



Κόρινθος, 05.06.2023

Αναλύσεις Φυσικών και Τεχνητών Ραδιονουκλιδίων (Ραδιενέργειας) που περιέχονται στο Νερό Ανθρώπινης Κατανάλωσης

Ως «Νερό Ανθρώπινης Κατανάλωσης» νοείται α) το νερό, είτε στην αρχική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα, παρασκευή τροφίμων ή άλλους σκοπούς οικιακής χρήσης, ανεξάρτητα από την προέλευσή του και από το κατά πόσο παρέχεται μέσω δικτύου διανομής, από βυτίο ή σε φιάλες ή δοχεία, και β) το νερό που χρησιμοποιείται στις επιχειρήσεις παραγωγής τροφίμων, για την παρασκευή, επεξεργασία, συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών, που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση. Όπως πολλά αγαθά και περιβαλλοντικά υλικά γύρω μας, έτσι και το νερό περιέχει ίχνη φυσικών ραδιονουκλιδίων (ραδιενέργειας). Συνεπώς, η κατανάλωσή του άμεσα ή έμμεσα έχει ως αποτέλεσμα την εσωτερική έκθεση του ανθρώπινου οργανισμού σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες που εκπέμπονται από τα περιεχόμενα φυσικά ραδιενεργά. Κάτι τέτοιο βέβαια δεν είναι απαραίτητα επικίνδυνο για τη δημόσια υγεία, εκτός εάν οι συγκεντρώσεις των εν λόγω ραδιενεργών ιχών ξεπερνούν τα διεθνή αποδεκτά όρια.

Σύμφωνα με το ευρέως υιοθετημένο γραμμικό μοντέλο δοσιμετρίας / ακτινοπροστασίας (LNT model), οποιαδήποτε έκθεση του ανθρώπου σε ιοντίζουσες ακτινοβολίες εμπεριέχει κίνδυνο ο οποίος, για χαμηλούς ρυθμούς έκθεσης, είναι ανάλογος της Ενεργού Δόσης (μονάδα μέτρησης Sv) από την εν λόγω έκθεση. Για χρόνια έκθεση του πληθυσμού σε χαμηλές δόσεις, εκτιμάται ότι οι κίνδυνοι κληρονομικών γενετικών βλαβών και ανάπτυξης μη αναστρέψιμου-θανατηφόρου καρκίνου, είναι 0.2%/Sv και 5.5%/Sv αντίστοιχα. Συνεπώς, συνεχείς ετήσιες δεσμευθείσες δόσεις της τάξης των 100μSv, λόγω της κατάποσης φυσικών ραδιονουκλιδίων που περιέχονται πάντα στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης αλλά και των τεχνητών που ενδέχεται να έχουν εισέλθει στον υδροφόρο ορίζοντα ή το δίκτυο διανομής, ενέχουν κίνδυνο το επίπεδο του οποίου είναι τόσο χαμηλό, που πρακτικά δεν αναμένεται να έχει ανιχνεύσιμες επιπτώσεις στην υγεία ενός ατόμου καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του. Βάσει των ανωτέρω, για τη βελτιστοποίηση της προστασίας του πληθυσμού, έχει κριθεί σκόπιμο η ατομική δεσμευθείσα ενεργός δόση από τη ραδιενέργεια του νερού να μην υπερβαίνει τα 100μSv ετησίως (ενδεικτική δόση - ΕΔ). Η δεσμευθείσα ενεργός δόση εξαρτάται από τις συγκεντρώσεις/ειδικές ενεργότητες των φυσικών και τεχνητών ραδιονουκλιδίων στο νερό και υπολογίζεται με ακρίβεια από τα αποτελέσματα πυρηνικών φασματομετρικών αναλύσεων για ένα πλήθος νουκλιδίων. Όπως ίσως γνωρίζετε, η νομοθεσία επιβάλλει τακτικούς ελέγχους στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης και ορίζει διαδικασίες και προτεραιότητες ως προς τις αναλύσεις των προαναφερθέντων ισοτόπων, ώστε να διασφαλίζεται η μη υπέρβαση των 100μSv/y για την ΕΔ: Επειδή συνήθως δεν είναι πρακτικός ο προσδιορισμός όλων των ραδιονουκλιδίων που πιθανώς περιέχονται στο νερό, οι αναλύσεις υλοποιούνται κλιμακωτά όπως περιγράφεται παρακάτω.

