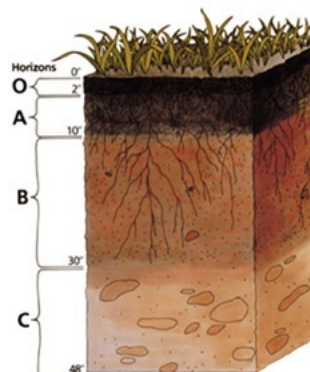




Το έδαφος και η σημασία του

- Χώρος στον οποίο ζουν και αναπτύσσονται τα φυτά, τα ζώα και οι άνθρωποι
- Παρέχει τροφή
- Μέσο δια του οποίου εμπλουτίζονται τα υπόγεια νερά
- Μικροοργανισμοί ανακυκλώνουν στοιχεία όπως είναι το άζωτο και ο άνθρακας
- Δημιουργείται με πολύ αργούς ρυθμούς μέσα από πολύπλοκες γεωλογικές διεργασίες
- Μη ανανεώσιμος πόρος



2015
International
Year of Soils

Η 68η Γενική Συνέλευση των Ηνωμένων Εθνών κήρυξε το 2015 Διεθνές Έτος των εδαφών



Πυλώνες προστασίας των εδαφών από την ρύπανση

- Σταδιακή αποκατάσταση υφιστάμενων ρυπασμένων περιοχών (παραδείγματα: μεταλλείο Λίμνης, περιοχή αποθήκευσης πετρελαιοειδών, περιοχή Ελληνικών Χημικών βιομηχανιών)
- Παρακολούθηση της ποιότητας των εδαφών σε σχέση με την ικανότητα τους να αναπληρώνονται, να διατηρούν τις ιδιότητες τους και να επιτελούν τις ζωτικές λειτουργίες τους
- Αποφυγή των αμαρτιών του παρελθόντος με την χρήση αναβαθμισμένων εργαλείων

Εργαλεία

- **Γεωχημική χαρτογράφηση** - επίπεδα ανόργανων χημικών στοιχείων και οργανικών ενώσεων στα εδάφη.
- Καταγραφή δυναμικών πηγών ρύπανσης (**ιστορικό αρχείο**).
- Προγράμματα **παρακολούθησης περιβαλλοντικών δεικτών** για τα εδάφη, πχ Οργανικός άνθρακας, παρακολούθηση των επιπτώσεων των κλιματικών αλλαγών
- **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.
- Ένταξη σε **νομοθετικό πλαίσιο** των πιο πάνω
- Αποτελεσματική εφαρμογή Νέου Νομοθετικού πλαισίου (περί της Εκτίμησης των περιβαλλοντικών Επιπτώσεων)

Τι είναι η γεωχημική χαρτογράφηση των εδαφών;

- Goldschmidt 1937: Γεωχημεία είναι η επιστήμη που στοχεύει στη μελέτη, ποσοτικοποίηση και απεικόνιση της χημικής σύστασης της Γης και των μερών της.
- Γεωχημεία με συντεταγμένες...
- Αποτελούσε ανέκαθεν εργαλείο εντοπισμού νέων ορυκτών πόρων (περιορισμένα σε τοπικά σημεία μεταλλευτικού ενδιαφέροντος) τα γεωχημικά δεδομένα δεν ήταν συγκρίσιμα μεταξύ τους.
- Με την ευαισθητοποίηση στα θέματα περιβάλλοντος έγινε πιο επιτακτική η ανάγκη για παρακολούθηση του γεωχημικού υποβάθρου.
- Ορόσημο ωστόσο για την ανάπτυξη της γεωχημικής χαρτογράφησης αποτέλεσε το δυστύχημα στο 4ο αντιδραστήρα του πυρηνικού σταθμού του Τσερνομπίλ στις 26 Απριλίου του 1986.
- Οι αρμόδιοι φορείς συνειδητοποίησαν ότι δεν υπήρχε αρκετή πληροφορία για να αξιολογήσουν την ζημιά.



