

# ΕΝΥΔΡΙΣ: ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ – ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΓΙΑ ΥΔΡΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΥΔΡΟΔΟΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ

**Α. Χριστοφίδης**

Πολιτικός Μηχανικός, IRMASYS

**Θ. Ηλιοπούλου**

Δρ. ΕΔΙΠ. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ

**Π. Δημητριάδης**

Πολιτικός Μηχανικός, Επικεφαλής Τμήματος Υδραυλικής Λειτουργίας Υδραγωγείου Μόρνου, ΕΥΔΑΠ ΑΕ

**Δ. Κουτσογιάννης**

Ομοτ. Καθηγητής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ

**Α. Κουκουβίνος**

Αγρονόμος Τοπογράφος Μηχανικός, ΕΜΠ

**Β. Σούλης**

Πολιτικός Μηχανικός, Προϊστάμενος Υπηρεσίας Διαχείρισης και Συντονισμού, ΕΥΔΑΠ ΑΕ

**Γ.-Φ. Σαργέντης**

Δρ. ΕΔΙΠ. Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, ΕΜΠ

**Χ. Μυριούνης**

Δρ. Αγρ. Τοπογράφος Μηχανικός, Γεωλόγος, IRMASYS

**Α. Χριστοφόρου**

Μηχανολόγος Μηχανικός, Διευθύντρια Υδροληψίας, ΕΥΔΑΠ ΑΕ

Λέξεις κλειδιά: Enhydris, Υδραγωγείο, Γεωπληροφορική, Υδρολογική Διαχείριση, Υδραυλικός Έλεγχος

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Η Ενυδρίς (Enhydris) είναι λογισμικό που επιτρέπει την αποθήκευση και διαχείριση υδρολογικών, υδραυλικών και μετεωρολογικών δεδομένων, σε τρόπο ώστε να επιτρέπεται η επισκόπηση των σταθμών και της γεωγραφικής σύνδεσής τους, η υδρολογική διαχείριση των υδατικών αποθεμάτων, και ο υδραυλικός έλεγχος των συνθηκών της ροής. Σε αυτή την εργασία παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή (1991 έως σήμερα) της Ενυδρίδας και προηγούμενων λογισμικών στα οποία στηρίχθηκε. Η ανάπτυξη σχετίζεται με την εφαρμογή στο Εξωτερικό Υδροδοτικό Σύστημα (ΕΥΣ) της ΕΥΔΑΠ ΑΕ, και βοήθησε στη διαχείριση του συστήματος στην περίοδο της λειψυδρίας στο παρελθόν πριν από 30 και πλέον έτη. Το ΕΥΣ χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα, αφού αποτελείται από 4 κύριους ταμειυτήρες, με περίπου 500 km δίκτυο αγωγών ελεύθερης ροής, σίφωνες και σήραγγες υπό πίεση, μικρά υδροηλεκτρικά έργα, έργα καταστροφής ενέργειας, κ.ά. Συνεπώς προκύπτει η ανάγκη συνδυασμού της μακροσκοπικής και λεπτομερούς κλίμακας εποπτείας, ο οποίος μπορεί να δώσει πολλές δυνατότητες στην υδρολογική διαχείριση και τον υδραυλικό έλεγχο.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αποθήκευση ιστορικών δεδομένων υδρολογικών και μετεωρολογικών χρονοσειρών είναι πρόβλημα της πληροφορικής που χρονολογείται εδώ και δεκαετίες. Το πρώτο γνωστό σχετικό ερευνητικό έργο του ΕΜΠ ξεκίνησε να εκπονείται το 1991 και είχε τίτλο «Ανάπτυξη σχεσιακής βάσης δεδομένων για τη διαχείριση και επεξεργασία υδρομετρικών πληροφοριών». Η δυσκολία τότε ήταν ο μεγάλος όγκος των δεδομένων. Μια χρονοσειρά ημίωρης διακριτότητας (π.χ. από θερμογράφο) επί 50 χρόνια είναι κοντά στο ένα εκατομμύριο εγγραφές, που σήμερα δεν φαίνονται πολλές (παρόλο που είναι ακόμα στο όριο των δυνατοτήτων γνωστών λογισμικών φύλλου εργασίας), αλλά τότε ήταν αστρονομικό νούμερο. Τα PC είχαν τότε γύρω στο 1 MB RAM, δηλαδή 20 φορές λιγότερο απ' ό,τι θα χρειαζόταν για να φορτωθεί μια τέτοια χρονοσειρά στη μνήμη. Ακόμα και μια ημερήσια χρονοσειρά 50 ετών θα μπορούσε να φέρει το μηχάνημα της εποχής στα όριά του.

