

Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Πεδίο Άρεως, 38334 Βόλος



ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗ ΛΕΚΑΝΗ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΤΗΣ ΛΙΜΝΗΣ ΚΑΡΛΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ



ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ Θ. ΚΑΡΥΩΤΗ ΠΟΛ.ΜΗΧ. Α.Π.Θ.
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΘ. ΛΟΥΚΑΣ

ΒΟΛΟΣ 2013

Καταρχήν ευχαριστώ βαθύτατα τους καθηγητές - μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής μου, κυρίους Αθανάσιο Λουκά, Νικήτα Μυλόπουλο, και Κωνσταντίνο Κίττα για τη συνεχή και πολύτιμη βοήθεια, υποστήριξη και καθοδήγησή τους στη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας. Η ενθάρρυνσή τους να ασχοληθώ με το θέμα διαχείρισης της ζήτησης του νερού υπήρξε καθοριστική και η συνεισφορά τους κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας υπήρξε ουσιαστική.

Τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Μάριο - Ευστάθιο Σπηλιωτόπουλο MSc Φυσικό-Μετεωρόλογο I.Δ.Α.Χ. για την άμεση ανταπόκρισή του και την ουσιαστική του βοήθεια, ειδικά στις εργασίες υπαίθρου, σε θέματα σχετικά με την τηλεπισκόπηση και φωτοερμηνεία, καθώς και επίλυση διαφόρων προβλημάτων που προέκυπταν σε όλα τα στάδια της εκπόνησης της εργασίας. Τον Δρ. Λάμπρο Βασιλειάδη Περιβαλλοντολόγο I.Δ.Α.Χ. για την επιστημονική του υποστήριξη στη συλλογή και επεξεργασία θερμοκρασιακών και βροχομετρικών δεδομένων της περιοχής μελέτης.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Αλέξ. Τσιτούρα (MSc), υποψήφιο διδάκτορα του Ινστιτούτου Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας για την πολύτιμη βοήθεια και συμβουλές που μου παρείχε σε θέματα ψηφιακής τεχνολογίας.

Οφείλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς την οικογένειά μου για την αμέριστη συμπαράστασή της σε όλη τη διάρκεια των εργασιών της παρούσας διπλωματικής.

Με τιμή,

Αικατερίνη Θ. Καρυώτη, Πολιτικός Μηχανικός Α.Π.Θ.

ΒΟΛΟΣ 2013

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία γίνεται με τελικό στόχο τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών της λεκάνης απορροής της λίμνης Κάρλας, στη Θεσσαλία. Αρχικά πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση των καλλιεργειών με τη χρήση τηλεπισκόπησης. Έπειτα ακολούθησε υπολογισμός των αρδευτικών αναγκών κάθε καλλιέργειας της περιοχής μελέτης με χρήση του υπολογιστικού εργαλείου CROPWAT 8.0, μέσω του οποίου μπορούν να υπολογιστούν οι υδατικές ανάγκες καλλιεργειών με βάση κλιματικά και φυτικά δεδομένα. Σε πρώτη φάση έγιναν επιτόπιες καταγραφές, μετά από διαδοχικές επισκέψεις σε σημεία ενδιαφέροντος που συνιστούν διαφορετική χρήση γης και λήψη συντεταγμένων με τη χρήση GPS χειρός. Οι καταγραφές ταξινομήθηκαν και στη συνέχεια αποτέλεσαν αρχικά δεδομένα για την επιβλεπόμενη ταξινόμηση που ακολούθησε με τη βοήθεια της τηλεπισκόπησης και τη χρήση του λογισμικού ERDAS IMAGINE 9.2. Η τηλεπισκόπηση εφαρμόστηκε πάνω σε δορυφορικές εικόνες καταγεγραμμένες από δορυφορικούς αισθητήρες LANDSAT TM, δυνατότητας χωρικής ανάλυσης 30 μέτρα x 30 μέτρα, αφού πρώτα δημιουργήθηκαν κλάσεις στηριζόμενες στις επιτόπιες καταγραφές. Έτσι τα φασματικά χαρακτηριστικά των δομών που εντοπίστηκαν, χρησιμοποιήθηκαν από το λογισμικό για τον εντοπισμό εικονοστοιχείων με παρόμοια χαρακτηριστικά, τα οποία στη συνέχεια ταξινομήθηκαν στην αντίστοιχη τάξη. Από τη χαρτογράφηση των κλάσεων αυτών προέκυψε η απεικόνιση των διαφορετικών χρήσεων γης της περιοχής. Τέλος πραγματοποιήθηκε ψηφιοποίηση εδαφολογικών με τη χρήση του λογισμικού GIS / ArcGIS 9.3 και συλλογή και επεξεργασία μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής με τη χρήση του λογισμικού HYDROGNOMON 4. Όλα τα προηγούμενα αποτέλεσαν τα δεδομένα εισαγωγής του λογισμικού CROPWAT 8.0 από το οποίο υπολογίστηκε το τελικό ζητούμενο της εξατμισοδιαπνοής για κάθε χρήση γης της λεκάνης απορροής της Κάρλας.

Λέξεις Κλειδιά: λεκάνη απορροής, χρήσεις γης, Landsat, τηλεπισκόπηση, καλλιέργειες, εξατμισοδιαπνοή.

ABSTRACT

The ultimate aim of this work is to calculate the crop evapotranspiration in the watershed of Lake Karla in Thessaly. Initially, crop mapping was carried out by using remote sensing techniques. Then calculation of irrigation requirements was followed for each crop of the study area using the computational tool CROPWAT 8.0, through which crop water needs can be calculated based on climatic and crop data. In the first phase field recordings were conducted, after successive visits to points of interest that consist of different land use and coordinates downloaded using a manual GPS. The recordings were classified and subsequently formed the original data for the supervised classification followed by means of remote sensing and the use of software

ERDAS IMAGINE 9.2. Remote sensing applied on satellite images captured by satellite sensors LANDSAT TM, with a potential spatial resolution 30 meters x 30 meters and classes had been created previously based on field recordings. Thus, the spectral characteristics of the structures detected by the software used to identify pixels with similar characteristics, which then were registered in the corresponding class. By mapping these classes the result was to depict the different land uses in the area. Finally digitization of soil maps was performed using the software GIS / ArcGIS 9.2 and collection and processing of meteorological data of the study area by using the software Hydrognomon. All previous were input data of software Cropwat 8.0 by which the final required evapotranspiration was calculated for each land use in the watershed of Lake Karla.

Keywords: watershed, land use, Landsat, remote sensing, crops, evapotranspiration.

Η παρούσα εργασία έγινε στο πλαίσιο των Ερευνητικών Προγραμμάτων “Ανάπτυξη ολοκληρωμένου συστήματος παρακολούθησης και διαχείρισης ποσότητας και ποιότητας υδατικών πόρων αγροτικών λεκανών απορροής υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής. Εφαρμογή στη λεκάνη απορροής της λίμνης Κάρλας (ΥΔΡΟΜΕΝΤΩΡ)”, Γ.Γ.Ε.Τ. Δράσης Εθνικής Εμβέλειας: «Συνεργασία»-Πράξη Ι. και “Sustainable Use of Irrigation Water in the Mediterranean Region (SIRRIMED)” – FP7-KBBE-2009-3 – Proposal Reference Number: FP7-245159.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	11
1.2 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	17
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	19
2.1 ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ - ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	19
2.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ - CROPWAT	28
3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	32
3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	32
3.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ – ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	43
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	55
4.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΛΑΦΩΝ	56
4.1.1 ERDAS IMAGINE 9.2.....	57
4.1.2 ArcGIS 9.3.....	58
4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ	64
4.2.1 HYDROGNOMON 4	64
4.2.2 CROPWAT 8.0.....	68
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ	69
5.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΛΑΦΩΝ – ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ	69
5.1.1 ERDAS IMAGINE 9.2.....	69
5.1.2 ArcGIS 9.3.....	73
5.2 ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	77
5.2.1 HYDROGNOMON 4.....	77
5.2.2 CROPWAT 8.0.....	82
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ–ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ	118
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	129
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	133

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Το κύριο χαρακτηριστικό του υδατικού προβλήματος στη λεκάνη απορροής της Κάρλας είναι το μονίμως ελλειμματικό υδατικό ισοζύγιο, με αποτέλεσμα κάθε χρόνο, εκτός από τα ανανεώσιμα υδατικά αποθέματα, να εξαντλούνται και τα μόνιμα υδατικά αποθέματα. Η ορατή μείωση της παροχής του Πηνειού, η δραματική πτώση της στάθμης στα υδροφόρα συστήματα της λεκάνης απορροής (με τις γνωστές συνέπειες της υφαλμύρινσης, των καθιζήσεων και των εδαφικών ρωγμών που παρουσιάζονται κάθε χρόνο) και η ποιοτική υποβάθμιση των υδατικών αποθεμάτων, είναι τα εμφανή σημάδια της υδατικής κρίσης στην περιοχή.

Παλαιότερα, ο καρστικός υδροφόρος ορίζοντας της περιοχής βρισκόταν υπό πίεση, που εκδηλωνόταν με αρτεσιανισμό και το νερό της περιοχής ήταν καλής ποιότητας. Στην πορεία η στάθμη έπεσε σε τέτοιο βαθμό ώστε τη χρονιά 2005 υπήρχαν γεωτρήσεις όπου η στάθμη βρισκόταν στα 5 - 10 μ. πάνω από το επίπεδο της θάλασσας, ενώ η περιεκτικότητα σε χλωριόντα ξεπέρασε τα 2000 ppm και η αγωγιμότητα τα 7000 μS/cm. Πιθανότερη αιτία υφαλμύρωσης είναι η μετακίνηση υφάλμυρων μαζών, που βρισκόταν σε μεγάλα βάθη, κάτω από την επίδραση των αντλήσεων, λόγω της μεγάλης περατότητας των μαρμάρων.

