

# Ρύπανση υπεδάφους: Εξοικείωση με πηγές ρύπανσης & ρύπους

# Πηγές ρύπανσης υπεδάφους

- Απόθεση (discharge) αποβλήτων
  - ενέσεις αποβλήτων σε (βαθιά) φρέατα (deep well injection): περιορίστηκαν σημαντικά μετά την έναρξη ισχύος της 2006/118/EK (Δεκέμβριος 2013)
- Προστατευμένη απόθεση (disposal) ή αποθήκευση αποβλήτων
  - χώροι Υγειονομικής Ταφής Αποβλήτων (ΧΥΤΑ), δεξαμενές
- Αποθήκευση χημικών ουσιών – πρώτων υλών
  - δεξαμενές (μας ανησυχούν ιδιαίτερα οι υπόγειες επειδή η διαρροή μπορεί να μην γίνει αντιληπτή)

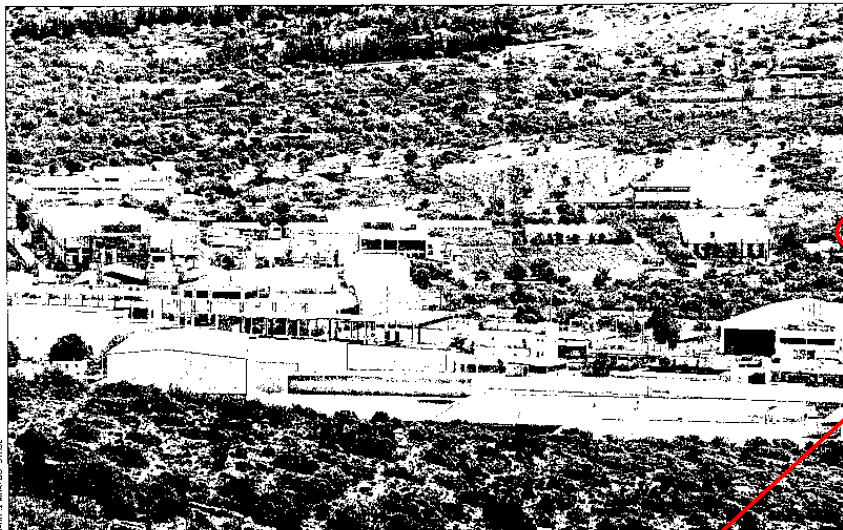
# Καρκινογόνο χρώμιο απειλεί τα Μεσόγεια

Ανησυχία στους επιστήμονες προκαλούν οι υψηλές ποσότητες του μετάλλου, που εντοπίστηκαν σε γεωτρήσεις στο Κορωπί

Του ΓΙΑΝΝΗ ΕΛΛΑΦΟΥ

Υπάρχει άραγε όριο στον βρασμό της φύσης, στη ριπάνση του περιβάλλοντος και στη διαμορφωση κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία. Η ανίχνευση μεγάλων ποσοτήτων καρκινογόνου χρωμίου στο Κορωπί, στον υδροφόρο ορίζοντα των Μεσογείων, των «ιεραβόλιου» της Αττικής, δεν μπορεί παρά να προκαλέσει σκω. Ποια μάλλον όταν ανιχνεύεται στον βαθύτερο υδροφόρο ορίζοντα, που μπορεί να ριπάνει σύμφωνα με τον καθηγητή του Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Σπύρο Λέκκα, δεκάδες γεωτρήσεις, από τον Σταυρό της Αγ. Παρωκεύης και τα Γλυκά Νερά Ποσειδώνος, μέχρι το Μαρκόπουλο, τα Κάλυμνα και την Κερατέα, έως και τα παράλια του Σαρωνικού Κόλπου!

Όλα ξεκίνησαν από καταγγελίες κατοίκων της περιοχής, που παρατήρησαν αφύσικα και ανεξήγητα προβλήματα σε ζώα, όπως για παράδειγμα κρόδα που έβγαζαν νερό και πεδαιώνονταν λίγυματα από τρεις γεωτρήσεις, νοτιοανατολικά του Κορωπίου και στα όρια της βιομηχανικής περιοχής, δόθηκαν για ανάλυση στο Εργαστήριο Χημείας Περιβάλλοντος του Τμήματος Χημείας του Κοποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Τα αποτελέσματα, που δημοσιοποιήθηκαν στις 15 Φεβρουαρίου του 2005, ήταν άκρως ανησυχητικά. Στην πρώτη γεωτρύπη μετρήθηκαν 143 μικρογραμμάρια εξαιθενοϊδίου



Μετρήσεις που πραγματοποιήσε το Πανεπιστήμιο Αθηνών στα νερά τριών γεωτρήσεων, στο Κορωπί, στα όρια της βιομηχανικής περιοχής, έδειξαν υψηλότερες συγκεντρώσεις χρωμίου. Στα Μεσόγεια, παρά την παρουσία βιομηχανικών μονάδων, απεικνίζεται παντελώς ένα σύστημα υδροφόρων αποβλήτων.

μεταλλουργία, στην παραγωγή πυρηνικών υλικών και στη χημική βιομηχανία. Δεν είναι σε κάθε του μορφή επικίνδυνο. Το τριβθενικό χρώμιο Cr(III), για παράδειγμα, που είναι η πλέον σταθερή μορφή εμφάνισης του χρωμίου, διευκολύνει τον ανθρώπινο οργανισμό στην απορρόφηση του, αλλά το εξα-

### Πώς φτάνει στον άνθρωπο

Η πρόληψη του χρωμίου στον ανθρώπινο οργανισμό μπορεί να γίνει από πολλές διόδους. Μέσω της

Κι αυτό γιατί, όπως σημειώνει ο κ. Σπύρος Λέκκας, διευθυντής του Τομέα Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας του Πανετ. Αθηνών, οι βεγματολίθες έγιναν σε βάθος 100 μέτρων περίπου, στο επίπεδο της επιφάνειας της Θάλασσας και διέχονται ότι εκχειρτοποιούνται το βαθύτερο υδροφόρο σύ-

στημα με τον κ. Λέκκα, το σύστημα αυτό αξιοποιείται από μια πληθώρα γεωτρήσεων για αρδευτικούς σκοπούς (περιβόλια Κορωπίου - Μαρκόπουλου), για οικιακή υδροδότηση μερικών Ανατολικού Χημικού από Σλαυρό έως Βάρη), για κατοικίες εκτός σχεδίου πόλεως που δεν καλύπτονται από δικτύο

είναι «χρωματισμένα» από το επικίνδυνο χρώμιο.

Τα επιπλέον προβλήματα που δημιουργούνται στον βαθύτερο υδροφόρο ορίζοντα είναι αφενός ότι τα συγκεκριμένα πετρώματα δεν αυτοκαθαρώνονται και αφετέρου ότι το ρητινωτικό φορτίο μπορεί να μεταμορφωθεί πολύ μακριά. Ο κ. Λέκκας τόνιζει ότι

### Αιτία, τα απόβλητα μεταλλουργικών βιομηχανιών

Από πού προήλθε το επικίνδυνο χρώμιο; Η χημική ανάλυση δεν μπορεί να καταδείξει συγκεκριμένους ενόχους. «Χρωματιστεί» όμως τους υπεύθυνους. Κατ' αρχάς, το Cr(VI) προέρχεται από ανθρώπινα βιομηχανικά απόβλητα, καθώς τα πετρώματα στην περιοχή δεν περιέχουν χρώμιο. Δεύτερον, όλα δείχνουν ότι πρόκειται για απόβλητα βιομηχανιών που υπάρχουν στην περιοχή (βιομηχανίες επεξεργασίας μετάλλου, κ.α.). Στην υπόθεση της γεωτρήσης οδηγεί και η πολύ μεγάλη συσσώρευση του εξαιθενοϊδίου χρωμίου. Τρίτον, η ανίχνευσή τους σε τόσο μεγάλο βάθος δείχνει ότι το επικίνδυνο απόβλητο διαχετεύθηκε μάλλον μέσω γεωτρήσεων κατεβασμένων στον υδροφόρο ορίζοντα! Δηλαδή, κάποια ή κάποιες βιομηχανικές χρησιμοποιήσαν τα πετρώματα τους για να κρύψουν το επικίνδυνο υγρό εκεί που πίνασαν οι άνθρωποι και τα κατοικίδια, εκεί που πετούνται τα λασκάνια μας!

