

# Εργαλεία διερεύνησης και αποκατάστασης ρυπασμένων εδαφών στην Κύπρο



Δρ Αντρέας Ζήσιμος  
Τμήμα Γεωλογικής επισκόπησης

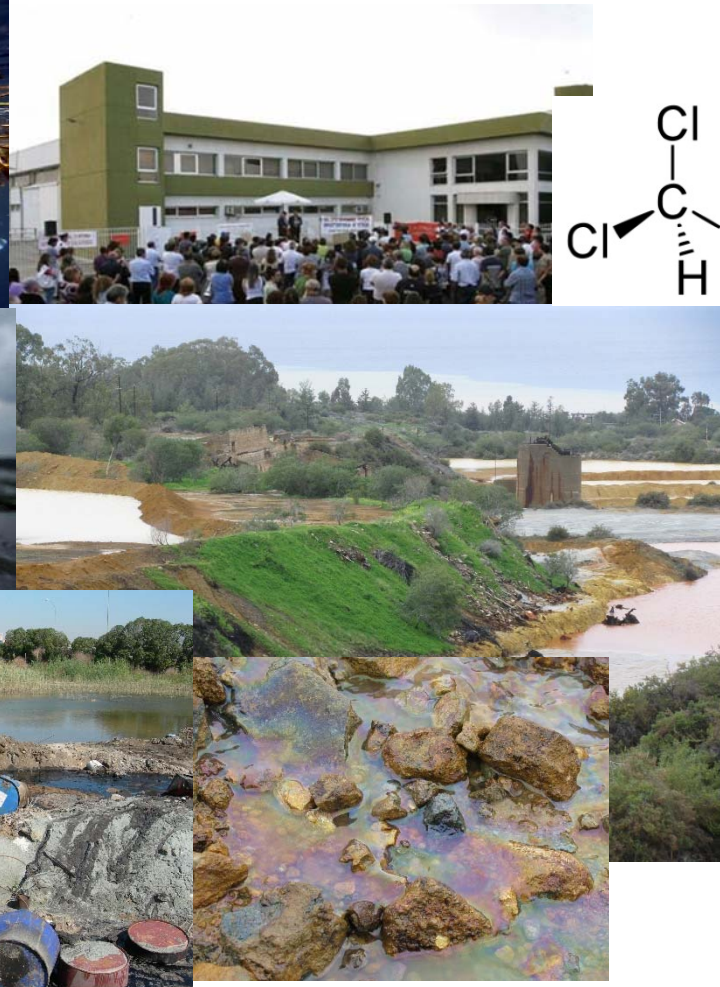
# Ρύπανση

- Ρύπανση είναι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος με κάθε παράγοντα (ρύπο) που έχει βλαπτικές επιδράσεις στους οργανισμούς

**Ορατή Ρύπανση**  
(αυτή που βλέπουμε)



**Αόρατη Ρύπανση**  
(βλέπουμε μόνο τις επιπτώσεις της  
πολλές φορές σε βάθος χρόνου)



# Ορισμός ρυπασμένης περιοχής

Ρυπασμένη περιοχή είναι μια **καλά καθορισμένη περιοχή** όπου **έχει επιβεβαιωθεί η παρουσία ρύπανσης** του εδάφους και αυτό **παρουσιάζει δυνητικό κίνδυνο** για τους ανθρώπους, τα νερά, τα οικοσυστήματα ή άλλους αποδέκτες. Μπορεί να απαιτούνται **μέτρα διαχείρισης κινδύνου** (π.χ. αποκατάσταση) ανάλογα με τη σοβαρότητα του κινδύνου δυσμενών επιπτώσεων σε αποδέκτες υπό την τρέχουσα ή προγραμματισμένη **χρήση γης**.

Δυνητικά ρυπασμένες περιοχές είναι χώροι όπου υπάρχει υποψία για ρύπανση του εδάφους αλλά δεν έχει **επαληθευθεί** και όπου πρέπει να διεξαχθούν **λεπτομερείς έρευνες για να εξακριβωθεί** εάν υπάρχει **απαράδεκτος κίνδυνος δυσμενών επιπτώσεων** στους αποδέκτες.

# Κόστος αποκατάστασης ρυπασμένων περιοχών

Project	Public / Private Sector	Pollution / Hazard	Regeneration Work	Time	Land use before / after	Cost million Euros
Limni Mine	Private	Mining wastes/ Chemical	Transfer of material (10 million cubic meters of tailings) back to the Mine, landscaping, site regeneration and soil cover, planting	2009-2011	<b>Industrial / Residential resorts</b>	<b>30</b>
Asbestos mine at Amiandos	Public	Mining wastes / carcinogenic fibres / chemical	Landscaping, road maintenance, ground layering, soil preparation, reforestation and maintenance of plants, maintenance of existing buildings, communal works	1995-2010	<b>Industrial / Recreational Park</b>	<b>9</b>
Chemical industries at Mari	Public Through a public Tender	Chemical / radioactive	Deconstruction of industrial site, cleaning of site and export of chemical and radioactive waste	2006-2007	<b>Industrial / Industrial</b>	<b>3</b>
Kokkinopezoula sulphite mine	Public	Mining wastes / chemical	Technical economic study of the site	2010	<b>Industrial / Recreational Park</b>	>1
Oil Refineries Larnaca		Chemical/hydrocarbons		2010	<b>Industrial / Residential</b>	?
<b>Total Cost</b>						<b>41</b>

