

# ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΣΕ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

**Δημήτριος Μάρκου<sup>1</sup>, Γεώργιος Ντούρος<sup>2</sup>, Κωνστ. Ντούρος<sup>2</sup>, Αικατερίνη Μάρκου<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>SD-ECO / Σύμβουλοι Μηχανικοί Βιώσιμης Ανάπτυξης

Σουλίου 2, Νέα Πέραμος, Καβάλα, ΤΚ 64007 / URL: [www.sd-eco.gr](http://www.sd-eco.gr) / E-mail: [dmarkou@sd-eco.gr](mailto:dmarkou@sd-eco.gr)

<sup>2</sup>NUBIGROUP I.K.E.

Υμηττού 27, Κάτω Τούμπα, Θεσσαλονίκη, ΤΚ 54453 / E-mail: [ntourosk@nubigroup.com](mailto:ntourosk@nubigroup.com)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παρουσιάζονται οι προοπτικές κατάστρωσης και εφαρμογής Γενικού Σχεδίου Ύδρευσης και Σχεδίου Ασφάλειας Νερού στον Δήμο Καβάλας. Αναλύονται τα σημερινά δεδομένα και περιγράφονται οι νέες τάσεις στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων σε επίπεδο Δήμου. Επίσης, επισημαίνονται οι τομείς, στους οποίους θα πρέπει να επικεντρωθούν τα δύο σχέδια ώστε να εναρμονίζονται με τη σύγχρονη ολοκληρωμένη αειφόρο προσέγγιση στη διαχείριση των υδάτων. Στη συνέχεια τεκμηριώνεται η αναγκαιότητα της χρήσης Συστημάτων Γεωγραφικής Πληροφορίας στη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων και παρουσιάζεται η ανάπτυξη ενός Συστήματος Γεωγραφικής Πληροφορίας για τον Δήμο Καβάλας, δομημένο σε πλατφόρμα «υπολογιστικού νέφους» με τη μορφή «Λογισμικό ως Υπηρεσία». Τέλος, αναλύονται τα πλεονεκτήματά του σε σχέση με ένα συμβατικό Σύστημα Γεωγραφικής Πληροφορίας

**Λέξεις-κλειδιά:** Γενικό Σχέδιο Ύδρευσης, Σχέδιο Ασφάλειας Νερού, Κόστος Χρήσης Νερού, Οδηγία 2000/60/ΕΚ, Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας Υπολογιστικού Νέφους

## WATER RESOURCES MANAGEMENT IN MUNICIPAL LEVEL

**Dimitrios Markou<sup>1</sup>, Georgios Ntouros<sup>2</sup>, Konstantinos Ntouros<sup>2</sup>, Aikaterini Markou<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>SD-ECO / Sustainable Development Engineering & Consulting

2 Souliou Str., Nea Peramos, Kavala, 64007 / URL: [www.sd-eco.gr](http://www.sd-eco.gr) / E-mail: [dmarkou@sd-eco.gr](mailto:dmarkou@sd-eco.gr)

<sup>2</sup>NUBIGROUP

27 Imittou Str., Kato Toumpa, Thessaloniki, 54453 / E-mail: [ntourosk@nubigroup.com](mailto:ntourosk@nubigroup.com)

## ABSTRACT

The perspectives of development and implementation of Water Supply Master Plan and Water Safety Plan of Municipality of Kavala are presented. The current data are analyzed and the new trends in Water Resources Management are described. The sectors in which the two Plans must focus are highlighted in order to be compatible with the modern integrated sustainable approach in Water Resources Management. The necessity of using Geographical Information Systems in Water Resources Management is substantiated and the development of such a system in a cloud computing platform for the Municipality of Kavala is presented, in the form of Software as a Service. Finally, the advantages of this system are examined compared with conventional Geographical Information Systems.

**Key-words:** Water Supply Master Plan, Water Safety Plan, Water Use Cost, Directive 2000/60/EC, Cloud GIS

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την ολοκλήρωση των Σχεδίων Διαχείρισης Υδατικών Πόρων (ΣΔΥΠ) σε επίπεδο λεκάνης απορροής (ουσιαστικά σε επίπεδο Υδατικού Διαμερίσματος), σύμφωνα με τις επιταγές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ (όπως ενσωματώθηκε στο Εθνικό Δίκαιο με το Νόμο 3199/2003 και το Προεδρικό Διάταγμα 51/2007), γίνεται αντιληπτό ότι - για την εφαρμογή τους - είναι απαραίτητη η συνεργασία των Διευθύνσεων Υδάτων (των Αποκεντρωμένων Διοικήσεων) με τους Δήμους και τους Οργανισμούς Εγγείων Βελτιώσεων (ΟΕΒ).

