

Παραδοτέο 3.2.1 Διερεύνηση και δημιουργία πρωτοκόλλου για την παροχή κατευθύνσεων προς την ομάδα έργου και εξειδίκευση της μεθοδολογίας για τη συνιστώμενη αρδευτική δόση, μέσω της χρήσης έξυπνων εργαλείων
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

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

Οκτώβριος 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

EXECUTIVE SUMMARY	3
Το Διασυνοριακό Πρόγραμμα Ευρωπαϊκής Εδαφικής Συνεργασίας «Ελλάδα - Βουλγαρία 2014 -2020».....	7
Το έργο «LYSIS».....	17
Εταίροι του έργου «LYSIS»	19
1. Εισαγωγή.....	19
1.1 Περιοχή μελέτης	21
1.2 Γεωγραφική θέση του πάρκου	24
1.3 Στοιχεία κατανάλωσης νερού άρδευσης.....	26
2. Καταγραφή των υφιστάμενων πρακτικών αστικής άρδευσης στην αιχμή της τεχνολογικής ανάπτυξης και ανάλυση των πλεονεκτημάτων τους.....	27
2.1 Αστική άρδευση	27
2.2 Οφέλη του αστικού πρασίνου και ο ρόλος του νερού	28
2.3 Ομοιομορφία άρδευσης	29
2.4 Άρδευση ακριβείας	31
2.5 Εναλλακτικοί τρόποι άρδευσης	34
3. Ανάδειξη των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την έξυπνη άρδευση ..	39
3.1 Τηλεπισκόπηση.....	39
3.2 Διαθέσιμοι απομακρυσμένοι και εκ το σύνεγγυς αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στην γεωργία ακριβείας	40
3.3 Πλεονεκτήματα και υπηρεσίες που προσφέρει η τηλεπισκόπηση στην γεωργία ακριβείας.....	42
3.4 Τηλεπισκόπηση σε χώρους αστικού πρασίνου	46
4. Ανάλυση και αξιολόγηση υφιστάμενου θεσμικού πλαισίου	48
4.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία	48
4.2 Νομικό πλαίσιο στον ελληνικό χώρο.....	52
5. Συγγραφή μεθόδου επεξεργασίας τηλεμετρικών δεδομένων και των αρχών στις οποίες θα βασιστεί ο αλγόριθμος έξυπνης άρδευσης	56
5.1 Βαθμονόμηση συστημάτων τηλεμετρικής παρακολούθησης και αποσφαλμάτωση δεδομένων.....	56
5.2 Κριτήρια καθορισμού μεθοδολογιών βαθμονόμησης	58
5.3 Κριτήρια καθορισμού μεθοδολογιών αποσφαλμάτωσης.....	60
5.4 Εναρμόνιση δεδομένων	60
6. Δημιουργία πρωτοκόλλου βέλτιστης αρδευτικής δόσης.....	61
6.1 Μη μεταβλητές παράμετροι.....	62
6.2 Μεταβλητές παράμετροι.....	63
6.3 Αλγόριθμος βέλτιστης αρδευτικής δόσης.....	65
6.4 Έλεγχος αλγορίθμου και συστήματος άρδευσης	66
6.5 Άλλες προτεινόμενες ενέργειες	67
BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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 3.2.1 Study and protocol for irrigation recommendation with the use of smart systems.

The deliverable is divided into the following sections:

- a) Introduction
- b) Record the existing water supply system at the cutting edge of technological development and analysis of their advantages
- c) Emphasizing the technologies used for "smart" irrigation
- d) Analysis and evaluation of an existing institutional framework
- e) Writing a telemetry data processing method and the principles on which the smart irrigation algorithm will be based
- f) Create an optimal irrigation dose protocol

The purpose of the deliverable through the above sections is the implementation of a design study for municipality's parks' water aiming at simultaneously reduces losses. For this purpose the implementation and planning of a control system for irrigation water of green urban areas will be developed, which optimizes water consumption and ensures the necessary amount of irrigation for the area under study.

To achieve the design and study of the technical implementation, initially the already existed urban irrigation systems will be analyzed and described, as well as the new technologies that could be used for the "smart" irrigation system. Then the legal framework for water resources in Greece will be analyzed and described while taking into account the European legislation. Reference will be made to the metrics and data processing of telemetry stations. Finally, a detailed description of the method and

*Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ)
και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής
Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"*

principles will take place for the development of the irrigation algorithm with emphasis on its parameters.

Study Area

Geographic Information

The study area of the existing project is the park of Dendropotamos. The park of Dendropotamos is centrally located in the area of Stavroupolis in the western part of the Municipality of Pavlos Melas, Thessaloniki's Building Complex.

Geographical position

On August 22, 1986 published by the town planning decree determining the location and extent of the park of Dendropotamos. The area occupied by the park of Dendropotamos amounts to 11.096 m² with a deviation of $\pm 307.54\text{m}^2$.

Irrigation water consumption data

The watering of the park's green areas takes place from May until September.

Water consumption concerns flower beds, lawns, ornamental plants and trees.

Record the existing water supply system at the cutting edge of technological development and analysis of their advantages

For a holistic approach and understanding of the subject, will be carried out an extensive literature review, both in Greek and in the international literature. The technologies that are widely used to irrigate the urban environment will be presented and described, highlighting their strengths and their weaknesses, the parameters they use and the elements from which they are composed. The aim is to give an overview of the possible irrigation methods in the urban environment, their development with the advancement of technology and their importance in the context of the sustainable management of water resources.

Emphasizing the technologies used for “smart” irrigation

Smart irrigation ensures the "health" of plants, saving water resources, reducing energy consumption and irrigation costs. It is a method that is becoming increasingly accepted by the scientific community as a way of sustainable development. For the implementation of the method and the achievement of the desired result, will be used a number of technological tools such as Global Positioning Systems (GPS), Geographic Information Systems (GIS), Loggers and Sensors, Remote Sensing, Satellite Systems and robotics. In this module, these tools will be fully recorded and presented, as their role and importance will be described for the correct implementation of precision irrigation.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A “Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020”

Analysis and evaluation of an existing institutional framework

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.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

Writing a telemetry data processing method and the principles on which the smart irrigation algorithm will be based

Taking into account the Greek and international legislation for the monitoring of water resources as discussed above, as well as the Greek and international experience on water monitoring in urban fabric, models will be developed, on which the smart irrigation algorithm will be based, and will ensure the correct processing of telemetry data. This will include:

- ✓ Calibration of telemetric monitoring and data debugging systems
- ✓ Criteria for determining calibration methodologies
- ✓ Criteria for defining debugging methodologies
- ✓ Data harmonization
- ✓ Create an optimal irrigation dose protocol

The design of a protocol 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 determine the optimal irrigation dose, therefore, different parameters have to be taken into account. The recording of values for non-variable parameters, such as soil composition and depth, slope of the soil, the type of plants with their properties and the height of the underground aquifer, is the first stage, which will also define the pilot's operational specifications. The second stage of the protocol consists of the recording of variable parameters, such as temperature, salinity, soil and air humidity, meteorological conditions, wind conditions and water quality. At this stage, water requirements will be defined and the requirement of the protocol for determining the optimal irrigation dose using the algorithm will be met. The final stage of the protocol will be its monitoring and development, by collecting data on plant status and analysis of the results.

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 km² 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

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A “Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020”



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 κατοίκους) 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

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A “Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020”

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 βουλγαρική 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).

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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 Πλόβντιβ) 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

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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 «Τσερνοέτσες 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 κατολίσθηση 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 υγρότοποι 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 -

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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 II-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

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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 E2020 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.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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

*Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ)
και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής
Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"*

ΑΞΟΝΑΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ	ΘΕΜΑΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ	ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΕΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ
1 - Ανταγωνιστική και Καινοτόμος Διασυνοριακή Περιοχή	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
2 - Βιώσιμη Διασυνοριακή Περιοχή	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
3 - Διασύνδεση διασυνοριακής περιοχής	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
4 - Μια διασυνοριακή περιοχή χωρίς κοινωνικούς αποκλεισμούς	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 συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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)

1. Εισαγωγή

Ο κεντρικός ρόλος που κατέχουν οι πόλεις της Ευρώπης στα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής και της βιώσιμης ανάπτυξης γίνεται κατανοητός, αν λάβουμε υπ' όψη ότι τις τελευταίες δεκαετίες, οι αστικές περιοχές έχουν καταγράψει ραγδαία αύξηση της έκτασης

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

και του πληθυσμού τους, με το 80% περίπου του ευρωπαϊκού πληθυσμού να συγκεντρώνεται πλέον στις πόλεις. Οι πόλεις έχουν εξελιχθεί σε βασικά κέντρα υποδομών, αγορών, πολιτισμού, αλλά και αναψυχής. Η ραγδαία αυτή αύξηση σε συνδυασμό με την επέκταση και την ενίσχυση του αστικού ιστού, δημιουργεί κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά προβλήματα και έτσι οι πόλεις καλούνται να αντιμετωπίσουν τη συνεχή πρόκληση της βελτίωσης του βιοτικού τους επιπέδου.

Η Ελλάδα μετρά, ήδη, σχεδόν πενήντα χρόνια αλλοίωσης έως και καταστροφής, τόσο του βεβαρημένου αστικού χώρου, όσο και των στοιχείων του περιβάλλοντος που εμπεριείχε αυτός ο χώρος ή που τον περιέβαλε. Κοινή πεποίθηση είναι, ότι απαιτείται ένα νέο μοντέλο αστικής ανάπτυξης βασισμένο στην αξιοποίηση καινοτόμων τεχνολογιών και λύσεων για τη βελτίωση των λειτουργιών της πόλης, της ποιότητας ζωής των πολιτών και την προστασία των φυσικών πόρων και του περιβάλλοντος.

Το νερό αποτελεί δημόσιο αγαθό και η ορθολογική του διαχείριση στον αστικό ιστό είναι μείζονος σημασίας, καθώς αποτελεί ένα μοναδικό και ιδιαίτερο φυσικό πόρο. Ταυτόχρονα, είναι απαραίτητο σε όλα τα έμβια όντα, είναι αναγκαία προϋπόθεση για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη, δεν μπορεί να αντικατασταθεί με κάτι άλλο και δεν μπορεί να παραχθεί σε μεγάλες ποσότητες. Δεν πρόκειται για έναν κλασικό οικονομικό πόρο, αλλά πρωτίστως για ένα περιβαλλοντικό αγαθό, που εμπεριέχει εντούτοις σημαντικές οικονομικές παραμέτρους, λόγω των αναγκών ορθής διαχείρισης, επεξεργασίας, μεταφοράς και διανομής του. Παρόλα αυτά, η κλιματική αλλαγή, η κακή διαχείριση του φυσικού πόρου, η αλόγιστη χρήση και κατασπατάληση, η μόλυνση και ρύπανση έχουν σαν αποτέλεσμα τη συνεχή μείωση των διαθέσιμων ποσοτήτων, την ποιοτική υποβάθμισή τους, την ανάγκη μεταφοράς υδατικών πόρων από μεγάλες αποστάσεις με μεγάλο περιβαλλοντικό αντίκτυπο, αλλά και οικονομικό κόστος. Στον ελληνικό χώρο, η υφαλμύρωση των υπόγειων διαθέσιμων υδατικών πόρων (ιδιαίτερα σε μεγάλο βάθος), οι σημαντικές απολήψεις και μόλυνση των επιφανειακών υδάτων, η μη αξιοποίηση των μη συμβατικών υδάτων και τέλος η κλιματική αλλαγή με τις μεγάλες διακυμάνσεις που προκαλεί στις εποχές και στις ποσότητες των βροχοπτώσεων, έχουν φέρει πολλά και μεγάλα ορατά πλέον προβλήματα.

Αποτέλεσμα των παραπάνω είναι η επιτακτική ανάγκη για ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων σε αστικό και ημιαστικό περιβάλλον. Η άρδευση του αστικού πρασίνου, παρόλο που είναι υπεύθυνη για μικρό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης νερού, εφαρμόζεται ελλιπώς με πολλά, μεγάλα και σύνθετα προβλήματα, περισσότερο από κάθε άλλη φορά. Απόρροια των παραπάνω είναι ότι πρέπει να επέμβουμε άμεσα, σχεδιάζοντας και προωθώντας μια νέα αντίληψη στη βιώσιμη διαχείριση της χρήσης του αστικού και ημιαστικού νερού, αναπτύσσοντας μια νέα πολιτική και κουλτούρα στη χρήση του νερού άρδευσης. Αυτή η αντίληψη κερδίζει συνεχώς νέους υποστηρικτές σε όλα τα επίπεδα της κοινωνικής δομής.

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 3.2.1 “Study and protocol for irrigation recommendation with the use of smart systems” (Διερεύνηση και δημιουργία πρωτοκόλλου για την παροχή κατευθύνσεων προς την ομάδα έργου και εξειδίκευση της μεθοδολογίας για

τη συνιστώμενη αρδευτική δόση, μέσω της χρήσης έξυπνων εργαλείων). Συγκεκριμένα, το παραδοτέο αυτό υλοποιείται στο πλαίσιο της από 10/09/2018 σύμβασης μεταξύ του Δήμου Παύλου Μελά και της εταιρείας EUROACTION.

Το παραδοτέο χωρίζεται στις εξής ενότητες:

- 1) Εισαγωγή
- 2) Καταγραφή των υφιστάμενων πρακτικών αστικής άρδευσης στην αιχμή της τεχνολογικής ανάπτυξης και ανάλυση των πλεονεκτημάτων τους
- 3) Ανάδειξη των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την έξυπνη άρδευση
- 4) Ανάλυση και αξιολόγηση υφιστάμενου θεσμικού πλαισίου
- 5) Συγγραφή μεθόδου επεξεργασίας τηλεμετρικών δεδομένων και των αρχών στις οποίες θα βασιστεί ο αλγόριθμος έξυπνης άρδευσης
- 6) Δημιουργία πρωτοκόλλου βέλτιστης αρδευτικής δόσης

Σκοπός του παραδοτέου μέσα από τις παραπάνω ενότητες αποτελεί η περιγραφή και η πρόταση χρήσης του κατάλληλου «έξυπνου» συστήματος άρδευσης για το Δήμο Παύλου Μελά, με σκοπό την υλοποίηση και επίτευξη ενός σχεδιασμού διαχείρισης υδάτων. Ειδικότερα, παρουσιάζονται στρατηγικές λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος της έλλειψης νερού, με γνώμονα την ελαχιστοποίηση των απωλειών. Ταυτόχρονα, θα προταθεί αναβαθμισμένη προσέγγιση στις περιοχικές κοινωνικο-κλιματικές αλλαγές, με χρήση πρωτοποριακών τεχνικών και τεχνολογιών που θα στοχεύουν στην αειφόρο διαχείριση των αστικών υδάτινων πόρων.

Τα παραπάνω θα επιτευχθούν μέσω της εφαρμογής έξυπνων συστημάτων αστικής άρδευσης καλύπτοντας με ακρίβεια τις ανάγκες νερού για το συγκεκριμένο χώρο και χρόνο. Επιπρόσθετα, θα αναπτυχθούν τεχνικές διαχείρισης νερού, ανάλογα με την ποιότητα και τη δυνατότητα ανακύκλωσής του και ένας οδηγός καλής χρήσης για τη μείωση του οικολογικού αποτυπώματος σε αστικούς πράσινους χώρους.

Για την επίτευξη του σχεδιασμού, αλλά και της μελέτης της τεχνικής υλοποίησης, αρχικά, αναλύονται και περιγράφονται τα αστικά συστήματα άρδευσης. Έπεται η περιγραφή των διεθνών προτύπων ποιότητας των αστικών νερών άρδευσης, σύμφωνα με το νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στη συνέχεια, ακολουθεί η αναφορά στις μετρήσεις και την επεξεργασία των δεδομένων των σταθμών τηλεμετρίας. Τέλος, θα παρουσιαστούν οι παράμετροι που θα εξετασθούν, ώστε να εκτιμηθούν οι απώλειες νερού και οι τρόποι που αυτές οι παράμετροι θα αξιοποιηθούν στο σχέδιο εφαρμογής, καθώς και θα αναπτυχθεί το πρωτόκολλο που διέπει τις προτάσεις για την άρδευση.

1.1 Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης του υφιστάμενου έργου είναι το πάρκο του Δεντροποτάμου. Το πάρκο του Δεντροποτάμου βρίσκεται κεντρικά της περιοχής της Σταυρούπολης στο δυτικό τμήμα του Δήμου Παύλου Μελά, του Πολεοδομικού συγκροτήματος της Θεσσαλονίκης.

Ο Δήμος Παύλου Μελά είναι Δήμος της Περιφέρειας Κεντρικής Μακεδονίας που συστάθηκε με το Πρόγραμμα Καλλικράτης. Προέκυψε από την συνένωση των

προϋπαρχόντων Δήμων Σταυρούπολης, Πολίχνης και Ευκαρπίας (www.pavlosmelas.gr). Η έκταση του νέου Δήμου είναι 23.763 στρέμματα και ο πληθυσμός του 99.245 κάτοικοι, σύμφωνα με την απογραφή του 2011 (Δήμος Παύλου Μελά, 2014).

Η σύγχρονη φυσιογνωμία του Δήμου Παύλου Μελά είναι αποτέλεσμα μιας σταδιακής πολεοδομικής εξέλιξης, η οποία συνδέεται στενά με την οικιστική πορεία της βόρειας και δυτικής περιφέρειας του παλαιότερου αστικού πυρήνα της Θεσσαλονίκης. Από τα χρόνια του προσφυγικού εποικισμού - όπου εντοπίζεται και η πρώτη συστηματική εγκατάσταση στην περιοχή που εξετάζουμε - και σε διαφορετικές χρονικές φάσεις η έλευση νέων πληθυσμών στην πόλη διεύρυνε συνεχώς την περιφέρειά της, δημιουργώντας αστικούς θύλακες κατοίκησης, που ανάλογα με τις συνθήκες και την εποχή ανάπτυξής τους απέκτησαν και τα ιδιαίτερα πολεοδομικά και κοινωνικά τους χαρακτηριστικά. Παρά τις συντονισμένες προσπάθειες των προηγούμενων δεκαετιών περιορισμού της αστικής διάχυσης, η πορεία αυτή βρίσκεται σε εξέλιξη ακόμη και σήμερα και χαρακτηρίζει την περιοχή του Δήμου, που περιλαμβάνει περιοχές με ιδιαίτερα πυκνό αστικό ιστό αλλά και περιοχές σε μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο της πόλης, με λιγότερο αστικά χαρακτηριστικά. Η άμεση εγγύτητα του Δήμου με τους μεταφορικούς άξονες εισόδου - εξόδου στην πόλη, στο παρελθόν και σήμερα, έχει ως αποτέλεσμα τη μίξη - συχνά ασύμβατων- χρήσεων με την ύπαρξη βιοτεχνικών και βιομηχανικών μονάδων, αρκετές από τις οποίες έχουν σήμερα εγκαταλειφθεί ή υπολειπούνται. Ο ευρύτερος περιαστικός χώρος του Δήμου - εκτός από τις μονάδες παραγωγής - περιλαμβάνει και άλλες δραστηριότητες μητροπολιτικής και περιφερειακής κλίμακας, όπως είναι τα δύο Νοσοκομεία, αλλά και χέρσες και αναδασωτέες εκτάσεις του περιαστικού ημιορεινού όγκου (Μουζακίτης, 2015).

Η Δημοτική Ενότητα Σταυρούπολης, στην οποία ανήκει και το πάρκο του Δεντροποτάμου, βρίσκεται στη δυτική πλευρά του πολεοδομικού συγκροτήματος Θεσσαλονίκης και στη νοτιοδυτική πλευρά του Δήμου Παύλου Μελά. Έχει πληθυσμό 46.008 κατοίκους (Δήμος Παύλου Μελά, 2014) και περιλαμβάνει τις εξής Πολεοδομικές Ενότητες: Τερψιθέα, Αμπελώνες, Νεόκτιστα, Άνωθεν Ασύλου, Ομόνοια, Ηλιούπολη, Πρόνοια και Νικόπολη.



Εικόνα 1: Δήμος Παύλου Μελά



Εικόνα 2: Όρια Δήμου Παύλου Μελά

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

1.2 Γεωγραφική θέση του πάρκου

Στις 22 Αυγούστου 1986 δημοσιεύτηκε από την πολεοδομία διάταγμα (Βεβαίωση Πολεοδομίας) για την έγκριση πολεοδομικής μελέτης της περιοχής της Σταυρούπολης, του Δήμου Σταυρούπολης Θεσσαλονίκης και την τροποποίηση του ρυμοτομικού σχεδίου σε συνεχόμενη περιοχή. Αυτό καθόρισε και τη θέση και έκταση του πάρκου του Δενδροποτάμου.

Σύμφωνα με το Εθνικό Κτηματολόγιο το εμβαδόν που καταλαμβάνει το πάρκο του Δενδροποτάμου ανέρχεται στα 11.096τ.μ. με μια απόκλιση των $\pm 307,54$ τ.μ. Παρακάτω παρουσιάζεται χάρτης του πάρκου, καθώς και οι συντεταγμένες των κορυφών του γεωτεμαχίου.