Με βάση αυτά τα στοιχεία, η νομομαρική σύμβουλος Ανατολικής Αττικής κ. Χριστίνα Φράγκου απευθύνθηκε στην Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος και Σήπτος «πληρύτερη και σε μεγαλύτερη έκταση ζήτησε, λαμβανομένου υπό όψιν του γεγονότος ότι τα απατελέσματα δήλωνσαν ανθρωπογενή ρύπανση, η οποία δεν οφείλεται σε αυτούς που καλλιεργούν τις ελεύθερες εκτάσεις της περιοχής, αλλά στις βιομηχανίες». Την ανάγκη συνέχισης της έρευνας για τον εντοπισμό των πηγών ρύπανσης υπογραμμίζει ο κ. Μετίτσης, τόνιζοντας την ανάγκη να μπου οι ελεγχτές μέσα στις επιχειρήσεις και να δουν εάν τηρείται η νομοθεσία. Η κ. Κορβαλάκη, επικεφαλής της Υπηρεσίας Επιθεωρητών Περιβάλλοντος, μας είπε ότι η καταγγελία είναι πολύ σοβαρή, η ρύπανση που έχει καταγραφεί πολύ σημαντική και ως εκ τούτου έχει δοθεί εντολή για έρευνα κατά προτεραιότητα. Η υπόθεση του χρωμίου φέρνει πάντως στην επιφάνεια, για μια ακόμη φορά, το συνολικό πρόβλημα της ρύπανσης και της υποβάθμισης της γης της Ανατολικής Αττικής. Μια περιοχή που ήταν «η γη της Επαγγελίας» για τις καλλιέργειες, αλλά και που σήμερα δουλεύεται από πολλούς αγρότες και «τρέφει» την Αθήνα. Η τρέχουσα αύξηση των μη αγροτικών δραστηριοτήτων στην περιοχή τα τελευταία χρόνια γίνεται με τρόπο ασύδοτο συχνά, υποβαθμίζοντας οικολογικά και οικονομικά τη γη. Σήμερα που κι άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες τείνουν να αναπτύσσονται στην περιοχή, το ζήτημα της αυστηρής τήρησης των περιβαλλοντικών όρων μπαινει επιτακτικά. Η καλύτερη σφραγίδα εκεί και η ίδια η βιομηχανική περιοχή Κορωπίου, η οποία παρά το ότι φιλοξενεί πολλές βιομηχανίες και αναμένεται να βελθεί και άλλες, δεν διαθέτει ούτε κατά

[...] Τρίτον, η ανίχνευση των ρύπων σε τόσο μεγάλο βάθος δείχνει ότι τα επικίνδυνα απόβλητα διοχετεύθηκαν μάλλον μέσω γεωτρήσεων κατ' ευθείαν στον υδροφόρο ορίζοντα! υδροφορέα

# Πηγές ρύπανσης υπεδάφους (συν.)

- Πηγές που προκύπτουν από μεταφορά αποβλήτων/χημικών ουσιών
  - Πετρελαιοαγωγοί, μεταφορικά μέσα
- Πηγές που προκύπτουν από άλλες παραγωγικές δραστηριότητες
  - Άρδευση, λίπανση (Σημείωση: για εκτεταμένη ρύπανση λαμβάνονται περιοριστικά μέτρα, δεν είναι πρακτική η αποκατάσταση)
- Πηγές που δρουν σαν αγωγοί μεταφοράς του ρύπου
  - Γεωτρήσεις, πιεζόμετρα, αποχετευτικά συστήματα

# Πηγές ρύπανσης υπεδάφους (συν.)

- Ανθρώπινες δραστηριότητες που επιδρούν σε φυσικές διεργασίες
  - Άντληση (υφαλμύριση), εξόρυξη μεταλλευμάτων (αύξηση της διαλυτότητας βαρέων μετάλλων)
- Άλλες ανθρώπινες επεμβάσεις στο υπέδαφος
  - ...  
Σημείωση: θα πρέπει να σκεφτούμε ο,τιδήποτε μπορεί να πάει στραβά – θα μιλήσουμε στην Ενότητα 7 (Μεταφορά ρύπων) για περιστατικά κατασκευής σηράγγων οι οποίες κατέληξαν να ρυπάνουν το υπόγειο νερό
- Φυσικές διεργασίες
  - Οι ρύποι ως φυσικά συστατικά πετρωμάτων: Αρσενικό στο Μπαγκλαντές (αλλά και στη Χαλκιδική)

## ρυπασμένο

# Μπαγκλαντές: ~~μολυσμένο~~ με αρσενικό το νερό μεταβάλλεται σε δολοφόνο

Του **BARRY BEARAK**  
The **NEW YORK TIMES**

Το αρσενικό σκοτώνει αργά και βασανιστικά. Τη Φαζίλα Χατούν, την έχει σχεδόν αποτελειώσει. Το σώμα της τρέμει. Η εξάντλησή της είναι μόνιμη. Τα άκρα της πονούν αδιάκοπα. Ανοικτές πληγές χασκουν στις παλάμες και στις πατούσες της -όλα σημάδια της μακροχρόνιας έκθεσής της στο δηλητήριο.

Η Χατούν δεν είναι η μόνη που υποφέρει. Τριάντα πέντε εκατομμύρια Μπαγκλαντεσιανοί, το 26% του πληθυσμού της χώρας, πίνουν νερό που περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις αρσενικού. Είναι «η μεγαλύτερη μαζική δηλητηρίαση στην ιστορία», όπως λέει η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, ένα τραγικό παράδειγμα του πώς, στην προσπάθεια να επιτύχει κανείς το καλύτερο, καταλήγει στο χειρότερο.

### Γεωτρήσεις από την Unicef

Επί δύο δεκαετίες, η Unicef και άλλες διεθνείς οργανώσεις αργώς πραγματοποιούσαν γεωτρήσεις για να βοηθήσουν στην τροφολογία του Μπαγκλαντές με καθαρό νερό. Ο στόχος ήταν να πάψει ο πληθυσμός να ξεδιψάει από βρώμικα ρυάκια και λιμνάζοντα ύδατα. Ουδείς όμως έκανε τον κόπο να ελέγξει αν ο πλούσιος υδροφόρος ορίζοντας της χώρας είναι μολυσμένος με αρσενικό.

Στην αρχή, η κυβέρνηση του Μπαγκλαντές αρνούνταν να δει το μέγεθος της κρίσης. Όπως στα μέσα της δεκαετίας του '90, η Ντάκα παραδέχθηκε πως η χώρα ηλιθίτευε από μία ακόμα σοβα-

ρή κρίση, ενώ το 1998, η Παγκόσμια Τράπεζα παρέκαμψε αρκετά στρώματα γραφειοκρατίας, δανειζόντας στην κυβέρνηση 32,4 εκ. δολάρια. Με το δάνειο αυτό, η Ντάκα επρόκειτο να ελέγξει ένα ένα τα πηγάδια της χώρας, να σφραγιστεί τα μολυσμένα και να βρει καθαρές πηγές.

Όμως το σχέδιο καρκινοβατεί, προσφέροντας ένα ακόμη παράδειγμα του πώς οι φτωχοί του πλανήτη εξακολουθούν να πεθαίνουν επειδή δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό νερό -μία απειλή την οποία οι πλούσιοι έχουν ξεπεράσει προ πολλού.

### Με ύπουλη μορφή

Στο Μπαγκλαντές, ένα από τα προβλήματα είναι η ύπουλη μορφή με την οποία παρουσιάζεται ο αργός θάνατος. «Ο κόσμος δυσκολεύεται να καταλάβει πώς είναι δυνατόν το νερό να τους σκοτώνει, όταν έχει τόσο ωραία και καθαρή όψη», λέει ο Άλαν Σμιθ, επιδημιολόγος στο Πανεπιστήμιο Μπέρκλεϊ της Καλιφόρνια και ειδικός στο αρσενικό. Ο Σμιθ θεωρεί ότι πρόκειται για «τη χειρότερη περίπτωση καρκινογόνου περιβάλλοντος», χειρότερη ακόμη και από το Τερσενόμιλ ή το Μπιοπάλ, την πόλη που είχε δηλητηριαστεί από διαρροή σε χημικό εργοστάσιο στην Ινδία.

Στο μεταξύ, οι δύο φορείς που έχουν αναλάβει την αντιμετώπιση της τραγωδίας δεν συνεργάζονται και τόσο αρμονικά. Αφού δάνεισε τα χρήματα, η Παγκόσμια Τράπεζα θέλει να έχει την επίβλεψη του έργου. Πολλοί κυβερνητικοί αξιωματικοί όμως, που έχουν συνβί-



Τριάντα πέντε εκατομμύρια Μπαγκλαντεσιανοί πίνουν νερό που περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις αρσενικού. Υπάρχει δηλαδή κόσμος που εξακολουθεί να πεθαίνει επειδή στερείται κάτι που στη Δύση θεωρείται δεδομένο: πόσιμο νερό.

