



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

# Υδρογεωχημεία – Αναλυτική Γεωχημεία

Ενότητα 1: Γεωχημεία επιφανειακών νερών

Αριάδνη Αργυράκη

Σχολή Θετικών Επιστημών

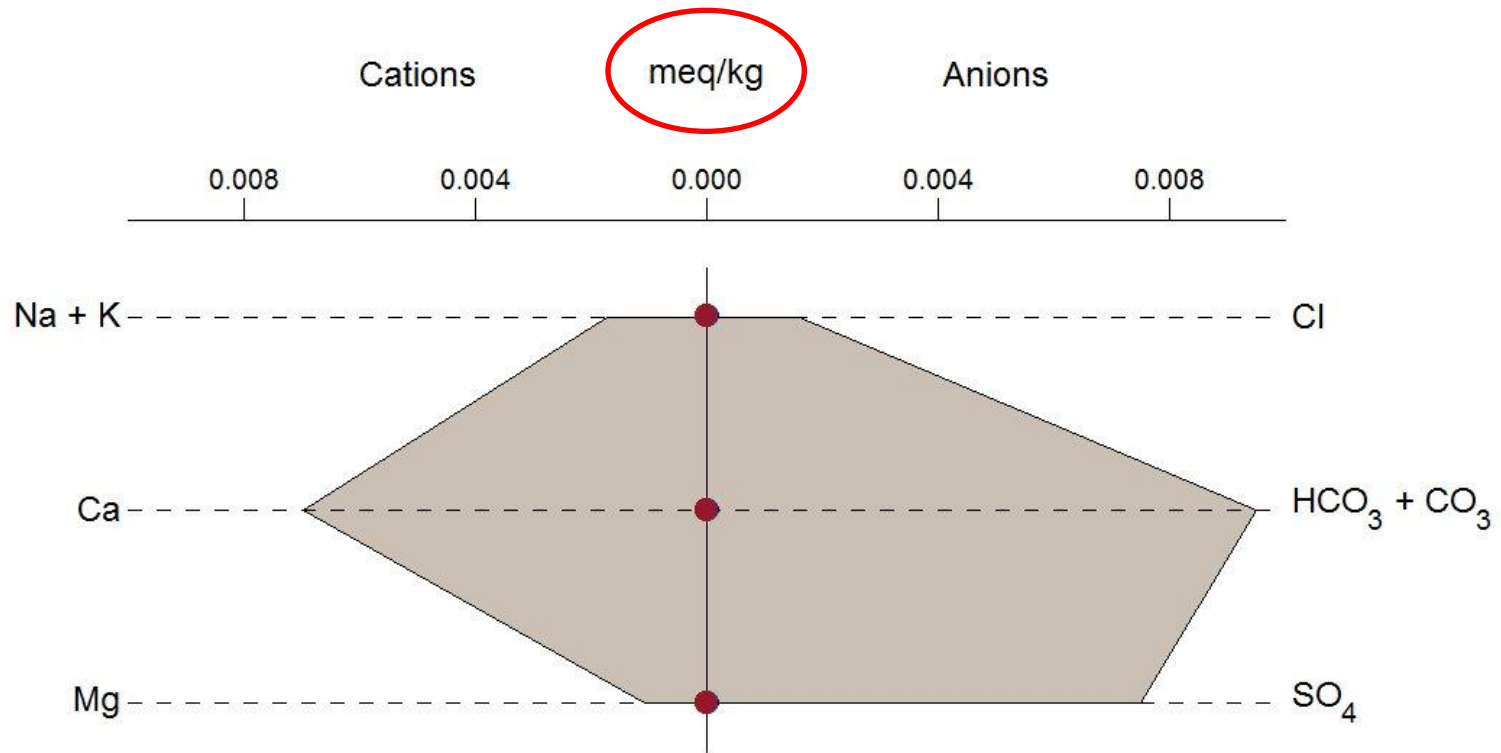
Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος

# Περιεχόμενα

- Συγκέντρωση κυρίων ιόντων σε φυσικά νερά
- Διαγραμματική απεικόνιση χημισμού νερών
- Τύποι νερού –ανάλογα με τα κύρια κατιόντα και ανιόντα που περιέχουν
- Διεργασίες ελέγχου χημισμού ποτάμιου νερού
- Σχέση χημισμού και χημικής αποσάθρωσης