Πρέπει να προσδιορίζεται το (αέριο) Ραδόνιο που είναι διαλυμένο στο νερό, αλλά δεν συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό της ετήσιας δεσμευθείσας ενεργού δόσης που συγκρίνεται τελικά με την ΕΔ των 100μSv. Η ειδική ενεργότητά του δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή των 100Bq/l.

Πρέπει να προσδιορίζεται το Τρίτιο που βρίσκεται υπό μορφή ύδατος στο εκάστοτε δείγμα, διότι παρέχει μια ένδειξη για την πιθανή ύπαρξη τεχνητών ραδιονουκλιδίων στο νερό. Όπως το Ραδόνιο, έτσι και το Τρίτιο δεν συμπεριλαμβάνεται στον υπολογισμό της ετήσιας δεσμευθείσας ενεργού δόσης. Όμως, εάν η ειδική ενεργότητά του υπερβαίνει την τιμή των 100Bq/l, επιβάλλεται να



διενεργείται ανάλυση τουλάχιστον για τους τεχνητούς γ-εκπομπούς: ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs και ^{131}I , τους β-εκπομπούς ^{14}C και ^{90}Sr και για τους α-εκπομπούς $^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}$ και ^{241}Am .

Επιβάλλεται να προσδιορίζονται τακτικά τα ισότοπα του Ουρανίου ^{234}U και ^{238}U . Εάν οι ειδικές ενεργότητες τους υπερβαίνουν τις τιμές 0.56Bq/l και 0.60Bq/l αντιστοίχως, επιβάλλεται να υλοποιούνται αναλύσεις για τα φυσικά νουκλίδια ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{226}Ra και ^{228}Ra .

Επιβάλλεται να προσδιορίζονται τακτικά η ολική α και η ολική ή η εναπομένουσα β ακτινοβολία του εκάστοτε δείγματος. Εάν οι ολικές ειδικές ενεργότητες α ή/και β υπερβαίνουν τις τιμές 0.1Bq/l και 1.0Bq/l αντιστοίχως, επιβάλλεται να πραγματοποιούνται αναλύσεις για σχεδόν όλα τα παραπάνω φυσικά και τεχνητά ραδιονουκλίδια.

Εάν καμία από τις ειδικές ενεργότητες του Τριτίου, των ισotόπων του Ουρανίου, της ολικής α και της εναπομένουσας β ακτινοβολίας δεν υπερβαίνει τις προαναφερθείσες τιμές, τεκμαίρεται ότι η ατομική δεσμευθείσα ενεργός δόση από τη ραδιενέργεια του νερού δεν θα υπερβαίνει την παραμετρική τιμή (για την ΕΔ) των 100μSv ετησίως. Συνεπώς δεν θα υπάρχει υποχρέωση για αναλύσεις των υπόλοιπων αναφερόμενων ραδιοϊσοτόπων.

Λόγω της εξειδίκευσης των στελεχών μας στην ακτινοπροστασία και την πυρηνική μετρολογία, τα Εργαστήρια teleDOS (teleDOS Πυρηνική) παρέχουν, τάχιστα και οικονομικά, ποιοτικές υπηρεσίες και αξιόπιστες ραδιολογικές αναλύσεις που αφορούν όλους τους παραπάνω ελέγχους. Κατόπιν της παραγωγής των αποτελεσμάτων οποιασδήποτε ανάλυσης οποιουδήποτε δείγματος, πάντα διενεργούνται δοσιμετρικοί προσδιορισμοί προς εξαγωγή της ετήσιας ατομικής ενεργού δόσης η οποία συμπεριλαμβάνεται τελικά στην εκάστοτε αναφορά. Έτσι, και στην περίπτωση του νερού, ο αποδέκτης της αναφοράς μπορεί άμεσα να ενημερωθεί για την υπέρβαση ή μη της παραμετρικής τιμής για την ΕΔ και κατ' επέκταση για την ασφάλεια ή μη του ελεγχόμενου προϊόντος.

Η «teleDOS Πυρηνική» είναι ΝΠ που δραστηριοποιείται στην έρευνα και πειραματική ανάπτυξη σε τομείς των επιστημονικών πεδίων της Πυρηνικής Τεχνολογίας και Μετρολογίας, της Ακτινοπροστασίας και του Περιβάλλοντος. Τα στελέχη της έχουν 25ετή+ εμπειρία σε αυτούς τους τομείς, ενώ η εταιρία διαθέτει άρτια εργαστήρια με εξειδικευμένο εξοπλισμό ανώτερης τεχνολογικής στάθμης, παράγοντες που συντελούν στη διεξαγωγή έρευνας και παροχή υπηρεσιών υψηλής ποιότητας.

