

## LYSiS

**Παραδοτέο 4.1.1 Έκθεση αξιολόγησης και εκτίμηση της απόδοσης των πιλοτικών δράσεων με γνώμονα τη βέλτιστη χρήση της περίσσειας νερού στο Δήμο Δράμας**  
Στο πλαίσιο του έργου «Joint actions for the development and implementation of new technologies for the optimal management of water resources in the urban environment/ LYSiS» του Προγράμματος INTERREG V-A ΕΛΛΑΔΑ - ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ 2014-2020



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

EXECUTIVE SUMMARY .....	4
Το Διασυνοριακό Πρόγραμμα Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας «Ελλάδα - Βουλγαρία 2014 -2020».....	9
Το έργο «LYSIS».....	20
Εταίροι του έργου «LYSIS» .....	22
Εισαγωγή.....	22
1. Υφιστάμενο νομικό πλαίσιο διαχείρισης υδατικών πόρων	
2. Καταγραφή υφιστάμενου συστήματος άρδευσης.....	24
2.1 Περιοχή μελέτης και καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και των απαιτήσεων/ειδικότερων αναγκών των τελικών χρηστών του Δήμου Δράμας.....	26
2.2 Γεωγραφική θέση του πάρκου .....	31
2.3 Σύστημα άρδευσης του πάρκου .....	31
3. Περιγραφή λειτουργικών χαρακτηριστικών των πιλοτικών συστημάτων διαχείρισης αστικού νερού .....	35
4. Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας σχεδιασμού των πιλοτικών εφαρμογών.....	38
5. Αρχές ελέγχου ορθής λειτουργίας, συντήρησης και διαχείρισης συστήματος και λειτουργική αξιολόγηση των πιλοτικών συστημάτων .....	41
6. Αξιολόγηση και ανάλυση των αποτελεσμάτων .....	44
7. Ανάλυση κόστους-οφέλους των εφαρμογών .....	44
8. Προτάσεις βελτιστοποίησης.....	54
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	56

## EXECUTIVE SUMMARY

### Introduction

This is a deliverable of the project "Joined actions for the development and implementation of new technologies for the optimal management of water resources in the urban environment" with the acronym "LYSIS" Action 4.1.1 Evaluation and efficiency assessment report for utilization of excess water in the Municipality of Drama.

The deliverable is divided into the following sections:

- a) Analysis of the existing institutional framework on water management
- b) Record the existing water supply system
- c) Evaluation of the effectiveness and efficiency of designing pilot actions
- d) Principles of proper function, maintenance and management of the system and operational evaluation of the pilot actions
- e) Evaluation and analysis of the results
- f) Cost-benefit analysis of the actions
- h) Optimizations

The purpose of the deliverable through the above sections is to evaluate the "smart" irrigation system implemented in the Municipality of Drama, for the purpose of sound water management. In particular, the irrigation system and its operating characteristics are presented, but at the same time the pilot system is evaluated both for its design and the results it has brought. In conclusion, some other ways to optimize this will be suggested.

### 1. Analysis of the existing institutional framework on water management

In order to achieve the design and the study of the technical implementation, the legal framework for water resources in Greece will be first analyzed and described and at the same time European legislation will be taken into account.

Concerning European legislation the following laws has been used:

DIRECTIVE 2000/60/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy

COM (2001) 264 - Communication from the Commission of the European Communities to the European Parliament of 15 May 2001 on Sustainable Europe for a Better World - A European Union Strategy for Sustainable Development.

COM (2007) 414 - Communication from the Commission of the European Communities to the European Parliament of 18 July 2007 on tackling the problem of water scarcity and droughts in the European Union.

COM (2012) 673 - Communication from the Commission of the European Communities to the European Parliament of 14 November 2012 on the drafting of a plan for the conservation of Europe's water resources.

COM (2013) 216 - Communication from the Commission of the European Communities to the European Parliament of 16 April 2013 on the European Union Strategy for Adaptation to Climate Change

Concerning Greek legislation the following laws has been used:

- Law 3199/2003 "Water protection and management - Harmonization with Directive 2000/60 / EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000". (Government Gazette A 280 / 9.12.2003).
- PD. 51/2007 - Establishment of measures and procedures for integrated water protection and management in compliance with the provisions of Directive 2000/60 / EC "establishing a framework for Community action in the field of water policy" of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000.
- General Town Planning and Spatial and Residential Urban Organization Plans (SPCAP), which are now drafted for sustainable residential development and environmental protection.
- Standard Technical Specifications on Technical Works 10-06-02-01 (05-2006) - Irrigation of plants
- Standard Technical Specifications on Technical Works 10-06-02-02 (05-2006) - Irrigation of turf - Soil-covering plants - Slope lawns

MD 182314/1241/2016 - Amendment of Annex II of Article 8 of the Hellenic Capital Market Commission 39626/2208/2009 Joint Ministerial Decision (B'2075), in compliance with the provisions of Directive 2014/80 / EU 'amending Annex II to Directive 2006/118 / EC of the European Parliament and of the Council of

Groundwater from Pollution and Degradation "of the European Commission of 20 June 2014.

## **2. Record the existing water supply system**

The study area of the existing project is the park of Helmos street. The park of Helmos street is located in the south central side of Municipality of Drama.

The park is the result of the redevelopment of the Kalifytos stream. The area occupied by the park of Helmos street amounts to 11.694 m<sup>2</sup> with a deviation of ± 324.12m<sup>2</sup>.

The area is characterized by plenty of water and the Municipality of Drama is categorized to the Mediterranean climate. As a result the winter is mild and the summer season warm and dry.

The irrigation water to meet the needs of the park comes from the DEYA's network and the gushing waters of the aquifer, which are pumped and stored in a reservoir.

## **3. Description of the operational characteristics of the pilot urban water management systems**

For the smart irrigation system of the Park of Helmou Street in the Municipality of Drama, an automatic control system was configured, that manages input data (evapotranspiration, temperature, soil moisture, time of day, presence of citizens in the Park etc.) for the purpose of automatic irrigation of the Park with the appropriate amount of water where necessary.

The pilot irrigation system of the Park of Helmou Street includes determining the soil moisture in the root zone, the time to start the irrigation when the soil moisture is approaching the set threshold, adding the required amount of irrigation water, as determined by the calculation of ET<sub>c</sub> through the meteorological station, and the time to stop the irrigation when the required water quantity is provided.

## **4. Evaluation of the effectiveness and efficiency of designing pilot actions**

Prudent use of irrigation water is a top priority for every Municipality, even when they are located in climates characterized by humidity water abundance. The designing of irrigation, that is determining the frequency and duration of irrigation, is a critical component of how efficiently water is used. The timing and amount of irrigation is an important factor for plants' health as well as for water use efficiency.

The design of a pilot irrigation system is not just about its implementation. The system's development process is a difficult and time consuming process, involving several elements, which are presented below.

## **5. Principles of proper function, maintenance and management of the system and operational evaluation of the pilot actions**

In order to achieve the design and use of a well-structured and effective pilot irrigation system, the development of a protocol will ensure the control and maintenance of the system.

In this chapter timetables of actions, to ensure proper functioning of the control center and proper functioning and maintenance of the meteorological station, are presented.

## **6. Evaluation and analysis of the results**

In the present deliverable, the criteria for achieving sustainable water management in the urban fabric will be presented and analyzed, based on the report of the "Pacific Institute" as presented in 1996 under the auspices of the United Nations Environment Program (UNEP)). These criteria include the use of a part of water for irrigation and maintenance of ecosystems, the maintenance of water quality standards, the collection of qualitative and quantitative data on water and the decision making with the widest possible social participation.

## **7. Cost-benefit analysis of the actions**

The cost-benefit analysis is performed to compare the costs and benefits of implementing an action.

In Greece, there is no consistent, uniform pricing policy, but each water service has a different one. Water pricing in Greece is low compared to other European countries, while in most areas tiered pricing is used as a measure of consumption control.

The benefits of implementing a smart irrigation system are not only limited to proper water management, proper water saving and the ability to provide water for uses other than park irrigation, but at the same time achieve a better aesthetic effect.

## 8. Optimizations

The design of a smart irrigation system is not just about its execution. Its process of development is a difficult and time-consuming process that includes various elements, such as: requirements, specifications, execution, control and development. The difficulty in drafting protocols is how to find the right rules for communication that will be: simplistic, reasonably consistent, complete and cost-effective.

In order to successfully execute the irrigation strategy, a variety of factors were taken in consideration, with key objective the optimal use of irrigation water ecosystems' maintenance. The smart irrigation system not only intends to define the best irrigation strategy, but also to support human decision taking.



## Το Διασυνοριακό Πρόγραμμα Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας «Ελλάδα - Βουλγαρία 2014 -2020»

Η Ελλάδα και η Βουλγαρία, δύο γειτονικές χώρες με πλούσιο παρελθόν, από το τέλος της δεκαετίας του 1990 έχουν μπει σε μια εποχή στενότερης συνεργασίας, χάρη στο Διασυνοριακό Πρόγραμμα INTERREG “Ελλάδα-Βουλγαρία”.

Η βασική ιδέα πίσω από το “INTERREG” είναι ότι οι χώρες αντιμετωπίζουν διάφορα κοινά προβλήματα τα οποία μπορούν να επιλυθούν καλύτερα αν εργαστούν μαζί με τους γείτονες τους παρά αν παραμείνει ο καθένας περιορισμένος στα σύνορα του. Γι’ αυτόν τον λόγο, το Πρόγραμμά προωθεί δραστηριότητες που φέρνουν τους λαούς μας πιο κοντά.

Η επιλέξιμη περιοχή διασυνοριακής συνεργασίας Ελλάδας - Βουλγαρίας για την προγραμματική περίοδο 2014-2020 είναι πανομοιότυπη με το ισχύον πρόγραμμα Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας. Εκτείνεται σε 40.202 km<sup>2</sup> και έχει συνολικό πληθυσμό 2.7 εκατομμυρίων κατοίκων. Καλύπτει τέσσερις εδαφικές μονάδες σε επίπεδο NUTS II (Περιφέρειες) και 11 εδαφικές μονάδες σε επίπεδο NUTS III (Περιφέρειες). Η επιλέξιμη περιοχή εκτείνεται κατά μήκος των ελληνοβουλγαρικών συνόρων και γειτνιάζει με την Τουρκία (ανατολικά) και την ΠΓΔΜ (δυτικά), δύο χώρες που επιθυμούν να έχουν πρόσβαση στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Είναι μέρος της πλέον νοτιοανατολικής μη νησιωτικής περιοχής της ΕΕ και βρίσκεται ανάμεσα σε τρεις θάλασσες: τη Μαύρη Θάλασσα, τη Μεσόγειο Θάλασσα και την Ιόνιο-Αδριατική Θάλασσα. Τέλος, βρίσκεται στο σταυροδρόμι των στρατηγικών αγωγών ορυκτών καυσίμων που τροφοδοτούν την αγορά της ΕΕ και τους άξονες διευρωπαϊκών δικτύων μεταφορών (ΔΕΔ).

Η επιλέξιμη περιοχή του Διασυνοριακού Προγράμματος INTERREG “Ελλάδα-Βουλγαρία 2014 - 2020” καλύπτει τις ακόλουθες περιοχές:

BG413 - Μπλαγκόεβγκραντ (Blagoevgrad)

BG422 - Χάσκοβο (Haskovo)

BG424 - Σμόλιαν (Smolyan)

BG425 - Κάρντζαλη (Kardzhali)

EL111 - Έβρος

EL112 - Ξάνθη

EL113 - Ροδόπη

EL114 - Δράμα

EL115 - Καβάλα

EL122 - Θεσσαλονίκη

EL126 - Σέρρες



Εικόνα 1 - Η επιλέξιμη περιοχή του Διασυνοριακού Προγράμματος INTERREG “Ελλάδα-Βουλγαρία 2014 - 2020”

Η συνοικιστική δομή της περιοχής χαρακτηρίζεται από την παρουσία 10 μεσαίων και μεγάλων πόλεων (>50.000 κάτοικους) που συγκεντρώνουν 38,2% του συνολικού πληθυσμού και 25 μικρές πόλεις (10.000-50.000 κάτοικοι). Παρά τα σχετικά μικρά κονδύλια που διατίθενται, υπάρχει μακρά ιστορία συνεργασίας στην επιλέξιμη περιοχή, η οποία άρχισε με την κοινοτική πρωτοβουλία INTERREG I (1989-1993).

## Διαγνωστική Ανάλυση της περιοχής του Προγράμματος

### *Γενικό επίπεδο ανάπτυξης*

Η επιλέξιμη περιοχή του προγράμματος «Ελλάδα - Βουλγαρία» είναι μία από τις φτωχότερες στην Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς το κατά κεφαλήν ΑΕΠ είναι κάτω από το 50% του μέσου όρου της Ευρώπης των 28 (ΕΕ28). Αυτό δεν έχει αλλάξει σημαντικά τα τελευταία 10 χρόνια, παρόλο που παρατηρήθηκαν βραχυπρόθεσμες βελτιώσεις κατά την περίοδο 2002-2004 και στη συνέχεια και πάλι το 2006-2009. Η διασυνοριακή περιοχή χαρακτηρίζεται επίσης από μεγάλες εσωτερικές ανισότητες, ιδιαίτερα όσον αφορά τη διχοτόμηση μεταξύ βουλγαρικών και ελληνικών εδαφών. Οι βουλγαρικές συνοικίες παρουσιάζουν πολύ χαμηλότερο επίπεδο οικονομικής ανάπτυξης (κάτω από το ¼) από τους αντίστοιχους Έλληνες, κυρίως λόγω του γεγονότος ότι η Βουλγαρία είναι από καιρό οικονομία μετάβασης.

Η περίοδος 2006-2009 χαρακτηρίστηκε από οικονομική ανάπτυξη και από τις δύο πλευρές των συνόρων, όπως και η γενική τάση σε ολόκληρη την Ευρώπη. Μετά το 2009, οι επιπτώσεις της παγκόσμιας ύφεσης οδήγησαν σε επιβράδυνση των ρυθμών ανάπτυξης στο βουλγαρικό τμήμα (0,25% ετησίως) και σε αρνητικούς ρυθμούς ανάπτυξης στο ελληνικό τμήμα (-9% ετησίως).

### *Οικονομία*

Παρά το γεγονός ότι η διασυνοριακή περιοχή μετασχηματίζεται σταδιακά από μια γεωργική/ βιομηχανική οικονομία σε μια οικονομία βιομηχανίας/ υπηρεσιών, αυτή η μετατροπή ήταν μάλλον αργή. Σε σύγκριση με την Ευρώπη των 28 (ΕΕ28), η οικονομία παραμένει σημαντικά πιο γεωργική, λιγότερο βιομηχανική και εξαρτώμενη περισσότερο από τις υπηρεσίες. Ωστόσο, αυτό δεν είναι καθόλου ομοιογενές. Η ελληνική διασυνοριακή περιοχή είναι σημαντικά λιγότερο γεωργική και βιομηχανική από το αντίστοιχο τμήμα της Βουλγαρίας, και περισσότερο προσανατολισμένη στις υπηρεσίες. Αυτή η ετερογένεια είναι ακόμη πιο έντονη σε επίπεδο επαρχιών. Μπορούμε να διακρίνουμε 2 τύπους περιοχών στο τμήμα της Βουλγαρίας και 3 τύπους περιοχών στο τμήμα της Ελλάδας:

Μπλαγκόεβγκραντ / Χάσκοβο: κυριαρχεί η βιομηχανία και το εμπόριο

Σμόλιαν / Καρντάλι: κυριαρχεί η βιομηχανία και η γεωργία

Έβρος / Δράμα / Θεσσαλονίκη: κυριαρχεί η δημόσια διοίκηση και η βιομηχανία

Ξάνθη / Ροδόπη: κυριαρχεί η δημόσια διοίκηση και η γεωργία,

Καβάλα / Σέρρες: κυριαρχεί η βιομηχανία και η δημόσια διοίκηση

Περισσότερο από το ήμισυ της Ακαθάριστης Προστιθέμενης Αξίας (ΑΠΑ) που παράγεται στη διασυνοριακή περιοχή (59%) παράγεται στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Όλες οι άλλες περιοχές παρουσιάζουν χαμηλά ποσοστά. Ιδιαίτερα χαμηλά ποσοστά παρατηρούνται στις βουλγαρικές περιοχές Χάσκοβο, Σμόλιαν και Καρδάλια (1-2%).

Ορισμένες από τις αξιοσημείωτες διαπεριφερειακές διαρθρωτικές εξελίξεις που πραγματοποιήθηκαν πρόσφατα περιλαμβάνουν:

Σταδιακή μετατροπή μεταξύ των δύο μερών όσον αφορά το μέρος της ΑΠΑ που αποδίδεται στον πρωτογενή τομέα. Παρόλα αυτά, παραμένει μεγάλη διαφορά μεταξύ των δύο πλευρών, με τη βουλγάρικη περιοχή να είναι πιο έντονα γεωργική από την ελληνική διασυνοριακή περιοχή και ακόμη πιο έντονα γεωργική από τα αντίστοιχα εθνικά ποσοστά της Βουλγαρίας.

Σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο μερών του δευτερογενούς τομέα, που οφείλεται κυρίως στις σημαντικές απώλειες βιομηχανικής δραστηριότητας που σημειώθηκαν στο ελληνικό τμήμα μετά το 2006 (κυρίως λόγω μετεγκαταστάσεων βιομηχανιών έντασης εργασίας στις φθηνότερες γειτονικές χώρες).

Η συνολική παραγωγικότητα της εργασίας στη διασυνοριακή περιοχή είναι σημαντικά χαμηλότερη από την Ευρώπη των 28 (περίπου 1/5) και παρουσιάζει μεγάλες διαφορές μεταξύ της ελληνικής (32.800,00€/ εργαζόμενο) και της βουλγάρικης (5.800,00€/ εργαζόμενο) πλευράς. Η παραγωγικότητα της διασυνοριακής περιοχής είναι επίσης χαμηλότερη από τους αντίστοιχους εθνικούς μέσους όρους και για τα δύο μέρη:

Για το τμήμα της Βουλγαρίας: κυμαίνεται από 60% έως 78% του εθνικού μέσου όρου, και

για το ελληνικό μέρος: κυμαίνεται από 60% έως 84% του εθνικού μέσου

Ο τουρισμός και ιδιαίτερα ο οικολογικός τουρισμός, εδώ και πολλά χρόνια έχει αναδειχθεί ως "αναπτυξιακή βιομηχανία" της διασυνοριακής περιοχής, καθώς περιλαμβάνει ένα σημαντικό αριθμό παρθένων περιοχών υψηλής οικολογικής αξίας. Παρ'όλα αυτά, έχει έναν σχετικά μικρό αριθμό καταλυμάτων σε σύγκριση με τον πληθυσμό της (43 εγκαταστάσεις/ 100.000 κάτοικοι, όταν ο μέσος όρος της ΕΕ28 είναι 111), τα οποία κατανέμονται άνισα. Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις καταλυμάτων και κλινών βρίσκονται στις επαρχίες Καβάλας, Θεσσαλονίκης και Σμόλιαν.

#### *Καινοτομία*

Τόσο η Ελλάδα όσο και η Βουλγαρία έχουν σκιαγραφήσει εθνικές ή περιφερειακές στρατηγικές καινοτομίας στο πλαίσιο της "έξυπνης εξειδίκευσης".

Ωστόσο, η Βουλγαρία καθυστερεί πολύ περισσότερο από τις άλλες χώρες της ΕΕ και αναφέρεται ως «μέτρια καινοτόμος» στον πίνακα αποτελεσμάτων καινοτομίας της

Ένωσης για το 2014, ενώ η Ελλάδα, αν και σε μια κάπως καλύτερη θέση, πέφτει κάτω από τον μέσο όρο της ΕΕ και παρατίθεται ως "μέτρια καινοτομία".