Στα 30 χρόνια που ακολούθησαν, η αύξηση της υπολογιστικής ισχύος (τόσο αποθηκευτικού χώρου όσο και ταχύτητας) κατά τρεις τάξεις μεγέθους άμβλυσε αυτό το πρόβλημα, αλλά παράλληλα δημιουργήθηκαν νέα. Η εγκατάσταση αυτόματων τηλεμετρικών σταθμών οδήγησε σε πληθώρα χρονοσειρών δεκάλεπτης, ενίστε και πεντάλεπτης, διακριτότητας, με αποτέλεσμα ο όγκος των παλιών δεδομένων να ωχριά μπροστά στον καινούργιο. Επίσης, τα συστήματα SCADA, που παλιότερα χρησιμοποιούνταν μόνο για τον βασικό σκοπό τους, την παρακολούθηση και ρύθμιση ενός συστήματος σε πραγματικό χρόνο, απέκτησαν και μια παράπλευρη ωφέλεια, αυτήν της παραγωγής δεδομένων, συχνά με ακόμα πυκνότερες διακριτότητες. Όπως θα δούμε, οι ιστορικές χρονοσειρές των μετρήσεων των αισθητήρων ενός SCADA έχουν πολύτιμη πληροφορία, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μελετηθεί και να βελτιωθεί η γενικότερη συμπεριφορά του συστήματος.

Παράλληλα με αυτές τις εξελίξεις, υπήρξε αντίστοιχη πρόοδος στην ανάπτυξη σχετικού λογισμικού. Έγιναν προσπάθειες αποθήκευσης των χρονοσειρών σε σχεσιακές βάσεις δεδομένων, αλλά αντιμετώπισαν προβλήματα λόγω του μεγάλου όγκου. Το 2008 δημοσιεύθηκε η βιβλιοθήκη `randas` για Python, το πρώτο ελεύθερο λογισμικό για διαχείριση χρονοσειρών που χρησιμοποιήθηκε ευρέως. Το 2013 κυκλοφόρησε η InfluxDB, ελεύθερη βάση δεδομένων για χρονοσειρές, και το 2018 η TimescaleDB, πρόσθετο για αποθήκευση χρονοσειρών στη δημοφιλή ελεύθερη βάση δεδομένων PostgreSQL.

Αν και η Ενυδρίς κυκλοφόρησε το 2010, είναι προϊόν ανάπτυξης που παρακολούθησε όλη αυτή την εξέλιξη. Σήμερα χρησιμοποιείται με επιτυχία από εθνικά έργα υποδομής. Είναι ελεύθερο λογισμικό, πράγμα που έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

## ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΝΥΔΡΙΑΔΑΣ ΠΡΙΝ ΤΟ ΕΡΓΟ ΕΥΔΑΠ 2023

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει έργα στο πλαίσιο των οποίων πραγματοποιήθηκε ανάπτυξη σχετικού λογισμικού. Μπορούμε να το χωρίσουμε χονδρικά σε δύο περιόδους, πριν και μετά το 2009. Στην πρώτη από αυτές τις περιόδους υπήρχε απλή αρχιτεκτονική `client-server`: μια σχεσιακή βάση δεδομένων ήταν ο `server`, και ο υπολογιστής του χρήστη έτρεχε τον `client`. Ο πιο γνωστός τέτοιος `client` ήταν ο Υδρογνώμονας, που ξεκίνησε να αναπτύσσεται το 1998 και εξακολουθεί και σήμερα να χρησιμοποιείται ευρέως. Μέσα από τον Υδρογνώμονα ο χρήστης μπορούσε να διαχειριστεί αφενός την πληροφορία για τους μετρητικούς σταθμούς και τα όργανα (που μερικές φορές ονομάζονται «μεταδεδομένα»), και αφετέρου τα δεδομένα των χρονοσειρών, οπτικοποιώντας σε στήλη ή σε πίνακα, πραγματοποιώντας ελέγχους και συναθροίσεις, και πολλές άλλες λειτουργίες που αυξάνονταν με την πάροδο των ετών. Αυτές οι δύο ομάδες λειτουργιών, δηλαδή η διαχείριση των «μεταδεδομένων» και η διαχείριση των δεδομένων χρονοσειρών, αν και πραγματοποιούνταν από το ίδιο λογισμικό, ήταν δύο σχεδόν ανεξάρτητα υποσυστήματα, που μάλιστα εμφανίζονταν σε διαφορετικές καρτέλες.

Πίνακας 1: Μερικά από τα έργα στο πλαίσιο των οποίων αναπτύχθηκε η Ενυδρίδα (ή οι προκάτοχοί της). Η έντονη γραμμή διαχωρίζει τις περιόδους πριν και μετά την εισαγωγή της Ενυδρίδας καθεαυτήν.