Εικόνα 3: Χάρτης του πάρκου του Δενδροποτάμου

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

Πίνακας 1: Συντεταγμένες των κορυφών του γεωτεμαχίου

ΑΑ	Συντεταγμένες κορυφών του γεωτεμαχίου	
	X	Y
1	409614.267	4501956.498
2	409472.399	4501925.035
3	409470.551	4501931.719
4	409477.886	4501964.758
5	409599.993	4501991.416
6	409667.611	4502024.535
7	409704.424	4502042.566
8	409709.214	4502039.671
9	409724.053	4502011.554
10	409732.237	4501996.047
11	409732.573	4501988.797
12	409706.050	4501981.556
13	409681.197	4501974.771
14	409614.267	4501956.498
15	409614.267	4501956.498

Το πάρκο Δενδροποτάμου (παρτέρια, γκαζόν, καλλωπιστικά φυτά, δένδρα) αρχικά ποτιζόταν με νερό γεώτρησης. Η γεώτρηση βρίσκεται εντός του πάρκου Δενδροποτάμου στο ΟΤ 319 ΟΜ στην Σταυρούπολη. Οι αξιμουθιακές συντεταγμένες της θέσης της γεώτρησης σε προβολικό σύστημα ΕΓΣΑ '87 προσδιορίζονται όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 2: Συντεταγμένες θέσης γεώτρησης

X	Y	Z
409576	4501982	31

Η εξεταζόμενη γεώτρηση βρίσκεται στη λεκάνη GR 05 Χαλκιδικής σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση 706 (ΦΕΚ 1383/Β/2010) και στο Υπόγειο Υδατικό Σύστημα (ΥΥΣ) της υπολεκάνης Γαλλικού GR 1000050, στο Διαμέρισμα 10 της Κεντρικής Μακεδονίας.

Η περιοχή όπου βρίσκεται η γεώτρηση, δε βρίσκεται εντός προστατευτέας περιοχής, ωστόσο λόγω τεχνικών προβλημάτων τέθηκε εκτός λειτουργίας και πλέον η άρδευση πραγματοποιείται με νερό από το υδρευτικό σύστημα του Δήμου Παύλου Μελά.

1.3 Στοιχεία κατανάλωσης νερού άρδευσης

Το πότισμα του πρασίνου του πάρκου πραγματοποιείται από το Μάιο έως και το Σεπτέμβριο.

Η κατανάλωση νερού αφορά παρτέρια, γκαζόν, καλλωπιστικά φυτά και δένδρα.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

Συγκεκριμένα, παρακάτω παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν στο νερό άρδευσης του πάρκου (πραγματικά στοιχεία κατανάλωσης τα οποία και δίνονται από τις υπηρεσίες του Δήμου Παύλου Μελά):

Η μέση ετήσια κατανάλωση ανά στρέμμα είναι της τάξης των 550 m³/στρ. με άρδευση στάγδην ή μικροεκτοξευτές. Συνολικά ποτίζονται 10 στρ.

Οι συνολικές ετήσιες ανάγκες για πότισμα υπολογίζονται σε :

$$550 \text{ m}^3/\text{στρ} \times 10 \text{ στρ.} = 5.500 \text{ m}^3$$

Η παροχή της γεώτρησης με 15 m³/h μπορεί να καλύψει τις ανάγκες για τα ποτίσματα του πάρκου με ημερήσια κατανάλωση έως 35 m³/day.

Για την έκδοση της άδειας χρήσης νερού, για το συγκεκριμένο επίπεδο κατανάλωσης, δεν είναι προαπαιτούμενη η έκδοση Περιβαλλοντικών Όρων, ούτε εντάσσεται σε κατηγορία Πρότυπης Περιβαλλοντικής Δέσμευσης (ΠΠΔ), σύμφωνα με τον πίνακα του παραρτήματος στην 2^η Ομάδα «Υδραυλικά έργα» της Υπουργικής Απόφασης 173829 (ΦΕΚ 2036/Β/25-7-2014), σε συνδυασμό με την Υπουργική Απόφαση ΕΓ 106 (ΦΕΚ 182/Β/31-1-2014) «Έγκριση του Σχεδίου Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών του Υδατικού Διαμερίσματος Κεντρικής Μακεδονίας».

2. Καταγραφή των υφιστάμενων πρακτικών αστικής άρδευσης στην αιχμή της τεχνολογικής ανάπτυξης και ανάλυση των πλεονεκτημάτων τους

2.1 Αστική άρδευση

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 προμήθεια 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 υπάρχοντων 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.

2.2 Οφέλη του αστικού πρασίνου και ο ρόλος του νερού

Το νερό, όπως έχει προαναφερθεί, αποτελεί το πολυτιμότερο αγαθό του πλανήτη και σχετίζεται άμεσα με την ύπαρξη της ζωής. Η αξία του νερού είναι πρωταρχικής σημασίας για τον άνθρωπο, καθώς καλύπτει τις βασικές ανάγκες του, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη της γεωργίας, της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, της βιομηχανίας και πολλών άλλων τομέων, καταναλώνοντας μεγάλες ποσότητες νερού. Έτσι, κρίνεται αναγκαία η ορθολογική διαχείριση του για την εξασφάλιση της ύπαρξής του.

Σε παγκόσμια κλίμακα, το μεγαλύτερο μέρος της χρήσης ύδατος παρατηρείται στη γεωργική παραγωγή, αλλά υπάρχουν και σημαντικοί όγκοι νερού που καταναλώνονται και μολύνονται στο βιομηχανικό και τον εγχώριο τομέα (WWAP, 2009). Η κατανάλωση νερού στη γεωργική παραγωγή συνδέεται με συγκεκριμένες δραστηριότητες, όπως στην άρδευση γεωργικών και αστικών περιοχών.

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.

2.3 Ομοιομορφία άρδευσης

Βιβλιογραφικά έχουν γίνει πολλές προσεγγίσεις για την αποτελεσματικότητα της άρδευσης που συνδέεται επίσης και με την ομοιομορφία της. Η αξιολόγηση της άρδευσης πραγματοποιήθηκε, είτε με μετρήσεις πεδίου χρησιμοποιώντας δοχεία συλλογής νερού και αισθητήρες υγρασίας εδάφους, είτε κατά τη φάση του σχεδιασμού με χρήση κάποιου λογισμικού. Στις περισσότερες μελέτες, οι δείκτες για τη στατιστική εκτίμηση της ομοιομορφίας έκαναν χρήση του όγκου του νερού στην επιφάνεια που αρδεύεται. Ωστόσο, έπειτα από την είσοδο του νερού στο έδαφος μπορεί να συμβεί μια ανακατανομή και να οδηγήσει σε διαφορετική τιμή ομοιομορφίας στο ριζικό στρώμα (Wilson and Zoldoske, 1997, Williams, 2003).

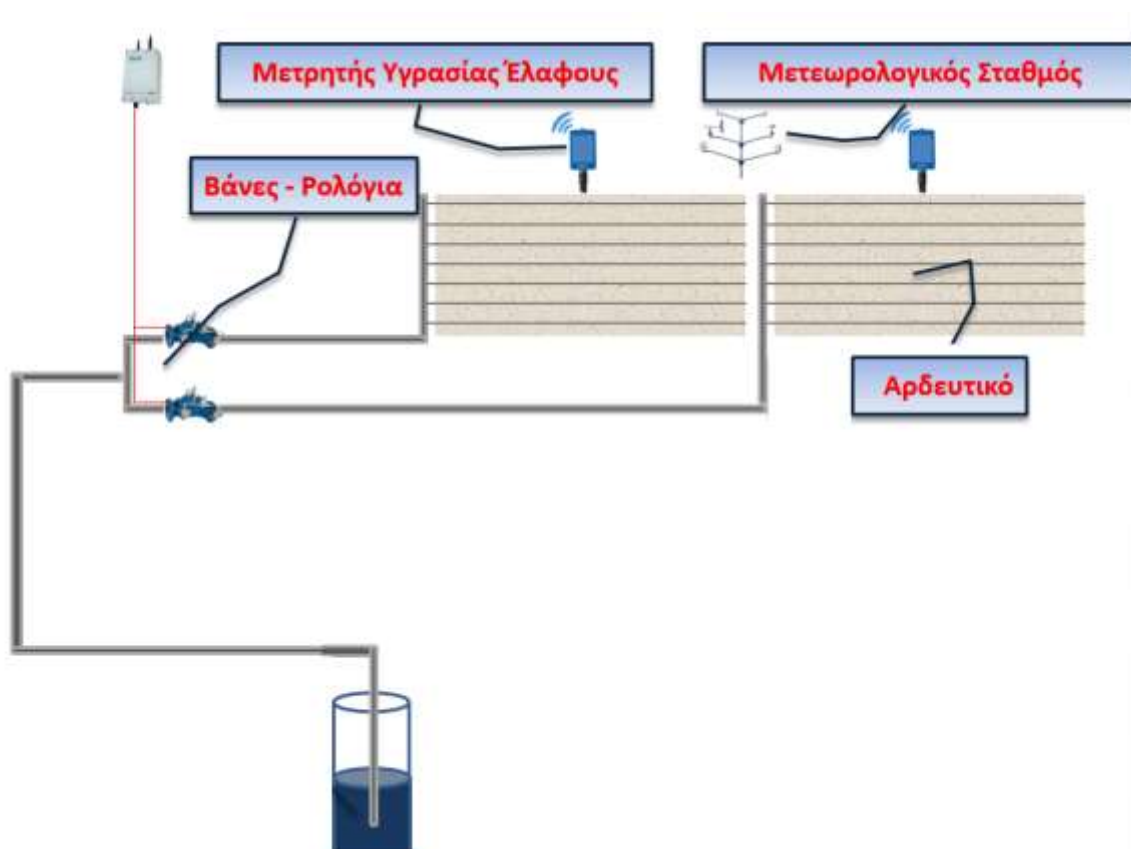
Πολλές φορές εφαρμόζεται παραπάνω ποσότητα νερού από ότι είναι απαραίτητο, έτσι ώστε να φτάσει μέχρι και την πιο ξηρή θέση. Αυτή η πρακτική είναι μία από τις κύριες αιτίες της βαθιάς διήθησης και των επιφανειακών απορροφήσεων. Μερικά από τα προβλήματα που σχετίζονται με αυτή την πρακτική εντοπίζονται:

- Στο υψηλό κόστος νερού (αγοράς ή άντλησης του)
- Στην πιθανότητα να καταστραφούν τα φυτά σε περιοχές όπου έχει κορεστεί το έδαφος από υπερβολικό νερό στη ζώνη του ριζοστρώματος
- Στα αστικά πάρκα και στους χώρους πρασίνου υπάρχει πιθανότητα δημόσιου κινδύνου από ατυχήματα που μπορεί να προκύψουν από ολισθηρά πεζοδρόμια και δρόμους

Η καλή ομοιομορφία και η ελεγχόμενη άρδευση ελαχιστοποιεί την ποσότητα επιπλέον νερού που απαιτείται για την παροχή της πιο ξηρής θέσης στο σύστημα με επαρκή παροχή. Ένα σύστημα άρδευσης έχει καλή ομοιομορφία, όταν εναποτίθεται σχεδόν ισοδύναμη ποσότητα νερού σε κάθε τετραγωνικό μέτρο. Αυτό είναι σημαντικό στα αστικά πάρκα για τα φυτικά υλικά, όπως χλοοτάπητα, όπου κάθε τετραγωνική ίντσα της περιοχής καλύπτεται με ένα σχετικά πυκνό σύστημα ριζών. Τα δέντρα και οι θάμνοι μπορούν να πάρουν νερό από μια ευρύτερη και βαθύτερη ριζική ζώνη. Γι' αυτό το λόγο, γίνεται μια ζωνοποίηση της αστικής περιοχής που αρδεύεται και τροποποιείται κατάλληλα το είδος ψεκασμού για την επίτευξη της πιο αποδοτικής και αποτελεσματικής άρδευσης.

Έτσι, επιλέγονται οι κατάλληλοι ψεκαστήρες, όπως ο ψεκασμός με ενιαίο ακροφύσιο έναντι πολλαπλών ακροφυσίων, η πίεση του ψεκαστήρα και παράλληλα η διακύμανση πίεσης, καθώς και η απόσταση και η θέση του ψεκαστήρα.

Ένα σύγχρονο σύστημα άρδευσης, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 4, λειτουργεί συνήθως με προγραμματισμένο χρόνο (συχνότητα και διάρκεια των συμβάντων άρδευσης για κάθε σταθμό / ηλεκτροβάνα), 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. Η Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας (FAO), για τον υπολογισμό των αναγκών σε νερό των φυτών, έχει εκδώσει μια τυποποιημένη κοινά αποδεκτή μεθοδολογία για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής (ανάγκες νερού) των καλλιεργειών που μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε φυτό (Allen et al., 1998, Allen κ.ά., 2011).



Εικόνα 4: Σύγχρονο σύστημα άρδευσης

Μία τηλεμετρική ηλεκτροβάννα με ροόμετρο (Εικόνα 5) δίνει εντολή σε αντλία, για έναρξη και παύση άρδευσης. Η χρονική στιγμή για άνοιγμα/κλείσιμο της ροής και η ποσότητα του νερού άρδευσης καθορίζονται από το σύστημα άρδευσης με βάση τα δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού και των μετρητών υγρασίας εδάφους.



Εικόνα 5: Τηλεμετρική ηλεκτροβάννα

2.4 Άρδευση ακριβείας

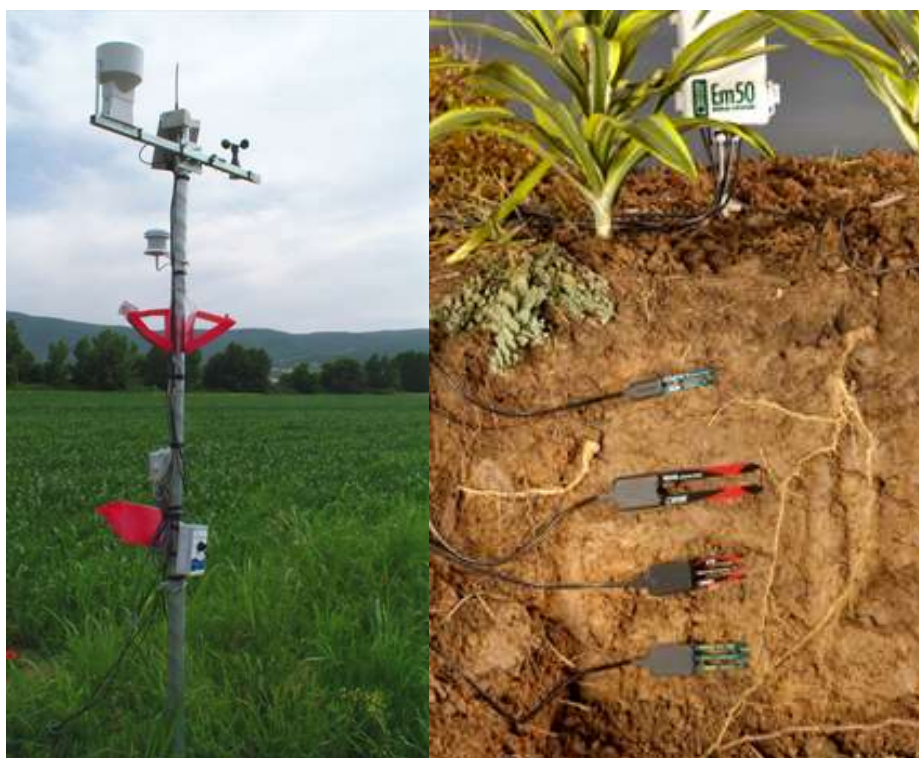
Σύμφωνα με διάφορες βιβλιογραφικές αναφορές, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα εργαλεία για την αποτελεσματικότερη άρδευση όπως αισθητήρες βροχής, υγρασίας εδάφους και ελεγκτών εξατμισοδιαπνοής (McCready and Dukes, 2011). Για παράδειγμα, σύμφωνα με μελέτη των McCready et al. (2009) ανέφεραν ότι η χρήση νερού μειώθηκε κατά 7% έως 30% με τη χρήση αισθητήρων βροχής, 0% έως 74% χρησιμοποιώντας αισθητήρες υγρασίας του εδάφους και 25% έως 62% χρησιμοποιώντας αισθητήρες με βάση την εξατμισοδιαπνοή. Οι αισθητήρες βροχής θα σταματήσουν τα προγραμματισμένα γεγονότα άρδευσης όταν έχει σημειωθεί συγκεκριμένη ποσότητα βροχοπτώσεων (Dukes and Haman, 2010).

Τα πλεονεκτήματα με τη χρήση αισθητήρων βροχής είναι:

- Η διατήρηση και οικονομία του νερού άρδευσης
- Η μείωση κόστους της άρδευσης
- Η μικρότερη φθορά στο αρδευτικό δίκτυο και στα συστήματα άρδευσης
- Το μειωμένο δυναμικό ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων

Οι Carenas-Lailhacar et al. (2008) αναφέρουν ότι οι επεμβάσεις που χρησιμοποιούσαν τους αισθητήρες βροχής κατανάλωσαν 34% λιγότερο νερό συγκριτικά με αυτές που δε χρησιμοποίησαν αισθητήρες βροχής, διατηρώντας παράλληλα την καλή ποιότητα του χλοοτάπητα.

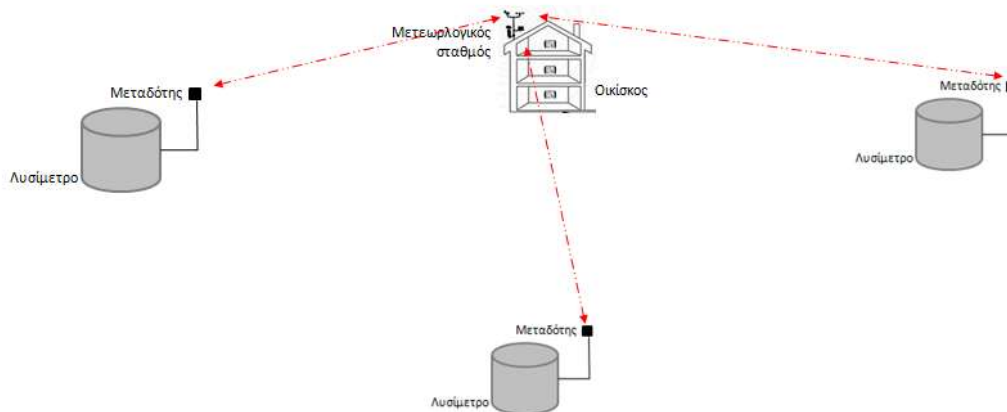
Ένα άλλο αποτελεσματικό εργαλείο είναι η χρήση αισθητήρων υγρασίας εδάφους (Εικόνα 6) που αναγνωρίζουν τα επίπεδα υγρασίας του εδάφους για τον έλεγχο των αρδεύσεων. Οι Qualls et al. (2001) αναφέρουν ότι η χρήση αισθητήρων υγρασίας εδάφους για τον έλεγχο της άρδευσης οδήγησε σε 193 mm λιγότερο νερό από τη θεωρητική απαίτηση. Οι αισθητήρες υγρασίας εδάφους που χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον αρχίζουν άρδευση σε προκαθορισμένα όρια χαμηλής υγρασίας του εδάφους και τελειώνουν το πότισμα όταν φτάσει στο ανώτατο όριο εδαφικής υγρασίας που έχει οριστεί.



Εικόνα 6: Αισθητήρες υγρασίας εδάφους οι οποίοι μεταφέρουν δεδομένα στον τηλεμετρικό μετεωρολογικό σταθμό.

Για την καταγραφή των παραμέτρων της υγρασίας εδάφους, αλλά και άλλων παραμέτρων όπως της θερμοκρασίας, της αγωγιμότητας κ.λπ. στο πάρκο του Δεντροποτάμου θα τοποθετηθούν τρία (3) αυτόνομα και ασύρματα λυσίμετρα ζυγιστικού τύπου.

Κάθε λυσίμετρο θα διαθέτει αισθητήρια για την μέτρηση της Υγρασίας, Θερμοκρασίας, Αγωγιμότητας και Υδατικού δυναμικού σε 3 βάθη (5, 15 και 25 εκ) και θα τοποθετηθούν σε απόσταση από 100 έως και 500 μέτρα το ένα μακριά από το άλλο και από το κέντρο λήψης, ενώ το κέντρο λήψης θα είναι σε παρακείμενο μετεωρολογικό σταθμό. Τα δεδομένα θα εκπέμπονται αυτόματα και ασύρματα το κεντρικό σημείο συλλογής.



Εικόνα 7: Επικοινωνία των λυσιμέτρων με τον μετεωρολογικό σταθμό.

Τα Λυσίμετρα θα τοποθετηθούν στο έδαφος χωρίς να γίνει καταστροφή και εκτεταμένη αλλοίωση του γρασιδιού και επιπλέον το κάθε Λυσίμετρο θα γεμίσει με αδιατάρακτο έδαφος και στην επιφάνεια του θα έχει το γρασίδι στην κανονική του κατάσταση. Για την τοποθέτηση των Λυσιμέτρων θα ανοιχτούν σκάμματα όχι μεγαλύτερα από 60 X 60cm. Το πάνω μέρος του εδάφους με το γρασίδι και σε βάθος τουλάχιστον 10cm θα φυλαχτεί για την αποκατάσταση της επιφάνειας του σκάμματος μετά την τοποθέτηση των Λυσιμέτρων.