# Εργαλεία

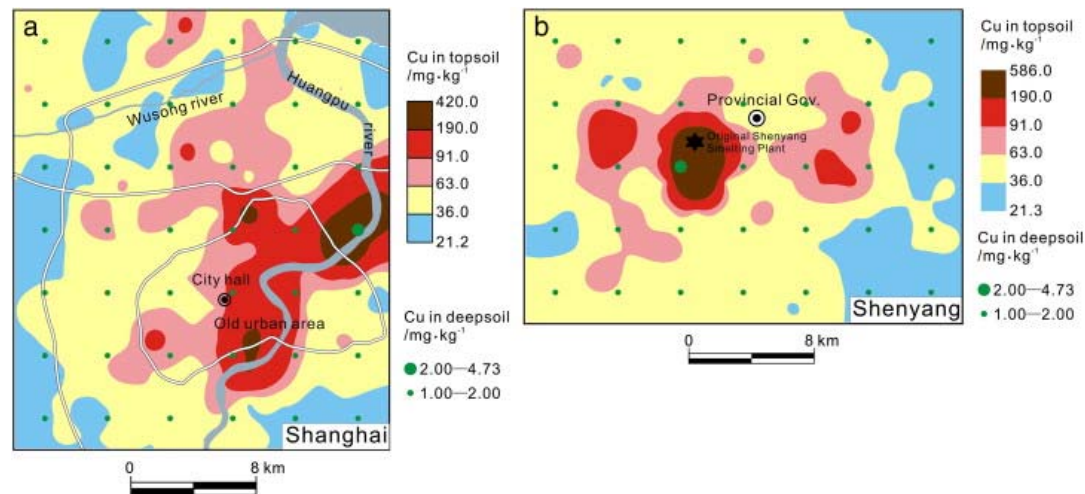
- **Γεωχημική χαρτογράφηση** - επίπεδα ανόργανων χημικών στοιχείων και οργανικών ενώσεων στα εδάφη.
- Καταγραφή δυνητικών πηγών ρύπανσης (**ιστορικό αρχείο**).
- **Πρωτόκολλα γεωχημικών διασκοπήσεων** για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, μελέτες υποβάθρου (baseline studies) και την παρακολούθηση των όρων γνωμάτευσης.
- **Καθορισμός οριακών τιμών** υποβάθρου βάσει των οποίων θα γίνεται η αναγνώριση και η αποκατάσταση ρυπασμένων περιοχών, η ανακύκλωση εδαφών και η αποζημίωση αν αυτό ενδείκνυται.
- Αποτελεσματική εφαρμογή νέου Νομοθετικού πλαισίου (περί της Εκτίμησης των περιβαλλοντικών Επιπτώσεων)



# Τι είναι η γεωχημική χαρτογράφηση των εδαφών;

Goldschmidt 1937: Γεωχημεία η επιστήμη που στοχεύει στη μελέτη, ποσοτικοποίηση και απεικόνιση της χημικής σύστασης της Γης και των μερών της.

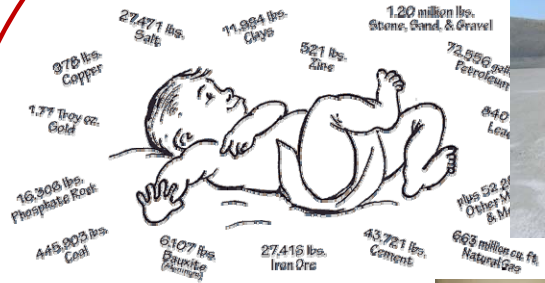
Γεωχημική χαρτογράφηση = Γεωχημεία με συντεταγμένες...



# Εφαρμογές

## Νέοι ορυκτοί πόροι

Every American Born Will Need...



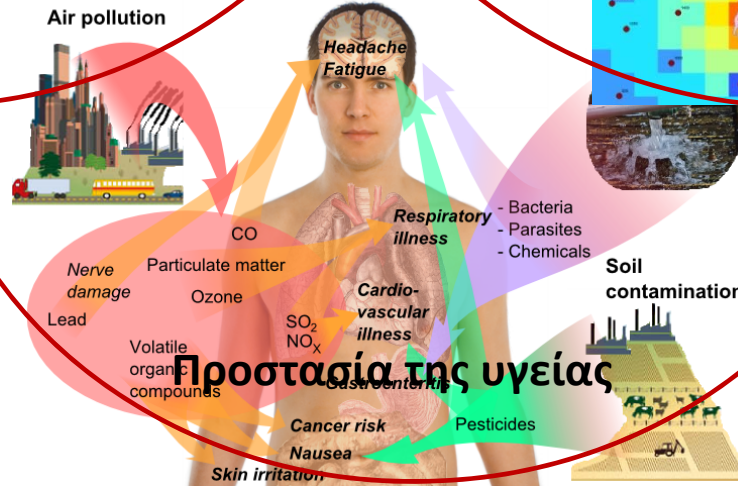
## Προστασία & Αποκατάσταση περιβάλλοντος