# Διάγραμμα Stiff

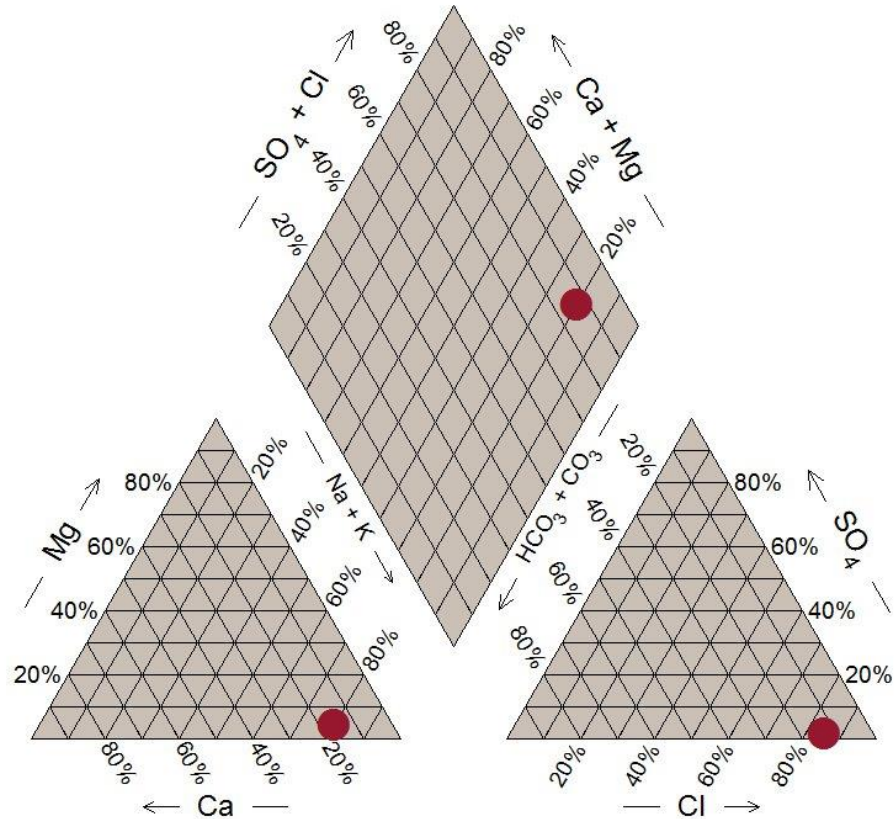


- Πολύγωνα χαρακτηριστικά για τον τύπο του νερού
- Περιορισμένη απεικόνιση λίγων μόνο παραμέτρων