Η διεθνώς ανταγωνιστική εργαστηριακή-αναλυτική ποιότητα και ικανότητά μας ελέγχεται περιοδικά βάσει αυστηρών κριτηρίων από τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας (ΔΟΑΕ / ΟΗΕ). Πληροφορίες ως προς τα αποτελέσματα των ελέγχων και άλλες σχετικές λεπτομέρειες παρατίθενται στον σύνδεσμο www.teledos.eu/PT . Από αυτήν την αξιολόγηση απορρέει και η συνεχής κατάταξή μας, κατά τα τελευταία χρόνια, μεταξύ των ικανότερων πυρηνικών-αναλυτικών εργαστηρίων παγκοσμίως.

Επιπλέον, σημειώνεται ότι λόγω της πολυετούς εμπειρίας και των υψηλών επιδόσεων στους ανωτέρω ελέγχους, τα στελέχη της teleDOS συμμετέχουν τακτικά σε δράσεις προγραμμάτων τεχνικής συνεργασίας του ΔΟΑΕ στα πεδία της ραδιενέργειας περιβάλλοντος και περιβαλλοντικού ελέγχου πυρηνικών εγκαταστάσεων, ή ευρύτερα της ακτινοπροστασίας. Τακτική είναι επίσης η ενεργός συμμετοχή και σε δράσεις του Οργανισμού για την ανάπτυξη & προώθηση βιομηχανικών και περιβαλλοντικών εφαρμογών ακτινοβολιών και ραδιοϊχνηθετών ή εφαρμογών της Πυρηνικής Τεχνολογίας γενικότερα, οι οποίες δύναται να αξιοποιούνται και στις «συμβατικές» βιομηχανίες με στόχο τη βελτίωση της ποιότητας υλικών και προϊόντων, την ανάλυση και βελτιστοποίηση διεργασιών, τη μη καταστρεπτική διάγνωση-διερεύνηση προβλημάτων, την εξοικονόμηση ενέργειας και υλικών πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος. Οι περισσότερες εκ των προαναφερθεισών δράσεων υλοποιούνται σε διάφορες χώρες-μέλη του ΔΟΑΕ στις οποίες και μεταβαίνουμε σε συχνή βάση.



Ο συνδυασμός των ανωτέρω στοιχείων μάς καθιστά αξιόπιστο συνεργάτη φορέων/οντοτήτων του εξωτερικού αλλά και της χώρας μας, συμπεριλαμβανομένων μεγάλων αναλυτικών εργαστηρίων, παραγωγών αγροτικών & κτηνοτροφικών προϊόντων, βιομηχανιών, φορέων εποπτείας του περιβάλλοντος, κλπ, καλύπτοντας τις πιο απαιτητικές ανάγκες τους. Σε εγχώριο επίπεδο, ενδεικτικές είναι και οι συνεργασίες μας με ερευνητικά/ακαδημαϊκά ιδρύματα, όπως το ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», το Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας του ΕΛΚΕΘΕ, το Πανεπιστήμιο Πατρών, κλπ. Στα πλαίσια των εν λόγω συνεργασιών συνήθως πραγματοποιούνται αναθέσεις εξειδικευμένων μελετών και ποιοτικών ελέγχων/αναλύσεων, από τα ιδρύματα στην teleDOS Πυρηνική.

Παρακαλούμε μη διστάσετε να επικοινωνήσετε μαζί μας για περαιτέρω πληροφόρηση σχετικά με τις υπηρεσίες μας ή άλλα επιστημονικά και τεχνικά ζητήματα. Μέσω εξειδικευμένης τεχνογνωσίας υψηλού επιπέδου, είμαστε σε θέση να εξυπηρετήσουμε τις πιο απαιτητικές επιστημονικές και τεχνολογικές σας ανάγκες. Μαζί χτίζουμε έναν ασφαλέστερο καλύτερο κόσμο!