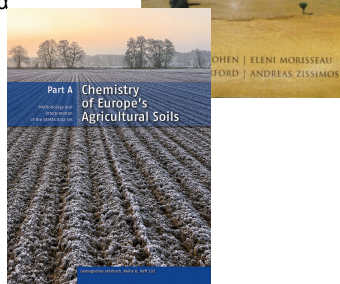
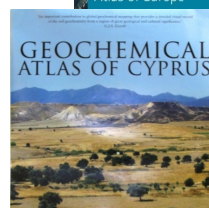
Προγράμματα γεωχημικών χαρτογραφήσεων 2005-2014

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 km²**

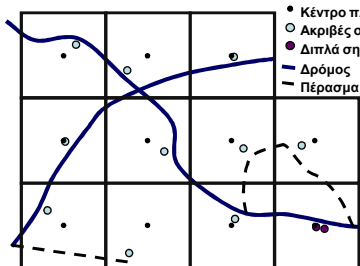
Ο Γεωχημικός Άτλαντας της Κύπρου 2011 – Υλοποιήθηκε από το ΤΓΕ σε συνεργασία με το Πανεπιστήμιο της Νέας Νότιας Ουαλίας. Ένα μεγάλο πρόγραμμα γεωχημικής χαρτογράφησης των εδαφών της Κύπρου που για πρώτη φορά έδωσε ολοκληρωμένη εικόνα της διασποράς 60 χημικών στοιχείων στα εδάφη. Πυκνότητα δειγματοληψίας **1 δείγμα ανά 1 km²**.

GEMAS 2013 - Η γεωχημική χαρτογράφηση των γεωργικών και κτηνοτροφικών εδαφών της Ευρώπης. Πυκνότητα δειγματοληψίας **1 δείγμα ανά 2500 km²**.

URGE 2014 - Η Γεωχημική χαρτογράφηση αστικών περιοχών. Φάση I Λευκωσία για την μελέτη της διασποράς επικινδύνων χημικών στοιχείων στα εδάφη. Πυκνότητα δειγματοληψίας **4 δείγματα ανά km²**



Δειγματοληψία εδαφών



- Κέντρο πλέγματος
- Ακριβές σημείο δειγματοληψίας
- Διπλά σημεία
- Δρόμος
- - Πέρασμα

Περιγραφές δειγμάτων
Γεωλογική περιγραφή
Χρήση Γης: γεωργική, δασική,
βιομηχανική, οικιστική, πάρκα, παιδοτόποι
χρώμα



Σύνθετο δείγμα στο αστικό περιβάλλον



Δειγματοληψία στο Τρόδος



Δειγματοληψία στην Άλική Λεμεσού



Δειγματοληψία σκόνης από οδική αρτηρία

Δειγματοληψία και Γεωλογική πολυπλοκότητα



Σύμπλεγμα Τροόδους (Σερπεντινίτες)