Εικόνα 1

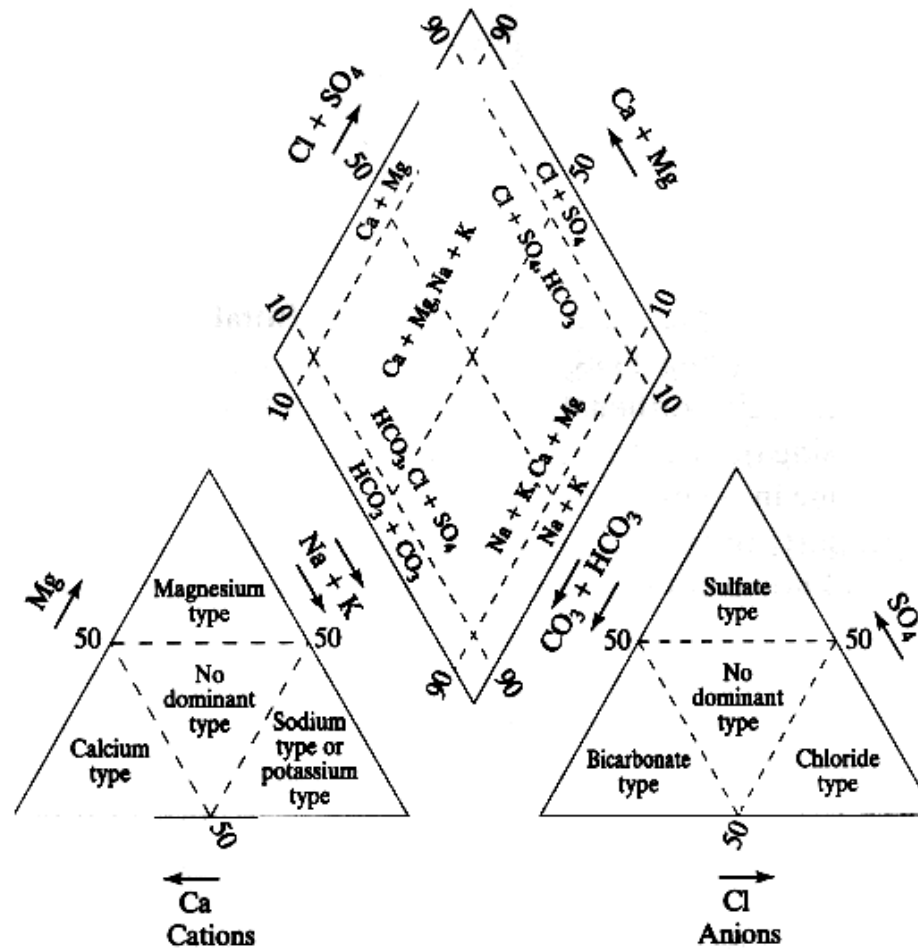
# Διάγραμμα Piper

1. Κατάταξη τύπου νερού
2. Εξακρίβωση ανάμιξης νερών υδροφορέων



Εικόνα 2

# Τύποι νερού στο διάγραμμα Piper

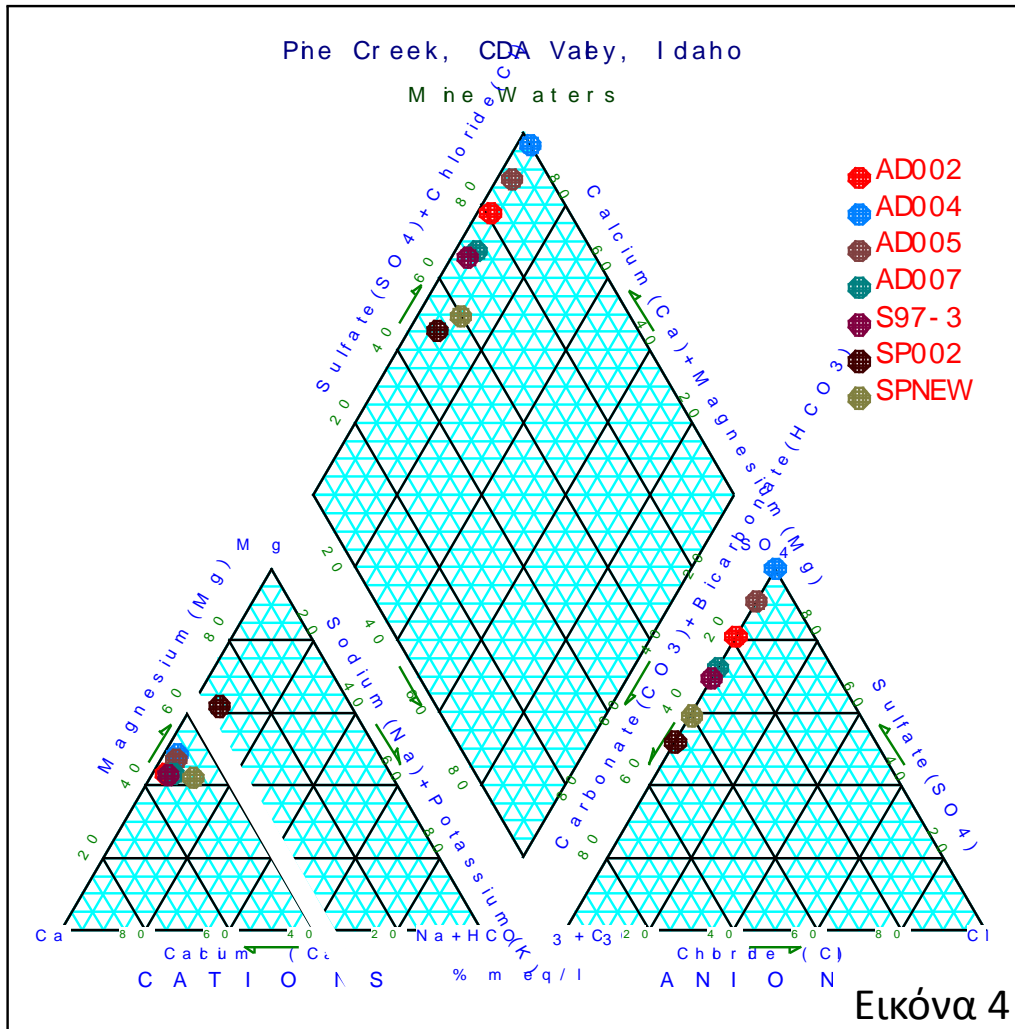


Εικόνα 3

# Παράδειγμα ανάμιξης νερού (1/2)

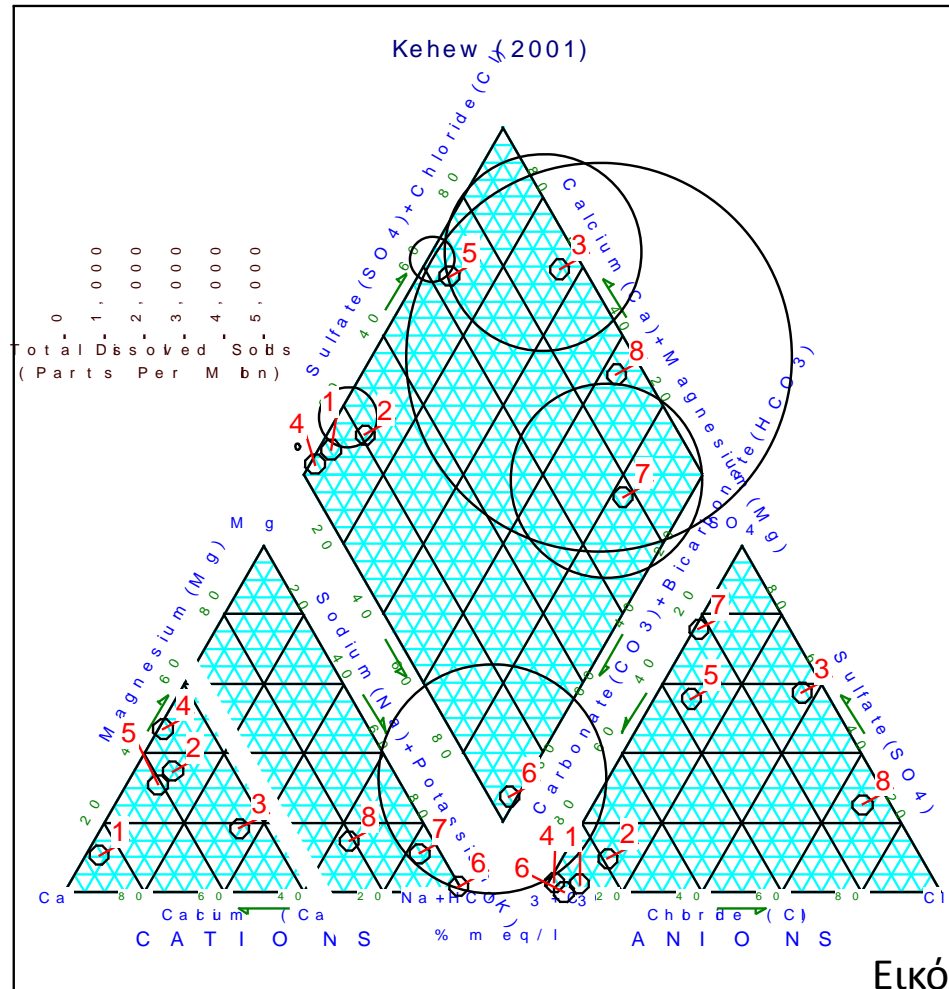
Παράδειγμα ανάμιξης νερού:

Προβολή χημισμού δειγμάτων νερού κατά μήκος ρέματος που επηρεάζεται από όξινη απορροή



# Παράδειγμα ανάμιξης νερού (2/2)

Δυνατότητα προβολής ολικών διαλυμένων στερεών με μορφή κύκλου μεταβαλλόμενης ακτίνας γύρω από κάθε δείγμα.