σει να δίνουν τα συμβόλαια στους δικούς τους ανθρώπους, είχαν άλλες απόψεις για το πώς πρέπει να εκτελεστεί το έργο. «Είναι τρομερό να παρακολουθεί κανείς αυτή την ιστορία», λέει ο Χαν Χάινεν, σύμβουλος της Παγκόσμιας Οργάνωσης Υγείας στην Ντάκα. «Απομένουν ακόμη να γίνουν τόσα πολλά. Ακόμη και τώρα, πολλοί κάτοικοι της υπαίθρου δεν βέβαιον για το αρσενικό».

Τα περισσότερα από τα 11 εκατομμύρια πηγάδια της χώρας δεν έχουν ακόμη ελεγχθεί, ενώ ακόμη κι εκεί που ο

κίνδυνος είναι διαπιστωμένος, συχνά δεν βρίσκεται εναλλακτικά λύση υδροδότησης.

«Νιώθω τις δυνάμεις μου να με εγκαταλείπουν και ζητώ από το Θεό να με πάρει», λέει η 39χρονη Χατούν. Επί εικοσι χρόνια, η Χατούν αντλούσε νερό από τη σιδερένια αντλία του πηγαδιού, κάτω από το φούνι της αυλής της. Όλοι οι συγγενείς της ξεδιψούσαν με τον ίδιο τρόπο.

Πριν από δυο χρόνια, ο έλεγχος αποκάλυψε ότι το πηγάδι της περιέχει 0,76

μιl αρσενικού ανά λίτρο, ποσότητα 15 φορές μεγαλύτερη από το ανώτατο επιτρεπτό όριο που έχουν θέσει οι αρχές της χώρας και 75 φορές μεγαλύτερη από το όριο που θεωρεί επιτρεπτό η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας.

Σε ισχυρές δόσεις, το αρσενικό είναι πολύ αποτελεσματικός δολοφόνος. Σε μικρές, κρεατίζονται δύο έως δέκα χρόνια για να φανούν οι επιδράσεις του. Τα συμπτώματα της δηλητηρίασης είναι διαφορετικά σε κάθε άνθρωπο, ενώ ορισμένοι, παραδόξως, δείχνουν να μην επηρεάζονται καθόλου. Άλλοι, παθαίνουν καρκίνο στα νεφρά, στον πνεύμονα, στην ουροδόχο κύστη και στο σπυκίτι.

### Τυχεροί και άτυχοι

Οι συγγενείς της Χατούν δεν είναι εξοιμασμένοι, έχουν όμως τα ίδια ελαττώματα στις παλάμες και στις πατούσες τους και τις ίδιες κηλίδες σε όλο το δέρμα τους. Άλλοι, που επί χρόνια πίνουν νερό από το ίδιο πηγάδι, δείχνουν τελείως καλά. Οι γείτονες στο χωριό κρίζονται σε τυχερούς και άτυχους: τα πηγάδια ορισμένων είναι εξίσου μολυσμένα, ενώ άλλα, δίπλα τους, είναι πεντακάθαρα.

Για την οικογένεια της Χατούν, το κοντινότερο ασφαλές πηγάδι βρίσκεται σε απόσταση 400 μέτρων από το σπίτι. «Είναι δύσκολο να μεταφέρουμε νερό από τόσο μακριά», λέει ο πεθερός της, Αμπντούλ Χακίμ. «Παλιότερα, μία από τις νιφές μου μετέφερε δοχεία με νερό. Όμως μερικές φορές το μονοπάτι γέμιζε λάσπη ως το γόνατο και τις ήταν αδύνατο να προχωρήσει. Έτσι σταμάτησε».

Το ερώτημα πώς βρέθηκε το αρσενικό στον υδροφόρο ορίζοντα του Μπαγκλαντές είναι αντικείμενο ζωηρής διαμάχης. Τα προσκομισμένα πετρώματα, που κυριαρχούν στη χώρα, ενδέχεται περιέχουν αρσενικό ενώ και 20.000 χρόνια. Δεν είναι γνωστό πώς μεταφέρθηκε το δηλητήριο από τα πετρώματα στον υδροφόρο ορίζοντα, όμως πολλοί συμφωνούν ότι πρόκειται για φυσιολογική διαδικασία.

Το ζήτημα είναι γιατί το νερό δεν ελεγχόταν πριν δοθεί προς κατανάλωση. Ορισμένα θύματα έχουν υποβάλει μήνυση κατά της Βρετανικής Γεωλογικής Επιτερείας, που πιστοποιεί και καθαρότητα των υδάτων το 1992 χωρίς να πραγματοποιήσει ελέγχους για αρσενικό.

Είναι δύσκολο να προβλεφθεί κανείς πόσο άνθρωποι θα έχουν πεθάνει μέχρι να ελεγχθούν όλα τα πηγάδια της χώρας. Ο Ρίτσαρντ Τουλίκσον, ειδικός στην ανάλυση περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο Πανεπιστήμιο Χαρβαρντ, εκτιμά ότι οι νεκροί θα φθάσουν το ένα εκατομμύριο. Ο δρ Ακτάρ Ακμαντ, ειδικός δημοσίας υγείας στην κυβέρνηση του Μπαγκλαντές, ανεβάζει τον αριθμό των απωλειών στα 3 με 5 εκατομμύρια.

Ο Μοχάμεντ Ακσαουλάκ, που βγάζει το ψαμί του, σέρνοντας στην ηλάτη του καρτοακρί-ταζί (ρίκισ) υποφέρει από ασταστική και χρόνια φαγομίση, ένα ασταμ από τα συμπτώματα της δηλητηρίασης με αρσενικό. Πριν από λίγο καιρό, άρχισε να πίνει νερό από διαφορετικό πηγάδι. Όμως, τάρω έμαθε ότι είναι κι αυτό, δυστυχώς, μολυσμένο.

Εφ. Καθημερινή, 16 Ιουλίου 2002

Ρεπορτάζ **ΜΑΧΗ ΤΡΑΤΣΑ**

**ΝΕΡΟ** με... αρσενικό πίνουν οι κάτοικοι της Χαλκιδικής. Επικίνδυνες συγκεντρώσεις του επικίνδунου αυτού δηλητηρίου, που ως τώρα νομίζαμε ότι έπιναν μόνο τα υποψήφια θύματα της αστυνομικής λογοτεχνίας, ανίχνευσαν έλληνες ερευνητές σε γεωτρήσεις του νομού της Κεντρικής Μακεδονίας. Μάλιστα σε ορισμένες γεωθερμικές πηγές, το νερό των οποίων επηρεάζει και γειτονικά υπόγεια ύδατα, η τοξική ουσία βρέθηκε ως και 184 φορές πάνω από το

ανώτατο όριο! Οι νέες μετρήσεις του Εργαστηρίου Ελέγχου Περιβαλλοντικής Ρύπανσης του ΑΠΘ, οι οποίες δημοσιεύονται στο τελευταίο τεύχος της επιστημονικής επιθεώρησης «Journal of Hazardous Materials» (Μάρτιος 2007), αναδεικνύουν για άλλη μία φορά το μείζον πρόβλημα της ρύπανσης των πόσμων και αρδευτικών υδάτων από αρσενικό – στοιχείο που ενοχοποιείται για την εμφάνιση καρκίνου και άλλων σοβαρών ασθενειών. Το ζήτημα απασχολεί εδώ και χρόνια τους πολίτες σε πολλές περιοχές της χώρας (Κορινθία, Εύβοια κ.α.). Εν τούτοις, παρά τις συνεχείς καταγ-