Στο διάγραμμα 1.1.1 που ακολουθεί, παρατηρείται μια συνεχής πτωτική τάση μετά το 1986 που υποδηλώνει υπερεκμετάλλευση και άντληση από τα μόνιμα αποθέματα. Με δεδομένη τη δραματική κατάσταση της ποιότητας και απαιτούμενης ποσότητας των υδατικών πόρων της λεκάνης απορροής Κάρλας, είναι προφανής η ανάγκη άμεσης αλλαγής της υδατικής πολιτικής στην περιοχή.

Σκοπός της εργασίας είναι ο υπολογισμός των υδατικών αναγκών της λεκάνης απορροής της Κάρλας και πιο συγκεκριμένα της εξατμισοδιαπνοής για κάθε καλλιέργεια της περιοχής. Οι παράγοντες βροχόπτωση, επιφανειακή απορροή, εξατμισοδιαπνοή και κατείδυση συνδέονται μεταξύ τους με την εξίσωση υδρολογικού ισοζυγίου:

$$P = E + A \text{ (mm)} \quad (1.1.1)$$

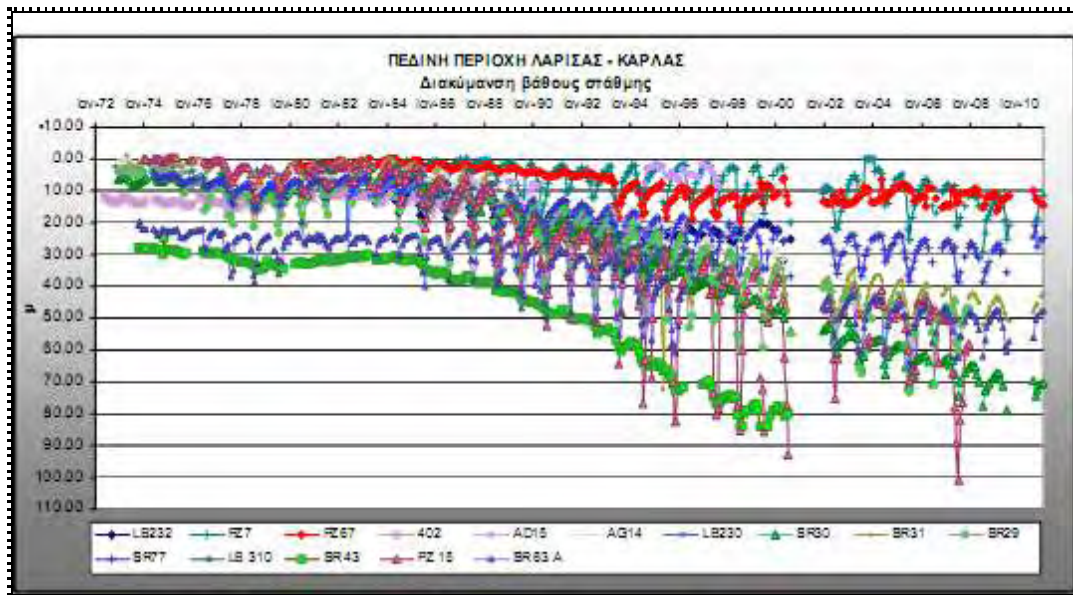
Όπου:

P = Μέσο ετήσιο ύψος βροχής (mm), E = Εξατμισοδιαπνοή (mm), A = Ολική Απορροή (mm) και $A = R + I$ (mm), με R = Επιφανειακή Απορροή (mm) και I = Υπόγεια Απορροή ή κατείδυση (mm).

Οι παραπάνω παράμετροι είναι μεταβαλλόμενοι ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή (κλιματικές, υδρολιθικές, εδαφολογικές, γεωμορφολογικές και γεωλογικές) όπως και ανάλογα με τις χρήσεις γης, τις καλλιέργειες και γενικότερα τη φυτοκάλυψη της περιοχής. Επομένως, στο πλαίσιο της ανάλυσης όλων των παραπάνω έγινε η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία με απώτερο στόχο τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής, διότι κάθε σωστός και λεπτομερής υπολογισμός υδατικών μεγεθών μπορεί να γίνει εργαλείο στην ανεύρεση τρόπων ορθολογικής διαχείρισης των υδατικών πόρων.

Γενικότερα, η επίτευξη ορθολογικής διαχείρισης νερού πρέπει να στηριχθεί στους παρακάτω βασικούς άξονες:

- εξοικονόμηση του νερού άρδευσης των καλλιεργειών με εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων διαχείρισης της ζήτησης του νερού
- βιώσιμη αξιοποίηση των υδατικών αποθεμάτων, ενταγμένη σε ευρύτερο πλαίσιο-σχεδιασμό για την ανάπτυξη της περιοχής. Θα πρέπει να συνταχθεί ένα σύγχρονο σχέδιο χρήσης γης το οποίο θα λαμβάνει σοβαρά υπόψη τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής καθώς και τα αποθέματα των υδατικών πόρων
- αύξηση της αποδοτικότητας των υδραυλικών έργων και την αποκατάσταση της περιβαλλοντικής ζημιάς που έχει υποστεί το υδατικό σύστημα λόγω υπερ-εκμετάλλευσης



Διάγραμμα 1.1.1: Διακύμανση βάθους στάθμης πεδινής περιοχής Λάρισσας - Κάρλας (ΥΠΕΚΑ, 2011)

Η ποσότητα και η ποιότητα των υδατικών πόρων κατά χρήση συνιστούν σημαντικά στοιχεία της διαχείρισης των επιφανειακών και υπόγειων υδατικών πόρων. Επίσης, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι σχετικοί περιορισμοί και η ισχύουσα εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία (Πίνακας 1.1.1) για την προστασία και τη διατήρηση της ποιότητας.

Πίνακας 1.1.1. Νομοθετήματα Κοινοτικού Δικαίου για την προστασία των υδάτων

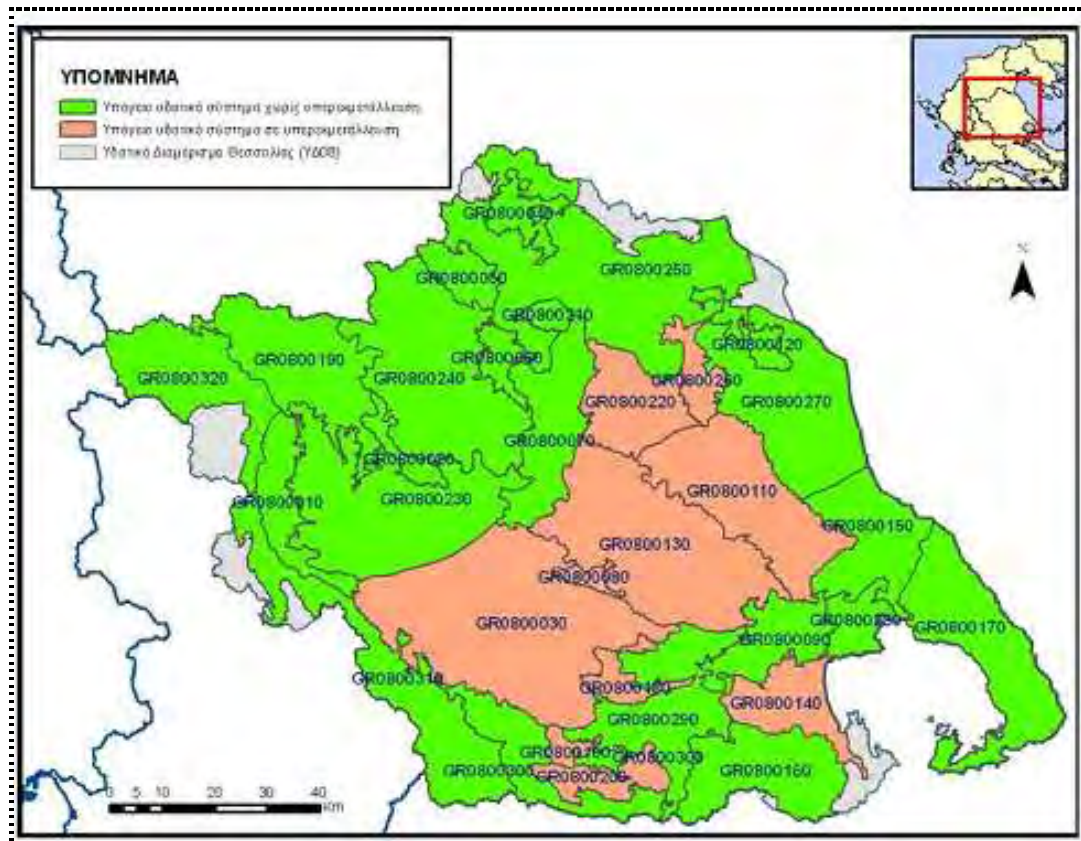
Ευρωπαϊκή Νομοθεσία	ΘΕΜΑ
<u>Οδηγία 79/869/ΕΟΚ</u>	Περί των μεθόδων μετρήσεως και περί της συχνότητας των δειγματοληψιών και της αναλύσεως των επιφανειακών υδάτων τα οποία προορίζονται για την παραγωγή ποσίμου ύδατος στα Κράτη Μέλη
<u>Οδηγία 80/68/ΕΟΚ</u>	Περί προστασίας των υπογείων υδάτων από τη ρύπανση που προέρχεται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες
<u>Οδηγία 80/778/ΕΟΚ</u>	Περί της ποιότητας του ποσίμου νερού
<u>Οδηγία 1/271/ΕΟΚ</u>	Για την επεξεργασία των οστικών λυμάτων
<u>Οδηγία 91/676/ΕΟΚ/12.12.1991</u>	Για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης
<u>Οδηγία 98/83/ΕΚ/3.11.1998</u>	Σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης
<u>Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ</u>	Για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων
<u>Απόφαση 2455/2001/ΕΚ</u>	Για τη θέσπιση του καταλόγου ουσιών προτεραιότητας στον τομέα της πολιτικής των υδάτων και τροποποίησης της οδηγίας 2000/60/ΕΚ
Οδηγία 2002/915/ΕΚ	Σχετικά με αίτημα παρέκκλισης από διατάξεις του Παραρτήματος ΙΙ παράγραφος 2 του άρθρου 9 της οδηγίας 91/676/ΕΟΚ του Συμβουλίου αναφορικά με την προστασία των υδάτων από νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης
Οδηγία 2006/118/ΕΚ	Σχετικά με την Προστασία των Υπόγειων Υδάτων από τη Ρύπανση και την Υποβάθμιση

