

# ΠΟΤΑΜΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Δρ. Γεώργιος Δ. Μπαθρέλλος

Άνω ρους Πηνειού ποταμού (Θεσσαλίας) (2011)

Τι είναι;

Η Γεωμορφολογία Ποτάμιων Συστημάτων ή  
Ποτάμια Γεωμορφολογία  
(*Fluvial Geomorphology*)  
μελετά τις  
γεωμορφές των ποτάμιων συστημάτων  
και τις διεργασίες που τις διαμορφώνουν

# Γιατί μελετώνται;

1. Διαχρονικά ο **άνθρωπος** δραστηριοποιείται στις **παρόχθιες περιοχές** (κατοίκηση, καλλιέργειες, ύδρευση, άρδευση, αλιεία, μετακίνηση κλπ.)



Πηγή: Τζαγκαράκης (2019)



Πηγή: Google Earth

## Γιατί μελετώνται;

2. Τα ποτάμια συστήματα είναι (γεωλογικά) **ταχέως εξελισσόμενα συστήματα**, τα οποία ενίοτε πλήττονται από **μεγάλης έκτασης καταστροφές** (διάβρωση, πλημμύρες κλπ.) επηρεάζοντας τη ζωή, την περιουσία και τις δραστηριότητες του ανθρώπου.



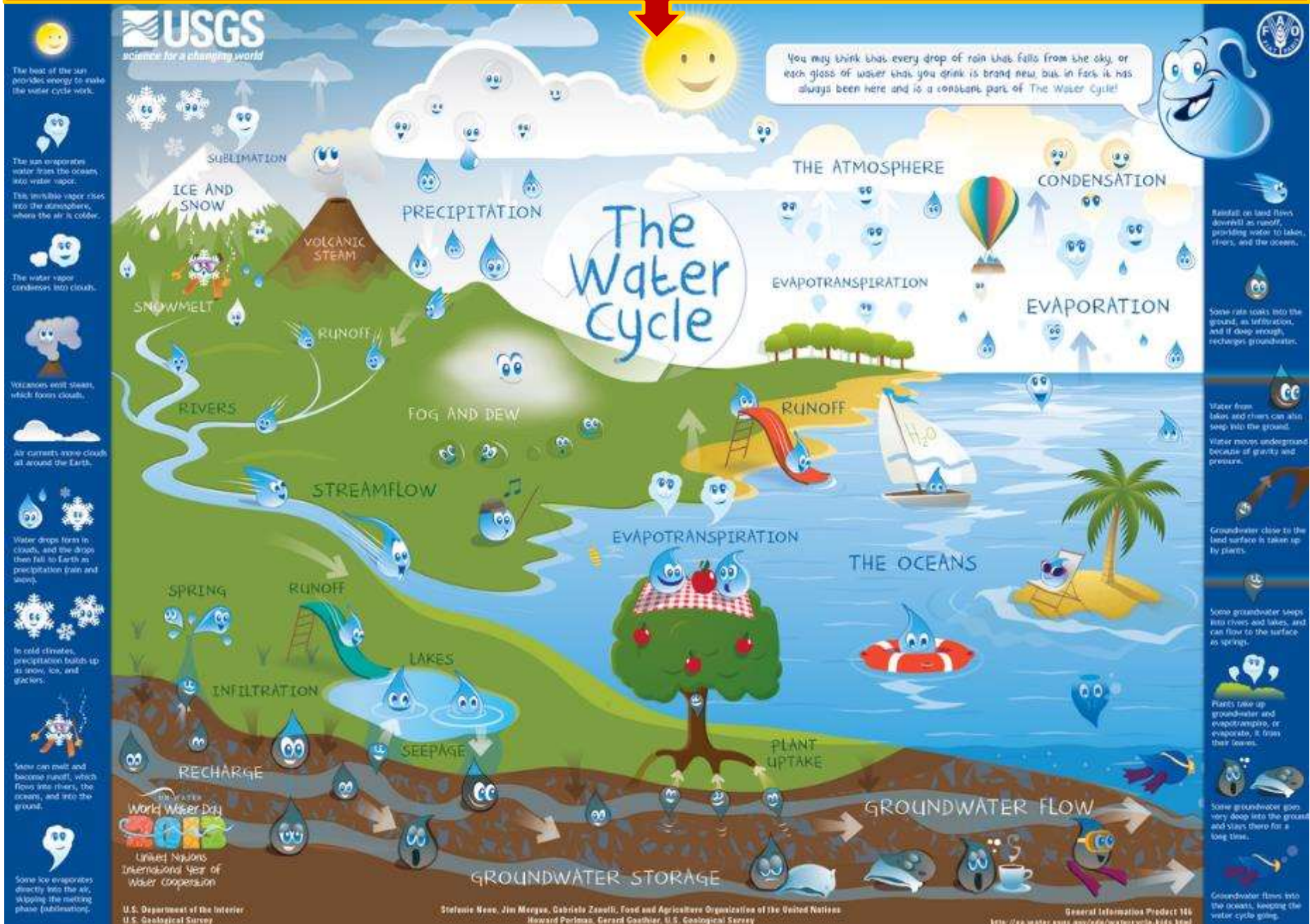
## Κύριος παράγοντας:

σε ένα ποτάμιο σύστημα είναι το **Νερό**.

Η συνεχής **κίνηση** και **δράση** του **νερού** διαμορφώνουν και επηρεάζουν ένα ποτάμιο περιβάλλον.



# Μου αρέσει και αυτό το σχήμα: "The water cycle for kids" (USGS)



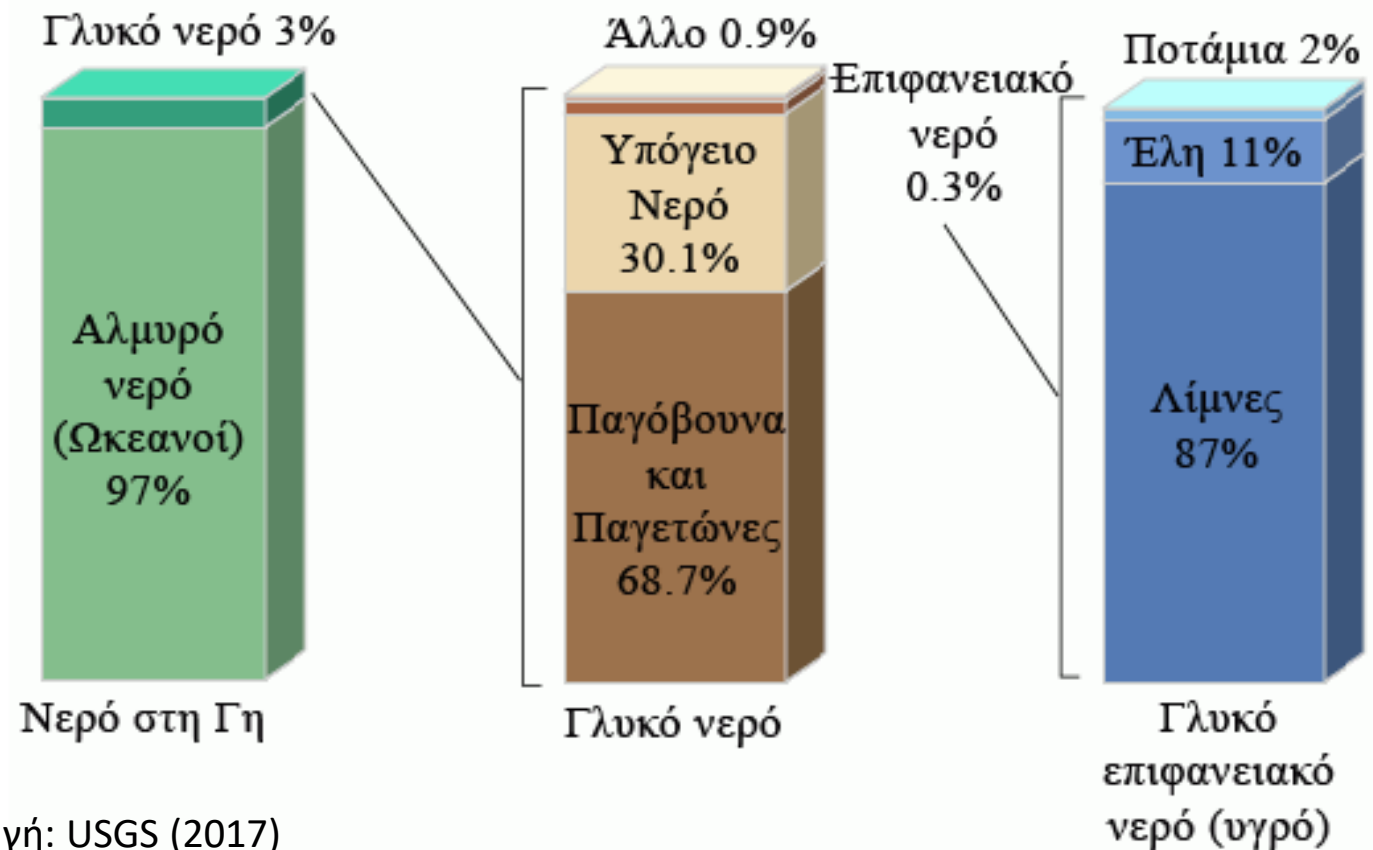
# Παγκόσμια κατανομή νερού

## Drippy (ο Σταγονούλης)

by USGS



### Παγκόσμια κατανομή νερού



Πηγή: USGS (2017)



**One Estimate of Global Water Distribution  
(Numbers are rounded)**

Water source	Water volume, in cubic miles	Water volume, in cubic kilometers	Percent of freshwater	Percent of total water
Oceans, Seas, & Bays	321,000,000	1,338,000,000	--	96.5
Ice caps, Glaciers, & Permanent Snow	5,773,000	24,064,000	68.7	1.74
Groundwater	5,614,000	23,400,000	--	1.69
Fresh	2,526,000	10,530,000	30.1	0.76
Saline	3,088,000	12,870,000	--	0.93
Soil Moisture	3,959	16,500	0.05	0.001
Ground Ice & Permafrost	71,970	300,000	0.86	0.022
Lakes	42,320	176,400	--	0.013
Fresh	21,830	91,000	0.26	0.007
Saline	20,490	85,400	--	0.006
Atmosphere	3,095	12,900	0.04	0.001
Swamp Water	2,752	11,470	0.03	0.0008
<b>Rivers</b>	509	2,120	0.006	<b>0.0002</b>
Biological Water	269	1,120	0.003	0.0001

Source: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources (Oxford University Press, New York).