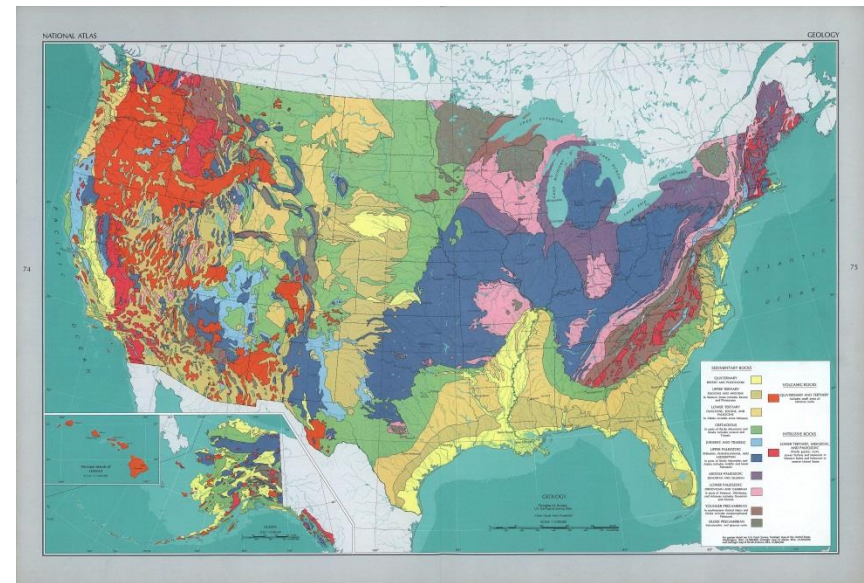


Εικόνα 5

# Κύριοι ποταμοί των ΗΠΑ



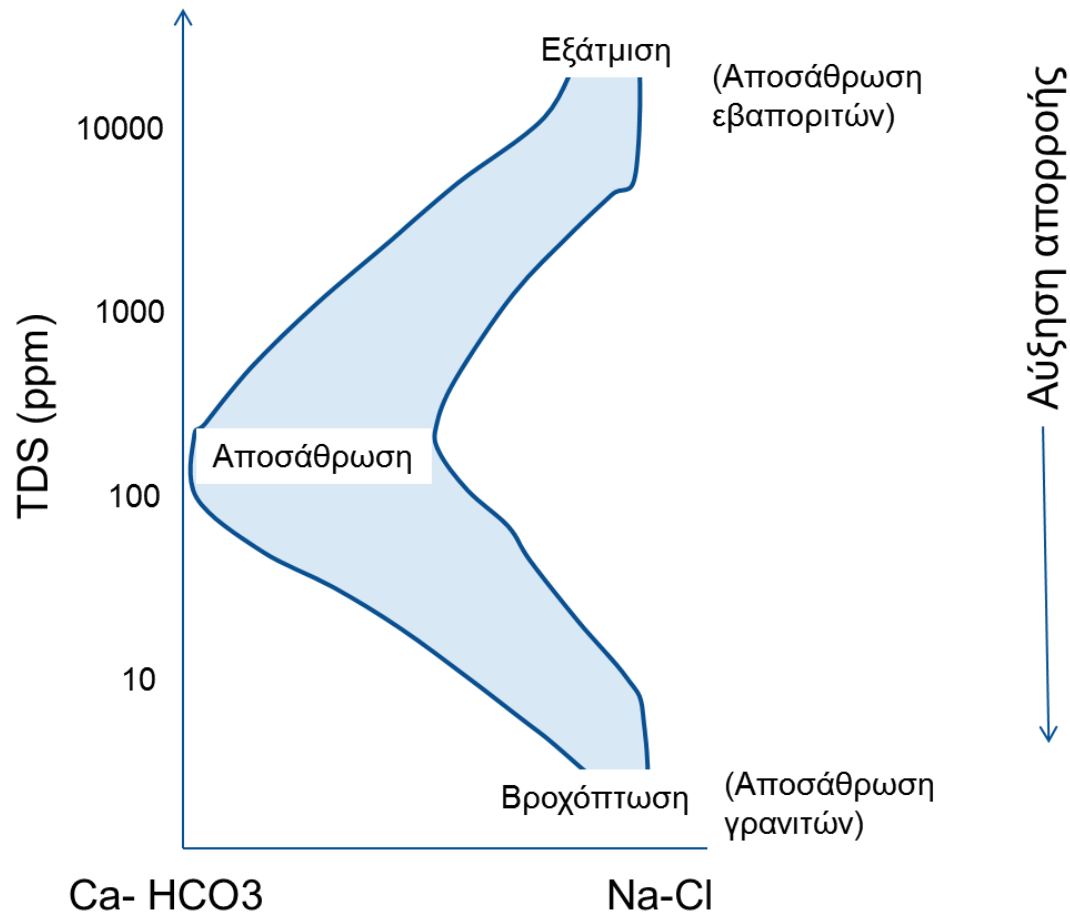
Εικόνα 6



Εικόνα 7



# Διεργασίες και χημισμός επιφανειακών νερών (Gibbs, 1970)



Εικόνα 8

# Κατάταξη ποτάμιου νερού (Stallard & Edmond, 1983)

Τύπος	Περ/τητα κατιόντων (μεq/L)	TDS (mg/L)	Πέτρωμα προέλευσης	Αναλογία ιόντων	Παράδειγμα
1	<200	<20	Αποσαθρωμένα πυριτικά	Υψηλό Si, χαμηλό pH, $Si/(Na+K) = 2$ Υψηλό $Na/(Na+Ca)$	Amazon
2	20-450	20-40	Πλούσια σε Si πυριγενή/ ιζηματογενή	Υψηλό Si, μέσο $Na/(Na+Ca)$	Orinoco, Zaire
3	450-3000	40-250	Θαλάσσια ιζήματα, ανθρακικά, θειούχα	$Na/Cl = 1,$ $(Ca+Mg)/(0.5HCO_3$ $+SO_4) = 1$ χαμηλό $Na/(Na+Ca)$	Τα περισσότερα ποτάμια
4	>3000	>250	Εβαπορίτες	$Na/Cl = 1,$ υψηλό $Na/(Na+Ca)$	Rio Grande

Πίνακας 1

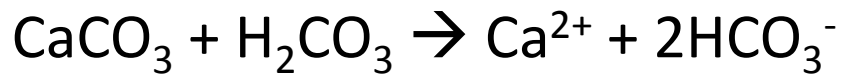


# Κύριες αντιδράσεις χημικής αποσάθρωσης

Τύπος (1), (2):



Τύπος (3):



Τύπος (4):



# Πηγές κυρίων ιόντων στο ποτάμιο νερό (%) (Bernier & Bernier, 1996)

Ιόν	Ατμόσφαιρα	Ανθρακικά	Πυριτικά	Εβαπορίτες	Ρύπανση
Ca <sup>2+</sup>	0.1	65	18	8	9
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	<<1	61	37	0	2
Na <sup>+</sup>	8	0	22	42	28
Cl <sup>-</sup>	13	0	0	57	30
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2	0	0	22	54
Mg <sup>2+</sup>	2	36	54	<<1	8
K <sup>+</sup>	1	0	87	5	7
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	<<1	0	>99	0	0

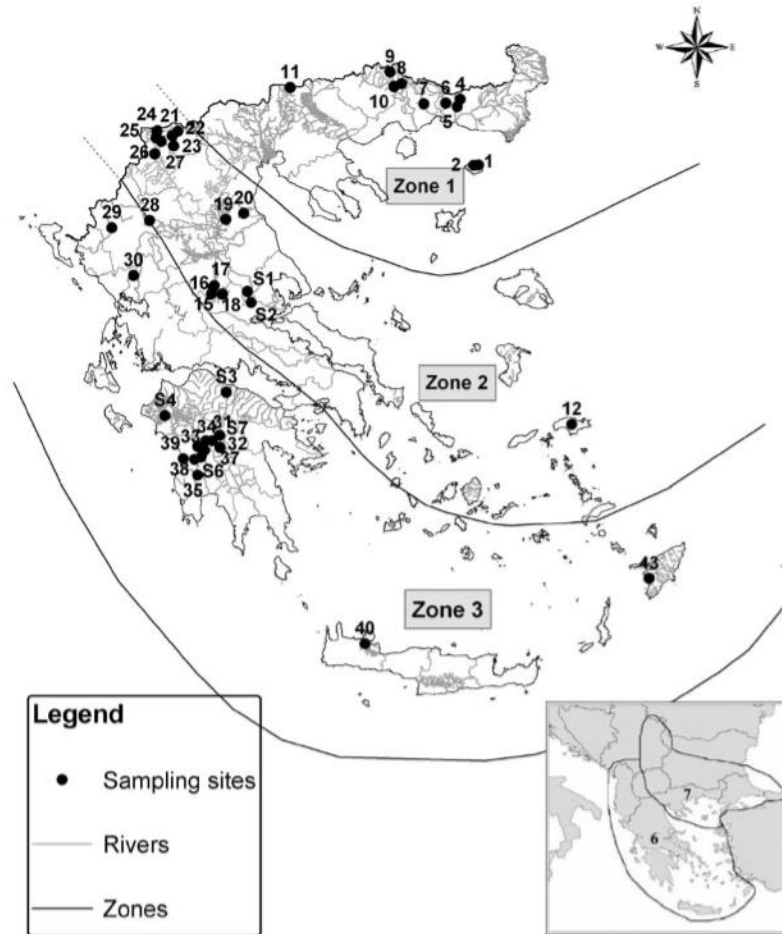
Πίνακας 2



Γεωχημεία επιφανειακών νερών

Ποιότητα υδάτων σε Ελληνικά ποτάμια

# Γεω-χημικές-κλιματικές ζώνες επιφανειακών υδάτων



Εικόνα 9

# Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας κατάταξης θρεπτικότητας ποταμών