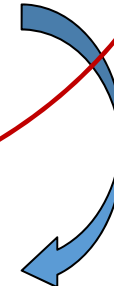
Γνώση του φυσικού γεωχημικού υποβάθρου



## Health effects of pollution



## Προστασία της υγείας



# Προγράμματα γεωχημικών χαρτογραφήσεων 2005-2018

**Ο Γεωχημικός Άτλαντας της Ευρώπης 2005** - Τεράστιο πρόγραμμα χαρτογράφησης όλων των γεωλογικών υπηρεσιών της Ευρώπης. Τα αποτελέσματα χαρτογραφούν το φυσικό γεωχημικό επίπεδο των χημικών στοιχείων σε ηπειρωτική κλίμακα. Αυτά τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν στη «Θεματική Στρατηγική για το Έδαφος». Πυκνότητα δειγματοληψίας **1 δείγμα ανά 5000 km<sup>2</sup>**

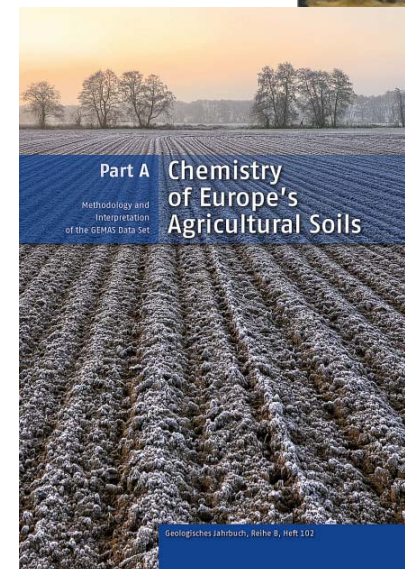
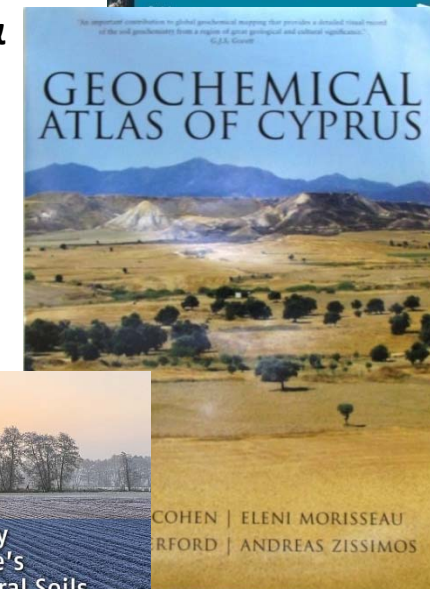
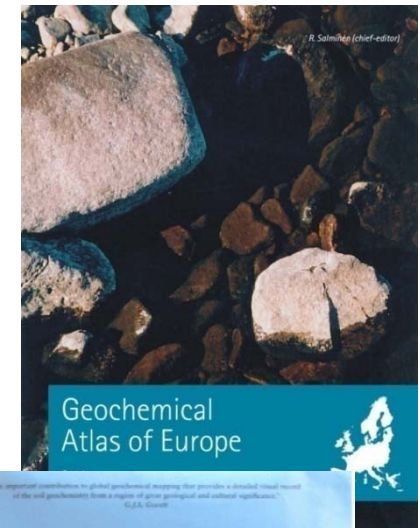
**Ο Γεωχημικός Άτλαντας της Κύπρου 2011** – Υλοποιήθηκε από το ΤΓΕ σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο της Νέας Νότιας Ουαλίας. Ένα μεγάλο πρόγραμμα γεωχημικής χαρτογράφησης των εδαφών της Κύπρου που για πρώτη φορά έδωσε ολοκληρωμένη εικόνα της διασποράς 60 χημικών στοιχείων στα εδάφη. Πυκνότητα δειγματοληψίας **1 δείγμα ανά 1 km<sup>2</sup>**.

**GEMAS 2013** - Η γεωχημική χαρτογράφηση των γεωργικών και κτηνοτροφικών εδαφών της Ευρώπης. Πυκνότητα δειγματοληψίας **1 δείγμα ανά 2500 km<sup>2</sup>**.

**URGE 2016** - Η Γεωχημική χαρτογράφηση αστικών περιοχών **Λευκωσίας**. Πυκνότητα δειγματοληψίας **4 δείγματα ανά km<sup>2</sup>**

**2018** - Η Γεωχημική χαρτογράφηση αστικών περιοχών **Λεμεσού**. Πυκνότητα δειγματοληψίας **4 δείγματα ανά km<sup>2</sup>**

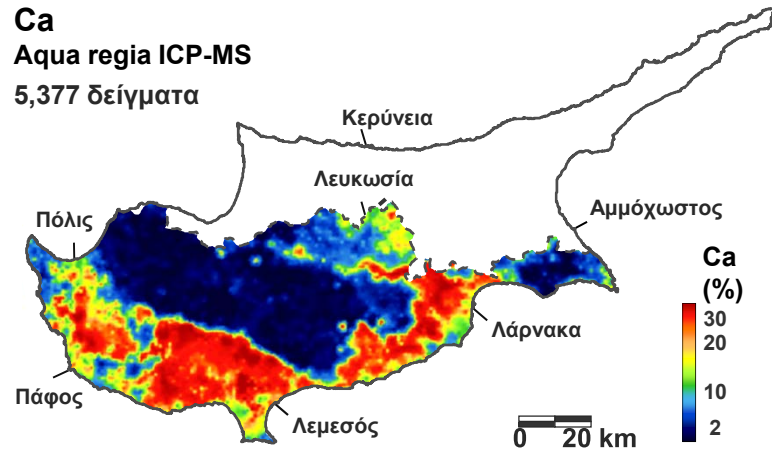
**2019** - Η Γεωχημική χαρτογράφηση αστικών περιοχών **Λάρνακας**;