# Γεωμορφολογικές Διεργασίες

Οι τρεις κύριες διεργασίες του ρέοντος ύδατος σε ένα ποτάμιο σύστημα:

- **διάβρωση** (*erosion*),
- **μεταφορά** (*transportation*) και
- **απόθεση** (*deposition*).

Κάθε ποτάμια διεργασία (*fluvial process*) δημιουργεί διαφορετικές **ποτάμιες γεωμορφές** (*fluvial landforms*).

Δηλαδή: **Γεωμορφές Διάβρωσης** (*erosional landforms*) και **Γεωμορφές Απόθεσης** (*depositional landforms*)

Σε ένα ποτάμιο σύστημα διακρίνουμε:

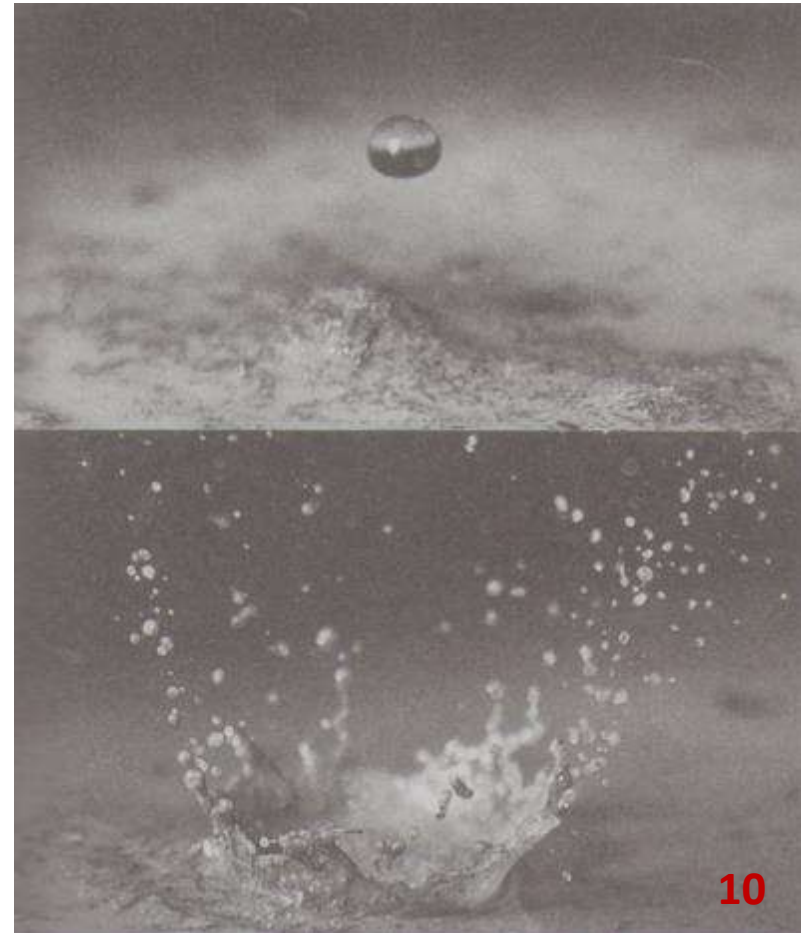
- τη διάβρωση κλιτύων ή πρανών (*slope erosion*)
- την αυλακοειδή διάβρωση ή διάβρωση κοίτης (*channel erosion*) και
- τη διάβρωση ρέματος (*stream erosion*).

# Διάβρωση κλιτύων

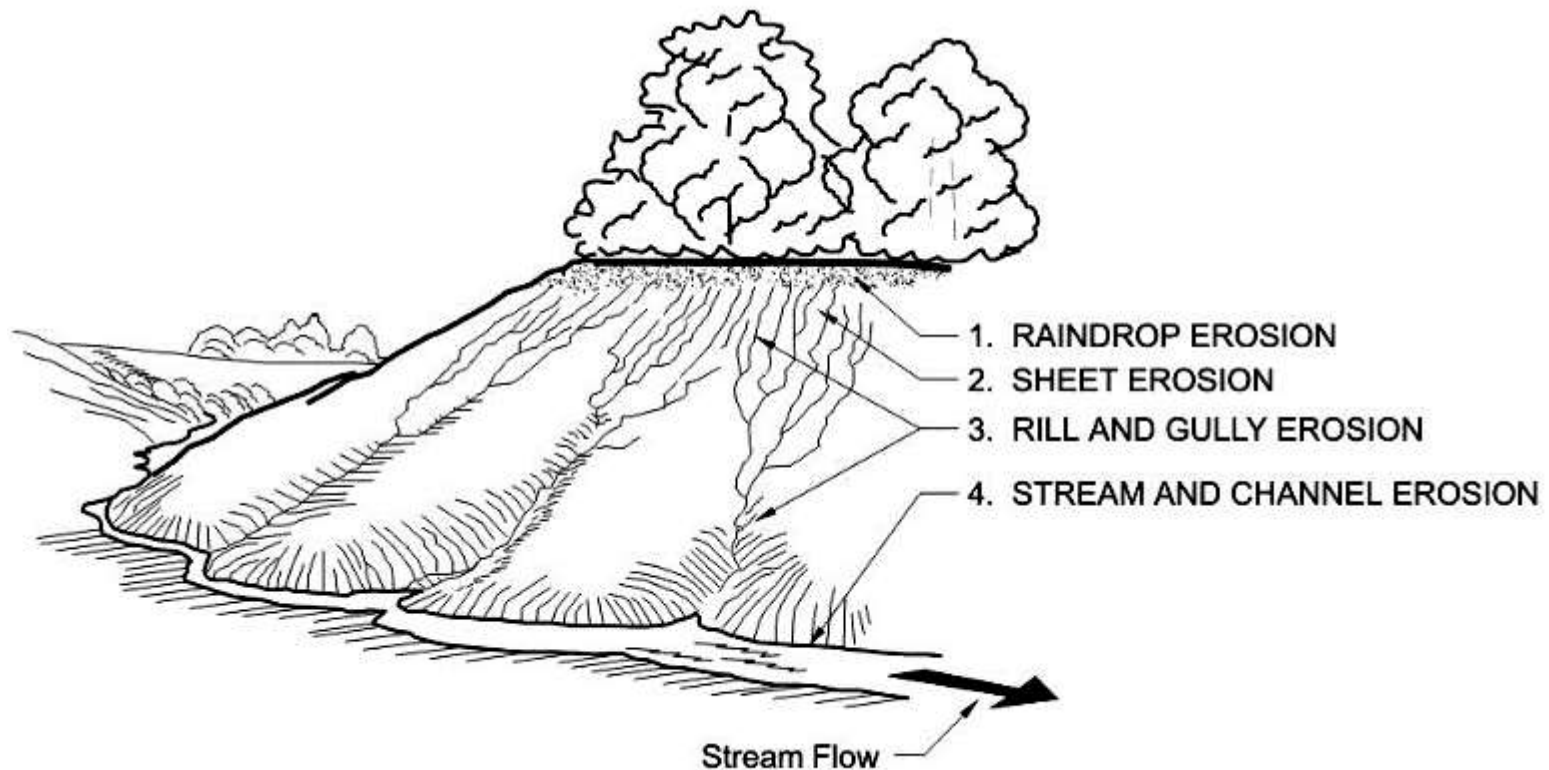
Η διάβρωση κλιτύων (*slope erosion*)

διακρίνεται σε:

- **σημειακή διάβρωση (σταγόνων βροχής) (*splash or raindrop erosion*)** είναι το πρώτο στάδιο της διεργασίας της διάβρωσης



- φυλλοειδής διάβρωση (*sheet erosion*) ή υδροστρωματοροή είναι η 1<sup>η</sup> μετακίνηση υλικού σε μορφή φύλλων σε κλιτύες ήπιας κλίσης



Πηγή:

<http://www.transportation.alberta.ca/Content/docType372/Production/4ErosSediPrCs.pdf>

# Αυλακοειδής διάβρωση

Η διάβρωση **κοίτης** διακρίνεται σε:

- **ρυακοειδή διάβρωση** (*rill erosion*)

το 1<sup>ο</sup> στάδιο της δημιουργίας υδρογραφικού δικτύου, δημιουργία ρυακιών-καναλιών

- **χαραδροειδή διάβρωση** (*gully erosion*)

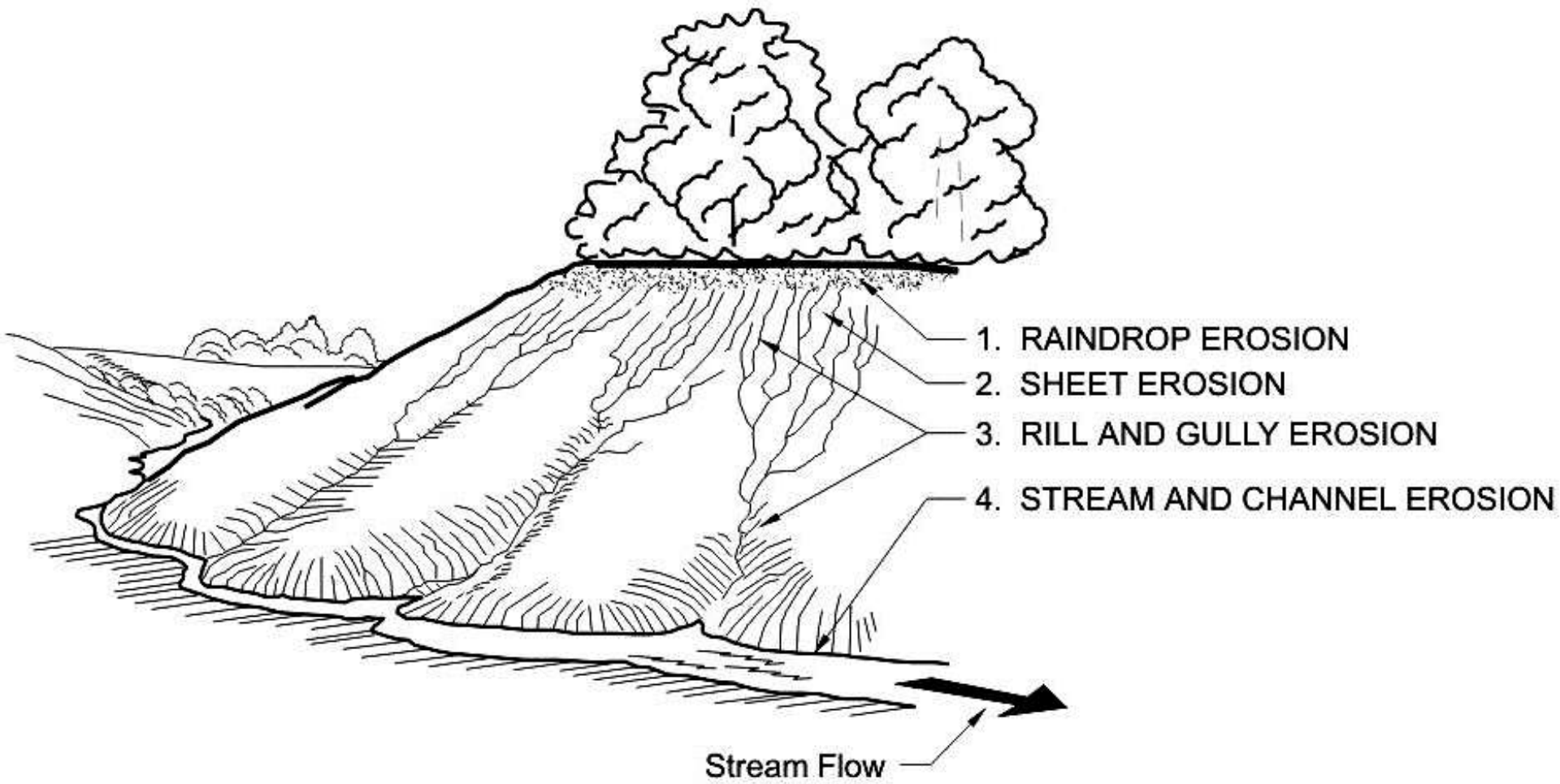
δημιουργία ρεμάτων μεγάλου βάθους (>1,5 μ.)

# Διάβρωση ρέματος

διακρίνεται σε:

- **εκβάθυνση κοίτης** (*streambed erosion*) και
- **διαπλάτυνση κοίτης** (*stream bank erosion*).

όπου έχουμε τη συμβολή των αυλακώσεων και το αρχικό στάδιο δημιουργίας ποτάμιου συστήματος (δικτύου)



Πηγή:  
<http://www.transportation.alberta.ca/Content/docType372/Production/4ErosSediPrCs.pdf>



# Ποτάμιο σύστημα

Στάδια δημιουργίας ποτάμιου συστήματος:

Υδροστρωματοροή ➡ ρυάκι ➡ χαράδρα ➡  
ρέμα ➡ ποτάμι

Υδρογραφικό δίκτυο (*drainage system or hydrographic network*)

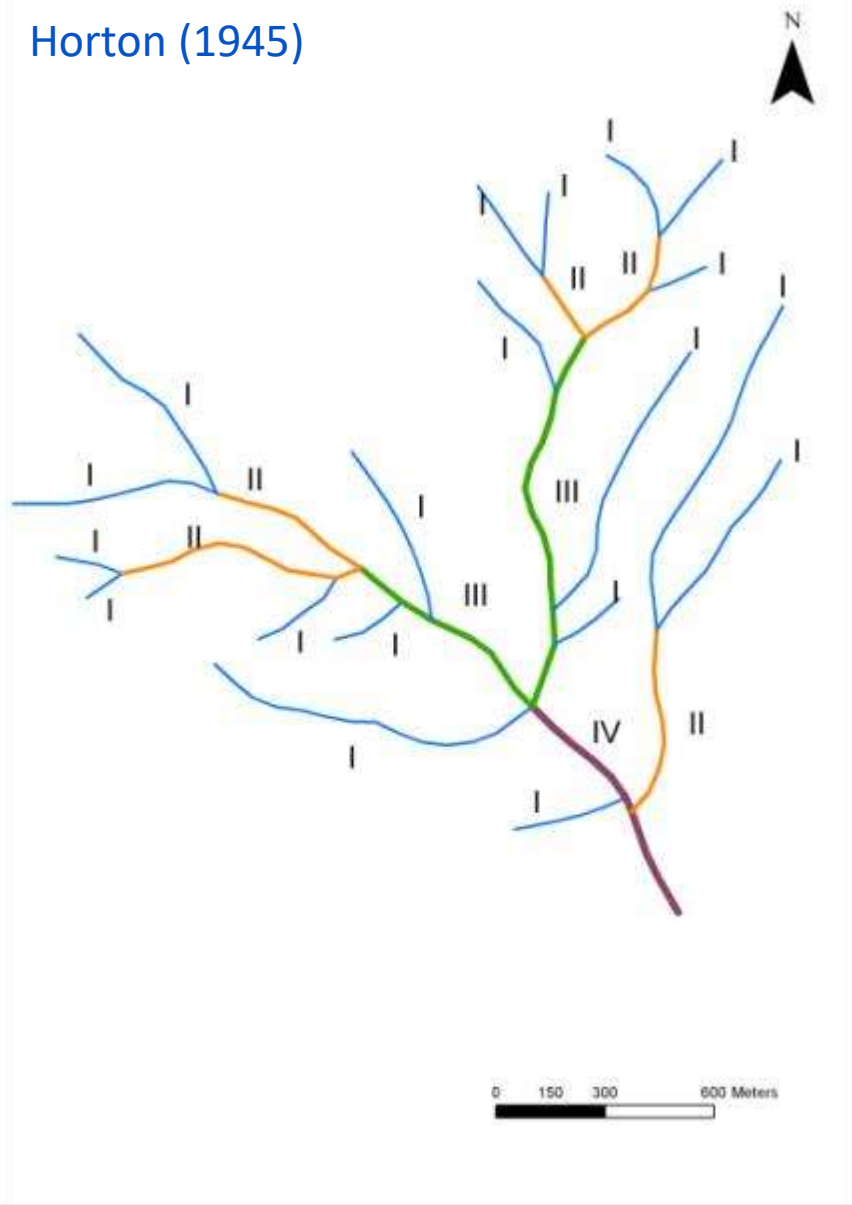
Λεκάνη απορροής (*drainage basin*)