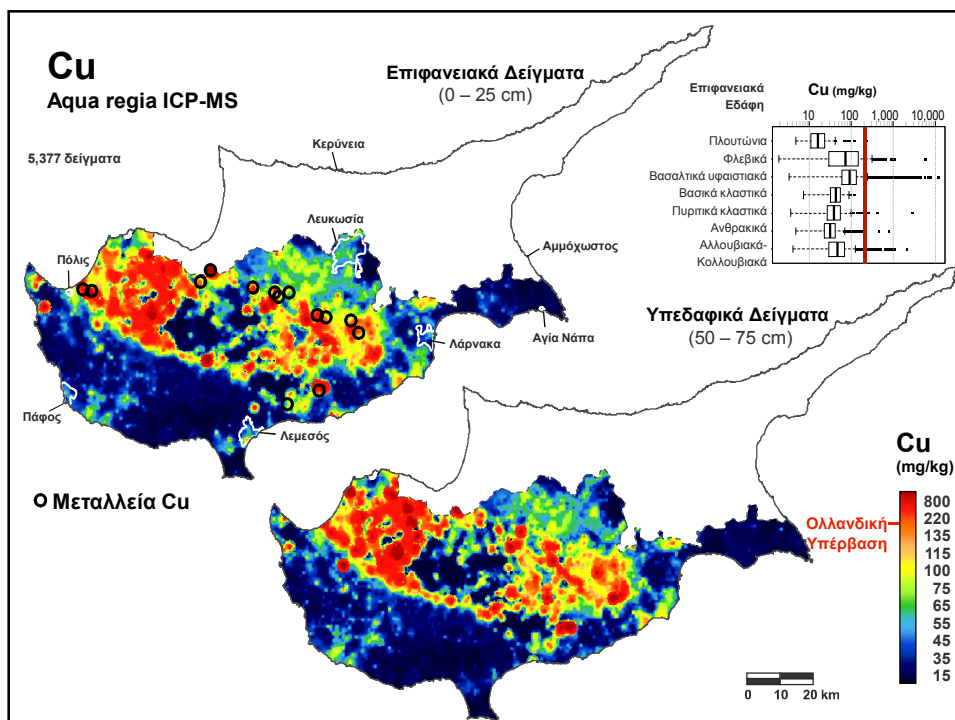
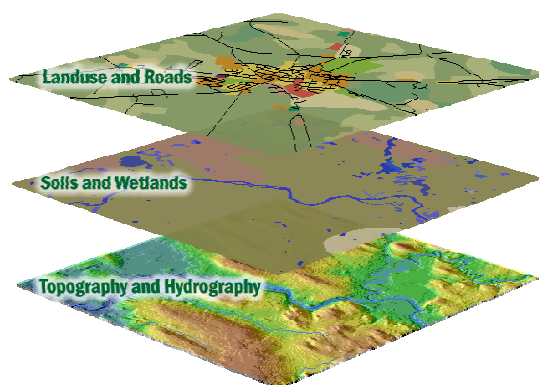
Ασβεστούχα ιζημάτα
(Σχηματισμός Λευκάρων)

Πηλίτες (Σύμπλεγμα Μαρμαωνίων)



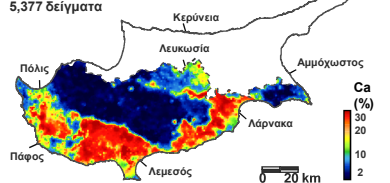
Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS)

Είναι πληροφοριακά συστήματα που παρέχουν την δυνατότητα συλλογής, διαχείρισης, αποθήκευσης, επεξεργασίας, ανάλυσης και οπτικοποίησης, σε ψηφιακό περιβάλλον, χωρικών δεδομένων.



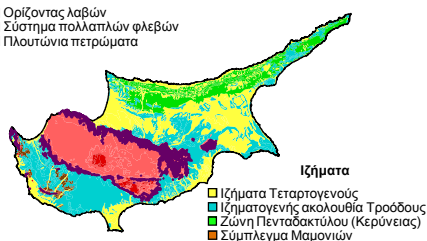
Η διασπορά κύριων στοιχείων Επιφανειακά Δείγματα (0 – 25 cm)

Ca
Aqua regia ICP-MS
5,377 δείγματα



Οφιολιθικό σύμπλεγμα Τροόδους

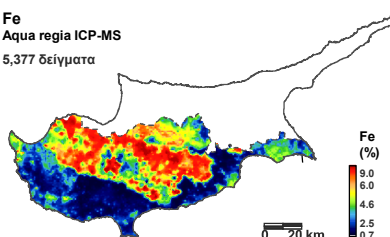
- Ορίζοντας λαβών
- Σύστημα πολλαπλών φλεβιών
- Πλουτώνια πετρώματα