Είναι γνωστό ότι σύμφωνα με το Εθνικό Πρόγραμμα Διαχείρισης και Προστασίας των Υδατικών Πόρων της χώρας, το υδατικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας είναι από τα πλέον ελλειμματικά. Το συμπέρασμα προκύπτει συγκρίνοντας την εκτίμηση της ζήτησης του νερού για τις διάφορες χρήσεις, με το αντίστοιχο θεωρητικό υδατικό δυναμικό κατά τον μήνα αιχμής Ιούλιο. Άλλα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης είναι ο περιορισμένος αριθμός έργων ταμίευσης χειμερινών απορροών, οι υψηλές απώλειες νερού (διαρροές και εξάτμιση) κατά τη μεταφορά και τη διανομή του και το εξαιρετικά υψηλό ποσοστό ζήτησης για άρδευση (άνω του 90%). Επίσης, οι λανθασμένες γεωργικές πρακτικές, οι υπεράντληση από τους υπόγειους υδροφορείς, η ρύπανση των πεδινών περιοχών

με νιτρικά γεωργικής προέλευσης και η μη εφαρμογή Κωδίκων Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, είναι ανάμεσα στους παράγοντες οι οποίοι εντείνουν ακόμη περισσότερο το πρόβλημα. Είναι φανερό ότι η αποδοτική και ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων κάτω από αυτές τις συνθήκες αποτελεί μια πρόκληση, ενώ η αναμενόμενη κλιματική αλλαγή στην περιοχή (ξηρασία) αναμένεται μελλοντικά να προσθέσει επιπλέον προβλήματα στη διαχείριση. Αξίζει να τονισθεί ότι για την ορθολογική διαχείριση των νερών της λεκάνης απορροής Κάρλας, απαιτείται η δημιουργία και ενίσχυση “Ανεξάρητου Φορέα” Υδατικών Πόρων ο οποίος πρέπει να έχει ευελιξία, να υπηρετεί την έρευνα και να παράγει νέα γνώση (Λουκάς, 2012), αλλά και να υποστηρίζει τη λειτουργία του σε συνθήκες αγοράς για τη διασφάλιση της βιωσιμότητάς του.

Η εξέταση των ισοζυγίων της Θεσσαλίας (εικόνα 1.1.1.) αποδεικνύει ότι το σημερινό καθεστώς εκμετάλλευσης των υδάτινων πόρων στην περιοχή χαρακτηρίζεται από την υπεράντληση των υπόγειων νερών, με αποτέλεσμα τη μείωση των μόνιμων υπόγειων αποθεμάτων. Να τονισθεί ότι η αρδευτική κατανάλωση είναι μικρότερη από τη ζήτηση, λόγω του μεγάλου κόστους σε περιοχές όπου η άντληση πρέπει να γίνει από μεγάλα βάθη λόγω της μείωσης των υπόγειων αποθεμάτων.

Τα μέτρα διαχείρισης ζήτησης πρέπει να στοχεύουν στη μείωση της αρδευόμενης έκτασης (χρειάζεται η σύνταξη σχεδίου χρήσεων γης), στην προώθηση καλλιεργειών λιγότερο απαιτητικών σε νερό, εφαρμογή από τους αγρότες σύγχρονων συστημάτων μεθόδων άρδευσης (χρειάζονται κίνητρα), στη βελτίωση και αλλαγή των συστημάτων μεταφοράς νερού για τη μείωση των υδατικών απωλειών.



Εικόνα 1.1.1.: Καθεστώς εκμετάλλευσης υπόγειων υδατικών συστημάτων

1.2 ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην παρούσα εργασία γίνεται διαχείριση της ζήτησης για το αρδευτικό νερό στη λεκάνη απορροής της Κάρλας. Τελικός στόχος της εργασίας είναι ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής ET για κάθε καλλιέργεια στη συνολική έκταση της περιοχής μελέτης. Η εργασία πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Αρχικά έγιναν εργασίες υπαίθρου κατά τις οποίες πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες καταγραφές μετά από διαδοχικές επισκέψεις σε σημεία ενδιαφέροντος που συνιστούν διαφορετική χρήση γης. Ακολούθησε επιβλεπόμενη ταξινόμηση των καταγραφών αυτών με περιβαλλοντική τηλεπισκόπηση και σύνταξη του παρόντος τεύχους. Για την απόκτηση του απαραίτητου γνωστικού υπόβαθρου σκόπιμη κρίθηκε η μελέτη σχετικής ελληνικής και ξένης βιβλιογραφίας.

Το τρέχον κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή, όπου και περιγράφεται ο σκοπός της εργασίας ενώ παράλληλα αναλύεται η δομή της. Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση ώστε να παρατεθούν δεδομένα, αποτελέσματα, συμπεράσματα, προτάσεις από προϋπάρχουσες εργασίες και μελέτες που έχουν γίνει και αφορούν κομμάτια που άπτονται του αντικειμένου της συγκεκριμένης εργασίας (χρήσεις γης, τηλεπισκόπηση και χρησιμοποιηθέντα λογισμικά τηλεπισκόπησης, ψηφιοποίηση και ArcGIS 9.3, εκτίμηση υδατικών αναγκών και λογισμικό CROPWAT).

Ακολουθεί το Κεφάλαιο 3, στο οποίο και γίνεται εκτενής περιγραφή της υπό μελέτη περιοχής. Συγκεκριμένα αναλύονται λεπτομερώς τα χαρακτηριστικά της, γεωμορφολογικά, πληθυσμιακά – δημογραφικά, κλιματικά – μετεωρολογικά, ενώ αντίστοιχη ανάλυση γίνεται για τις χρήσεις γης και τις καλλιέργειες που συναντώνται στη λεκάνη.

Στο Κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται βήμα βήμα η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εξαγωγή των ζητούμενων αποτελεσμάτων. Περιγράφονται ο τρόπος συλλογής των δεδομένων για την ταξινόμηση των καλλιεργειών, καθώς και οι δυνατότητες και ο τρόπος χρήσεις των λογισμικών προγραμμάτων (ERDAS IMAGINE 9.2, ArcGIS 9.3, HYDROGNOMON 4 και CROPWAT 8) που χρησιμοποιήθηκαν, αρχικά για την επιβλεπόμενη ταξινόμηση μέσω τηλεπισκόπησης και στη συνέχεια για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής κάθε καλλιέργειας.

Το Κεφάλαιο 5 αφορά στα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη συλλογή, την ανάλυση και την επεξεργασία των αρχικών μας δεδομένων. Παρουσιάζονται οι χάρτες με τις κύριες χρήσεις γης της περιοχής, το ενιαίο Project των γεωλογικών χαρτών, του εδαφολογικού χάρτη και των ορίων της περιοχής της λεκάνης απορροής της Κάρλας και Πίνακες με χρονοσειρές από μέσες μηνιαίες τιμές βροχοπτώσεων και θερμοκρασιών (κατανεμημένες πλέον σε πολύγωνα προκαθορισμένα με βάση το δίκτυο άρδευσης). Στη συνέχεια, παραθέτονται Πίνακες με τις υπολογιζόμενες εξατμισοδιαπνοές και υδατικές ανάγκες των κύριων καλλιεργειών της περιοχής μελέτης για καθένα από τα αρδευτικά δίκτυα της περιοχής.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 6 γίνεται αρχικά σύνοψη των συμπερασμάτων που εξάγονται από τις αναλύσεις των προηγούμενων κεφαλαίων και κρίνονται ως σημαντικά και εν συνεχεία παραθέτονται μελλοντικές προτάσεις κατευθύνσεις πάνω στην ορθολογική διαχείριση της ζήτησης του αρδευτικού νερού.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

