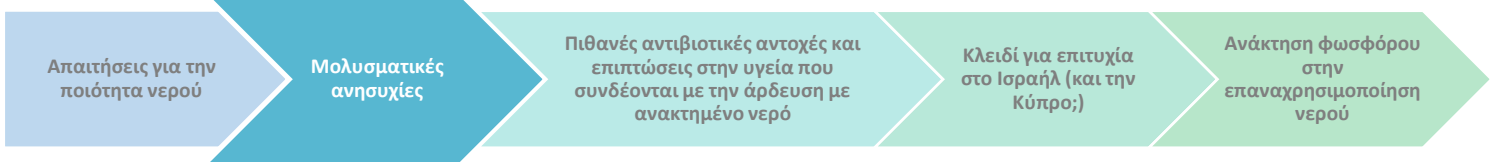
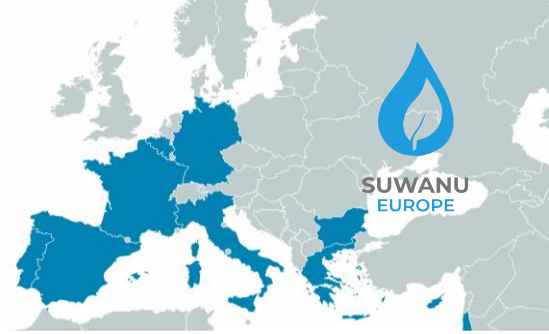


## Πακέτο πληροφοριών 3

### Διαχειριστές ανάκτησης νερού

Fact Sheet 3.2 – Μολυσματικές ανησυχίες

(σημασία, καταστροφή στο περιβάλλον, τεχνολογίες για την απομάκρυνσή τους, οικολογικές επιπτώσεις)



Το SUWANU EUROPE είναι ένα έργο H2020 που στοχεύει στην προώθηση της αποτελεσματικής ανταλλαγής γνώσεων, εμπειριών και δεξιοτήτων μεταξύ των επαγγελματιών και των σχετικών παραγόντων σχετικά με τη χρήση του ανακτημένου νερού στη γεωργία. Αυτό το ενημερωτικό δελτίο απευθύνεται σε διαχειριστές αποκατάστασης νερού και περιγράφει τη σημασία των μολυσματικών ουσιών που ανακύπτουν (CEC) στα ανακτημένα ύδατα, καθώς και την τύχη τους στο περιβάλλον, τις οικολογικές συνέπειες και τις επιλογές επεξεργασίας για την απομάκρυνσή τους από τα λύματα.

#### 1. Μολυσματικές ανησυχίες που παρουσιάζονται στο ανακτημένο νερό - γιατί είναι σημαντικές;

Η παρουσία ανησυχητικών μολυσματικών ουσιών (CEC) στα ακατέργαστα λύματα και στα ανακτημένα ύδατα, είναι ένα σημαντικό ζήτημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί κατά την εκτίμηση των κινδύνων για την ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα. Σύμφωνα με το δίκτυο NORMAN (δίκτυο NORMAN, 2017), μια μολυσματική ουσία είναι «μια ουσία που δεν περιλαμβάνεται επί του παρόντος σε προγράμματα ρουτίνας περιβαλλοντικής παρακολούθησης και μπορεί να είναι υποψήφια για μελλοντική νομοθεσία λόγω των δυσμενών επιπτώσεων της». Μέχρι τώρα δεν υπάρχει τυποποιημένη κατηγοριοποίηση των μολυσματικών ουσιών, και οι κατηγορίες που εξετάστηκαν γενικά σε ανακτημένο νερό περιλαμβάνουν χημικές ενώσεις, όπως φαρμακευτικά προϊόντα (συμπεριλαμβανομένων των αντιβιοτικών), προϊόντα προσωπικής φροντίδας, μικρο / νανοπλαστικά, φυτοφάρμακα και ορισμένα ανθεκτικά στα αντιβιοτικά βακτήρια (ARB) και γονίδια αντοχής στα αντιβιοτικά (ARGs). Μεταξύ των CEC, τα φαρμακευτικά προϊόντα ανήκουν σε μια ομάδα αυξανόμενου ενδιαφέροντος λόγω της φαρμακολογικής τους δραστηριότητας, της αυξανόμενης κατανάλωσής τους που απορρέει από τη χρήση τους στην ιατρική και την κτηνιατρική (Kümmerer, 2008). Το Κόστος Δράσης ES1403: «Νέες και αναδυόμενες προκλήσεις και ευκαιρίες στα λύματα REUS'e» (NEREUS) παρέχει μια πλατφόρμα για μια συστηματική ενοποίηση δεδομένων και τυποποίηση μεθόδων για την εκτίμηση των αναδυόμενων κινδύνων που σχετίζονται με την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων, ιδίως των πιο ανησυχητικών για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον και πώς μπορούν να ξεπεραστούν (<http://www.nereus-cost.eu/>).