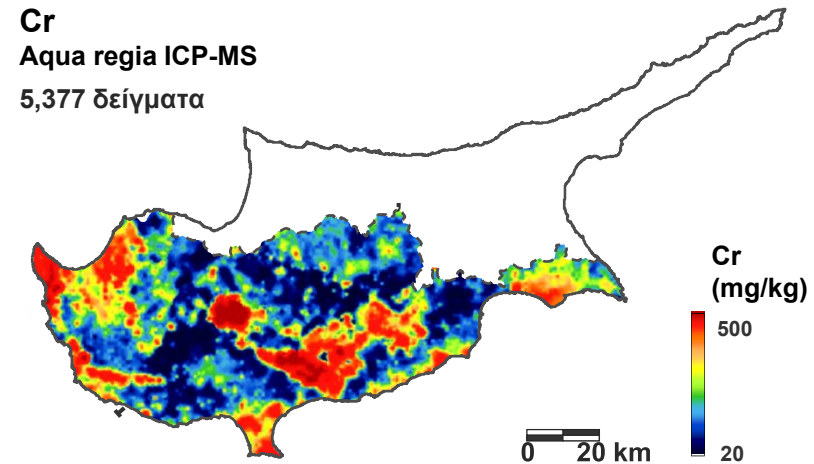
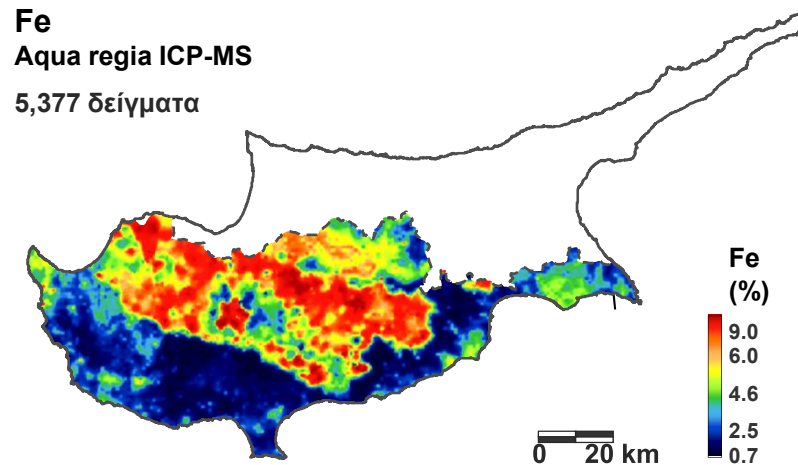
# Η διασπορά κύριων στοιχείων