Σε απόσταση 50 cm από την άκρη του Λυσιμέτρου θα θαφτεί πλαστικό φρεάτιο, στο οποίο θα τοποθετηθούν ο μεταδότης, οι μπαταρίες κ.λπ. Το φρεάτιο θα επικοινωνεί με δοχείο συλλογής για το νερό που πιθανόν να στραγγίζει από το Λυσίμετρο. Το δοχείο θα έχει χωρητικότητα τουλάχιστον 1 λίτρο και θα διαθέτει αισθητήρα στάθμης για τον έλεγχο της πλήρωσης του. Το καπάκι του φρεατίου θα πρέπει να είναι σε πράσινο χρώμα για να μην προκαλεί οπτική όχληση.



Εικόνα 8: Τοποθέτηση λυσιμέτρων και φρεατίων.

Οι ελεγκτές εξατμισοδιαπνοής εκπέμπουν με βάση τις υπολογιζόμενες ανάγκες του φυτού ή του πάρκου. Ιδανικά συμπληρώνουν το νερό που χάθηκε λόγω της εξατμισοδιαπνοής. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ελεγκτών εξατμισοδιαπνοής, συμπεριλαμβανομένων ανεξάρτητων ελεγκτών (standalone controllers), ελεγκτών

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

βασισμένων σε σήμα (signal based controllers) και ελεγκτών ιστορικού (historical based controllers) (Davis and Dukes, 2010).

Οι ανεξάρτητοι ελεγκτές (standalone controllers), μετρούν τις κλιματικές μεταβλητές θερμοκρασία και ηλιακή ακτινοβολία επί τόπου και στη συνέχεια καθορίζουν μια αθροιστική ημερήσια τιμή εξατμισοδιαπνοής.

Οι ελεγκτές βασισμένοι σε σήματα (signal based controllers), λαμβάνουν δεδομένα εξατμισοδιαπνοής (ET) από ασύρματη σύνδεση, ενώ οι ιστορικοί ελεγκτές ET βασίζονται σε ιστορικές πληροφορίες ET για την περιοχή (Davis and Dukes, 2010).

Τρεις ελεγκτές εξατμισοδιαπνοής που αξιολογήθηκαν στη νοτιοδυτική Φλόριντα από τους Davis et al. (2009), ανέφεραν κατά μέσο όρο εξοικονόμηση νερού κατά 43% έναντι της άρδευσης με βάση το χρόνο χωρίς αισθητήρα βροχής. Οι Davis και Dukes (2010) ανέφεραν ότι οι σωστά προγραμματισμένοι ελεγκτές εξατμισοδιαπνοής είναι πιο αποτελεσματικοί από το χρονοδιάγραμμα χειροκίνητης άρδευσης, επειδή μπορούν να προσαρμοστούν σε συνθήκες πραγματικού χρόνου και να ελαχιστοποιήσουν τον κίνδυνο της υπεράρδευσης.

Στην αγορά υπάρχουν αρκετά προϊόντα διαθέσιμα για προγραμματισμένη άρδευση, που ποικίλλουν στην τεχνολογία και την πολυπλοκότητα. Έτσι, αναπτύχθηκε ένα πρωτόκολλο δοκιμών βασισμένο στο μοντέλο ισορροπίας του νερού από τον Irrigation Association (2008), με τίτλο Smart Water Application Technology (SWAT). Το SWAT είναι μια εθνική πρωτοβουλία για τη βελτίωση της αποδοτικότητας του νερού στα αστικά πάρκα και γενικότερα του τοπίου, με την εφαρμογή νερού με βάση τις ανάγκες των φυτών, προκειμένου να μειωθούν τα απόβλητα και η απορροή (St Hilaire et al., 2008, McCready and Dukes, 2011)

Οι McCready και Dukes (2001) συνέκριναν την επάρκεια της άρδευσης και την αποδοτικότητα προγραμματισμού των αισθητήρων υγρασίας του εδάφους, των ελεγκτών εξατμισοδιαπνοής και των αισθητήρων βροχής σε διάφορες περιόδους των 30 ημερών για τον προσδιορισμό της ποσότητας υπεράρδευσης και υδατικού στρες για κάθε τεχνολογία βασισμένη στο πρωτόκολλο δοκιμής SWAT. Όλοι οι ελεγκτές είχαν ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση του νερού. Ωστόσο, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εξέταση μόνο μίας δοκιμαστικής περιόδου 30 ημερών, όπως συνιστάται στο πρωτόκολλο δοκιμών SWAT, δεν επαρκούσε για την καταγραφή της απόδοσης ενός ελεγκτή άρδευσης, επειδή οι τιμές ποικίλουν σημαντικά.

2.5 Εναλλακτικοί τρόποι άρδευσης

Η αστική και προαστιακή ανάπτυξη τροποποιεί τον κύκλο του νερού επεκτείνοντας τις αδιαπέραστες επιφάνειες, μεταβάλλοντας τα χωρικά πρότυπα των δικτύων των ρευμάτων (διαχωρισμού, διοχέτευσης, κ.λπ.) και επανατοποθετώντας τις αρχικές διαδρομές ροής του ύδατος για την επεξεργασία των ομβρίων υδάτων (Niemczynowicz 1999, Shuster et al. 2005). Οι τροποποιήσεις αυτές του υδρολογικού κύκλου έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός φυσικού ή τεχνητού δικτύου ροής συμβάλλοντας έτσι στην ταχεία απορροή του νερού από το έδαφος και συμπεριλαμβάνονται στην αειφόρο διαχείριση αστικών ομβρίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την άρδευση αστικών περιοχών.

Η αειφόρος διαχείριση αστικών ομβρίων υπάγεται στα πλαίσια της Πράσινης Υποδομής (Green Infrastructure, GI) που αναφέρεται και ως Ανάπτυξη Χαμηλών Επιπτώσεων (Low-Impact Development, LID).

Η LID χρησιμοποιείται συχνότερα στη Βόρεια Αμερική και τη Νέα Ζηλανδία, συζητείται επίσης παγκοσμίως ως αστικό σχέδιο (World Sensitive Urban Design, WSUD), ολοκληρωμένη διαχείριση αστικών υδάτων (Integrated Urban Water Management, IUWM) και βιώσιμα αστικά αποστραγγιστικά συστήματα (Sustainable Urban Drainage Systems, SUDS), (Fletcher et al. 2015).

Οι πρακτικές ανάπτυξης χαμηλών επιπτώσεων στην κλίμακα των λεκανών απορροής παρουσιάζονται στην Εικόνα 9.

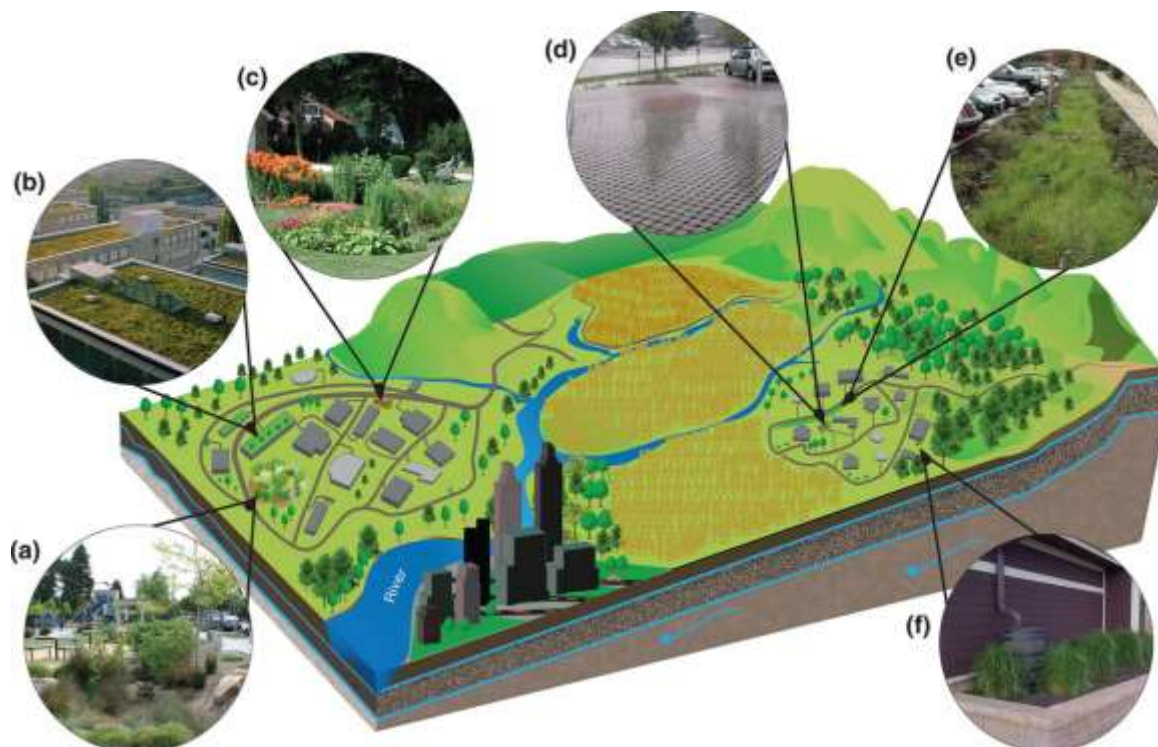
Αναλυτικότερα, όλες οι πρακτικές LID που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση των λεκανών απορροής και μερικές από αυτές φαίνονται στον Πίνακα 3.

Ένας από τους στόχους της LID είναι να προωθηθεί η ανθεκτικότητα, η χωρητικότητα και η αύξηση των λεκανών απορροής και των ομβρίων υδάτων. Η χωρητικότητα της απορροής είναι η έκταση στην οποία μπορούν να διεισδύσουν, να αποθηκευτούν και να απελευθερωθούν ως βασική ροή ή εξατμισοδιαπνοή τα βρόχινα νερά ή η τήξη του χιονιού (Miles & Band 2015). Η ιδέα αυτή προήλθε από την περιοχή αστικών μεταβλητών πηγών (Urban Variable Source Area UVSA) (Lim, 2016).

Η πράσινη οροφή, οι κήποι βροχής και τα βαρέλια συλλογής βροχής είναι τα πιο διαδεδομένα αποθηκευτικά μέσα των ομβρίων υδάτων και των κατακρημνισμάτων που χρησιμοποιούνται για την αύξηση των λεκανών απορροής και τη χρήση του ήδη υπάρχοντος νερού για την άρδευση περιοχών αστικού πρασίνου.

Μια πιο δαπανηρή εναλλακτική λύση ως πρακτική εξοικονόμησης αρδευόμενου νερού είναι η χρήση ανακυκλωμένου νερού από λύματα, έπειτα από την επεξεργασία του, που παρόλα αυτά εξακολουθεί να είναι φθηνότερη εναλλακτική λύση για την άρδευση αστικών περιοχών, συγκριτικά με τη χρήση άλλων πηγών πόσιμου νερού (Postel, 1992).

Οι επιπτώσεις των αποβλήτων στις γεωργικές καλλιέργειες, των υγροτόπων και των δασικών οικοσυστημάτων, αποτέλεσαν αντικείμενο πολλών μελετών (Brister and Schultz, 1981, Day et al., 1981, Day and Tucker, 1977). Ωστόσο, οι μελέτες που διεξήχθησαν σχετικά με τη χρήση ανακυκλωμένων λυμάτων στην ανάπτυξη καλλωπιστικών φυτών ανέφεραν ποικίλα αποτελέσματα (Yeager et al., 2009, Devitt et al., 2003, Fitzpatrick et al., 1986, Fitzpatrick, 1985, Parnell, 1988).



Εικόνα 9: Σχήμα των πρακτικών (LID) στην κλίμακα των λεκανών απορροής: (α) σύστημα βιοανάδρασης (<http://www.nianticriverwatershed.org/our-programs/water-quality-management/stormwater-management/upcoming-projects/>), (β) πράσινη οροφή (<http://cookjenshel.com/green-roofs/>), (γ) κήπος βροχής (<https://springfieldohio.gov/city-services/stormwater/how-can-residents-improve-water-quality/>), (δ) διαπερατά πεζοδρόμια (<https://nacto.org/publication/urban-street-design-guide/street-design-elements/stormwater-management/pervious-pavement/>), (ε) βιοστοιχείο (<https://www.lakecountyil.gov/2222/Campus-Bioswales>) και (f) βαρέλι συλλογής βροχής (https://www.ci.hugo.mn.us/rain_barrels)

Πίνακας 3: Πρακτικές LID

Πρακτική LID	Περιγραφή
Συστήματα Βιοανάδρασης	Περιοχές με φίλτρα εδάφους και φυτά για την προώθηση της διείσδυσης του εδάφους και μείωση της γρήγορης απορροής
Πράσινη Οροφή	Οι στέγες καλύπτονται με ελαφριάς μέσης ανάπτυξης βλάστηση που επιτρέπουν την διήθηση των βροχοπτώσεων και την ανάκτηση της εξατμισοδιαπνοής
Κήποι βροχής	Ρηχές και μικρότερες περιοχές με βλάστηση, συγκριτικά με τα συστήματα βιοανάδρασης, που χρησιμοποιούν το υπάρχον έδαφος για να συλλέξουν την απορροή
Διαπερατά Πεζοδρόμια	Πορώδες υλικό που επιτρέπει στις βροχοπτώσεις να διεισδύσουν σταδιακά στα εδάφη μέσα από ανοικτά κενά στην επιφάνεια, με τη δυνατότητα να μειώνουν την γρήγορη απορροή
Βιοστοιχείο	Καλλιεργημένα κανάλια με επεξεργασμένα εδάφη που διηθούν τις βροχοπτώσεις και απορρέουν από αδιαπέρατες περιοχές
Βαρέλι Συλλογής Βροχής	Συλλέκτες που αποθηκεύουν τις βροχοπτώσεις

Οι Fitzpatrick et al.,1986 αναφέρουν ότι 4 από τα 20 είδη των καλλωπιστικών φυτών που δοκιμάστηκαν είχαν σημαντικά αυξημένη ανάπτυξη όταν αρδεύονταν με επεξεργασμένα απόβλητα, ενώ τα άλλα είδη δεν παρουσίαζαν διαφορά. Υπολόγισαν ότι τα αυξημένα επίπεδα θρεπτικών στοιχείων, ιδιαίτερα του αζώτου και του φωσφόρου στα λύματα, θα μπορούσαν να έχουν συμβάλει στην αύξηση της ανάπτυξης.

Ο έλεγχος των θρεπτικών συστατικών στο νερό άρδευσης είναι σημαντικός όταν χρησιμοποιείτε ανακυκλώσιμο νερό. Γενικά, το ανακυκλωμένο νερό τείνει να έχει υψηλότερα διαλυτά άλατα και πρέπει να εφαρμόζεται σε υψηλότερους όγκους για να παρέχει έκπλυση

αλάτων από το έδαφος (Hayes et al., 1990). Σήμερα, η άρδευση με επεξεργασμένα λύματα χρησιμοποιείται κυρίως για την άρδευση γηπέδων γκολφ και πάρκων (St Hilaire et al., 2008).

3. Ανάδειξη των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την έξυπνη άρδευση

Παρά το γεγονός ότι οι μέθοδοι άρδευσης ακριβείας έχουν διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο στη μείωση της ποσότητας ύδατος που απαιτείται στις γεωργικές και φυτοκομικές καλλιέργειες, υπάρχει ακόμα μια ανάγκη για νέες μεθόδους αυτοματοποιημένου και ακριβούς σχεδιασμού και ελέγχου άρδευσης. Στα πρώιμα της στάδια, η γεωργία ακριβείας είχε αποδειχτεί ασύμφορη και εφαρμόζονταν σε ελάχιστες περιπτώσεις. Επιπλέον, η υψηλή αρχική επένδυση με τη μορφή ηλεκτρονικού εξοπλισμού για την ανίχνευση και την επικοινωνία σήμαινε ότι μόνο οι μεγάλες εκμεταλλεύσεις θα μπορούσαν να το αντέξουν οικονομικά. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η πρόοδος στις τεχνολογίες ανίχνευσης και επικοινωνίας έχει μειώσει σημαντικά το κόστος ανάπτυξης και λειτουργίας ενός εφικτού πλαισίου γεωργίας ακριβείας. Παρά το γεγονός ότι ένας αυτόνομος αισθητήρας, λόγω της περιορισμένης εμβέλειας του, μπορεί να παρακολουθεί μόνο ένα μικρό μέρος του περιβάλλοντος του, η χρήση αρκετών αισθητήρων που λειτουργούν σε ένα δίκτυο φαίνεται ιδιαίτερα κατάλληλη για γεωργία ακριβείας. Η τεχνολογική εξέλιξη στα δίκτυα ασύρματων αισθητήρων επέτρεψε την παρακολούθηση και τον έλεγχο διαφόρων παραμέτρων στη γεωργία. Οι αναδυόμενες ασύρματες τεχνολογίες με χαμηλές ανάγκες σε ενέργεια και χαμηλές δυνατότητες μεταφοράς δεδομένων έχουν αναπτυχθεί και ταιριάζουν τέλεια στη γεωργία ακριβείας (Wang et al., 2006). Η ανίχνευση και η επικοινωνία μπορούν τώρα να γίνουν σε πραγματικό χρόνο και να οδηγήσουν σε καλύτερους χρόνους απόκρισης.

3.1 Τηλεπισκόπηση

Ως τηλεπισκόπηση ορίζεται η απόκτηση πληροφοριών για συγκεκριμένο αγροτεμάχιο ή καλλιέργεια χωρίς φυσική παρουσία σε αυτό. Με άλλα λόγια, πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με διάφορες παραμέτρους μπορούν να αποκτηθούν με αεροφωτογραφίες ή δορυφορικές εικόνες, χωρίς ανάγκη επίσκεψης στο πεδίο.

3.1.1 Ιστορία της τηλεπισκόπησης

Η τηλεπισκόπηση αναπτύχθηκε τον περασμένο αιώνα μετά την τεχνολογική εξέλιξη της φωτογραφίας, της πτήσης και των υπολογιστών. Μόλις αναπτύχθηκε η φωτογραφία, ακολούθησαν οι εναέριες φωτογραφίες από αερόστατα και αργότερα από αεροπλάνα. Η ανάπτυξη της ψηφιακής φωτογραφίας επέτρεψε την εύκολη αποθήκευση και μετάδοση ψηφιακών εικόνων που αποκτήθηκαν από μη επανδρωμένους δορυφόρους σε τροχιά γύρω από τη Γη και πρόσφατα από μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV).

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

3.1.2 Σύγχρονες τάσεις

Οι τρέχουσες τάσεις της τηλεπισκόπησης επικεντρώνονται στην ανάπτυξη δορυφόρων υψηλότερης ανάλυσης, ωστόσο όχι κάτω από 0,5 μέτρα λόγω περιορισμών που σχετίζονται με την άμυνα και τα προσωπικά δεδομένα. Επίσης, έχουν χρησιμοποιηθεί αποκλειστικές ζώνες σε μεγάλη κάλυψη, καθώς και δορυφόρους πολύ υψηλής ανάλυσης, όπως το παράκτιο και το κόκκινο κανάλι στο δορυφόρο WorldView-2. Τέλος, η φιλικότητα προς το χρήστη και η έγκαιρη παράδοση των αποκτώμενων εικόνων αποτελεί τομέα υπό εξέλιξη για την ευρύτερη προσβασιμότητα των δεδομένων.

3.2 Διαθέσιμοι απομακρυσμένοι και εκ το σύνεγγυς αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στην γεωργία ακριβείας

3.2.1 Ανάπτυξη αισθητήρων

Οι πρώτοι φωτογραφικοί αισθητήρες έδωσαν τη θέση τους σε ψηφιακούς αισθητήρες τη δεκαετία του 1970. Από τότε, αρκετοί χειροκίνητοι, αερομεταφερόμενοι και δορυφορικοί αισθητήρες σχεδιάστηκαν για να αποκτήσουν ψηφιακές εικόνες σε διάφορα τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Η χωρική τους ανάλυση έχει αυξηθεί από 79 μ. του Landsat 1 MSS το 1972 σε 0,41 μ. του GeoEye-1 το 2008. Συνήθως σχεδιάζονται για να αποκτήσουν δεδομένα στα ορατά (μπλε, πράσινα, κόκκινα) και κοντά σε υπέρυθρα τμήματα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, ενώ ορισμένα επεκτείνουν την ικανότητά τους στα μεσαία υπέρυθρα και τα θερμικά υπέρυθρα μήκη κύματος. Επίσης, σχεδιάζονται ως πολυφασματικοί αισθητήρες ευρείας ζώνης και πολύ λίγοι είναι υπεραφρασματικοί ή έχουν αποκλειστικές στενές ζώνες, όπως η παράκτια και κόκκινη μπάντα του δορυφόρου WorldView-2.