Ωστόσο, η διασυνοριακή περιοχή διαθέτει σημαντικές ερευνητικές εγκαταστάσεις που επί του παρόντος δεν συνεργάζονται μεταξύ τους ή με την επιχειρηματική κοινότητα. Διαθέτει επίσης παρόμοια παραγωγικά συστήματα, παρουσιάζοντας έτσι σημαντικές ευκαιρίες για τη σύζευξη πρωτοβουλιών επιχειρηματικότητας με την καινοτομία. Η κρίσιμη μάζα ερευνητικών κέντρων και άλλων ακαδημαϊκών ιδρυμάτων βρίσκεται στη Θεσσαλονίκη με τους ακόλουθους τομείς αριστείας: βιοτεχνολογία, προηγμένα συστήματα παραγωγής για χημικές διεργασίες, ενεργειακές και περιβαλλοντικές τεχνολογίες, επεξεργασία πληροφοριών, εικονική πραγματικότητα, υπηρεσίες ασφαλείας, κ.λπ. Οι δράσεις έρευνας και καινοτομίας στη Μακεδονία και στη Θράκη συγκεντρώνονται στον δημόσιο τομέα και ιδιαίτερα στο Πανεπιστήμιο Θράκης (με το μοναδικό Τμήμα Γενετικής) και σε μικρότερο βαθμό στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΤΕΙ) της Καβάλας.

Στο βουλγαρικό τμήμα, η σημαντικότερη ερευνητική υποδομή βρίσκεται εκτός της διασυνοριακής περιοχής (κυρίως στη Σόφια και το Πλόβνιτς) και μόνο το Μπλαγκόεβγκραντ φαίνεται να έχει σημαντικές ερευνητικές δομές. Το Νοτιοδυτικό Πανεπιστήμιο "Neofit Rilski" - με εννέα σχολές προσφέρει προγράμματα διδακτορικών διατριβών σε πολλούς τομείς της φιλελεύθερης τέχνης (Εκπαίδευση και Παιδαγωγική, Λογοτεχνία και Γλωσσολογία, Ιστορία και Αρχαιολογία, Κοινωνικές Επιστήμες, ειδικότητες χορογραφίας και κινηματογράφου). Ιδιαίτερη σημασία για τη διασυνοριακή περιοχή είναι τα προγράμματα στα Οικονομικά (με εξειδίκευση στον Τουρισμό), Γεωγραφία και Περιβαλλοντικές Επιστήμες και τεχνολογίες πληροφορικής. Επίσης, στο Σμόλιαν υπάρχουν παραρτήματα του Πανεπιστημίου «Paisii Hilendarski» του Plovdiv με το Τεχνικό Κολέγιο του και το Ελεύθερο Πανεπιστήμιο της Βάρνας «Τσερνοτέσετς Χράμπαρ».

### *Κλιματική αλλαγή*

Σύμφωνα με το πρόγραμμα ESPON-CLIMATE, η περιοχή του προγράμματος είναι σημαντικά πιο ευάλωτη στην αλλαγή του κλίματος, τόσο σε σύγκριση με την ΕΕ 28 όσο και με τα εθνικά επίπεδα της Ελλάδας και της Βουλγαρίας. Οι πιο ευάλωτες είναι η Θεσσαλονίκη, οι Σέρρες, το Κάρντζαλι και το Χάσκοβο.



Οι κλιματικές αλλαγές θα έχουν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στη διασυνοριακή περιοχή. Εκτιμάται ότι θα επηρεάσει την πλειοψηφία των αστικών κέντρων, αυξάνοντας τον αριθμό των ημερών θερμικού κύματος σε πάνω από 50 κατά την περίοδο 2071-2100. Οι φυσικοί κίνδυνοι στην περιοχή περιλαμβάνουν περιοχές κινδύνου πλημμύρας (κυρίως κοντά στους ποταμούς Νέστος και Έβρος), περιοχές κινδύνου πυρκαγιάς (κυρίως στις οροσειρές) και περιοχές κινδύνου διάβρωσης (ειδικά στις ακτές). Οι πλημμύρες και οι πυρκαγιές μπορούν να διαδοθούν γρήγορα διασυνοριακά και για τον λόγο αυτό η αποτελεσματική διαχείριση τους είναι διασυνοριακής σημασίας. Τέλος, οι περιοχές με τον υψηλότερο κίνδυνο κατολισθήσεων βρίσκονται στη λεκάνη του Ανατολικού Έβρου και στην περιοχή ανάπτυξης άνθρακα στη νοτιοδυτική περιοχή. Η μεγαλύτερη μελετημένη κατολισθήση βρίσκεται στην περιοχή Σμόλιαν στην τοποθεσία "Λίμνες του Σμόλιαν".

Επιπλέον, η συνδυασμένη προσαρμοστική ικανότητα της διασυνοριακής περιοχής στην κλιματική αλλαγή είναι παρόμοια με τα εθνικά επίπεδα και τα χαμηλότερα στην Ευρώπη. Από την ελληνική πλευρά, η περιοχή της Θεσσαλονίκης και από τη βουλγαρική πλευρά η περιοχή του Blagoevgrad παρουσιάζουν μάλλον υψηλή προσαρμοστική ικανότητα σε σχέση με τις εθνικές τιμές, αλλά εξακολουθούν να είναι χαμηλότερες από τον μέσο όρο της ΕΕ28.

### *Περιβάλλον*

Η διασυνοριακή περιοχή χαρακτηρίζεται από πολλούς και σημαντικούς φυσικούς πόρους, συμπεριλαμβανομένου ενός μεγάλου αριθμού προστατευόμενων φυσικών περιοχών (86 περιοχές Natura 2000, 5 υγρά τοποί Ramsar κ.λπ.), πολλές από τις οποίες είναι παρθένες. Το τοπίο της διασυνοριακής περιοχής αποτελείται από πυκνά δασωμένα βουνά, στενά ποταμών, κοιλάδες, πεδιάδες, λίμνες, παράκτιους υγροτόπους, παράλιες και δέλτα ποταμών. Η περιοχή περιλαμβάνει τις οροσειρές Ρίλα, Πιρίν και Ροδόπη, με εξαιρετικά δάση, τα διασυνοριακά ποτάμια Στρυμόνα, Νέστο, Αρδά και Έβρο και περισσότερα από 400 χιλιόμετρα ακτογραμμής. Αυτοί οι σημαντικοί φυσικοί πόροι δεν έχουν αξιοποιηθεί επαρκώς για αναπτυξιακούς σκοπούς στο παρελθόν.

Όσον αφορά την κατάσταση του περιβάλλοντος, η βιομηχανία είναι από τους σημαντικότερους παράγοντες ρύπανσης και στα δύο μέρη των συνόρων και τα κύρια σημεία ρύπανσης συγκεντρώνονται στη νοτιοδυτική Βουλγαρία και κοντά στην αστική περιοχή της Καβάλας. Και οι δύο διασυνοριακοί ποταμοί - Νέστος και Έβρος - μολύνονται με αστικά και βιομηχανικά απόβλητα. Τα κύρια προβλήματα στη διαχείριση των αστικών λυμάτων οφείλονται στην έλλειψη υποδομής επεξεργασίας λυμάτων σε οικισμούς μεταξύ 2.000 - 10.000 κατοίκων. Το πρόβλημα είναι πιο έντονο στο βουλγαρικό τμήμα της διασυνοριακής περιοχής. Στη Βουλγαρία, μόνο το 46% του

πληθυσμού καλύπτεται από συστήματα επεξεργασίας λυμάτων και το μεγαλύτερο μέρος της ικανότητας επεξεργασίας (71%) βρίσκεται στις λεκάνες απορροής του Δούναβη και του Εύξεινου Πόντου (που βρίσκονται εκτός της διασυνοριακής περιοχής). Στο ελληνικό τμήμα το 88% του πληθυσμού καλύπτεται από συστήματα επεξεργασίας λυμάτων.

### Προσβασιμότητα

Από την ελληνική πλευρά η περιοχή διαθέτει σημαντικές υποδομές μεταφορών και εξυπηρετείται από τρεις λιμένες εθνικής / διεθνούς σημασίας (το λιμάνι της Θεσσαλονίκης, το λιμάνι της Καβάλας και το λιμάνι της Αλεξανδρούπολης) και τρία κύρια αεροδρόμια (το Διεθνές Αεροδρόμιο "Μακεδονία" στη Θεσσαλονίκη, το αεροδρόμιο "Μεγάλος Αλέξανδρος" στην Καβάλα και το αεροδρόμιο "Δημόκριτος" στην Αλεξανδρούπολη).

Η σημαντικότερη υποδομή μεταφορών είναι το οδικό δίκτυο και η συνολική συνδεσιμότητα βελτιώθηκε σημαντικά στο παρελθόν:

- με την κατασκευή του αυτοκινητοδρόμου Εγνατία και πολλούς κατακόρυφους άξονες που συνδέουν την Ελλάδα με τη Βουλγαρία και
- με την κατασκευή μεγάλων τμημάτων αυτοκινητοδρόμων Α3 και Α4 στη Βουλγαρία

Ωστόσο, οι δρόμοι χαμηλότερου επιπέδου βρίσκονται σε διάφορα στάδια καταστροφής (ιδίως στο βουλγαρικό τμήμα), καθιστώντας τις διασυνδέσεις δύσκολες και μειώνοντας την κινητικότητα, ιδίως στις οροσειρές. Ταυτόχρονα, αρκετοί κάθετοι άξονες της Εγνατίας όπως συμφωνήθηκαν στη Διακρατική Συμφωνία μεταξύ Ελλάδας και Βουλγαρίας το 1998, λείπουν ή βρίσκονται υπό κατασκευή (όπως η σύνδεση ΙΙ-86 με το ελληνικό σύστημα μεταφορών) και οι αυτοκινητόδρομοι στο βουλγαρικό τμήμα είναι ελλιπείς.

Η περιοχή διαθέτει ανεπαρκή σιδηροδρομική και πολυτροπική υποδομή, παρά την ύπαρξη σημαντικών λιμένων και αερολιμένων. Τόσο η Ελλάδα όσο και η Βουλγαρία επένδυσαν πρόσφατα στο σιδηροδρομικό δίκτυο της διασυνοριακής περιοχής αλλά απαιτούνται σημαντικές επενδύσεις που δεν εμπίπτουν στις οικονομικές δυνατότητες του προγράμματος «Ελλάδα - Βουλγαρία». Αυτή η έντονη εξάρτηση από τις οδικές μεταφορές αυξάνει επίσης σημαντικά το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των μεταφορικών δραστηριοτήτων στην περιοχή, ιδίως στα σημεία διέλευσης των συνόρων (π.χ. μεγάλες γραμμές φορτηγών) και ειδικά κατά τη διάρκεια της τουριστικής περιόδου. Τέλος, η περιοχή δεν διαθέτει προσβάσιμες δημόσιες συγκοινωνίες για άτομα με αναπηρία και υπηρεσίες δημόσιων διασυνοριακών συγκοινωνιών.

### *Αγορά εργασίας, φτώχεια και κοινωνική ένταξη*

Ενώ το 2007 τα ποσοστά ανεργίας για τις περιφέρειες της διασυνοριακής περιοχής ήταν κατά μέσο όρο κοντά ή κάτω από τις εθνικές τιμές και κάτω από το μέσο όρο της ΕΕ27, η ανεργία άρχισε να αυξάνεται ραγδαία - ειδικά στην Ελλάδα - αμέσως μετά την οικονομική κρίση το 2008, φθάνοντας σε επίπεδα ρεκόρ το 2013. Οι βουλγαρικές επαρχίες κατάφεραν να διατηρήσουν τα ποσοστά ανεργίας κοντά ή χαμηλότερα από τον μέσο όρο της ΕΕ27. Επί του παρόντος, οι μεγάλες ανισότητες μεταξύ των περιφερειών της διασυνοριακής περιοχής δεν έχουν διαλυθεί. Τα τελευταία στοιχεία παρουσιάζουν τα ακόλουθα υψηλά ποσοστά ανεργίας (2013): Ξάνθη 37,5%, Δράμα 36,8%, Θεσσαλονίκη 32,1%, Σέρρες 22,9%, Καβάλα 22,8%, Έβρος 22%, Σμόλιαν 20, 3% και Ροδόπη 16,8%.

Επιπλέον, τα ποσοστά μακροχρόνιας ανεργίας αυξήθηκαν έντονα - ειδικά για τις ελληνικές περιφέρειες - μετά το 2009, γεγονός που υποδηλώνει κίνδυνο μεγάλης διαρθρωτικής ανεργίας που με τη σειρά της συνεπάγεται την ύπαρξη αναποτελεσματικών αγορών εργασίας και αναντιστοιχία μεταξύ της ζήτησης στην αγορά εργασίας και των διαθέσιμων δεξιοτήτων και τοποθεσιών των εργαζομένων που αναζητούν εργασία. Σύμφωνα με το σχέδιο ESPON DEMIFER, η διασυνοριακή περιοχή εμφανίζει σημαντικά υψηλότερες τιμές των μακροχρόνια ανέργων σε σύγκριση με την ΕΕ28. Τα ποσοστά ανεργίας των νέων εμφανίζουν παρόμοιες τάσεις και οφείλονται στην άσχημη οικονομική ανάπτυξη, στην άκαμπτη αγορά εργασίας και στην αναντιστοιχία μεταξύ δυνητικών δεξιοτήτων των εργαζομένων και των αναγκών των εργοδοτών στην Ελλάδα και τη Βουλγαρία.

Επιπλέον, η διασυνοριακή περιοχή παρουσιάζει σημαντικά υψηλότερα ποσοστά πληθυσμού που βρίσκεται σε κίνδυνο φτώχειας ή κοινωνικού αποκλεισμού (3-4 φορές υψηλότερα) από την ΕΕ28. Ο κύριος λόγος για τη μεγάλη απόκλιση είναι τα σχετικά υψηλότερα ποσοστά μακροχρόνιας ανεργίας και το υψηλότερο ποσοστό των ατόμων που ζουν σε περιοχές με χαμηλή ένταση εργασίας και χαμηλά επίπεδα εισοδήματος. Όσον αφορά το τελευταίο, το μερίδιο των ατόμων που ζουν σε περιοχές με χαμηλή ένταση εργασίας αυξάνεται από το 2010 και στα βουλγαρικά και στα ελληνικά εδάφη.

Ο μεγάλος αριθμός ατόμων που βιώνουν φτώχεια και κοινωνικό αποκλεισμό στη διασυνοριακή περιοχή οφείλεται επίσης στην παρουσία διαφόρων ευάλωτων ομάδων όπως οι μειονότητες, οι εσωτερικοί μετανάστες, οι αιτούντες άσυλο και οι αλλοδαποί που τυγχάνουν επικουρικής προστασίας. Ο υψηλότερος κίνδυνος φτώχειας και κοινωνικού αποκλεισμού μεταξύ αυτών των ομάδων συνδέεται κυρίως με τη μακροχρόνια ανεργία και την οικονομική αεργία.



Η αυξανόμενη επίπτωση της φτώχειας έχει πολλές κοινωνικές συνέπειες, μία από τις οποίες είναι οι επιδεινούμενες συνθήκες δημόσιας υγείας. Παρόλο που η διασυνοριακή περιοχή απολαμβάνει τη διαθεσιμότητα βασικών πόρων υγειονομικής περίθαλψης (π.χ. νοσοκομεία και γιατρούς) σε επίπεδα κοντά ή ακόμα καλύτερα σε αρκετές περιπτώσεις από τον μέσο όρο της ΕΕ28, το μέσο προσδόκιμο ζωής είναι χαμηλότερο από τα επίπεδα της ΕΕ28 και οι επιδημιολογικοί δείκτες παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά. Συνολικά, οι ελληνικές περιφέρειες παρουσίασαν στο παρελθόν υψηλότερο προσδόκιμο επιβίωσης από ό, τι οι βουλγαρικές περιοχές, αλλά από τη στιγμή που η φτώχεια αναγκάζει περισσότερους ανθρώπους να προσφεύγουν σε νοσοκομειακή περίθαλψη (πάνω από 20% αύξηση έχει τεκμηριωθεί στην Ελλάδα μετά το 2010), φαίνεται ότι στις ελληνικές περιφέρειες πιθανότατα θα επιδεινωθούν οι συνθήκες υγειονομικής περίθαλψης στο εγγύς μέλλον, μειώνοντας έτσι τα συνολικά επίπεδα δημόσιας υγείας στη διασυνοριακή περιοχή.

#### Διάρθρωση Προγράμματος

Το πρόγραμμα «Ελλάδα - Βουλγαρία 2014-2020» έχει σχεδιαστεί για να αντιμετωπίσει τις κύριες προκλήσεις που εντοπίζονται στη διασυνοριακή περιοχή όπου η συνεργασία είναι είτε αναγκαία είτε αναμένεται να παράγει σημαντική προστιθέμενη αξία είτε κεφαλαιοποιώντας προηγούμενα αποτελέσματα είτε με το είναι συμπληρωματικό ως προς το πρόγραμμα "έξυπνης εξειδίκευσης" είτε αξιοποιώντας τις υφιστάμενες θεσμικές ικανότητες ή / και την εκφρασμένη ζήτηση. Συμβάλλει στη στρατηγική Ε2020 ως εξής:

Όσον αφορά τον στόχο "έξυπνης ανάπτυξης":

Ενισχύει τον επιχειρηματικό ιστό της διασυνοριακής περιοχής και ιδίως προωθεί τη βελτίωση της παραγωγικότητας, τον εξαγωγικό προσανατολισμό και την εισαγωγή νέων προϊόντων με ιδιαίτερη έμφαση στους τομείς που προσδιορίζονται από τις στρατηγικές "έξυπνης εξειδίκευσης"

- ✓ προωθεί την καινοτομία σε όλα τα επίπεδα,
- ✓ προωθεί την αποτελεσματικότητα των πόρων,
- ✓ αξιοποιεί τα συγκριτικά πλεονεκτήματα που προσφέρουν τους πλούσιους φυσικούς και πολιτιστικούς πόρους για την προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης (τουρισμός), και
- ✓ υποστηρίζει την ολοκλήρωση και την αποτελεσματική χρήση των συστημάτων μεταφοράς στη διασυνοριακή περιοχή

Όσον αφορά τον στόχο της "βιώσιμης ανάπτυξης":

- ✓ Αυξάνει την ικανότητα προσαρμογής της διασυνοριακής περιοχής στην αλλαγή του κλίματος,
- ✓ μειώνει τους φυσικούς και ανθρωπογενείς κινδύνους και ενισχύει την ικανότητα ανταπόκρισης των τοπικών φορέων,
- ✓ διατηρεί την πολιτιστική και φυσική κληρονομιά,
- ✓ προστατεύει και αποκαθιστά την βιοποικιλότητα και την υγεία των οικοσυστημάτων, και
- ✓ μειώνει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των μεταφορικών δραστηριοτήτων στη διασυνοριακή περιοχή

Όσον αφορά τον στόχο "ανάπτυξη χωρίς αποκλεισμούς":

- ✓ ενισχύει τη συνδεσιμότητα και τη κινητικότητα της διασυνοριακής περιοχής
- ✓ προωθεί την «πρόσβαση για όλους» στην υγειονομική περίθαλψη,
- ✓ στηρίζει την απασχολησιμότητα, ιδίως για τις πιο ευάλωτες ομάδες, και
- ✓ ενισχύει την ανάπτυξη της κοινωνικής επιχειρηματικότητας.