## Επιφανειακά Δείγματα (0 – 25 cm)



### Οφιολιθικό σύμπλεγμα Τροόδους

- Ορίζοντας λαβών
- Σύστημα πολλαπλών φλεβών
- Πλουτώνια πετρώματα



# Cu

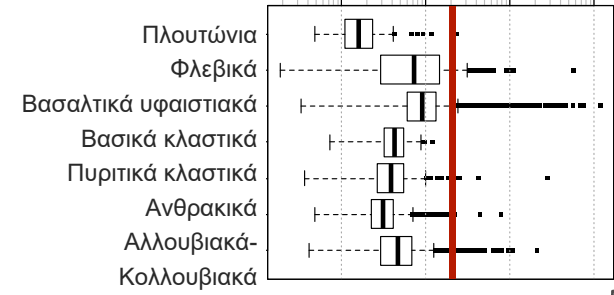
## Aqua regia ICP-MS

### Επιφανειακά Δείγματα (0 – 25 cm)

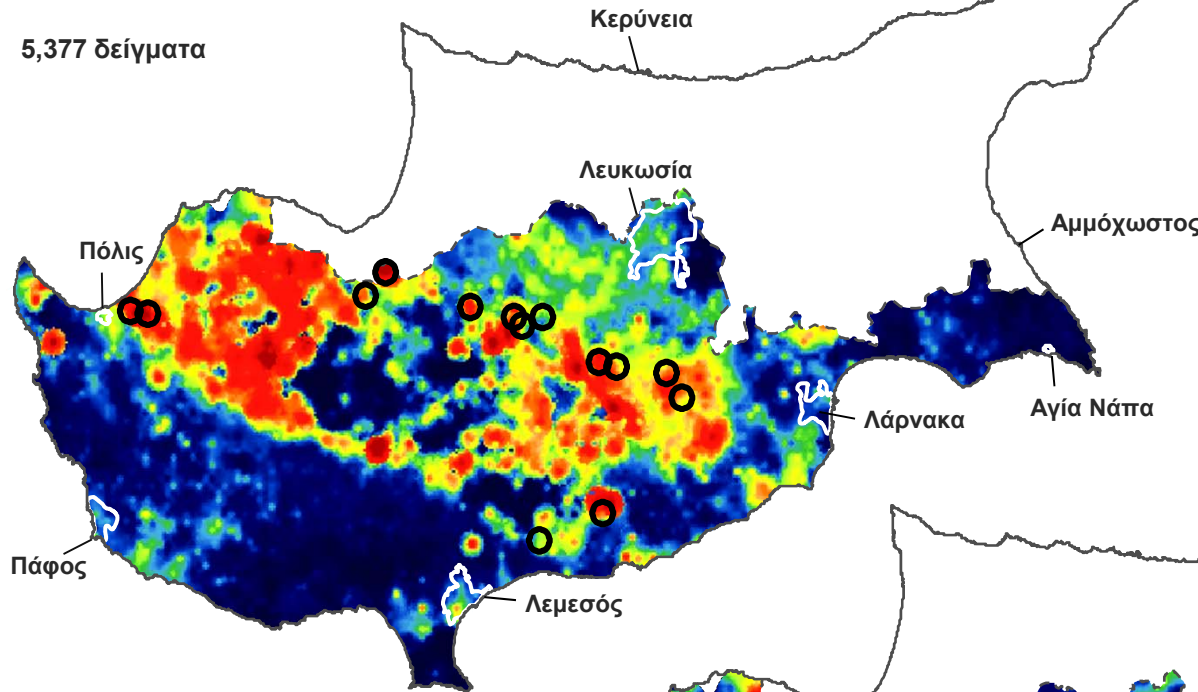
Επιφανειακά  
Εδάφη

Cu (mg/kg)

10 100 1,000 10,000



5,377 δείγματα



### Υπεδαφικά Δείγματα (50 – 75 cm)

Cu  
(mg/kg)

800  
220  
135  
115  
100  
75  
65  
55  
45  
35  
15

Ολλανδική  
Υπέρβαση

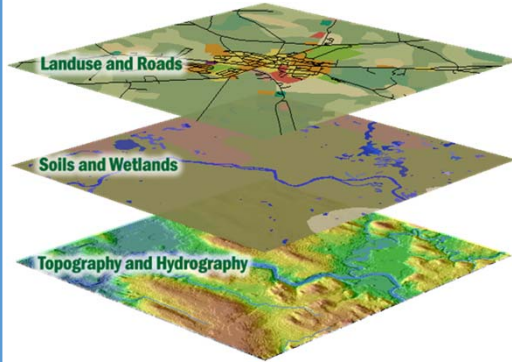
○ Μεταλλεία Cu

0 10 20 km

# Ροή εργασίας

Πειραματικό  
μέρος

Συλλογή πληροφορίας  
πεδίου



Συλλογή δειγμάτων

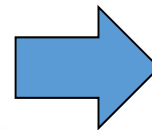
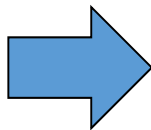


Ανάλυση δειγμάτων



Εργασία  
γραφείου

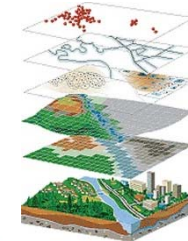
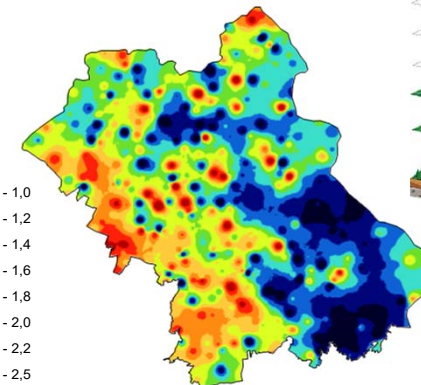
Στατιστική επεξεργασία  
πειραματικών δεδομένων



Χωρική επεξεργασία  
δεδομένων (GIS)

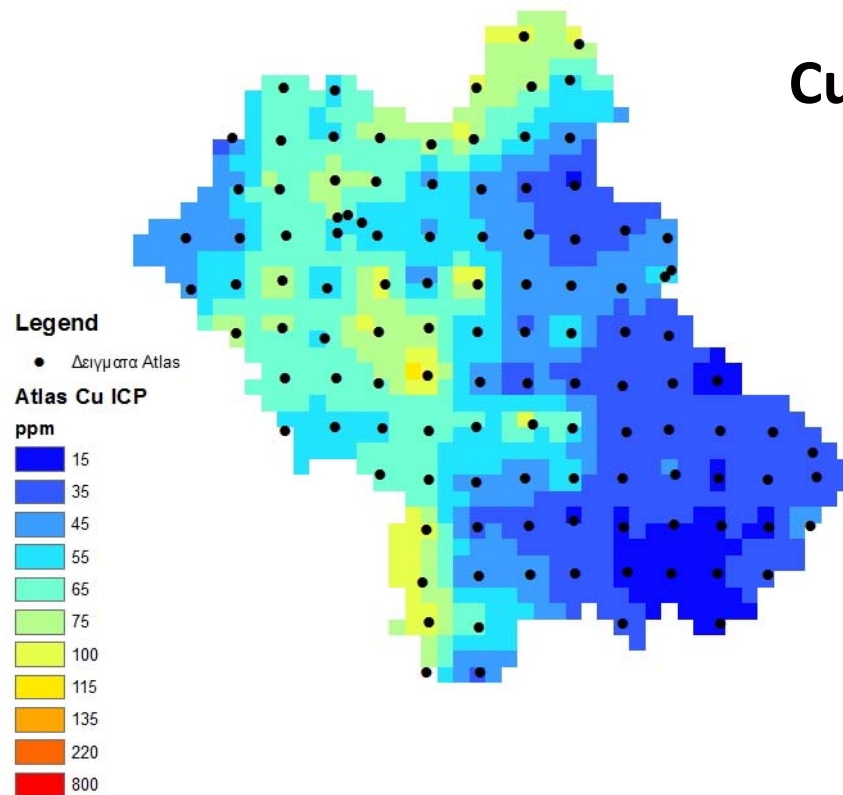
AI (%)