3.2.2 Ενεργητικοί και παθητικοί αισθητήρες

Οι περισσότεροι είναι παθητικοί αισθητήρες, δηλαδή καταγράφουν το φως του ήλιου που ανακλάται από το στόχο, καθώς τείνουν να είναι χαμηλότερου κόστους και απλά στην κατασκευή τους. Οι ενεργοί αισθητήρες έχουν την πηγή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, καθώς και το δέκτη που καταγράφει το ανακλώμενο τμήμα της ακτινοβολίας. Οι ενεργοί αισθητήρες περιορίζονται στα τμήματα μικροκυμάτων του φάσματος (π.χ. ENVISAT / ASAR, TerraSAR-X). Υπάρχουν διάφορα ενεργά οπτικά φορητά όργανα που αναπτύσσονται για την εκπομπή και καταγραφή ακτινοβολίας (Unispec DC της PP Systems Inc., N-αισθητήρας ALS της Yara International ASA).

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

3.2.3 Χρησιμοποιούμενες πλατφόρμες

Διάφορες πλατφόρμες έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά των αισθητήρων τηλεπισκόπησης και εκ του σύνεγγυς αισθητήρων. Οι φορητοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται συχνά στη γεωργία ακριβείας, καθώς είναι χαμηλού κόστους, προσφέρουν ειδικές πληροφορίες κατόπιν ζήτησης και μπορούν να ενσωματωθούν εύκολα στα γεωργικά μηχανήματα. Οι αισθητήρες χειρός GPS (Global Positioning System) χρησιμοποιούνται για την καταγραφή της θέσης των μετρήσεων πεδίου και των γεωργικών εφαρμογών.

Οι αερομεταφερόμενοι αισθητήρες προσφέρουν το πλεονέκτημα της ευρύτερης κάλυψης και των πολλαπλών πληροφοριών (ειδικά με υπερφασματικούς αισθητήρες), αν και το κόστος είναι υψηλότερο. Μια επιλογή χαμηλότερου κόστους εναέριας πλατφόρμας είναι τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (UAV), τα οποία είναι ρομποτικά αεροσκάφη σταθερής πτέρυγας ή κάθετα ελικοπτερα απογείωσης και προσγείωσης. Συνήθως, προσφέρουν επαρκή κάλυψη για εφαρμογές γεωργίας ακριβείας, ωστόσο μπορούν να μεταφέρουν ορισμένους αισθητήρες χαμηλού βάρους, καθώς το ωφέλιμο φορτίο τους είναι περιορισμένο.

Οι δορυφορικές πλατφόρμες περιστρέφονται γύρω από τη Γη σε διάφορα ύψη (> 400 χλμ.) και προσφέρουν διάφορες επιλογές χωρικών και φασματικών αναλύσεων. Αποτελούν την οικονομικότερη επιλογή για μεγάλες περιοχές, αλλά έχουν το μειονέκτημα ότι επηρεάζονται από την κάλυψη των νεφών και δεν είναι πάντοτε διαθέσιμοι.

3.2.4 Αισθητήρες

Πολλοί αισθητήρες τηλεπισκόπησης έχουν χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές γεωργικής ακριβείας (Lee et al., 2010):

- Οι αισθητήρες πολυφασματικής απεικόνισης αποκτούν δεδομένα σε 3-6 ζώνες στα ορατά (400-700nm), κοντά σε υπέρυθρο (700-1200nm) και βραχυκύκλωμα υπέρυθρα (1200-2400nm) τμήματα του φάσματος. Συχνά περιλαμβάνουν τις κόκκινες ζώνες (600-700nm) και τις υπέρυθρες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των δεικτών βλάστησης και γενικά για την παρακολούθηση της ποσότητας και της ποιότητας της πράσινης βλάστησης. Ο κύριος λόγος είναι ότι η υγιής πράσινη βλάστηση χαρακτηρίζεται από:

- (i) χαμηλή ανάκλαση στα ορατά μήκη κύματος με μικρή κορυφή στο πράσινο, λόγω της ισχυρής απορρόφησης από τις φωτοενεργές χρωστικές ουσίες (χλωροφύλλες, ανθοκυάνες, καροτενοειδή)

- (ii) υψηλή ανάκλαση στα εγγύς υπέρυθρα μήκη κύματος λόγω της πολλαπλής σκέδασης στο χώρο μεταξύ των κυττάρων στον εσωτερικό ιστό των φύλλων.

Οι περισσότεροι από τους εμπορικά διαθέσιμους αισθητήρες συλλέγουν δεδομένα πολυφασματικών δεδομένων σε αυτά τα τμήματα του φάσματος.

- Οι αισθητήρες υπερφασματικής απεικόνισης αποκτούν δεδομένα στα ίδια μέρη του φάσματος με τους πολυφασματικούς αισθητήρες, αλλά σε πολλές άλλες ζώνες (συνήθως

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

δεκάδες έως μερικές εκατοντάδες). Αυτή η σειρά σχεδόν συνεχόμενων δεδομένων παρέχει πληροφορίες που, ίσως, να είχαν αρχικά χαθεί από τους πολυφασματικούς αισθητήρες. Έτσι, έχουν αναπτυχθεί πολύ εξειδικευμένοι δείκτες βλάστησης για την παρακολούθηση της βλάστησης (Haboudane et al., 2002). Τα υπερφασματικά δεδομένα έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία για την αναγνώριση των κατάλληλων ζωνών για συγκεκριμένες εφαρμογές, όπως η κόκκινη ακραία μπάντα (650-750nm), η οποία είναι ευαίσθητη στις λεπτές αλλαγές στην υγεία της πράσινης βλάστησης. Το κόκκινο άκρο κέρδισε πρόσφατα την προτίμηση και έχει συμπεριληφθεί στο δορυφορικό σύστημα (WorldView-2). Μερικοί υπερ-φασματικοί δορυφορικοί αισθητήρες είναι διαθέσιμοι (Hyperion, Proba), ωστόσο κυρίως για ερευνητικές εφαρμογές. Τα αερόφερα υπερ-φασματικά δεδομένα έχουν, επίσης, χρησιμοποιηθεί εκτεταμένα, όπως η κάμερα CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager).

- Οι αισθητήρες θερμικής απεικόνισης αποκτούν δεδομένα στα θερμικά υπέρυθρα τμήματα του φάσματος (3000-15000nm), όπου η ακτινοβολία εκπέμπεται από όλα τα σώματα με θερμοκρασία μεγαλύτερη από 0°K, ανάλογα με τις θερμικές τους. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε νερό (εκπομπή μεταξύ 0,97 και 0,99), η υγιής βλάστηση εκπέμπει ακτινοβολία στη θερμική υπέρυθρη ζώνη (TIR ~ 10000nm) ανάλογα με τη θερμοκρασία της (Lee et al., 2010, Ribeiro da Luz and Crowley, 2007). Οι θερμικές εικόνες έχουν χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της κατανάλωσης νερού στην καλλιεργούμενη γη, καθώς μπορούν να παράσχουν πολύτιμα συστατικά του ενεργειακού ισοζυγίου που διέπει την εξατμισοδιαπνοή (Alexandridis et al., 2009, Chemin et al., 2010). Επιπλέον, έχουν χρησιμοποιηθεί στην καταμέτρηση των φρούτων (Stajanko et al., 2004) και στην ανίχνευση ασθενειών των φυλλωμάτων, καθώς το στρες μπορεί να προκαλέσει στοματικό κλείσιμο με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας των φύλλων (Lee et al., 2010, Lindenthal et al., 2005).

- Οι αισθητήρες απεικόνισης μικροκυμάτων είναι ως επί το πλείστον ενεργοί (SAR) και έχουν το μοναδικό πλεονέκτημα να μην επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες και τη θέση του ήλιου. Έτσι, είναι πολύ χρήσιμοι σε τοποθεσίες ή εποχές συχνής κάλυψης σύννεφων, όπως η εποχή των τροπικών ή μουσώνων. Έχουν σχέση με την υγρασία του εδάφους, την ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους και την τραχύτητα της επιφάνειας του εδάφους, καθώς και διάφορες παραμέτρους βλάστησης. Ωστόσο, η περιορισμένη χωρική τους ανάλυση και η δυσκολία επεξεργασίας περιορίζουν τη χρήση τους σε εφαρμογές γεωργίας ακριβείας.

3.3 Πλεονεκτήματα και υπηρεσίες που προσφέρει η τηλεπισκόπηση στην γεωργία ακριβείας

Αρκετές ανασκοπήσεις περιγράφουν τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν οι διάφορες μορφές τηλεπισκόπησης στη γεωργία ακριβείας (Brisco et al., 1998, Ge et al., 2011, Hall et al., 2002, Moran κ.ά., 1997, Thorp and Tian, 2004). Αναφέρονται τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- Πλήρης κάλυψη του εξεταζόμενου πεδίου με σχετικά χαμηλό κόστος. Οι εικόνες από μέσα τηλεπισκόπησης παρέχουν πλήρη κάλυψη των εξεταζόμενων πεδίων/περιοχών, σε σύγκριση με τις τοποθεσίες δειγματοληψίας που παρέχονται συνήθως από επιτόπιους και αυτόματους σταθμούς μέτρησης. Λαμβάνοντας υπόψη την κάλυψη κάθε εικόνας, το κόστος απόκτησης είναι σχετικά χαμηλό σε σύγκριση με άλλες μεθόδους.

- Πολυφασματικός χαρακτήρας των πληροφοριών. Η τηλεπισκόπηση παρέχει δεδομένα σε πολλαπλά μήκη κύματος πέρα από αυτά που είναι ορατά από τα ανθρώπινα μάτια. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα, καθώς η έγκαιρη ανίχνευση του στρες των φυτών (π.χ. μόλυνση ή έλλειψη νερού) μπορεί να μην είναι εμφανής στο ορατό μήκος κύματος.

- Έγκαιρη ενημέρωση. Οι πληροφορίες τηλεπισκόπησης συλλέγονται κατόπιν αιτήματος (από φορητές πλατφόρμες, αερομεταφερόμενες πλατφόρμες ή πλατφόρμες UAV), κατόπιν παραγγελίας μιας προκαθορισμένης φωτογράφισης (δορυφόροι υψηλής ανάλυσης, π.χ. IKONOS) ή βάσει προκαθορισμένου χρονοδιαγράμματος (για τους δορυφόρους ευρείας κάλυψης, π.χ. 16 ημέρες για το Landsat). Σε κάθε περίπτωση, είναι διαθέσιμες για επεξεργασία λίγες ώρες ή ημέρες μετά την απόκτηση.

- Ενσωμάτωση των αποτελεσμάτων σε ένα σύστημα διαχείρισης της εκμετάλλευσης. Όντας σε ψηφιακή μορφή, raster ή vector, τα αποτελέσματα των αλγορίθμων τηλεπισκόπησης ενσωματώνονται εύκολα σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των γεωργικών εκμεταλλεύσεων, το οποίο θα βοηθήσει στη διαδικασία λήψης αποφάσεων.

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι πληροφοριών που απαιτούνται για τη διαχείριση της ακρίβειας των καλλιεργειών:

- πληροφορίες σχετικά με τις εποχικά σταθερές συνθήκες,
- πληροφορίες σχετικά με εποχικά μεταβαλλόμενες συνθήκες,
- πληροφορίες που απαιτούνται για τη διάγνωση της αιτίας της μεταβλητότητας της απόδοσης καλλιέργειας (Moran et al., 1997).

Η τηλεπισκόπηση μπορεί να συμβάλλει στους παραπάνω τύπους πληροφοριών προσφέροντας τις ακόλουθες υπηρεσίες:

- Ανάλυση της απόδοσης της καλλιέργειας. Η χαρτογράφηση της απόδοσης καλλιέργειας πραγματοποιείται επί τόπου χρησιμοποιώντας αισθητήρες τοποθετημένους σε θεριζοαλωνιστικές μηχανές. Η θέση της διακύμανσης της απόδοσης καταγράφεται με ένα GPS, μετά από διορθώσεις που οφείλονται σε καθυστέρηση ως προς την κίνηση του οχήματος. Το προκύπτον σύνολο δεδομένων σημείου τοποθεσίας μετατρέπεται συνήθως σε συνεχή επιφάνεια για ολόκληρο το πεδίο με τεχνική χωρικής παρεμβολής, όπως Inverse Distance Weighted, απλή kriging και co-kriging (Arslan and Colvin, 2002, Blackmore, 1999). Πιο σημαντικά, οι εικόνες τηλεπισκόπησης έχουν χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της απόδοσης πριν από τη συγκομιδή. Αυτό γίνεται κατά κύριο λόγο χρησιμοποιώντας απλές εξισώσεις παλινδρόμησης που συνδέουν την αναμενόμενη απόδοση με τους δείκτες βλάστησης μιας παρατήρησης μιας ημέρας ή παρακολουθώντας το προφίλ ανάπτυξης κατά τη διάρκεια των σταδίων ανάπτυξης της καλλιέργειας (Aparicio et al., 2000, Teal et al., 2006).

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

Οι πιο πολύπλοκες τεχνικές περιλαμβάνουν μοντέλα ανάπτυξης που ενσωματώνουν χρονολογικές σειρές από μετεωρολογικούς σταθμούς και δορυφορικές εικόνες στην ορατή και θερμική υπέρυθρη (Basso et al., 2001, Bastiaanssen and Ali, 2003, Chemin and Alexandridis, 2006)

- Χαρτογράφηση παραμέτρων γονιμότητας εδάφους. Η χαρτογράφηση της μεταβλητότητας του εδάφους γίνεται με εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων εδάφους ή με αισθητήρες εκ του σύνεγγυς που έχουν σαρώσει πάνω από το γυμνό έδαφος. Η θέση της μεταβολής του εδάφους καταγράφεται με ένα GPS, μετά από διορθώσεις που οφείλονται σε καθυστέρηση στην ανταπόκριση στην κίνηση του οχήματος και το σύνολο δεδομένων του σημείου θέσης που προκύπτει μετατρέπεται συνήθως σε συνεχή επιφάνεια για ολόκληρο το πεδίο με τεχνική χωρικής παρεμβολής, ανάλογα με την εδαφική παράμετρο που βρίσκεται υπό έρευνα. Οι συνθήκες επιφάνειας του εδάφους έχουν εκτιμηθεί με τηλεπισκόπηση χρησιμοποιώντας μικροκυματικούς, πολυφασματικούς ή υπερφασματικούς αισθητήρες (Alexandridis et al., 2008, Kimes et al., 1993, Shepherd and Walsh, 2002). Ο κατάλογος των ιδιοτεροτήτων του εδάφους που έχουν σημαντικές γεωργικές ιδιότητες (συμπεριλαμβανομένης της υφής, της περιεκτικότητας σε οργανικές και ανόργανες ουσίες άνθρακα, μακρο- και μικρο-θρεπτικά συστατικά, περιεκτικότητα σε υγρασία, ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, ηλεκτρική αγωγιμότητα, pH και σίδηρος) ποσοτικοποιήθηκαν με απομακρυσμένη και εγγύς ανίχνευση με μεταβλητή επιτυχία, με τη χρήση εργαστηριακής ανάλυσης δειγμάτων εδάφους με ένα φασματόμετρο bench-top σε χαρτογράφηση εδάφους κλίμακας πεδίου με δορυφορικές υπερφασματικές εικόνες (Ge et al., 2011).

- Παρακολούθηση της υγρασίας του εδάφους. Η ακριβής εκτίμηση της ογκομετρικής περιεκτικότητας σε υγρασία του εδάφους πραγματοποιείται με εργαστηριακή ανάλυση των μη διαταραγμένων δειγμάτων εδάφους. Ένας γρηγορότερος τρόπος είναι να χρησιμοποιηθούν ανιχνευτές υγρασίας του εδάφους, όπως ο χρόνος ανάκλασης (TDR), εγκατεστημένοι σε στρατηγικές τοποθεσίες στο πεδίο και καταγράφοντας συχνές μετρήσεις σε ένα καταγραφικό. Για την πλήρη κάλυψη του πεδίου ή του τόπου, η δορυφορική τηλεπισκόπηση έχει χρησιμοποιηθεί με μικροκυματικές ή θερμικές υπέρυθρες εικόνες (Alexandridis et al., 2008, Scott et al., 2003). Ωστόσο, το σήμα μικροκυμάτων συλλαμβάνει μόνο τα πρώτα λίγα εκατοστά του επιφανειακού εδάφους και επηρεάζεται έντονα από την παρουσία βλάστησης, οπότε μπορεί να μην είναι χρήσιμο στην επιχειρησιακή παρακολούθηση.

- Προσδιορισμός εφαρμογών λίπανσης στο χώρο. Η απομακρυσμένη ή εγγύς ανίχνευση χρησιμοποιείται σε πραγματικό χρόνο για τον προσδιορισμό της χωρικής κατανομής των εφαρμογών λιπασμάτων. Εναλλακτικά, η χωρική κατανομή των απαιτήσεων θρεπτικών ουσιών της καλλιέργειας προσδιορίζεται χρησιμοποιώντας τον χάρτη αποδόσεων της προηγούμενης καλλιεργητικής περιόδου, από δορυφορικές εικόνες ή συλλεγμένους αισθητήρες ροής απόδοσης.. Αυτό βασίζεται στην υπόθεση ότι η περιεκτικότητα σε χλωροφύλλη των πράσινων τμημάτων του φυτού σχετίζεται άμεσα με την περιεκτικότητα σε άζωτο (N). Έτσι, έχουν αναπτυχθεί αρκετοί δείκτες για την εκτίμηση της περιεκτικότητας σε

N, συχνά χρησιμοποιώντας εξειδικευμένα στενά μήκη κύματος και ειδικούς αισθητήρες (Jasper et al., 2009, Miao et al., 2009, Patil et al., 2013).

- Παρακολούθηση της ανάπτυξης της καλλιέργειας. Η απομακρυσμένη ή εγγύς ανίχνευση χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της αύξησης των καλλιεργειών σε σχέση με τη λίπανση ή άλλες γεωργικές δραστηριότητες. Η ικανότητα των δεικτών βλάστησης να συσχετιστούν με την ποιότητα και την ποσότητα της πράσινης βλάστησης έχει χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσει τα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας χρησιμοποιώντας εξισώσεις παλινδρόμησης (Aparicio et al., 2000, Teal et al., 2006). Οι φυσικές παράμετροι, όπως το κλάσμα της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας (fPAR), έχουν υπολογιστεί από δορυφορικές εικόνες ευρείας κάλυψης, όπως αυτές του MODIS. Πιο αποτελεσματικός είναι ο συνδυασμός τηλεπισκόπησης με μοντέλα ανάπτυξης καλλιεργειών, τα οποία περιλαμβάνουν μετεωρολογικά δεδομένα (Basso et al., 2001, Moran et al., 1997).

- Παρακολούθηση των απαιτήσεων χρήσης νερού και άρδευσης. Ο χρόνος για την άρδευση και η ποσότητα νερού για εφαρμογή σε διάφορα μέρη του πεδίου είναι πληροφορίες που μπορούν να αντληθούν από στρατηγικά τοποθετημένους αισθητήρες υγρασίας εδάφους ή αισθητήρες καταπονήσεως φυτών (π.χ. sap flow). Η απομακρυσμένη ή εγγύς ανίχνευση μπορεί να εντοπίσει την υδατική καταπόνηση με εξειδικευμένους δείκτες, όπως ο δείκτης στρες των καλλιεργειών (CWSI) (Alchanatis et al., 2010, Jackson et al., 1981). Επιπλέον, η ποσότητα του νερού άρδευσης μπορεί να εκτιμηθεί από μετεωρολογικά δεδομένα και δεδομένα εδάφους χρησιμοποιώντας την τροποποιημένη εξίσωση Penman-Montieth (FAO56) ή πιο προηγμένα μοντέλα που χρησιμοποιούν δορυφορικές εικόνες για να υπολογίσουν τα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας και τη χωρική μεταβλητότητα, όπως το SEBAL- Detecting crop diseases. Remote and proximal sensing of crop diseases is based on the observation that green leaves' colour is changing after an infection is set, often before a change is visible by naked eyes (Nilsson, 1995). Hyper-spectral remote sensing has an advantage over multispectral, as various disease symptoms are evident by specific wavelengths (Muhammed, 2005). Thermal sensing has also been used in various applications of detection and mapping of crop diseases (Lee et al., 2010).

- Χαρτογράφηση των παρασιτοκτόνων. Η αναγνώριση της παρουσίας και της πυκνότητας των ζιζανίων έχει πραγματοποιηθεί με απομακρυσμένη και εγγύς ανίχνευση για να κατευθύνει τη ροή των χημικών προϊόντων με ζιζανιοκτόνο με μεταβλητό ρυθμό. Η αποικοδόμηση των επιφανειών ζιζανίων έχει πραγματοποιηθεί με επιτυχία, ενώ η απομάκρυνση της επίδρασης της καλλιέργειας ή του υποβάθρου του εδάφους παραμένει πρόκληση (Thorpe and Tian, 2004). Η ειδική διαχείριση των ζιζανίων σε ειδικές καλλιέργειες μπορεί να επιτευχθεί με μηχανική όραση και συγκεκριμένες εφαρμογές ζιζανιοκτόνων (Lee et al., 2010). Οι κυριότερες προκλήσεις σε αυτό το έργο είναι η διάκριση του ζιζανίου μέσα στην καλλιέργεια και η αναγνώριση του τύπου ζιζανίων για τον ψεκασμό του κατάλληλου χημικού προϊόντος.