Έργο	Περίοδος	Ανάδοχος	Πρ/σμός
Ανάπτυξη σχεσιακής βάσης δεδομένων για τη διαχείριση και επεξεργασία υδρομετρικών πληροφοριών	1991-1993	ΕΜΠ	€ 30 000
Υδροσκόπιο: Δημιουργία Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας	1992-1993	ΕΜΠ (+13 συνεργαζόμενοι φορείς)	€ 1 600 000
Υδροσκόπιο II - Δημιουργία Εθνικής Τράπεζας Υδρολογικής και Μετεωρολογικής Πληροφορίας	1993-1995	ΕΜΠ	€ 320 000
Εθνική τράπεζα υδρολογικής και μετεωρολογικής πληροφορίας - Υδροσκόπιο 2000	1997-2000	ΕΜΠ (+συνεργαζόμενοι φορείς)	€ 3 000 000
Εκσυγχρονισμός της εποπτείας και διαχείρισης του συστήματος των υδατικών πόρων ύδρευσης της Αθήνας	1999-2003	ΕΜΠ	€ 700 000
Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Συστημάτων σε Σύζευξη με Εξελιγμένο Υπολογιστικό Σύστημα (ΟΔΥΣΣΕΥΣ)	2003-2006	ΕΜΠ/ΝΑΜΑ Σύμβουλοι Μηχανικοί & Μελετητές	€ 800 000
Συντήρηση, αναβάθμιση και επέκταση του Συστήματος Υποστήριξης Αποφάσεων για την διαχείριση του υδροδοτικού συστήματος της ΕΥΔΑΠ	2008-2011	ΕΜΠ/ΕΥΔΑΠ ΑΕ	€ 72 000
Ανάπτυξη νέας βάσης λογισμικού για τη διαχείριση και λειτουργία της ΕΤΥΜΠ - Γ' Φάση σε περιβάλλον ΣΓΠ και δημοσιοποίηση του έργου της ΕΤΥΜΠ	2009-2011	ΕΜΠ (μέσω Κοινοπραξίας Συστημάτων Υδροσκοπίου)	€ 1 000 000
IRMA - Efficient irrigation management tools for agricultural cultivations and urban landscapes	2013-2015	ΤΕΙ Ηπείρου	
Αναβάθμιση του λογισμικού και συντήρηση της υφιστάμενης βάσης υδρομετεωρολογικών δεδομένων του "ΥΔΡΟΣΚΟΠΙΟΥ" και υποστήριξη της Ειδικής Γραμματείας Υδάτων (ΕΓΥ) στην ενσωμάτωση ψηφιακών δεδομένων σε αυτή	2017	ΕΜΠ	€ 20 000
IR2MA - Large scale irrigation management tools for sustainable water management in rural areas and protection of receiving aquatic ecosystems	2018-2020	Παν. Ιωαννίνων (πρώην ΤΕΙ Ηπείρου)	
Δίκτυο Ανοιχτής Πληροφορίας Υδροσυστημάτων (OpenHi.net)	2018-2020	ΕΜΠ (+4 συνεργαζόμενοι φορείς)	€ 300 000

Στην αρχή της δεύτερης περιόδου, δηλαδή από το 2009 και μετά, πραγματοποιήθηκαν δύο καινοτομίες. Η πρώτη ήταν η μεταφορά της διαχείρισης των «μεταδεδομένων» στο web, σε νέο λογισμικό, που ονομάστηκε Ehydris. Η αγγλική λέξη Ehydris αναφέρεται σε κατηγορία ασιατικών νερόφιδων, ενώ στα ελληνικά «ενυδρίδα» είναι μικρό θηλαστικό που λέγεται και βίδρα, που στα αγγλικά λέγεται otter. Το λογότυπο του λογισμικού είναι νερόφιδο, αλλά στα ελληνικά χρησιμοποιείται ευρέως η λέξη «Ενυδρίς»/«Ενυδρίδα» για το λογισμικό.



Το νερόφιδο *Enhydris enhydris*<sup>1</sup>



Εικόνα 1  
Η ευρωπαϊκή ενυδρίδα (*Lutra lutra*)<sup>2</sup>



Λογότυπος της Ενυδρίδας

Έτσι η λειτουργία διαχείρισης των «μεταδεδομένων» αφαιρέθηκε από τον Υδρογνώμονα. Όμως η Ενυδρίδα δεν πρόσφερε λειτουργίες διαχείρισης δεδομένων χρονοσειρών, παρά μόνο τη δυνατότητα ο χρήστης να κατεβάσει ολόκληρη τη χρονοσειρά (ή να την ανεβάσει). Ο λόγος για τον οποίο επιλέχθηκε αυτή η αρχιτεκτονική, πέραν του ότι δεν θα ήταν εφικτό με τον προϋπολογισμό του τότε έργου να ξαναγραφτεί ολόκληρος ο Υδρογνώμονας, ήταν ότι οι λειτουργίες διαχείρισης των δεδομένων χρονοσειρών είναι πολύ «βαριές» για να μπορέσουν να υλοποιηθούν στο server ή σε περιβάλλον δικτύου, και θα πρέπει να γίνονται εξ ολοκλήρου στον υπολογιστή του χρήστη. (Σήμερα δεν υπάρχει αυτός ο περιορισμός, χάρη στην τεχνολογία Web Assembly, που πρωτοκυκλοφόρησε το 2015, και προγραμματίζεται η σταδιακή μεταφορά λειτουργιών του Υδρογνώμονα στην Ενυδρίδα.)