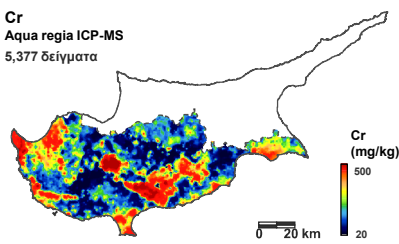
Ιζηµατα

- Ιζηµατα Τεταρτογενούς
- Ιζηµατογενής ακολουθία Τροόδους
- Ζώνη Πενταδακτύλου (Κερύνειας)
- Σύµπλεγμα Μαµονιών

Fe
Aqua regia ICP-MS
5,377 δείγματα



Cr
Aqua regia ICP-MS
5,377 δείγματα



Γεωχημική χαρτογράφηση αστικών περιοχών - Λευκωσία

- Οι τάσεις αστικοποίησης του πληθυσμού ανά το παγκόσμιο αναμένεται να συνεχιστούν. Μέχρι το 2050 τα 2/3 του παγκόσμιου πληθυσμού θα διαμένει σε αστικά κέντρα [1]

[1] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, (ST/ESA/SER.A/366).



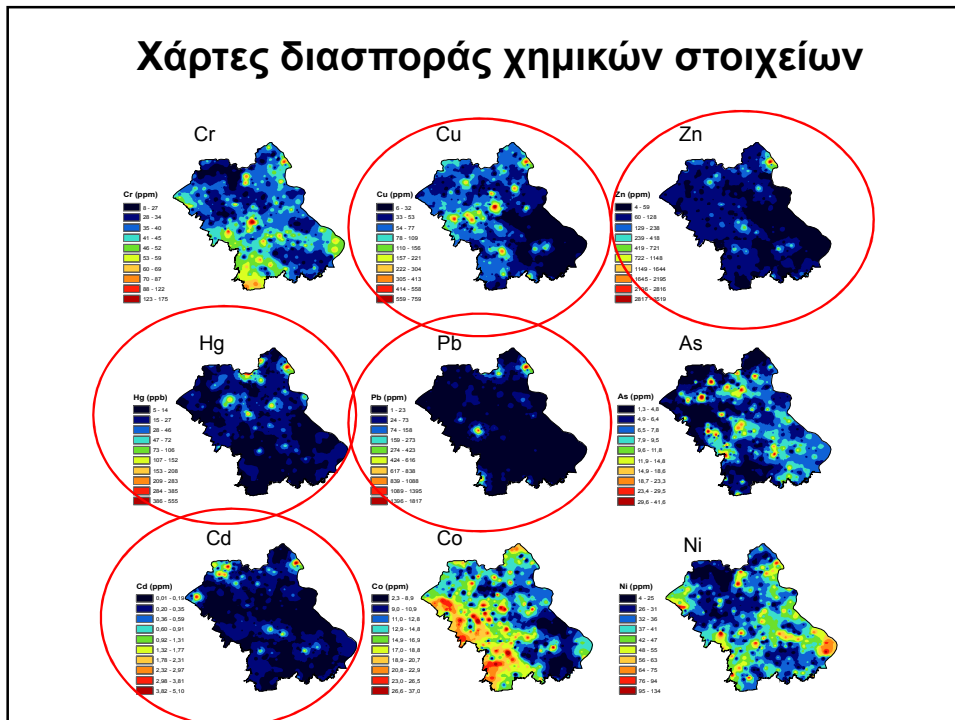
- Η γεωχημεία των εδαφών στα αστικά κέντρα επηρεάζεται άμεσα από τις δραστηριότητες των ανθρώπων με πιθανές επιπτώσεις στην ζωή των ανθρώπων