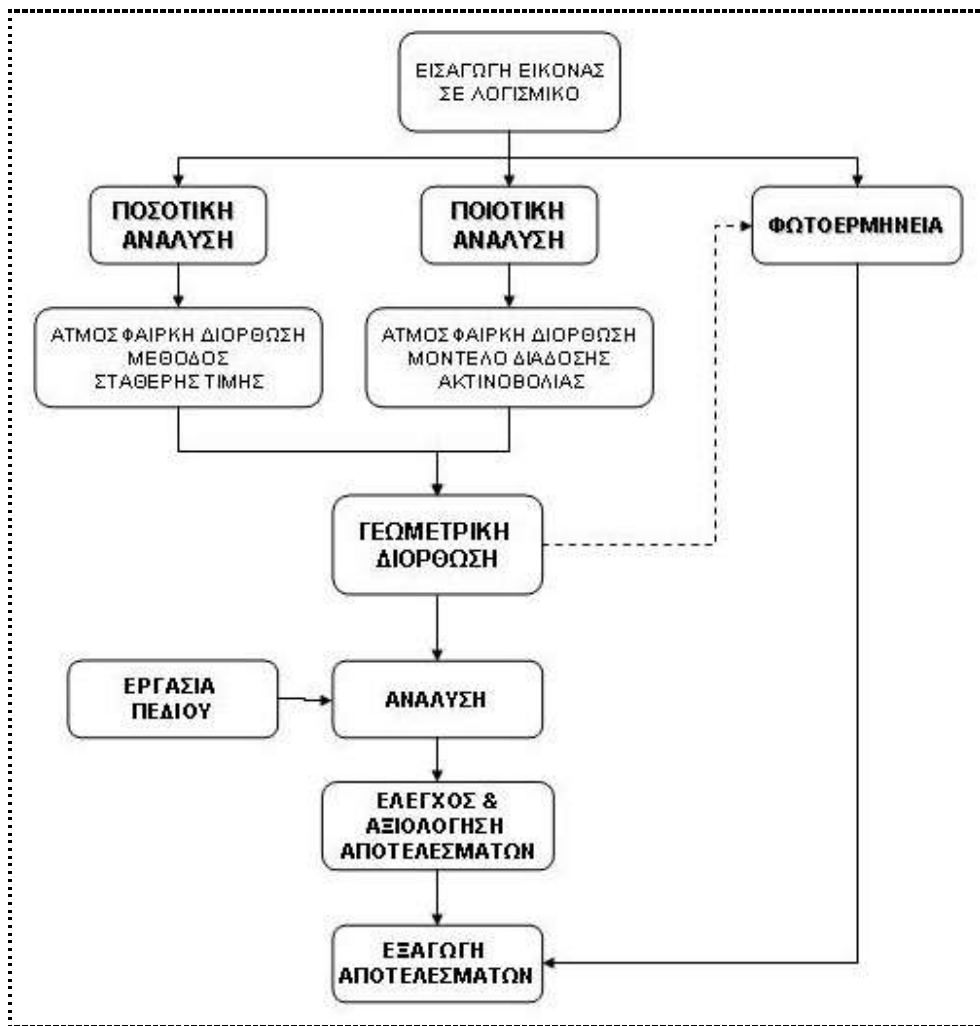
2.1 ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ - ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Η Τηλεπισκόπηση ή Τηλεανίχνευση είναι η αντίληψη φαινομένων ή αντικειμένων από απόσταση και πιο συγκεκριμένα πρόκειται για «την επιστήμη και την τεχνολογία παρατήρησης και μελέτης των χαρακτηριστικών της γήινης επιφάνειας από απόσταση, βάσει της αλληλεπίδρασης των υλικών που βρίσκονται επάνω σε αυτή με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία» (<http://el.wikipedia.org/wiki/Τηλεπισκόπηση>). Συνεπώς, με την Τηλεπισκόπηση συλλέγονται δεδομένα από ειδικά όργανα χωρίς επαφή του οργάνου μέτρησης με το υπό μελέτη αντικείμενο (διαφορά Τηλεπισκόπησης από επιτόπια παρατήρηση – μέτρηση). Είναι η επιστήμη και η τέχνη της απόκτησης πληροφοριών για ένα αντικείμενο, μια περιοχή ή ένα φαινόμενο δια μέσου της ανάλυσης δεδομένων, τα οποία έχουν αποκτηθεί από μία συσκευή, η οποία δεν είναι σε επαφή με το υπό έρευνα αντικείμενο, περιοχή ή φαινόμενο (Αργιαλάς, 1999). Η Τηλεπισκόπηση καλύπτει μεγάλο εύρος εφαρμογών και είναι άμεσα συσχετιζόμενη με μια πλειάδα επιστημών (φυσική, αστροφυσική, αστρονομία, ιατρική, βιολογία κ.α.), αλλά η κύρια εφαρμογή της εντοπίζεται στις γεωεπιστήμες (επιστήμες που μελετούν τον πλανήτη και τις φυσικές ιδιότητες του). Με την Τηλεπισκόπηση δίνεται η δυνατότητα μετρήσεων περιβαλλοντικών παραμέτρων και αποτύπωσης χωροχρονικών μεταβολών στους φυσικούς πόρους. Η παρατήρηση της γης από το διάστημα αποτελεί τα τελευταία χρόνια εργαλείο για τη μελέτη του περιβάλλοντος, του κλίματος και της ανάπτυξης και προώθησης παραγωγικών δραστηριοτήτων. Αναζητώντας λοιπόν, επιστημονικές μεθόδους για την προστασία του περιβάλλοντος, ο ρόλος της Τηλεπισκόπησης φαίνεται να είναι πρωταρχικός. Αποτελεί εργαλείο για την αποτελεσματική αντίδραση στις περιβαλλοντικές και κοινωνικοοικονομικές πιέσεις της σύγχρονης παγκόσμιας πραγματικότητας, σε εποχές όπου κύριο μέλημα της επιστημονικής κοινότητας οφείλει να είναι η ανάλυση και αντιμετώπιση περιβαλλοντικών ζητημάτων, με στόχο την ισορροπία ανάμεσα στην οικονομική ανάπτυξη, την κοινωνική δικαιοσύνη και την περιβαλλοντική προστασία. Για την επίτευξη σωστής περιβαλλοντικής διαχείρισης με απώτερο στόχο

τη βιώσιμη ανάπτυξη, δίνεται προσοχή στην ορθολογική υδατική διαχείριση. Το χρησιμοποιούμενο νερό κάθε χώρας αποτελείται από το νερό για γεωργία, για βιομηχανία και για οικιακή χρήση. Παγκοσμίως το 70% περίπου του καταναλισκόμενου γλυκού νερού είναι το νερό για άρδευση των καλλιεργειών (http://www.eydap.gr/media/Stagonoulis/stagonoulispopup/index_gr.htm), γεγονός που σημαίνει πως σωστή υδατική διαχείριση συνεπάγεται απαραίτητα και ορθολογική διαχείριση αρδευτικού νερού.

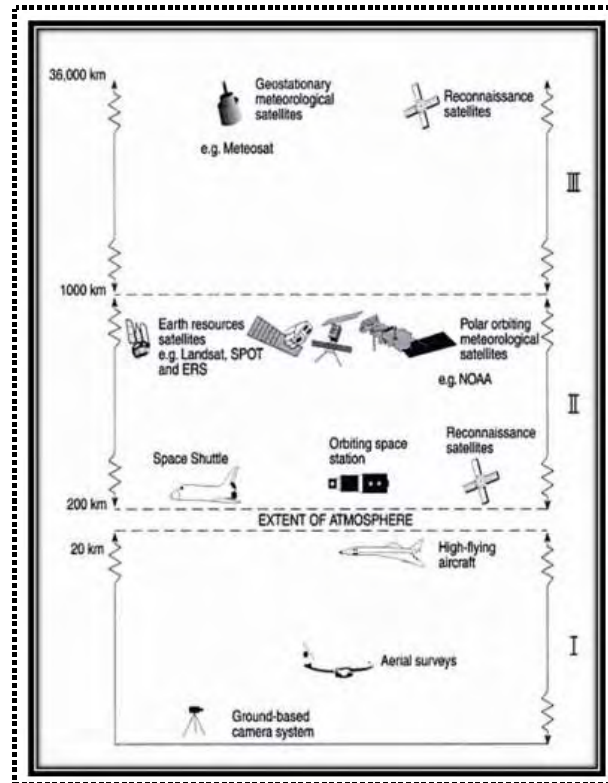
Στη σημερινή εποχή, τηλεματικές εφαρμογές υποστηρίζουν κλιματολογικές μελέτες, ποσοτικοποίηση αλλαγών στις χρήσεις γης, διαχείριση και εκμετάλλευση υδατικών πόρων (Carlson and Arthur 1998, Weng, 2001). Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η τηλεπισκόπηση στη διαχείριση των υδατικών πόρων και ιδιαίτερα σε λιμναίες υδρολογικές λεκάνες, αφού παρέχει πληροφορίες σχετικά με την μεταβολή ακτογραμμών, διαθέσιμων επιφανειακών υδατικών αποθεμάτων και ποιοτικών χαρακτηριστικών των υδάτων σε χωρική και χρονική κλίμακα. (Δημητρίου, 2007). Έτσι, οι αρμόδιοι διαχειριστικοί φορείς μπορούν να εκτιμούν άμεσα τις επιπτώσεις των διαχειριστικών σχεδίων που εφαρμόζονται και να προβαίνουν σε διορθωτικές επεμβάσεις, εφόσον αυτό κρίνεται αναγκαίο (Baban, 1999). Πλήθος επιμέρους υδρολογικών παραμέτρων, αναγκαίων στην διαχείριση των υδατικών αποθεμάτων, μπορούν να ποσοτικοποιηθούν με την συνεισφορά τηλεμετρικών μεθόδων, όπως η εδαφική υγρασία (Milly and Kabala, 1986), η εξατμισοδιαπνοή και η επιφανειακή απορροή (Srinivasa 2001, Rott et al., 1985).

Για καλύτερη αντίληψη των διεργασιών της Τηλεπισκόπησης ακολουθεί αντίστοιχο διάγραμμα ροής (βλ. εικόνα 2.1.1), που οπτικοποιεί τις ενέργειες που γίνονται από τη στιγμή της εισαγωγής της ληφθείσας εικόνας σε κατάλληλο λογισμικό επεξεργασίας μέχρι την εξαγωγή των ζητούμενων κάθε φορά αποτελεσμάτων.