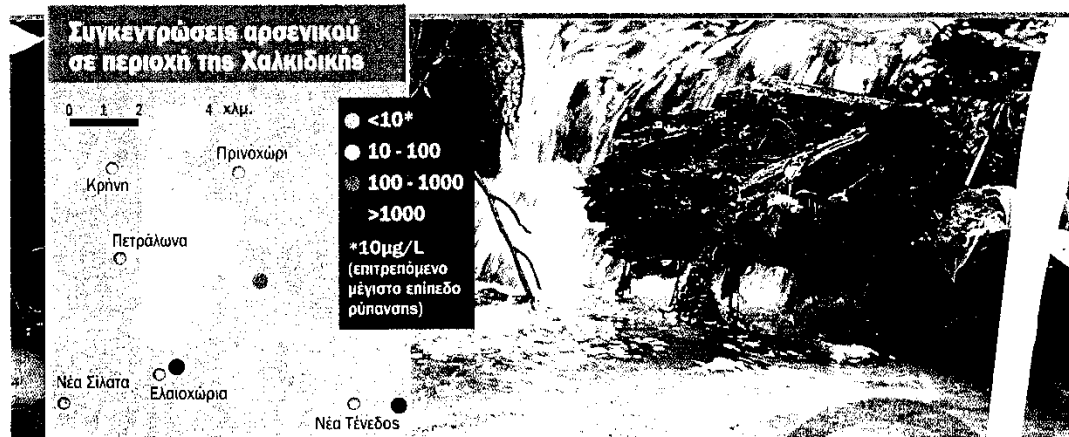
γελίες – πανεπιστημιακών ιδρυμάτων και τοπικών φορέων –, η ελληνική κυβέρνηση ποτέ δεν εφάρμοσε ένα ολοκληρωμένο σχέδιο αντιμετώπισης της ρύπανσης του πόσιμου νερού από αρσενικό και άλλα τοξικά στοιχεία. Έτσι το 2005 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έστειλε προειδοποιητική επιστολή στην Ελλάδα καθώς κανένα βήμα δεν είχε γίνει (από το 1999, οπότε είχε διαπιστωθεί το πρόβλημα) για τη βελτίωση του πόσιμου νερού σε 15 δήμους της χώρας. Οι πληροφορίες του «Βήματος» από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναφέρουν ότι η πορεία της υπόθεσης θα κριθεί τον Ιούνιο.

■ Ανησυχία προκαλούν τα αποτελέσματα των μετρήσεων του Εργαστηρίου Ελέγχου Περιβαλλοντικής Ρύπανσης του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου

## Στη Χαλκιδική πίνουν νερό με αρσενικό

Ερευνες έδειξαν συγκεντρώσεις του επικίνδунου δηλητηρίου ως και 184 φορές πάνω από το ανώτατο όριο!

Το 65% των δειγμάτων υπόγειων νερών από την περιοχή της Χαλκιδικής βρέθηκε να έχει συγκεντρώσεις αρσενικού υψηλότερες από το μέγιστο όριο των 10 μg/L (μικρογραμμάρια ανά λίτρο) που προτείνεται για το πόσιμο νερό. Μάλιστα οι τιμές αρσενικού σε ορισμένες γεωτρήσεις φτάνουν ως και τα 1.840 μg/L. Το αρσενικό είναι ένα τοξικό στοιχείο το οποίο ενοχοποιείται για την εμφάνιση καρκίνου, κυρίως της ουροδόχου κύστεως. Η παρατεταμένη έκθεση σε μεγάλες συγκεντρώσεις συνδέεται ακόμη με ασθένειες του ήπατος, του πεπτικού συστήματος και του δέρματος. Γι' αυτό ο αμερικανικός Οργανισμός για την Προστασία του Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency) και η Ευρωπαϊκή Ένωση (Οδηγία



# Παραδείγματα εγκαταστάσεων – εν δυνάμει ρυπασμένων χώρων

- Μεγάλες εγκαταστάσεις
  - Βιομηχανία
    - π.χ. χρώματα, χάλυβας
  - Διυλιστήρια
  - Ορυχεία
- Αλλά και μικρές μονάδες
  - Χημικά εργαστήρια
  - Συντήρηση μηχανημάτων
  - Στεγνοκαθαριστήρια

**Θέμα παλαιότερων εξαμήνων:** για μια συγκεκριμένη εγκατάσταση, ποιες χημικές ουσίες περιέχονται (α) στις πρώτες ύλες και (β) στα απόβλητα



# Στεγνοκαθαριστήρια: ΤΕΤΡΑΧΛΩΡΟΑΙΘΥΛΕΝΙΟ (PCE)

Κάθε κουβέρτα CRYLOR είναι εξαιρετικής ποιότητας και άντοχης. Φυσικά όμως, όσο περισσότερο την προσέξετε, τόσο περισσότερα χρόνια-και σε καλύτερη κατάσταση-θά την έχετε. Γι' αυτό προσέξτε τις συμβουλές που σας δίνουμε για τη συντήρησή της.

## Πώς θα πλύνετε την CRYLOR στο χέρι

Πλύντε τη σε χλιαρή σαπουνάδα. Ξεβγάλτε τη με νερό χλιαρό ή κρύο. Μην τη στρίψετε. Αφήστε τη να στραγγίξει μέσα σε μία λεκάνη.

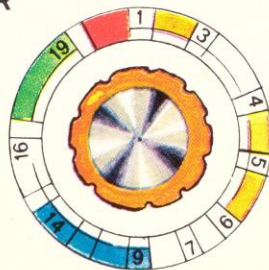


## Hand wash

Wash in lukewarm water.  
Rinse in either warm or cold water and let water drip off into washing bowl.  
Do not wring.

## Πώς θα πλύνετε την CRYLOR στο πλυντήριο

Πλύντε τη σε χλιαρό νερό (θερμοκρασία γύρω στους 30°) στο πρόγραμμα των χρωματιστών. Ξεβγάλτε με άφθονο νερό.



## Machine wash

Wash in warm water (about 30° C) on the colour synthetic cycle. Rinse thoroughly.

Each CRYLOR quality blanket is designed for beauty and durability. However, the better care you take of your blanket, the longer it will remain as good as new. To help you maintain your blanket in perfect condition, follow these few simple guidelines.



## Πώς θα στεγνώσετε την CRYLOR

Τινάξτε την καλά και κρεμάστε την από τη φάσα. Καλό είναι να τη βουρτσίσετε με μαλακή βούρτσα. Θά ξαναγίνει καινούργια! Μή χρησιμοποιήσετε σίδερο.

## Drying

Shake well and hang along the ribbon binding. By brushing the pile with a soft bristle brush your blanket will dry to a lustrous new finish.

## Πώς θα καθαρίσετε στεγνά την CRYLOR

Έμπιστευθείτε τη σε ένα καλό καθαριστήριο και ζητήστε να καθαριστεί με βενζίνη ή με τετραχλωραιθυλένιο.

## Dry cleaning

Always take your CRYLOR blanket to a reputable dry cleaner with instructions to clean it with benzine or tetrachloroethylene.



# Δραστηριότητες που ενέχουν κίνδυνο ρύπανσης του εδάφους

(Πρόταση Οδηγίας για την προστασία του εδάφους, Σεπτέμβριος 2006)

- Εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν ουσίες σε ποσότητες μεγαλύτερες αυτών που αναφέρονται στην Οδηγία για την πρόληψη βιομηχανικών ατυχημάτων (2012/18/ΕΕ)
  - π.χ. βενζίνη αυτοκινήτων > 25 000 τόνους
- Δραστηριότητες που αναφέρονται στην 2008/1/ΕΚ
  - π.χ. εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, χημικών
- Αεροδρόμια, λιμάνια
- Πρώην στρατιωτικές εγκαταστάσεις
- Εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων
- ΧΥΤΑ, κάποιες μεταλλευτικές εγκαταστάσεις
- Αγωγοί μεταφοράς επικίνδυνων ουσιών
- Βενζινάδικα, στεγνοκαθαριστήρια

# Δραστηριότητες → ρύποι → πιθανώς κατάλληλες τεχνολογίες αποκατάστασης

- Οι επί μέρους δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε μια εγκατάσταση είναι το κλειδί για να σκεφτούμε τι μπορεί να πάει στραβά, δηλ. τι μπορεί να διαρρεύσει
  - η πιθανότητα διαρροής συναρτάται με προληπτικά μέτρα που (θα πρέπει να) λαμβάνονται
- Για ένα υποσύνολο πηγών (πχ όχι για έναν ΧΥΤΑ), μπορούμε να συστηματοποιήσουμε τη σύνδεση δραστηριοτήτων-ρύπων
  - η γνώση των αναμενόμενων ρύπων βοηθά σε μια πρώτη αποτίμηση της σοβαρότητας της ρύπανσης και στην εξέταση πιθανώς κατάλληλων τεχνολογιών αποκατάστασης

# Ερώτηση Νο 1

- Αν ήταν να διαλέξετε μία δράση κατά προτεραιότητα για τη νομοθετική αντιμετώπιση των περιστατικών διαρροής βιομηχανικών ρύπων στο υπέδαφος, θα διαλέγατε:
  - Μεγάλα πρόστιμα για διαπιστωμένες διαρροές
  - Υποχρεωτικές περιοδικές δειγματοληψίες εδάφους και υπόγειου νερού
  - Καταγεγραμμένες και ελεγχόμενες διαδικασίες και μέτρα για την πρόληψη διαρροών και ελαχιστοποίηση συνεπειών