Η δεύτερη καινοτομία ήταν ότι και η Ενυδρίδα και ο Υδρογνώμονας έγιναν ελεύθερο λογισμικό, διαθέσιμα ο μεν Υδρογνώμονας με την άδεια GPL3 ή πιο πρόσφατη, και η Ενυδρίδα με την άδεια AGPL3 ή πιο πρόσφατη. Αυτό διευκόλυνε και άλλους φορείς να χρησιμοποιήσουν και να αναπτύξουν περαιτέρω την Ενυδρίδα, ιδιαίτερα το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων (πρώην ΤΕΙ Ηπείρου), που πραγματοποίησε πολλές βελτιώσεις σχετικές με την αυτόματη εισαγωγή δεδομένων από μετρητικούς σταθμούς σε πραγματικό χρόνο, και την εταιρεία IRMASYS, που προσέφερε σχετικές υπηρεσίες υποστήριξης στην ΕΥΔΑΠ και στο πανεπιστήμιο Technische Hochschule Lübeck.

## ΤΟ ΕΡΓΟ ΕΥΔΑΠ 2023

Η διαχείριση του Εξωτερικού Υδροδοτικού Συστήματος (ΕΥΣ) της ΕΥΔΑΠ ΑΕ, που αποσκοπεί στην υδροδότηση της Αθήνας, αποτέλεσε έναν από τους κύριους μοχλούς για την ανάπτυξη των λογισμικών που προαναφέρθηκαν. Με τη σειρά τους, τα λογισμικά που αναπτύχθηκαν βοήθησαν στη διαχείριση του ΕΥΣ στην περίοδο της λειψυδρίας στο παρελθόν πριν από 30 και πλέον έτη. Το ΕΥΣ χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα, αφού αποτελείται από 4 κύριους ταμειυτήρες, με περίπου 500 km δίκτυο αγωγών ελεύθερης ροής, σίφωνες και σήραγγες υπό πίεση, μικρά υδροηλεκτρικά έργα, έργα καταστροφής ενέργειας, κ.ά.

Η ΕΥΔΑΠ χρησιμοποιεί συστήματα SCADA για τη διαχείριση των υδραγωγείων. Όπως αναφέρθηκε, ο βασικός στόχος του SCADA είναι η παρακολούθηση και η ρύθμιση του υδραγωγείου σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή στο να βλέπουμε πώς είναι αυτή τη στιγμή π.χ. η στάθμη σε διάφορα σημεία του υδραγωγείου και στο πόσο π.χ. να

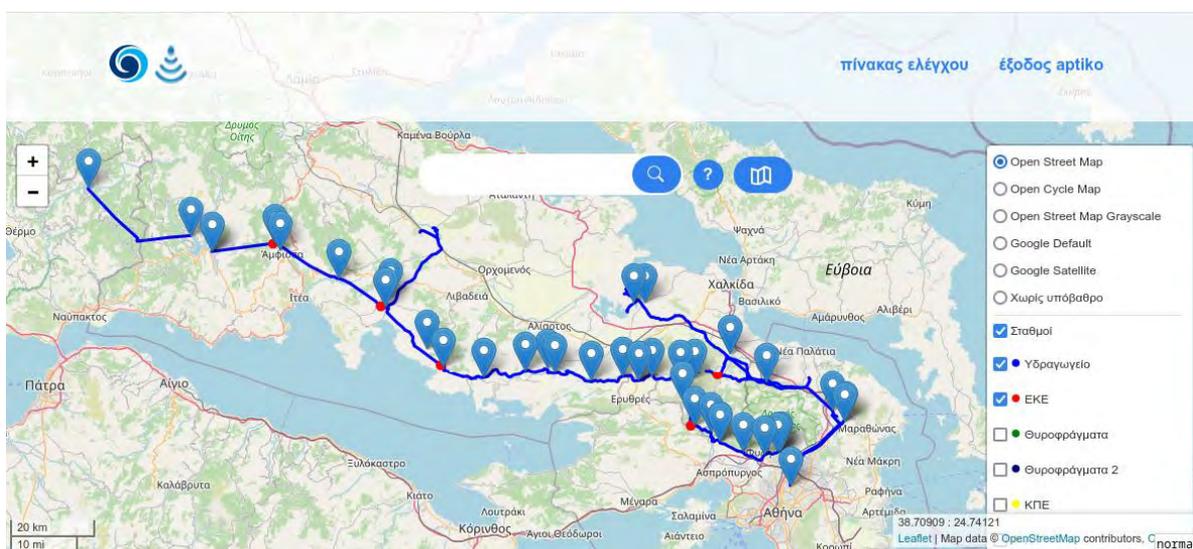
<sup>1</sup> © 2012 Srikanth Sekar, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=21266754>