#### 2. Πώς οι μολυσματικές ουσίες (CEC) φτάνουν στο περιβάλλον;

Οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (WWTPs) μειώνουν συχνά τις εκπομπές των μολυσματικών ουσιών, κυρίως με διαχωρισμό φάσεων, όπου ορισμένες από τις ουσίες απομακρύνονται στην ιλύ. Αυτή η διαδικασία, ωστόσο, δεν εξαλείφει πλήρως την παρουσία τους στα απόβλητα. Πολλά φαρμακευτικά προϊόντα παραμένουν στα παραγόμενα λύματα, όταν υποβάλλονται σε μερικό μεταβολισμό, με την παραγωγή προϊόντων μετασχηματισμού (TPs) (Radjenović et al., 2009). Αυτά τα TPs μπορούν να είναι εξίσου ανθεκτικά και τοξικά με τις μητρικές τους ενώσεις, και ως εκ τούτου η παρουσία τους σε εκροές συμβάλλει μόνο στον κίνδυνο που σχετίζεται με την επαναχρησιμοποίηση λυμάτων (Escher και Fenner, 2011). Όταν επαναχρησιμοποιούνται, τα λύματα μπορούν να θεωρηθούν ως πηγή CECs, που τα εισάγουν σε υδάτινα σώματα, λόγω της ελλιπούς αφαίρεσης των CEC σε κοινές τεχνολογίες επεξεργασίας λυμάτων.

Μια άλλη κύρια πηγή μολυσματικών ουσιών στο περιβάλλον είναι η διάθεση επεξεργασμένων λυμάτων και υλούς από φυτά που παράγουν χημικές ουσίες που θεωρούνται μολυσματικές, όπως φαρμακευτικά προϊόντα, επιβραδυντικά φλόγας και προϊόντα προσωπικής φροντίδας. Λόγω του γεγονότος ότι πρέπει να αντιμετωπιστεί ένα ευρύ φάσμα χημικών και μικροβιακών ρύπων με διαφορετικές φυσικοχημικές ιδιότητες και τοξικολογικά χαρακτηριστικά, απαιτούνται κατάλληλες απαντήσεις από την εφαρμοζόμενη διαδικασία επεξεργασίας λυμάτων. Οι προαναφερθείσες εγκαταστάσεις δίνουν μια ιδέα της πολυπλοκότητας των ζητημάτων που προκύπτουν από την παρουσία των CEC σε ακατέργαστα λύματα και στο ανακτημένο νερό.

### 3. Οικολογικές επιπτώσεις από τις μολυσματικές ουσίες στο ανακτώμενο νερό

Η παρουσία μολυσματικών ουσιών CECs σε ανακτώμενο νερό μπορεί να έχει ποικίλες οικολογικές επιπτώσεις, όπως μεταξύ άλλων, ενδοκρινική διαταραχή σε οργανισμούς υψηλότερης τάξης (π.χ. ψάρια, αμφίβια) και η ανάπτυξη αντοχής σε αντιμικροβιακά / αντιβιοτικά σε οργανισμούς χαμηλότερης τάξης, όπως βακτήρια.