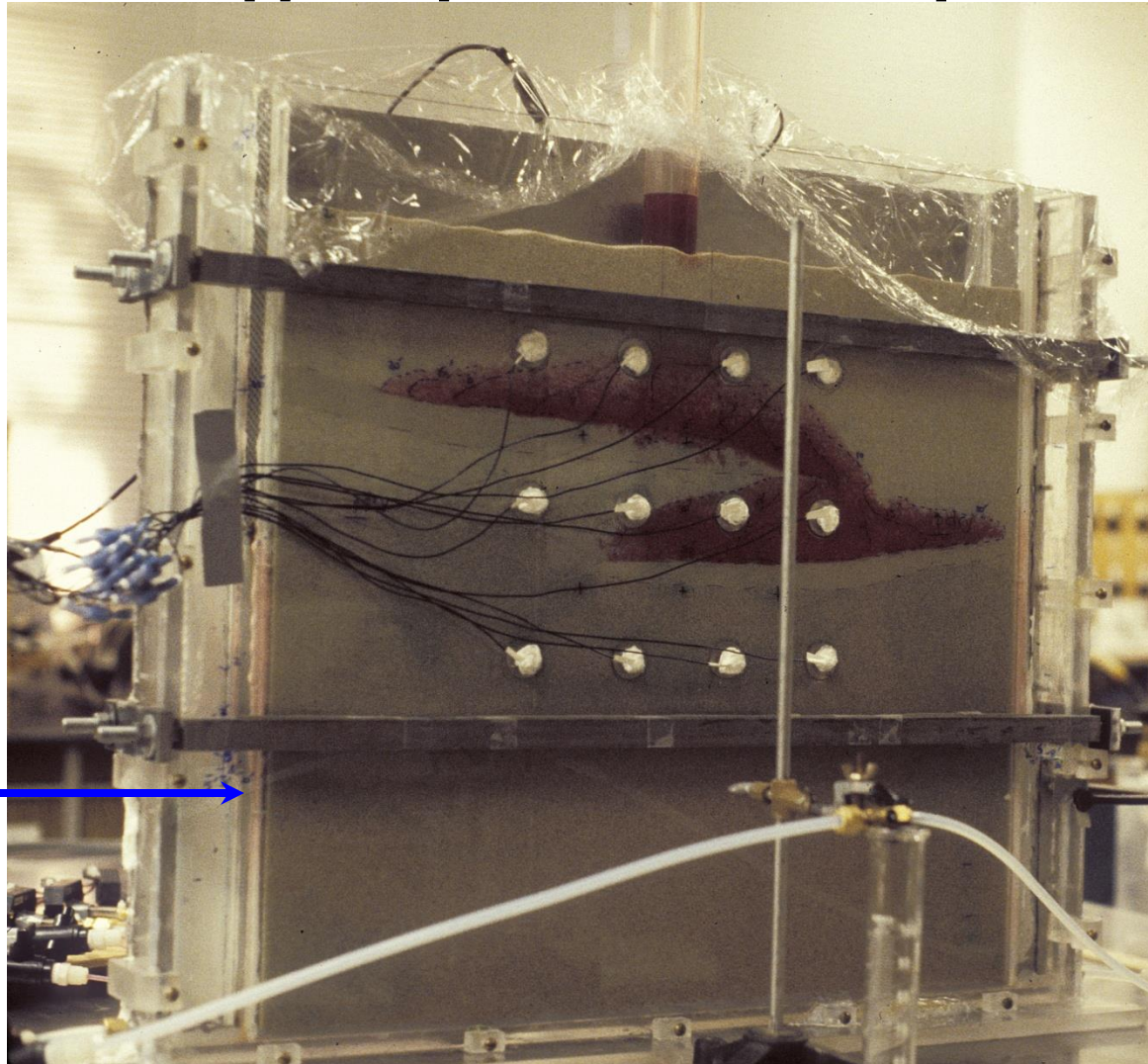
# Παραδείγματα χρήσης χημικών

- τριχλωροαιθάνιο 1,1,1 (TCA): χρησιμοποιείται στα ζιζανιοκτόνα, ως διαλύτης και για καθαρισμό από γράσα, κ.α.
- τριχλωροαιθυλένιο (TCE): χρησιμοποιείται στις μπόγιές, για στεγνό καθάρισμα, στην υφαντουργία, ως διαλύτης και για καθαρισμό από γράσα, κ.α.
- αρσενικό: συστατικό συντηρητικών ξυλείας (κύρια πηγή: διάβρωση εδαφικών στρωμάτων)

# Κατηγορίες ρύπων

- Οργανικοί ρύποι
  - Ευκολότερο να εξεταστούν σε ομάδες
  - Κατηγοριοποιούνται με βάση τις αντίστοιχες αναλυτικές μεθόδους (π.χ. πτητικά, ημιπτητικά)
  - Αν δεν αναμειγνύονται με το νερό (δηλαδή έχουν μικρή υδατοδιαλυτότητα), διακρίνουμε περιπτώσεις (α) διαρροής διαλυμένου ρύπου (π.χ. απόνερα με διαλυμένα συστατικά βενζίνης) και (β) ρύπου σε μη υδατική φάση (βενζίνη) – εκ των υστέρων είναι δύσκολο να σιγουρευτούμε αν η περίπτωση μας ήταν (α) ή (β)

# Παράδειγμα: Διαρροή μη υδατικού ρύπου, ελαφρότερου από το νερό\*

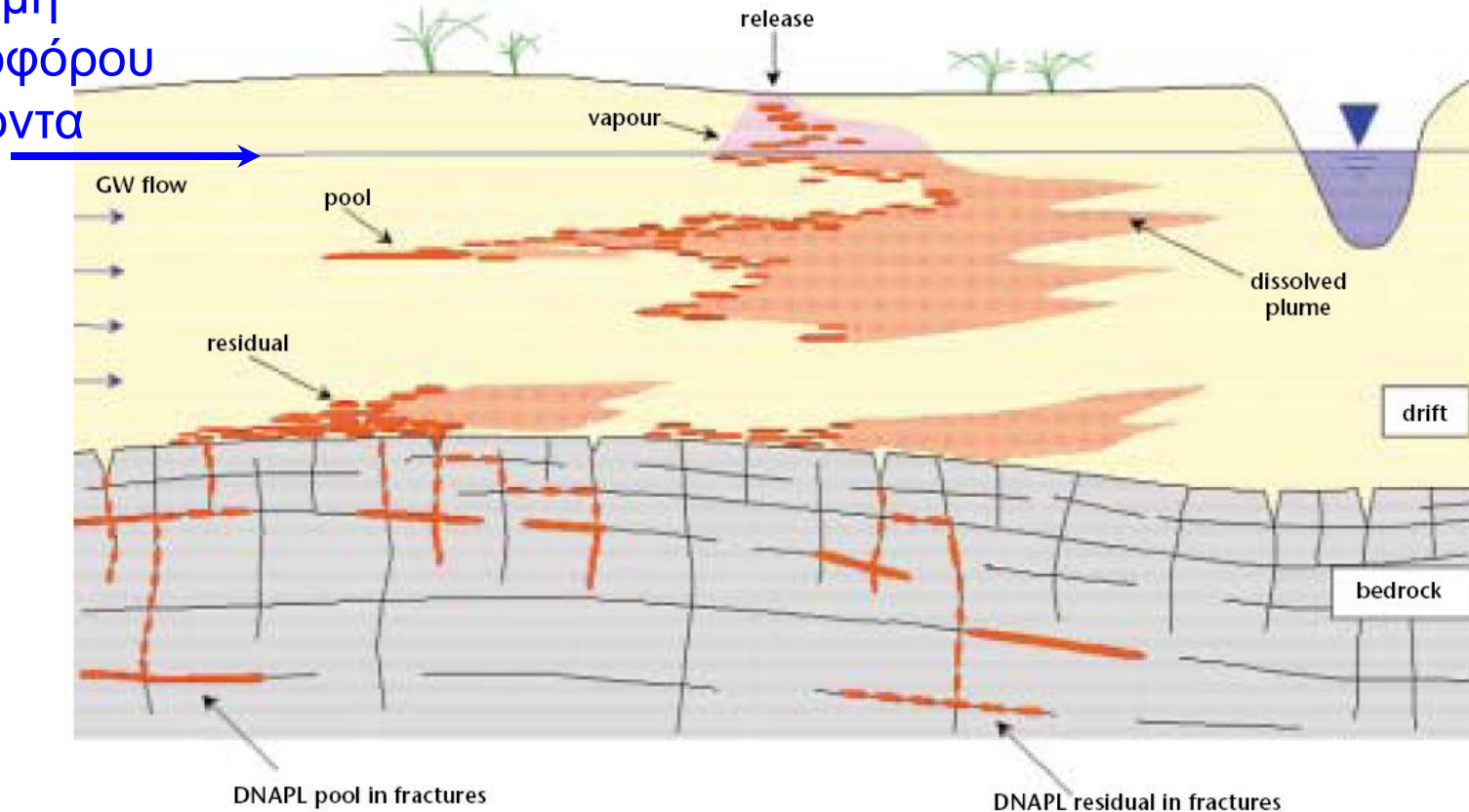


στάθμη  
υδροφόρου  
ορίζοντα

\* light non aqueous phase liquid = LNAPL

# Παράδειγμα: Διαρροή μη υδατικού ρύπου, βαρύτερου από το νερό\*

στάθμη  
υδροφόρου  
ορίζοντα



UK Environment Agency (2003)