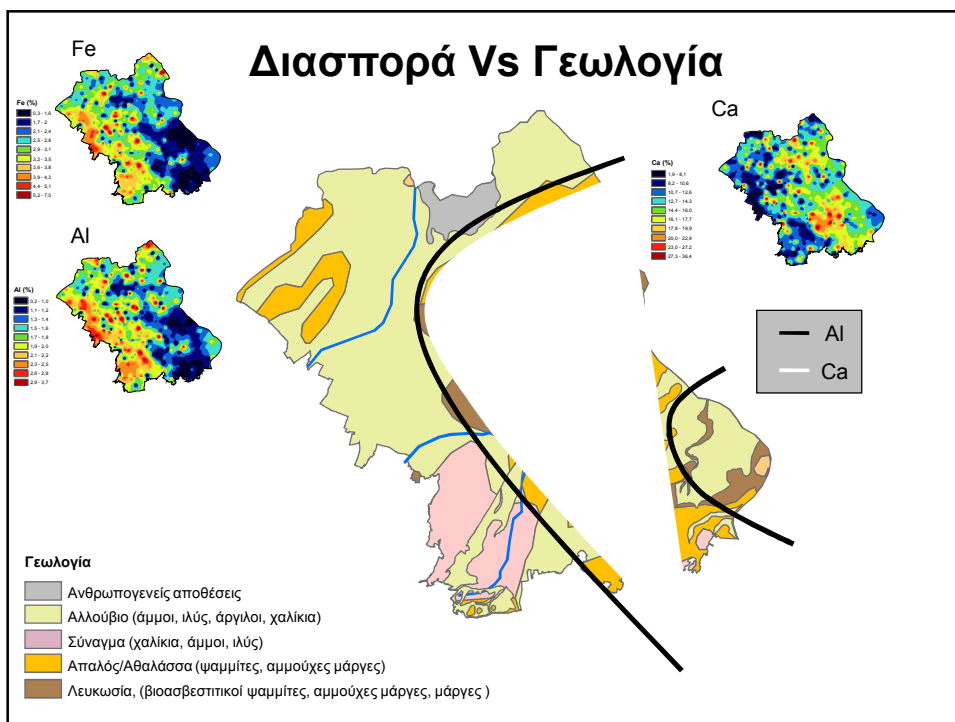
- Στα πλαίσια του EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group παράλληλα με πολλά Ευρωπαϊκά αστικά κέντρα