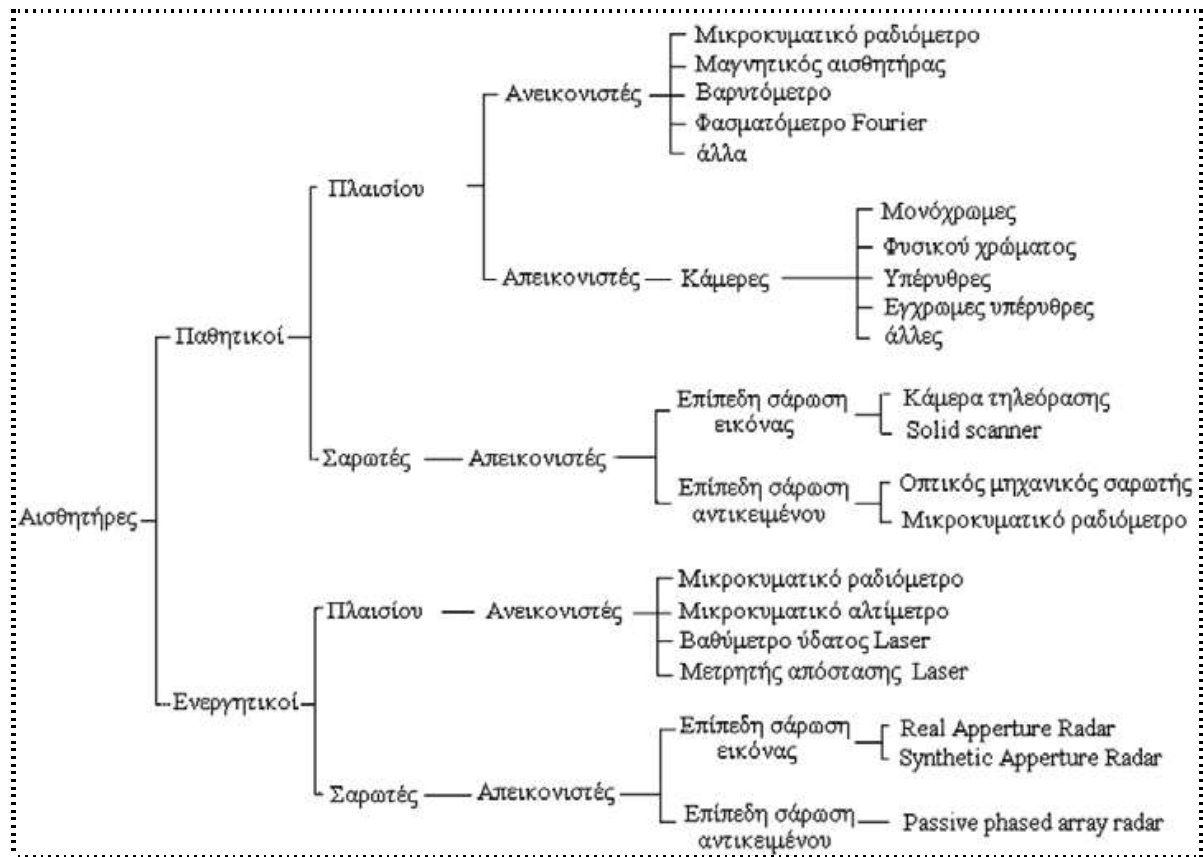


Εικόνα 2.1.1 : Διάγραμμα ροής εργασιών Τηλεπισκόπησης (Καπαγερίδη, 2010)

Η τηλεπισκόπηση γίνεται με τη βοήθεια απομακρυσμένων αισθητήρων, οι οποίοι συχνά τοποθετούνται μακριά από το αντικείμενο μελέτης, χρησιμοποιώντας ελικόπτερα, αεροπλάνα και δορυφόρους (βλ. εικόνα 2.1.2). Στις εικόνες 2.1.3 και 2.1.4 φαίνονται τα διαφορετικά είδη δορυφορικών αισθητήρων.

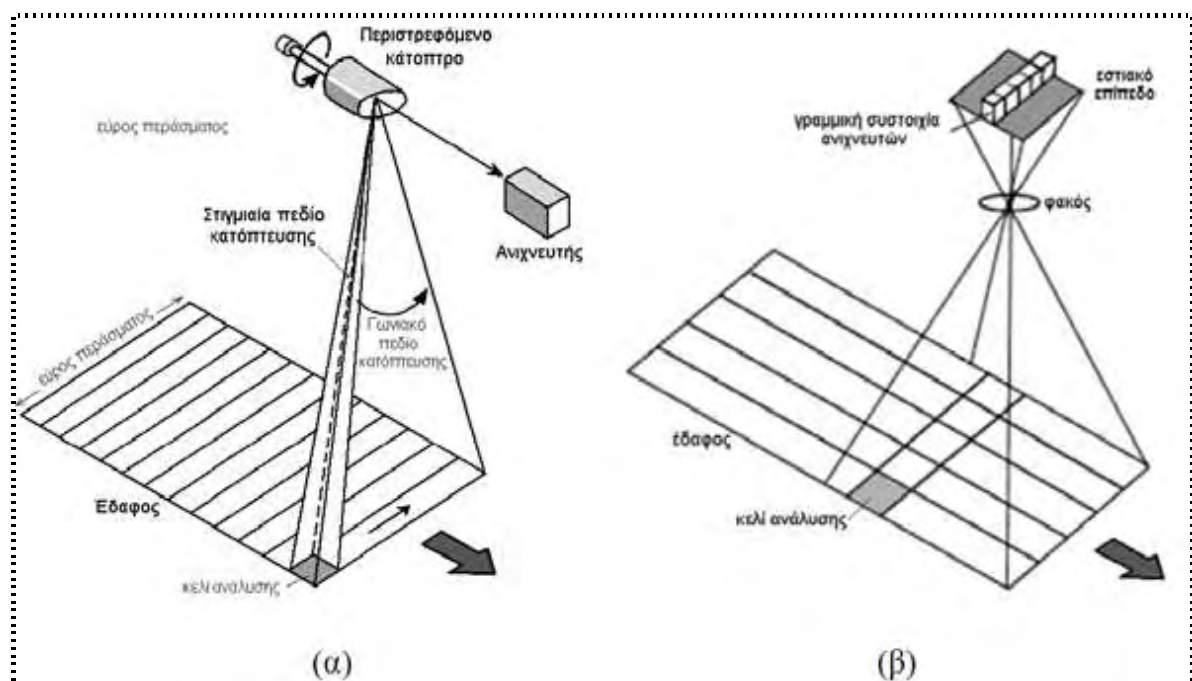


Εικόνα 2.1.2: Πλατφόρμες τηλεπισκόπησης και τα διάφορα ύψη στα οποία λειτουργούν (Gimpson, 2000)



Εικόνα 2.1.3: Ταξινόμηση δορυφορικών αισθητήρων

http://ph338.edu.physics.uoc.gr/Remote_Sensing_Courses.pdf



Εικόνα 2.1.4: Παραδείγματα δορυφορικών αισθητήρων με διαφορετικό τρόπο κατόπτρευσης (α) σαρωτής με εγκάρσια στην τροχιά διεύθυνση, (β) Σαρωτής κατά μήκος της τροχιάς (http://ph338.edu.physics.uoc.gr/Remote_Sensing_Courses.pdf)

Στην τηλεπισκόπηση συλλέγονται πληροφορίες για αντικείμενα, φαινόμενα ή συμβάντα με τη χρήση δορυφορικών εικόνων. Οι εικόνες αυτές λαμβάνονται από δορυφόρους που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη, ο τύπος των οποίων διαφέρει ανάλογα με τον επιστημονικό σκοπό που εξυπηρετεί ο καθένας. Οι δορυφορικές εικόνες χωρίζονται ανάλογα με την διακριτική τους ικανότητα (μέγεθος pixel) σε κατηγορίες (Αγαθαγγέλου, 2008):

- Εικόνες πολύ υψηλής ανάλυσης $\leq 5\text{m}$ ([Quickbird](#), [Ikonos](#), [Eros](#), [Spot5](#))
- Εικόνες υψηλής ανάλυσης από $5.1\text{m} < 20\text{m}$ ([Spot3-4](#).)
- Εικόνες μέσης ανάλυσης από $20\text{m} \leq 30\text{m}$ ([Landsat](#), [IRS](#))
- Εικόνες χαμηλής ανάλυσης πάνω από 30m ([NOOA](#), [Meteosat](#))

Ανάλογα με τα φασματικά τους χαρακτηριστικά χωρίζονται σε:

- **Πολυφασματικές:** Διαθέτουν τουλάχιστον τρία κανάλια στο ορατό τμήμα του φάσματος (R,G,B)
- **Παγχρωματικές:** Είναι ασπρόμαυρες, έχουν καλύτερη διακριτική ικανότητα από τις αντίστοιχες τους πολυφασματικές και διαθέτουν ένα κανάλι στο ορατό τμήμα του φάσματος.