Η συσσώρευση CEC σε οργανισμούς μέσω άμεσης / έμμεσης επαφής με αυτές τις υπολειμματικές ενώσεις, μπορεί να επιδεινώσει τον ανώμαλο ορμονικό έλεγχο που οδηγεί σε βλάβες του αναπαραγωγικού συστήματος, μειωμένη γονιμότητα, αυξημένο επιπολασμό καρκινικών κυττάρων, επιδράσεις που μπορεί να διατηρηθούν μέσω των μελλοντικών γενεών του προσβεβλημένου οργανισμού (Belhaj et al., 2015). Τα αντιβιοτικά συστατικά έχουν αναγνωριστεί ως σημαντική κατηγορία CEC, λόγω των δυσμενών επιπτώσεών τους στα υδρόβια οικοσυστήματα (Kümmerer, 2009). Η μεγαλύτερη ανησυχία για την απελευθέρωση καταλοίπων αντιβιοτικών σε ανακτώμενο νερό, σχετίζεται με την πιθανή ανάπτυξη και εξάπλωση της αντοχής στα αντιβιοτικά μεταξύ βακτηριδίων σε υδρόβια περιβάλλοντα, η οποία δυνητικά οδηγεί σε μείωση του θεραπευτικού δυναμικού των αντιβιοτικών ενώσεων έναντι ανθρώπινων και ζωικών βακτηριακών παθογόνων. Νέα στοιχεία δείχνουν ότι οι μολυσματικές ουσίες, όπως φαρμακευτικά κατάλοιπα ενδέχεται να συσσωρεύονται σε γεωργικά προϊόντα που καλλιεργούνται χρησιμοποιώντας ανακτώμενο νερό (Malchi et al., 2014). Η ίδια έρευνα δείχνει επίσης ότι για την κατανάλωση φαρμακευτικών σκευασμάτων σε επίπεδα που πλησιάζουν εκείνα που χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς, πρέπει κανείς να καταναλώνει μη ρεαλιστικές ποσότητες λαχανικών σε καθημερινή βάση. Από την άλλη πλευρά, οι Christou et al. (2016) τόνισαν ότι διάφορα φαρμακευτικά προϊόντα σε ανακτώμενο νερό μπορεί να λειτουργήσουν ως ένας αναδυόμενος παράγοντας αβιοτικού στρες των φυτών αλφάλφα, καθώς τα φυτά αλφάλφα αποδείχθηκε ότι χρησιμοποιούν μηχανισμούς αποτοξίνωσης όταν εκτεθούν σε υψηλές φαρμακευτικές συγκεντρώσεις. Μια άλλη μελέτη των Christou et al. (2017), έχει δείξει ότι οι συγκεντρώσεις φαρμακευτικών υπολειμμάτων στο έδαφος και στους καρπούς της τομάτας ποικίλλουν, ανάλογα με τη διάρκεια της άρδευσης και την προέλευση των εφαρμοζόμενων λυμάτων, καθώς και τις φυσικοχημικές ιδιότητες των φαρμακευτικών προϊόντων, με την όξινη φαρμακευτική πρόσληψη και τη βιοσυγκέντρωση να αυξάνεται με μακρά - ενδιάμεση άρδευση με ανακτώμενο νερό.