\* dense non aqueous phase liquid = DNAPL



# Η οικογένεια οργανικών ρύπων PFAS

- Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS):  
μια μεγάλη οικογένεια φθοριωμένων ενώσεων  
με πολλές τεχνολογικές εφαρμογές
  - Επίμονοι, κινητικοί
  - Αφού αναπτύχθηκαν οι κατάλληλες αναλυτικές μέθοδοι διαπιστώθηκε ότι ανιχνεύονται σε όλη τη γη
  - Περισσότερες τεχνικές πληροφορίες (ITRC, 2023) και για το ευρύ κοινό η ταινία Dark Waters (2019)

# Κατηγορίες ρύπων (συνέχεια)

- Ανόργανοι ρύποι
  - Η συμπεριφορά τους μπορεί να ποικίλλει σημαντικά όταν αλλάζουν τα χαρακτηριστικά του υπόγειου νερού (π.χ. pH)
  - Η τοξικότητα και η κινητικότητά τους εξαρτάται από το χημικό τύπο: π.χ. το  $\text{Cr}^{+6}$  είναι ευδιάλυτο, το  $\text{Cr}^{+3}$  είναι δυσδιάλυτο στο νερό (το  $\text{Cr}^{+6}$  είναι καρκινογόνο)
  - Κάποιοι από αυτούς βρίσκονται φυσικά σε εδάφη/πετρώματα

# Ερώτηση Νο 2

- Ένας ρύπος που ως καθαρή ένωση είναι στερεός (τσεκάρετε όλα όσα θεωρείτε σωστά):

δεν μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα για το υπέδαφος

μπορεί να διαρρεύσει στο υπέδαφος σε υδατικό διάλυμα

μπορεί να διαρρεύσει στο υπέδαφος σε μη υδατικό διάλυμα

# Όλη η Θήβα πίνει **εξασθενές** χρώμιο

Σύμφωνα με χημικές αναλύσεις του Πανεπιστημίου Πατρών, ο Ασωπός «**πίνει**» με καρκινογόνες ουσίες τις γεωτρήσεις της πόλης

της **ΛΙΝΑΣ ΓΙΑΝΝΑΡΟΥ**

Γι' αυτό το εγκλημα ποιος θα τιμωρηθεί; Ήταν το 1969 όταν μεσοσπής της δικτατορίας υπογράφταν άλλο ένα σμαρτωλό Προεδρικό Διάταγμα, με το οποίο ο ποταμός Ασωπός βαφτιζόταν αποδέκτης βιομηχανικών λυμάτων. Σαράντα χρό-

νια μετά -και δύο χρόνια αφού αποκάλυφθηκε το σκάνδαλο με το καρκινογόνο εξασθενές χρώμιο- απολύτως τίποτα δεν έχει γίνει για την αποκατάσταση της ανυπόλογης περιβαλλοντικής καταστροφής, ενώ δεκάδες χιλιάδες κάτοικοι της Αττικοβιοτίας εξακολουθούν να πίνουν το δηλημένο νερό, υποθηκεύοντας κάθε μέρα που περνάει α-

κόμα περισσότερο την υγεία τους. Ανάμεσά τους οι κάτοικοι της Θήβας!

«Ο Ασωπός είναι πα καθαρός» διατείνονται σε κάθε ευκαιρία οι αρμόδιοι (ΥΠΕΧΩΔΕ, 7/8/08). Αναλύσεις εγκρίτουν επιστημονικών φορέων ωστόσο αποκαλύπτουν ότι όχι μόνο η επιβάρυνση συνεχίζεται με αμείωτη ένταση, αλλά και ότι

ο υδροφόρος ορίζοντας εμφανίζει χειρότερη εικόνα από ποτέ! Κι αν στα Οινόφυτα, το Σχηματάρι και το Δήλεο, το πρόβλημα της υδροδότησης επιλύθηκε μέσω της σύνδεσης με την ΕΥΔΑΠ, σε δεκάδες άλλους οικισμούς, αλλά ακόμα και στην πόλη της Θήβας, οι βρύσες τρέχουν μέχρι σήμερα νερό «μηνολιτισμένο» με καρκινογόνες ουσίες.

Την ώρα που ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας εκει θεωρεί το «μυδέν» ως ανώτατο όριο για την πρόσληψη εξασθενούς χρωμίου, χημικές αναλύσεις που πραγματοποιεί το Πανεπιστήμιο Πατρών (υπεύθυνος ο αναπληρωτής καθηγητής Υγιεινής Μιχάλης Λεοντινίδης) στη Θήβα μόλις τον περασμένο Δεκέμβριο (δειγματοληψία στις 3/12/08) κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου. Σχεδόν σε όλες τις γεωτρήσεις από τις οποίες υδροδοτείται η πόλη ανιχνεύεται εξασθενές χρώμιο, με τις μεγαλύτερες τιμές να καταγράφονται στη δεξαμενή Ελαιώνα (25 μg/l), στη δεξαμενή Νεοχωρακίου (21 μg/l), στη γεωτρύπη Ελαιώνα (27 μg/l), στη γεωτρύπη Νεοχωρακίου (21 μg/l), στη γεωτρύπη Αγίας Φωτεινής (20 μg/l), στη γεωτρύπη Αγίας Παρασκευής (21 μg/l), στη γεωτρύπη Αγίας Τριάδας (22 μg/l).

Ιδιαίτερα ανησυχητικά είναι τα αποτελέσματα των αναλύσεων στο νερό που τρέχει από τις βρύσες της Θήβας. Όπως προκύπτει, εξασθενές χρώμιο ρέει στα νοήματα μικρών παιδιών στο νηπιαγωγείο Φιλόλαου (22 μg/l), αλλά και στο 4ο Γυμνάσιο Θήβας (8 μg/l), στη Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Βοιωτίας (17 μg/l), καθώς και στο Γηροκομείο Θήβας (11 μg/l). Σε παλαιότερη ανάλυση, τοξίνωμένο είχε βρεθεί και το νερό στο νοσοκομείο Θήβας (21 μg/l)!

Σύμφωνα με τον γενικό διευθυντή της Δημοτικής Επιχειρήσεως Υδάτων - Αποχετεύσεως Θήβας κ. Βονιφάτιο Παπαεραφείμ, οι τιμές του εξασθενούς χρωμίου παραμένουν σχεδόν αμεταβίβλετες από τότε που εντοπίστηκε το πρόβλημα, το φθινόπωρο του 2007. «Εδώ και χρόνια κάνουμε ελέγχους κάθε μήνα και τα αποτελέσματα είναι πάντα σχεδόν τα ίδια», λέει στην «Κ». «Δεν είναι ειδικός, όμως αυτό για μένα σημαίνει ότι κάποιος συνεχίζει να ρυπαίνει». Φυσικά, καθ' όλο αυτό το διάστημα, οι κάτοικοι της Θήβας συνεχίζουν να πληρώνουν κανονικά τα τέλη υδρεύσεως.