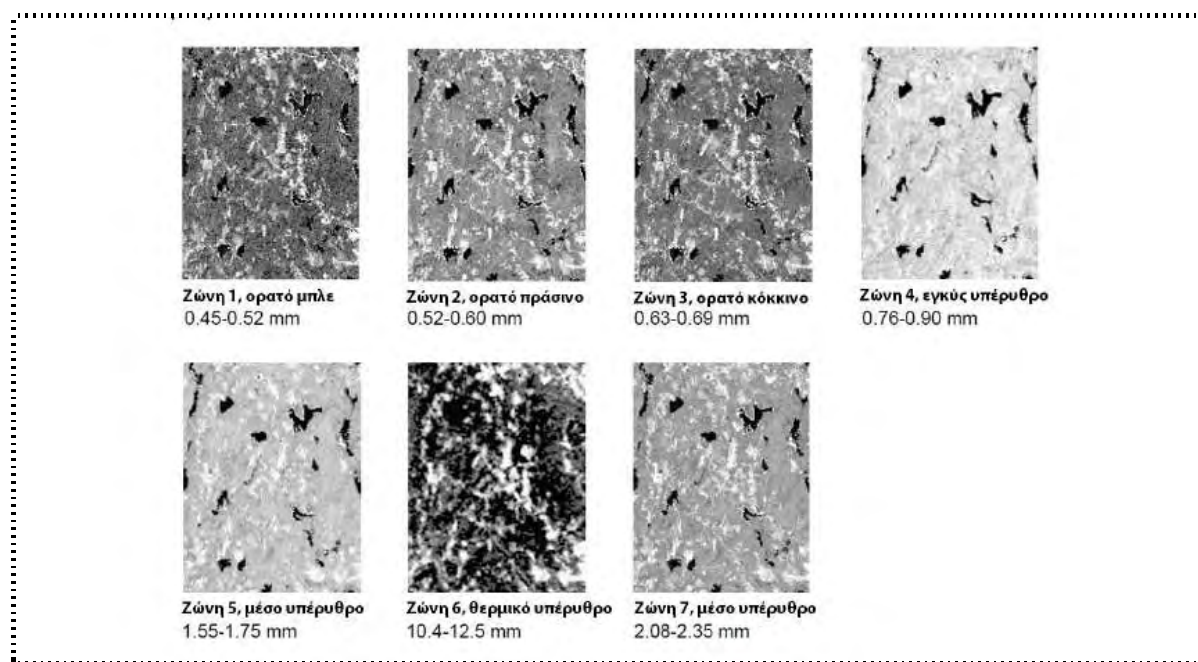
Η τηλεπισκοπική απεικόνιση είτε από οπτικό δέκτη είτε από δέκτη radar πλεονεκτεί έναντι της αεροφωτογραφίας καθώς (Αγαθαγγέλου, 2008):

- Μια τηλεπισκοπική απεικόνιση καλύπτει έκταση πολλών τετραγωνικών χιλιομέτρων στην επιφάνεια της γης, γεγονός που επιτρέπει την συνολική και συνοπτική μελέτη μιας συγκεκριμένης περιοχής π.χ. μια απεικόνιση από το δέκτη XS του δορυφόρου SPOT καλύπτει επιφάνεια $60\text{km} \times 60\text{km}$, ενώ μια απεικόνιση από τους δέκτες MSS και TM του δορυφόρου LANDSAT καλύπτει έκταση $185\text{km} \times 185\text{km}$.
- Η τηλεπισκοπική απεικόνιση συνήθως δημιουργείται από την καταγραφή της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας σε διάφορα πεδία αυτής (αριθμός καναλιών που την αποτελούν), γεγονός που επιτρέπει τη μελέτη και διάκριση περισσότερων εμφανίσεων/αντικειμένων στην επιφάνεια της γης, τα οποία δε διακρίνονται στην αεροφωτογραφία. Έτσι, περιέχει πλήθος διαφορετικών μεταξύ τους πληροφοριών, που μπορούν να αξιοποιηθούν κατάλληλα από γεωλόγους, υδρολόγους, δασολόγους, μηχανικούς κ.λ.π.

- Οι δορυφόροι ακολουθώντας επαναληπτικές τροχιές επισκέπτονται την ίδια γεωγραφική περιοχή με καθορισμένη συχνότητα που κυμαίνεται από μερικά λεπτά (μετεωρολογικοί δορυφόροι) έως μερικές ημέρες. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα παρακολούθησης εν δυνάμει φαινομένων σε παγκόσμια κλίμακα, όπως οι πλημμύρες, η μετακίνηση πληθυσμών, οι πετρελαιοκηλίδες και οι δασικές πυρκαγιές.
- Τα χαρακτηριστικά της τροχιάς των δορυφόρων εξασφαλίζουν μεγάλη σταθερότητα στις συνθήκες λήψης, γεγονός που οδηγεί σε απεικονίσεις με καλύτερα και σταθερότερα γεωμετρικά χαρακτηριστικά.
- Η λήψη απεικονίσεων από μεγάλα ύψη, στη περίπτωση των δορυφόρων εξασφαλίζει σχετική ανεξαρτησία από τις τοπικές καιρικές συνθήκες, ιδιαίτερα δε στην περίπτωση απεικονίσεων από δέκτες radar οι οποίοι λειτουργούν σε συνθήκες ανεξάρτητες καιρού και ηλιακού φωτός.
- Στο εγγύς μέλλον με την εκτόξευση δορυφόρων που μεταφέρουν δέκτες πολύ υψηλής χωρικής διακριτικής ικανότητας (καλύτερης από 1m) θα παράγονται απεικονίσεις οι οποίες βρίσκουν εφαρμογές σε πεδία που κυριαρχούσε μέχρι τώρα η αεροφωτογραφία (π.χ. χαρτογράφηση σε μεγάλη κλίμακα). Επιπλέον οι σύγχρονες τάσεις επιβάλλουν την εκτόξευση σειράς δορυφόρων (constellation), οι οποίοι εξασφαλίζουν δεδομένα με χρονική διακριτική ικανότητα λίγων ωρών.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία χρησιμοποιήθηκε εικόνα του δορυφόρου Landsat-5 TM. Το σύστημα δορυφόρων Landsat λειτουργεί από το κέντρο EROS Data Center (<http://edc.usgs.gov>) Γεωλογικού Ινστιτούτου των ΗΠΑ. Κατασκευάστηκαν 7 δορυφόροι Landsat, αλλά Landsat 6 χάθηκε κατά την εκτόξευση. Οι Landsat 5 και 7 είναι ακόμα σε λειτουργία. Ο πρώτος δορυφόρος Landsat εκτοξεύθηκε τον Ιούλιο του 1972. Ο πολυφασματικός ανιχνευτής (MSS) που έφερε είχε διακριτική ικανότητα 80 μέτρων και είχε 4 φασματικά κανάλια (λάμβανε εικόνες σε τέσσερις ζώνες: μπλε, πράσινη, κόκκινη και κοντινή υπέρυθρη). Τον Ιούλιο του 1982, η εκτοξεύτηκε ο δορυφόρος Landsat 4, με αισθητήρα Thematic Mapper (TM) που πλέον είχε διακριτική ικανότητα 30 μέτρων και 7 φασματικά κανάλια (λαμβάνει εικόνες σε επτά ζώνες: μπλε, πράσινη, κόκκινη, κοντινή υπέρυθρη, δύο μεσο-υπέρυθρες και μια θερμική υπέρυθρη (Εικόνα 2.1.4)). Τα ίδια χαρακτηριστικά φέρει και ο Landsat 5. Ο πιο εξελιγμένος από τους δορυφόρους Landsat είναι ο Landsat 7 που εκτοξεύθηκε

στις 15 Απριλίου 1999, ο οποίος έχει νέο ενισχυμένο αισθητήρα. Αυτός ο αισθητήρας έχει τα ίδια 7 φασματικά κανάλια με τον Landsat 5, αλλά έχει μια προστιθέμενη παγχρωματική ζώνη, με διακριτική ικανότητα στη θερμική ζώνη με ανάλυση στα 60 μέτρα. Οι αισθητήρες TM και MSS καλύπτουν περιοχή 80 χλμ, περνώντας κάθε μέρα στις 09:45 τοπική ώρα και επιστρέφοντας κάθε 16 μέρες. Με τον Landsat 7, η υποστήριξη για εικόνες TM συνεχίζεται με την πρόσθεση μιας παγχρωματικής ζώνης 15 μέτρων. (Καπαγερίδη, 2010)



Εικόνα 2.1.4: Φασματικές ζώνες του συστήματος Landsat Thematic Mapper (Καπαγερίδη, 2010)