Ως βασικά εργαλεία της συνεργασίας αυτής μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα προτεινόμενα (από τα ΣΔΥΠ) Σχέδια Ασφάλειας Νερού (ΣΑΝ) σε μεγάλες Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης – Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) και τα Γενικά Σχέδια Ύδρευσης (ΓΕΣΥ) σε όλες τις ΔΕΥΑ. Αντίστοιχα εργαλεία θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και στους ΟΕΒ, αυτοτελώς ή από κοινού με τους Δήμους της περιοχής.

Τα Σχέδια Ασφάλειας Νερού (Water Safety Plans) που έχουν αναπτυχθεί σύμφωνα με τις προτάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ – WHO), βασίζονται κυρίως σε μοντέλα διασφάλισης ποιότητας (π.χ. ISO 9000) και μεθόδους εκτίμησης και διαχείρισης κινδύνου (risk assessment, risk management).

Τα Γενικά Σχέδια Ύδρευσης (Water Supply Master Plans) συνήθως συνδυάζονται και με την επαναχρησιμοποίηση των επεξεργασμένων λυμάτων. Δεδομένου ότι η διαχείριση των υδατικών πόρων βασίζεται σε γεωχωρικές (geospatial) πληροφορίες, είναι προφανές ότι τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας – Geographical Information Systems (ΣΓΠ – GIS) μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο. Σήμερα, με τη χρησιμοποίηση νέων τεχνολογιών όπως η τεχνολογία του «υπολογιστικού νέφους» (cloud computing) είναι δυνατή η υπερνίκηση εμποδίων της διάχυσης και της διαχείρισης της πληροφορίας. Έτσι, τα Συστήματα Γεωγραφικής Πληροφορίας Υπολογιστικού Νέφους (Cloud GIS) μπορούν να συμβάλλουν θετικά στα ΓΕΣΥ.

Τα ΓΕΣΥ μπορούν να εξασφαλίσουν:

- τη χρηστή διαχείριση των υδάτων στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης, ώστε να διασφαλιστεί η ποσότητα και η ποιότητα των υδατικών αποθεμάτων του Δήμου
- την με επιστημονικό τρόπο εκτίμηση του κόστους χρήσης του νερού, ώστε να μειωθεί η σπατάλη των υδατικών αποθεμάτων του Δήμου, λαμβάνοντας υπόψη και το υπό διαμόρφωση θεσμικό πλαίσιο τιμολογιακής πολιτικής των υπηρεσιών ύδατος (ΕΓΥ 2015)

Παράλληλα με τα ΣΔΥΠ προχωρά και ολοκληρώνεται η καταγραφή των υφιστάμενων δικαιωμάτων χρήσης νερού από δημόσιους και ιδιωτικούς φορείς, σύμφωνα με την ΚΥΑ οικ. 150559/2011, όπως ισχύει.

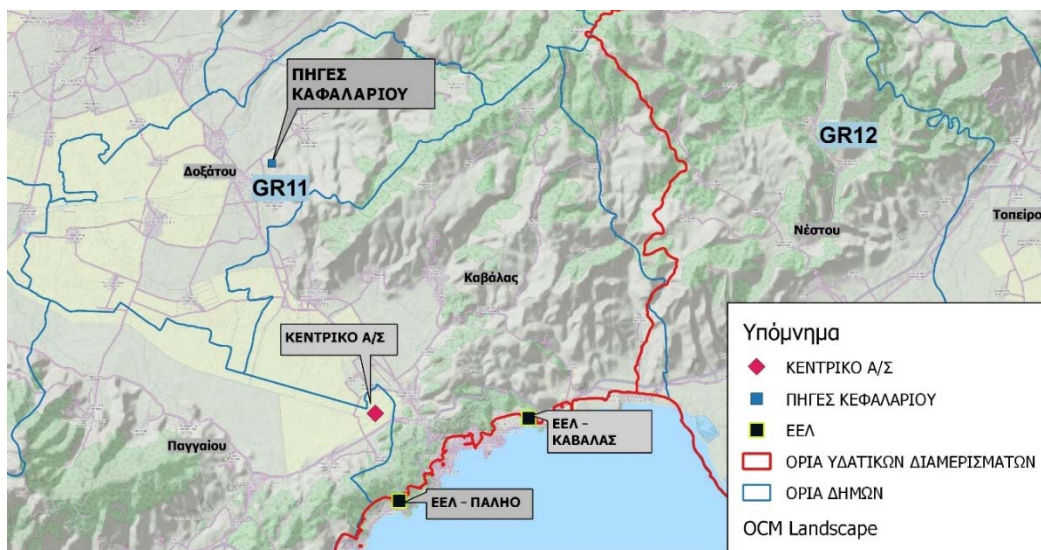
Στο πλαίσιο αυτό αναλύονται οι προοπτικές εφαρμογής ενός ΣΑΝ και ενός ΓΕΣΥ για τον Δήμο Καβάλας, που πρόσφατα (με το Νόμο 3852/2010) έχει συνενωθεί με τον πρώην Δήμο Φιλίππων, μια - κατά βάση - αγροτική περιοχή. Επίσης, εξετάζεται η σκοπιμότητα ανάπτυξης των παραπάνω σχεδίων από κοινού με τον Δήμο Δοξάτου, από τις πηγές του οποίου υδρεύεται ο Δήμος Καβάλας, καθώς και με τον Τοπικό Οργανισμό Εγγείων Βελτιώσεων (ΤΟΕΒ) Φιλίππων.