# Υδρογραφικό δίκτυο

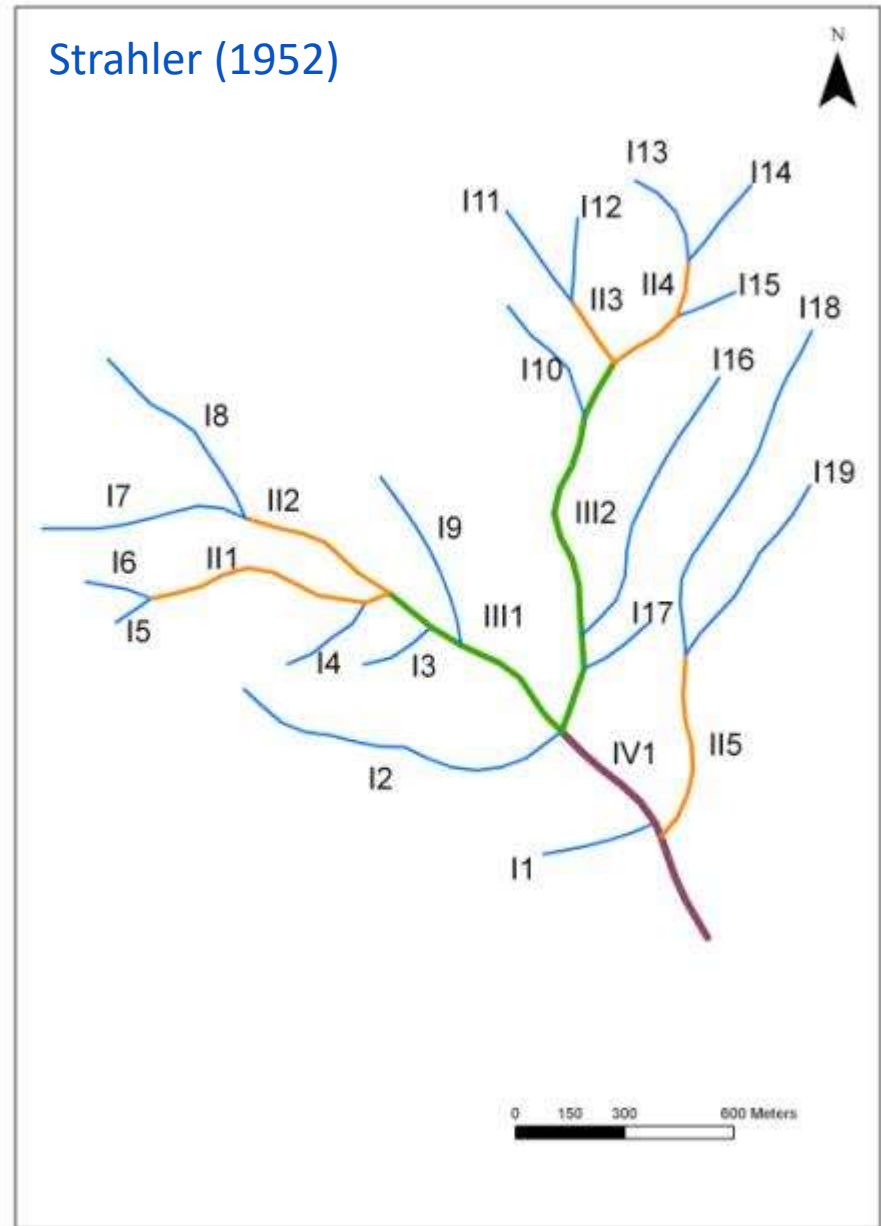
Υδρογραφικό δίκτυο (*drainage system* or *hydrographic network*) είναι το σύνολο των διασυνδεδεμένων υδάτινων ρεμάτων (ρυακιών, χειμάρρων, παραποτάμων και ποταμών) μέσω των οποίων αποστραγγίζεται μια περιοχή.

Κάθε ένα από τα υδάτινα ρέματα ενός υδρογραφικού δικτύου ονομάζεται **κλάδος** (*stream*).

Horton (1945)



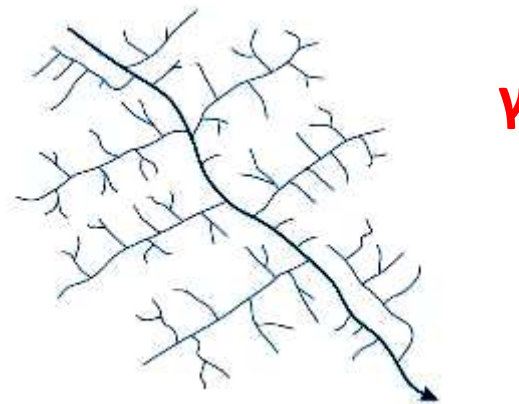
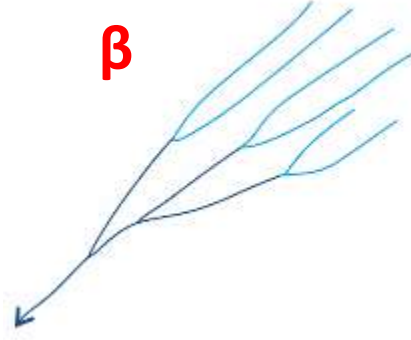
Strahler (1952)



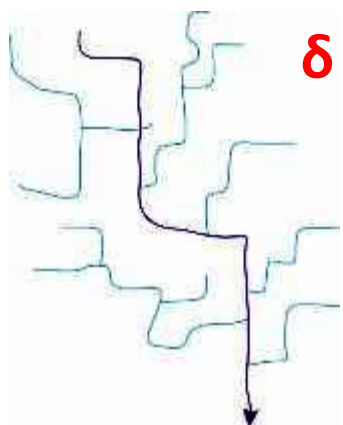
Ταξινόμηση (& αρχή της μορφομετρίας) του υδρογραφικού δικτύου κατά Horton (1945) & Strahler (1952).

# Τύποι υδρογραφικού δικτύου

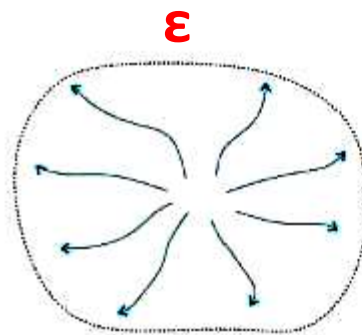
α.	<b>δενδριτικός</b> ( <i>dendritic pattern</i> )	συνηθέστερος, με ομοιογενή ανθεκτικότητα στην διάβρωση
β.	<b>παράλληλος</b> ( <i>parallel</i> )	σε απότομες κλίσεις πρώιμου σταδίου
γ.	<b>κλιμακωτός</b> ( <i>trellis</i> )	με τεκτονικά στοιχεία (ρήγματα, άξονες πτυχών)



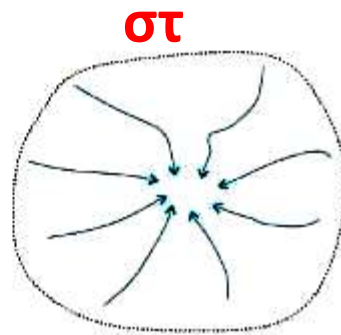
δ.	<b>ορθογώνιος</b> <i>(rectangular)</i>	με ύπαρξη ορθογώνια τεμνόμενων ρηγμάτων ή διακλάσεων
ε.	<b>ακτινωτός</b> <i>(radial)</i>	σε ηφαίστεια, δόμους (ή κωνικές μορφές)
στ.	<b>κεντρομόλος</b> <i>(centripetal)</i>	σε λίμνη, καλδέρα, καρστικά (ή βυθίσματα)
ζ.	<b>ανώμαλος</b> <i>(deranged)</i>	ακανόνιστος