Οι ως άνω στόχοι διαρθρώνονται στους ακόλουθους άξονες προτεραιότητας, θεματικούς στόχους, επενδυτικές προτεραιότητες και ειδικούς στόχους:

ΑΞΟΝΑΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ
<b>1 - Ανταγωνιστική και Καινοτόμος Διασυνοριακή Περιοχή</b>	3 - Ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας των ΜΜΕ, του αγροτικού τομέα κτλ	3a - Προώθηση της επιχειρηματικότητας με τη διευκόλυνση της οικονομικής εκμετάλλευσης των νέων ιδεών και την ενίσχυση της δημιουργίας νέων επιχειρήσεων, ιδίως μέσω «εκκολαπτόμενων» επιχειρήσεων	1 - Βελτίωση των συστημάτων υποστήριξης των ΜΜΕ για την επιχειρηματικότητα
		3d - Υποστήριξη των ΜΜΕ για ανάπτυξη σε περιφερειακές, εθνικές και διεθνείς αγορές και συμμετοχή τους σε καινοτόμες διαδικασίες	2 - Βελτίωση της ικανότητας των ΜΜΕ να επεκταθούν πέρα από τις τοπικές αγορές
<b>2 - Βιώσιμη Διασυνοριακή Περιοχή</b>	5 - Προσαρμογή στις κλιματικές αλλαγές και διαχείριση κινδύνων	5b - Προώθηση Επενδύσεων για την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών	3 - Βελτίωση της διασυνοριακής συνεργασίας στα σχέδια διαχείρισης κινδύνου πλημμυρών σε επίπεδο ποταμού
		6c - Διατήρηση, προστασία και προώθηση της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς	4 - Αξιοποίηση της φυσικής και πολιτιστικής κληρονομιάς της διασυνοριακής περιοχής στο πλαίσιο του τουρισμού
	6 - Διατήρηση και προστασία του περιβάλλοντος και προώθηση της αποτελεσματικής χρήσης πόρων	6d - Προστασία και αποκατάσταση της βιοποικιλότητας και του εδάφους, και προώθηση των οικοσυστημάτων	5 - Ενίσχυση της αποτελεσματικότητας των δράσεων προστασίας της βιοποικιλότητας
		6f - Προώθηση καινοτόμων τεχνολογιών για τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος και αποδοτικότητας των πόρων στον τομέα των αποβλήτων, στον τομέα του νερού και του εδάφους και για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης	6 - Ενίσχυση της διαχείρισης υδάτων
<b>3 - Διασύνδεση διασυνοριακής περιοχής</b>	7 - Προώθηση των βιώσιμων μεταφορών και απομάκρυνση εμποδίων στις κύριες υποδομές σύνδεσης	7b - Ενίσχυση της περιφερειακής κινητικότητας συνδέοντας δευτερεύοντες και τριτεύοντες κόμβους του TEN-T	7 - Βελτίωση της προσβασιμότητας στη διασυνοριακή περιοχή
<b>4 - Μια διασυνοριακή περιοχή χωρίς κοινωνικούς αποκλεισμούς</b>	9 - Προώθηση της κοινωνικής συνοχής, καταπολέμηση της φτώχειας και των διακρίσεων	9a - Επένδυση στην υγεία και στις κοινωνικές υποδομές που συνεισφέρουν στην εθνική, περιφερειακή και τοπική ανάπτυξη, μειώνουν τις ανισότητες σε θέματα υγείας, προωθούν την κοινωνική συνοχή μέσω βελτιωμένης πρόσβασης σε κοινωνικές υπηρεσίες	8 - Βελτίωση της πρόσβασης στην πρωτοβάθμια υγεία και στα επείγοντα (σε απομονωμένες και υποβαθμισμένες κοινότητες) στη διασυνοριακή περιοχή
		9c - Παροχή υποστήριξης για τις κοινωνικές επιχειρήσεις	9 - Ανάπτυξη της κοινωνικής επιχειρηματικότητας στη διασυνοριακή περιοχή

## Το έργο «LYSIS»

### Υπόβαθρο του έργου

Η διασυνοριακή περιοχή Ελλάδας – Βουλγαρίας χαρακτηρίζεται από πολλούς σημαντικούς υδάτινους πόρους, που βρίσκονται σε περιοχές με παρόμοια χαρακτηριστικά, αλλά βρίσκονται κάτω από διαφορετική διαχείριση. Περιοχές κοντά σε μεγάλα υδάτινα σώματα αντιμετωπίζουν συνήθως προβλήματα στη διαχείριση των πλεοναζόντων υδάτων όπως συμβαίνει στην περίπτωση της Δράμας, ενώ άλλοι δήμοι, όπως του Παύλου Μελά και του Blagoevgrad, αντιμετωπίζουν πρόβλημα στην αποθήκευση νερού.

Η ανάγκη για αποδοτική διαχείριση των υδάτινων πηγών είναι κοινή σε όλη τη διασυνοριακή περιοχή, και γι' αυτό μπορούν να βρεθούν λύσεις με την συμμετοχή όλων των μερών. Το έργο «LYSIS» προτείνει μία προσαρμοσμένη προσέγγιση για τις κοινωνικό-κλιματικές αλλαγές με τη χρήση καινοτόμων τεχνικών και τεχνολογιών με στόχο τη βιώσιμη διαχείριση των αστικών υδάτων.

Παρόλο που μεγάλο εύρος των Ευρωπαϊκών οδηγιών και της εθνικής νομοθεσίας αναφέρονται στη διαχείριση και τον έλεγχο υδάτινων πόρων, οι υφιστάμενες μεθοδολογίες και τα τεχνικά και λειτουργικά πρότυπα υλοποίησης ελλείπουν στο επίπεδο των Δήμων. Η ανάπτυξη αυτών των μεθοδολογιών και προτύπων παρουσιάζουν μία κοινή πρόκληση τόσο για την Ελλάδα όσο και για τη Βουλγαρία στην προσπάθειά τους να προωθήσουν τη βιώσιμη δημοτική διαχείριση των υδάτων και να μειώσουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των αστικών χώρων πράσινου. Συγκεκριμένα, το παρόν έργο προτείνει στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων πλεοναζόντων υδάτων ή/και αποθήκευσής του.

Οι διασυνοριακοί υδάτινοι πόροι που βρίσκονται στην επιφάνεια (ποτάμια και λίμνες) αλλά και οι υπόγειοι υδροφορείς (groundwater aquifers) είναι πολύ σημαντικές πηγές νερού για διάφορες χρήσεις σε διεθνές και τοπικό επίπεδο, και αποτελούν σημαντικό μέρος του πολύτιμου διαθέσιμου νερού στη γη. Η Ελλάδα και η Βουλγαρία διασχίζονται από τρία πολύ σημαντικά διασυνοριακά ποτάμια, το Στρυμόνα, τον Νέστο και τον Έβρο. Ωστόσο, μέχρι πρόσφατα δεν είχε σχεδιαστεί κανένα αποτελεσματικό πλάνο σχετικά με την Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδάτων τους. Από τότε που η διαχείριση υδάτων είναι κομμάτι της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Υδάτων, γίνεται σαφής η αναγκαιότητα για διασυνοριακή συνεργασία.

Η υλοποίηση του έργου θα συμβάλει στην ολοκληρωμένη μελέτη για την αξιοποίηση των υδάτων στις δύο χώρες, σύμφωνα με την ευρωπαϊκή οδηγία ΕΕ 60/2000. Επιπλέον, η ποιότητα των αποτελεσμάτων, ειδικά εκείνων που σχετίζονται με την εφαρμογή έξυπνων αρδευτικών συστημάτων, θα ερμηνευθούν καλύτερα αφού οι δήμοι Παύλου Μελά και Blagoevgrad είναι χαρακτηριστικοί του εύρους θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων του Μεσογειακού κλίματος.

Τέλος, η ζωτική σημασία της συνεργασίας των δύο χωρών υποδεικνύεται από το γεγονός ότι η αποκτηθείσα εμπειρία των Ελλήνων εταίρων στα έξυπνα αρδευτικά συστήματα θα μεταφερθεί στη Βουλγαρία μέσω του εταίρου συμμετοχής σε πιθανούς πληθυσμούς στόχους και ενδιαφερόμενα μέρη της διασυνοριακής περιοχής.

Η χρονική καθυστέρηση εξαιτίας της ανάπτυξης υποδομών στο Δήμο του Blagoevgrad θα αποκατασταθεί έτσι ώστε ο αλγόριθμος και το λογισμικό άρδευσης να μην αναπτυχθούν, αλλά μόνο να παραμετροποιηθούν σύμφωνα με τις ανάγκες του δήμου. Η υλοποίηση του έργου θα συνεισφέρει στην ενδυνάμωση του επιχειρηματικού ιστού στη διασυνοριακή περιοχή και ειδικότερα προωθώντας την εισαγωγή νέων προϊόντων με ιδιαίτερη έμφαση σε τομείς χαρακτηρισμένους από στρατηγικές «έξυπνης ειδίκευσης», θα προωθήσει καινοτόμες μεθόδους οι οποίες θα συνεισφέρουν στην προσαρμογή προσεγγίσεων όσον αφορά την διαχείριση υδάτων.

Η καινοτομία του έργου έγκειται στο γεγονός ότι θα αναπτύξει μια υποδομή η οποία όχι μόνο θα υλοποιήσει τις πιλοτικές δράσεις αλλά θα συνεχίσει την παρακολούθηση, τη διαβαθμονόμηση, την αποδέσμευση και τη συντήρηση των δεδομένων που επιτυγχάνονται από το τηλεμετρικό δίκτυο. Εν συντομία, οι πιλοτικές δράσεις θα εισάγουν την εφαρμογή καινοτόμων τεχνολογιών όπως συστήματα SCADA, DSS και εργαλεία έξυπνης τηλεμετρίας. Επιπλέον, το έργο καλύπτει ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων που συναντώνται στην περιοχή, έτσι η προστιθέμενη αξία και ο σκοπός του έργου υπερβαίνει τις τοπικές ανάγκες και μπορεί να θεωρηθεί ως παράδειγμα για την πλειονότητα των φορέων και αρχών που είναι υπεύθυνες για τη διαχείριση των αστικών υδάτων.

#### Στόχοι του έργου και Αναμενόμενα αποτελέσματα

Ο κυριότερος στόχος του έργου «LYSIS» είναι να προσαρμόσει τις κοινωνικό-κλιματικές αλλαγές σε μία βιώσιμη διαχείριση αστικών υδάτων σχεδιάζοντας ένα έξυπνο σύστημα που θα αναγνωρίζει και θα διαχειρίζεται τις εναλλαγές συνεχώς. Η διπλή φύση του έργου έγκειται στο γεγονός ότι το έργο «LYSIS» εφαρμόζει δύο προσεγγίσεις προσαρμοσμένες στις ιδιαίτερες ανάγκες κάθε εταίρου: στους Δήμους Παύλου Μελά και Blagoevgrad, το έργο «LYSIS» σκοπεύει να αποθηκεύσει νερό μέσω έξυπνων αρδευτικών συστημάτων, ενώ στο Δήμο Δράμας, σχεδιάζει να εξοικονομήσει το υπερβάλλον νερό κάνοντάς το διαθέσιμο για χρήση.

Το αρδευτικό νερό είναι προτεραιότητα του ευρωπαϊκού προγράμματος SWITCH και η πρώτη προσέγγιση του έργου «LYSIS» εστιάζει στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης αστικών υδάτων μέσω της μείωσής του. Η μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος συνδυάζεται με τις αισθητικές και ψυχαγωγικές υπηρεσίες που προσφέρουν οι αστικοί χώροι πράσινου. Ο στόχος του πρώτου μέρους/προσέγγισης του έργου είναι η κοινή για τις δύο χώρες ανάπτυξη προτύπων και τεχνικών που αφορούν την άρδευση των αστικών χώρων πράσινου. Αυτές οι πρακτικές διαχείρισης είναι σύμφωνες με τις Ευρωπαϊκές Οδηγίες και την εθνική νομοθεσία.

Η δεύτερη προσέγγιση αφορά τη βελτιστοποίηση της διαχείρισης αστικών υδάτινων πόρων σε περιοχές με προβλήματα πλεοναζόντων υδάτων, μέσω μέτρησης ισορροπίας νερού (equilibrium calculation) ανά περιόδους. Ο στόχος του έργου «LYSIS» είναι να μεταχειριστεί την εξεταζόμενη περιοχή σαν ένα κλειστό κύκλωμα και να αναγνωρίσει τις υδάτινες εισροές και εκροές (βροχοπτώσεις, εξατμισοδιαπνοή, υπόγεια ύδατα κτλ). Τα δεδομένα εισάγονται σε ένα εννοιολογικό υδρολογικό μοντέλο για να ληφθούν οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των εφαρμοζόμενων μεταβλητών και να προσδιοριστούν οι ποσότητες περίσσειας ύδατος που είναι διαθέσιμες για χρήση

Τα αναμενόμενα άμεσα αποτελέσματα του έργου φαίνονται παρακάτω:

- Βιώσιμη διαχείριση αστικών υδάτων και διατήρηση των υδάτινων πόρων μέσω της χρήσης Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ)
- Μείωση του λειτουργικού και του διοικητικού κόστους των αρδευτικών συστημάτων των αστικών περιοχών
- Έγκαιρη διάγνωση και/ή πρόληψη πιθανών ατυχημάτων, χάρη στην άρδευση με αποθέματα νερού, και αυξημένη αίσθηση ασφάλεια των κατοίκων
- Προώθηση της σημασίας της δυναμικής παρακολούθησης και της συνεισφοράς της στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης των υδάτινων πόρων
- Διάχυση της τεχνογνωσίας διατήρησης υδάτων στο ευρύ κοινό και προσωπικό της τοπικής διοίκησης
- Ανάπτυξη της απαραίτητης ωριμότητας για μελλοντική χρηματοδότηση έργων υποδομής
- Ανταλλαγή τεχνογνωσίας ανάμεσα στους εταίρους του έργου
- Αύξηση της ευαισθητοποίησης των τοπικών κατοίκων, των νέων και των σχετικών με διατήρηση των υδάτων αρχών
- Βελτίωση υποδομών
- Δημιουργία νέων δρόμων για επενδύσεις σε νέες έξυπνες τεχνολογίες (Μικρο-μεσαίες επιχειρήσεις, ερευνητικά ινστιτούτα, ιδιώτες επενδυτές)
- Αύξηση της βιοποικιλότητας
- Βελτίωση της ποιότητας ζωής των κατοίκων
- Αύξηση της ικανότητας των αρχών στη διαχείριση υδάτινων πόρων
- Προστασία των φυσικών πόρων
- Οικονομικά οφέλη για τις τοπικές αρχές

### Εταίροι του έργου «LYSIS»

Στην υλοποίηση του έργου «LYSIS» οι εταίροι συνδυάζουν ερευνητικές και λειτουργικές ικανότητες οι οποίες είναι απαραίτητες για τη σωστή υλοποίηση του έργου. Συγκεκριμένα συμμετέχουν τρεις δήμοι, ένα ακαδημαϊκό ίδρυμα και ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός.

Αναλυτικά το εταιρικό σχήμα αποτελείται από τους εξής:

1. Δήμος Δράμας (Επικεφαλής Εταίρος-LB)
2. Δήμος Παύλου Μελά (Εταίρος 2-PB2)
3. ΑΠΘ – Ειδικό τμήμα Ερευνητικών Χρηματοδοτήσεων - Τμήμα Χημικού (Εταίρος 3-PB3)
4. Δήμος Blagoevgrad (Εταίρος 4-PB4)
5. Active Youths (Εταίρος 5-PB5)

## Εισαγωγή

Το παρόν τεύχος αποτελεί παραδοτέο του έργου “Joined actions for the development and implementation of new technologies for the optimal management of water resources in the urban environment” (Συλλογικές δράσεις για την ανάπτυξη και εφαρμογή νέων τεχνολογιών για τη βέλτιστη διαχείριση υδάτινων πόρων σε αστικό περιβάλλον) με ακρωνύμιο “LYSIS” και συγκεκριμένα της δράσης 4.1.1 “Evaluation and efficiency assessment report for utilization of excess water in the Municipality of Drama” (Έκθεση αξιολόγησης και εκτίμηση της απόδοσης των πιλοτικών δράσεων με γνώμονα τη βέλτιστη χρήση της περίσσειας νερού στο Δήμο Δράμας). Συγκεκριμένα, το παραδοτέο αυτό υλοποιείται στο πλαίσιο της από 24.12.2018 σύμβασης μεταξύ του Δήμου Δράμας και της εταιρείας EUROACTION.

Το παραδοτέο χωρίζεται στις εξής ενότητες:

- 1) Υφιστάμενο νομικό πλαίσιο διαχείρισης υδατικών πόρων
- 2) Καταγραφή υφιστάμενου συστήματος άρδευσης
- 3) Περιγραφή λειτουργικών χαρακτηριστικών των πιλοτικών συστημάτων διαχείρισης αστικού νερού
- 4) Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας σχεδιασμού των πιλοτικών εφαρμογών
- 5) Αρχές ελέγχου ορθής λειτουργίας, συντήρησης και διαχείρισης συστήματος και λειτουργική αξιολόγηση των πιλοτικών συστημάτων
- 6) Αξιολόγηση και ανάλυση των αποτελεσμάτων
- 7) Ανάλυση κόστους-οφέλους των εφαρμογών
- 8) Προτάσεις βελτιστοποίησης

Σκοπό του παραδοτέου μέσα από τις παραπάνω ενότητες αποτελεί η αξιολόγηση του «έξυπνου» συστήματος άρδευσης που εφαρμόστηκε στο Δήμο Δράμας, με σκοπό την ορθή διαχείριση των υδάτων. Ειδικότερα, παρουσιάζονται το σύστημα άρδευσης και τα λειτουργικά του χαρακτηριστικά, αλλά παράλληλα το πιλοτικό σύστημα αξιολογείται ως προς τόσο τον σχεδιασμό του, όσο και τα αποτελέσματα που αυτό εισέφερε. Συμπερασματολογικά, θα προταθούν και κάποιοι ακόμα τρόποι που θα μπορούσαν να το βελτιστοποιήσουν.



## 1. Υφιστάμενο νομικό πλαίσιο διαχείρισης υδατικών πόρων

Για την καλύτερη κατανόηση των υποχρεώσεων που απορρέουν από την Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία, αλλά και των περιορισμών που υφίστανται στο πλαίσιο διαχείρισης των υδατινών πόρων στο αστικό περιβάλλον έχει πραγματοποιηθεί η καταγραφή του υφιστάμενου νομικού και κανονιστικού πλαισίου.

Όσον αφορά την Ευρωπαϊκή νομοθεσία θεμελιώθηκε τη δεκαετία του '70 με μια σειρά Οδηγιών, οι οποίες στη συνέχεια αντικαταστάθηκαν με άλλες αναθεωρημένες. Αυτές οι Οδηγίες αφορούν την προστασία των επιφανειακών υδάτων και των υπόγειων υδροφορέων (75/440/ΕΟΚ, 80/68/ΕΟΚ, 91/676/ΕΟΚ, 91/692/ΕΟΚ) με την πρόληψη ρύπανσης, και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος και της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης (76/160/ΕΟΚ, 90/656/ΕΟΚ, 91/692/ΕΟΚ). Η Οδηγία 98/83/ΕΚ καθορίζει τα ποιοτικά πρότυπα του γλυκού νερού και η Οδηγία 91/271/ΕΟΚ προβλέπει την εναρμόνιση των κανόνων για την επεξεργασία των υγρών απόβλητων εντός της Ε.Ε. Αυτή η νομοθετική προσπάθεια έχει καταλήξει με την υιοθέτηση της Οδηγίας-πλασίου για το νερό (2000/60/ΕΚ), η οποία στοχεύει στην ολοκληρωμένη διαχείριση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων σε επίπεδο λεκανών απορροής, στον τακτικό έλεγχο της ποιότητας του νερού και σε μια δίκαιη πολιτική τιμολόγησης, η οποία απεικονίζει το κοινωνικό και περιβαλλοντικό κόστος του νερού.

DIRECTIVE 2000/60/EC - Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000 για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, καθώς και τις σχετικές πράξεις τροποποίησης της εν λόγω Οδηγίας (Αποφάσεις 2455/2001/ΕΚ και 2008/32/ΕΚ)

COM(2001) 264 - Ανακοίνωση της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 15<sup>ης</sup> Μαΐου του 2001 με θέμα την αειφόρο ανάπτυξη της Ευρώπης για έναν καλύτερο κόσμο - Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφόρο ανάπτυξη.

COM(2007) 414 - Ανακοίνωση της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 18ης Ιουλίου του 2007 με θέμα την αντιμετώπιση του προβλήματος της λειψυδρίας και της ξηρασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

COM(2012) 673 - Ανακοίνωση της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 14<sup>ης</sup> Νοεμβρίου του 2012 με θέμα τη δημιουργία προσχέδιου για τη διαφύλαξη των υδατικών πόρων της Ευρώπης.

COM(2013) 216 - Ανακοίνωση της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 16<sup>ης</sup> Απριλίου του 2013 με θέμα τη Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή

Στον ελληνικό χώρο για την προστασία και διαχείριση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων εφαρμόζεται ο Νόμος 3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000». (ΦΕΚ Α' 280/9.12.2003).

Με βάση αυτόν συνίσταται και η Εθνική Επιτροπή Υδάτων, η οποία χαράσσει την πολιτική για την προστασία και διαχείριση των υδάτων, παρακολουθεί και ελέγχει την



εφαρμογή της και εγκρίνει, μετά από εισήγηση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων και γνώμη του Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων τα εθνικά προγράμματα προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας.