Για την «teleDOS Πυρηνική»,

Χρήστος Αθ. Μαραμαθάς

Φυσικός Παν. Πατρών – Ερευνητής Πυρηνικής & Περιβαλλοντικής Μετρολογίας/Τεχνολογίας
Ειδικός Ακτινοπροστασίας & Πυρηνικής Φασματομετρίας – Πιστοποιημένος από τον Δ.Ο.Α.Ε.
Ειδικός-Ε2 Εφαρμογών Ακτινοβολιών & Ραδιοϊχνηθετών – Πιστοποιημένος από τον Ι.Σ.Τ.Ρ.Α.

Εργαστήρια teleDOS – Πυρηνικής Τεχνολογίας-Μετρολογίας, Ακτινοπροστασίας & Περιβάλλοντος Μον. Ι.Κ.Ε.
ΑΦΜ: 800829780, ΔΟΥ Κορίνθου



Παράρτημα

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά οι υπηρεσίες μας σχετικά με τις ανωτέρω αναλύσεις για το νερό:

#	Υπηρεσία / Αναλυόμενη παράμετρος
1	Ειδική ενεργότητα Ραδονίου σε ύδατα
2	Ειδική ενεργότητα Ραδονίου σε ύδατα - επιτόπια ανάλυση
3	Ειδική ενεργότητα Τριτίου
4	Ειδική ενεργότητα ισοτόπων Ουρανίου (^{234}U , ^{235}U και ^{238}U ταυτόχρονα)
5	Ειδική ενεργότητα Ολικής α & Εναπομένουσας β Ακτινοβολίας
6	Ειδική ενεργότητα γ -Ραδιονουκλιδίων (όλοι οι γ -εκπομποί ταυτόχρονα, π.χ. ^{60}Co , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{131}I , κλπ)
7	Ειδική ενεργότητα ^{14}C
8	Ειδική ενεργότητα ^{90}Sr
9	Ειδική ενεργότητα ^{210}Pb και ^{210}Po (ταυτόχρονα)
10	Ειδική ενεργότητα ^{210}Po
11	Ειδική ενεργότητα ισοτόπων Ραδίου (^{226}Ra και $^{228}\text{Ra}^*$ ταυτόχρονα)
12	Ειδική ενεργότητα ισοτόπων Ραδίου (^{226}Ra και ^{228}Ra ταυτόχρονα)
13	Ειδική ενεργότητα άλλων α - ή β -εκπομπών/ραδιονουκλιδίων
14	Δειγματοληψία, μεταφορά & 2ετής φύλαξη δείγματος

* Στην υπηρεσία #11, παρότι τα ισότοπα διαχωρίζονται και ανακτώνται ταυτόχρονα από το δείγμα, το ^{226}Ra προσδιορίζεται άμεσα και γνωστοποιείται με την αρχική αναφορά, ενώ ο προσδιορισμός του ^{228}Ra γίνεται με καθυστέρηση 6-8 μηνών και τα αποτελέσματα ανακοινώνονται με συμπληρωματικό έγγραφο. Στη σπάνια περίπτωση απαίτησης άμεσων αποτελεσμάτων και για το ^{228}Ra , προτείνεται η υπηρεσία #12.

Η υλοποίηση αναλύσεων Ραδονίου και Τριτίου δύναται να αποφευχθεί υπό προϋποθέσεις. Παρά ταύτα, οι εν λόγω αναλύσεις προτείνεται να εκτελούνται μία φορά το έτος.

Τα δείγματα που υποβάλλονται στις ανωτέρω αναλύσεις πρέπει να ισοκατανέμονται χρονικά εντός του έτους, ενώ σε περίπτωση έκτακτων καταστάσεων/μεταβολών της ομοιογένειας της ποιότητας ή/και έργων συντήρησης κρίνεται σκόπιμη η επιπρόσθετη δειγματοληψία εκτός προγράμματος.

Τέλος, για τις δειγματοληψίες ακολουθείται κατ' ελάχιστο το πρότυπο ISO 5667, ενώ στην περίπτωση που δεν υλοποιούνται από εμάς, παρέχουμε κατάλληλη εκπαίδευση σε όποιον τις διενεργεί και είμαστε σε μόνιμη επικοινωνία για την καθοδήγησή του και τη διασφάλιση της ποιότητας. Σημειώνεται ότι η ικανότητα στελεχών και εξωτερικών συνεργατών της εταιρίας μας ως προς τη δειγματοληψία νερού και άλλων υποστρωμάτων που θα υποβληθούν σε αναλύσεις για προσδιορισμό ανθρωπογενών και φυσικών ραδιονουκλιδίων, πιστοποιείται από τον ΔΟΑΕ.