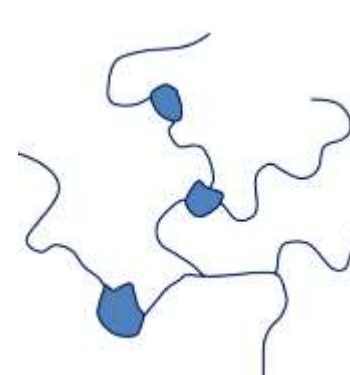
δ



ε



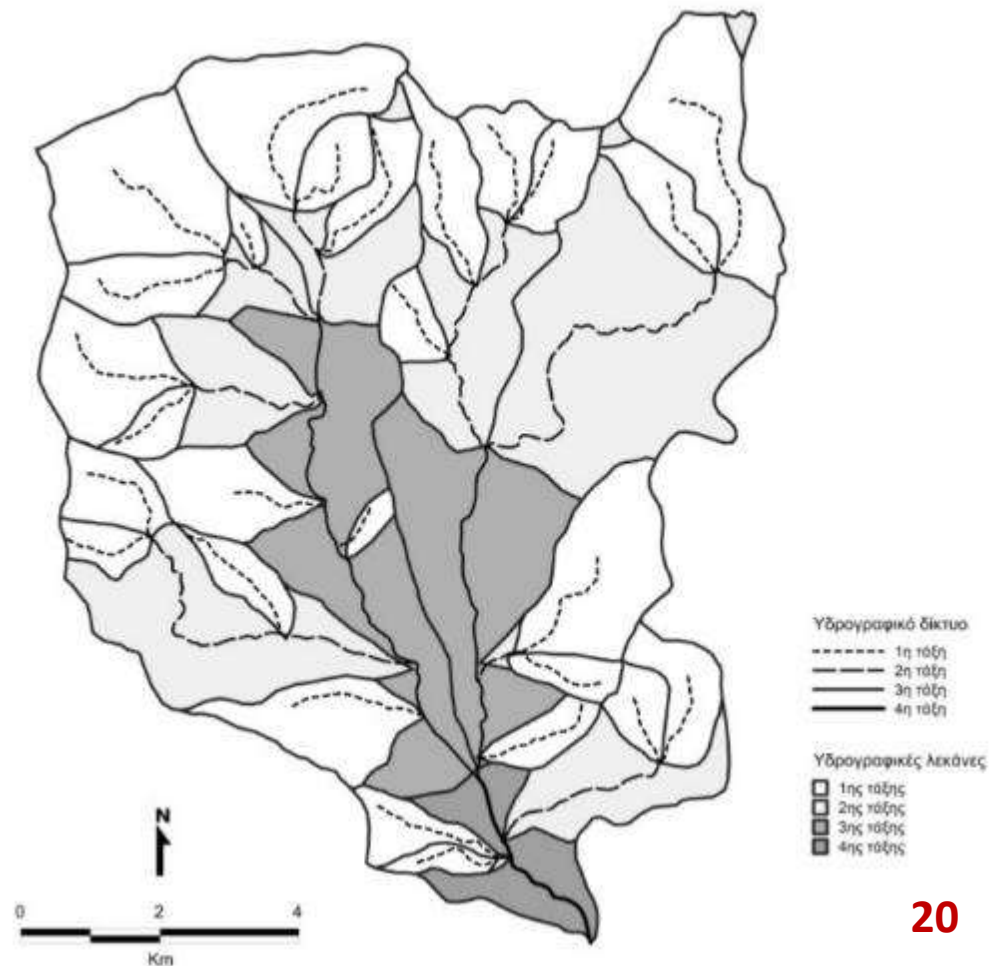
στ



ζ

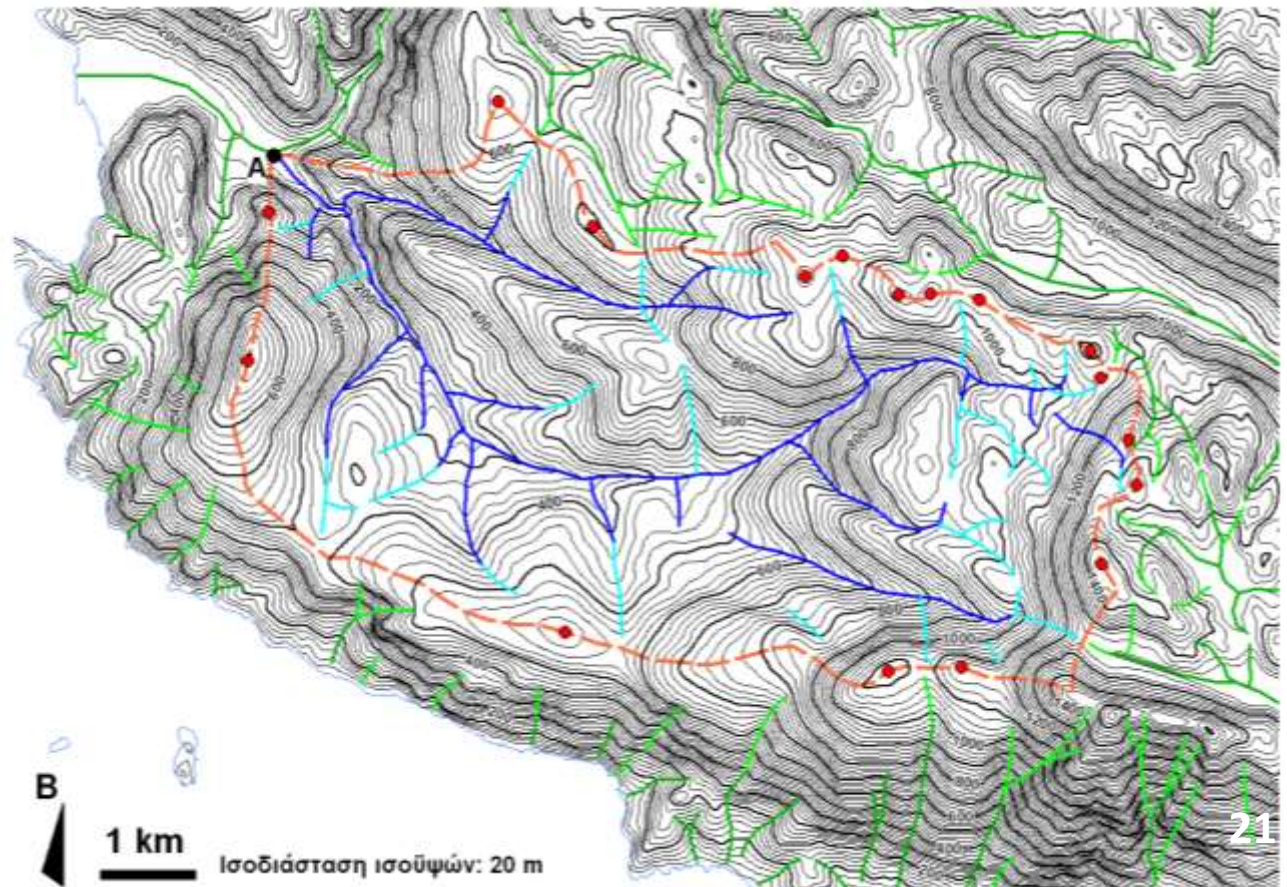
# Λεκάνη απορροής

Λεκάνη απορροής (*catchment area*), ή υδρογραφική λεκάνη (*drainage basin*), ή λεκάνη αποστράγγισης είναι η περιοχή που αποστραγγίζει ο κλάδος ή/και οι κλάδοι του υδρογραφικού δικτύου



# Υδροκρίτης

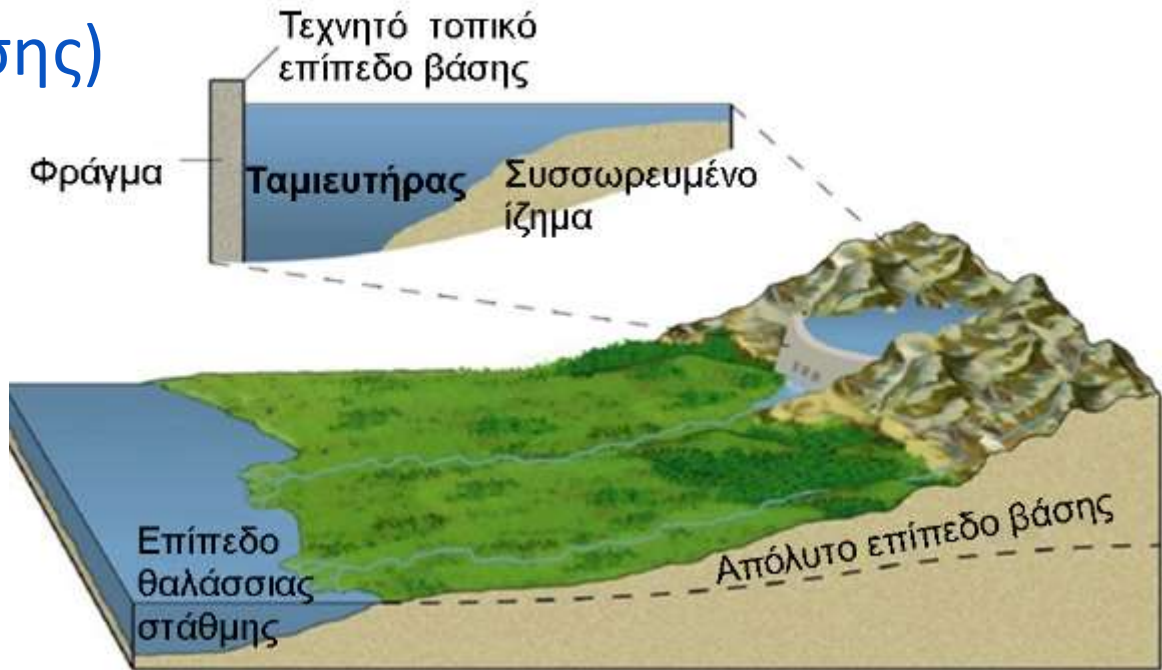
Υδροκρίτης (*watershed*) ή υδροκριτική γραμμή (*drainage divide*) είναι η νοητή γραμμή, η οποία συνδέει τα υψηλότερα σημεία της λεκάνης απορροής και διαχωρίζει την επιφανειακή απορροή δύο γειτονικών λεκανών.



# Μεταφορά

Το νερό κινείται εξαιτίας της βαρύτητας από τα ανάντη στα κατάντη.