Π.Δ. 51/2007 - Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/60/ΕΚ «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000.

Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια (Γ.Π.Σ.) και τα Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτής Πόλης (ΣΧΟΟΑΠ) τα οποία πλέον συντάσσονται με στόχο την βιώσιμη οικιστική ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος.

ΠΕΤΕΠ (Προσωρινές Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές) 10-06-02-01 (05-2006) – Άρδευση φυτών. Σκοπός της παρούσας προδιαγραφής είναι η περιγραφή των απαιτούμενων υλικών και της μεθοδολογίας άρδευσης των φυτών, με τρόπο ώστε τα φυτά να αρδεύονται με την αναγκαία ποσότητα νερού και στη σωστή συχνότητα, με σκοπό την επιβίωση και ανάπτυξή τους.

ΠΕΤΕΠ 10-06-02-02 (05-2006) – Άρδευση χλοοτάπητα - Φυτών εδαφο-κάλυψης - Χλοοτάπητα πρανών. Σκοπός της παρούσας προδιαγραφής είναι η περιγραφή των απαιτούμενων υλικών και της μεθοδολογίας άρδευσης των χλοοταπήτων, φυτών εδαφο-κάλυψης και χλοοτάπητα πρανών, με τρόπο ώστε η άρδευση να παρέχει την αναγκαία ποσότητα νερού και στη σωστή συχνότητα, με σκοπό την επιβίωση και ανάπτυξή τους.

Υ.Α. 182314/1241/2016 - Τροποποίηση του Παραρτήματος ΙΙ του άρθρου 8 της υπ' αριθ. 39626/2208/2009 κοινής υπουργικής απόφασης (Β'2075), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2014/80/ΕΕ «για την τροποποίηση του παραρτήματος ΙΙ της οδηγίας 2006/118/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση» της Ευρωπαϊκής Επιτροπής της 20ης Ιουνίου 2014.

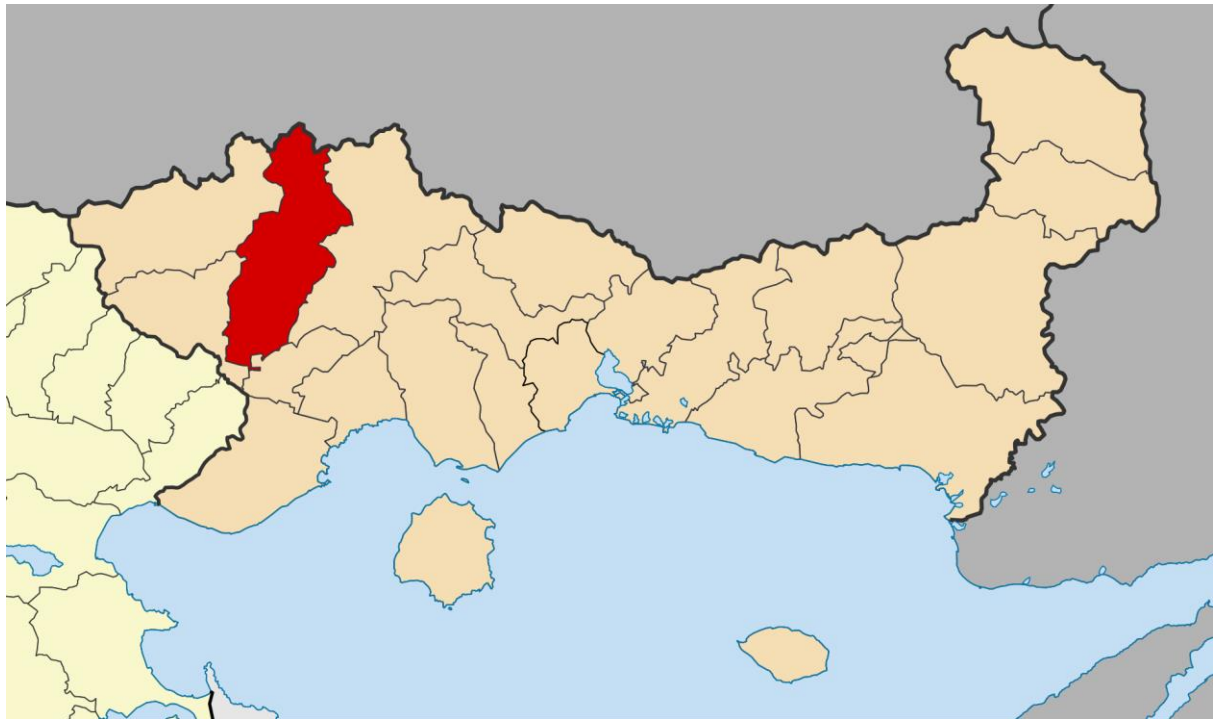
Αναλυτικότερη περιγραφή των ανωτέρω Ευρωπαϊκών και Εθνικών Οδηγιών και Νόμων έχει πραγματοποιηθεί και στο Παραδοτέο 3.1.1 «Ολοκληρωμένο σύστημα σχεδιασμού και ανάλυσης διαχείρισης υδάτων» στο πλαίσιο του έργου «Joint actions for the development and implementation of new technologies for the optimal management of water resources in the urban environment/ LYSIS» του Προγράμματος INTERREG V-A ΕΛΛΑΔΑ – ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ 2014-2020.

## 2. Καταγραφή υφιστάμενου συστήματος άρδευσης

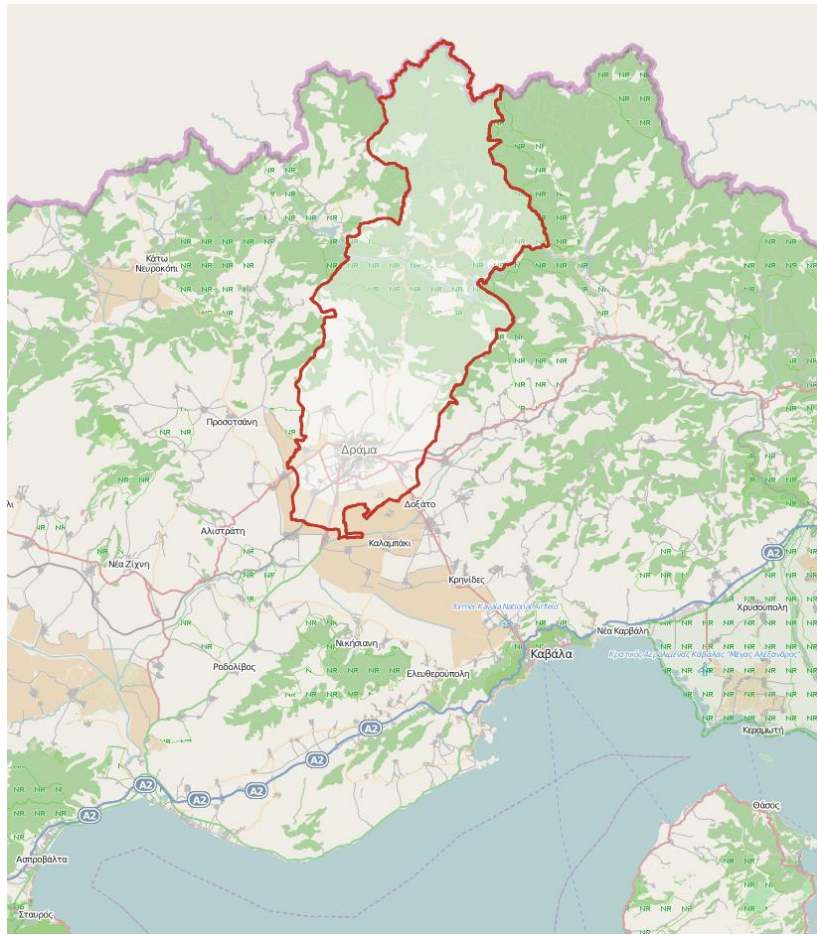
### 2.1 Περιοχή μελέτης και καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και των απαιτήσεων/ειδικότερων αναγκών των τελικών χρηστών του Δήμου Δράμας

Η περιοχή μελέτης του υφιστάμενου έργου είναι το πάρκο της οδού Χελμού. Το πάρκο της οδού Χελμού βρίσκεται μεταξύ των οδών Διοικητηρίου, Πραξιτέλους, Χελμού και Κεφαλληνίας, ανήκει στο νοτιοκεντρικό τμήμα της πόλης της Δράμας.

Η πόλη της Δράμας είναι πρωτεύουσα του ομώνυμου νομού και αποτελεί δήμο της περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης που συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης. Προέκυψε από την συνένωση του προϋπάρχοντος δήμου Δράμας και της Κοινότητας Σιδηρονέρου. Συγκεκριμένα, βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης και συνορεύει δυτικά με τον Δήμο Κάτω Νευροκοπίου και τον Δήμο Προσοτσάνης, ανατολικά με τον Δήμο Παρανεστίου και νότια με τους Δήμους Αμφίπολης, Παγγαίου και Δοξάτου. Τα βόρεια σύνορα του Δήμου αποτελούν τμήμα των γεωγραφικών συνόρων μεταξύ της Ελλάδας και της Βουλγαρίας.



Εικόνα 2 - Δήμος Δράμας



Εικόνα 3 - Όρια Δήμου Δράμας

Η ονομασία της προέρχεται είτε λόγω της αφθονίας παρουσίας νερού στην περιοχή, είτε από το μικρό μέγεθος που είχε σε όλες τις ιστορικές περιόδους (από το δράγμα < δράττω, που σημαίνει μια χούφτα πόλη). Η προϊστορική πόλη εντοπίζεται στο σημερινό συνοικισμό του Αρκαδικού, της Μέσης Νεολιθικής περιόδου (5.000 π.Χ.). Η πόλη των ιστορικών χρόνων, με βάση τα ανασκαφικά ευρήματα, ορίζεται στα τέλη του 4ου αι. π.Χ. (Δήμος Δράμας, 2013).

Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από την αφθονία νερού, η οποία και οδήγησε στην ανάπτυξη του πρώτου οικισμού της περιοχής στη θέση «Αρκαδικός». Η ενασχόληση των κατοίκων με την καλλιέργεια καπνού το 18ο αιώνα άλλαξε ουσιαστικά την οικονομική και δημογραφική ανάπτυξη της χώρας. Η εφαρμογή της συνθήκης της Λοζάνης (1923) και κατ'επέκταση η αποχώρηση του Μουσουλμανικού πληθυσμού και η προσέλευση προσφύγων από τη Θράκη, τον Πόντο και τη Μικρά Ασία διαμόρφωσε σε μεγάλο βαθμό τη σύγχρονη κοινωνικοπολιτική μορφή που έχει λάβει η πόλη.

Η έκταση του νέου Δήμου είναι 833,01 τ.χλμ και ο πληθυσμός του 58.944 κάτοικοι σύμφωνα με την απογραφή του 2011. Πληθυσμιακά ο Δήμος Δράμας αποτελεί το 59,97 % της περιφερειακής ενότητας Δράμας, και το 9,69 % της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης και αποτελεί το πέμπτο μεγαλύτερο δήμο της ΠΑΜΘ σε πληθυσμό μετά τους Δήμους Αλεξανδρούπολης, Καβάλας, Κομοτηνής, και Ξάνθης. Ο Δήμος Δράμας καλύπτει σε ποσοστό εδάφους το 5,88% της έκτασης της Περιφέρειας Ανατολικής Μακεδονίας και

Θράκης και προ της συνένωσης του Δήμου Δράμας με την πρώην Κοινότητα Σιδηρόνερου (νυν Δημοτική Ενότητα Σιδηρόνερου), ο Δήμος χαρακτηριζόταν από τον αστικό ιστό της πόλης και τις δορυφορικές πεδινές του περιοχές.

Όσον αφορά τη γεωμορφολογία του Δήμου Δράμας κυριαρχούν δύο δεσπίζοντα στοιχεία:

- η έντονη ορεινή μορφολογία της Οροσειράς της Ροδόπης και του όρους φαλακρού μέχρι τον ποταμό Νέστο.
- η πεδινή μορφολογία με τα τριτογενή τεκτονικά βυθίσματα της Ροδοπικής μάζας.

Ο Δήμος Δράμας κλιματολογικά κατατάσσεται στο μεσογειακό κλίμα. Αυτό έχει ως συνέπεια ο χειμώνας να είναι ήπιος και η καλοκαιρινή περίοδος θερμή και ξηρή. Η ένταξη της περιοχής ενδιαφέροντος στα μέσα γεωγραφικά πλάτη στο Βόρειο Ημισφαίριο συναινεί στην ύπαρξη τόσο θερμών όσο και ψυχρών αέριων μαζών με παρουσία ανέμων κατά κύριο λόγο νότιο-ανατολικής διεύθυνσης.

Τα χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος είναι το ξηρό και θερμό θέρος και τους ήπιους και βροχερούς χειμώνες, ενώ κάποιοι από αυτούς είναι αρκετά δριμείς (Μπαλαφούτης, 1983). Το θερινό ξηρό κλίμα οφείλεται στην μετατόπιση προς τα βόρεια της υποτροπικής αντικυκλωνικής ράχης, που καλύπτει τη Μεσόγειο καθ' ύψος. Η άνοιξη θεωρείται κλιματικά ασταθής μεταβατική περίοδος με εναλλαγή διαδοχικών ημερών με χαρακτηριστικά χειμώνα και διαδοχικών ημερών με χαρακτηριστικά θέρους. Το φθινόπωρο διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα με απότομη και σταθερή διαδοχή του χειμώνα.

Το χειμώνα με τη μετατόπιση της ατμοσφαιρικής κυκλοφορίας προς νότο, η περιοχή ελέγχεται από το πολικό μέτωπο. Υπάρχει έντονη υφειακή δράση και κυριαρχούν οι Πολικές αέριες μάζες. Στη Μεσόγειο η ατμοσφαιρική κυκλοφορία κατά το χειμώνα αλλάζει μεταξύ της ζωνικής (συνήθως καλοκαιρία) και της μεσημβρινής, που συνήθως προκαλεί βροχοπτώσεις.

Οι βροχοπτώσεις στα Μεσογειακά κλίματα παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις. Γενικά, το ετήσιο βροχομετρικό ύψος κυμαίνεται από 350 - 1000 mm. Υπάρχουν όμως περιοχές που δέχονται πολύ μικρότερα ποσά βροχής, αλλά και περιοχές που δέχονται πολύ μεγάλα ποσά. Στην πόλη της Δράμας, όπως σημειώθηκε και προηγουμένως, παρουσιάζεται αφθονία νερού, γεγονός που ανέδειξε την ανάγκη για την ορθή διαχείρισή του, και πιο συγκεκριμένα στον τομέα της άρδευσης.

Η αναζήτηση αντίστοιχων χώρων για την εφαρμογή του συστήματος άρδευσης εκτός της περιοχής μελέτης οδήγησε στο συμπέρασμα ότι οι ελεύθεροι χώροι-πλατείες στην πόλη είναι λίγοι, με κυριότερους τον Δημοτικό Κήπο, την πλατεία Ελευθερίας, το πάρκο Νομαρχίας και την περιοχή της Αγίας Βαρβάρας. Μικροί κόμβοι υπάρχουν διάσπαρτοι μέσα στην πόλη, αλλά όχι τόσο μεγάλοι ώστε να μπορούν να φιλοξενούν και παιδικές χαρές οι οποίες είναι ελάχιστες. Σαν παιδικές χαρές επικρατούν πλέον κλειστοί χώροι παιχνιδιού. Άλλοι χώροι πρασίνου υπάρχουν στο πάρκο των Κομνηνών, στο περιαστικό δάσος Κορυλόβου και στο πάρκο της Ταξιαρχίας. Υπάρχουν επίσης κάποιοι ελεύθεροι χώροι που θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν, αλλά σήμερα παραμένουν υποβαθμισμένες περιοχές.





Εικόνα 4 - Επιπλέον αντίστοιχοι χώροι πρασίνου



Εικόνα 5 - Δημοτικός Κήπος





Εικόνα 6 - Πάρκα Νομαρχίας (γλυπτών και κυπρίων αγωνιστών)



Εικόνα 7 - Πάρκο Αγίας Βαρβάρας





Εικόνα 8 - Πάρκο Κομνηνών

## 2.2 Γεωγραφική θέση του πάρκου

Το πάρκο αποτελεί αποτέλεσμα έργων ανάπλασης του ρέματος Καλλιφύτου. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε από τη Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών του Δήμου Δράμας το διάστημα 1999-2001 και οι εργασίες πραγματοποιήθηκαν το διάστημα 1999-2001. Το συνολικό κόστος του έργου ανήλθε περί τα 1.750.000 ευρώ και αφορά συνολική έκταση 37 στρεμμάτων. Η ολοκλήρωσή του αποτέλεσε ουσιαστική αναμόρφωση του περιαστικού πρασίνου της πόλης της Δράμας.

Το εμβαδόν που καταλαμβάνει η περιοχή μελέτης, όπως μετρήθηκε, ανέρχεται στα 11.694 τ.μ. με μία απόκλιση  $\pm 324,12$  τ.μ. Στη συνέχεια παρουσιάζεται χάρτης του πάρκου, καθώς και οι συντεταγμένες των κορυφών του γεωτεμαχίου.








Εικόνα 9 - Χάρτης του πάρκου της οδού Χελμού

ΑΑ	Συντεταγμένες κορυφών γεωτεμαχίου	
	X	Y
1	41.145182	24.149737
2	41.144821	24.149753
3	41.144892	24.150422
4	41.145231	24.150345
5	41.145156	24.150596
6	41.144867	24.150659
7	41.145122	24.152716
8	41.145408	24.152668
9	41.145476	24.152873
10	41.145107	24.152932
11	41.145181	24.153826
12	41.145542	24.153778

Πίνακας 1 - Συντεταγμένες των κορυφών του γεωτεμαχίου



Στη χρονοσειρά χαρτών του Πίνακας 2 παρουσιάζονται οι ανάγκες νερού όπως εκτιμήθηκαν από τις μετρήσεις της εξατμισοδιαπνοής που συλλέχθηκαν από το μετεωρολογικό σταθμό. Το έντονο γαλάζιο χωρίς αδιαφάνεια αποτυπώνει την υψηλή ανάγκη νερού. Καθώς οι ανάγκες νερού για την περίοδο 2019 εκτιμήθηκαν ως χαμηλότερες από αυτές του 2018, επετεύχθη περίσσια νερού, η οποία αποτυπώνεται με νούμερα στην ενότητα 6

2019	Μήνας
	Μάιος
	Ιούνιος
	Ιούλιος
	Αύγουστος
	Σεπτέμβριος

Πίνακας 2 - Χάρτες αναγκών νερού

### 2.3 Σύστημα άρδευσης του πάρκου

Το αρδευτικό νερό για την κάλυψη των αναγκών του πάρκου προέρχεται από το δίκτυο της ΔΕΥΑΔ και από αναβλύζοντα νερά του υδροφόρου ορίζοντα, τα οποία αντλούνται και αποθηκεύονται σε δεξαμενή.

Για την έξυπνη άρδευση του Πάρκου έχει παραμετροποιηθεί ένα σύστημα αυτόματου ελέγχου που διαχειρίζεται δεδομένα εισροής (εξατμισοδιαπνοή, θερμοκρασία, υγρασία εδάφους, ώρα της ημέρας, παρουσία πολιτών στο Πάρκο κ.α.) με στόχο την αυτόματη άρδευση του Πάρκου με την κατάλληλη ποσότητα ύδατος, όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο.

Για την ποσοτικοποίηση του ύδατος έχει κατασκευαστεί ένα υδρολογικό μοντέλο (hydro-conceptual model), το οποίο εκμεταλλεύεται δεδομένα τόσο από τον μετεωρολογικό σταθμό., ενώ ταυτόχρονα πραγματοποιούνται και ποιοτικοί έλεγχοι των υδάτων.

Σε κάθε χρονική στιγμή το εγκατεστημένο λογισμικό ξέρει πόσο νερό εξατμίζεται από το φυτό (εκτίμηση απώλειας νερού), πόσο νερό είναι διαθέσιμο στο έδαφος (εκτίμηση υδατικής κατάστασης του εδάφους), άρα πόσο νερό θα πρέπει να συμπληρωθεί. Ταυτόχρονα, ελέγχεται και το κατά πόσο η δεδομένη στιγμή είναι κατάλληλη για άρδευση.