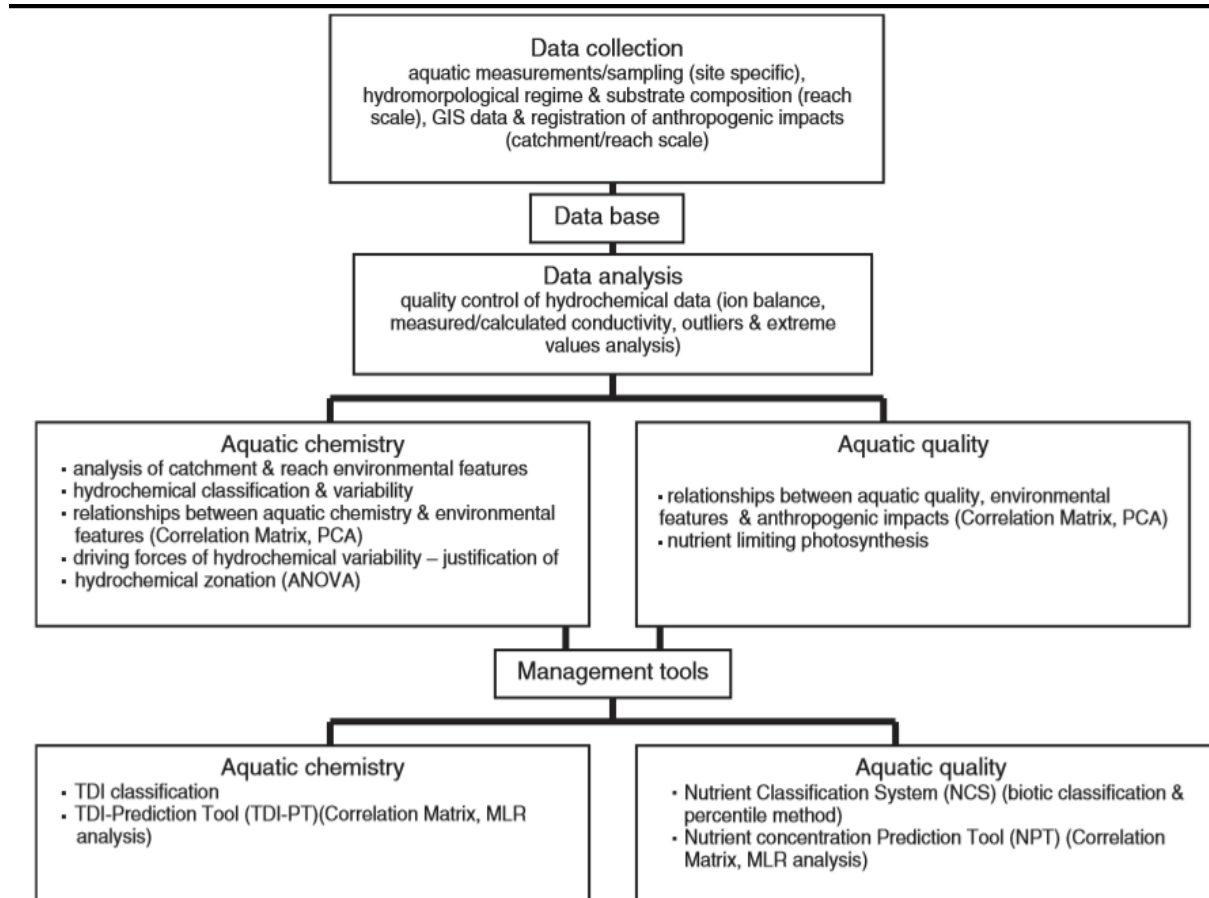
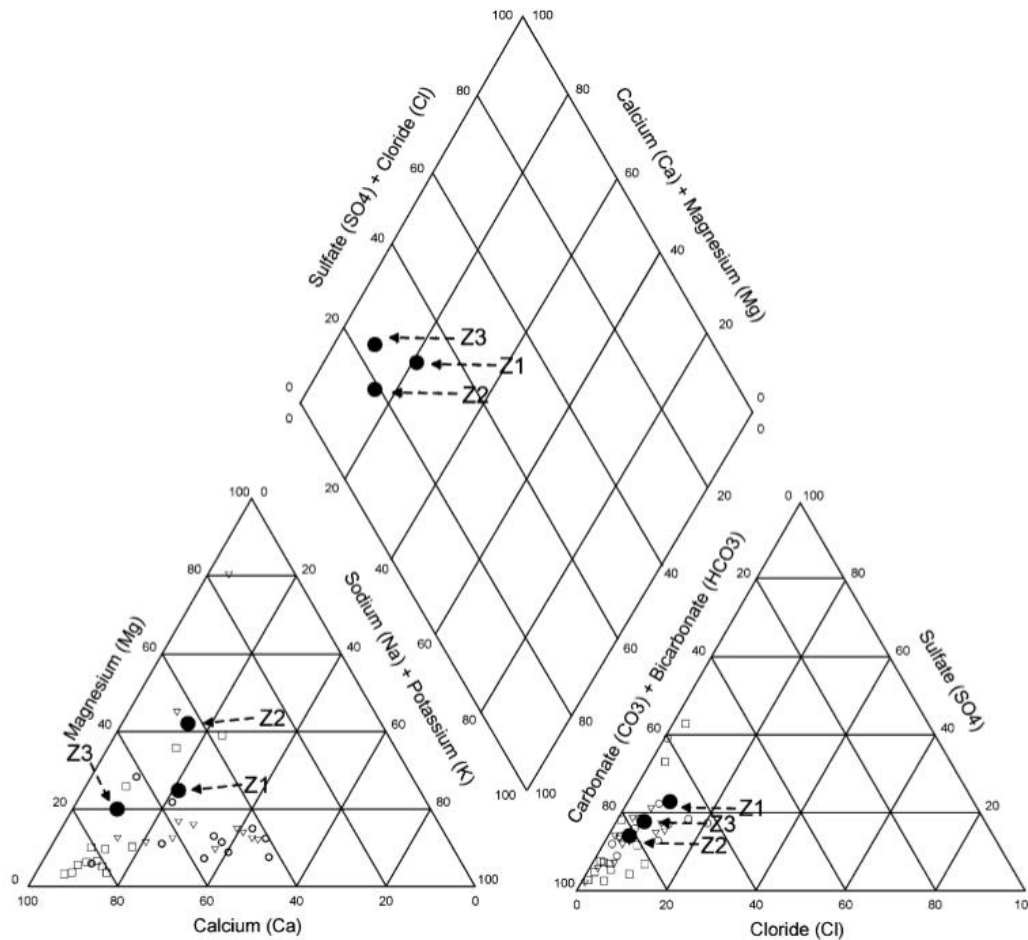


Fig. 3. Flow chart of the applied methodology.