«Πράγματι, το πρόβλημα είναι έντονο», σημειώνει στην «Κ» ο δήμαρχος Θήβας κ. Νικό-



## ΑΣΩΠΟΣ

### Το χρονικό της ρύπανσης

Σαράντα έτη συνεχούς ρύπανσης «κλείνει» φέτος ο Ασωπός, με την ατυχήσα ορισμένων βιομηχανιών να συνεχίζεται. Από το 2004 που οι πρώτοι έλεγχοι εκκρούσαν τον κώδωνα του κινδύνου, τίποτα δεν έχει γίνει για την απορρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα, με αποτέλεσμα

- 2004 Ιανουάριος - Ιούνιος**  
Η Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος, από τη Μεγαρχία Καραθωσίου, διεκδικεί ελέγχους στον Ασωπό, διαπιστώνει παραβιάσεις της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και επιβάλλει πρόστιμα σε 10 βιομηχανίες.
- Νοέμβριος**  
Ανιχνεύονται υψηλές συγκεντρώσεις χρωμίου, μολύβδου και νιτρικών στο πόσιμο νερό των Οινόφυτων.
- 2006**

- κατηγορούμενο για τη ρύπανση στον Ασωπό.
- 2007 Ιούνιος**  
Το δικαστήριο κρίνει εβ καταγορημένους ενόχους, επιδικάζοντας χρηματικό πρόστιμο 5.000 ευρώ. Οι υπόχλιοι κατηγορούμενοι οφειλονται βέβαι να πληρώσουν το ποσό που οφείλουν να πληρώσουν για την εξασφάλιση των εργασιών.
- Αύγουστος**  
Για πρώτη φορά διαπιστώνεται ότι το πόσιμο νερό των Οινόφυτων περιέχει και εξασθενές χρώμιο, μια θανατηφόρα ουσία που αποτελεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία ουσία.

- το χαρακτηρίζει «εθνικό έργο».
- Οκτώβριος**  
Οι ελληνικές αρχές λαμβάνουν επιστολή έκκληση από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή για το θέμα.
- Νοέμβριος**  
Το πρώτο «πρόβλημα» προτίμωμ στις βιομηχανίες του Ασωπού ανήγει τα 1,4 δισ. ευρώ.
- 2008 Ιανουάριος**  
Οι ελληνικές αρχές δεν ανισοκρίθηκαν στην επιστολή έκκλησης της Κομισιόν, που ξεκινά δική της έρευνα.
- Φεβρουάριος**  
Πλήρωμα σε 35 εκατομμύρια

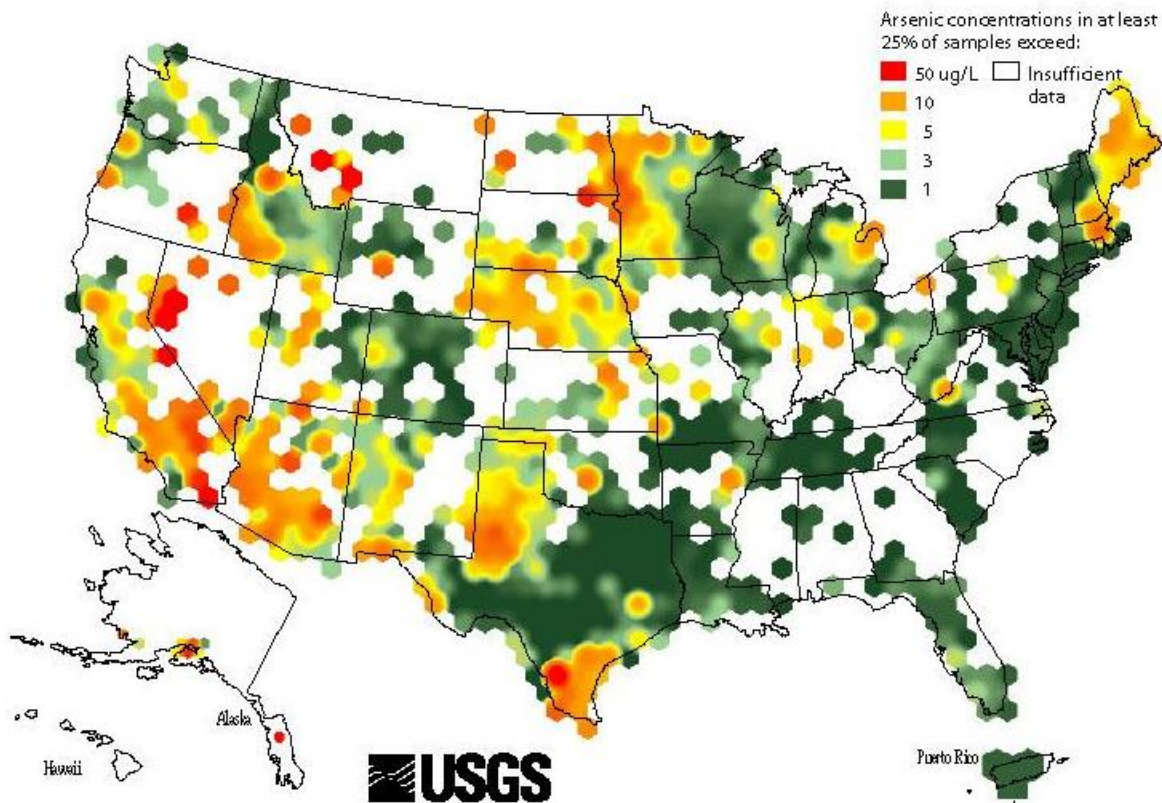
- με εξασθενές χρώμιο δεν σπασμό στο Οινόφυτα, αλλά προβλήματα σχεδόν το συνολό της Αττικοβιοτίας.
- Οκτώβριος**  
Έξικνα η δική της Μαργαρίτα Καραθωσίου Ιβριαντ επικεφαλής των Επιθεωρητών Περιβάλλοντος η οποία κατηγορείται για οικονομική δυσφήμιση επειδή δήλωσε ότι οι έλεγχοι στον Ασωπό είναι επιλεκτικοί. Εν τω μεταξύ, επρκνται στο φως αναλύσεις του ΥΠΕΣ στον υδροφόρο ορίζοντα των Οινόφυτων που αποκαλύπτουν ότι η ρύπανση καλά κρατεί.
- Δεκέμβριος**  
Ενοχή για το τραγικό μόνον

Νηπιαγωγείο Φιλόλαου	25,6	22
4ο Γυμνάσιο (Αισχύλου)	9,6	8
Γεωτρύπη Αγ. Τριάδος	24,2	22
Δεξαμενή Ελαιώνα	30,3	25
Δεξαμενή Νεοχωρακίου	25,3	21
Γηροκομείο	13,5	11
Νομαρχία Βοιωτίας	20,3	17
Δεξαμενή Κελευσίου	20,3	18
Δεξαμενή Αγ. Θεοδώρων	21,2	19

η τοξικότητα και η κινητικότητα των ανόργανων ρύπων εξαρτάται από τον χημικό τύπο

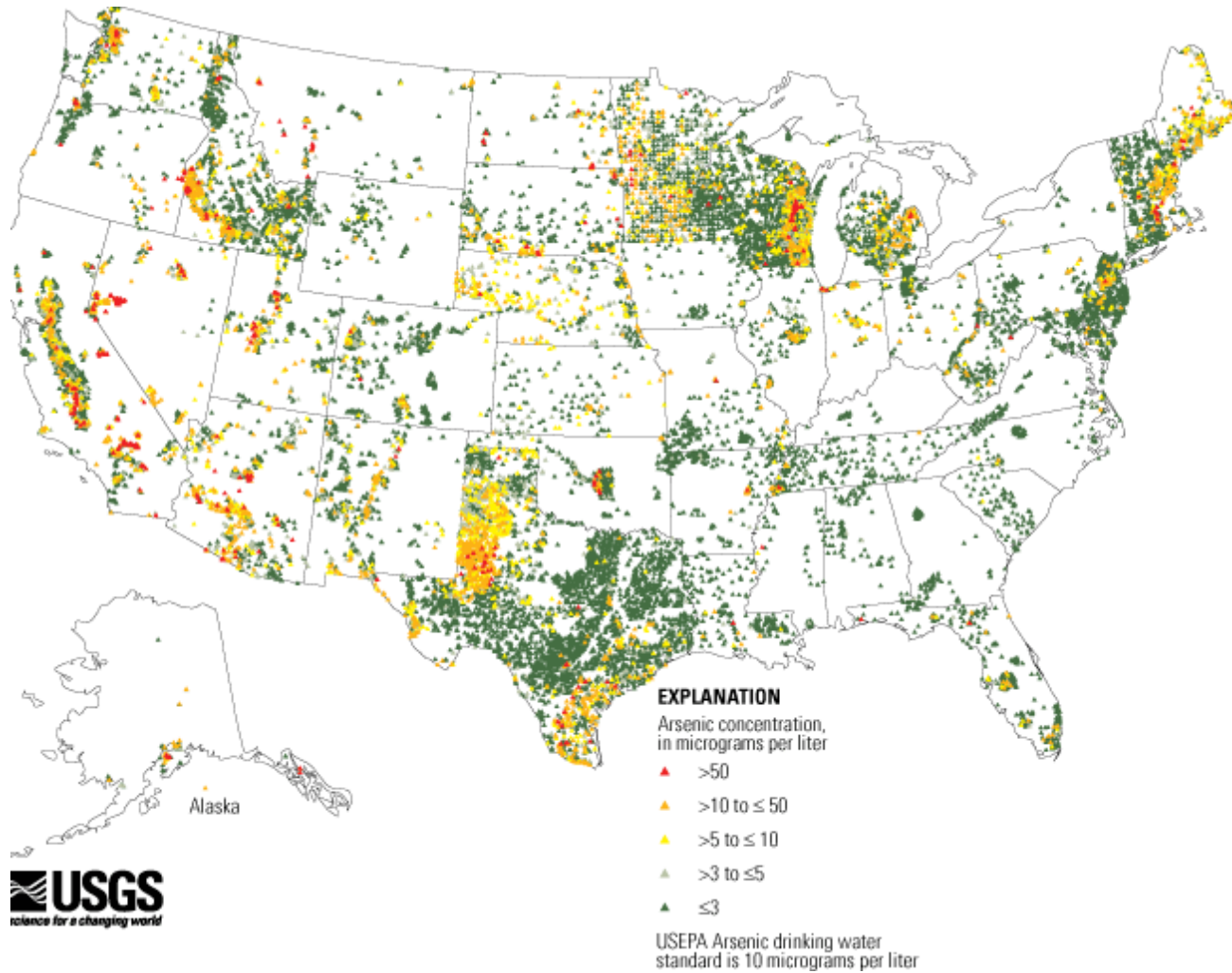
# Κατανομή αρσενικού στο υπόγειο νερό (2000)