### 3. Περιγραφή λειτουργικών χαρακτηριστικών των πιλοτικών συστημάτων διαχείρισης αστικού νερού

Η αειφόρος διαχείριση της αστικής άρδευσης περιλαμβάνει τη συμφωνία αυτής με τις παρούσες κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές συνθήκες, αλλά και με τις μελλοντικές ανάγκες. Οι κοινωνικές ανάγκες ως προς το νερό θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με σεβασμό, διευκολύνοντας την προμήθειά του, αλλά και εξασφαλίζοντας την προστασία των πολιτών από τους ενδεχόμενους κινδύνους που δύναται να προκαλέσει. Οι οικονομικές συνθήκες εξασφαλίζουν τη χρηματοδότηση για τη διαχείριση των υδάτινων πόρων και την κάλυψη των αναγκών της κοινωνίας. Τέλος, η διαχείριση πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες, για τη συντήρηση των υπαρχόντων οικοσυστημάτων και τη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας του φυσικού κύκλου του νερού χωρίς τη σπατάλη περισσότερου από αυτό που μπορεί να αναπληρωθεί.

Κριτήριο για τη βέλτιστη επιλογή του συστήματος άρδευσης της εκάστοτε περιοχής αποτελεί η ακριβής περιγραφή των αναγκών άρδευσης αυτής. Το είδος των καλλιεργειών είναι μια βασική παράμετρος στον καθορισμό αυτών των αναγκών, καθώς η κάθε μια απαιτεί την παροχή διαφορετικής ποσότητας νερού. Άλλοι παράμετροι θεωρούνται το είδος και η κατάσταση των αρδευτικών δικτύων της περιοχής, αλλά και οι απώλειες νερού που παρατηρούνται στα σημεία αποθήκευσης των υδάτων. Τέλος, στις παραμέτρους που επηρεάζουν την επιτακτικότητα άρδευσης πρέπει να συμπεριληφθεί και η κατηγορία των βασικών μετεωρολογικών παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η βροχόπτωση, οι οποίες περιγράφουν τις κλιματικές συνθήκες και κατά συνέπεια τους αναμενόμενους ρυθμούς άρδευσης.

Η χρήση βλάστησης και πράσινων χώρων μέσα στις αστικές περιοχές, καθώς και η χρησιμότητα τους έχει αναγνωριστεί από πολύ παλιά. Εκτός από την συνεισφορά τους στην ψυχική κατάσταση των ανθρώπων και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τους, συμβάλλουν επίσης στο φιλτράρισμα του αέρα από αιωρούμενα σωματίδια και σκόνη, στη μείωση των θορύβων και χάρη στη διαπνοή τους δροσίζουν τον ατμοσφαιρικό αέρα το καλοκαίρι.

Για την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής των κατοίκων στις πόλεις, σημαντικά κριτήρια αποτελούν η παρουσία των πράσινων χώρων, η έκταση που καταλαμβάνουν, η λειτουργία τους και η αποτελεσματικότητά τους (Ζάγκας 1998).

Η άρδευση είναι σημαντική παράμετρος στην ανάπτυξη και στην διατήρηση του πρασίνου, και γίνεται σημαντικότερη όταν το πράσινο καλύπτει μεγάλες εκτάσεις ή διάσπαρτες σε μεγάλη απόσταση μικρότερες εκτάσεις, οι οποίες ελέγχονται από κοινό φορέα. Το δίκτυο άρδευσης περιλαμβάνει τις πηγές, τα αντλιοστάσια, τις σωληνώσεις, τις ηλεκτροβάνες και τα αισθητήρια όργανα.

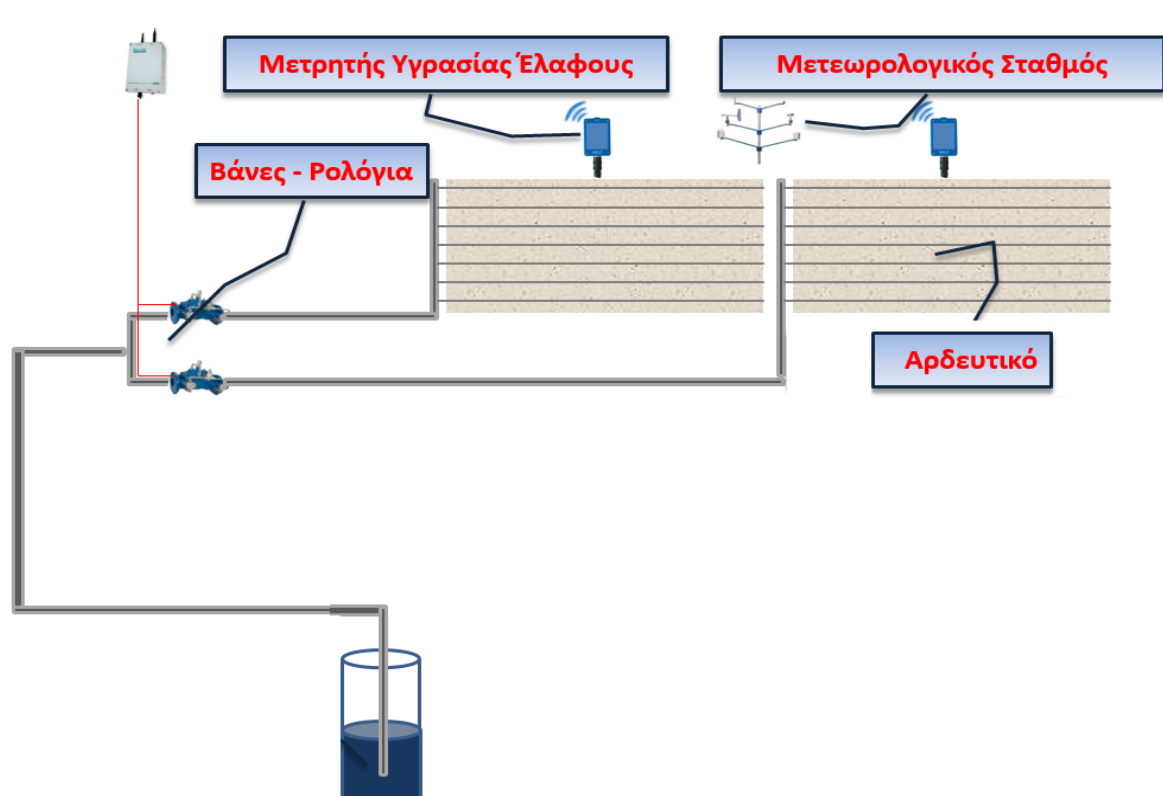
Ο χειροκίνητος έλεγχος και λειτουργία όλου του δικτύου άρδευσης είναι χρονοβόρος και κοστίζει αρκετά. Για τη σωστή λειτουργία ενός αρκετά εκτεταμένου συστήματος άρδευσης θα πρέπει να εφαρμοστούν κάποιοι αυτοματισμοί, ή και αν δύναται, ολόκληρο σύστημα αυτοματοποιημένης άρδευσης. Για την επίτευξη αυτοματισμών στην άρδευση κρίνεται απαραίτητος ο γενικός έλεγχος από ένα σημείο της εγκατάστασης, με τη βοήθεια

του οποίου θα ελέγχονται τηλεμετρικά τα συστήματα. Η συνεχής τηλεμετρική παρακολούθηση των συστημάτων από τον κεντρικό έλεγχο της άρδευσης θα εξασφαλίσει την εξοικονόμηση του αρδευόμενου νερού, την ορθολογική κατανάλωση ρεύματος, την άμεση ανίχνευση ζημιών στο δίκτυο και συνεπώς τη γρήγορη αντιμετώπισή τους. Η αυτοματοποιημένη άρδευση εγγυάται τη μείωση της δαπάνης χρόνου και χρημάτων συγκριτικά με το χειροκίνητο συμβατικό τρόπο άρδευσης και αποσκοπεί στην αποτελεσματική άρδευση.

Ένα σύγχρονο σύστημα άρδευσης λειτουργεί συνήθως με προγραμματισμένο χρόνο (συχνότητα και διάρκεια των συμβάντων άρδευσης για κάθε σταθμό / ηλεκτροβάννα), τα οποία εκτελούνται από έναν ελεγκτή άρδευσης. Συνήθως ο ελεγκτής συνδέεται με τους κατάλληλους αισθητήρες (αισθητήρες βροχής, ανιχνευτές ανέμου, αισθητήρες υγρασίας εδάφους, κ.λπ.) για να ρυθμίζει αυτόματα το πρόγραμμα σύμφωνα με τις πραγματικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως για την έξυπνη άρδευση του Πάρκου της οδού Χελμού στο Δήμο Δράμας παραμετροποιήθηκε ένα σύστημα αυτόματου ελέγχου που διαχειρίζεται δεδομένα εισροής (εξατμισοδιαπνοή, θερμοκρασία, υγρασία εδάφους, ώρα της ημέρας, παρουσία πολιτών στο Πάρκο κ.α.) με στόχο την αυτόματη άρδευση του Πάρκου με την κατάλληλη ποσότητα ύδατος, όταν αυτό κρίνεται αναγκαίο.

Το πιλοτικό σύστημα άρδευσης του πάρκου της οδού Χελμού περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της υγρασίας του εδάφους στη ζώνη του ριζοστρώματος, την έναρξη της άρδευσης όταν η υγρασία του εδάφους πλησιάζει το κάτω όριο που έχει οριστεί, την προσθήκη της απαραίτητης ποσότητας αρδευτικού νερού, όπως αυτή προκύπτει με προσδιορισμό της εξατμισοδιαπνοής, μέσα από τον μετεωρολογικό σταθμό και την εντολή παύσης της άρδευσης, όταν προστεθεί η απαραίτητη ποσότητα. Στην Εικόνα 10 παρουσιάζονται τα μέρη που συνθέτουν το σύστημα άρδευσης.



Εικόνα 10 - Παρουσίαση των μερών που απαρτίζουν το σύστημα άρδευσης

Στο σύστημα που έχει δημιουργηθεί για τις ανάγκες του Πάρκου της οδού Χελμού στο Δήμου Δράμας τα δεδομένα μεταφέρονται τηλεμετρικά, ενώ οι εντολές για την έναρξη και την παύση της άρδευσης προέρχονται από κατάλληλα διαμορφωμένο λογισμικό.

## 4. Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και αποδοτικότητας σχεδιασμού των πιλοτικών εφαρμογών

Η συνετή χρήση του νερού άρδευσης αποτελεί κορυφαία προτεραιότητα για τους καλλιεργητές, ακόμη και στις περιπτώσεις που αυτοί δραστηριοποιούνται σε υγρά κλίματα τα οποία χαρακτηρίζονται από υδατική αφθονία. Πληθώρα διαφορετικών πρακτικών και τεχνολογιών μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της αποδοτικότητας της χρήσης των υδάτων για σκοπούς άρδευσης καλλιεργήσιμων εκτάσεων ή αστικού πρασίνου. Τα αποτελεσματικά συστήματα άρδευσης, όπως οι στάγδην και μικρο-ψεκαστήρες, αποτελούν βασική μέθοδο. Ωστόσο, ακόμα και αυτές οι τεχνολογίες δεν εξασφαλίζουν αυξημένη αποτελεσματικότητα χρήσης νερού άρδευσης καθώς η χρήση τους για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε μη παραγωγική αξιοποίηση νερού (απώλεια νερού λόγω εξάτμισης, απορροή, βαθιά διήθηση ή ανάπτυξη ζιζανίων). Αντίθετα, η μειωμένη άρδευση μπορεί να προκαλέσει μείωση της απόδοσης ή της ποιότητας των καλλιεργειών. Οι ανάγκες άρδευσης ποικίλλουν με βάση ένα πολύπλοκο σύνολο μεταβλητών όπως ο τύπος καλλιέργειας, η ηλικία των φυτών, το μικροκλίμα, το αποθηκευμένο νερό και ο τύπος του εδάφους. Ο προσεκτικός σχεδιασμός της άρδευσης, δηλαδή ο καθορισμός της συχνότητας και της διάρκειας της άρδευσης, αποτελεί ένα κρίσιμο συστατικό στοιχείο για το πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιείται το νερό. Ως εκ τούτου, η αύξηση του όγκου και της ποιότητας των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στους καλλιεργητές αποτελεί ουσιαστικό πρώτο βήμα στην αποτελεσματική άρδευση.

Ο έξυπνος σχεδιασμός άρδευσης αναφέρεται σε τεχνολογίες που βοηθούν τους καλλιεργητές να καθορίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια πότε πρέπει να ποτίζονται οι καλλιέργειες και πόση ποσότητα νερού χρειάζονται. Με τον έξυπνο προγραμματισμό άρδευσης, οι καλλιεργητές μπορούν να χρησιμοποιούν το νερό τους πιο αποτελεσματικά, είτε μειώνοντας είτε διατηρώντας σταθερή την ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού, διατηρώντας παράλληλα ή βελτιώνοντας τις αποδόσεις. Η ακριβέστερη γνώση των επιπέδων υγρασίας του εδάφους επιφέρει επίσης μια σειρά περιφερειακών οφελών, όπως ο έλεγχος των παρασίτων.

Η απόφαση του χρόνου και της ποσότητας άρδευσης αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την υγεία του φυτού καθώς και για την αποτελεσματικότητα χρήσης του νερού. Υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούνται από τους παραγωγούς και καλλιεργητές για τη λήψη τέτοιων αποφάσεων. Οι περισσότερες «παραδοσιακές» μέθοδοι περιλαμβάνουν κατά κύριο λόγο είναι η εκτίμηση της κατάστασης της καλλιέργειας, η αφή και το χρώμα του εδάφους και ο προσωπικός ημερολογιακός σχεδιασμός. Οι μέθοδοι αυτές χαρακτηρίζονται ως εμπειρικές, αλλά η εφαρμογή τους μπορεί να οδηγήσει σε κατασπατάληση ύδατος ή να ωθήσουν το φυτό σε οριακές καταστάσεις (stressing) λόγω μη κάλυψης των αναγκών τους σε νερό. Ενώ αυτές οι μέθοδοι προγραμματισμού μπορούν να λειτουργήσουν επαρκώς για τη διατήρηση της υγείας των καλλιεργειών, μια πιο επιστημονική προσέγγιση μπορεί να εξυπηρετήσει τον προσδιορισμό των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών. Τα έξυπνα συστήματα άρδευσης αξιοποιούν τοπικούς μετεωρολογικούς σταθμούς μέτρησης της θερμοκρασίας του αέρα, της ατμοσφαιρικής υγρασίας, της ταχύτητας του ανέμου και τις βροχοπτώσεις, καθώς επίσης και αισθητήρια εδάφους τα οποία μετρούν εδαφική υγρασία



σε διαφορετικά βάθη ή την αλατότητα. Το σύνολο των μετρήσεων αυτών, σε συνδυασμό με τα αναπτυσσόμενα λογισμικά επιτρέπουν ολοκληρωμένη εποπτεία της άρδευσης καθώς παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Έτσι εφοδιάζοντας τα συστήματα αυτά με κατάλληλα πρωτόκολλα λειτουργίας επιτυγχάνεται η αποτελεσματική χρήση του διαθέσιμου ύδατος. Καθώς τα συστήματα αυτά παρέχουν πληροφορίες για τις μεταβλητές του εδάφους (π.χ. προφίλ υγρασίας σε διαφορετικούς εδαφικούς ορίζοντες) επί 24ώρου βάσεως, είναι πλέον δυνατή η δημιουργία ενός αποτελεσματικού προγραμματισμού άρδευσης, συνδυάζοντας την πληροφορία που λαμβάνεται από το έξυπνο σύστημα άρδευσης και τις ανάγκες του φυτού, επιτυγχάνοντας με τον τρόπο αυτό προσέγγιση της βέλτιστης αρδευτικής στρατηγικής.

Ο έξυπνος προγραμματισμός άρδευσης προσφέρει πολλά οφέλη τα οποία απορρέουν από κατά κύριο λόγο από την ικανότητα παρακολούθησης της εδαφικής υγρασίας, συμπεριλαμβανομένης της αναγνώρισης μη κάλυψης των αναγκών των φυτών σε νερό. Η αύξηση της απόδοσης της χρήσης του νερού αυξάνει την αποδοτικότητα (Ως αποδοτικότητα ορίζεται ο λόγος της παραγωγής προς το σύνολο των εισροών) των καλλιεργειών καθώς επίσης μειώνει το κόστος το οποίο συνδέεται με την άρδευση (κόστους νερού και ενέργειας που απαιτείται για την άντληση). Η χρήση της σωστής ποσότητας νερού είναι απαραίτητη για την υγεία των φυτών και την αποτελεσματική φωτοσύνθεση και συνεπώς μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της απόδοσης. Ο αποτελεσματικός σχεδιασμός άρδευσης μπορεί επίσης να αποτελέσει σημαντικό εργαλείο για τη βελτίωση της ποιότητας των καλλιεργειών. Για παράδειγμα, μελέτες υποδηλώνουν ότι η άρδευση με ρυθμιζόμενο έλλειμμα ή η εκ προθέσεως επιβολή υδατικού στρες κατά τη διάρκεια των αναπτυξιακών σταδίων ανθεκτικότητας στην ξηρασία μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα των καλλιεργειών. Επίσης επιτρέπει την εφαρμογή της άρδευσης ελεγχόμενου ελλείμματος, αποφεύγοντας μακροπρόθεσμες ζημιές στα φυτά.

Εκτός από το πιθανό μειωμένο κόστος νερού και το σχετικό κόστος άντλησης, ο έξυπνος προγραμματισμός άρδευσης μπορεί να οδηγήσει σε μείωση χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Οι μειώσεις στην απορροή νερού και τη βαθιά διήθηση μπορούν να μειώσουν την απώλεια λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων και κατά συνέπεια να μειώσουν το ποσό που πρέπει να εφαρμοστεί. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται η ποσότητα λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων που εισέρχονται στον υδροφόρο ορίζοντα, μειώνοντας το οικολογικό αποτύπωμα της καλλιέργειας. Η αυτοματοποιημένη παρατήρηση της υγρασίας του εδάφους, του καιρού και οι υπόλοιποι έλεγχοι που πραγματοποιούνται, μπορούν επίσης να μειώσουν το κόστος εργασίας.

Ο σχεδιασμός ενός πιλοτικού συστήματος άρδευσης δεν αφορά μόνο την εφαρμογή της. Η διαδικασία ανάπτυξης του συστήματος είναι μία δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει διάφορα στοιχεία, όπως: απαιτήσεις, προδιαγραφές, εκτέλεση, έλεγχος και εξέλιξή του.

Για να προσδιοριστεί, λοιπόν, η βέλτιστη αρδευτική δόση πρέπει να ληφθούν υπόψη διαφορετικές παράμετροι. Η καταγραφή και συγκέντρωση τιμών για τις μη μεταβλητές παραμέτρους, όπως η σύσταση και το βάθος του εδάφους, η κλίση του εδάφους, το είδος των φυτών με τις ιδιότητες τους (π.χ. βάθος ενεργού ριζοστρώματος) και το ύψος του υπόγειου υδροφορέα, αποτελεί το πρώτο στάδιο, το οποίο και θα καθορίσει και τις προδιαγραφές λειτουργίας της πιλοτικής εφαρμογής. Το δεύτερο στάδιο του σχεδιασμού

αποτελείται από την καταγραφή των μεταβλητών παραμέτρων, όπως είναι η θερμοκρασία, η αλατότητα, η υγρασία του εδάφους και του αέρα, οι μετεωρολογικές συνθήκες, οι ανεμολογικές συνθήκες και η ποιότητα του νερού. Στο στάδιο αυτό καθορίζονται οι απαιτήσεις σε νερό και ικανοποιείται η απαίτηση του πρωτοκόλλου για τον προσδιορισμό της βέλτιστης αρδευτικής δόσης με τη χρήση του αλγορίθμου. Τελικό στάδιο του σχεδιασμού αποτελεί ο έλεγχος και η εξέλιξη του συστήματος, με τη συλλογή δεδομένων για την κατάσταση των φυτών και την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Οι παραπάνω παράμετροι αποτελούν στοιχεία, τα οποία μπορούν να μετρηθούν άμεσα και με βάση αυτά να αναπτυχθεί το κατάλληλο λογισμικό και να ορισθεί η ορθή ποσότητα που πρέπει να εφαρμοσθεί στο πάρκο με σκοπό την κάλυψη των αναγκών των φυτών. Διάφοροι αισθητήρες παρέχουν τις μετρήσεις και μια σειρά ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και λογισμικού μετατρέπουν το σήμα σε εντολή για αλλαγή των ρυθμίσεων του αρδευτικού μηχανισμού. Εξαιτίας της εκτέλεσης των διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο παρέχεται η δυνατότητα μεταβολής της εισροής γρήγορα ή όσο γρήγορα το επιτρέπει η αλλαγή του μηχανικού μέρους. Αυτό συμβαίνει διότι η αντίδραση του ηλεκτρονικού κυκλώματος απαιτεί πολύ μικρό (σε πραγματικό) χρόνο. Η επιλογή των κατάλληλων χαρακτηριστικών, η ανίχνευσή τους και η ανάπτυξη του αλγορίθμου που τα συνδέει με τις ανάγκες της φυτείας έχουν αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας.