Εικόνα 10



# Διάγραμμα Piper μέσης συγκέντρωσης κυρίων ιόντων των ποταμών κάθε ζώνης

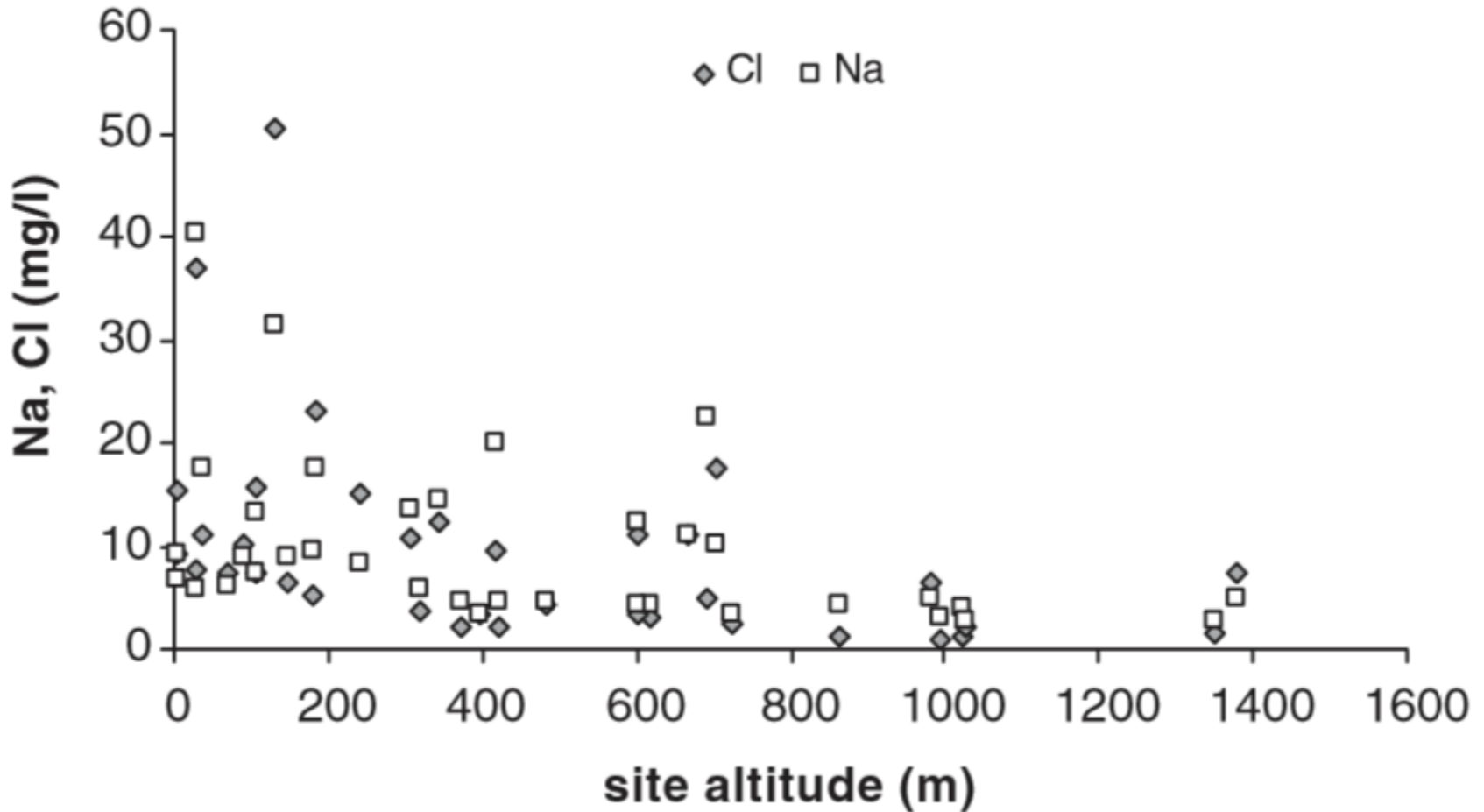


Εικόνα 11





# Μέση συγκέντρωση χλωρίου και νατρίου σε σχέση με το υψόμετρο



Εικόνα 12

# Τα Σχέδια Διαχείρισης- Οδηγία 2000/60 (1/2)

- Έγγραφο στρατηγικού σχεδιασμού το οποίο αντιστοιχεί σε ένα Υδατικό Διαμέρισμα και Ειδικότερα μεταξύ άλλων περιλαμβάνονται:
  - ◆ σύνοψη των σημαντικών πιέσεων και επιπτώσεων που ασκούν οι ανθρώπινες δραστηριότητες στα νερά,
  - ◆ το δίκτυο παρακολούθησης των νερών και τα αποτελέσματα της παρακολούθησης, από τα οποία φαίνεται **η οικολογική, η χημική και η ποσοτική κατάσταση** των υδάτων,
  - ◆ κατάλογο των περιβαλλοντικών στόχων που καθορίζονται για τα ύδατα,
  - ◆ περίληψη της οικονομικής ανάλυσης των χρήσεων του νερού,
  - ◆ περίληψη των προγραμματών μέτρων που θα θεσπιστούν.