<sup>2</sup> © 2005 Bernard Landgraf, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=41335>

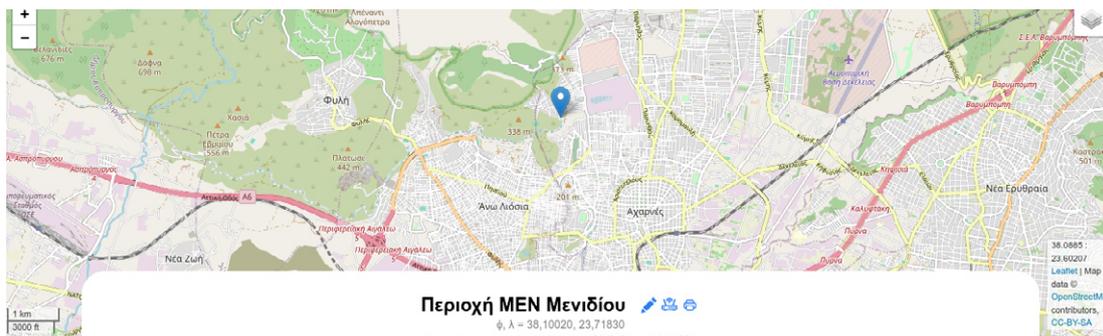
αυξήσουμε ή να μειώσουμε το άνοιγμα μιας βάνας προκειμένου να μεταβάλουμε την εισροή του νερού ανάλογα με τις ανάγκες. Ενώ λοιπόν η ιστορική πληροφορία από τους αισθητήρες του SCADA συλλεγόταν, κυρίως με διακριτότητα πενταλέπτου, επειδή αυτό ήταν παράπλευρο όφελος και όχι ο κύριος στόχος του SCADA, δεν είχε δοθεί έμφαση σ' αυτό κι έτσι τα αρχεία με την πληροφορία είχαν ποικίλες, δύσχρηστες μορφές και ήταν διασκορπισμένα σε διάφορες υπηρεσίες.

Όταν η ΕΥΔΑΠ χρειάστηκε να χρησιμοποιήσει την ιστορική πληροφορία για να μελετήσει τη συμπεριφορά του υδραγωγείου, ανέθεσε στην IRMASYS να συλλέξει και να ταξινομήσει τα δεδομένα, πράγμα που η IRMASYS πραγματοποίησε με τη βοήθεια της Ενυδρίδας. Το αποτέλεσμα φαίνεται ενδεικτικά στις εικόνες 2 και 3.

Διαπιστώθηκαν δύο ιδιαιτερότητες. Η πρώτη ιδιαιτερότητα ήταν το πλήθος των δεδομένων, που ανήλθε σε 500 εκατομμύρια εγγραφές (Πίνακας 2). Οι λόγοι γι' αυτό τον όγκο, που ξεπέρασε όλες τις άλλες γνωστές εγκαταστάσεις της Ενυδρίδας, ήταν πολλοί: Πρώτον, υπήρχαν μεγάλες σειρές μετρήσεων, δηλαδή πεντάλεπτη διακριτότητα επί 15 χρόνια. Δεύτερον, υπήρχαν μετρήσεις σε πολλά σημεία και πολλές μεταβλητές. Τρίτον, έγινε συστηματικός έλεγχος ακραίων τιμών, με αποτέλεσμα η κάθε χρονοσειρά να αποθηκεύεται δύο φορές, πρωτογενής και ελεγμένη. Αποτέλεσμα των πολλών δεδομένων ήταν να εμφανιστούν μικρολάθη που δεν είχαν εντοπιστεί σε προηγούμενες εγκαταστάσεις, αλλά διορθώθηκαν χωρίς πρόβλημα.



Εικόνα 2: Στιγμιότυπο αρχικής σελίδας της εφαρμογής



Ιδιοκτήτης: ΕΥΔΑΠ

Τελευταία ενημέρωση: 14/12/2023 2 μμ. (+0200)

Δεδομένα		Αρχία (2)	Ημερολόγιο (1)
ID	Όνομα	Ημερομηνία έναρξης	Ημερομηνία λήξης
152	<a href="#">18NABC - Ανάντη Λ16</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)
153	<a href="#">18NBAS - Θυροδικλείδα</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)
154	<a href="#">18NLBC - Κατάνη Λ16</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)
155	<a href="#">18QOUT - Παροχή Εξόδου 1ης &amp; 2ης Δεξαμενής</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)
156	<a href="#">18QRA1 - Ακατέργαστο προς Χελιδονού</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)
157	<a href="#">18QRA2 - Εισόδος Π. Διυλιστηρίων</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)
158	<a href="#">18QRA3 - Κατεργασμένο προς Χελιδονού</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)
159	<a href="#">18QRA4 - Εισόδος Ν. Διυλιστηρίων</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)
160	<a href="#">18V1RE - Πληρότητα 1ης Δεξαμενής</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)
161	<a href="#">18V2RE - Πληρότητα 2ης Δεξαμενής</a>	01/01/2006 12:07 πμ.	14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)