## 2. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. Υλικά

Τα όρια των (Καλλικρατικών) Δήμων Καβάλας (ΔΚ) και Δοξάτου (ΔΔ) περικλείονται στα όρια του Υδατικού Διαμερίσματος (ΥΔ) Ανατολικής Μακεδονίας (GR11), εκτός ενός μικρού τμήματος του Δήμου Καβάλας στα ανατολικά, έκτασης περίπου ίσης με 6,5 km<sup>2</sup> που ανήκει στο ΥΔ Θράκης (GR12).

Η τροφοδοσία της Δημοτικής Ενότητας Καβάλας με πόσιμο νερό γίνεται από τις Πηγές Κεφαλαρίου του Δήμου Δοξάτου (Εικόνα 1). Η Δημοτική Ενότητα Φιλίππων υδρεύεται από γεωτρήσεις για τις οποίες, σήμερα δεν υπάρχουν στοιχεία.



**ΕΙΚΟΝΑ 1. Περιοχή Μελέτης**

Ο μόνιμος πληθυσμός του Δήμου Καβάλας, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, είναι ίσος με 70.501 άτομα (ΕΛ.ΣΤΑΤ.).

Οι ανάγκες της Δημοτικής Ενότητας σε πόσιμο νερό, σύμφωνα με τα στοιχεία της Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης Αποχέτευσης Καβάλας (ΔΕΥΑΚ) για τα έτη 2000 – 2014, παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Κατανάλωση Πόσιμου Νερού στη Δημοτική Ενότητα Καβάλας**

Παράμετρος	Μονάδα	Τιμή
Ημέρες Χειμερινής Περιόδου	d	275
Μέση Ημερήσια Κατανάλωση Χειμερινής Περιόδου	m <sup>3</sup> /d	25.000
Ημέρες Θερινής Περιόδου	d	90
Μέση Ημερήσια Κατανάλωση Θερινής Περιόδου	m <sup>3</sup> /d	27.500
Μέση Ετήσια Κατανάλωση	m <sup>3</sup> /yr	9.350.000
Μέση Ετήσια Κατανάλωση ανά Άτομο	m <sup>3</sup> /άτομο/yr	133
Μέση Ημερήσια Κατανάλωση ανά Άτομο	L/άτομο/d	363
Μέση Ημερήσια Κατανάλωση ανά Άτομο Χειμερινής Περιόδου	L/άτομο/d	355

Τα ποσοστά οικιακής - εμπορικής χρήσης και βιομηχανικής χρήσης (εκτός ΒΙΠΕ) ανέρχονται σε 74% και 24%, αντίστοιχα, σε επίπεδο ΥΔ (ΕΓΥ 2013).

Οι αντίστοιχες ποσότητες σε νερό άρδευσης ανέρχονται σε περίπου 10.500.00 m<sup>3</sup>/yr για τον Κάμπο των Κρηνίδων (δίχως δηλαδή να συμπεριλαμβάνεται η περιοχή της Νέας Καρβάλης), σύμφωνα με τη σχετική μελέτη (Θωμαΐδης 2014). Οι αρδευτικές ανάγκες του Δήμου Καβάλας καλύπτονται, στο σύνολό τους, από αρδευτικές γεωτρήσεις.

Σύμφωνα με το ΣΔΥΠ του ΥΔ 11 (ΕΓΥ 2013), εκτιμάται ότι στην ευρύτερη περιοχή υπάρχουν συνθήκες υπερεκμετάλλευσης του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος (ΥΥΣ), ενώ εντοπίζονται και υπερβάσεις των Ανώτερων Αποδεκτών Τιμών (ΑΑΤ) των νιτρικών, νιτρωδών και αμμωνιακών ιόντων (NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> και NH<sub>4</sub>), καθώς και του αργιλίου (Al). Πάντως, η ποσοτική και ποιοτική (χημική) κατάσταση του ΥΥΣ χαρακτηρίζεται ως «καλή».

Το ετήσιο αγοραίο κόστος ύδρευσης για τη ΔΕΥΑΚ ανέρχεται σε 10.538.275 €/yr, ενώ το ποσοστό του κοινωνικοοικονομικού κόστους ανέρχεται σε 58% (στοιχεία του 2010). Το παραπάνω κόστος (αγοραίο) είναι εξολοκλήρου χρηματοοικονομικό, καθώς το περιβαλλοντικό κόστος είναι μηδενικό. Ο βαθμός ανάκτησης του αγοραίου κόστους ύδρευσης ανέρχεται σε 110% και του κοινωνικοοικονομικού κόστους σε 189%, σύμφωνα με στοιχεία του 2010 (ΕΓΥ 2013).

