Popescu, 2002):

- την τροποποίηση της γεωμετρίας των πρανών,
- την αποστράγγιση,
- τις διατηρούμενες δομές και
- την εσωτερική ενίσχυση των πρανών

Μέτρα αποκατάστασης κατολισθήσεων. Πηγή: Popescu, (2002). Popescu, M. E., (2002), «Landslide causal factors and landslide remedial options», Proc. 3rd International Conference on Landslides, slope stability and safety of Infrastructures, Singapore, pp. 61-81 (από

1.	ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑΣ ΤΩΝ ΠΛΑΓΙΩΝ
1.1.	Αφαίρεση υλικού από την περιοχή οδηγώντας στην κατολίσθηση (με πιθανή αντικατάσταση από ελαφρύ συμπλήρωμα)
1.2.	Προσθήκη υλικού στην περιοχή διατηρώντας την ευστάθεια (αντίβαρο ή συμπλήρωμα)
1.3.	Μείωση της γενικής γωνίας κλίσεων
2.	ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ
2.1.	Η επιφάνεια στραγγίζει για να εκτρέψει το νερό από τη ροή επάνω στην περιοχή ολίσθησης (συλλέγοντας τάφρους και σωλήνες)
2.2.	Ρηχοί ή βαθιοί αγωγοί τάφρων γεμάτα με τα γεωυλικά ελεύθερου-στραγγίματος (συμπληρώματα χονδροειδών κόκκων και γεωσυνθετικών)
2.3.	Στήριγμα των χονδροκόκκων υλικών (υδρολογική επίδραση)
2.4.	Κάθετες (μικρής διαμέτρου) γεωτρήσεις με άντληση ή αυτό-στράγγισμα
2.5.	Κάθετα (μεγάλης διαμέτρου) φρεάτια με στράγγισμα βαρύτητας
2.6.	Οριζόντιες ή κάθετες γεωτρήσεις
2.7.	Σήραγγες αποστράγγισης, στοές
2.8.	Κενή απομάκρυνση νερού
2.9.	Αποστράγγιση με μετάγγιση
2.10.	Ηλεκτρο-οσμωτική απομάκρυνση νερού
2.11.	Φύτευση βλάστησης (υδρολογική επίδραση)
3.	ΔΟΜΕΣ ΑΝΤΙΣΤΗΡΙΞΗΣ
3.1.	Τοίχοι διατήρησης βαρύτητας
3.2.	Φανωματικοί τοίχοι
3.3.	Τοίχοι με συρματοκιβώτια
3.4.	Παθητικοί πάσσαλοι, μεσόβαθρα και κιβώτια
3.5.	Επί τόπου ενισχυμένοι τοίχοι έγχυτου σκυροδέματος
3.6.	Ενισχυμένα έργα συγκράτησης εδαφών με ταινία/λωρίδα - πολυμερές/μεταλλικά στοιχεία ενίσχυσης
3.7.	Στήριγμα χονδροκόκκου υλικού (μηχανική επίδραση)
3.8.	Δίχτυα παρακράτησης των μετώπων των βραχώδη πρανών
3.9.	Συστήματα μείωσης ή παύσης των καταπτώσεων βράχων (τάφροι, πάγκοι, περιφράξεις και τοίχοι)
3.10.	Προστατευτικά βραχώδη/τσιμεντένια τεμάχια ενάντια στη διάβρωση
4.	ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΩΝ ΠΛΑΓΙΩΝ
4.1.	Μπουλόνια βράχων
4.2.	Μικροπάσσαλοι
4.3.	Κάρφωμα εδάφους
4.4.	Αγκυρώσεις (προεντεταμένες ή μη)
4.5.	Τσιμεντένεση
4.6.	Κολώνες πέτρας ή ασβέστη/τσιμέντου
4.7.	Θερμική επεξεργασία
4.8.	Πάγωμα
4.9.	Ηλεκτροοσμωτικές αγκυρώσεις
4.10.	Φύτευση βλάστησης (δυναμική μηχανική επίδραση)



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΠΛΗΜΜΥΡΕΣ ΣΤΗΝ
ΕΛΛΑΔΑ

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΙΣ
ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ,
ΔΡΑΣΗ & ΜΕΤΡΑ