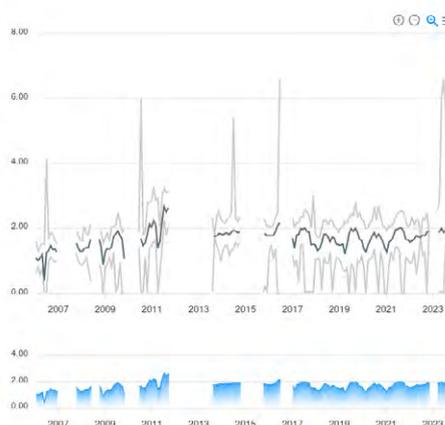
Περιοχή ΜΕΝ Μενιδίου / 18QRA4 - Εισόδος Ν. Διυλιστηρίων

**18QRA4 - Εισόδος Ν. Διυλιστηρίων (m<sup>3</sup>/s)**  
 01/01/2006 12:07 πμ. — 14/12/2023 1:15 μμ. (+0200)

Download data

- Select type:
- Αρχική
  - Ελεγμένη
  - Συναθροισμένη (1H)
- Select format:
- CSV
  - Ηydrogation 4
  - Πιο πρόσφατη HTS

λήψη



Εικόνα 3: Δύο στιγμιότυπα με πληροφορίες χρονοσειράς και διαγράμματα

Πίνακας 2: Στατιστικά στοιχεία από διάφορες εγκαταστάσεις της Ευδρίδας

	Πλήθος εγγραφών	Πλήθος χρονοσειρών	Όγκος σε GB
OpenHI	150.000.000	800	25
Υδροσκόπιο	200.000.000	7000	5*
ΕΥΔΑΠ	500.000.000	200**	70

\* Το Υδροσκόπιο καταναλώνει πολύ λιγότερο χώρο ανά εγγραφή γιατί τρέχει μια παλιότερη έκδοση της Ευδρίδας στην οποία η αποθήκευση των χρονοσειρών γίνεται σε αρχεία CSV. Αντίθετα, τα OpenHI και ΕΥΔΑΠ τρέχουν πρόσφατη έκδοση, στην οποία η αποθήκευση γίνεται σε TimescaleDB. Η κατανάλωση χώρου εκεί είναι πολύ μεγαλύτερη, κυρίως λόγω του πλήθους των ευρετηρίων της σχεσιακής βάσης δεδομένων. Το αποτέλεσμα είναι όμως πολύ μεγαλύτερη ευελιξία: για παράδειγμα, είναι εύκολο να γίνει στη βάση δεδομένων το ερώτημα «φέρε όλους τους σταθμούς στους οποίους τον Ιούνιο του 2024 ξεπεράστηκαν κάποια στιγμή οι 39 βαθμοί». Ένα τέτοιο ερώτημα, που απαιτεί αναζήτηση σε πολλές χρονοσειρές ταυτόχρονα, για να πραγματοποιηθεί όταν η αποθήκευση γίνεται σε αρχεία CSV, απαιτεί τη δημιουργία προγράμματος που θα διαβάσει όλες τις χρονοσειρές και θα επεξεργαστεί τις εγγραφές τους μία προς μία.

\*\* Περίπου οι διπλάσιες, δηλαδή 400, αν ληφθεί υπόψη η αποθήκευση πρωτογενούς και ελεγμένης.

Η δεύτερη ιδιαιτερότητα ήταν ότι η Ευδρίδα είναι σχεδιασμένη για να διαχειρίζεται μετρητικούς σταθμούς ανεξάρτητους μεταξύ τους. Όμως, στην περίπτωση του υδραγωγείου, υπάρχει ανάντη μετρητικό σημείο και κατάντη μετρητικό σημείο. Επίσης, συχνά τα μετρητικά σημεία είναι ομαδοποιημένα μεταξύ τους—υπάρχει δηλαδή ένας «σταθμός» σε ένα θυρόφραγμα και μπορεί αυτός να έχει αισθητήρες στάθμης σε πολλά σημεία πριν και μετά από αυτό το θυρόφραγμα. Αυτό σημαίνει ότι τα μετρητικά σημεία έχουν διαφορετικές συντεταγμένες, και επομένως, σύμφωνα με τον τρόπο λειτουργίας της Ευδρίδας, πρέπει να θεωρηθούν διαφορετικοί «σταθμοί», πράγμα που όμως θα δημιουργούσε υπερπληθώρα «σταθμών», ενώ ο χρήστης θα ήθελε να βλέπει ένα μόνο «σταθμό», το εν λόγω θυρόφραγμα. Η Ευδρίδα έχει γίνει για μετεωρολογικούς/υδρομετρικούς σταθμούς, και εδώ η χρήση είναι λίγο διαφορετική.