- Χαρτογράφηση προσβολών από έντομα. Η άμεση χαρτογράφηση των προσβολών από έντομα είναι δυνατή με απομακρυσμένη και εγγύς ανίχνευση, καθώς η μειωμένη συγκέντρωση χλωροφύλλης σε φύλλα και η αλλαγή χρώματος είναι μερικά από τα κύρια

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

συμπτώματα (Hay et al., 1997, Yang and Cheng, 2001). Εναλλακτικά, οι ευνοϊκές συνθήκες για την αναπαραγωγή εντόμων μπορούν να μοντελοποιηθούν σε ένα σύστημα πληροφοριών διαχείρισης αγροτικών προϊόντων (Moran et al., 1997).

3.4 Τηλεπισκόπηση σε χώρους αστικού πρασίνου

Οι Χώροι Αστικού Πρασίνου συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη του αστικού οικοσυστήματος. Έχουν σημαντικό αντίκτυπο στις λειτουργίες των οικοσυστημάτων, στο τοπικό μικροκλίμα και στην ποιότητα του αέρα. Η τηλεπισκόπηση, σε συνδυασμό με τα συστήματα γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), αποτελούν ισχυρά εργαλεία χαρτογράφησης και διαχείρισης των χώρων αυτών. Είναι δυνατή η ανάλυσή τους σε διαφορετικές χωρικές και χρονικές κλίμακες. Η κλιματική αλλαγή είναι γεγονός. Για το λόγο αυτό η αστικοποίηση πρέπει να προσαρμοστεί με γνώμονα την εξοικονόμηση φυσικών πόρων, τη μείωση αποτυπώματος αερίων του θερμοκηπίου και την επιβράδυνση της αύξησης της θερμοκρασίας (Vatseva et al., 2016). Σύμφωνα με μελέτες, η αστική βλάστηση μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία της πόλης από 2-8 βαθμούς λόγω της αύξησης της εξατμισοδιαπνοής (Lehman, 2019). Με τον τρόπο αυτό, οι ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στις θερμές περιοχές του πλανήτη είναι δυνατό να μειωθούν έως και 47% τους θερινούς μήνες. Επίσης, οι χώροι αστικού πρασίνου μπορούν να έχουν θετικό αντίκτυπο στα υδρολογικά χαρακτηριστικά των αστικών λεκανών υψηλής διαφοροποίησης. Η χαμηλή βλάστηση και τα δένδρα, αυξάνουν τη διηθητικότητα του νερού και την αργή απορροή μετά από βροχοπτώσεις. Απομακρύνεται με τον τρόπο αυτό σημαντική ποσότητα ρύπων όπως ο φώσφορος, ο μόλυβδος, το άζωτο και τα λεπτά ιζήματα.

Για τη βέλτιστη αξιοποίηση των χώρων αστικού πρασίνου, και τη μεγιστοποίηση της συνεισφοράς τους στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, είναι απαραίτητη η εφαρμογή πρακτικών μειωμένων εισροών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνεχή παρακολούθηση των αγρομετεωρολογικών τιμών των μεταβλητών του περιβάλλοντός χώρου και με την εγκατάσταση συστημάτων αυτοματοποιημένης άρδευσης. Στόχος των συστημάτων αυτών είναι η επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος, ως συμπλήρωμα της φυσικής βροχόπτωσης, ελαχιστοποιώντας την ανθρώπινη παρέμβαση. Τα συστήματα αυτά εφαρμόζονται τόσο σε μικρές καλλιέργειες, χώρους αστικού πρασίνου, αλλά και σε βοτανικούς κήπους, καθώς και σε καλλιέργειες χιλιάδων στρεμμάτων (Cano et al., 2018). Για την εφαρμογή τους σε μεγαλύτερες περιοχές είναι απαραίτητος ο στρατηγικός διαχωρισμός της αρδευόμενης έκτασης σε μικρότερες, έτσι ώστε να αξιοποιούνται σε τα τοπικά χαρακτηριστικά του εδάφους σε συνδυασμό με τα συλλεχθέντα δεδομένα. Παράλληλα επιτυγχάνεται η ακριβής καταγραφή των χρησιμοποιηθέντων πόρων με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η ανάλυση του περιβαλλοντικού αντίκτυπου των καλλιεργειών, καθώς και η μείωση το κόστους παραγωγής. Στην περίπτωση των χώρων αστικού πρασίνου, μειώνεται το περιβαλλοντικό αποτύπωμα και το κόστος συντήρησής τους.

Στο (Cano et al., 2018) παρουσιάζεται η περίπτωση εφαρμογής ενός έξυπνου συστήματος άρδευσης το οποίο συνδυάζει αγρομετεωρολογικές μετρήσεις οι οποίες

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

λαμβάνονται σε πραγματικό χρόνο και αγρομετεωρολογικά δεδομένα από ανοικτή βάση δεδομένων. Η εκτίμηση για την εξοικονόμηση αρδευτικού νερού σε χρονικά ορίζοντα ενός έτους ξεπέρασε το 30%, το οποίο εξασφαλίζει ουσιαστική μείωση του κόστους συντήρησης του πάρκου. Παράλληλα, σε εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε (Chen et al) σε αγροτική περιοχή 300.000 τμ εξοικονομήθηκαν 30% του αρδευτικού νερού.

4. Ανάλυση και αξιολόγηση υφιστάμενου θεσμικού πλαισίου

Για την επίτευξη του σχεδιασμού αλλά και της μελέτης της τεχνικής υλοποίησης αρχικά αναλύεται και περιγράφεται το νομικό πλαίσιο για τους υδάτινους πόρους στον ελλαδικό χώρο και ταυτόχρονα λαμβάνεται υπόψη και η ευρωπαϊκή νομοθεσία.

4.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει συμπεριλάβει τη βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων, και την υψηλή ποιότητα των υπόγειων και επιφανειακών υδατικών πόρων, ανάμεσα στις προτεραιότητες για το περιβάλλον. Η υδατική πολιτική της Ε.Ε. είναι βασισμένη σε μια σειρά από Οδηγίες που εκδόθηκαν στη δεκαετία του '70 και έχουν αναθεωρηθεί από τότε σύμφωνα με τα νέα διαθέσιμα στοιχεία. 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-πλαίσιο 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 τα 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)

Σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων υδάτων, το οποίο:

- α) να αποτρέπει την περαιτέρω επιδείνωση, να προστατεύει και να βελτιώνει την κατάσταση των υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς και των αμέσως εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων και υγροτόπων σε ό,τι αφορά τις ανάγκες τους σε νερό·
- β) να προωθεί τη βιώσιμη χρήση του νερού βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδάτινων πόρων·
- γ) να αποσκοπεί στην ενίσχυση της προστασίας και τη βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος, μεταξύ άλλων με ειδικά μέτρα για την προοδευτική μείωση των απορρίψεων,

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

εκπομπών και διαρροών ουσιών προτεραιότητας και με την παύση ή τη σταδιακή εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών των επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας·

δ) να διασφαλίζει την προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων και να αποτρέπει την περαιτέρω μόλυνσή τους και

ε) να συμβάλλει στο μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες, και να συμβάλλει με αυτό τον τρόπο:

- στην εξασφάλιση επαρκούς παροχής επιφανειακού και υπόγειου νερού καλής ποιότητας που απαιτείται για τη βιώσιμη, ισόρροπη και δίκαιη χρήση ύδατος,

- σε σημαντική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων,

- στην προστασία των χωρικών και θαλάσσιων υδάτων, και

- στην επίτευξη των στόχων των σχετικών διεθνών συμφωνιών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που αποσκοπούν στην πρόληψη και την εξάλειψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος, με κοινοτική δράση δυνάμει του άρθρου 16 παράγραφος 3 για την παύση ή τη σταδιακή εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας, με απώτατο στόχο να επιτευχθούν συγκεντρώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον οι οποίες, για μεν τις φυσικώς απαντώμενες ουσίες να πλησιάζουν το φυσικό βασικό επίπεδο, για δε τις τεχνητές συνθετικές ουσίες να είναι σχεδόν μηδενικές.

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

"Αειφόρος ανάπτυξη είναι η ανάπτυξη που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύει την ικανότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες." - Παγκόσμια επιτροπή για το περιβάλλον και την ανάπτυξη ("Επιτροπή Brundtland"), 1987

Η Επιτροπή προτείνει μια στρατηγική της ΕΕ με τρεις πτυχές:

1: Μια δέσμη με διαγώνιες προτάσεις και συστάσεις, ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα των πολιτικών και να πραγματοποιηθεί η αειφόρος ανάπτυξη. Αυτό σημαίνει να εξασφαλίζεται ότι οι διαφορετικές πολιτικές ενισχύουν η μία την άλλη αντί να διασκορπίζονται προς διαφορετικές κατευθύνσεις.

2: Μια δέσμη κύριων στόχων και ειδικών μέτρων σε επίπεδο ΕΕ για την αντιμετώπιση των ζητημάτων που θέτουν τις μεγαλύτερες προκλήσεις στην αειφόρο ανάπτυξη στην Ευρώπη.

3: Βήματα για την εφαρμογή της στρατηγικής και ανασκόπηση της προόδου της.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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.

Η πρόσβαση σε επαρκείς ποσότητες νερού καλής ποιότητας, είναι θεμελιώδης συνιστώσα της καθημερινής ζωής κάθε ανθρώπου, όπως και των περισσότερων οικονομικών δραστηριοτήτων. Πλην όμως, η λειψυδρία και η ξηρασία έχουν πλέον αναχθεί σε μείζον πρόβλημα – που η αλλαγή του κλίματος αναμένεται να το επιδεινώσει. Πρόκειται για πλανητικής κλίμακας ζήτημα, το οποίο αφορά, βεβαίως, και την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Χρειάζεται να αντιμετωπιστούν τα ακόλουθα ζητήματα:

- Η προώθηση της πλήρους εφαρμογής της Οδηγίας Πλαίσιο για τα ύδατα
- Το πρόβλημα αποτελεί, συχνά, απόρροια αναποτελεσματικών πολιτικών τιμολόγησης του νερού, οι οποίες, εν γένει, δεν αντανακλούν τις ευαίσθητες ισορροπίες των υδάτινων πόρων σε τοπικό επίπεδο. Η αρχή «ο χρήστης πληρώνει» εφαρμόζεται ελάχιστα πέρα από τομείς της παροχής πόσιμου νερού και της επεξεργασίας των λυμάτων. Η θέσπιση της αρχής αυτής σε επίπεδο ΕΕ αναμενόταν να τερματίσει περιττές απώλειες νερού ή την παραγωγή αποβλήτων, διασφαλίζοντας την ύπαρξη υδάτινων πόρων για τις απαραίτητες χρήσεις ανά την Ευρώπη, συμπεριλαμβανομένων όλων των τμημάτων των διασυννοριακών λεκανών απορροής ποταμών. Με άλλα λόγια, θα ενθάρρυνε την αποδοτική χρήση των υδάτινων πόρων.
- Ο σχεδιασμός χρήσης Γης αποτελεί έναν από τους κύριους κατευθυντήριους άξονες της χρήσης των υδάτινων πόρων. Η αδόκιμη κατανομή υδάτινων πόρων μεταξύ οικονομικών τομέων έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ανισορροπιών μεταξύ των αναγκών σε νερό και των υφιστάμενων υδάτινων πόρων. Απαιτείται μια πραγματική αλλαγή των πρακτικών χάραξης πολιτικών και η προώθηση αποδοτικού σχεδιασμού χρήσης Γης σε κατάλληλο επίπεδο.
- Υπάρχουν τεράστιες δυνατότητες εξοικονόμησης υδάτινων πόρων ανά την Ευρώπη. Η Ευρώπη εξακολουθεί να σπαταλά τουλάχιστον το 20% των υδάτινων πόρων της, λόγω αναποτελεσματικότητας. Η εξοικονόμηση νερού πρέπει να καταστεί προτεραιότητα και, προς τον σκοπό αυτό, να διερευνηθούν όλες οι δυνατότητες βελτίωσης της αποδοτικότητας της χρήσης των υδάτινων πόρων. Η χάραξη πολιτικής πρέπει να βασίζεται σε σαφή ιεράρχηση των υδάτινων πόρων. Οι πρόσθετες υποδομές υδροδότησης πρέπει να θεωρούνται ως δυνατότητα επιλογής όταν έχουν εξαντληθεί οι υπόλοιπες, συμπεριλαμβανομένης της αποδοτικής πολιτικής τιμολόγησης του νερού και των οικονομικά αποδοτικών εναλλακτικών επιλογών. Πρέπει, επίσης, να ιεραρχηθούν οι υδάτινοι πόροι με γνώμονα την προτεραιότητα της δημόσιας υδροδότησης, ώστε να εξασφαλίζεται η πρόσβαση σε επαρκή ποσότητα νερού.
- Η περαιτέρω ενσωμάτωση των σχετικών με το νερό προβληματισμών σε τομεακές πολιτικές που σχετίζονται με τους υδατικούς πόρους είναι υψίστης σημασίας παράγοντας για τη στροφή προς νοοτροπίες εξοικονόμησης υδάτινων πόρων. Οι επιτυχίες ενσωμάτωσης σε

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυννοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

επίπεδο ΕΕ, καθώς και σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο, παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις από τον έναν τομέα στον άλλο. Σε γενικές γραμμές, διαπιστώνεται έλλειψη συνέπειας και, σε ορισμένες περιπτώσεις, παρατηρούνται ακόμη και αρνητικά αποτελέσματα στην προστασία των υδάτινων πόρων.

- Τέλος, για να αποδώσουν τα μέγιστα, τα μέτρα πολιτικής για τη λειψυδρία και τη ξηρασία πρέπει να βασίζονται σε υψηλής ποιότητας γνώσεις και πληροφορίες για την έκταση του προβλήματος και τις προβλεπόμενες τάσεις. Τα υφιστάμενα ευρωπαϊκά και εθνικά προγράμματα αξιολόγησης και παρακολούθησης δεν είναι ούτε ολοκληρωμένα, ούτε πλήρη. Ως εκ τούτου, αποτελεί εκ των ων ουκ άνευ προϋπόθεση η κάλυψη των γνωστικών κενών και η εξασφάλιση της συγκρισιμότητας των δεδομένων ανά την ΕΕ. Στο πλαίσιο αυτό, η έρευνα μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο με την παροχή νέων γνώσεων που θα συμβάλουν στην χάραξη πολιτικής.

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

Η πολιτική της ΕΕ στον τομέα των υδάτων συνέβαλε με επιτυχία στην προστασία των υδατικών πόρων. Στόχος του παρόντος προσχεδίου για τη διαφύλαξη των υδατικών πόρων της Ευρώπης είναι να αντιμετωπιστούν τα εμπόδια που επιβραδύνουν τα μέτρα διασφάλισης των υδατικών πόρων της Ευρώπης και στηρίζεται σε εκτεταμένη αξιολόγηση της υφιστάμενης πολιτικής. Το προσχέδιο στηρίζεται σε πληθώρα πληροφοριών και αναλύσεων που περιλαμβάνουν την έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ) για την κατάσταση των υδάτων, την αξιολόγηση των Σχεδίων Διαχείρισης Λεκανών Απορροής Ποταμών (ΣΔΛΑΠ) των κρατών μελών και την επανεξέταση της πολιτικής για τη λειψυδρία και την ξηρασία, που διενεργήθηκαν από την Επιτροπή, καθώς και τον έλεγχο καταλληλότητας της πολιτικής για τα γλυκά ύδατα της ΕΕ. Επιπλέον, συνοδεύεται από εκτίμηση επιπτώσεων. Το προσχέδιο στηρίζεται σε εκτεταμένες δημόσιες διαβουλεύσεις, τόσο στο πλαίσιο της κατάρτισής του, όσο και στο πλαίσιο του ελέγχου καταλληλότητας στις οποίες συμμετείχαν το κοινό, οι ενδιαφερόμενοι, τα κράτη μέλη, καθώς και άλλα ενωσιακά θεσμικά όργανα και φορείς. Στο προσχέδιο αναγνωρίζεται ο ιδιαίτερα ετερογενής χαρακτήρας του υδάτινου περιβάλλοντος ανά την ΕΕ και, κατά συνέπεια, δεν προτείνεται μια γενικευμένη λύση για όλες τις περιπτώσεις, με βάση και την αρχή της επικουρικότητας. Τονίζονται θέματα ζωτικής σημασίας συμπεριλαμβανομένων των εξής: βελτίωση της χρήσης της Γης, αντιμετώπιση της ρύπανσης των υδάτων, αύξηση της αποδοτικότητας και της ανθεκτικότητας των υδάτινων μαζών και βελτίωση της διακυβέρνησης από όσους εμπλέκονται στη διαχείριση των υδατικών πόρων.

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

Για να αποφευχθούν οι σοβαρότεροι κίνδυνοι από την κλιματική αλλαγή και, ιδίως, οι μεγάλης κλίμακας, μη αναστρέψιμες επιπτώσεις, η πλανητική αύξηση της θερμοκρασίας

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

πρέπει να συγκρατηθεί σε λιγότερο από 2°C σε σχέση με τα επίπεδα της προβιομηχανικής εποχής. Συνεπώς, ο μετριασμός της κλιματικής αλλαγής πρέπει επίσης να εξακολουθήσει να αποτελεί προτεραιότητα για τη διεθνή κοινότητα. Ανεξαρτήτως των σεναρίων που διατυπώνονται για την πλανητική υπερθέρμανση και της επιτυχίας που θα σημειώσουν οι προσπάθειες μετριασμού, οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής θα αυξηθούν κατά τις επόμενες δεκαετίες, λόγω της καθυστερημένης επίπτωσης των παλαιότερων και των σημερινών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ως εκ τούτου, η μόνη μας επιλογή είναι η λήψη μέτρων προσαρμογής για την αντιμετώπιση των αναπόφευκτων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής και του οικονομικού, περιβαλλοντικού και κοινωνικού κόστους τους. Με την απόδοση προτεραιότητας σε συνεκτικές, ευέλικτες και συμμετοχικές προσεγγίσεις, το κόστος της έγκαιρης ανάληψης προγραμματισμένης δράσης για την προσαρμογή είναι μικρότερο από το τίμημα της έλλειψης προσαρμογής. Λόγω του ειδικού χαρακτήρα και της ευρύτητας των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής στην επικράτεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), είναι αναγκαίο να ληφθούν μέτρα προσαρμογής σε όλα τα επίπεδα, από το τοπικό έως το περιφερειακό και το εθνικό. Η Ευρωπαϊκή Ένωση μπορεί εξάλλου να συμβάλει καλύπτοντας κενά, τόσο στις γνώσεις όσο και στα μέτρα, και συμπληρώνοντας αυτές τις προσπάθειες μέσω της ακόλουθης ενωσιακής στρατηγικής.

Γενικός στόχος της στρατηγικής της ΕΕ για την προσαρμογή είναι η συμβολή στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας της Ευρώπης στην κλιματική αλλαγή. Αυτό σημαίνει αύξηση της ετοιμότητας και της ικανότητας αντιμετώπισης των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής σε τοπικό, περιφερειακό, εθνικό και ενωσιακό επίπεδο, διαμόρφωση συνεκτικής προσέγγισης και βελτίωση του συντονισμού.

4.2 Νομικό πλαίσιο στον ελληνικό χώρο

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).

Ο νόμος αυτός εφαρμόζεται για την προστασία και διαχείριση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων. Επίσης, μέσω αυτού συνιστάται:

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.

Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων

Διεύθυνση Υδάτων της Περιφέρειας

Περιφέρεια Περιφερειακό Συμβούλιο Υδάτων το οποίο αποτελεί όργανο κοινωνικού διαλόγου και διαβούλευσης για θέματα προστασίας και διαχείρισης των υδάτων.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

Στον άνωθεν νόμο περιγράφονται επίσης οι γενικοί κανόνες χρήσης των υδάτων, οι οποίοι είναι οι εξής:

1. Οι χρήσεις υδάτων διακρίνονται σε ύδρευση, άρδευση, βιομηχανική χρήση, ενεργειακή χρήση και χρήση για αναψυχή. Η χρήση για ύδρευση έχει προτεραιότητα, ως προς την ποσότητα και την ποιότητα, έναντι κάθε άλλης χρήσης.

2. Για κάθε χρήση εφαρμόζονται οι παρακάτω κανόνες, οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη στα Σχέδια Διαχείρισης: α) Κάθε χρήση πρέπει να αποβλέπει στη βιώσιμη και ισόρροπη ικανοποίηση των αναπτυξιακών αναγκών και να διασφαλίζει τη μακροπρόθεσμη προστασία των υδάτων, την επάρκεια των αποθεμάτων τους και τη διατήρηση της ποιότητάς τους, ιδιαίτερα δε τη μείωση και την αποτροπή της ρύπανσής τους. β) Η ικανοποίηση της ζήτησης του νερού γίνεται με βάση τα όρια και τις δυνατότητες των υδατικών αποθεμάτων, λαμβανομένων υπόψη των αναγκών για τη διατήρηση των οικοσυστημάτων, καθώς και της ισορροπίας που απαιτείται μεταξύ άντλησης κι ανατροφοδότησης των υπόγειων υδάτων. Οι ανάγκες των χρήσεων σε νερό ικανοποιούνται κατά το δυνατόν σε επίπεδο περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού. Κατά τη διαχείριση των υδάτων πρέπει να εξασφαλίζεται η εξοικονόμηση νερού μέσω της χρήσης τεχνικών μεθόδων, οικονομικών κινήτρων και εργαλείων.