Με τη χρησιμοποίηση των μαθηματικών μεθόδων στην οργάνωση της γεωργικής παραγωγής είναι δυνατή η εύρεση ορθολογιστικών λύσεων στα προβλήματα της κατανομής των διαθέσιμων συντελεστών παραγωγής, τόσο σε επίπεδο εκμετάλλευσης, όσο και στον ευρύτερο γεωργικό χώρο της ανταγωνιστικότητας των γεωργικών προϊόντων, που επηρεάζουν αποφασιστικά το γεωργικό και συνεπώς το εθνικό εισόδημα και γενικότερα της οικονομικής πολιτικής, με τον προγραμματισμό της γεωργικής παραγωγής μιας χώρας, την εύρεση γενικής ισόρροπης ανάπτυξης του αγροτικού τομέα, την αξιολόγηση γεωργικών επενδύσεων κ.λπ. (Chavez – Morales et al., 1987).

Στο παρόν έργο χρησιμοποιείται ένας αλγόριθμος που έχει ως σκοπό τη μεγιστοποίηση των ωφελειών για το πάρκο και τη βέλτιστη διαχείριση του διαθέσιμου αρδευτικού νερού. Σε αυτόν λαμβάνονται υπόψη οι προαναφερθείσες παράμετροι.

Συγκεκριμένα, για την εφαρμογή του συστήματος έξυπνης άρδευσης του πάρκου Χελμού θα πρέπει να συμπεριληφθούν οι διαφορετικές μετεωρολογικές και υδρολογικές συνθήκες, με σκοπό να ανταποκρίνεται και να συμβαδίζει με το υδρολογικό «προφίλ» του Δήμου Δράμας. Για τον λόγο αυτό, ο αλγόριθμος αρδευτικής δόσης που θα εφαρμοστεί στο πάρκο του Δεντροποτάμου στον Δήμο Παύλου Μελά θα παραμετροποιηθεί και θα χρησιμοποιηθεί στο πάρκο Χελμού στον Δήμο Δράμας, εξασφαλίζοντας έτσι την βέλτιστη απόδοσή του για τις διαφορετικές σε αυτήν την περίπτωση ανάγκες άρδευσης του πάρκου.



## 5. Αρχές ελέγχου ορθής λειτουργίας, συντήρησης και διαχείρισης συστήματος και λειτουργική αξιολόγηση των πιλοτικών συστημάτων

Για την επίτευξη της δημιουργίας και χρήσης ενός άρτια δομημένου και αποτελεσματικού πιλοτικού συστήματος άρδευσης, απαραίτητη προϋπόθεση είναι και η ανάπτυξη ενός πρωτοκόλλου, μέσω του οποίου θα εξασφαλίζεται ο έλεγχος και η συντήρηση του συστήματος.

Η τοποθέτηση του εξοπλισμού για τη δημιουργία του συστήματος έξυπνης άρδευσης φαίνεται στην Εικόνα 11. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται το πρωτόκολλο ελέγχου και συντήρησης από το κέντρο ελέγχου (όπου θα ελέγχεται το σύστημα έξυπνης άρδευσης) στους τηλεμετρικούς σταθμούς (μετεωρολογικός σταθμός και λυσιμέτρα) με στόχο την ορθή λειτουργία και διατήρηση του συστήματος



Εικόνα 11- Θέσεις τοποθέτησης του εξοπλισμού στο Πάρκο της οδού Χελμού

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται το χρονοδιάγραμμα εργασιών για την εξασφάλιση της ορθής λειτουργίας του Κέντρου Ελέγχου.

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
1	Επικοινωνία με τους σταθμούς και έλεγχος της ορθής λειτουργίας. Σε περίπτωση μη απόκρισης του Σταθμού, ομάδα πεδίου πρέπει να επισκεφτεί το σταθμό άμεσα	Ημερήσια
2	Έλεγχος των δεδομένων. Εφόσον μετά την "εναρμόνιση" δεδομένων εξακολουθούν να εμφανίζονται μη φυσιολογικές τιμές, ακολουθεί επίσκεψη στο πεδίο και σύγκριση των τιμών του αισθητηρίου με άλλο βαθμονομημένο φορητό αισθητήριο	Ημερήσια

Πίνακας 3 - Χρονοδιάγραμμα εργασιών στο κέντρο ελέγχου

Στον Πίνακα 4 περιγράφονται οι εργασίες που πρέπει να εκτελούνται για τον έλεγχο της λειτουργικότητας και τη συντήρηση του μετεωρολογικού τηλεμετρικού σταθμού.

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
1	Καθαρισμός περιμέτρου σταθμού (χόρτα και λοιπά φερτά)	3μηνιαία (Οκτώβριο-Μάρτιο), μηνιαία (Απρίλιο-Σεπτέμβριο)
2	Έλεγχος για ζημιές ή ρωγμές, πιθανές φυσικές διαβρώσεις, φυσικές καταστροφές ή ακόμη και βανδαλισμούς	Μηνιαία
3	Έλεγχος καλωδίων	Μηνιαία
4	Καθαρισμός ηλιακών πάνελ	Κάθε 2 εβδομάδες
5	Έλεγχος datalogger	Όταν προκύπτει σφάλμα στην αποστολή μετρήσεων
6	Έπακκινηση datalogger	Όταν προκύπτει σφάλμα στην αποστολή μετρήσεων

7	Έλεγχος τάσης μπαταρίας μπαταρίας σταθμού	Μηνιαία
10	Έλεγχος και καθαρισμός πυρανόμετρου	Κάθε 2 εβδομάδες
11	Έλεγχος και καθαρισμός αισθητηρίου Θερμοκρασίας-Υγρασίας	Κάθε 2 εβδομάδες
12	Έλεγχος Θερμοκρασίας με φορητό θερμόμετρο	Κάθε 2 εβδομάδες
13	Έλεγχος και καθαρισμός βροχόμετρου	Κάθε 2 εβδομάδες
14	Έλεγχος ανεμοδείκτη	Κάθε 2 εβδομάδες
15	Φωτογραφίες επίσκεψης	Σε κάθε επίσκεψη
16	Καταγραφή Ημερομηνίας και ώρας Επίσκεψης	Σε κάθε επίσκεψη
17	Καταγραφή περιβαλλοντικών συνθηκών πεδίου	Σε κάθε επίσκεψη
18	Καταγραφή ονοματεπώνυμων ομάδας έργου	Σε κάθε επίσκεψη

Πίνακας 4 - Χρονοδιάγραμμα εργασιών στον μετεωρολογικό τηλεμετρικό σταθμό

## 6. Αξιολόγηση και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Με την ημερήσια αυτοματοποιημένη παρακολούθηση και καταγραφή των αγρομετεωρολογικών συνθηκών του πάρκου επετεύχθη η κάλυψη των αρδευτικών αναγκών με στόχο γνώμονα:

- Την ορθή διαχείριση του διαθέσιμου αρδευτικού ύδατος
- Την ελαχιστοποίηση της ανθρώπινης διάδρασης μέσω του έξυπνου αυτοματοποιημένου συστήματος άρδευσης
- Την ελαχιστοποίηση των εισροών με στόχο τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος.

Κατά την αρδευτική περίοδο του 2019, η οποία καλύπτει το χρονικό διάστημα από το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαΐου έως το τέλος Σεπτεμβρίου, η θερμοκρασία στην περιοχή εφαρμογής δεν εμφάνισε ακραίες τιμές σε σχέση με παλαιότερα έτη, καθώς η μέγιστη θερμοκρασία σύμφωνα με την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία για τα τελευταία δέκα έτη καταγράφηκε όπως φαίνεται στον Πίνακας 5 - Μέγιστες θερμοκρασίες ανά έτος

Έτος	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Μέγιστη θερμοκρασία °C	37,6	38,9	33,6	39,2	37,7	36,4	37,4	36,8	40,2	35,1

Πίνακας 5 - Μέγιστες θερμοκρασίες ανά έτος

Συγκεκριμένα, οι ελάχιστες, οι μέσες και οι μέγιστες τιμές ανά μήνα εμφανίζονται στον παρακάτω πίνακα - Πίνακας 6, όπως μετρήθηκαν από τον εγκατεστημένο μετεωρολογικό σταθμό:

Μήνας	Μέση θερμοκρασία °C	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία °C	Μέση μέγιστη θερμοκρασία °C	Ελάχιστη θερμοκρασία °C	Μέγιστη θερμοκρασία °C
Μάιος	20,9	11,74	26,73	9,1	29,4
Ιούνιος	24,42	16,27	30,26	10,9	33,7
Ιούλιος	25,68	17,35	30,75	14,9	36,2
Αύγουστος	27,5	17,54	33,12	13	35,8
Σεπτέμβριος	22,89	13,8	28,67	8,9	32,6

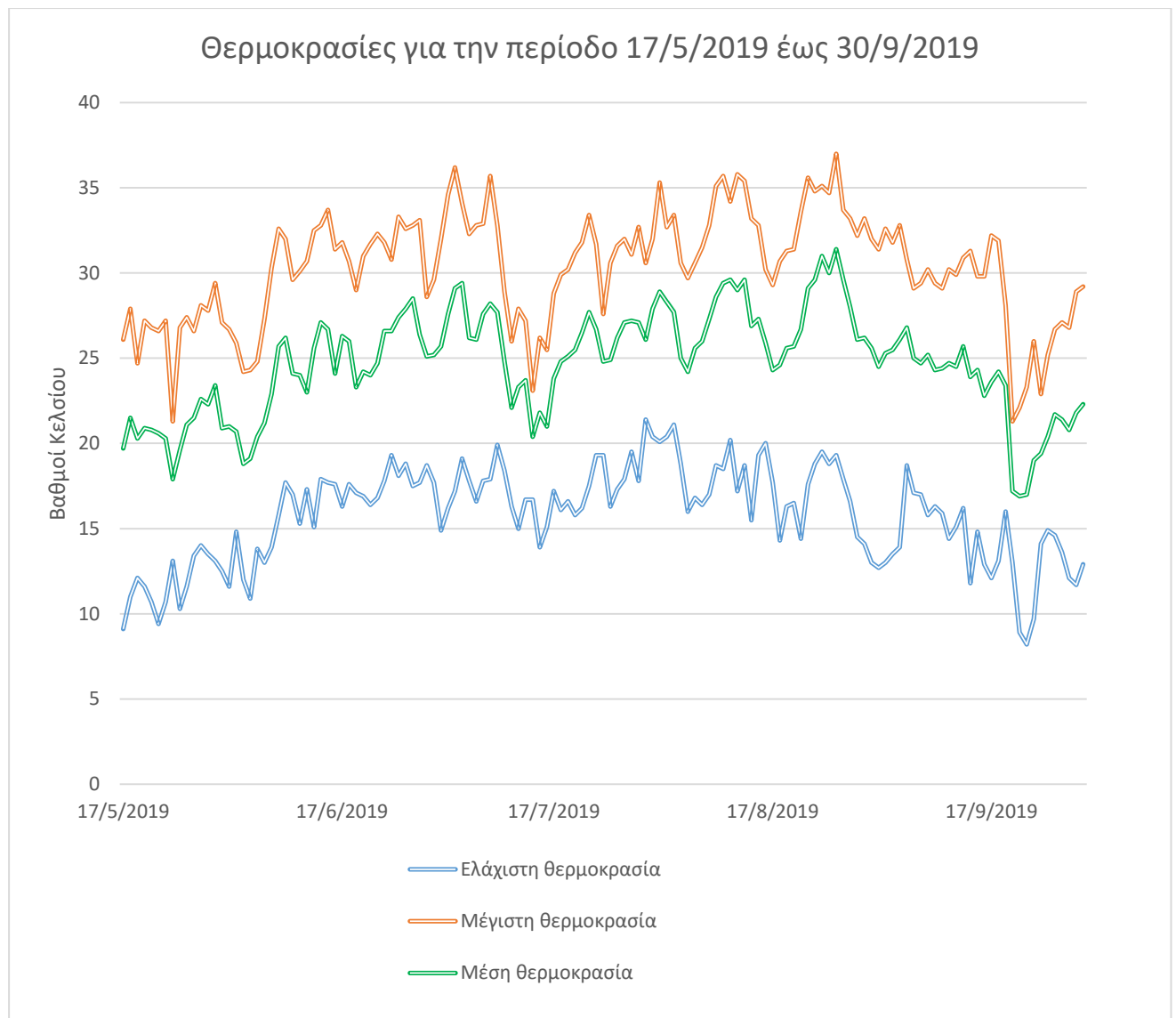
Πίνακας 6 - Μηνιαίες θερμοκρασίες για το 2019

Ενώ τα στατιστικά των παραπάνω θερμοκρασιών για κάθε μήνα είναι:

Μήνας	Τυπική απόκλιση	Πρώτο τεταρτημόριο	Διάμεσος	Πρώτο τεταρτημόριο	Εύρος
Μάιος	1.28	20.3	20.9	21.5	5.5
Ιούνιος	2,54	22.975	24.9	26.45	9.7
Ιούλιος	2,23	24.8	26.1	27.6	9
Αύγουστος	1,99	27.3	27.3	29.4	7.2
Σεπτέμβριος	2,72	21.25	24.05	24.78	9.9

*Πίνακας 7 - Στατιστικά θερμοκρασιών ανά μήνα*

Παρατηρείται ότι ο πιο θερμός μήνας της περιόδου είναι ο Αύγουστος με μέση θερμοκρασία 27,5°C ενώ στο μήνα αυτό παρατηρείται η μικρότερη μεταβλητότητα από τους θερμούς μήνες. Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι ημερήσιες μέσες, ελάχιστες και μέγιστες θερμοκρασίες.



*Διάγραμμα 1 - Ημερήσιες θερμοκρασίες*

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η βροχόπτωση και η υγρασία εδάφους όπως μετρήθηκε από τον εγκατεστημένο μετεωρολογικό σταθμό. Η αρδευτική περίοδος κατά το πρώτο μισό παρουσίασε συχνές βροχοπτώσεις ενώ ο Αύγουστος και το πρώτο δεκαπενθήμερο του Σεπτεμβρίου ήταν ιδιαίτερα ξηρό. Η χαμηλή βροχόπτωση στην περίοδο αυτή σε συνδυασμό με τα χαμηλά επίπεδα υγρασίας που παρουσιάστηκαν, αύξησαν τις ανάγκες αρδευτικού ύδατος, σε αντίθεση με το πρώτο μισό. Συγκεκριμένα, τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού για τη βροχόπτωση είναι:

Μήνας	Μέση ημερήσια βροχόπτωση (mm)	Ημέρες βροχόπτωσης	Μηνιαία βροχόπτωση (mm)	Μέση ημερήσια υγρασία (%)
Μάιος <sup>1</sup>	1,2	3	18	58,75
Ιούνιος	3,79	13	113,8	64,64
Ιούλιος	2,52	9	78,2	60,05
Αύγουστος	0,47	2	14,8	48,27
Σεπτέμβριος	1,56	3	47	55,5
Σύνολο	1,98	30	271,8	57,25

Πίνακας 8 - Μέσες τιμές βροχόπτωσης και υγρασίας

Τα στατιστικά μέτρα που αφορούν στη βροχόπτωση είναι:

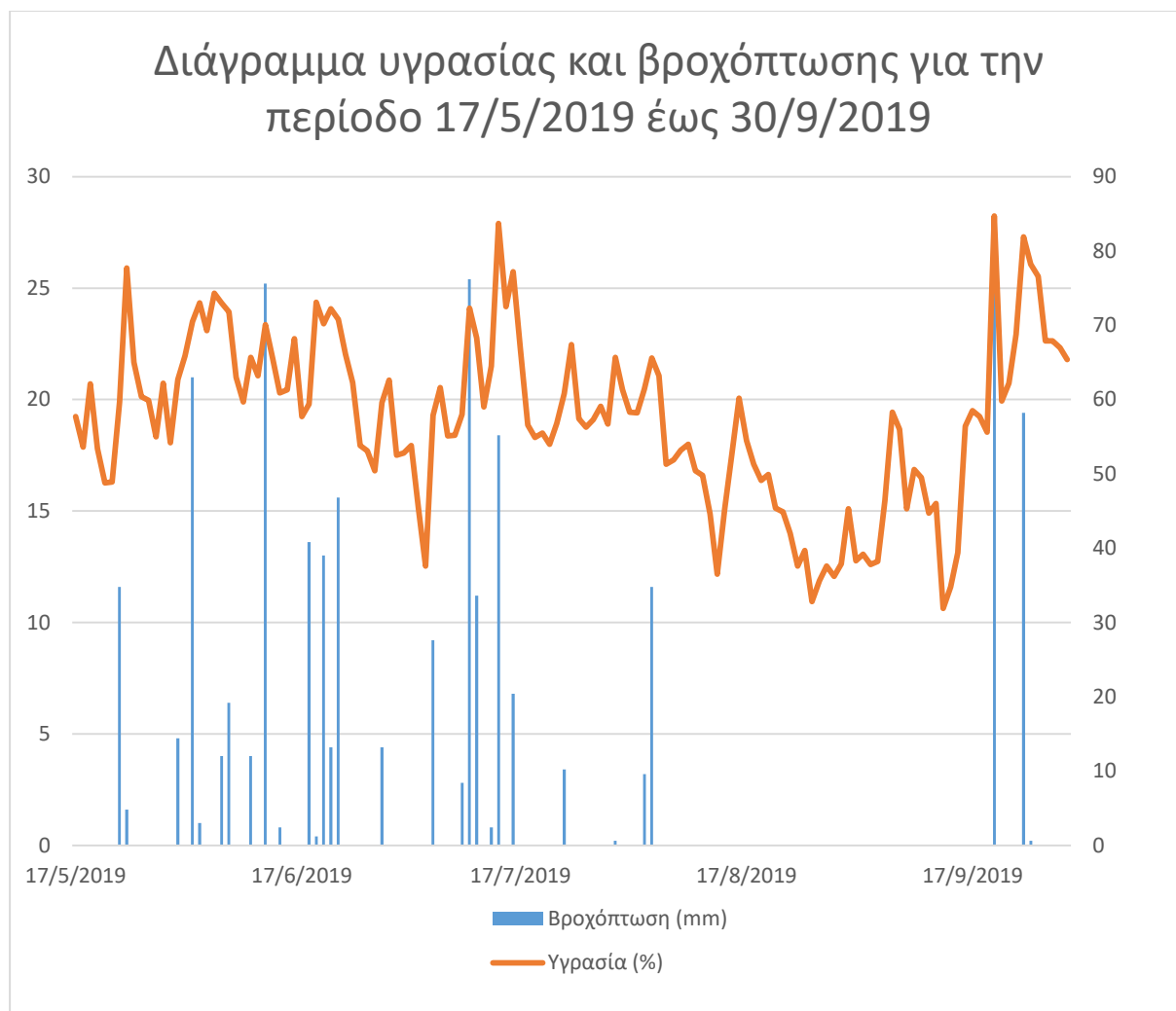
Μήνας	Τυπική απόκλιση	Μέγιστη τιμή	Εύρος
Μάιος	3,03	11,6	11,6
Ιούνιος	6,72	25,2	25,2
Ιούλιος	5,85	25,4	25,4
Αύγουστος	2,11	11,6	11,6
Σεπτέμβριος	5,92	27,4	27,4