[http://www.agiweb.org/geotimes/nov01/feature\\_Asmap.html](http://www.agiweb.org/geotimes/nov01/feature_Asmap.html)



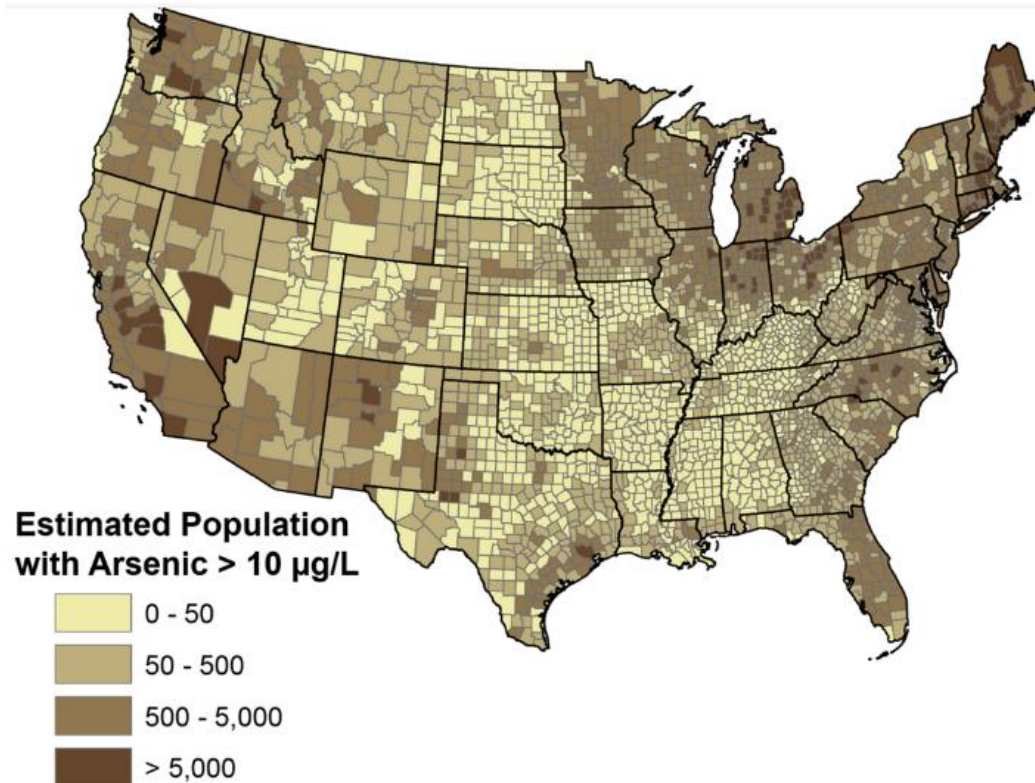
κάποιοι ανόργανοι ρύποι βρίσκονται φυσικά σε εδάφη/πετρώματα

# Κατανομή αρσενικού στο υπόγειο νερό (2011)



# Κατανομή δυνητικά εκτιθέμενου πληθυσμού σε αρσενικό στο υπόγειο νερό

[https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/arsenic-and-drinking-water?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/mission-areas/water-resources/science/arsenic-and-drinking-water?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)



*This map shows estimates of how many private domestic well users in each county may be drinking water with levels of arsenic of possible concern for human health. (µg/L, micrograms per liter)*

# Στοιχεία για το υπόγειο νερό και το έδαφος

- European Environment Agency (ΕΕΑ)
  - Δεδομένα για την εκτίμηση της ποιότητας του περιβάλλοντος στις χώρες-μέλη:  
<https://www.eea.europa.eu/themes/soil>
- Joint Research Center (Ερευνητικό κέντρο της ΕΕ για το έδαφος – **συχνά έμφαση στο επιφανειακό έδαφος**)  
<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/european-soil-portal>
- Ελληνική Αρχή Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ευρενών (πρώην ΙΓΜΕ), <https://www.eagme.gr/>
  - Θεωρητικώς(;) διαθέσιμα στοιχεία



# Χαρακτηριστικά ρύπων

- Τι μας ενδιαφέρει στα προβλήματα ρύπανσης του υπεδάφους;

- Σε τι συγκέντρωση βρίσκονται οι ρύποι;

- Κατά πόσο ξεπερνάει τις φυσικές τιμές;
- Πόσο γρήγορα μπορεί να μειωθεί;

- Πόσο συχνά ανιχνεύονται;

- Πόσο βλαβεροί είναι για τον άνθρωπο και το περιβάλλον;

- Πόσο γρήγορα μπορούν να κινηθούν;

- Πόσο εύκολο ή δύσκολο είναι να αντιδράσουν με άλλες ουσίες (και άρα να διασπαστούν);

# Στοιχεία για την επίδραση ουσιών στην ανθρώπινη υγεία (προσεχώς...)

- Με ποιον τρόπο προσδιορίζονται;
  - Βλέπε επόμενη ενότητα
- Πού ψάχνουμε;
  - Βάσεις δεδομένων

Προσοχή: οι πιο πάνω δυο ερωτήσεις ρωτάνε κάτι πολύ διαφορετικό!

# Βάσεις δεδομένων

- Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας: Intergovernmental Forum on Chemical Safety
  - <https://www.who.int/initiatives/intergovernmental-forum-on-chemical-safety/>
- Υπηρεσία Περιβάλλοντος των ΗΠΑ
  - IRIS (Integrated Risk Information System):  
<https://www.epa.gov/iris>
    - A to Z list of IRIS substances
- Υπουργείο Υγείας των ΗΠΑ
  - Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR): <https://www.atsdr.cdc.gov/>

# Πηγές σχημάτων

Σημείωση: το μη πρωτογενές υλικό αυτής της παρουσίασης ή είναι διαθέσιμο στο διαδίκτυο (πχ πρακτική των ΗΠΑ για μελέτες κλπ δημόσιων οργανισμών) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με κατάλληλη αναφορά (attribution), ή συνοδεύεται από άδεια από τον εκδότη.

**Διαφάνειες 3, 6, 20.** Εφημερίδα ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ.

**Διαφάνεια 7.** Εφημερίδα ΤΟ ΒΗΜΑ.

**Διαφάνεια 16.** UK Environment Agency, 2003, An illustrated handbook of DNAPL transport and fate in the subsurface, R&D Publication 133.

**Διαφάνειες 21, 22.** United States Geological Survey, Trace Elements National Synthesis Project: Arsenic in groundwater of the United States 2000, 2011

**Διαφάνεια 23.** United States Geological Survey, Arsenic and Groundwater.

## Βιβλιογραφία

Interstate Technology Regulatory Council (ITRC) (2023). Technical Resources for Addressing Environmental Releases of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS), <https://pfas-1.itrcweb.org/>