0,2 - 1,0
1,1 - 1,2
1,3 - 1,4
1,5 - 1,6
1,7 - 1,8
1,9 - 2,0
2,1 - 2,2
2,3 - 2,5
2,6 - 2,8
2,9 - 3,7



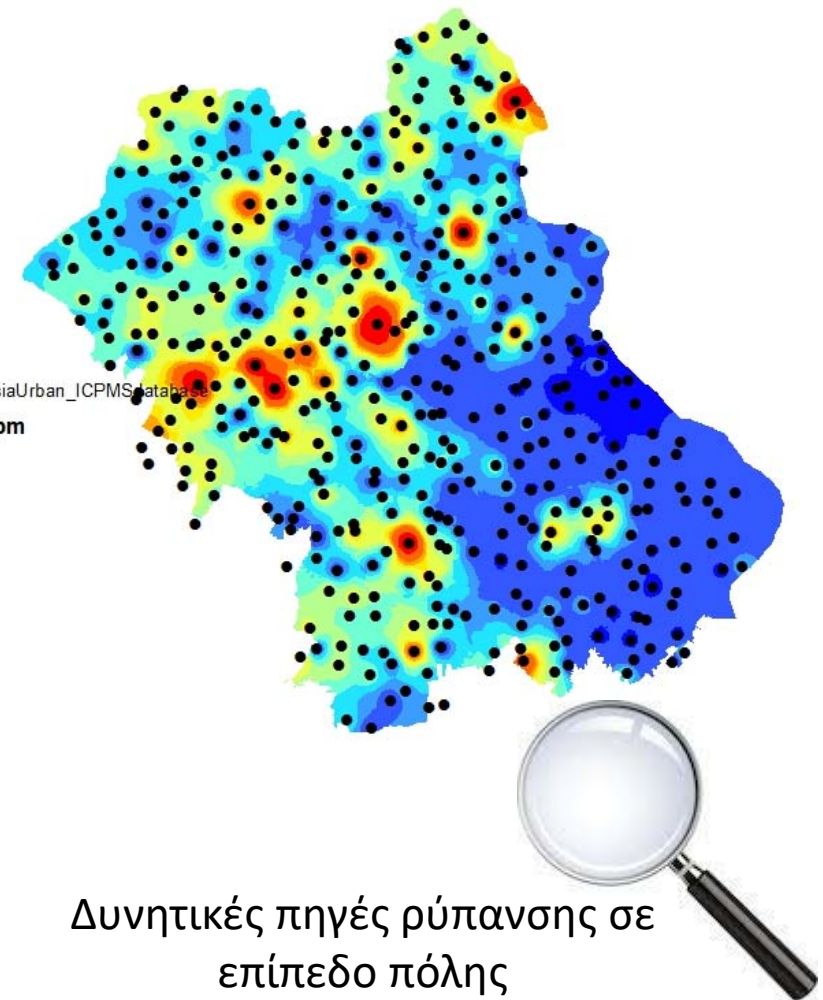


# Κλίμακα δειγματοληψίας και αποτέλεσμα



Γεωχημικό υπόβαθρο  
1 δείγμα ανά 1 km<sup>2</sup>