# Τα Σχέδια Διαχείρισης- Οδηγία 2000/60 (2/2)

- Συνοδεύεται από μια μελέτη εκτίμησης των επιπτώσεων που θα έχουν στο περιβάλλον τα μέτρα που προβλέπεται να ληφθούν. Αυτή η μελέτη εκτίμησης ονομάζεται Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ).

Δικτυακός τόπος Υπουργείου Παραγωγικής Ανασυγκρότησης  
Περιβάλλοντος & Ενέργειας :

[http://wfd.ypeka.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=113&Itemid=19](http://wfd.ypeka.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=113&Itemid=19)



# Υδατικά διαμερίσματα Ελλάδας



Εικόνα 13



# Τέλος Ενότητας

Γεωχημεία επιφανειακών νερών

# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την 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.



Σημειώματα

# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0





# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Αριάδνη Αργυράκη, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια. «Υδρογεωχημεία-Αναλυτική Γεωχημεία. Γεωχημεία επιφανειακών νερών». Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<http://opencourses.uoa.gr/courses/GEOL103/>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.



# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/5)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 1: Διάγραμμα Stiff. Copyright Rockware Inc, 2004-2015. Σύνδεσμος:  
<http://www.rockware.com>

Εικόνα 2 : Διάγραμμα Piper Copyright Rockware Inc, 2004-2015. Σύνδεσμος:  
<http://www.rockware.com>

Εικόνα 3: Τύποι νερού στο διάγραμμα Piper. Copyright Elsevier B.V. Πηγή: Chemical Geohydrology, by Hanshaw B.B., 1965. In Advances in Hydroscience, Vol. 2. Academic Press, New York.

Εικόνα 4: Διάγραμμα Piper για δείγματα του Idaho. Copyright Texas A&M University. Πηγή: Visualization of Water Chemistry. Σύνδεσμος:  
<http://environmentalgeochemistry.pbworks.com>



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/5)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 5: Διάγραμμα Piper & TDS. Copyright Prentice-Hall Inc. , New Jersey. Πηγή: Applied chemical hydrogeology: Upper Saddle River. Edited by Kehew Alan, 2004

Εικόνα 6: Ποταμοί των ΗΠΑ. Copyright Enchanted Learning. Σύνδεσμος: <http://www.enchantedlearning.com>

Εικόνα 7: Γεωλογικός χάρτης των ΗΠΑ. Copyright U.S. Geological Survey. Σύνδεσμος: <http://podcast.sjrdesign.net>

Εικόνα 8: Διάγραμμα διεργασιών και χημισμού επιφανειακών νερών. Copyright American Association for the Advancement of Science, 2015. Πηγή: Mechanisms controlling world water chemistry. Edited by Gibbs R.J., 1970. In Science, 170:1088-1090



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/5)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 9 : Γεω-χημικές-κλιματικές ζώνες επιφανειακών υδάτων. Copyright Elsevier B.V. Πηγή: Analysis of factors driving stream water composition and synthesis of management tools-A case study on small/medium Greek catchments., by Skoulikidis N.Th et al. In Science of the Total Environment 362 (2006) 205–241

Εικόνα 10: Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας κατάταξης θρεπτικότητας ποταμών. Copyright Elsevier B.V. Πηγή: Analysis of factors driving stream water composition and synthesis of management tools-A case study on small/medium Greek catchments., by Skoulikidis N.Th et al. In Science of the Total Environment 362 (2006) 205–241



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/5)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## **Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες**

Εικόνα 11 : Διάγραμμα Piper μέσης συγκέντρωσης κυρίων ιόντων των ποταμών κάθε ζώνης. Copyright Elsevier B.V. Πηγή: Analysis of factors driving stream water composition and synthesis of management tools-A case study on small/medium Greek catchments., by Skoulikidis N.Th et al. In Science of the Total Environment 362 (2006) 205–241

Εικόνα 12 : Μέση συγκέντρωση χλωρίου και νατρίου σε σχέση με το υψόμετρο. Copyright Elsevier B.V. Πηγή: Analysis of factors driving stream water composition and synthesis of management tools-A case study on small/medium Greek catchments., by Skoulikidis N.Th et al. In Science of the Total Environment 362 (2006) 205–241

Εικόνα 13: Υδατικά διαμερίσματα Ελλάδας. Copyright ΥΠΕΚΑ, ΥΠΑΠΕΝ-Ειδική Γραμματεία Υδάτων. Σύνδεσμος : <http://wfd.ypeka.gr>



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/5)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Πίνακες

Πίνακας 1: Κατάταξη ποτάμιου νερού. Copyright John Willey & Sons, 1999-2015.  
Πηγή: Geochemistry of the Amazon 2. The influence of geology and weathering environment on the dissolved load, by Stallard R.F. & Edmond J.M. In J. Geophysical Res. 88 (1983) : 9671-9688.

Πίνακας 2: Πηγές κυρίων ιόντων στο ποτάμιο νερό (%). Copyright Prentice Hall, New Jersey. Πηγή: The Global Environment: Water, Air and Geochemical Cycles. Edited by Berner E.K. & Berner R.A., 1996.