**Επίπεδο βάσης ή βασικό επίπεδο (*base level*)** είναι το χαμηλότερο υψομετρικά επίπεδο μίας λεκάνης απορροής (χαμηλότερο επίπεδο ποτάμιας διάβρωσης)

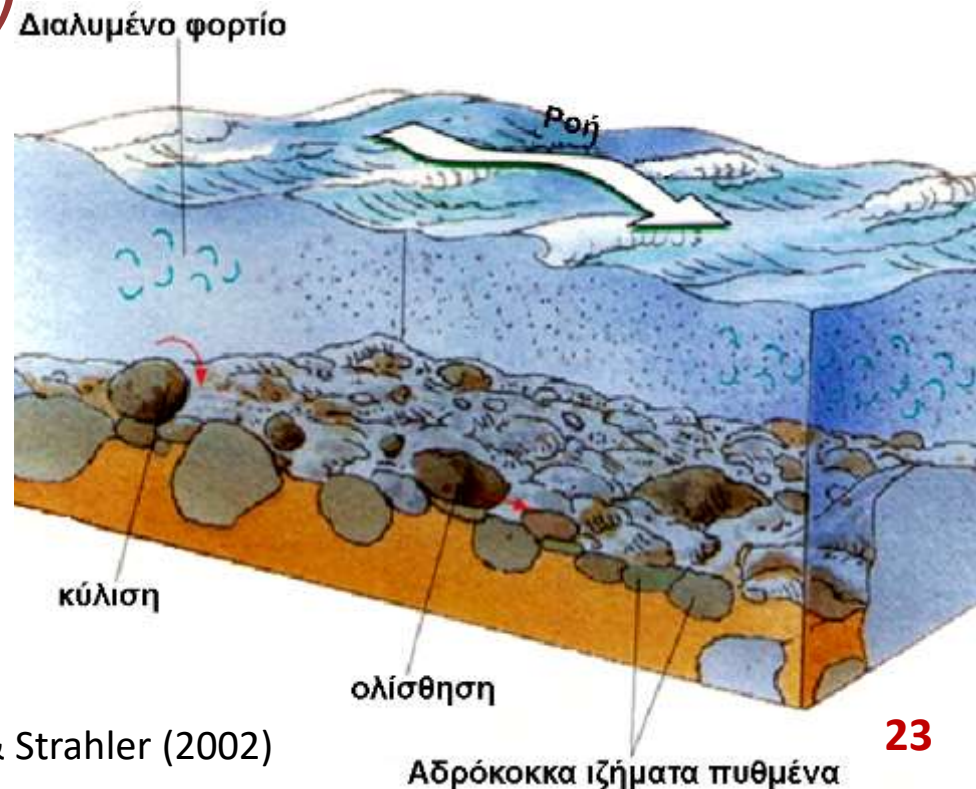


Πηγή: Kirkham (2019)



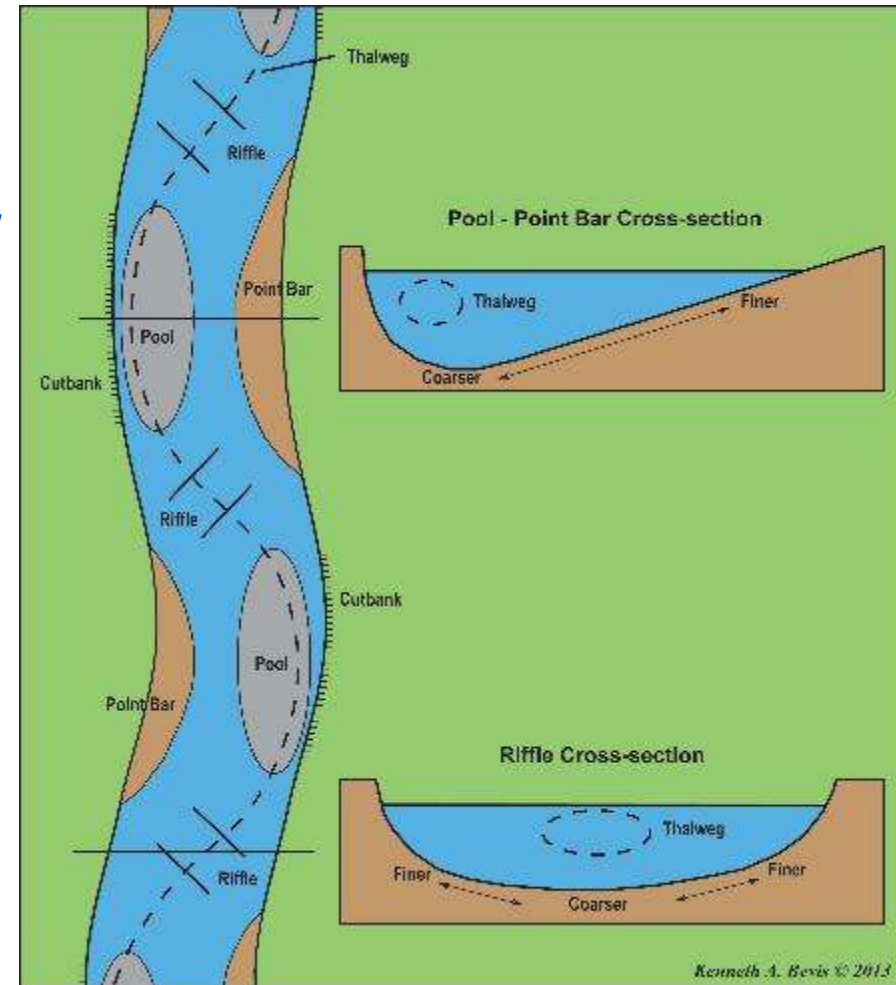
Η μεταφορά (*transportation*) διακρίνεται στην παροχή νερού (*water discharge*) και στην στερεοπαροχή (*stream load*), που γίνεται με

- κύλιση (*rolling*)
  - ολίσθηση ή σύρση (*sliding*)
  - αναπήδηση (*saltation*)
  - αιώρηση (*suspension*)
  - διάλυση (*solution*)
- μεταφορά αδρόκοκκων ιζημάτων πυθμένα (*bed load*)



## ευθύγραμμη κοίτη (*straight channel*)

- ελέγχεται από μία **ευθύγραμμη ασυνέχεια**
- ευθύγραμμη κοίτη δεν σημαίνει και ευθύγραμμη ροή
- **μεγαλύτερη ταχύτητα** πάνω από τα σημεία μεγαλύτερου βάθους

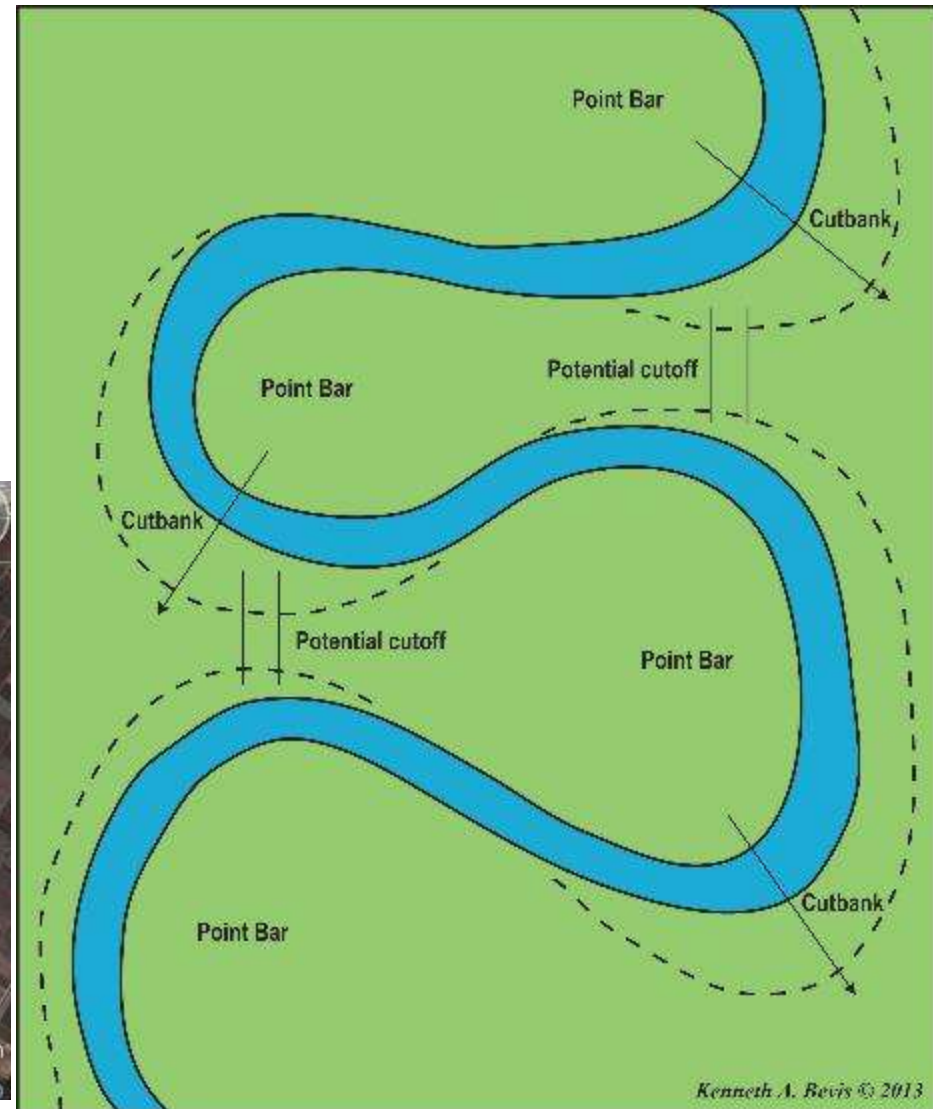


# μαιανδρική κοίτη (*meandering channel*)

οφείλεται στην μείωση της ταχύτητας ροής (λόγω *μικρής κλίσης*)



Πηγή: Google Earth (2012)