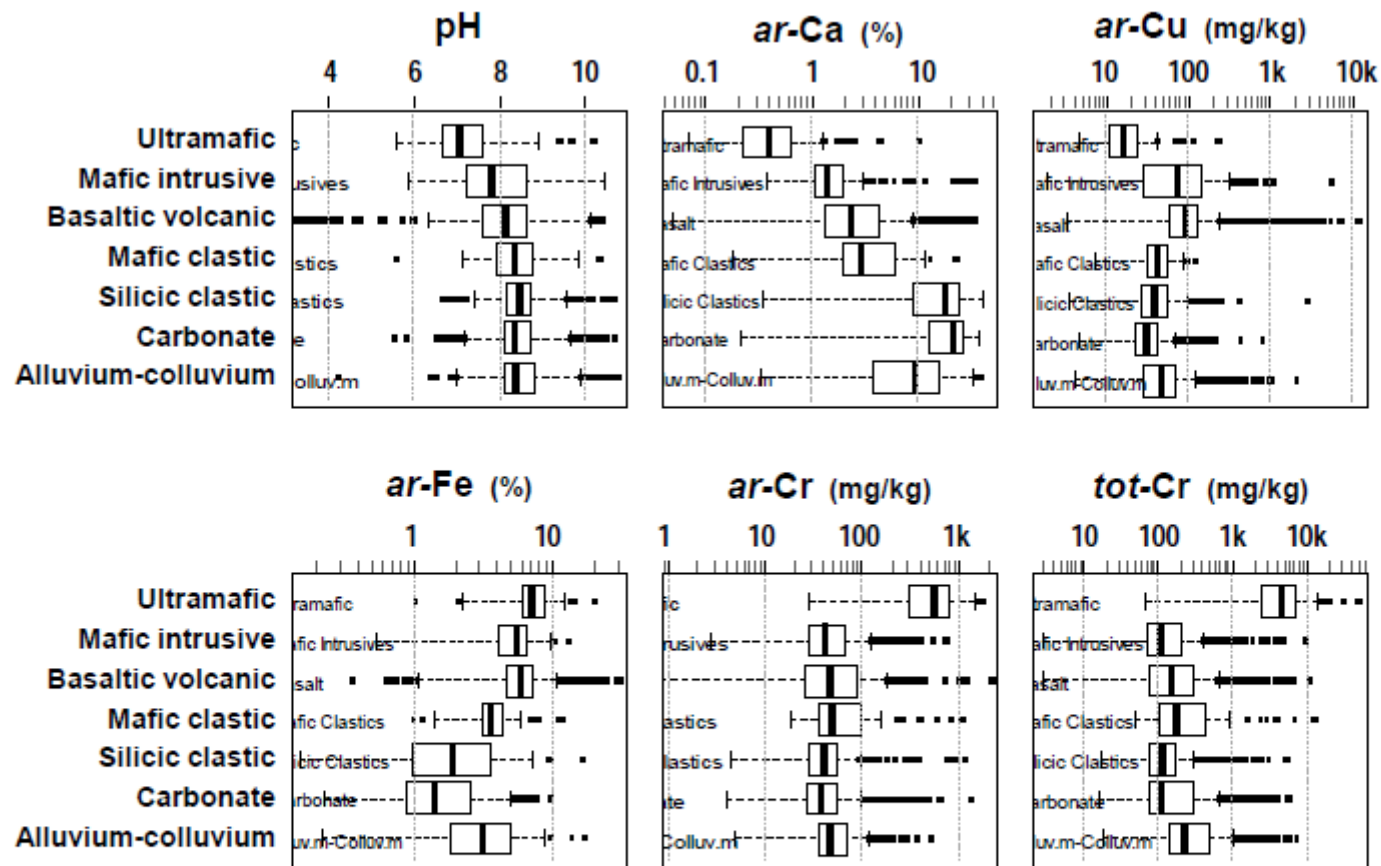
Cu ppm



Δυνητικές πηγές ρύπανσης σε  
επίπεδο πόλης  
4 δείγματα ανά km<sup>2</sup>

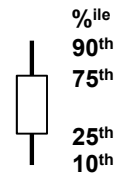
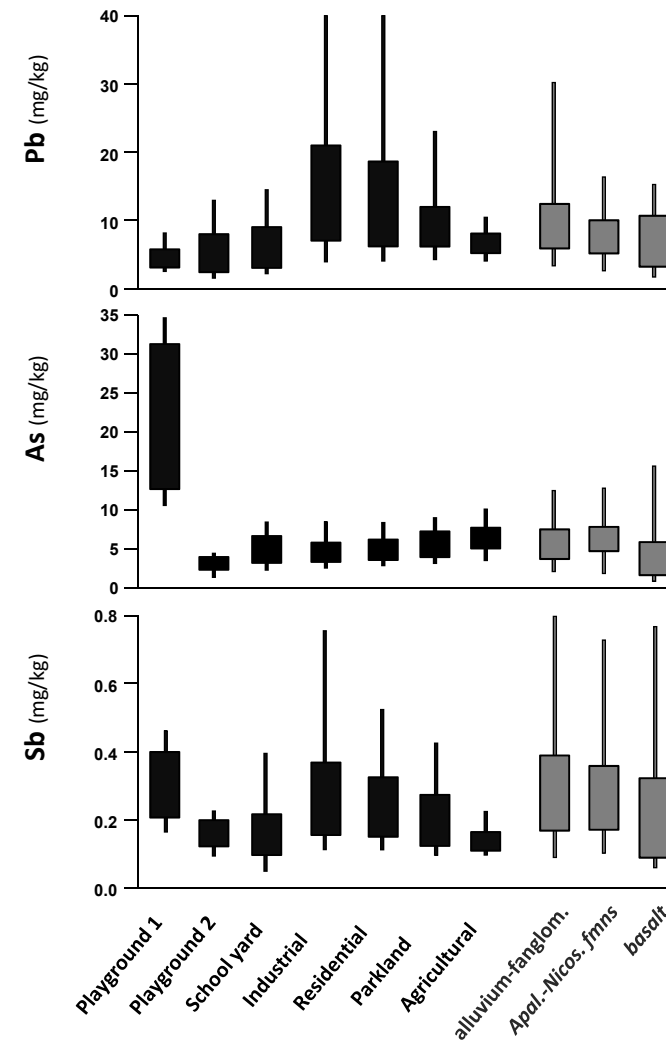
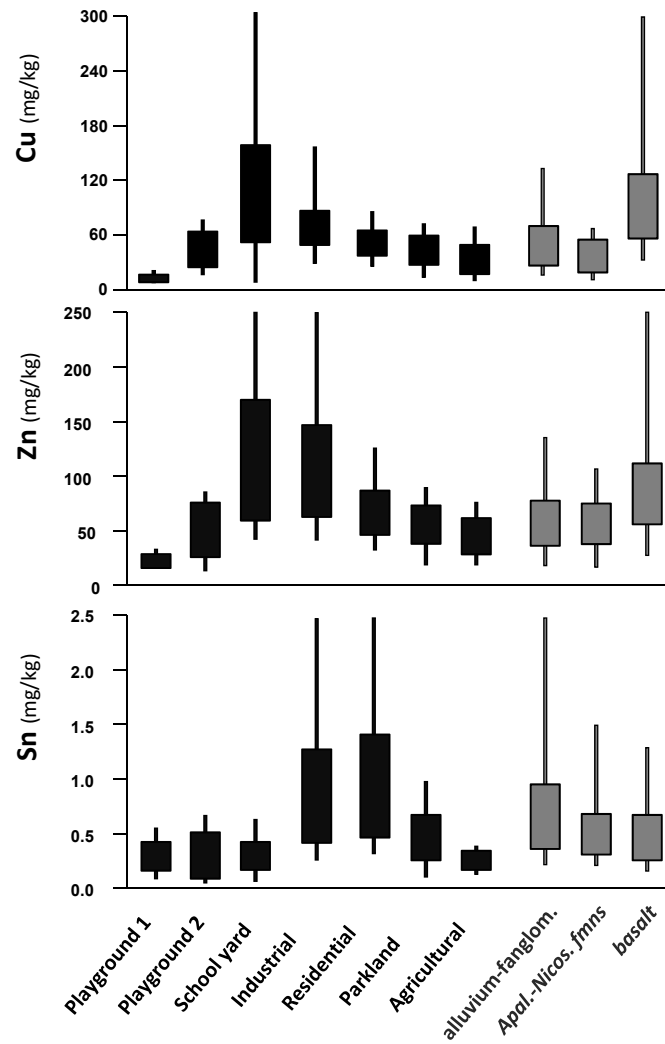