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.

Με το παρόν Προεδρικό Διάταγμα αποσκοπείται η εφαρμογή των διατάξεων των άρθρων 9 και 10 του ν. 1650/1986 καθώς και των άρθρων 4 (παραγ. 1, εδαφ. ι), 5 (παραγ. 5, εδαφ. στ), 6 (παραγ. 3), 7 (παραγ. 1), 8 (παραγ. 3 και 6), 9 (παραγ. 4), 12 (εδαφ. γ) και 15 (παραγ. 1) του ν. 3199/2003 και συγχρόνως η συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 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» που έχει δημοσιευθεί στην Ελληνική γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΕL 327/1/22.12.2000), ώστε με τη θέσπιση του αναγκαίου πλαισίου μέτρων και διαδικασιών να επιτυγχάνεται η ολοκληρωμένη προστασία και 1355 1356 ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ (ΤΕΥΧΟΣ ΠΡΩΤΟ) ορθολογική διαχείριση των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και υπόγειων νερών, η οποία συνίσταται: α) στην αποτροπή της περαιτέρω επιδείνωσης, στην προστασία και βελτίωση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς και των αμέσως εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων και υδροτόπων σε ό,τι αφορά τις ανάγκες τους σε νερό, β) στην προώθηση της βιώσιμης χρήσης του νερού βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδατικών πόρων, γ) στην ενίσχυση της προστασίας και τη βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος, μεταξύ άλλων με ειδικά μέτρα για την προσδευτική μείωση των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών ουσιών προτεραιότητας και με την παύση ή τη σταδιακή εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών των επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας, δ) στη διασφάλιση της

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

προοδευτικής μείωσης της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και στην αποτροπή της περαιτέρω μόλυνσής τους και ε) στο μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες και να συμβάλλει με αυτό τον τρόπο: – στην εξασφάλιση επαρκούς παροχής επιφανειακού και υπόγειου νερού καλής ποιότητας που απαιτείται για την βιώσιμη, ισόρροπη και δίκαιη χρήση ύδατος, – σε σημαντική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων, – στην προστασία των χωρικών και θαλάσσιων υδάτων και – στην επίτευξη των στόχων των σχετικών διεθνών συμφωνιών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που αποσκοπούν στην πρόληψη και την εξάλειψη της ρύπανσης του θαλασσίου περιβάλλοντος, με κοινοτική δράση δυνάμει του άρθρου 16 παράγραφος 3 της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ για την παύση ή την σταδιακή εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας, με απώτατο στόχο να επιτευχθούν συγκεντρώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον οι οποίες, για μεν τις φυσικώς απαντώμενες ουσίες να πλησιάζουν το φυσικό βασικό επίπεδο, για δε τις τεχνητές συνθετικές ουσίες να είναι σχεδόν μηδενικές.

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.

Τα σχέδια αυτά καλύπτουν την εδαφική περιφέρεια τουλάχιστον ενός πρωτοβάθμιου Οργανισμού Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ-Καποδιστριακός Δήμος), η τμήμα αυτού, εάν οι δυσμενείς γεωμορφολογικές ή συγκοινωνιακές συνθήκες το υπαγορεύουν. Γενικό Πολεοδομικό Σχέδιο συντάσσεται όταν στην περιοχή μελέτης συμπεριλαμβάνεται ένας τουλάχιστον οικισμός άνω των 2.000 κατοίκων, ενώ στην περίπτωση που όλοι οι οικισμοί έχουν λιγότερους από 2.000 κατοίκους συντάσσεται ΣΧΟΟΑΠ. Πρόθεση του νομοθέτη ήταν ο καθορισμός διακριτών εργαλείων πολεοδομικού σχεδιασμού δηλ.

1. Το νέο διευρυμένο, ως προανέφερα ΓΠΣ, για την πολεοδομική ρύθμιση του συνόλου του αστικού και περιαστικού χώρου του κάθε οικισμού με πληθυσμό πάνω από 2.000 κατοίκους και

2. Το ΣΧΟΟΑΠ, ως επιτελικό σχέδιο για κάθε ενότητα γειτονικών πρώην Κοινοτήτων του μη αστικού χώρου που ανήκουν στον ίδιο Καποδιστριακό Δήμο.

Και οι δύο μελέτες συντάσσονται με κοινές κατευθύνσεις και μεθοδολογίες, έχουν κοινές τεχνικές προδιαγραφές, σταθερότυπα, διαδικασίες γνωμοδότησης και έγκρισης. Η μελέτη ΓΠΣ-ΣΧΟΟΑΠ συνεκτιμά τα διαθέσιμα στοιχεία του ευρύτερου χωροταξικού σχεδιασμού, τα απορρέοντα στοιχεία από υφιστάμενες ή υπό εξέλιξη μελέτες χωροταξικού χαρακτήρα, καθώς και τις χωροταξικές κατευθύνσεις του οικείου Νομού και της οικείας Περιφέρειας (Ν. 2742/99).

ΠΕΤΕΠ 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.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

Η ποιότητα του νερού που χρησιμοποιείται για άρδευση ελέγχεται με αναλύσεις σε ειδικά εργαστήρια.

Η διάρκεια και η συχνότητα άρδευσης του φυτού με τη στάγδην άρδευση εξαρτάται από τον τύπο του φυτού και συγκεκριμένα από το είδος και το μέγεθος του φυτού, τη σύσταση του εδάφους, την εποχή και τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες.

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 χλοοταπίτων, 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 II 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 II 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.

Με την παρούσα απόφαση τροποποιείται το Παράρτημα II 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 II 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, που έχει δημοσιευθεί στην ελληνική γλώσσα στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΕΕL 182/52/2014), ώστε, με την προσθήκη α) νέων κριτηρίων κατά τον καθορισμό των ανώτερων αποδεκτών τιμών για τους ρύπους και των δεικτών ρύπανσης στα υπόγεια νερά, β) νέων ρύπων στον κατάλογο ρύπων και γ) νέων πληροφοριών που συμβάλλουν στη διαφάνεια της αξιολόγησης της χημικής κατάστασης των υπόγειων υδάτων, να επιτυγχάνεται πληρέστερα ο σκοπός της ανωτέρω κοινής υπουργικής απόφασης, σύμφωνα με το άρθρο 1 αυτής.

5. Συγγραφή μεθόδου επεξεργασίας τηλεμετρικών δεδομένων και των αρχών στις οποίες θα βασιστεί ο αλγόριθμος έξυπνης άρδευσης

5.1 Βαθμονόμηση συστημάτων τηλεμετρικής παρακολούθησης και αποσφαλμάτωση δεδομένων

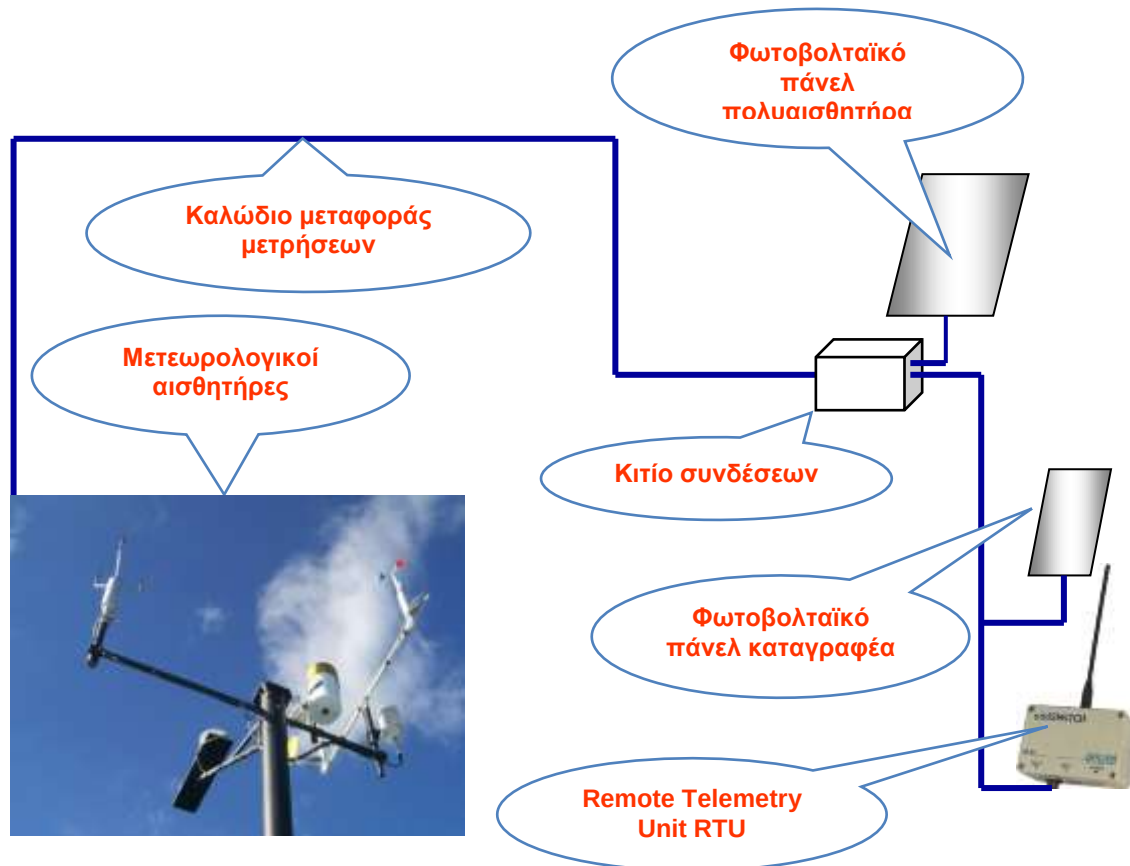
Η λήψη συνεχών και αξιόπιστων χρονοσειρών με τις φυσικοχημικές τιμές των μετρούμενων παραμέτρων αποτελεί το βασικό λόγο εγκατάστασης ενός τηλεμετρικού δικτύου και τη σπουδαιότητα ύπαρξης μιας τέτοιας δομής η οποία έρχεται να συμπληρώσει την περιοδική παρακολούθηση και να υλοποιήσει μια συνεχή πλέον παρακολούθηση των υδάτινων σωμάτων σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/EC.

Η αρχιτεκτονική των σταθμών τηλεμετρίας αποτελείται από τις ακόλουθες ενότητες:

- Αισθητήρια. Οι αισθητήρες είναι σε θέση να μετρήσουν τις κατάλληλες παραμέτρους που αφορούν τη μετεωρολογική παρακολούθηση. Το σήμα που παράγεται από τους αισθητήρες είναι μια ψηφιακή RS485 με πρωτόκολλο επικοινωνίας SDI 12 ή ένα αναλογικό σήμα. Οι κύριοι αισθητήρες που ενσωματώνει ένας μετεωρολογικός σταθμός είναι:
 - Θερμοκρασία
 - Σχετική υγρασία
 - Profiler υγρασίας εδάφους
 - Αγωγιμότητας του εδάφους
 - Φύλλο υγρασία
 - Θερμοκρασία εδάφους και υγρασία του εδάφους
 - Ηλιοφάνεια
 - Ολική ακτινοβολία
 - Διαθλώμενη ακτινοβολία
 - Ταχύτητα και διεύθυνση ανέμου
 - pH
 - Θολρότητα
 - Ολικό οργανικό άνθρακα
 - Νιτρικά
 - Φωσφορικά
 - Δυναμικό οξειδοαναγωγής
- Καλώδια. Ο αισθητήρας πολλών παραμέτρων συνδέεται με τον καταγραφέα δεδομένων μέσω ενός μόνο καλωδίου. Το καλώδιο είναι συνδεδεμένο με τον πολυαισθητήρα παραμέτρου μέσω ενός σφραγισμένου ταχυσύνδεσμο. Διαθέτει εσωτερική εξαερισμού για την αντιστάθμιση της βαρομετρικής πίεσης.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- Απομακρυσμένη Μονάδα Τηλεμετρίας (RTU). Σύστημα ελέγχου των αισθητήρων, οι μετρήσεις καταγραφής και μετάδοσης, καταγραφικό. Αυτή η μονάδα καταγράφει τις μετρήσεις που λαμβάνονται και τα μεταβιβάζει σε τακτά χρονικά διαστήματα στη βάση και εξασφαλίζει την παροχή ενέργειας σε διαφορετικά συστήματα.
- Κλουβί προστασίας. Τοποθετηθεί γύρω από το σταθμό για να παρέχει προστασία στην εγκατάσταση.



Εικόνα 10: Δομή μετεωρολογικού τηλεμετρικού σταθμού

Η αξιοπιστία των τηλεμετρικών δεδομένων διαπιστώθηκε ότι διασφαλίζεται από:

- Τη συστηματική διενέργεια εργασιών συντήρησης και διασφάλισης καλής λειτουργίας
- Τη βαθμονόμηση των αισθητήρων των τηλεμετρικών σταθμών, η οποία προϋποθέτει την παρασκευή στο χημικό εργαστήριο πρότυπων διαλυμάτων.
- Την τακτική δειγματοληψία στα σημεία των τηλεμετρικών σταθμών, ώστε να ελέγχεται η ορθότητα των τηλεμετρικών δεδομένων και μετά τη βαθμονόμηση του αισθητήρα. Η δειγματοληψία πραγματοποιείται σύμφωνα με το πρότυπο ISO 5667 και το δείγμα αναλύεται και με το φορητό πολυαισθητήρα για επί τόπου έλεγχο, αλλά

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

και στο χημικό εργαστήριο για πιο αξιόπιστη ανάλυση και συνεπώς έλεγχο της ακρίβειας και αξιοπιστίας των τηλεμετρικών δεδομένων.

- Την καθημερινή επικοινωνία του κέντρου λήψης δεδομένων (Διαβαλκανικό Κέντρο Περιβάλλοντος) με όλους τους τηλεμετρικούς σταθμούς, ώστε να ελέγχεται η σωστή μεταφορά/λήψη των δεδομένων αλλά και η αξιοπιστία, από φυσικοχημικής άποψης, των μετρούμενων τιμών, ώστε άμεσα να προλαμβάνονται τυχόν προβλήματα και να επιλύονται με τις επί τόπου επισκέψεις των τεχνικών.

Εφόσον έχει διασφαλιστεί η αξιοπιστία λειτουργίας των σταθμών για να ολοκληρωθεί η διαδικασία παρακολούθησης είναι απαραίτητη η στατιστική ανάλυση και απασφαλμάτωση των εν λόγω δεδομένων. Η στατιστική ανάλυση περιλαμβάνει την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών, όπως η διάμεσος, ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση, καθώς και την εφαρμογή συγκεκριμένων αλγορίθμων. Οι αλγόριθμοι αυτοί σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία θα αποκλείσουν το θόρυβο, θα προσδιορίσουν την ύπαρξη ή όχι τάσης στη χρονοσειρά και αν ναι κατά πόσο είναι αύξουσα ή φθίνουσα, καθώς και την ύπαρξη ή όχι εποχικότητας. Η στατιστική ανάλυση είναι απαραίτητη, καθώς δίνει φυσική υπόσταση σε μια σειρά από αριθμούς, ερμηνεύοντας τις φυσικές ή ανθρωπογενείς διαδικασίες που συντελούνται σε ένα υδάτινο σώμα.

5.2 Κριτήρια καθορισμού μεθοδολογιών βαθμονόμησης

Τα πρωτόκολλα παρακολούθησης και διασφάλισης της επιχειρησιακής λειτουργίας συντάσσονται για κάθε τύπο τηλεμετρικού σταθμού (επιφανειακός, υπόγειος), αλλά και για κάθε ένα τηλεμετρικό σταθμό ξεχωριστά και αναπτύχθηκαν στα πρότυπα του U.S. Geological Survey (USGS) (Wagner et al. 2006). Τα πρωτόκολλα παρακολούθησης βασίζονται στις ιδιαιτερότητες του κάθε σταθμού και τις προσδιοριζόμενες παραμέτρους, έτσι ώστε να διασφαλιστεί η αξιόπιστη και απρόσκοπτη λειτουργία των σταθμών. Η διασφάλιση της επιχειρησιακής λειτουργίας των τηλεμετρικών σταθμών, εξασφαλίζει την απρόσκοπτη λειτουργία των σταθμών αυτών σε επιχειρησιακό επίπεδο με αποτέλεσμα την απόκτηση της όσο το δυνατόν πιο ακριβούς και πλήρους καταγραφής δεδομένων. Η διασφάλιση αυτή περιλαμβάνει κάποιες εργασίες, τόσο στο φυσικό περιβάλλον, όπου βρίσκονται οι σταθμοί, όσο και στο κέντρο λήψης δεδομένων. Οι εργασίες αυτές καθορίζονται από τις εκάστοτε συνθήκες και απαιτήσεις λειτουργίας του σταθμού και ακολουθούν ένα γενικό πρωτόκολλο εργασιών, το οποίο λειτουργεί σαν κανόνας και το οποίο μπορεί να περιγραφεί ως εξής :

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΛΗΨΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- Καθημερινή επικοινωνία με τους σταθμούς και έλεγχος της ορθής λειτουργίας, τόσο του ηλεκτρονικού και του τηλεπικοινωνιακού συστήματος, όσο και του αισθητήρα.
- Έλεγχος της μπαταρίας και γενικά της ισχύος του συστήματος.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- Απασφαλμάτωση δεδομένων, αν χρειάζεται, και εφόσον ελεγχθεί η αιτία λήψης λανθασμένων εγγραφών
- Διεκπεραίωση εργαστηριακών χημικών αναλύσεων και παρασκευή των απαραίτητων διαλυμάτων για τη βαθμονόμηση διάφορων παραμέτρων των αισθητήρων των σταθμών

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΚΕΨΗ ΣΤΟ ΠΕΔΙΟ ΟΠΟΥ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ Ο ΕΚΑΣΤΟΤΕ ΣΤΑΘΜΟΣ

- Καθαρισμός του περιβάλλοντα χώρου του σταθμού, έτσι ώστε να γίνει με άνεση ο έλεγχος
- Έλεγχος γενικά του σταθμού για πιθανές φυσικές διαβρώσεις, φυσικές καταστροφές ή ακόμη και βανδαλισμούς
- Έλεγχος των αισθητήρων για ρύπανση, διάβρωση ή καταστροφή
- Έλεγχος των μπαταριών ή της εκάστοτε πηγής ισχύος
- Έλεγχος του χρόνου καταγραφής των δεδομένων που συνήθως ορίζεται με GPRS
- Καθαρισμός των αισθητήρων και επιδιόρθωση, όπου αυτή χρειάζεται
- Βαθμονόμηση των αισθητήρων, αν αυτή χρειάζεται, και όπως έχει οριστεί για την κάθε παράμετρο παρακολούθησης
- Έλεγχος ορθότητας μετρήσεων με την λήψη μετρήσεων για την εκάστοτε παράμετρο, σε πολύ κοντινή απόσταση από το σταθμό με τη χρήση αυτόνομου φορητού οργάνου και αναβαθμονόμηση αισθητήρων, αν χρειάζεται
- Παρακολούθηση λήψης δεδομένων, ώστε να διασφαλιστεί η επιτυχία του ελέγχου του σταθμού

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΛΗΨΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.

- Ανάπτυξη στο κέντρο λήψης δεδομένων ενός δικτύου Η/Υ, το οποίο θα τηρεί τους κανονισμούς ασφαλείας με ιεράρχηση των δικαιωμάτων πρόσβασης στους υπάλληλους ανάλογα με τη θέση τους, διαμέσου ενός εξυπηρετητή που εξασφαλίζει τις απαιτήσεις ασφαλείας σε ένα δίκτυο Η/Υ και ονομάζεται Domain Controller, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η επικοινωνία με τους τηλεμετρικούς σταθμούς
- Εγκατάσταση αντικών λογισμικών, καθώς και η τακτική ενημέρωσή τους με τις πλέον πρόσφατες εκδόσεις των κακόβουλων λογισμικών για πλήρη διασφάλιση της ακεραιότητας των τηλεμετρικών δεδομένων
- Έλεγχος δεδομένων και εντοπισμός εσφαλμένων δεδομένων, καθώς και κενών στη συνέχεια των δεδομένων στις χρονοσειρές
- Διόρθωση των δεδομένων με βάση τις καθορισμένες διαδικασίες για κάθε παράμετρο –απασφαλμάτωση
- Δημιουργία τελικής βάσης δεδομένων με τα τελικά απασφαλισμένα δεδομένα.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A “Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020”

5.3 Κριτήρια καθορισμού μεθοδολογιών αποσφαλμάτωσης

Τα πρωτογενή δεδομένα θα προέρχονται από διαφορετικές πηγές και ανάλογα θα πρέπει να δημιουργηθούν διαδικασίες και λογισμικό για την αποθήκευσή τους και την απασφαλμάτωσή τους, όπου αυτή είναι εφικτή.

Τύποι πρωτογενών δεδομένων που θα πρέπει να αποθηκεύονται στα πλαίσια του προγράμματος είναι οι εξής:

- Τηλεμετρικά δεδομένα (μετρήσεις και δεδομένα δράσης και ανάδρασης από συστήματα ελέγχου)
- Μεταδεδομένα (metadata)

Τα δεδομένα που επιδέχονται αυτοματοποιημένες διαδικασίες απασφαλμάτωσης είναι τα δεδομένα που προέρχονται από τους σταθμούς τηλεμετρίας που θα εγκατασταθούν στα πλαίσια του προγράμματος. Τα τηλεμετρικά δεδομένα συλλέγονται κεντρικά από όλους τους σταθμούς τηλεμετρίας σε μια πύλη εισόδου (gateway) που θα εγκατασταθεί κεντρικά.