Αντίθετα, το κόστος άρδευσης για τον Δήμο Καβάλας είναι εξολοκλήρου περιβαλλοντικό, με το αγοραίο να ανέρχεται σε 549.455 €/γρ και το ποσοστό του κοινωνικοοικονομικού κόστους να ανέρχεται σε 90% για το 2010. Ο βαθμός ανάκτησης του αγοραίου και κοινωνικοοικονομικού κόστους άρδευσης είναι μηδενικός, σύμφωνα με στοιχεία του 2010 (ΕΓΥ 2013).

Το περιβαλλοντικό αγοραίο κόστος παροχής νερού για την κτηνοτροφία του Δήμου Καβάλας ανέρχεται σε 78.173 €/γρ με το ποσοστό του κοινωνικοοικονομικού κόστους να ανέρχεται στο 62% για το 2010 (ΕΓΥ 2013).

Ο βαθμός ανάκτησης του αγοραίου κόστους νερού στον Δήμο Καβάλας για όλες τις χρήσεις ανέρχεται σε 105% και του κοινωνικοοικονομικού κόστους σε 177%, σύμφωνα με στοιχεία του 2010 (ΕΓΥ 2013).

## **2.2. Μέθοδοι**

### **2.2.1. Στρατηγικός Σχεδιασμός**

Ο στρατηγικός σχεδιασμός παίζει ένα καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία της σύνταξης και της εφαρμογής ενός Σχεδίου Υδατικών Πόρων. Θα πρέπει να γίνει για μια περίοδο περίπου 40 ετών, ώστε να είναι ρεαλιστικός και αποτελεσματικός (SWITCH 2010).

Οι νέες τάσεις στο συγκεκριμένο επιστημονικό πεδίο είναι η αντιμετώπιση νέων προβλημάτων, όπως:

- η κλιματική αλλαγή
- οι νέες πολιτικές (όπως π.χ. η Ευρωπαϊκή Οδηγία – Πλαίσιο 2000/60)
- η αύξηση του πληθυσμού
- η αστικοποίηση
- η παλαίωση των υποδομών
- η αυξανόμενη πολυπλοκότητα και επικινδυνότητα των υποδομών
- οι αλλαγές στις προτεραιότητες του κοινού
- οι διαφοροποιήσεις του ενεργειακού κόστους

Αντίθετα, οι νέες τεχνολογίες μπορούν να συνδράμουν θετικά – εφόσον ενσωματωθούν – στον στρατηγικό σχεδιασμό (SWITCH 2010).

Η σύγχρονη ολοκληρωμένη αειφόρος προσέγγιση στη διαχείριση των υδάτων, επικεντρώνεται – μεταξύ άλλων – στους παρακάτω τομείς (Howe et al. 2011):

- ελαχιστοποίηση των αναγκών
- αποδοτικότερη επεξεργασία με τη χρήση φυσικών συστημάτων, ελέγχου στην πηγή, κ.α.
- αποδοτικότερη οικονομική διαχείριση
- περιβαλλοντική προστασία και αποκατάσταση των φυσικών συστημάτων
- μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου
- αντιπλημμυρική προστασία
- ελαχιστοποίηση της παραγωγής των λυμάτων μέσω επαναχρησιμοποίησης των επεξεργασμένων λυμάτων και τεχνικών μείωσης της κατανάλωσης
- αύξηση της ελαστικότητας και της προσαρμοστικότητας των υποδομών σε περιόδους αιχμής ή έλλειψης νερού, μέσω της μείωσης της κατανάλωσης και της χρήσης εναλλακτικών πηγών αντί της αξιοποίησης νέων πηγών υδροδότησης και επέκτασης των δικτύων

Το ΓΕΣΥ και το ΣΑΝ θα πρέπει να εκπονηθούν λαμβάνοντας υπόψη:

- τα προβλήματα και τα προτεινόμενα μέτρα αντιμετώπισής τους που αναφέρονται στο εγκεκριμένο ΣΔΥΠ (ΕΓΥ 2013)
- την Κλιματική Αλλαγή και τις επιπτώσεις της (ESPON Climate 2011, de Souza A. et al. 2015)
- τους τοπικούς φορείς (stakeholders) και τις αξίες – προτεραιότητες που αυτοί θέτουν (McDaniels T.L. et al. 1999)

Το ΓΕΣΥ του Δήμου Καβάλας θα πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον τα εξής (Monte Vista Water District 2005, Milon & MacBroom, Inc. & Tighe & Bond, Inc. 2007, Howe et al. 2011):