# Κατηγοριοποίηση με βάση την γεωλογία

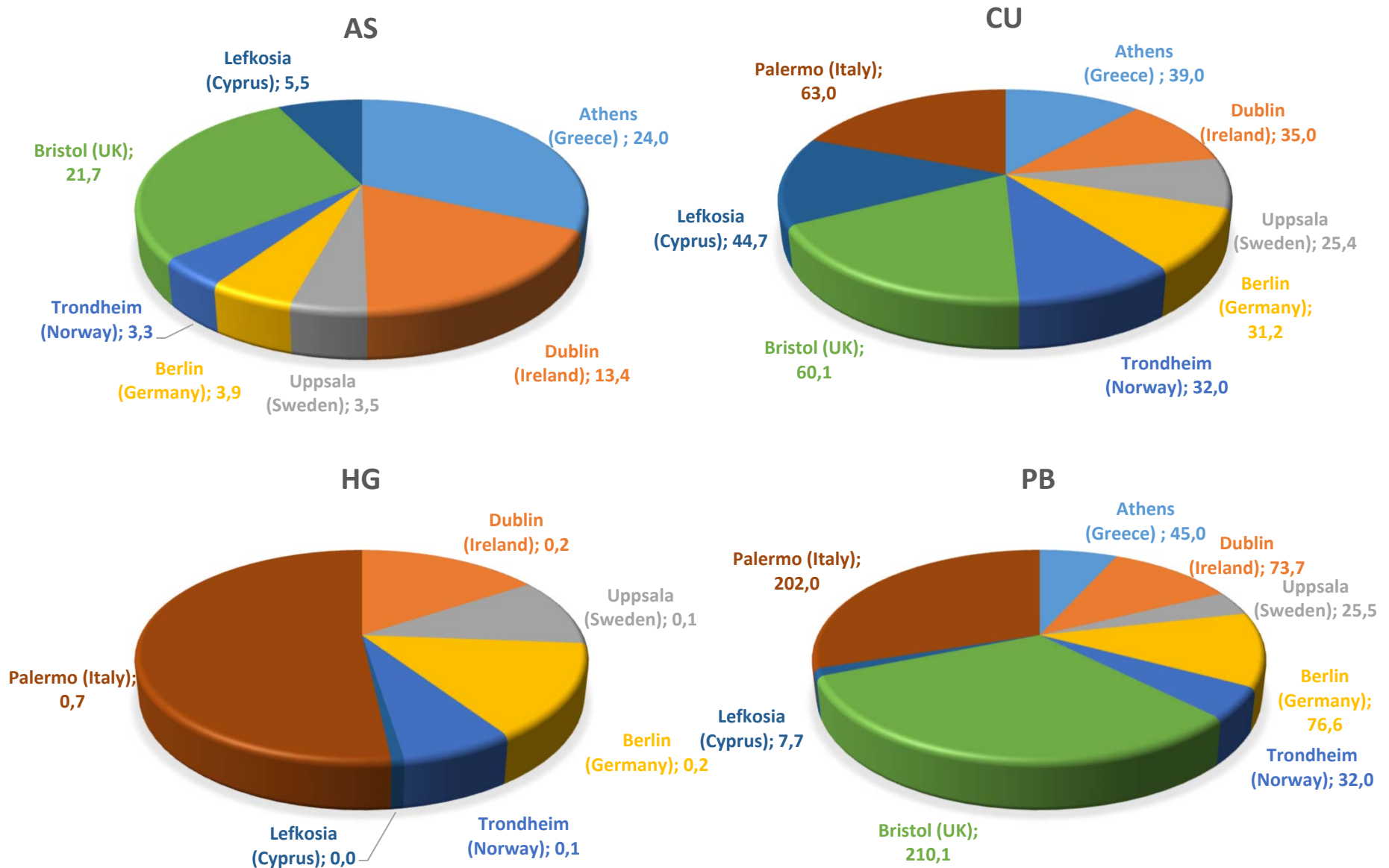


**Fig. 4. Comparative boxplots of the distributions of selected elements in top soil in the main divided by major lithological groups.**

# Κατηγοριοποίηση με βάση Vs χρήση γης



# Σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές πόλεις



**Διάμεσες συγκεντρώσεις (mg/Kg)**