Με σκοπό την καταχώρηση των πρωτογενών τηλεμετρικών δεδομένων στη βάση δεδομένων είναι αναγκαία η ανάπτυξη ενός λογισμικού, το οποίο θα εκτελείται συνεχώς σε διακομιστή. Το λογισμικό θα επιτελεί ταυτόχρονα δυο πολύ βασικές λειτουργίες

Αρχικά θα αποθηκεύει τα πρωτογενή τηλεμετρικά δεδομένα στη βάση δεδομένων με την κατάλληλη χωρική αναφορά (Θέση σταθμού προέλευσης των μετρήσεων).

Στη συνέχεια θα απασφαλματώνει τα πρωτογενή δεδομένα. Τα πρωτογενή δεδομένα περιέχουν σφάλματα και το γεγονός αυτό οφείλεται στην αδιάλειπτη λειτουργία των αισθητηρίων τους. Ως χαρακτηριστικά παραδείγματα παραγωγής σφαλμάτων αναφέρονται οι περιπτώσεις, όπου επιτελείται βαθμονόμηση των αισθητηρίων και παρατηρούνται απότομες αλλαγές στο σύνολο των μετρήσεων που, όμως, δεν οφείλονται σε πραγματικές μετρήσεις του υδάτινου σώματος που παρακολουθούν αλλά στη διαδικασία της βαθμονόμησης. Επίσης, κατά τη λειτουργία των αισθητηρίων και πριν λάβει χώρα η διαδικασία της βαθμονόμησης παρατηρείται μια διακύμανση στις μετρήσεις που δεν οφείλεται στις πραγματικές τιμές των μετρούμενων παραμέτρων, αλλά στην φυσιολογική απώλεια ακρίβειας μέτρησης που σηματοδοτεί και την ανάγκη για βαθμονόμηση του αισθητήρα.

Αποθήκευση τηλεμετρικών δεδομένων στη βάση δεδομένων. Στη συνέχεια και αφού τα πρωτογενή δεδομένα απασφαλματωθούν το λογισμικό αναλαμβάνει τη συστηματική αποθήκευσή τους στη βάση δεδομένων.

5.4 Εναρμόνιση δεδομένων

Τα τηλεμετρικά δεδομένα που αφορούν αποκλειστικά τον έλεγχο συστημάτων (π.χ. ηλεκτροβάνες, τερματικοί διακόπτες, ροόμετρα, κ.λπ.) αποτελούν πληροφορίες με ιδιαίτερη κρισιμότητα και θα πρέπει να αναπτυχθούν ειδικευμένες διαδικασίες ελέγχου που

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

διασφαλίζουν παράλληλα με την αποθήκευση, την ταυτόχρονη αδιάκοπτη λειτουργία τους και επικοινωνίας τους. Θα αναπτυχθούν διαδικασίες ελέγχου ροής της πληροφορίας για όλα τα στάδια στην αλυσίδα μετάδοσης του σήματος και για αυτό θα πρέπει να ενσωματωθούν διαδικασίες ελέγχου που συναντώνται σε λογισμικά τύπου συστημάτων βιομηχανικού αυτομάτου ελέγχου και τηλεμετρίας (supervisory control and data acquisition). Το αναπτυσσόμενο λογισμικό ενσωματώνοντας τα παραπάνω θα αποθηκεύει τα δεδομένα ελέγχου με τη μέγιστη αξιοπιστία στη χωρική βάση δεδομένων. Η βάση δεδομένων στην οποία θα αποθηκεύονται τα γεωχωρικά δεδομένα είναι η Microsoft SQL server .

Ιδιαίτερα σημαντική στην διαδικασία αποσφαλμάτωσης και αποθήκευσης των δεδομένων αποτελεί η διενέργεια εναρμόνισης των δεδομένων, ώστε να είναι συγκρίσιμα, ανεξάρτητα από τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται σε κάθε σταθμό και ανεξάρτητα από τη γεωγραφική θέση των σταθμών τηλεμετρίας.

Η εναρμόνιση των δεδομένων περιλαμβάνει τη διαδικασία κατά την οποία πραγματοποιείται μεταφορά των δεδομένων από την πύλη εισόδου (gateway) στη γεωβάση ομογενοποιημένα. Για την εναρμόνιση των δεδομένων ακολουθούνται τα επόμενα βήματα:

1. Αποκωδικοποίηση των δεδομένων από μορφή ASCII που είναι αποθηκευμένα στην πύλη εισόδου σε δεδομένα μετρήσεων ροής και ποιότητας υδάτων με συγκεκριμένες μονάδες μέτρησης
2. Μετατροπή - Κανονικοποίηση όλων των δεδομένων να είναι συγκρίσιμα με ίδιες μονάδες μέτρησης
3. Εξαγωγή της χωρικής πληροφορίας από κάθε σταθμό τηλεμετρίας και αντιστοίχιση με τα αντίστοιχα δεδομένα μετρήσεων ροής και ποιότητας υδάτων που προέρχονται από το σταθμό
4. Αποθήκευση των δεδομένων σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων (geodatabase) με την κατάλληλη μέθοδο ώστε τα δεδομένα να είναι προσβάσιμα από ένα τουλάχιστον διαδεδωμένο λογισμικό
5. Η προτεινόμενη προσέγγιση θα εξασφαλίσει την ομογενοποίηση των τηλεμετρικών δεδομένων ποιότητας των υδάτων και την απρόσκοπτη λειτουργία του συστήματος έγκαιρης προειδοποίησης, ενώ παράλληλα διασφαλίζει τη συμβατότητα των λαμβανόμενων τιμών, τόσο από τους σταθμούς τηλεμετρίας του δικτύου που αναπτύσσεται στο πλαίσιο του έργου, όσο και από τη μελλοντική επεκτασιμότητα του δικτύου.

6. Δημιουργία πρωτοκόλλου βέλτιστης αρδευτικής δόσης

Ο σχεδιασμός ενός πρωτοκόλλου δεν αφορά μόνο την εκτέλεσή του. Η διαδικασία ανάπτυξης του είναι μία δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει διάφορα στοιχεία, όπως: απαιτήσεις, προδιαγραφές, εκτέλεση, έλεγχος και εξέλιξή του. Η δυσκολία στη σχεδίαση πρωτοκόλλων έγκειται στο πώς θα βρούμε τους κατάλληλους κανόνες για επικοινωνία που θα είναι: απλοϊκή, λογικά συνεπής, πλήρης και αποδοτική.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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 πρωτοκόλλου 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 πρωτοκόλλου αποτελεί ο έλεγχος και η εξέλιξη του, με τη συλλογή δεδομένων για την κατάσταση των φυτών και την ανάλυση των αποτελεσμάτων.

6.1 Μη μεταβλητές παράμετροι

Για τον καθορισμό της χωρικής κατανομής του πάρκου με στόχο τη βέλτιστη άρδυσή του, κατά τη δημιουργία του αλγορίθμου θα πρέπει να διερευνηθούν και να ληφθούν υπόψη σημαντικές παράμετροι, οι οποίες δε μεταβάλλονται. Τέτοιες αποτελούν η σύσταση και η κλίση του εδάφους, το ύψος του υπόγειου υδροφορέα, καθώς και το είδος φυτοκάλυψης του πάρκου.

Σύσταση εδάφους

Το έδαφος είναι η πιο σημαντική φυσική μεταβλητή που επηρεάζει τη διείσδυση. Μεταξύ των αρκετών ιδιοτήτων των εδαφών που έχουν μεγάλη επίδραση είναι η υφή, η κατηγορία αργιλώδους εδάφους, η δομή και τα οργανικά υλικά που περιέχουν. Συνήθως, εστιάζουμε στο επιφανειακό στρώμα, αλλά χαρακτηριστικά οποιοδήποτε άλλου στρώματος μπορεί να είναι περιοριστικά.

Πέρα από τη γενική γνώση του τύπου του εδάφους, απαιτείται συχνά και η ιδιαίτερη γνώση της φυσικής, χημικής και βιολογικής κατάστασης του εδάφους.

Κλίση εδάφους

Ο ρυθμός εφαρμογής της αρδευτικής παροχής θα πρέπει να καθορίζεται και ανάλογα με την κλίση του εδάφους. Αυτό συμβαίνει διότι η κλίση προσδιορίζει και την κατανομή της υγρασίας στο έδαφος, ενώ ταυτόχρονα αποτελεί βασική παράμετρο στον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής.

Ύψος υπόγειου υδροφορέα

Το βασικό κριτήριο για τη γενική ταξινόμηση των υδροφορέων αποτελεί η θέση της ανώτατης στάθμης του νερού στο έδαφος.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

Η κλασική ταξινόμηση των υδροφορέων γίνεται λαμβάνοντας υπόψη τόσο τη γεωλογική δομή όσο και τις τοπικές υδραυλικές συνθήκες. Έτσι, ένας υδροφορέας λέγεται ότι είναι περιορισμένος ή υπό πίεση, αν περιορίζεται από πάνω και από κάτω από αδιαπέρατους γεωλογικούς σχηματισμούς, που θα αναφέρονται σαν αδιαπέρατα στρώματα (Μάρης).

Η κατανομή και η κίνηση των υπόγειων νερών μπορεί να ερευνηθεί και να αναλυθεί είτε με επιτόπου είτε με θεωρητικές μεθόδους.

Φυτοκάλυψη

Η βλάστηση παίζει καθοριστικό ρόλο στη διείσδυση του νερού στο έδαφος ανάλογης σπουδαιότητας με αυτή των φυσικών χαρακτηριστικών του χώματος. Αρχικά, η βλάστηση προστατεύει το έδαφος από τις επιπτώσεις της άμεσης βροχόπτωσης.

Αντίστοιχα, το κάθε είδος φυτοκάλυψης και το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο βρίσκονται απαιτεί και διαφορετική ποσότητα άρδευσης.

6.2 Μεταβλητές παράμετροι

Οι βασικές παράμετροι που καθορίζουν την τιμή της αρδευτικής δόσης και χρήζουν συνεχούς παρακολούθησης λόγω της ημερήσιας μεταβλητότητάς τους είναι αυτές που αφορούν στις μετεωρολογικές συνθήκες. Αυτές είναι η θερμοκρασία, η υγρασία και ο άνεμος. Ταυτόχρονα, σε τακτά διαστήματα θα πρέπει να ελέγχεται και η ποιότητα του νερού, ώστε να αποτυπώνονται τα χαρακτηριστικά του.

Θερμοκρασία

Η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από την ατμόσφαιρα και η θερμότητα που εκπέμπεται από τη γη αυξάνουν τη θερμοκρασία του αέρα. Η αισθητή θερμότητα του περιβάλλοντα αέρα μεταφέρει ενέργεια στην καλλιέργεια και ως τέτοια ασκεί επιρροή ελέγχου στο ρυθμό της εξατμισοδιαπνοής. Στον ηλιόλουστο, ζεστό καιρό η απώλεια νερού από την εξατμισοδιαπνοή είναι μεγαλύτερη από ότι στον συννεφιασμένο και δροσερό καιρό.

Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι σημαντικός παράγοντας στη μελέτη ενός υδάτινου συστήματος. Η αύξηση π.χ. της θερμοκρασίας σε έναν υδάτινο αποδέκτη μειώνει την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου και αυξάνει την ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων που επιτελούνται εκεί. Ακόμα δημιουργείται μια όχι φυσική κατάσταση για τη χλωρίδα και τη πανίδα. Η υπέρβαση του ορίου αντοχής των διαφόρων ζωικών και φυτικών οργανισμών οδηγεί στη νέκρωσή τους. Η κυριότερη συνέπεια είναι βέβαια η μείωση του διαλυμένου οξυγόνου. Η μείωση αυτή δεν οφείλεται μόνο στην αύξηση της θερμοκρασίας του υδατικού χώρου, αλλά και στο γεγονός ότι το θερμό νερό σαν ειδικά ελαφρύτερο παραμένει στην επιφάνεια δημιουργώντας ένα στρώμα θερμότερο (φαινόμενο αναστροφής), με μικρότερη ικανότητα διάλυσης του ατμοσφαιρικού οξυγόνου. Η πλέον επιθυμητή διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού που προορίζεται για πόσιμο είναι μεταξύ 5 και 12°C. Πάνω από τους 12°C το νερό καθίσταται λιγότερο κατάλληλο για ορισμένες χρήσεις. Εκτός από την αισθητική

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

επίδραση της θερμοκρασίας στο νερό, η υψηλή θερμοκρασία συντελεί και στην αύξηση του πολλαπλασιασμού των μικροοργανισμών.

Υγρασία εδάφους

Για τη μέτρηση της υγρασίας του εδάφους, θα τοποθετηθούν τρία αισθητήρια υγρασίας εδάφους. Σε κάθε θέση μέτρησης η υγρασία θα μετριέται σε τρία βάθη.

Τα αισθητήρια θα είναι εντελώς αυτόματα και ψηφιακά, ώστε να μην απαιτείται κανενός είδους συντήρηση. Η ακρίβεια των αισθητήριων θα είναι της τάξεως το 2-3%, ώστε οι υπολογισμοί να παρέχουν την καλύτερη δυνατή ακρίβεια και αποτελεσματικότητα.

Υγρασία αέρα

Οι υδρατμοί, που σχηματίζονται από την εξάτμιση του νερού του εδάφους και των φυτών, της εξατμίσεως των σταγονιδίων των νεφών κ.λπ., διαχέονται από την περιοχή του σχηματισμού τους σε ολόκληρη την ατμόσφαιρα με τη βοήθεια του ανέμου, των κατακόρυφων αερίων ρευμάτων και των αναταρακτικών κινήσεων.

Η περιεκτικότητα του αέρα σε υδρατμούς μπορεί να περιγραφεί με διάφορες εκφράσεις, όπως τάση υδρατμών, απόλυτη υγρασία, ειδική υγρασία, σχετική υγρασία, αναλογία μίγματος ή υετίσιμο ύδωρ.

Ενώ η παροχή ενέργειας από τον ήλιο και τον περιβάλλοντα αέρα είναι η κύρια κινητήρια δύναμη για την εξάτμιση του νερού, η διαφορά μεταξύ της πίεσης των υδρατμών στην επιφάνεια εξατμισοδιαπνοής και του περιβάλλοντα αέρα είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την απομάκρυνση των υδρατμών. Καλοποτισμένα χωράφια σε θερμές και ξηρές περιοχές καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες νερού, λόγω της αφθονίας της ενέργειας και της αποξηραντικής δύναμης της ατμόσφαιρας. Σε υγρές τροπικές περιοχές, παρά τη μεγάλη κατανάλωση ενέργειας, η υψηλή υγρασία του αέρα θα μειώσει τη ζήτηση της εξατμισοδιαπνοής. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον, ο αέρας είναι ήδη κοντά σε κορεσμό, ώστε λιγότερο επιπλέον νερό να μπορεί να αποθηκευτεί και ως εκ τούτου ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής είναι χαμηλότερος από ότι σε άνυδρες περιοχές.

Άνεμος

Η διαδικασία της απομάκρυνσης των υδρατμών εξαρτάται σε ένα μεγάλο βαθμό από τον άνεμο και τις αναταράξεις του αέρα, οι οποίες μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες αέρα πάνω από την επιφάνεια εξάτμισης. Όταν εξατμίζεται το νερό, ο αέρας πάνω από την επιφάνεια εξάτμισης γίνεται σταδιακά κορεσμένος από υδρατμούς. Αν αυτός ο αέρας δεν αντικαθίσταται συνεχώς από στεγνότερο αέρα η κινητήρια δύναμη για την απομάκρυνση των υδρατμών και ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής μειώνεται.

Συνεπώς, ο άνεμος αποτελεί απαραίτητη μεταβλητή για τον καθορισμό της εξατμισοδιαπνοής και τον καθορισμό των αναγκών των φυτών σε νερό. Άνεμος θεωρείται κάθε ρεύμα ατμοσφαιρικού αέρα που έχει κάποια σχετική κίνηση ως προς το έδαφος. Για τον προσδιορισμό του απαραίτητη κρίνεται η μέτρηση της ταχύτητας, αλλά και ο καθορισμός της διεύθυνσής του, καθώς και η κατάταξή του ως ανοδικό ή καθοδικό.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

Ποιότητα νερού

Τα φυσικά νερά περιέχουν διάφορες ουσίες, οι οποίες είναι ή διαλυμένες ή αιωρούνται και οι οποίες προέρχονται από τα πετρώματα του υπεδάφους, τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς, καθώς και την ατμόσφαιρα. Το ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού ταξινομούνται συνήθως σε φυσικά, χημικά (ανόργανα και οργανικά) και βιολογικά. Μπορούν, επιπλέον, να διαχωριστούν σε αυτά που σχετίζονται με την ανθρώπινη υγεία ή την αισθητική, ενώ για περισσότερο εξειδικευμένους σκοπούς μπορούν να διαχωριστούν σε υποομάδες.

Τα επικρατέστερα ανόργανα συστατικά ενός φυσικού νερού είναι το ασβέστιο (Ca), το μαγνήσιο (Mg), το νάτριο (Na), το κάλιο (K), τα όξινα ανθρακικά (HCO_3^-), τα θειικά (SO_4^{2-}), τα χλωριούχα (Cl^-), τα νιτρικά (NO_3^-) και τα πυριτικά (SiO_4^{4-}).

Αλατότητα

Ως αλατότητα ορίζεται η συνολική ποσότητα των στερεών ουσιών σε γραμμάρια που περιέχονται σε 1 κιλό θαλασσινό νερό, όταν όλα τα ανθρακικά έχουν μετατραπεί σε οξείδια, τα βρωμιούχα και ιωδιούχα έχουν αντικατασταθεί από χλωριούχα ιόντα και έχει οξειδωθεί όλη η οργανική ύλη. Αποτελεί παράμετρος που συσχετίζεται με την αγωγιμότητα.

6.3 Αλγόριθμος βέλτιστης αρδευτικής δόσης

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 ισορροπίας ανάπτυξης του αγροτικού τομέα, την αξιολόγηση γεωργικών επενδύσεων κ.λπ. (Chavez – Morales et al., 1987).

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

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

6.4 Έλεγχος αλγορίθμου και συστήματος άρδευσης

Η διαδικασία ελέγχου λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος σκοπό έχει την παραγωγή της μέγιστης ποσότητας καταγραφών, οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για περαιτέρω επεξεργασία. Οι κύριες κατηγορίες ενεργειών για τον σκοπό αυτό περιλαμβάνουν:

- τη συντήρηση του σταθμού και του εξοπλισμού,
- την αξιολόγηση των συστημάτων καταγραφής και του αισθητήρα,
- τον καθαρισμό αυτών,
- τη βαθμονόμηση, και
- την επίλυση όποιων τεχνικών προβλημάτων παρουσιάζονται στους αισθητήρες και τα συστήματα καταγραφής - μετάδοσης δεδομένων.

Για σταθμούς με πολύ σημαντικά δεδομένα η συντήρηση πρέπει να γίνεται σε εβδομαδιαία βάση ίσως και συχνότερα, ενώ σε περιοχές όπου γίνεται παρακολούθηση νερού πλούσια σε οργανικά και ο αισθητήρας λειτουργεί σε περιβάλλον με υψηλές θερμοκρασίες απαιτείται συντήρηση του εξοπλισμού τουλάχιστον κάθε τρεις μέρες. Σε περιοχές με αυξημένη την περιβαλλοντική ρύπανση, προτείνεται ακόμα και η χρήση ενός παρατηρητή που σκοπό έχει μόνο την παρακολούθηση και συντήρηση των οργάνων.

Φυσικά προβλήματα που ενδέχεται να παρουσιαστούν είναι η φθορά στην αντλία ή η δυσλειτουργία του συστήματος καταγραφής ιζηματογένεσης στο χώρο που έχει εγκατασταθεί ο αισθητήρας υπερτροφοδοσίας ρεύματος και κάψιμο ασφαλειών στα όργανα καταγραφής, μπάζα στο χώρο που έχει εγκατασταθεί ο αισθητήρας λόγω αυξημένης ροής του ποταμού, πιθανός πάγος κατά την χειμερινή περίοδο, ακόμα και βανδαλισμοί μπορεί να προκαλούν προβλήματα, τα οποία να χρειάζονται συχνότερη επίσκεψη για συντήρηση. Τώρα πια συνήθως προτείνουν οι εταιρίες τη σύνδεση των σταθμών με τηλεμετρία ή ακόμα και με δορυφορική ζεύξη, έτσι ώστε ο έλεγχος της σωστής λειτουργίας του καταγραφικού να γίνεται από το εργαστήριο.