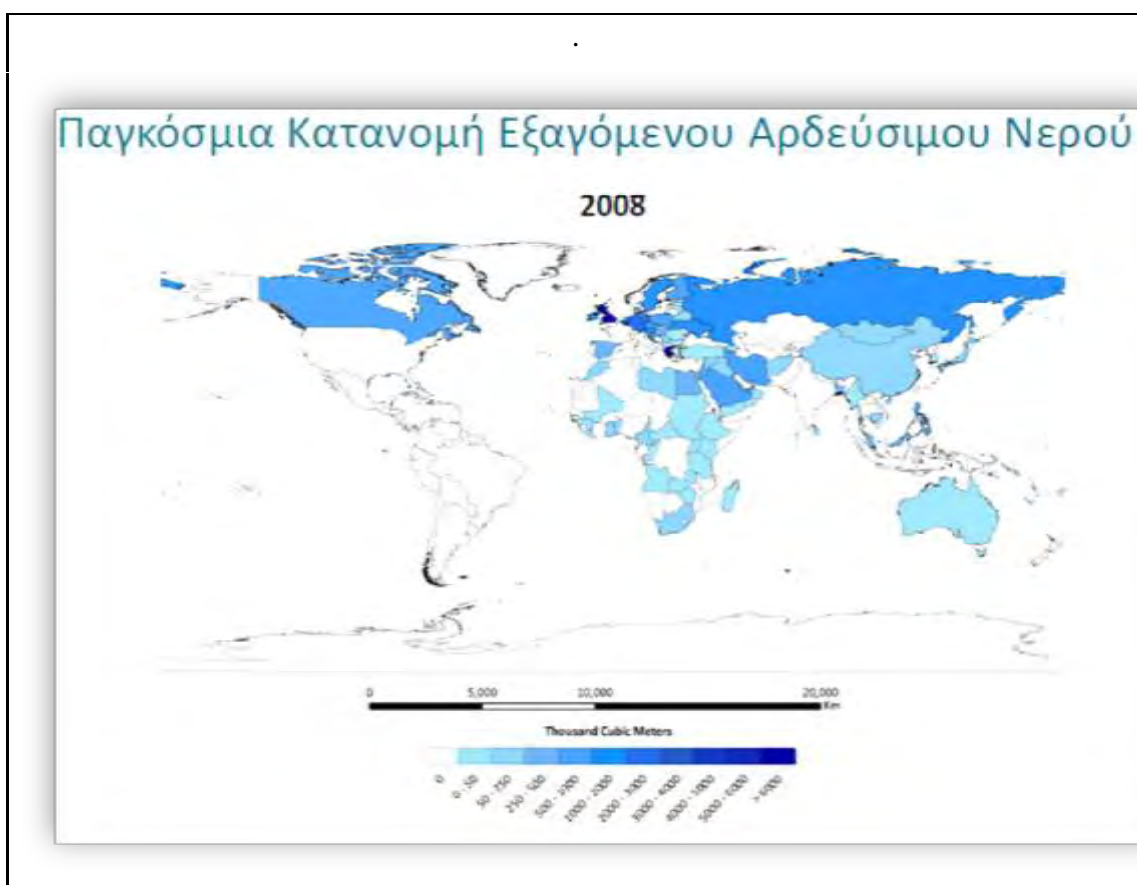
Ο όρος χρήση γης σχετίζεται με την ανθρώπινη δραστηριότητα ή την οικονομική λειτουργία (function) που συνδέεται με ένα ειδικό κομμάτι γης και ο όρος κάλυψη γης σχετίζεται με τον τύπο των χαρακτηριστικών που εμφανίζονται πάνω στην επιφάνεια της γης (Lillesand and Kiefer, 1994). Η καταγραφή των χρήσεων γης αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο στη διαχείριση και το σχεδιασμό κάθε είδους ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Ο προσδιορισμός των αλλαγών χρήσης γης είναι μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές της δορυφορικής τηλεπισκόπησης. Διάφοροι μέθοδοι έχουν προταθεί από ερευνητές σχετικά με την εκτίμηση των αλλαγών κάλυψης γης (π.χ. Wrbka et al., 1999; Hadjimitsis et al, 2002; Sunar, 1998; Singh, 1989; Chavez and Kwarteng, 1989; Kwarteng and Chavez, 1998; Chavez and MacKinnon, 1994; Mas, 1999; Xiuwan, 2002). Η ανάλυση διαχρονικών αλλαγών είναι κρίσιμη για την κατανόηση των διαδικασιών που λειτουργούν στο χώρο όπως

και για την αποτίμηση των πολιτικών που εφαρμόζονται. Στην Ελλάδα, όπως και σε πολλά άλλα κράτη, κάθε σχετική προσπάθεια προσκρούει στην έλλειψη συστηματικών δεδομένων. Αυτό σημαίνει συνήθως ότι η διαχρονική ανάλυση έπεται συνήθως της *ad hoc* δημιουργίας χαρτών χρήσεων ή καλύψεων γης. Το κόστος που αυτό συνεπάγεται είναι συνήθως απαγορευτικό. (www.hellasgi.gr/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=18&Itemid=2)

Κάθε αλλαγή στη χρήση γης μπορεί να οφείλεται σε αλλαγές στις καλλιέργειες που προκαλούνται από ανθρωπογενείς παράγοντες, από πυρκαγιές, ή από διακυμάνσεις στο κλίμα που με τη σειρά τους ασκούν επίδραση σε βιοχημικούς κύκλους, στο ανάγλυφο της περιοχής, στη διάβρωση, στην ερημοποίηση και κατ' επέκταση στην οικονομία της περιοχής. Παραδοσιακά για την καταγραφή όλων αυτών των στοιχείων απαιτούνται ενημερωμένα στατιστικά στοιχεία ανά Δήμο ή Δημοτικό Διαμέρισμα της περιοχής ενδιαφέροντος. Αυτό προϋποθέτει φυσικά την ύπαρξη της σχετικής βάσης δεδομένων και αυτό είναι πολλές φορές αρκετά δύσκολο αλλά και υπερβολικά χρονοβόρο. Για το λόγο αυτό μοντέρνες τεχνολογίες όπως η δορυφορική τηλεπισκόπηση και τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών έχουν πλέον κυριαρχήσει στον τομέα αυτό και παρέχουν με ικανοποιητική ακρίβεια δεδομένα χώρου, χρήσεων γης και διαχρονικών αλλαγών (Defries and Belward, 2000). Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια καταγραφής χρήσεων γης στην περιοχή της λεκάνης απορροής της λίμνης Κάρλας με τη χρήση τηλεπισκόπησης. Η περιοχή της λίμνης Κάρλας παρουσιάζει εξαιρετικό ενδιαφέρον στις μέρες μας δεδομένης της επανασύστασής της με όλες τις μεταβολές που αυτή επιφέρει και των μεγάλων καλλιεργούμενων εκτάσεων που περιλαμβάνει.

2.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ - CROPWAT

Σύμφωνα με τον FAO, το 2007 στην Αφρική το 84% (σε Ασία και Ειρηνικό το 79%) του νερού που καταναλώθηκε αφορούσε αγροτικές χρήσεις, ενώ στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική το αντίστοιχο ποσοστό ήταν μικρότερο του 40 % (UN – ESCAP 2007). Ενδεικτικά, στην εικόνα 2.2.1 φαίνεται ο όγκος νερού που εξήχθηκε για άρδευση παγκοσμίως το έτος 2008.



Εικόνα 2.3.1: Παγκόσμια κατανομή εξαγόμενου αρδεύσιμου νερού για το έτος 2008 ([http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/WDD.nsf/all/04CFB6E96611E906C22577EE002EA0EC/\\$file/8.pdf?openelement](http://www.moa.gov.cy/moa/wdd/WDD.nsf/all/04CFB6E96611E906C22577EE002EA0EC/$file/8.pdf?openelement))

Στην ανεπτυγμένη γεωργία, οι απώλειες της παραγωγής λόγω μη σωστής θρέψης ή φυτοπροστασίας έχουν μειωθεί σημαντικά, ενώ αυτές που έχουν σχέση με τη διαθεσιμότητα του νερού άρδευσης συνεχίζουν να είναι μεγαλύτερες από τις απώλειες που προκαλούνται από όλες τις άλλες αιτίες συνολικά (Passiura, 2002).

Οι χρήσεις νερού αφορούν πόσιμο νερό, την άρδευση, την κτηνοτροφία και τη βιομηχανία. Η σημαντικότερη ζήτηση αντιστοιχεί στις αρδεύσεις και κατά δεύτερο λόγο, στο πόσιμο νερό. Οι ζητήσεις της βιομηχανίας και της κτηνοτροφίας είναι πολύ μικρότερες.



Σχήμα 2.3.1: Κατανομή ζήτησης στο ΥΔ Θεσσαλίας (ΥΠΕΚΑ, 2011)

Τα βασικότερα προβλήματα στη λεκάνη απορροής της λίμνης Κάρλας, συνοψίζονται ως ακολούθως (Λουκάς, 2012):

- Μεγάλο ποσοστό της έκτασης καλλιεργείται εντατικά με φυτά υψηλών υδατικών απαιτήσεων
- Υπάρχει χρονική και χωρική ανισοκατανομή των επιφανειακών υδατικών πόρων και υδατικών απαιτήσεων
- Ανεπαρκής ανάπτυξη έργων αξιοποίησης επιφανειακών υδατικών πόρων
- Κάλυψη των υδατικών αναγκών από αντλήσεις υπόγειων υδατικών πόρων
- Υπερεκμετάλλευση των υπόγειων υδατικών πόρων
- Δραματική πτώση της στάθμης του υπόγειου υδροφορέα σε συγκεκριμένες περιοχές
- Υποβάθμιση της ποιότητας και ποσότητας των υδατικών πόρων (αλάτωση)
- Έλλειψη κοινής οργάνωσης και διαχείρισης υδατικών πόρων

Στόχος των τελευταίων ετών είναι η αύξηση της αποτελεσματικότητας του νερού άρδευσης μέσω σωστότερης διαχείρισης. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου απαιτείται προσδιορισμός των παραγόντων που επηρεάζουν την άρδευση και πραγματοποίηση μετρήσεων – υπολογισμών πάνω στους παράγοντες αυτούς. Επαρκής εφοδιασμός των καλλιεργειών με νερό οδηγεί σε αποτελεσματικότερη

χρήση του, βοηθά τα φυτά να αποφύγουν ή να ξεπεράσουν καταστάσεις καταπόνησης και αυξάνει την παραγωγή (Allen et al, 1998). Η άρδευση επηρεάζεται σημαντικά από τα χαρακτηριστικά του εδάφους (υδατοϊκανότητα, διηθητικότητα εδάφους σημείο μόνιμης μάρανσης, φαινόμενο ειδικό βάρος, βάθος αξιοποίησης και ποσοστό αξιοποίησης του εδάφους από το ριζικό σύστημα). Άλλος καθοριστικός παράγοντας για τις απαραίτητες ποσότητες αρδευτικού νερού αποτελεί η εξατμισοδιαπνοή (συνδυασμένη διαδικασία διαπνοής φυτών και εξάτμισης φύλλων και εδάφους). Η επιλεγόμενη μέθοδος άρδευσης είναι ο μοναδικός παράγοντας που έχει άμεσο οικονομικό συμφέρον. Τέλος, παράγοντες όπως το βάθος υπόγειας στάθμης του υδροφορέα, η αλατότητα του εδάφους και η ωφέλιμη βροχή λαμβάνονται υπόψη κατά τη μελέτη της απόδοσης των αρδευόμενων καλλιεργειών.