Πίνακας 9 - Στατιστικά βροχόπτωσης

Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται το διάγραμμα υγρασίας και βροχόπτωσης για την αρδευτική περίοδο

<sup>1</sup> Αφορά στο διάστημα 17 Μαΐου-31 Μαΐου, ενώ οι υπόλοιποι μήνες μελετώνται ολόκληροι



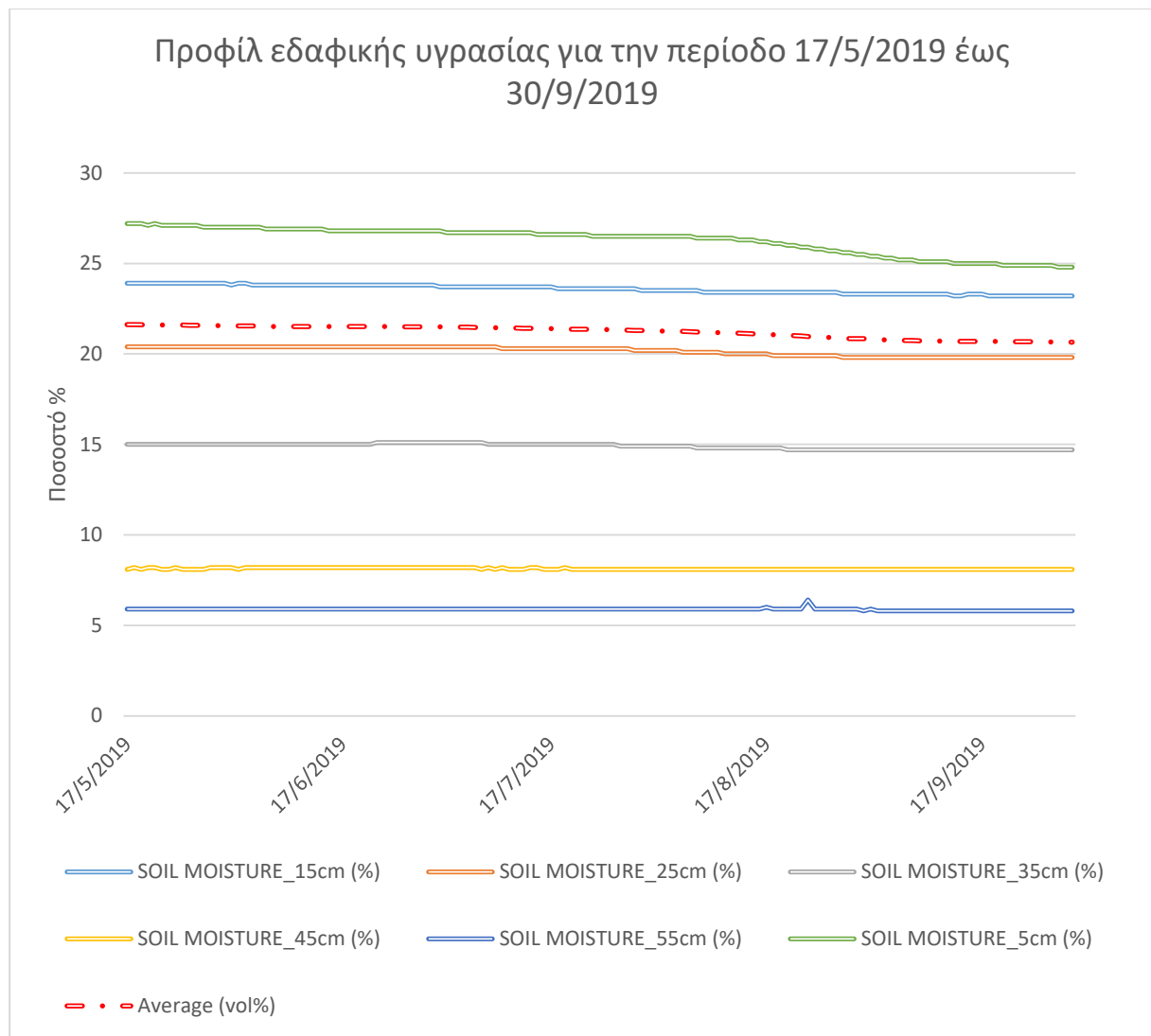


*Διάγραμμα 2 - Διάγραμμα υγρασίας και βροχόπτωσης*

Το έξυπνο σύστημα άρδευσης εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο άρδευσης λειτούργησε αδιάλειπτα από την ημερομηνία ενεργοποίησής του έως και σήμερα. Συγκεκριμένα, εμφάνισε μειωμένη χρήση νερού στο πρώτο μισό της αρδευτικής περιόδου λόγω συχνής βροχόπτωσης και αυξημένης υγρασίας, ενώ κατά την ξηρή περίοδο, οι εισροές αυξήθηκαν προκειμένου να διατηρηθεί η υγρασία εδάφους πάνω από το κατώτατο επιτρεπτό όριο. Για τη λειτουργία του συστήματος, ο αλγόριθμος τροφοδοτείται από τα δεδομένα εδαφικής υγρασίας εδαφικού προφίλ πέντε διαφορετικών οριζόντων. Συγκεκριμένα, λαμβάνονται μετρήσεις από τα παρακάτω βάθη με συχνότητα δειγματοληψίας μία ανά 10 λεπτά:

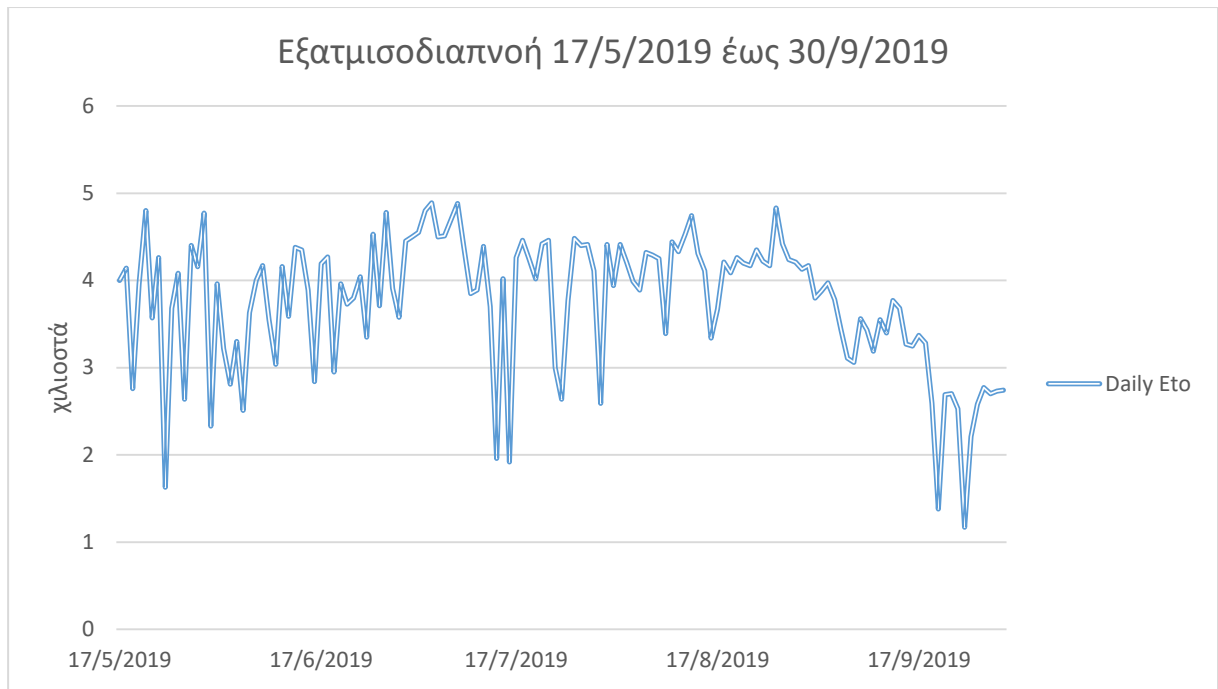
- 5 εκατοστά
- 15 εκατοστά
- 25 εκατοστά
- 35 εκατοστά
- 45 εκατοστά

Από τα παραπάνω μεγέθη υπολογίζεται η μέση τιμή όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3

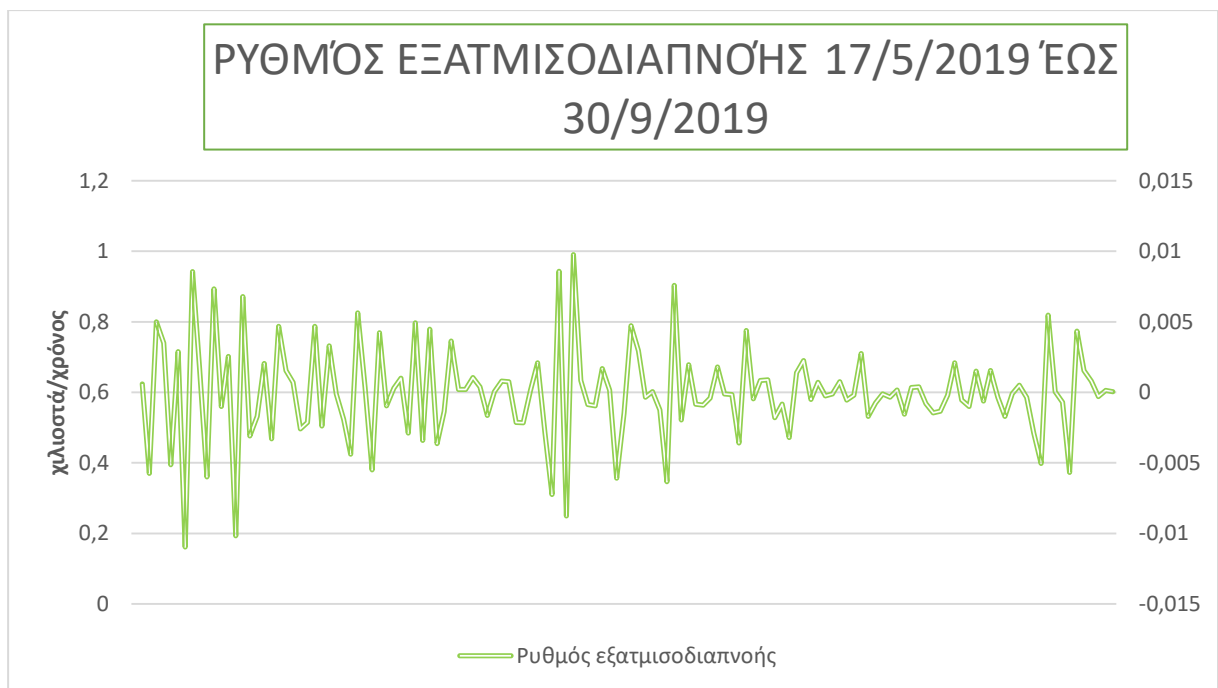


*Διάγραμμα 3 - Προφίλ εδαφικής υγρασίας*

Το έξυπνο σύστημα άρδευσης λόγω της ανάγκης χρήσης του πάρκου τις πρωινές ώρες από το κοινό, λειτουργεί μόνο τις βραδινές ώρες. Επομένως, στο χρονικό διάστημα από τις 00:00 το βράδυ έως και τις 7 το πρωί δίνεται η δυνατότητα άρδευσης του πάρκου. Για τον υπολογισμό των υδατικών αναγκών υπολογίζεται η εξατμισοδιαπνοή με τη χρήση των *thermocouples*. Οι μέσες ημερήσιες τιμές παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 4, ενώ ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής στο Διάγραμμα 5



Διάγραμμα 4 - Διάγραμμα εξατμισοδιαπνοής



Διάγραμμα 5 - ρυθμός εξατμισοδιαπνοής

Οι ανάγκες ύδατος όπως υπολογίστηκαν από τον αλγόριθμο συνοψίζονται στους πίνακες 10 και 11:

Μέσος όγκος αρδευτικού ύδατος	Κυβικά μέτρα	Κυβικά μέτρα/στρέμμα
Ημερήσιος	62.8	5.370275
Εβδομαδιαίος	438.781	37.52189
Μηνιαίος	2417.05	206.6915
Συνολικός	8614.6	736.6684

Πίνακας 10 - Μέσοι όγκοι αρδευτικού ύδατος

Μήνας	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	1 <sup>ο</sup> τεταρτημόριο	Διάμεσος	3 <sup>ο</sup> τεταρτημόριο	range	max
Μάιος	57,16	25.51	30.9	62.3	76.6	87.3	87.7
Ιούνιος	37,44	35.20	0	41.7	72.8	105.8	105.8
Ιούλιος	60,79	45.82	5.7	71.1	75.9	158.9	158.9
Αύγουστος	67,75	20.60	65.1	65.1	86.8	82.8	111.6
Σεπτέμβριος	87,97	22.38	73.25	81.9	95.575	85.4	139.3

Πίνακας 11 - Στατιστικά άρδευσης

Η υψηλή θερμοκρασία στα τέλη Αυγούστου, είχε ως αποτέλεσμα το πρώτο 5νθήμερο του Σεπτεμβρίου να είναι ιδιαίτερα ξηρό με αποτέλεσμα να υπάρχουν αυξημένες ανάγκες ύδατος. Η ύπαρξη των ακραίων τιμών αυτών εξηγούν την παρατηρούμενη υψηλή μέση τιμή.

Ο θερινός μήνας με τις υψηλότερες αρδευτικές ανάγκες είναι ο Αύγουστος καθώς χαρακτηρίζεται από υψηλή μέση τιμή και χαμηλή τυπική απόκλιση. Η παρατήρηση αυτή υποδηλώνει την μη ύπαρξη εξωκεείμενων τιμών, καθώς ο αλγόριθμος επέλεξε να ποτίσει το πάρκο όλες τις μέρες χωρίς πολύ μεγάλες διακυμάνσεις. Το αποτέλεσμα της αρδευτικής πολιτικής που ακολουθήθηκε είναι να διατηρηθεί η εδαφική υγρασία σε σταθερά επίπεδα, μη επιτρέποντας να βρεθεί κάτω από το 20%, όπως φαίνεται και στο Διάγραμμα 3. Στρατηγική αυτή προστάτευσε το φυτό από το υπερβολικό στρεσάρισμα, ενώ εξυπηρέτησε τον αντικειμενικό της στόχο της μείωσης των εισροών. Στο παρακάτω ραβδόγραμμα παρουσιάζεται ο ημερήσιος όγκος νερού.



*Διάγραμμα 6 - Νερό άρδευσης*

Για την εκτίμηση του όγκου του αρδευτικού ύδατος για την αρδευτική περίοδο του Σεπτεμβρίου 2018 συλλέχθηκαν τα μετεωρολογικά δεδομένα για το έτος αυτό από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία. Για τις ημέρες τις οποίες υπήρξε καταγραφή βροχόπτωσης θεωρήθηκε ότι το υφιστάμενο σύστημα άρδευσης δεν τέθηκε σε λειτουργία, ενώ για τις υπόλοιπες ημέρες ως τιμή αναφοράς λήφθηκε η τιμή εξατμισοδιαπνοής προκειμένου να είναι βέβαιη η κάλυψη των αναγκών νερού της καλλιέργειας. Η τιμή υπολογίστηκε σύμφωνα με τα στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και τη μέθοδο υπολογισμού εξατμισοδιαπνοής Penman-Monteith και είναι 5,4 χιλιοστά. Επομένως, τα στοιχεία άρδευσης για την ίδια περίοδο όπως εκτιμήθηκαν είναι:

	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
Συνολική μηνιαία άρδευση (m <sup>3</sup> )	1103	2150	2450	2520	2570
Μέση μηνιαία κατανάλωση ανά στρέμμα (m <sup>3</sup> /στρέμμα)	78.85	183.91	209.58	215.56	219.84

Μέση ημερήσια κατανάλωση ανά στρέμμα (m <sup>3</sup> /στρέμμα)	5.63	6.17	7.04	7.24	7.38
Συνολική κατανάλωση ανά στρέμμα (m <sup>3</sup> /στρέμμα)	94.43	185.34	211.20	217.24	221.55

Πίνακας 12 - Στοιχεία άρδευσης για το 2018

Για το 2018 οι ημέρες βροχόπτωσης ανά μήνα όπως καταγράφηκαν στην ευρύτερη περιοχή της Δράμας από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Σύνολο
Χιλιοστά βροχής	16.4	27	28	17.5	10.4	99.3
Ημέρες	4.65	8.5	5.5	4.8	4.3	27.75

Πίνακας 13- Στατιστικά ΕΜΥ για βροχόπτωση στην περιοχή της Δράμας

Παρατηρείται ότι οι ημέρες βροχόπτωσης είναι σχεδόν ίσες καθώς το 2018 ανήλθαν στις 28 ενώ το 2019 στις 30, την ίδια αρδευτική περίοδο. Η περίοδος όμως του 2019 κρίνεται πιο υγρή, καθώς ο Ιούνιος παρουσίασε έντονες βροχοπτώσεις. Για το λόγο αυτό και οι ανάγκες άρδευσης είναι μικρές. Για τους υπόλοιπους 4 μήνες συγκρίνονται οι μέσοι μηνιαίοι όγκοι αρδευτικού νερού που χρησιμοποιήθηκαν. Σε κάθε περίπτωση, το έξυπνο σύστημα άρδευσης, όπως φαίνεται και στον παρακάτω πίνακα χρησιμοποίησε λιγότερο νερό.

	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Σύνολο
Μηνιαίος όγκος ανά στρέμμα για το 2018	75.85	183.91	209.58	215.56	219.84	894.74
Μηνιαίος όγκος ανά στρέμμα για το 2019	73.34	96.08	161.2	179.66	225.75	736.03

Πίνακας 14- Σύγκριση άρδευσης ανά μήνα 2018 και 2019

Συμπερασματικά, το έξυπνο σύστημα άρδευσης κατά τους ξηρούς μήνες (χωρίς τον Ιούνιο ο οποίος είχε αυξημένη βροχόπτωση κατά το έτος 2019) εξοικονόμησε 80,88 m<sup>3</sup> ανά στρέμμα, και στην περίπτωση του πάρκου συνολικά 945.48 κυβικά μέτρα., δηλαδή 11%.

## 7. Ανάλυση κόστους-οφέλους των εφαρμογών

Η ανάλυση κόστους-οφέλους πραγματοποιείται με σκοπό τη σύγκριση του κόστους και των ωφελειών της υλοποίησης μιας ενέργειας-δράσης.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει μια σταθερή, ενιαία τιμολογιακή πολιτική που καθορίζεται σε κεντρικό επίπεδο, ανάλογα με τις χρήσεις του νερού. Κάθε υπηρεσία ύδρευσης έχει διαφορετική τιμολογιακή πολιτική (ΔΕΥΑ1, ΕΥΔΑΡ2 και ΕΥΑΤΗ3). Βεβαίως, η τιμολόγηση του νερού στην Ελλάδα είναι χαμηλή σε σύγκριση με άλλες ευρωπαϊκές χώρες, ενώ στις περισσότερες περιοχές χρησιμοποιείται η κλιμακωτή τιμολόγηση ως μέτρο ελέγχου της κατανάλωσης. Συνήθως ανακτώνται τα λειτουργικά και διοικητικά έξοδα της υπηρεσίας. Συμπεριλαμβάνεται επίσης ένα μέρος του κόστους κεφαλαίου των δικτύων ύδρευσης και αποχέτευσης, καθώς και των δημοτικών γεωτρήσεων, τα οποία είναι γενικά μη επιδοτούμενα έργα.