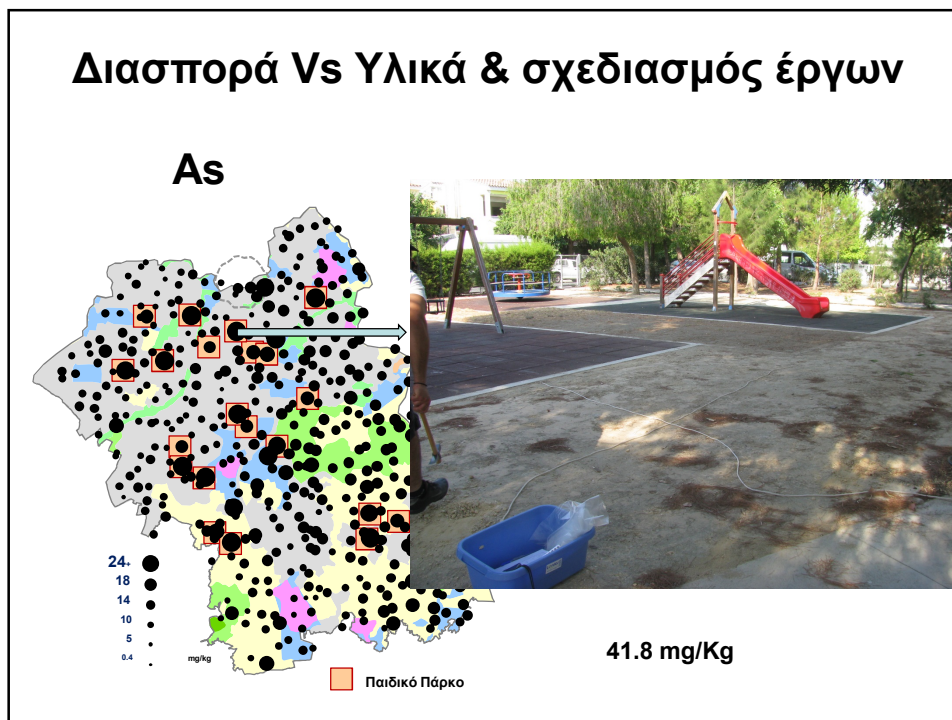
Χάρτες διασποράς χημικών στοιχείων



Διασπορά Vs Γεωλογία



Διασπορά Vs Υλικά & σχεδιασμός έργων



Σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές πόλεις

City	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Pb	Mn	Ni	Sb	Zn	Analytical method	Reference
Athens (Greece)	24	0.3	16	141	39	-	45	554	102	1.7	98	HNO ₃ + HCl + HClO ₄ + HF	Argyraiki A..Keleperziz E. (2014)
Dublin (Ireland)	13.4	1.74	9.58	44.3	35	0.206	73.7	-	41	-	172	HNO ₃ + HCl	Glennon et al (2014)
Uppsala (Sweden)	3.46	0.214	-	31.6	25.4	0.139	25.5	494	18.5	-	84	HNO ₃ + HCl	Ljung et al (2006)
Berlin (Germany)	3.9	0.35	-	25.1	31.2	0.19	76.6	-	7.7	-	129	XRF. HNO ₃ + HCl	Birke and Rauch (2000)
Trondheim (Norway)	3.3	0.12	-	58	32	0.09	32	-	43	-	80	HNO ₃	Andersson et al. (2010)
Palermo (Italy)	-	0.68	5.2	34	63	0.68	202	519	17.8	3	138	HNO ₃ + HCl	Manta et al. (2002)
Bristol (UK)	21.7	1.1	-	23.1	60.1	-	210.1	-	21	-	272.6	HNO ₃ + HCl	Giusti (2011)
Lefkosia (Cyprus)	5.5	0.2	14.2	35.9	44.7	0.01	7.7	618	33.2	0.2	60.3	HNO ₃ + HCl	This study ICP MS
Lefkosia (Cyprus)	5.6	-	-	10.1	36	0.04	10.2	493	75	5	84	sample as is	This study XRF
Lefkosia (Cyprus)	2.9	-	-	11.9	99	0.04	88	513	65	5	269	sample as is	This study XRF Road dust

Διάμεσες συγκεντρώσεις (mg/Kg)

Σύγκριση διάμεσων συγκεντρώσεων (mg/Kg)

	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Pb	Mn	Ni	Sb	Zn
All urban Lefkosia	5.5	0.2	14.2	35.9	44.7	0.01	7.7	618	33.2	0.2	60.3
Residential areas	5.5	0.3	13.9	34.4	55.6	0.03	22.8	633.7	34.0	0.6	81.9
Parks and recreation areas	6.0	0.2	16.6	43.1	51.2	0.02	12.8	687.4	40.6	0.3	70.0
Kids playgrounds	13.3	0.1	10.4	33.2	46.1	0.01	6.0	494.8	25.3	0.2	37.4
School yards	5.7	0.4	21.4	38.0	160.7	0.01	13.6	1001.2	31.8	0.2	152.0
Industrial areas	5.0	0.4	15.9	36.9	88.9	0.03	129.0	669.0	30.5	1.2	235.0
Regional Aluvium/colluvium	6.1	0.3	17.2	59	61	0.03	14.1	950	54	0.46	66
Regional carbonate	7.2	0.44	12.4	50	39	0.03	12.2	738	52	0.48	48
Regional silicic clastic	5.1	0.29	14.3	51	50	0.04	10.2	872	56	0.46	52
Regional basaltic volcanic	5.5	0.24	29.4	73	227	0.03	9.1	1428	69	0.36	124