- την καταγραφή του καθεστώτος ιδιοκτησίας και διαχείρισης

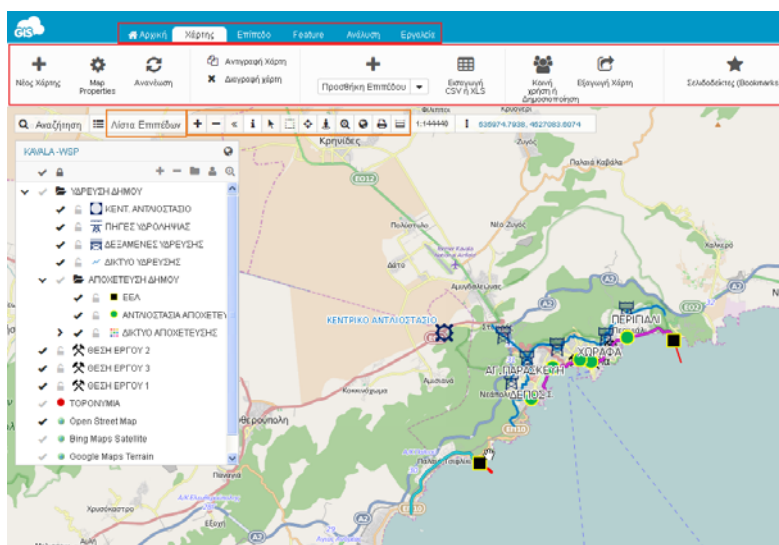
- την καταγραφή και αξιολόγηση των πηγών υδροδότησης και των δικτύων διανομής του νερού
- την καταγραφή της ποιότητας του νερού
- την ανάλυση της επάρκειας των πηγών υδροδότησης
- την καταγραφή και αξιολόγηση των έργων συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των λυμάτων
- την καταγραφή και αξιολόγηση των έργων συλλογής, επεξεργασίας και διάθεσης των ομβρίων υδάτων
- την πρόβλεψη των μελλοντικών αναγκών και των απαραίτητων έργων και μέτρων
- τα προτεινόμενα Μέτρα Βέλτιστης Διαχείρισης (ΜΒΔ)
- τα προτεινόμενα έργα και μέτρα για την ανακύκλωση (επαναχρησιμοποίηση) του νερού, σύμφωνα και με την ΚΥΑ 145116/2011, όπως τροποποιήθηκε με την ΚΥΑ 191002/2013

## 2.2.2. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών

Γενικότερα, η Διαχείριση των Υδατικών Πόρων (ΔΥΠ), εκτός από περιγραφικά δεδομένα (ποσοτικά, ποιοτικά), απαιτεί και τη σύνδεση αυτών με τα αντίστοιχα γεωχωρικά δεδομένα (καταγραφή των θέσεων υδροληψίας, των δικτύων, των δεξαμενών, των αντλιοστασίων, κ.α.). Για το λόγο αυτό, κρίνεται απαραίτητη η δόμηση χωρικών βάσεων δεδομένων και η ενσωμάτωσή τους σε ΣΓΠ. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα, την αρτιότερη διαχείριση των υδατικών πόρων μέσα από την αποτελεσματικότερη διαχείριση και (χωρική) ανάλυση των δεδομένων, και κατ' επέκταση θα συμβάλλει στην υποβοήθηση της λήψης απόφασης μέσα από τον συνδυασμό άλλων δεδομένων όπως οι χρήσεις γης, οι πηγές ρύπανσης, κ.α.

Επιπρόσθετα, η ΔΥΠ απαιτεί και μια πολύ καλά εμπειρισταωμένη επιστημονική προσέγγιση και με αυτόν τον τρόπο η διάχυση της πληροφορίας θεωρείται κρίσιμης σημασίας. Στις μέρες μας, με τη χρησιμοποίηση νέων τεχνολογιών, και ειδικότερα της τεχνολογίας του «υπολογιστικού νέφους» (cloud computing) είναι δυνατή η υπερνίκηση τέτοιων «εμποδίων» όπως της διάχυσης και της διαχείρισης της πληροφορίας.