Το εν λόγω έργο ήταν για συλλογή και ταξινόμηση των δεδομένων, και όχι για ανάπτυξη λογισμικού, και έτσι δεν υλοποιήθηκαν περαιτέρω δυνατότητες. Τέθηκε όμως το ερώτημα αν μελλοντικά η Ευδρίδα πρέπει να παραμείνει αυτό που είναι ή αν θα μπορούσε να επεκταθεί ώστε να προσφέρει καλύτερες λειτουργίες για διαχείριση δεδομένων υδραγωγείου. Η απάντηση φαίνεται να είναι ότι η κοινή λειτουργικότητα είναι πολύ περισσότερη από τις διαφορές, πράγμα που πιστοποιείται από το πόσο καλά η υπάρχουσα λειτουργικότητα (αποθήκευση χρονοσειρών, απλά διαγράμματα, έλεγχος ακραίων τιμών, μετατροπή χρονοσειρών σε ωριαίες και ημερήσιες) ταίριαξε στις ανάγκες που είχε η ΕΥΔΑΠ. Παρόλα αυτά χρειάζεται προσοχή ώστε το λογισμικό να μην γίνει υπερβολικά πολύπλοκο από την πρόσθεση πολλών λειτουργιών που βοηθούν σε διαφορετικούς τρόπους χρήσης.

## ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ

Η Ευδρίδα δεν είναι φυσικά το μόνο λογισμικό στο είδος του. Ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο στην Ελλάδα είναι το Meteoview της Metrica. Αντίστοιχα όμως με το addVantage της ADCON, το WeatherLink της Davis κτλ. Το Meteoview έχει μοναδικό στόχο τη διαχείριση των δεδομένων των μετεωρολογικών σταθμών της Metrica. Γενικά όταν κάποιος αγοράζει μετεωρολογικό σταθμό από αυτές τις εταιρείες, παίρνει μαζί και το λογισμικό. Αν λοιπόν έχει μετεωρολογικούς σταθμούς διαφορετικών κατασκευαστών, ή αν έχει συμβατικούς μετρητικούς σταθμούς ή παλιές μετρήσεις, όπως το Υδροσκόπιο, τότε θα καταλήξει να έχει δύο ή περισσότερα συστήματα.

Υπάρχουν και λογισμικά που δεν πάνε πακέτο με τους μετρητικούς σταθμούς και ως τέτοια είναι πιο ανταγωνιστικά της Ευδρίδας. Αρκετά γνωστά είναι αυτά που βγάζουν η γερμανική Kisters, η αυστραλέζικη Entura, η канаδέζικη Aquatic Informatics, και η δανέζικη DHI. Όμως, η Ευδρίδα, πέραν της χρήσης της στο Υδροσκόπιο και το OpenHI, είναι το μοναδικό ελεύθερο λογισμικό στο είδος του.

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Όπως αναφέρθηκε, το ότι η Ενυδρίδα είναι ελεύθερο λογισμικό διευκόλυνε και άλλους φορείς πλην των αρχικών δημιουργών να συμβάλουν. Για παράδειγμα, η Ενυδρίδα δεν θα ήταν εκεί που είναι σήμερα αν δεν είχε συμβάλει το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Για τα πλεονεκτήματα του ελεύθερου λογισμικού έχουν γραφτεί πολλά, κι έτσι εδώ θα εστιάσουμε στο να διαλύσουμε μερικούς μύθους και να υποδείξουμε μερικά προβλήματα.

Το ελεύθερο λογισμικό ξεκίνησε ως κάτι που γραφόταν κυρίως από εθελοντές και που συντονιζόταν επίσης από εθελοντές, ενίοτε με χρηματοδότηση από μη κερδοσκοπικούς οργανισμούς, και αρκετή έρευνα έχει γίνει πάνω στα κίνητρα των εν λόγω εθελοντών και γενικότερα τον οικονομικό μηχανισμό που καθιστά δυνατή αυτή την ανάπτυξη (π.χ. Raymond, 2000a, Raymond, 2000b). Αργότερα, ιδιαίτερα μετά το 1998, άρχισαν να συνεισφέρουν και εταιρείες (βλ. Bonaccorsi and Rossi, 2003, για περισσότερα). Ο Πίνακας 3 δείχνει μερικά παραδείγματα.