Διάμεσες συγκεντρώσεις (mg/Kg)

Συμπεράσματα

- Ο χημισμός των εδαφών της Κύπρου είναι **άμεσα συνυφασμένος με τις γεωλογικές συνθήκες**. Η γεωλογία αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα καθορισμού της διασποράς των πλείστων χημικών στοιχείων στα εδάφη.
- **Δεν υπάρχει** ένα και μοναδικό επίπεδο γεωχημικού υποβάθρου για όλη την έκταση της Κύπρου για τον χαρακτηρισμό ρυπασμένων περιοχών.
- Η γεωγενείς συγκεντρώσεις χημικών στοιχείων σε ορισμένες περιοχές της Κύπρου ξεπερνούν τα νομοθετικά όρια που έχουν καθορίσει άλλες χώρες.
- **Στα αστικά κέντρα** σημαντικός παράγοντας συγκέντρωσης χημικών στοιχείων είναι οι βιομηχανικές δραστηριότητες, η τροχαία κίνηση αλλά και άλλοι λόγοι.
- **Μετρήσιμη ρύπανση** από στοιχεία όπως Cu, Hg, Pb, Zn σε εδάφη των αστικών και βιομηχανικών περιοχών.
- Ανάγκη για εισαγωγή **γεωχημικών κριτηρίων** σε επίπεδο πολεοδομικού σχεδιασμού για την επιλογή υλικών επίστρωσης περιβαλλοντικά ευαίσθητων περιοχών όπως πάρκα και σχολικές αυλές.
- Για την αποτελεσματική προστασία των εδαφών από την χημική ρύπανση χρειάζονται **συντονισμένες ενέργειες σε τρεις βασικούς πυλώνες** λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες του Κυπριακού χώρου (πολύπλοκες γεωλογικές συνθήκες, γεωγραφικά μικρός χώρος).
- Πιο αποτελεσματική χρήση των εργαλείων και των δεδομένων που έχουμε στη διάθεση μας.

Βιβλιογραφικές αναφορές

Salminen R., Batista M.J., Bidovec M., Demetriades A., De Vivo B., De Vos W., FOREGS Geochemical Atlas of Europe. Part 1: background information methodology and maps. Geological Survey of Finland, Espoo; 2005.

Zissimos A.M., Morisseau E., Stavrou E., Cohen D., Total and soil organic carbon, and total sulphur determinations of soils from Cyprus, 24th International Applied Geochemical Symposium 2011, Frederington, New Brunswick, Canada.

Cohen D.R., Rutherford N.F., Morisseau E., Zissimos A.M., Geochemical Atlas of Cyprus. UNSW Press, Sydney; 2011.

David R. Cohen, Neil F. Rutherford, Eleni Morisseau, Andreas M. Zissimos, Geochemical patterns in the soils of Cyprus, Science of the Total Environment 420 (2012) 250–262.

Cohen, D. R., Rutherford, N. F., Morisseau, E., Christoforou, I., Zissimos, A.M. 2012, Anthropogenic versus lithological influences on soil geochemical patterns in Cyprus. Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis, Vol. 12, 349 –360.

De Vivo, B., Albanese, S., Lima, A., Cicchella, D., Dinelli, E., Valera, P., Reimann, C., Birke, M., Demetriades, A., et al., 2013. GEMAS: the geochemical mapping of agricultural and grazing land soils of Europe. E3S Web of Conferences 1, #38004.

Zissimos, A. M., Christoforou, I. C., Morisseau, E., Cohen, D. R., Rutherford, N. F., Distribution of water-soluble inorganic ions in the soils of Cyprus, Journal of Geochemical Exploration 146 (2014) 1–8.

L. Ren, D.R. Cohen, N.F. Rutherford, A.M. Zissimos, E.G. Morisseau, Reflections of the geological characteristics of Cyprus in soil rare earth element patterns, Applied Geochemistry, 56 (2015) 80–93.