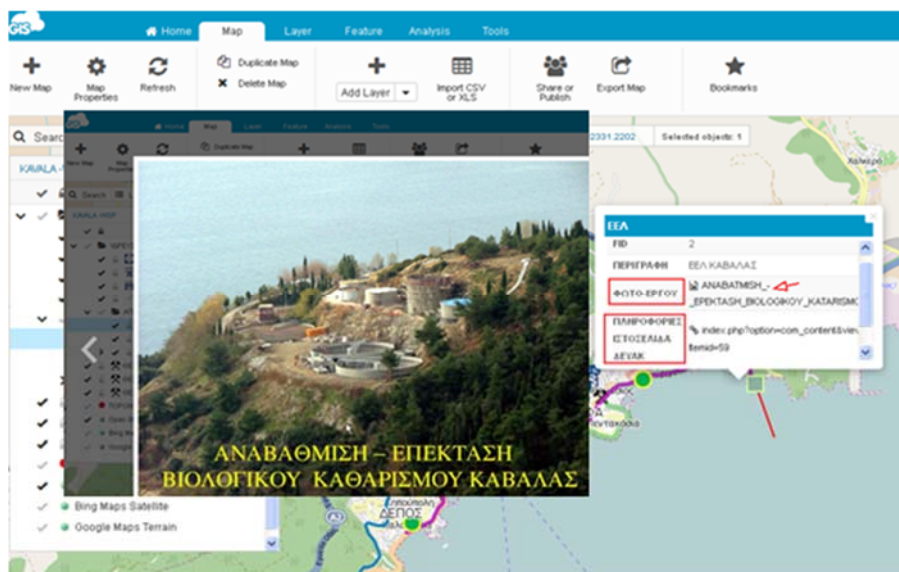
Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ένα ΣΓΠ δομημένο σε πλατφόρμα «υπολογιστικού νέφους». Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε η εμπορική εφαρμογή 'Map Editor' της Εταιρίας 'GIS Cloud' (GIS Cloud), εφαρμογή που παρέχεται με τη μορφή «Λογισμικό ως Υπηρεσία» (Software as a Service – SaaS), και η πρόσβαση στην οποία πραγματοποιείται άμεσα με τη χρήση ενός λογισμικού περιήγησης στο διαδίκτυο (web browser) χρησιμοποιώντας τα στοιχεία «λογαριασμού» (όνομα χρήστη, και κωδικός πρόσβασης). Με αυτόν τον τρόπο, τα δεδομένα και οι αντίστοιχοι χάρτες είναι διαθέσιμα οπουδήποτε, οποιαδήποτε στιγμή και σε οποιαδήποτε συσκευή (smartphone και tablet) υπό ασφαλή σύνδεση. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής 'Map Editor'.



**ΕΙΚΟΝΑ 2. Γραφικό Περιβάλλον της εφαρμογής 'Map Editor'**

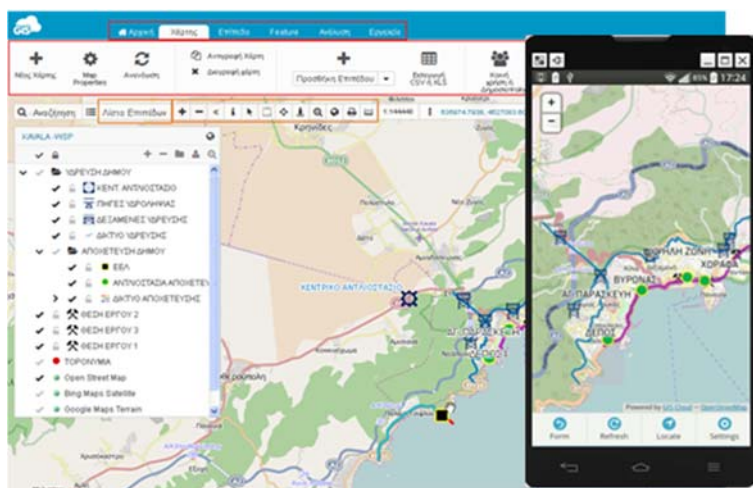
Στην εφαρμογή δημιουργήθηκαν και δομήθηκαν σε γεωχωρικές βάσεις δεδομένων, δεδομένα που αφορούσαν την ύδρευση (κεντρικό δίκτυο, πηγές υδροληψίας, κεντρικό αντλιοστάσιο και δεξαμενές) καθώς και την αποχέτευση (εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, αντλιοστάσια και κεντρικό δίκτυο) της Καβάλας, ενώ παράλληλα μεταφορτώθηκαν και επικουρικά δεδομένα όπως είναι γεωλογικά δεδομένα και δεδομένα χρήσεων γης του Ευρωπαϊκού Προγράμματος CORINE 2000. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η εφαρμογή παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής «χαρτών υποβάθρου» που παρέχονται από «τρίτους», όπως Open Street Maps, Google Maps, Bing Maps κ.α. Πρέπει να σημειωθεί ότι τα διανυσματικά δεδομένα που δημιουργήθηκαν παρέχουν σχετική τοπογραφική ακρίβεια, δεδομένου ότι δομήθηκαν από χάρτες και διαγράμματα που είναι δημοσιευμένοι στην ιστοσελίδα της ΔΕΥΑ Καβάλας (ΔΕΥΑ Καβάλας).

Τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής αυτής - έναντι των συμβατικών συστημάτων - είναι ότι οι χάρτες και τα δεδομένα είναι δημοσιευμένα στο διαδίκτυο (Kavala WSP) και η πρόσβαση είναι άμεση από τους χρήστες (public available) χωρίς να απαιτείται κάποια άλλη ενέργεια (όπως π.χ. η δημιουργία λογαριασμού) αλλά και κάτω από «δικαιώματα χρήσης», όπως θέασης ή/και λήψης των δεδομένων. Είναι δυνατό ο διαχειριστής της εφαρμογής να ορίσει διαφορετικούς χρήστες, αλλά και να προσδώσει διαφορετικά δικαιώματα σε καθένα από αυτούς (όπως επεξεργασία δεδομένων) μέσα από τη δημιουργία λογαριασμών πρόσβασης. Επιπρόσθετα, το εύκολο περιβάλλον εργασίας της εφαρμογής επιτρέπει την χρησιμοποίησή της ακόμα και από χρήστες οι οποίοι δεν έχουν εμπειρία σε ΣΓΠ, ύστερα από πολύ σύντομη εκπαίδευση. Επίσης, δεν απαιτείται καμία γνώση σε θέματα προγραμματισμού ηλεκτρονικών υπολογιστών. Με αυτόν τον τρόπο, η πληροφορία είναι διαθέσιμη άμεσα σε όλα τα εμπλεκόμενα μέρη (επιστήμονες, ευρύ κοινό, φορείς λήψης απόφασης) και κατ' επέκταση αποτελεί ένα διαδραστικό εργαλείο για την υποστήριξη της λήψης απόφασης. Στην Εικόνα 3 απεικονίζεται η διαδικασία της εμφάνισης των περιγραφικών δεδομένων των αντίστοιχων θεματικών επιπέδων, τα οποία μπορούν να περιλαμβάνουν και αρχεία πολυμέσων (φωτογραφίες, βίντεο) καθώς και αρχεία κειμένου.



**ΕΙΚΟΝΑ 3. Εμφάνιση της Περιγραφικής Πληροφορίας του Θεματικού Επίπεδου «ΕΕΛ»**

Επιπρόσθετα, παρέχεται η δυνατότητα - εκτός από τη διαχείριση - και της βασικής χωρικής ανάλυσης των δεδομένων, όπως είναι η δημιουργία ζωνών επιρροής (buffer zones), μετρήσεων εγγύτητας (near analysis), δημιουργίας χαρτών πυκνότητας (hot spot), κ.α., μέσα από ένα απλοποιημένο γραφικό περιβάλλον. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η εφαρμογή 'Map Editor' είναι άμεσα συνδεδεμένη με την αντίστοιχη εφαρμογή για φορητές συσκευές 'Mobile Data Collection', με την οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε πραγματικό χρόνο η καταγραφή δεδομένων πεδίου. Αυτό διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό τη διαδικασία παρακολούθησης ενός έργου, καθώς και την επικαιροποίηση των δεδομένων χωρίς να απαιτείται η μεταφορά των δεδομένων από εφαρμογή σε εφαρμογή (Εικόνα 4).



**ΕΙΚΟΝΑ 4. Απεικόνιση του Έργου μέσα από την Εφαρμογή ‘Mobile Data Collection»’ για Φορητές Συσκευές**

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με το ΣΔΥΠ του ΥΔ 11 (ΕΓΥ 2013), προωθείται η συνεργασία των ΔΕΥΑ και των ΤΟΕΒ, ώστε να επιτευχθούν:

- οικονομίες κλίμακας και μείωση κόστους
- ανταλλαγή προσωπικού και υλικοτεχνικού εξοπλισμού
- καλύτερη συντήρηση των δικτύων
- μηχανοργάνωση

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, θεωρείται επιβεβλημένη η συνεργασία (τυπικά ή άτυπα) του Δήμου Καβάλας και του ΤΟΕΒ Φιλίππων, ώστε να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι.

Η καταγραφή των υφιστάμενων δικαιωμάτων χρήσης νερού από ιδιωτικούς φορείς, σύμφωνα με την ΚΥΑ οικ. 150559/2011, όπως ισχύει, θα συμβάλλει στην ολοκληρωμένη διαχείριση των υδατικών πόρων της περιοχής μέσω της καταγραφής της θέσης και των χαρακτηριστικών των ιδιωτικών γεωτρήσεων, αλλά και μέσω της υποχρεωτικής τοποθέτησης υδρομέτρων. Τα αποτελέσματα είναι καλύτερα εάν τα δεδομένα ενσωματωθούν στη βάση δεδομένων των δημοτικών πηγών υδροδότησης και άρδευσης.

Κρίνεται σκόπιμη η προώθηση (τοπικών) προγραμμάτων για την μείωση των διαρροών και την αναβάθμιση των μεθόδων άρδευσης, αξιοποιώντας ιδιωτικού, δημοτικού, εθνικού, αλλά και ευρωπαϊκούς πόρους (μέσα από τα Περιφερειακά Επιχειρησιακά Προγράμματα – ΠΕΠ του Νέου ΕΣΠΑ 2014 – 2020). Σημαντικό ρόλο στη μείωση της σπατάλης του νερού θα μπορούσαν να παίξουν και προγράμματα για εξοικονόμηση νερού κατ’ οίκον. Επίσης, θα πρέπει να δοθεί προσοχή ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι παράνομες συνδέσεις ύδρευσης και αποχέτευσης.