Πίνακας 3: Παραδείγματα ελεύθερων λογισμικών και πώς αναπτύσσονται

Όνομα	Είδος λογισμικού	Ποιος το αναπτύσσει
Linux kernel	Λειτουργικό σύστημα	Αναπτύσσεται από εθελοντές και εταιρείες (όπως IBM και Oracle).
Firefox	Web browser	Αρχικά αναπτύχθηκε από τη Netscape. Σήμερα αναπτύσσεται από εθελοντές και το Mozilla Foundation.
PostgreSQL	Βάση δεδομένων	Αναπτύσσεται από εθελοντές και εταιρείες (όπως Microsoft και Amazon).
Python	Γλώσσα προγραμματισμού	Αναπτύσσεται κυρίως από εθελοντές, με κάποιο συντονιστικό ρόλο (π.χ. κατοχή trademarks και διοργάνωση συνεδρίων) από το Python Software Foundation.
REACT	Βιβλιοθήκη για ανάπτυξη UI σε εφαρμογές web	Αναπτύσσεται και ελέγχεται κυρίως από τη Meta, με συνεισφορά από εθελοντές.

Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των λογισμικών που αναπτύσσονται από εθελοντές είναι πως είναι λογισμικά γενικής χρησιμότητας. Ένα πρόγραμμα περιήγησης διαδικτύου (web browser), ένα λειτουργικό σύστημα, μια βάση δεδομένων, μια γλώσσα προγραμματισμού, μια βιβλιοθήκη για ανάπτυξη Διεπαφής Χρήστη (User Interface—UI) είναι λογισμικά που απευθύνονται οριζόντια σε όλους (και ο αναγνώστης του παρόντος κατά πάσα πιθανότητα έχει χρησιμοποιήσει και τα πέντε λογισμικά που αναφέρονται στον Πίνακα 3, έστω και εν αγνοία του). Το αποτέλεσμα είναι οι εθελοντές, που συνήθως είναι προγραμματιστές, έχουν προσωπικό ενδιαφέρον για τη συμμετοχή τους σ' αυτά.

Σε ένα εξειδικευμένο λογισμικό όμως, όπως η Ενυδρίδα, για να ενδιαφερθεί ένας εθελοντής να συμμετάσχει, θα πρέπει να είναι προγραμματιστής με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη συλλογή μετρήσεων, ή μετεωρολόγος με αρκετές γνώσεις προγραμματισμού. Αυτό μειώνει δραματικά το πλήθος των ανθρώπων που θα μπορούσαν να συμμετάσχουν εθελοντικά. Επιπλέον, η κουλτούρα του εθελοντικού ελεύθερου λογισμικού δεν είναι τόσο έντονη στις εξειδικευμένες ομάδες.

Αυτό σημαίνει ότι μεγάλο μέρος των δημοσιευμένων εργασιών για την οικονομία του ελεύθερου λογισμικού δεν ισχύει σ' αυτή την περίπτωση, γιατί ο εθελοντισμός είναι πολύ περιορισμένος. Επομένως, πρακτικά ο μόνος τρόπος να αναπτυχθεί περαιτέρω το λογισμικό είναι η ιδιωτική ή η κρατική χρηματοδότηση.

Σχετικά με την ιδιωτική χρηματοδότηση, κάποια συντήρηση μπορεί να γίνει από εταιρείες όπως η IRMASYS που προσφέρουν υπηρεσίες υποστήριξης. Μπορεί όμως να αναπτυχθεί μια νέα λειτουργία με μεγάλο κόστος; Πολλές φορές, όταν μια εταιρεία θέλει να αναπτύξει μια καινοτομική λειτουργία, που κοστίζει πολύ μπορεί να

συνεργαστεί στενά με τον πελάτη, στον οποίο μπορεί να τη χρεώσει μόνο π.χ. 10% του κόστους, προσδοκώντας στη συνέχεια να την πουλήσει σε άλλους π.χ. 20 πελάτες στην ίδια τιμή, υπερκαλύπτοντας έτσι το κόστος. Όμως, αν το λογισμικό είναι ελεύθερο, ούτε ο πρώτος πελάτης θα είναι διατεθειμένος να πληρώσει το συνολικό κόστος για την ανάπτυξη της λειτουργίας, ούτε οι επόμενοι 30 θα προτίθενται να πληρώσουν το 10% έκαστος, αφού η λειτουργία θα είναι διαθέσιμη δωρεάν. Μια λύση είναι το να θεωρείται το εν λόγω ελεύθερο λογισμικό δημόσιο έργο και να αναπτύσσεται με κρατική χρηματοδότηση (Buytaert, 2019).

Σε κάθε περίπτωση, η Ενυδρίδα είναι ελεύθερο λογισμικό και εκ των πραγμάτων έτσι θα παραμείνει λόγω της άδειας χρήσης AGPL3 με την οποία χορηγείται.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Bonaccorsi, A., and C. Rossi, Why Open Source software can succeed, *Research Policy* 32(7), 2003.
- Buytaert, D., Open source and the free-rider problem, 2019, <https://www.infoworld.com/article/2264054/open-source-and-the-free-rider-problem.html>.
- Raymond, E., Homesteading the Noosphere, rev. 1.22, 2000a, <http://www.catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/>.
- Raymond, E., The Cathedral and the Bazaar, rev. 1.57, 2000b, <http://www.catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/>.