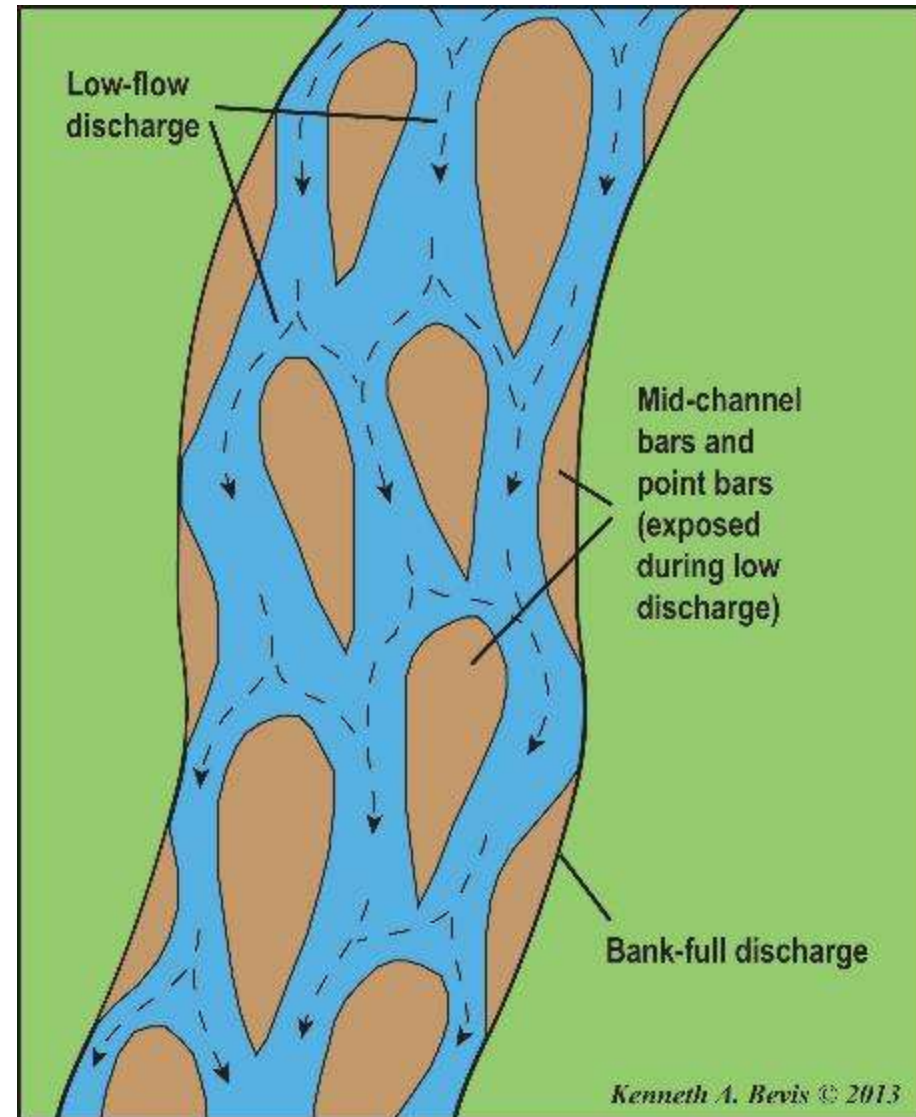


Πηγή: Bevis (2013)

# διακλαδιζόμενη ή πλεξοειδής κοίτη (*braided channel*)

διαχωρίζεται σε δύο ή περισσότερες κοίτες ανάμεσα σε **νησίδες αποθέσεων**, όταν η

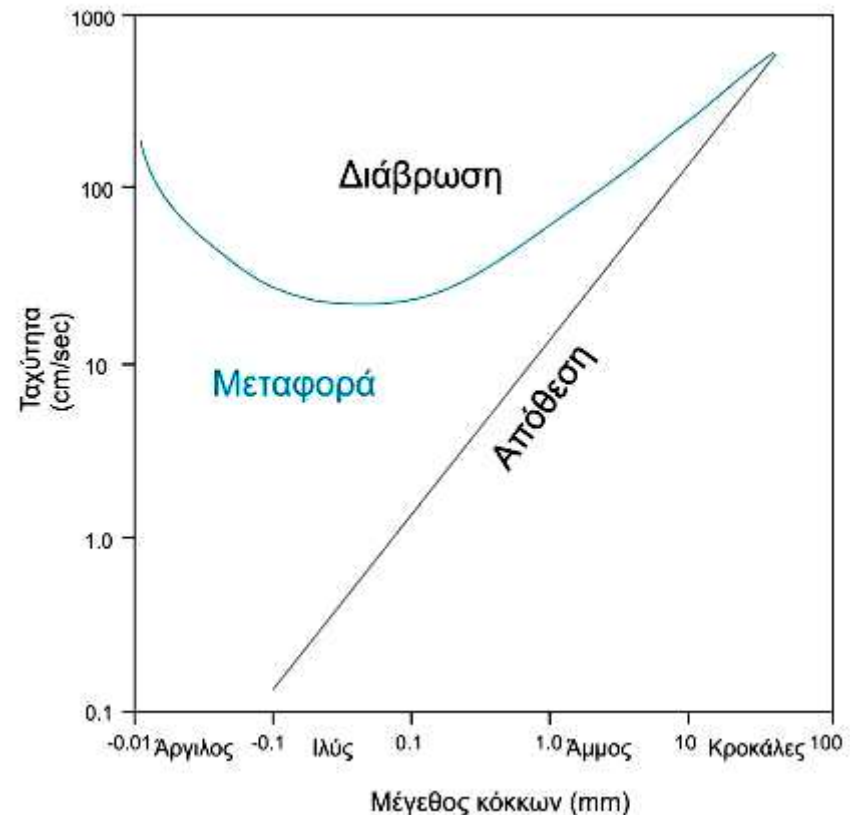
στερεοπαροχή είναι **αυξημένη**



ο ποταμός **αποθέτει** το φορτίο του όταν **μειώνεται** η ταχύτητά του ή η παροχή του

Μείωση μεταφορικής ικανότητας οφείλεται:

- αύξηση φορτίου
- μείωση όγκου νερού
- μείωση μορφολογικής κλίσης
- διαπλάτυνση κοίτης



Καμπύλες διάβρωσης – απόθεσης, που ορίζουν την κρίσιμη ταχύτητα

(Πηγή: Ευελπίδου, 2018)

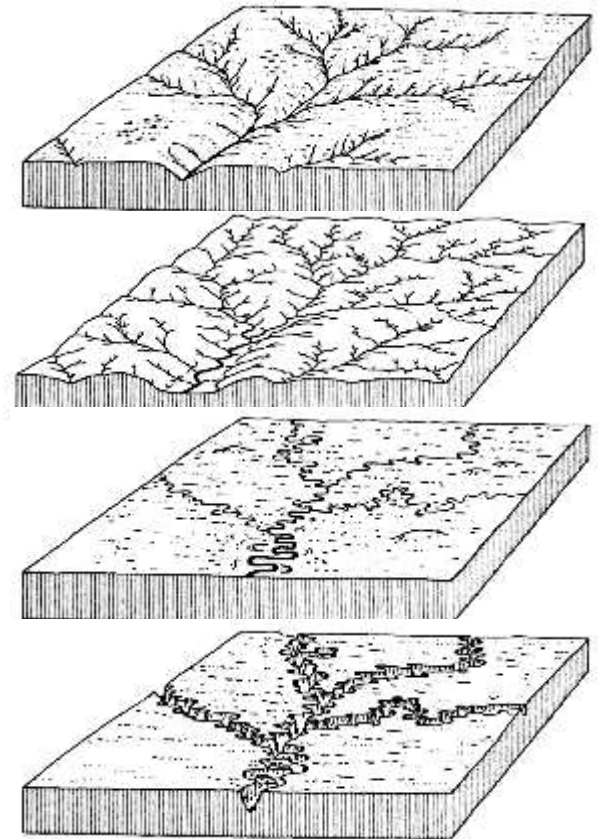
# Ποτάμιος κύκλος

Ο κύκλος διάβρωσης ενός υδρογραφικού δικτύου (*geographic cycle or cycle of erosion*) κατά Davis (1899) περιλαμβάνει 3 στάδια εξέλιξης:

- νεότητα (*youth stage*)
- ωριμότητα (*mature stage*)
- γήρας (*old age stage*)

εκτροπή ποτάμιου κύκλου

- αναγέννηση (*rejuvenation*)



## Γεωμορφές διάβρωσης (*Erosional Landforms*)

- κοιλάδα σχήματος V (*V-shaped valley*)
- αλληλοσυνδεόμενες ράχες (*interlocking spurs*)



Κοιλάδα σχήματος V στην Πίνδο



- σημεία κάμψης (*Knick-points*) (δηλαδή εμφάνιση καταρρακτών)
- φαράγγια (*gorges*)
- χύτρες γιγάντων (*potholes*)



Φαράγγι του Βίκου





# Γεωμορφές απόθεσης (*Depositional Landforms*)

- προσχωσιγενείς (πλημμυρικές) πεδιάδες (*floodplains*)
- φυσικά αναχώματα (*natural levees*)



Κοιλάδα και προσχωσιγενής πεδιάδα του Αώου ποταμού



Erosion on Kings River levee  
by U.S. Army Corps of Engineers Sacramento District

Φυσικό ανάχωμα στον Kings River-Sacramento, USA  
Πηγή: US Army Corps of Engineers

- διακλαδώσεις (*braiding*)
- δέλτα ποταμών (*delta*)
- αλλουβιακά ριπίδια (*alluvial fan*)



Πηνειός ποταμός: διακλαδώσεις και το δέλτα (πηγή: Google Earth)

Αλλουβιακό ριπίδιο Σκοτίνας Ολύμπου

# Σύνθετες γεωμορφές (*combined erosion & deposition landforms*)

- βυθίσματα & ράχες (*pools & riffles*)
- μαίανδροι & λίμνες αποκομμένων λοβών (*meanders & ox-bow lakes*)
- ποτάμιες αναβαθμίδες (*river terraces*)



Ράχες στον Πηνειό ποτ.