### 4. Επιλογές επεξεργασίας για την απομάκρυνση του CEC από το ανακτώμενο νερό

Η φύση των φαρμακευτικών υπολειμμάτων που βρέθηκαν στα λύματα των εγκαταστάσεων επεξεργασίας τους και το ανακτώμενο νερό οδήγησαν στην ανάπτυξη τεχνολογικών λύσεων με σκοπό να ξεπεραστεί η αδυναμία επαρκούς απομάκρυνσής τους με τη χρησιμοποίηση συμβατικών διαδικασιών. Η τεχνολογία μεμβράνης BioReactor (MBR) και οι προηγμένες διεργασίες οξειδωσης (AOPs) έχουν δείξει αυξημένη ικανότητα απομάκρυνσης φαρμακευτικών μικρομολυντικών από τις μήτρες λυμάτων και έχουν αποδειχθεί ότι είναι ισχυρές διαδικασίες επεξεργασίας για την απομάκρυνση οργανικών και βιολογικά ανθεκτικών φαρμακευτικών ενώσεων (Karaolia et al., 2017). Αυτές οι διεργασίες περιλαμβάνουν ηλιακές φωτοκαταλυτικές διεργασίες όπως UV / H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> και οξείδωση με photo-Fenton και την ετερογενή διαδικασία φωτοκατάλυσης (Rizzo et al., 2019). Πρόσθετες μέθοδοι για την απομάκρυνση των CECs από τα λύματα περιλαμβάνουν διήθηση χρησιμοποιώντας βιολογικά ενεργά μέσα και αφαλάτωση εκρών που συνδυάζουν υπερδιήθηση και αντίστροφη όσμωση. Διάφοροι συνδυασμοί των προαναφερθεισών διεργασιών μπορούν να παρατηρηθούν σε εγκαταστάσεις που εφαρμόζουν τέτοια προηγμένη επεξεργασία σε λύματα. Η επιλογή τεχνολογίας σε κάθε WWTP καθορίζεται βάσει ενός συνδυασμού επιστημονικών και τοπικών εκτιμήσεων, συμπεριλαμβανομένων των κανονιστικών απαιτήσεων, του κόστους, των στόχων ποιότητας του νερού μεταξύ άλλων. Η απομάκρυνση των CEC και των TP τους είναι το επίκεντρο πολλών ομάδων στην ακαδημαϊκή κοινότητα, τη βιομηχανία και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και αποτελεί σημαντικό μοχλό για ένα ενεργό επιστημονικό πεδίο γεμάτο με νέες, ενδιαφέρουσες και πρωτοποριακές καινοτομίες.

### Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Belhaj, et al., (2015). *Sci. of the Total Environ.*, 505, 154–160.  
Bengtsson-Palme, J., Larsson, D.G.J. (2016). *Environ. Int.*, 86, 140–149.  
Escher B. I. and Fenner K. (2011). *Environ. Sci. & Technol.*, 45(9), 3835–3847.  
Karaolia et al., (2017). *Chem. Eng. J.*, 310, 491-502.  
Malchi et al., (2014). *Environ. Sci. Technol.*, 48(16), 9325-9333.  
Radjenović J. et al., (2009). *Water Res.*, 43(3), 831–841.  
Rizzo et al., (2019). *Sci. of the Total Environ.*, 655, 986-1008.  
Kümmerer, K. (2008). *Pharmaceuticals in the Environment: Sources, Fate, Effects and Risks.* (3rd Edn). Springer Berlin Heidelberg.

### CONTACTS:

#### Coordinator

Rafael Casielles (BIOAZUL SL)  
Avenida Manuel Agustin Heredia nº18 1ª Málaga (SPAIN)  
Mail | info@suwanu-europe.eu  
Website | www.suwanu-europe.eu

### CONTACTS:

#### Responsible for Factsheet

Despo Fatta-Kassinou, Ph.D. (dfatta@ucy.ac.cy)  
Popi Karaolia, Ph.D. (pkarao01@ucy.ac.cy)  
Nireas-IWRC | Website | <https://www.nireas-iwrc.org>  
University of Cyprus | Website | [www.ucy.ac.cy](http://www.ucy.ac.cy)

### CONTACTS:

#### Responsible for Factsheet

Diego Berger, Ph.D. (dberger@mekorot.co.il)  
Hadas Raanan Kiperwas, Ph.D. (o-hraanan@mekorot.co.il)  
MEKOROT | Website | [www.mekorot.co.il](http://www.mekorot.co.il)



THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM  
THE EUROPEAN UNION' HORIZON 2020 RESEARCH  
AND INNOVATION PROGRAMME  
UNDER GRANT AGREEMENT N.818088



NIREAS  
International Water Research Center



University  
of Cyprus