Οι κυριότερες ενέργειες που πραγματοποιούνται όταν γίνεται επίσκεψη συντήρησης σε ένα σταθμό παρακολούθησης των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού περιλαμβάνουν τη συστηματική καταγραφή των παρακάτω:

- ημερήσιας λειτουργίας του αισθητήρα για τις θέσεις, οι οποίες λειτουργούν με τηλεμετρία,
- παρακολούθηση του χώρου για τυχόν σημάδια από φυσικές διαβρώσεις ή φυσικές καταστροφές,

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- παρακολούθηση του χώρου και του αισθητήρα για τυχών ρύπανση, διάβρωση ή καταστροφή,
- έλεγχο των μπαταριών,
- έλεγχο του χρόνου καταγραφής που συνήθως ρυθμίζεται με GPS,
- καθαρισμό των αισθητήρων που είναι η συντήρηση και καθαρισμός ρουτίνας,
- βαθμονόμηση αν χρειάζεται, και
- αποθήκευση των δεδομένων από το καταγραφικό συστήματα αποθήκευσης.

Οι ειδικές απαιτήσεις για τη συντήρηση εξαρτώνται κάθε φορά από το χώρο και από τα όργανα που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή. Γενικότερα, θα πρέπει να ακολουθούνται οι οδηγίες εφαρμογής από τους κατασκευαστές κάθε τύπου οργάνου.

6.5 Άλλες προτεινόμενες ενέργειες

Άλλες πρακτικές για τη μείωση του καταναλισκόμενου νερού, αφορούν στην εφαρμογή της άρδευσης συνήθως κατά τις βραδινές ώρες προκειμένου να μειώνονται οι απώλειες λόγω εξάτμισης, την καταγραφή με τη χρήση υδρομέτρου της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιείται, τη χρησιμοποίηση συστήματος υδρολίπανσης για την εφαρμογή των λιπασμάτων, αλλά και την αποτελεσματική συντήρηση του αρδευτικού δικτύου στο τέλος κάθε αρδευτικής περιόδου. Ακόμη, η επιφανειακή καλλιέργεια του εδάφους μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της απορροής του νερού, ενώ η εφαρμογή κατάλληλων μεθόδων καταστροφής των ζιζανίων μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του ανταγωνισμού για το νερό και τις απώλειες λόγω διαπνοής από τα ζιζάνια. Επίσης, η ορθολογική χρήση των φυτοφαρμάκων (ποσότητα και ομοιομορφία εφαρμογής), σύμφωνα με τις οδηγίες των ειδικών συμβάλλει στη μείωση της ρύπανσης και περαιτέρω υποβάθμισης των υδατικών πόρων και κατ'επέκταση του διαθέσιμου νερού. Στην αποτελεσματική εφαρμογή της ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων μπορεί να συμβάλει και η πολιτική τιμολόγησης του νερού άρδευσης. Η παροχή των υπηρεσιών διαχείρισης νερού έχει κόστος, το οποίο σχετίζεται με τις επενδύσεις, τη λειτουργία και συντήρηση των υποδομών, τις περιβαλλοντικές δαπάνες που συνδέονται με τις επιδράσεις των διαρροών και των εκροών των αποχετεύσεων, καθώς και τις κοινωνικές δαπάνες σχετικές με τις αστικές-αγροτικές αρχές επιχορηγήσεων, την προστασία αδύναμων καταναλωτών και την επιδότηση διαφόρων τομέων. Στα πλαίσια της Κοινοτικής Οδηγίας 2000/60/ΕΚ όπου συστήνεται η πλήρης κάλυψη των δαπανών χρήσης νερού από τους καταναλωτές, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η αρχή της ανάκτησης του κόστους των υπηρεσιών νερού, έτσι ώστε με τη χρήση τιμών και χρεώσεων του νερού να επιτευχθεί η αειφορία των υδατικών πόρων.

Αναφορικά με τα μέτρα εξορθολογισμού της άρδευσης, ο εκσυγχρονισμός των μεθόδων άρδευσης θα οδηγούσε σε σημαντική μείωση των απωλειών νερού. Άλλες διαχειριστικές πρακτικές που θα μπορούσαν να συμβάλλουν σε κατακόρυφη μείωση των καταναλισκόμενων ποσοτήτων νερού στις φυτοκαλυμμένες περιοχές του πάρκου,

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

αναφέρονται στη μείωση της ζήτησης των καθαρών αναγκών του κάθε είδους φυτού. Ειδικότερα, σημαντική μείωση της ζήτησης θα μπορούσε να επιτευχθεί με την επιλογή λιγότερο υδροβόρων φυτών και την εφαρμογή της γεωργίας ακριβείας, η οποία χρησιμοποιεί πληροφορίες προσδιορισμένες ως προς το χώρο και το χρόνο, προκειμένου να μεγιστοποιήσει την αποδοτικότητα και να ελαχιστοποιήσει τις καταναλισκόμενες ποσότητες νερού στις καλλιέργειες.

Επιγραμματικά, όσον αφορά στην αποτελεσματικότερη διαχείριση του νερού άρδευσης (Χαρτζουλάκη, 2009) και με γνώμονα της περιοχή ενδιαφέροντος προτείνεται να εφαρμόζονται τα εξής:

- Βελτίωση ή αντικατάσταση του δικτύου μεταφοράς και διανομής του νερού
- Εγκατάσταση σύγχρονων συστημάτων άρδευσης (σταγόνες, κλπ) που εξοικονομούν νερό
- Σχεδιασμό της άρδευσης με βάση τις συνθήκες κάθε περιοχής (κλίμα, έδαφος) και τις ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας.
- Εφαρμογή του κατάλληλου σχεδιασμού της άρδευσης (πότε και με πόσο νερό), που θα βασίζεται στις εδαφο-κλιματικές συνθήκες και το είδος της καλλιέργειας από τους ειδικούς
- Εφαρμογή τεχνικών άρδευσης για αποφυγή της αλάτωσης των εδαφών
- Εφαρμογή τεχνικών άρδευσης που απαιτούν μειωμένη ποσότητα νερού
- Άρδευση συνήθως κατά τις βραδινές ώρες για να μειώσουμε τις απώλειες λόγω εξάτμισης
- Καταγραφή με τη χρήση υδρομέτρου της ποσότητας του νερού που χρησιμοποιείται
- Αποτελεσματική συντήρηση του αρδευτικού δικτύου στο τέλος κάθε αρδευτικής περιόδου
- Εφαρμογή της φυτοκάλυψης του εδάφους για μείωση των απωλειών νερού με εξάτμιση
- Αύξηση της οργανικής ουσίας του εδάφους στα επιφανειακά στρώματα για αύξηση της υδατοϊκανότητας
- Έλεγχος της οξύτητας του εδάφους
- Εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου καταστροφής των ζιζανίων ώστε να μειωθεί ο ανταγωνισμός για το νερό και οι απώλειες λόγω διαπνοής από τα ζιζάνια
- Επιφανειακή καλλιέργεια του εδάφους για μείωση της απορροής
- Επιλογή καλλιέργειας λαμβάνοντας υπόψη την βροχόπτωση, την διαθεσιμότητα του νερού άρδευσης και την απόδοση της καλλιέργειας
- Επιλογή ποικιλιών που αντέχουν στην έλλειψη νερού
- Εφαρμογή μεθόδων ολοκληρωμένης ή βιολογικής καταπολέμησης των εχθρών και ασθενειών όταν είναι δυνατό.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ✚ Alchanatis V., Cohen Y., Cohen S., Moller M., Sprinstin M., Meron M., Tsipris J., Saranga Y., Sela E. (2010) Evaluation of different approaches for estimating and mapping crop water status in cotton with thermal imaging. *Precision agriculture* 11:27-41.
- ✚ Alexandridis T.K., Bird C.A., Mayr T., Thomas G., Stavrinos E. (2008) Terrain and soil influences on ERS-1 SAR image., 4th International Conference on Information and Communication Technologies in Bio and Earth Sciences (HAICTA 2008), Athens, Greece.
- ✚ Alexandridis T.K., Cherif I., Chemin Y., Silleos G.N., Stavrinos E., Zalidis G.C. (2009) Integrated Methodology for Estimating Water Use in Mediterranean Agricultural Areas. *Remote Sensing* 1:445-465.
- ✚ Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes, M. Smith. (1998) Crop evapotranspiration- Guidelines for computing crop water requirements- FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome.
- ✚ Allen, R.G., Pereira, L.S., Howell, T.A., Jensen, M.E. (2011) Evapotranspiration information reporting: I. Factors governing measurement accuracy. *Agr. Water Manage.* 98, 899–920.
- ✚ Aparicio N., Villegas D., Casadesus J., Araus J.L., Royo C. (2000) Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. *Agronomy Journal* 92:83-91.
- ✚ Arslan S., Colvin T.S. (2002) Grain yield mapping: Yield sensing, yield reconstruction, and errors. *Precision agriculture* 3:135-154.
- ✚ Bastiaanssen W.G.M., Ali S. (2003) A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin, Pakistan. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 94:321-340.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- ✚ Basso B., Ritchie J., Pierce F., Braga R., Jones J. (2001) Spatial validation of crop models for precision agriculture. *Agricultural Systems* 68:97-112.

- ✚ Blackmore S. (1999) Remedial correction of yield map data. *Precision agriculture* 1:53-66.

- ✚ Brisco B., Brown R., Hirose T., McNairn H., Staenz K. (1998) Precision agriculture and the role of remote sensing: a review. *Can J Remote Sens* 24:315-327.

- ✚ Brister, G.H. & Schultz, R.C. (1981) The Response of a Southern Appalachia Forest to Waste Water Irrigation. *Journal of Environmental Quality* 10(2):148-153

- ✚ Cardenas-Lailhacar, B.; Dukes, M.D. & Miller, G.L. (2008) Sensor Based Automation of Irrigation on Bermudagrass during Wet Weather Conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 134(2):120-128.

- ✚ 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.

- ✚ Chemin Y., Alexandridis T. (2006) Water productivity at different geographical scales in Zhanghe Irrigation District, China. *International Journal of Geoinformatics* 2:9-19.

- ✚ Chemin Y., Alexandridis T.K., Cherif I. (2010) GRASS Image Processing Environment - Application to Evapotranspiration Direct Readout. *OSGeo Journal* 6:27-31.

- ✚ 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.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- ✚ 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

- ✚ Day, A.A. & Tucker, T. C. (1977) Effects of Treated Municipal Waste Water on Growth, Fiber, Protein, and Amino Acid Content of Sorghum Grain. *Journal of Environmental Quality* 6(3):325-327

- ✚ Day, A.D; McFadyen, J.A; Tucker, T.C & Cluff, C.B. (1981) Effects of Municipal Waste Water on Yield and Quality of Cotton. *Journal of Environmental Quality* 10(1):47-49

- ✚ Devitt, D.A.; Morris, RA. & Neuman D.S. (2003) Impact of Water Treatment on Foliar Damage of Landscape Trees Sprinkle Irrigated with Reuse Water. *Journal of Environmental Horticulture* 21(2):82-88

- ✚ DIRECTIVE 2000/60/EC - Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000 για τα 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)

- ✚ Dukes, M.D. & Haman, D.Z. (2010) Residential Irrigation System Rainfall Shutoff Devices ABE325. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville FL.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- ✚ FAO, Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage paper

- ✚ Fitzpatrick, G. E.; Donselmann, H. & Carter N.S. (1986) Interactive Effects of Sewage Effluent Irrigation and Supplemental Fertilization on Container-grown Trees. HortScience 219(1):92-93

- ✚ Fitzpatrick, G.E. (1985) Container Production of Tropical Trees Using Sewage Effluent, Incinerator Ash and Sludge Compost. Journal of Environmental Horticulture 3(3):123-125.

- ✚ Fletcher TD, Shuster W, Hunt WF, Ashley R, Butler D, Arthur S, Trowsdale S, Barraud S, Semadeni-Davies A, Bertrand-Krajewski J-L, et al. (2015) SUDS, LID, BMPs, WSUD and more—the evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Urban Water J, 12:525–542.

- ✚ Ge Y., Thomasson J.A., Sui R. (2011) Remote sensing of soil properties in precision agriculture: A review. Frontiers of Earth Science 5:229-238.

- ✚ Haboudane D., Miller J.R., Tremblay N., Zarco-Tejada P.J., Dextraze L. (2002) Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. Remote Sensing of Environment 81:416-426.

- ✚ Hall A., Lamb D., Holzapfel B., Louis J. (2002) Optical remote sensing applications in viticulture-a review. Australian Journal of Grape and Wine Research 8:36-47.

- ✚ Hayes, A.; Mancino, C. & Pepper, I. (1990) Irrigation of Turf grass with Secondary Sewage Effluent: I Soil and Leachate Water Quality. Agronomy Journal 82:939-943.

- ✚ Hay S., Packer M., Rogers D. (1997) Review article The impact of remote sensing on the study and control of invertebrate intermediate hosts and vectors for disease. International Journal of Remote Sensing 18:2899-2930.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A “Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020”

- ✚ Irrigation Association. (2008) Smart Water Application Technology (SWAT) Turf and Landscape Irrigation Equipment Testing Protocol for Climatologically Based Controllers. 8th edition. Irrigation Association Falls Church, VA.

- ✚ Jackson R.D., Idso S., Reginato R., Pinter P. (1981) Canopy temperature as a crop water stress indicator. Water resources research 17:1133-1138.

- ✚ Jasper J., Reusch S., Link A. (2009) Active sensing of the N status of wheat using optimized wavelength combination: impact of seed rate, variety and growth stage. Precision agriculture:23-30.

- ✚ Kimes D., Irons J., Levine E., Horning N. (1993) Learning class descriptions from a data base of spectral reflectance of soil samples. Remote Sensing of Environment 43:161-169.

- ✚ Lee W., Alchanatis V., Yang C., Hirafuji M., Moshou D., Li C. (2010) Sensing technologies for precision specialty crop production. Computers and Electronics in Agriculture 74:2-33.

- ✚ Lehmann S. (2019). Reconnecting with nature: Developing urban spaces in the age of climate change. Emerald Open Res2019, 1:2

- ✚ Lim TC. (2016) Predictors of urban variable source area: a cross-sectional analysis of urbanized catchments in the United States. Hydrol Process, 30:4799–4814.

- ✚ Lindenthal M., Steiner U., Dehne H.-W., Oerke E.-C. (2005) Effect of downy mildew development on transpiration of cucumber leaves visualized by digital infrared thermography. Phytopathology 95:233-240.

- ✚ Luis Cano , Claudio Ortega, Alvaro Talavera and Juan G. Lazo Lazo, (2018). Smart City Park Irrigation System: A Case Study of San Isidro, Lima—Peru, Proceedings 2018, 2(19), 1227

- ✚ McCready, Dukes, M.D. & Miller, G.L. (2009) Water Conservation Potential of Smart Irrigation Controller on St. Augustinegrass. *Agricultural Water Management* 96:1623-1632.

- ✚ McCready. M.S. & Dukes, M.D. (2011) Landscape Irrigation Scheduling Efficiency and Adequacy by Various Control Technologies. *Agricultural Water Management* 98:697-704.

- ✚ Miao Y., Mulla D.J., Randall G.W., Vetsch J.A., Vintila R. (2009) Combining chlorophyll meter readings and high spatial resolution remote sensing images for in-season site-specific nitrogen management of corn. *Precision agriculture* 10:45-62.

- ✚ Miles B, Band LE. (2015) Green infrastructure stormwater management at the watershed scale: urban variable source area and watershed capacitance. *Hydrol Process*, 29:2268–2274.

- ✚ Moran M.S., Inoue Y., Barnes E. (1997) Opportunities and limitations for image-based remote sensing in precision crop management. *Remote Sensing of Environment* 61:319-346

- ✚ Muhammed H.H. (2005) Hyperspectral crop reflectance data for characterising and estimating fungal disease severity in wheat. *Biosystems Engineering* 91:9-20.

- ✚ Niemczynowicz J. (1999) Urban hydrology and water management—present and future challenges. *Urban Water J*, 1:1–14.

- ✚ Nilsson H.-E. (1995) Remote sensing and image analysis in plant pathology. *Canadian Journal of Plant Pathology* 17:154-166.

- ✚ Parnell, J. R. (1988) Irrigation of Landscape Ornamentals Using Reclaimed Water. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 101:107-110.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A “Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020”

- ✚ Patil V., Nadagouda B., Al-Gaadi K. (2013) Spatial Variability and Precision Nutrient Management in Sugarcane. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 41:183-189.

- ✚ Postel, S. (1992) *Last Oasis: Facing Water Scarcity*. W.W. Norton Co. New York.

- ✚ Qualls, R.J.; Scott, J.M. & DeOreo W.B. (2001) Soil Moisture Sensors for Urban Landscape Irrigation: Effectiveness and Reliability. *Journal of the American Water Resource Association* 37(3):547-559.

- ✚ Ribeiro da Luz B., Crowley J.K. (2007) Spectral reflectance and emissivity features of broad leaf plants: Prospects for remote sensing in the thermal infrared (8.0–14.0 μm). *Remote Sensing of Environment* 109:393-405.

- ✚ Scott C.A., Bastiaanssen W.G., Ahmad M.-u.-D. (2003) Mapping root zone soil moisture using remotely sensed optical imagery. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering* 129:326-335.

- ✚ Shepherd K.D., Walsh M.G. (2002) Development of reflectance spectral libraries for characterization of soil properties. *Soil Science Society of America Journal* 66:988-998.

- ✚ Shuster WD, Bonta J, Thurston H, Warnemuende E, Smith DR. (2005) Impacts of impervious surface on watershed hydrology: a review. *Urban Water J*, 2:263–275.

- ✚ Siyu Chen, Nicolas Fatras, Haoran Su, *Smart Water Irrigation System*

- ✚ Stajanko D., Lakota M., Hočevár M. (2004) Estimation of number and diameter of apple fruits in an orchard during the growing season by thermal imaging. *Computers and Electronics in Agriculture* 42:31-42.

- ✚ St. Hilaire, R.; Arnold, M.A; Wilkerson D.C.; Devitt, D. A.; Hurd, B.H.; Lesikar, B.J. Lohr, V.I.; Martin, C.A.; McDonald, G.V.; Morris, R.L.; Pittenger, D.R.; Shaw D.A. & Zoldoske D.F. (2008) Efficient Water Use in Residential Urban Landscapes. *HortScience* 43(7):2081-2092.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- ✚ Teal R., Tubana B., Girma K., Freeman K., Arnall D., Walsh O., Raun W. (2006) In-season prediction of corn grain yield potential using normalized difference vegetation index. *Agronomy Journal* 98:1488-1494.

- ✚ Thorp K., Tian L. (2004) A review on remote sensing of weeds in agriculture. *Precision agriculture* 5:477-508.

- ✚ Vatsева, Rumiana & Kopecka, Monika & Ořahel, Ján & Rosina, Konstantin & Kitev, Atanas & Genchev, Stefan. (2016). MAPPING URBAN GREEN SPACES BASED ON REMOTE SENSING DATA: CASE STUDIES IN BULGARIA AND SLOVAKIA.

- ✚ Wagner, A., Platzgummer, M., Kreismayr, G., Quendler, H., Stiegler, G., Ferko, B. & Katinger, H. (2006). GMP production of liposomes—a new industrial approach. *Journal of Liposome Research*, 16(3), 311-319.

- ✚ Williams J., (2003) Using Time Domain Reflectometry to Measure Microirrigation Uniformity *Journal of Undergraduate Research* Volume 5, Issue 2.

- ✚ Wilson T.P., Zoldoske D.F., (1997) Evaluating Sprinkler irrigation Uniformity. CATI Publication #970703

- ✚ Yang C.-M., Cheng C.-H. (2001) Spectral characteristics of rice plants infested by brown planthoppers. *Proceedings of the National Science Council, Republic of China. Part B, Life Sciences* 25:180-186.

- ✚ Yeager, T.; Larsen, C; von Merveldt, J. & Irani T. (2009) Use of Reclaimed Water for Irrigation in Container Nurseries ENH1119. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL

- ✚ Βεβαίωση Πολεοδομίας, αριθμός πρωτοκόλλου 16964/20-4-2015.

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- ✚ 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.

- ✚ Δήμος Παύλου Μελά (2014) ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΠΑΥΛΟΥ ΜΕΛΑ. Γενικά πληθυσμιακά χαρακτηριστικά, απασχόληση & ευπαθείς ομάδες, Θεσσαλονίκη.

- ✚ Εθνικό Κτηματολόγιο, Κωδικός αριθμός 191116001001.

- ✚ 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.

- ✚ Μάρης Φ., Τεχνική Υδρολογία, Πολυτεχνική Σχολή, Τομέας Υδραυλικών Έργων, Εργαστήριο Υδρολογίας και Υδραυλικών Έργων

- ✚ Μουζακίτης Α. (2015) Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης του Πολεοδομικού Συγκροτήματος Θεσσαλονίκης και σύγκριση των Δυτικών και των Ανατολικών συνοικιών σύμφωνα με τις αξίες των κατοικιών τους. σελ.102.

- ✚ 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

Το Έργο συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και από εθνικούς πόρους των κρατών που συμμετέχουν στο Πρόγραμμα Διασυνοριακής Συνεργασίας INTERREG V-A "Ελλάδα-Βουλγαρία 2014-2020"

- ✚ Υ.Α. 182314/1241/2016 - Τροποποίηση του Παραρτήματος II 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 II 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.

- ✚ Χαρτζουλάκης Κ., Μπερτάκη Μ. (2009) ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΡΔΕΥΣΗΣ: ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΑΕΙΦΟΡΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ Πρακτικά 23ου Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών - Τεύχος Α.