Τα Τέμπη του Νέστου ποτ.



Αναβαθμίδες στον Πορταϊκό

# Εφαρμογές ποτάμιας γεωμορφολογίας

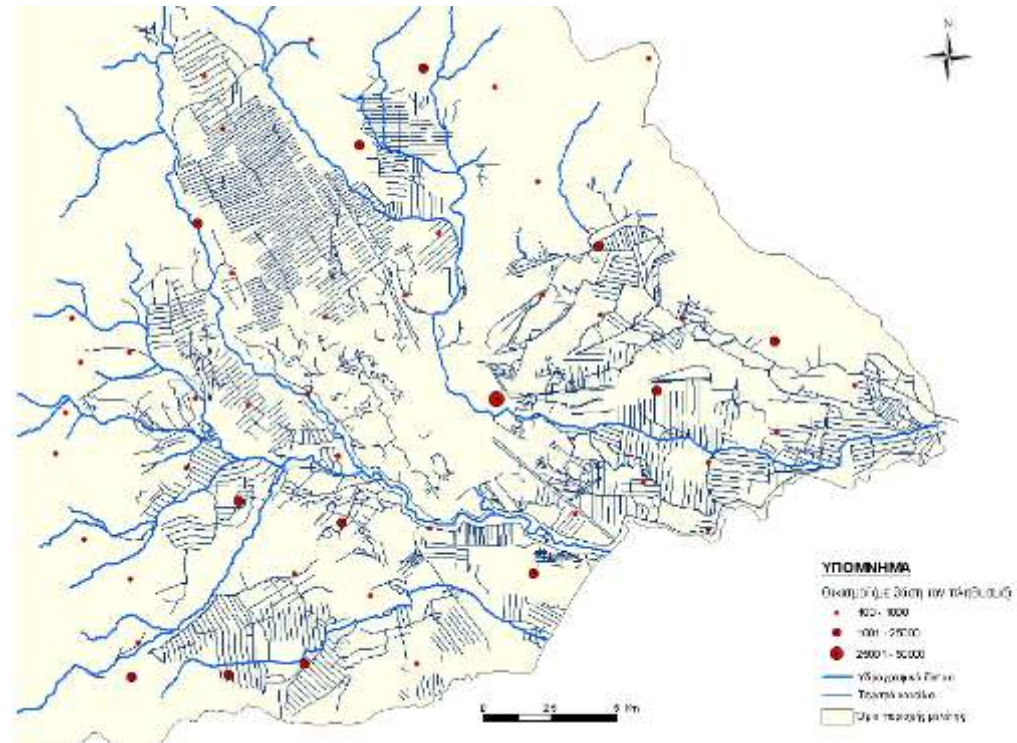
## Διαχείριση υδάτινων πόρων Καθορισμός θέσεων λιμνοδεξαμενών



Λιμνοδεξαμενή Λογγά, Ληθαίος ποταμός (2005)

# Διαχείριση υδάτινων πόρων

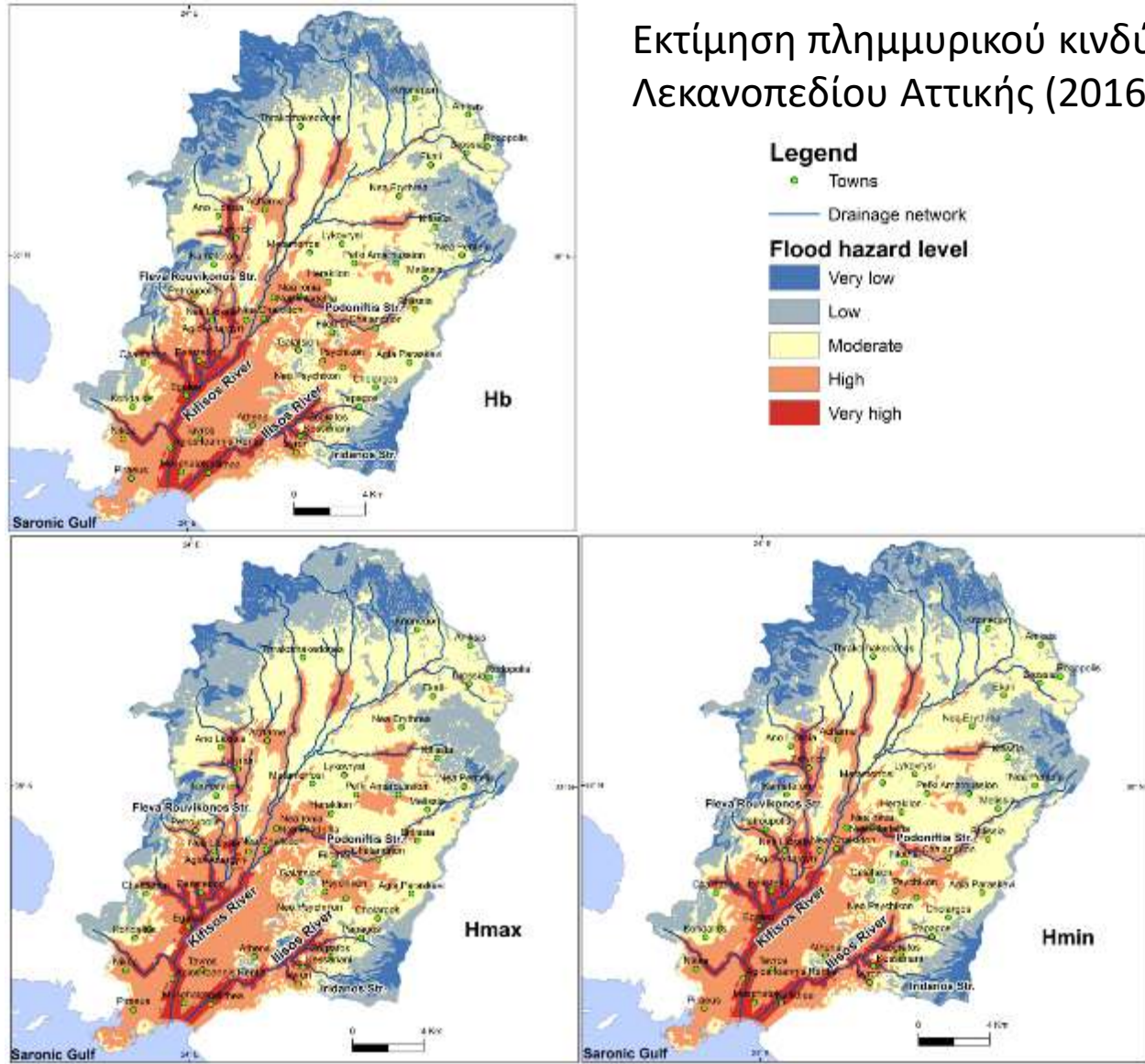
## Σχεδιασμός εγγειοβελτιωτικών έργων – αρδευτικών καναλιών



Πηνειός ποταμός (2005)

# Εκτίμηση πλημμυρικού κινδύνου

Εκτίμηση πλημμυρικού κινδύνου  
Λεκανοπεδίου Αττικής (2016)





# Παρακολούθηση, εκτίμηση, καταγραφή θέσεων αποληψιμότητας αδρανών υλικών



Πηνειός ποταμός (2017)



# Αναγνώριση παλαιοπεριβάλλοντων



Πηνειός ποταμός (2011)



# Βιβλιογραφία

- Bevis KA (2013). In the Playground of Giants, an Introduction to Physical Geology, WordPress Theme, <http://intheplaygroundofgiants.com/geology-basics-2/an-introduction-to-physical-geology/>.
- Davis WM (1899). The Geographical Cycle. *The Journal of the Royal Geographical Society of London*, 14 (5): 481-504.
- Horton RE (1945). Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geological society of America Bulletin* 56 (3): 275-370.
- Kirkham S (2019). Fluvial Geomorphology, <https://www.slideshare.net/wskirkham/fluvial-geomorphology>.
- Shiklomanov I (1993). World fresh water resources. In: *Gleick P.H. (ed) Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*, Oxford University Press, New York.
- Strahler A, Strahler A (2002). *Physical Geography*, Wiley.
- Strahler AN (1952). Hypsometric (Area Altitude) Analysis of Erosional Topology. *Geological Society of America Bulletin*, 1117-1142.
- USGS (2107). The Water Cycle, <http://water.usgs.gov/edu/watercycle.html>.
- Γκουρνέλος Θ, Βερυκίου Ε, Μπαθρέλλος Γ (2008). *Φυσική Γεωγραφία, Επιλεγμένες Εργαστηριακές Ασκήσεις*.
- Ευελπίδου Ν (2018). *Γεωμορφολογία, Εργαστηριακές Ασκήσεις*, Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.
- Τζαγκαράκης Π (2019). Η Εποχή του Λίθου στην Ελλάδα, Παλαιολιθική Εποχή, Κατοίκηση. <https://www.slideshare.net/PeterTzagarakis/ss-62032715>.

*Ευχαριστώ πολύ για την προσοχή σας*