Συγκεκριμένα, το Διοικητικό Συμβούλιο κάθε ΔΕΥΑ καθορίζει τιμολόγια για την παροχή ύδρευσης και αποχέτευσης, το οποίο στη συνέχεια εγκρίνεται από το Δημοτικό Συμβούλιο. Μετά τη χωρική επέκταση της ΔΕΥΑ στις περιοχές που εντάχθηκαν στους Δήμους του Σχεδίου Καλλικράτη ή της ομαδοποίησης τους, δεν υπάρχει πλέον ειδική πολιτική τιμολόγησης για τις κοινότητες που χρησιμοποίησαν το δικό τους δίκτυο για τη διανομή νερού και καταβλήθηκαν προσπάθειες για ενοποίηση των τιμών, συμπεριλαμβανομένης της χρέωσης σταθερών τελών. Σε πολλές περιπτώσεις, ιδίως στις αγροτικές περιοχές, επιλέχθηκε η διαφοροποίηση της τιμολόγησης, καθώς η προσπάθεια ενοποίησής τους προκάλεσε σοβαρές εντάσεις. Ο στόχος της πολιτικής τιμολόγησης είναι να καλύψει μέρος του ελάχιστου λειτουργικού κόστους του δικτύου ύδρευσης και αποχέτευσης.

Το τιμολόγιο της ΕΥΔΑΠ συστάθηκε με απόφαση του Υπουργού Οικονομίας και Οικονομικών και του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΓΟ.Β 2008 ΙΙ / 29.9.2008), η οποία επιβεβαίωσε την απόφαση του Διοικητικού Συμβουλίου της εταιρείας, που διορίζονται με αύξηση 3% για το νερό και τιμολογεί πάγιο τέλος, ανάλογα με τη χρήση, καθώς και τις εξαιρέσεις. Τέλος, όσον αφορά την Ε.Υ.Α.Θ. (Εταιρεία Ύδρευσης και Αποχέτευσης Θεσσαλονίκης), η τιμολογιακή πολιτική από το 2001, όταν εισήχθη στο Χρηματιστήριο Αθηνών, περιλαμβάνει τα λειτουργικά έξοδα και την υλοποίηση επενδυτικών σχεδίων. Βάσει του νόμου 2937/2001, η εταιρεία πρέπει να αποφασίσει την τιμολογιακή πολιτική, η οποία εγκρίνεται από τα συνεπικουρικά υπουργεία, ανά πενταετία.

Η Ειδική Γραμματεία Υδάτων βρίσκεται στο στάδιο της επεξεργασίας ενός ενιαίου θεσμικού πλαισίου για τον υπολογισμό των τιμών και των τιμών, με τους Γενικούς Κανόνες, οι οποίοι πρέπει να εγκριθούν από την Εθνική Επιτροπή Υδάτων. Η χάραξη μιας διαχρονικής τιμολογιακής πολιτικής για όλες τις χρήσεις των υδάτων, η οποία εξειδικεύεται από την περιοχή, θα συμβάλει σημαντικά στην επίτευξη των στόχων μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης και στην προώθηση της σημασίας της συμπεριφοράς και της συμβολής όλων των ενδιαφερόμενων μερών (φορέων και χρηστών) διατήρηση του πόρου. Οι πολιτικές καθορισμού των τιμών πρέπει να έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά που συχνά αντιβαίνουν μεταξύ τους, ώστε να αντανακλούν το συνολικό κόστος, αλλά ταυτόχρονα να είναι κοινωνικά δίκαιες, να κινούνται προς την αειφορία και να προωθούν την αποταμίευση, να γίνονται εύκολα κατανοητά και αποδεκτά από τους πολίτες.



Ωστόσο, έχει αποδειχθεί ότι είναι πολύ δύσκολο και περίπλοκο να υπολογιστεί στην περίπτωση του νερού, το περιβαλλοντικό κόστος και το κόστος των φυσικών πόρων. Στο πλαίσιο της προετοιμασίας των σχεδίων διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών έχει γίνει μια αρχική κοστολόγηση του συνολικού κόστους των υδάτων, με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές της οδηγίας πλαισίου για τα ύδατα.

Η αυξημένη χρέωση για κατανάλωση πέραν ενός ορίου αποτελεί σημαντικό εργαλείο διαχείρισης για την πρόληψη της σπατάλης και ταυτόχρονα εξασφαλίζει πόρους για τη χρηματοδότηση των βιώσιμων πολιτικών για το νερό και την προστασία των οικοσυστημάτων (επαναχρησιμοποίηση κ.λπ.). Ωστόσο, δεν μπορεί από μόνη της να λειτουργήσει ως αποτρεπτικό μέσο. Σημαντικός παράγοντας προς αυτή την κατεύθυνση συνδυάζεται με προγράμματα ευαισθητοποίησης, πληροφόρησης και εκπαίδευσης, καθώς ένα διοικητικό μέτρο δεν επαρκεί για τη δημιουργία μιας νέας σχέσης μεταξύ πολιτών / χρηστών με το νερό.

Σημαντικές ποσότητες νερού χάνονται κατά την άρδευση χώρων πρασίνου των πόλεων λόγω της εξάτμισης και της απορροής. Η αιτία είναι η έλλειψη διαχείρισης των υδάτων. Η εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών άρδευσης στους χώρους αυτούς προωθεί τη μειωμένη εξάρτηση από την παροχή νερού και από τις εκάστοτε υποδομές των Δήμων.

Η μετατροπή των αστικών τοπίων σε βιώσιμους βρώσιμους χώρους πρασίνου δημιουργεί αυτό που είναι γνωστό ως “living sponge” (Brand Landcaster). Το έδαφος γονιμοποιείται οργανικά βελτιώνοντας την υγεία και τη διαπερατότητα του, επιτρέποντας στο νερό να διεισδύσει. Καθώς το νερό διεισδύει στο έδαφος, περνάει από μια φυσική διαδικασία καθαρισμού και επαναφορτίζει τα υπόγεια ύδατα στον χώρο. Η επιβράδυνση και η συγκράτηση του νερού στην περιοχή προωθεί την ενίσχυση και εξάπλωση της ρίζας, βελτιώνοντας την ανοχή της ξηρασίας των φυτών (άρθρο Waterfall), με στόχο τη διανομή του νερού και την ποσότητα. Αυτές οι πρακτικές νερού οδηγούν σε δημιουργία αποθέματος υδάτων, αυξημένη διείσδυση νερού και υγρασία του εδάφους και αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών από έδαφος πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και κατάλληλες ανάγκες σε νερό.

Με πλήρη οικονομική ανάλυση είναι δυνατόν να εκτιμηθούν και τα άμεσα οφέλη, όπως η μείωση της ποσότητας του νερού άρδευσης. Πρέπει όμως να ληφθούν υπόψη και έμμεσα οφέλη, όπως την ανάδειξη των χώρων πρασίνου, με πιθανό αποτέλεσμα υψηλότερο επίπεδο τουρισμού.

Επομένως, τα οφέλη της εφαρμογής του έξυπνου συστήματος άρδευσης δεν περιορίζονται μόνο στη σωστή διαχείριση των υδάτων, στην ορθή αποταμίευση αυτών και στη δυνατότητα εξασφάλισης νερού για άλλες χρήσεις πέραν της άρδευσης του πάρκου, αλλά ταυτόχρονα επιτυγχάνει την εξασφάλιση καλύτερου αισθητικού αποτελέσματος, το οποίο βασίζεται στην κάλυψη του πάρκου με εμφανώς αναζωογονημένα, υγιή και ανθεκτικά φυτά.

## 9. Προτάσεις βελτιστοποίησης

### Παρακολούθηση της συλλογής δεδομένων και της τηλεμετρίας

Η σημασία της αξιοποίησης της πληροφορίας στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις υδάτινες πηγές είναι ιδιαίτερα σημαντική για την αποτελεσματική διαχείριση του αστικού ύδατος. Οι απαιτήσεις για την αποδοτική χρήση ύδατος περιλαμβάνουν τη συλλογή δεδομένων και την περιγραφή των χαρακτηριστικών της χρησιμοποιούμενης πηγής ύδατος. Για το λόγο αυτό, απαιτείται συστηματική λήψη πληροφοριών για την ανάπτυξη ενός επιτυχημένου προγράμματος αποτελεσματικής διαχείρισης αστικού νερού.

Με την καταγραφή ή την εκτίμηση υψηλής ακριβείας της κατανάλωσης νερού, μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματική κάλυψη των αναγκών, με γνώμονα την εξοικονόμηση ύδατος. Προκειμένου να υπολογιστεί με ακρίβεια η χρήση νερού, χρειάζεται η ποσοτικοποίηση των παρακάτω:

- Υπολογισμός των απωλειών
- Πρόβλεψη μελλοντικών αναγκών
- Προσδιορισμός περιοχών για αποτελεσματικότερη χρήση του νερού.
- Αξιολόγηση της τήρησης της στρατηγικής αποτελεσματικής χρήσης νερού
- Περιγραφή των χαρακτηριστικών της χρησιμοποιούμενης παροχής νερού
- Ορθότητα λήψης αποφάσεων διαχείρισης νερού

Τα συστήματα άρδευσης αποτελούνται κατά κύριο λόγο από ένα διασυνδεδεμένο δίκτυο σωλήνων, δεξαμενών, αντλιών, βαλβίδων και άλλων υδραυλικών στοιχείων, μέσω των οποίων μεταφέρεται το νερό στους τελικούς κόμβους άρδευσης (πχ ψεκαστήρες, σταλάκτες κλπ.). Τα στοιχεία αυτά διακρίνονται σε «ενεργά» και «παθητικά». Τα ενεργά στοιχεία είναι αυτά τα οποία ελέγχουν τη ροή και την πίεση του νερού, σε συγκεκριμένα μέρη του δικτύου, έτσι ώστε να ανταποκριθούν στις ανάγκες άρδευσης. Τα παθητικά στοιχεία δέχονται τις επιδράσεις χρήσης των ενεργών στοιχείων. Η παρακολούθηση των στοιχείων αυτών με χρήση συστημάτων τηλεμετρίας, μπορεί να εξυπηρετήσει στη συντήρηση του δικτύου, των εντοπισμό βλαβών, και στην αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων για τη διαχείριση του αστικού νερού.

Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται βέλτιστος έλεγχος των δικτύων ύδρευσης για τη δημιουργία στρατηγικών ελέγχου, για την εξασφάλιση της καλής λειτουργίας του δικτύου, επιτυγχάνοντας παράλληλα ορισμένους στόχους απόδοσης, οι οποίοι μπορεί να περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα:

- Ελαχιστοποίηση του κόστους άντλησης
- Μεγιστοποίηση της ποιότητας νερού, ρύθμιση της πίεσης και πρόληψη διαρροών και άλλων βλαβών, κλπ

### Μείωση των διαρροών

Η διαρροή στα συστήματα άρδευσης αποτελεί κοινό πρόβλημα, μειώνοντας την αποδοτικότητα των υδάτινων πόρων. Αν και η εξάλειψη της διαρροής εξ ολοκλήρου είναι ένας μη ρεαλιστικός στόχος, λόγω του κόστους, η ουσιαστική μείωση της διαρροής είναι ένα κρίσιμο μέρος της διαχείρισης του αστικού νερού.

Η ποσοτικοποίηση «απώλειας διανομής» ενός συστήματος, μπορεί να υπολογιστεί έμμεσα ως η διαφορά μεταξύ του παραγόμενου πόσιμου νερού και της μέτρησης τελικού χρήστη. Στην κλίμακα της διαχείρισης αστικού πρασίνου, το σύνολο των διαρροών μπορεί να εκτιμηθεί με τη βοήθεια των μετρήσεων τηλεμετρικών οργάνων και του

έξυπνου συστήματος άρδευσης, καθώς γίνεται εφικτή η καταγραφή της χρήσης νερού σε πραγματικό χρόνο.

### Βελτιστοποίηση του συστήματος άρδευσης

Το έξυπνο σύστημα άρδευσης, σχεδιάστηκε με τρόπο τέτοιο ώστε να είναι προσαρμόσιμο σε διαφορετικές ανάγκες άρδευσης της περιοχής ενδιαφέροντος. Ως αυτόνομο σύστημα μπορεί να μεταφερθεί και να εγκατασταθεί σε διαφορετικούς χώρους αστικού πρασίνου, έπειτα από παραμετροποίηση του αλγορίθμου άρδευσης σύμφωνα με τις ανάγκες της αρδευόμενης έκτασης.

Το έξυπνο σύστημα άρδευσης μπορεί να λειτουργήσει ως σύστημα ελέγχου ενός δικτύου μικρότερων υποσυστημάτων, μπορεί αρχικά να εγκατασταθεί, υπό την απαιτούμενη παραμετροποίηση, σε χώρους αστικού πρασίνου παρόμοιων χαρακτηριστικών, με απώτερο στόχο τη δημιουργία ενός συστηματοποιημένου και προτυποποιημένου δικτύου παρακολούθησης και χειρισμού της αρδευτικής διαδικασίας των χώρων αστικού πρασίνου μιας ευρύτερης διοικητικής ενότητας.

Η εφαρμογή του συστήματος άρδευσης μπορεί να επεκταθεί και σε άρδευση καλλιεργήσιμων εκτάσεων, εξυπηρετώντας τις επιταγές της γεωργίας μειωμένων εισροών και της γεωργίας ακριβείας. Λόγω της ικανότητας διασύνδεσης με μία μεγάλη ποικιλία αισθητήριων οργάνων παρακολούθησης των αγρο-μετεωρολογικών μεταβλητών, καθώς και η αποστολή των μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο στο σύστημα ελέγχου του έξυπνου συστήματος άρδευσης, το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί ακόμη και σε καλλιέργειες με ιδιαίτερων αρδευτικών αναγκών.

Σε περιπτώσεις που τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά δεν επιτρέπουν καλωδιακή σύνδεση μεταξύ του κυρίως κόμβου με τους περιφερειακούς, το σύστημα άρδευσης μπορεί να στηθεί σύμφωνα με τα πρωτόκολλα λειτουργίας του Διαδικτύου των Πραγμάτων "IoT". Έτσι, το σύστημα μετατρέπεται σε ένα σύνολο διασυνδεδεμένων συσκευών, αυξάνοντας την διαλειτουργικότητά του και τις ικανότητες διασύνδεσής του με μια πληθώρα συσκευών. Παράλληλα, το σύστημα ελέγχου μπορεί να τροποποιηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αξιοποιήσει τις σύγχρονες υπηρεσίες νέφους (Cloud services). Έτσι, μεταμορφώνεται το σύστημα ελέγχου και συλλογής πληροφοριών, σε ένα ενοποιημένο σύστημα ελέγχου και συλλογής πληροφοριών, το οποίο θα συλλέγει, θα επεξεργάζεται και θα αναλύει τα αγρομετεωρολογικά δεδομένα του δικτύου αισθητήριων. Επίσης, μπορούν να συνδυαστούν οι ληφθείσες μετρήσεις με δεδομένα διαφορετικών πηγών (για παράδειγμα ανοιχτές βάσεις εδαφικών ή κλιματικών δεδομένων, πρόγνωση καιρού) προκειμένου να προσδιοριστούν με μεγαλύτερη ακρίβεια οι ανάγκες σε αρδευτικό νερό, και να γίνει αποτελεσματικότερος προγραμματισμός. Παράλληλα, λόγω της αδιάλειπτης λειτουργίας των υπηρεσιών νέφους συνεπικουρούμενης από τις υψηλές υπολογιστικές δυνατότητες των σύγχρονων εξυπηρετητών νέφους (cloud server), αυξάνεται η επιχειρησιακή ευελιξία του εγχειρήματος καθώς επίσης επιταχύνεται η διαδικασία λήψης απόφασης. Παράλληλα, επιτυγχάνεται η διασφάλιση της αποθήκευσης και συντήρησης των συλλεχθέντων μετρήσεων.

### Συντήρηση του συστήματος άρδευσης

Για την ομαλή λειτουργία του συστήματος έξυπνης άρδευσης συνίσταται η τήρηση των διεργασιών συντήρησης όπως περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα:

A/A	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
1	Καθαρισμός περιμέτρου σταθμού (χόρτα και λοιπά φερτά)	3μηνιαία (Οκτώβριο-Μάρτιο), μηνιαία (Απρίλιο-Σεπτέμβριο)
2	Καθαρισμός ηλιακών πάνελ	Μηνιαία
3	Έπακκινηση datalogger	Όταν προκύπτει σφάλμα στη λειτουργία του συστήματος
4	Έλεγχος τάσης μπαταρίας σταθμού	Μηνιαία
5	Καθαρισμός πυρανόμετρου	Κάθε 2 εβδομάδες
6	Καθαρισμός αισθητηρίου Θερμοκρασίας-Υγρασίας	Κάθε 2 εβδομάδες
7	Έλεγχος Θερμοκρασίας με φορητό θερμόμετρο	Κάθε 2 εβδομάδες
8	Καθαρισμός βροχόμετρου	Κάθε 2 εβδομάδες

Πίνακας 15 - Πρωτόκολλο συντήρησης



**ΓΙΟΥΡΟΑΞΙΟΝ Α.Ε.**  
**ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ**  
 ΑΝ. ΠΑΠΑΝΔΡΕΟΥ 14 Τ.Κ. 611 00 ΚΙΛΚΙΣ  
 ΤΗΛ.: 23410 25882 - FAX: 23410 75107  
 Β. ΟΛΓΑΣ 281 & ΚΥΜΗΣ 8 - 546 55 ΘΕΣ/ΝΙΚΗ  
 ΤΗΛ.: 2310 425371 - FAX: 2310 425372  
 www.euroaction.gr  
 Α.Φ.Μ.: 998560896 - Δ.Ο.Υ.: ΚΙΛΚΙΣ  
 ΑΡ. Μ.Α.Ε. 62991/55/Β/07/04

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ✚ Chávez-Morales, J., Mariño, M. A., & Holzapfel, E. A. (1987). Planning model of irrigation district. *Journal of irrigation and drainage engineering*, 113(4), 549-564.
- ✚ COM(2001) 264 - Ανακοίνωση της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 15ης Μαΐου του 2001 με θέμα την αειφόρο ανάπτυξη της Ευρώπης για έναν καλύτερο κόσμο - Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την αειφόρο ανάπτυξη.
- ✚ COM(2007) 414 - Ανακοίνωση της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 18ης Ιουλίου του 2007 με θέμα την αντιμετώπιση του προβλήματος της λειψυδρίας και της ξηρασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση.
- ✚ COM(2012) 673 - Ανακοίνωση της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 14ης Νοεμβρίου του 2012 με θέμα τη δημιουργία προσχέδιου για τη διαφύλαξη των υδατικών πόρων της Ευρώπης.
- ✚ COM(2013) 216 - Ανακοίνωση της Επιτροπής Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, της 16ης Απριλίου του 2013 με θέμα τη Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή
- ✚ Davis, S.L. & Dukes, M.D. (2010) Irrigation Scheduling Performance by Evapotranspiration-based Controllers. *Agricultural Water Management* 98:19-28
- ✚ Davis, S.L., Dukes, M.D. & Miller, G.L. (2009) Landscape Irrigation by Evapotranspiration-based Irrigation Controllers under Dry Conditions in Southwest Florida. *Agricultural Water Management* 96:1828-1836
- ✚ DIRECTIVE 2000/60/EC - Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000 για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, καθώς και τις σχετικές πράξεις τροποποίησης της εν λόγω Οδηγίας (Αποφάσεις 2455/2001/ΕΚ και 2008/32/ΕΚ)

- ✚ Ζάγκας Θ. (1998) Συμβολή του αστικού και περιαστικού πρασίνου στην ποιότητα ζωής μας. Πρακτικά Ημερίδας Πράσινο και Τοπική Αυτοδιοίκηση. ΓΕΩΤΕΕ, Παράρτημα Ανατολικής Μακεδονίας, Καβάλα, σελ. 33-40.
  
- ✚ Νόμος 3199/2003 «Προστασία και διαχείριση των υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000». (ΦΕΚ Α' 280/9.12.2003).
  
- ✚ Π.Δ. 51/2007 - Καθορισμός μέτρων και διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/60/ΕΚ «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000.
  
- ✚ ΠΕΤΕΠ 10-06-02-01 (05-2006) – Άρδευση φυτών
  
- ✚ Υ.Α. 182314/1241/2016 - Τροποποίηση του Παραρτήματος ΙΙ του άρθρου 8 της υπ' αριθ. 39626/2208/2009 κοινής υπουργικής απόφασης (Β'2075), σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2014/80/ΕΕ «για την τροποποίηση του παραρτήματος ΙΙ της οδηγίας 2006/118/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με την προστασία των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση και την υποβάθμιση» της Ευρωπαϊκής Επιτροπής της 20ης Ιουνίου 2014.