Η υλοποίηση Σχεδίου Ασφάλειας Νερού (ΣΑΝ) στη ΔΕΥΑ Καβάλας κρίνεται επιβεβλημένη σύμφωνα και με το ΣΔΥΠ του ΥΔ 11 (ΕΓΥ 2013). Πριν από αυτό, θα πρέπει να εκπονηθεί το Γενικό Σχέδιο Ύδρευσης, όπως αυτό περιγράφεται στο ΣΔΥΠ του ΥΔ 11 (ΕΓΥ 2013).

Τέλος, θα πρέπει – μετά την εκπόνηση των δύο παραπάνω σχεδίων – να υλοποιηθούν τα μέτρα που προτείνονται στο ΣΔΥΠ του ΥΔ 11 (ΕΓΥ 2013), καθώς και αυτά που θα προκύψουν από την εκπόνηση των 2 σχεδίων (ΓΕΣΥ & ΣΑΝ).

### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα από την εκπόνηση και εφαρμογή του ΣΑΝ και του ΓΕΣΥ είναι:

- η καταγραφή του συνόλου των απολήψεων νερού σε επίπεδο Δήμου
- η δημιουργία βάσης δεδομένων με ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία των απολήψεων νερού
- η ενσωμάτωση και η διαχείριση των δεδομένων σε ένα Cloud GIS
- η μείωση της σπατάλης του νερού
- η μείωση του κόστους χρήσης του νερού

- ο έλεγχος της επάρκειας και της ποιότητας του νερού για κάθε χρήση
- Η χρησιμοποίηση εφαρμογών τεχνολογίας «υπολογιστικού νέφους» (cloud computing), όπως αυτής που εξετάστηκε στην παρούσα εργασία, παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι ακόμη και συμβατικών συστημάτων διαδικτυακών ΣΓΠ, όπως είναι η άμεση δημοσιοποίηση στο διαδίκτυο και η χρήση των δεδομένων και χαρτών από χρήστες μη ειδικούς σε τέτοια συστήματα, χωρίς να απαιτείται η επένδυση σε εξυπηρετητές (servers) ή άλλων υπολογιστικών συστημάτων (hardware) καθώς και εγκαταστάσεις ειδικών λογισμικών (software). Επίσης, δεν απαιτείται κανενός είδους συντήρηση και κατ' επέκταση εξειδικευμένο προσωπικό, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στη μείωση του κόστους.

## 5. ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά για τη συμβολή τους στη σύνταξη του παρόντος άρθρου τον Διευθυντή της ΔΕΥΑ Καβάλας, κο Αγγελο Λογκάρη, τον υπάλληλο της ΔΕΥΑ Καβάλας κο Στέλιο Κιουλιούρη, τους υπαλλήλους του Δήμου Καβάλας κο Αλέξη Μιχαήλ και κα Παναγιώτα Γαρουφαλλίδου, τον προϊστάμενο της Διεύθυνσης Περιβάλλοντος του Δήμου Δοξάτου κο Αθανάσιο Λατσίνου καθώς και την υπάλληλο του Δήμου Δοξάτου κα Βασιλική Αντωνιάδου.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δημοτική Επιχείρηση Ύδρευσης – Αποχέτευσης (ΔΕΥΑ) Καβάλας: <http://deyakav.gr/>
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2013). *Σχέδιο Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Ανατολικής Μακεδονίας (GR11)*.
- Ειδική Γραμματεία Υδάτων (2015). *Οργάνωση, Διαχείριση και Κοστολόγηση των Υπηρεσιών Υδατος*.
- Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛ.ΣΤΑΤ.): <http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE>
- Θωμαΐδης Σ. (2014). *Περιβαλλοντική Έκθεση Αρδευτικών Γεωτρήσεων Δήμου Καβάλας*, Δήμος Καβάλας.
- de Souza A., Aristone F., Sabbah I., da Silva Santos D.A., de Souza Lima A.P., Lima G. (2015). Climatic Variations and Consumption of Urban Water, *Atmospheric and Climate Sciences*, 5, 292-301.
- GIS Cloud: <http://www.giscloud.com/>
- Howe C.A., Butterworth J., Smout I.K., Duffy A.M., Vairavamorthy K. (2011). *Sustainable Water Management in the City of the Future (SWITCH): Findings from the SWITCH Project 2006-2011*.
- Kavala WSP: <http://editor.giscloud.com/map/443204/kavala--wsp>
- Monte Vista Water District (2005). *Urban Water Management Plan 2005*. Monte Vista Water District, Montclair, California.
- ESPON Climate (2011). *Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies*, ESPON & IRPUD, TU Dortmund.
- McDaniels T.L., Gregory R.S., Fields D. (1999). Democratizing Risk Management: Successful Public Involvement in Local Water Management Decisions, *Risk Analysis*, 19(3), 497-510.
- Milon & MacBroom, Inc. & Tighe & Bond, Inc. (2007). *University of Connecticut Water and Wastewater Management Plan*. The University of Connecticut & the Town of Mansfield, Connecticut.
- SWITCH (2010). *Sustainable Water Management in the City of the Future (SWITCH) Approach to Strategic planning for Integrated Urban Water Management (IUWM)*.