Η μεγάλη πλειοψηφία των προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται για την κατάρτιση προγραμμάτων άρδευσης βασίζεται στην εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής με βάση ισοζύγια ενέργειας και μάζας (Allen et al, 1998; Donatelli et al, 2006) και καταλήγει σε προτάσεις σχετικά με τη συχνότητα και τη διάρκεια των αρδευτικών γεγονότων. Όπως αναφέρεται σε εργασία που αφορά υδατοκατανάλωση των καλλιεργειών στο Νομό Λάρισας (Μ.Σ Σακελλαρίου και συνεργάτες, 2004), εκτεταμένες έρευνες για τη σύγκριση διαφόρων μεθόδων υπολογισμού της βασικής εξατμισοδιαπνοής με μετρήσεις από λυσίμετρα σε χλοοτάπητα σε τοποθεσίες με διαφορετικές κλιματικές συνθήκες έγιναν από τον FAO (Food and Agricultural Organization of United Nations), από την Επιτροπή για της Ανάγκες σε Νερό Άρδευσης της American Society of Civil Engineers (ASCE) και από Ευρωπαϊκά Ινστιτούτα Έρευνας. Προέκυψε τον συμπέρασμα η μέθοδος Penman – Monteith είναι σχετικά ακριβής κάτω από όλες τις κλιματικές συνθήκες (Pereira, L.S and M. Smith, 1989, Smith et al., 1991, Allen et al., 1994, Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ, 2000) . Επίσης, ο Ζ. Παπαζαφειρίου (Παπαζαφειρίου, 1999) έπειτα από έρευνα έδειξε ότι όλες οι μέθοδοι υπερκτιμούν τη βασική εξατμισοδιαπνοή και συγκεκριμένα η τροποποιημένη μέθοδος του Penman υπολογίζει τη βασική εξατμισοδιαπνοή μεγαλύτερη κατά 28,5 % από αυτή της μεθόδου των Penman – Monteith κατά FAO.

Η εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται από κλιματικές συνθήκες, όπως η ένταση ηλιακής ακτινοβολίας και η διάρκεια έκθεσης σ' αυτή, η θερμοκρασία, η υγρασία και ο άνεμος. Ακόμη εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους και την περιεκτικότητά του σε υγρασία, το είδος και το βαθμό ανάπτυξης της χλωρίδας, καθώς και το ποσοστό του εδάφους που καλύπτεται από αυτή. (Τσιρογιάννης, 2011). Στο διαδίκτυο υπάρχουν

μηχανές υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής με βάση μόνο τα μετεωρολογικά δεδομένα, όπως το CIMIS (<http://www.cimis.water.ca.gov/cimis/welcome.jsp>), ενώ κάτι παρόμοιο έχει αναπτυχθεί και στην Ελλάδα από το ΤΕΙ Άρτας (<http://www.agriculture.gr/arta/>). Για ακριβή υπολογισμό των υδατικών αναγκών των καλλιεργειών και σχετιζόμενων μεγεθών όπως η εξατμισοδιαπνοή των φυτών, υπάρχουν πλέον λογισμικά προγράμματα (CROPWAT (FAO, 2011), FAIDS, CERES and SWAP (Jhorar et al, 2009), CIMIS (DWR, 2011) and Weather TRAK (Aquacraft Inc., 2001)).

Το λογισμικό CROPWAT είναι το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα εργασία, για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών, με βάση εδαφικά, κλιματικά και φυτικά δεδομένα. Έχει αναπτυχθεί από το Land and Water Development Division του FAO και η τρέχουσα έκδοσή του είναι η 8.0 (http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html). Στηρίζεται στις διαδικασίες των οδηγιών «No. 33 - Yield response to water» (FAO, 1979) και του «No. 56 - Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements» (Allen et al, 1988), της σειράς Irrigation and Drainage του FAO. Η εξατμισοδιαπνοή αποτελεί το συνδυασμό δύο διαφορετικών διεργασιών όπου από τη μία χάνεται νερό λόγω εξάτμισης από την επιφάνεια του εδάφους και από την άλλη λόγω διαπνοής του φυτού (Allen et al., 1998).

3. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η λίμνη Κάρλα (Βοιβής ή Βοίβια κατά την αρχαιότητα) είναι λίμνη της νοτιοανατολικής Θεσσαλίας, η οποία και αποξηράνθηκε ολικά το 1962, με την κατασκευή σήραγγας, μήκους 10.2 km και πλάτους 2.4 m, που διοχέτευσε τα νερά της στον Παγασητικό Κόλπο. Αιτίες που συντέλεσαν στη λήψη της απόφασης της αποξήρανσης ήταν οι διακυμάνσεις της στάθμης της λίμνης, η ανάγκη δημιουργίας περισσότερων γεωργικών εκτάσεων, η παρουσία έντονων πλημμύρων στην περιοχή, η αύξηση συγκέντρωσης αλάτων στη γύρω περιοχή καθώς και η συνεχόμενη μείωση των αλιευμάτων. Η λίμνη Κάρλα κάλυπτε το νότιο μέρος της λεκάνης, που βρίσκεται στο νοτιοανατολικό τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας, ανάμεσα στους νομούς Λαρίσης και Μαγνησίας. Καταλάμβανε έκταση 40 – 180 km² δεχόμενη εισροές νερού της λεκάνης απορροής της και πλημμυρικής παροχής του ποταμού Πηνειού (μέσω του ρεύματος Ασμάκι).

Η αποξήρανση της λίμνης δεν απέφερε τα αναμενόμενα οφέλη, διότι παρατηρούνταν συχνές πλημμύρες των αγροτικών εκτάσεων που δημιουργήθηκαν από την αποξήρανση, ενώ τα περιβαλλοντικά προβλήματα που εμφανίστηκαν στην περιοχή είναι πολλά με κυριότερα τη μεταβολή της βιοποικιλότητας (σημαντική μείωση χλωρίδας και πανίδας) και του μικροκλίματος, την πτώση στάθμης του υπόγειου υδροφορέα και την υποβάθμιση των εδαφών λόγω αυξημένης συγκέντρωσης αλάτων (τα νερά σε κάποια σημεία έγιναν υφάλμυρα). Συνεπώς από το 1982 άρχισαν ενέργειες με σκοπό την ανασύσταση τμήματος της λίμνης (προμελέτη ταμιευτήρα Κάρλας και συναφών έργων) . Εν' έτη 2012 έχει κατασκευαστεί πλέον ταμιευτήρας έκτασης 38 km² και ολικής αναμενόμενης χωρητικότητας (προερχόμενης από την πλημμυρική απορροή του Πηνειού και την απορροή των γύρω ορεινών όγκων) 183.4 (81.13 hm³ για άρδευση), ο οποίος βρίσκεται δίπλα από το χωριό Κανάλια, στο σημείο της παλιάς λίμνης με το χαμηλότερο υψόμετρο

Η λεκάνη απορροής της Κάρλας βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της πεδιάδας της Λάρισας, υπάγεται διοικητικά στους νομούς Λαρίσης και Μαγνησίας και

οριοθετείται βόρεια από τον Πηνειό ποταμό και τις λοφοσειρές (πρόποδες) της οροσειράς Όσσας, νότια από το Μεγαβούνι και Χαλκοδόνιο όρος, ανατολικά από τους ορεινούς όγκους του Πηλίου και του Μαυροβουνίου και δυτικά από το όρος Φυλλήιον. Η έκταση της λεκάνης απορροής είναι 1660 km², ο υπόγειος υδροφορέας της 500 km², το συνολικό μήκος της είναι 35 km, ενώ το πλάτος της κυμαίνεται από 9 έως 15 km. (Χάρτης 3.1.1). Για τη μελέτη της συνολικής έκτασης της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν 5 υδρογεωλογικοί χάρτες της (Πίνακας 3.1.1) καθώς και ένας εδαφολογικός (Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε., 1998), οι οποίοι στο πλαίσιο της εκπόνησης της εργασίας ψηφιοποιήθηκαν, με τη χρήση του λογισμικού GIS / ArcGIS 9.3.



Χάρτης 3.1.1: Λεκάνη απορροής Κάρλας (Ν. ΜΥΛΟΠΟΥΛΟΣ και συνεργάτες, 2011)

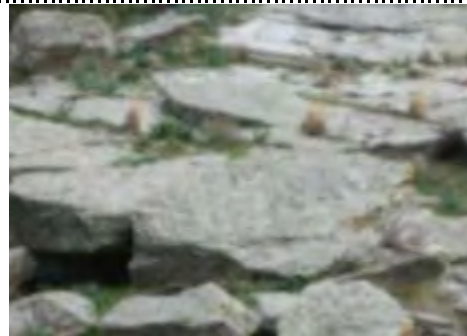
Πίνακας 3.1.1: Υδρογεωολογικοί χάρτες της λεκάνης απορροής της Κάρλας.

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ	ΚΛΙΜΑΚΑ
ΑΓΙΑ	1 : 50.000
ΛΑΡΙΣΑ	1 : 50.000
ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΣ	1 : 50.000
ΡΑΨΑΝΗ	1 : 50.000
ΒΕΛΕΣΤΙΝΟ	1 : 50.000
ΒΟΛΟΣ	1 : 50.000

Ενώ η φυσική λεκάνη της Κάρλας έχει συνολική έκταση 1663 km², μετά την κατασκευή της συλλεκτήριας τάφρου στα δυτικά της λεκάνης, η έκτασή της μειώθηκε σε 1093 km². Στο μέσο της λεκάνης βρίσκεται το βαθύτερο τμήμα της Θεσσαλικής πεδιάδας, τα χαμηλότερα τμήματα της οποίας μέχρι το 1961 κάλυπταν τα νερά της λίμνης, που αποτελούσε πριν από την εκτέλεση των έργων και τον κύριο αποδέκτη της. Στην Εικόνα 3.1.1 απεικονίζονται ενδεικτικά πετρώματα που συναντώνται στην περιοχή μελέτης.



Μαρμαρυγικοί γενεσισχιστόλιθοι



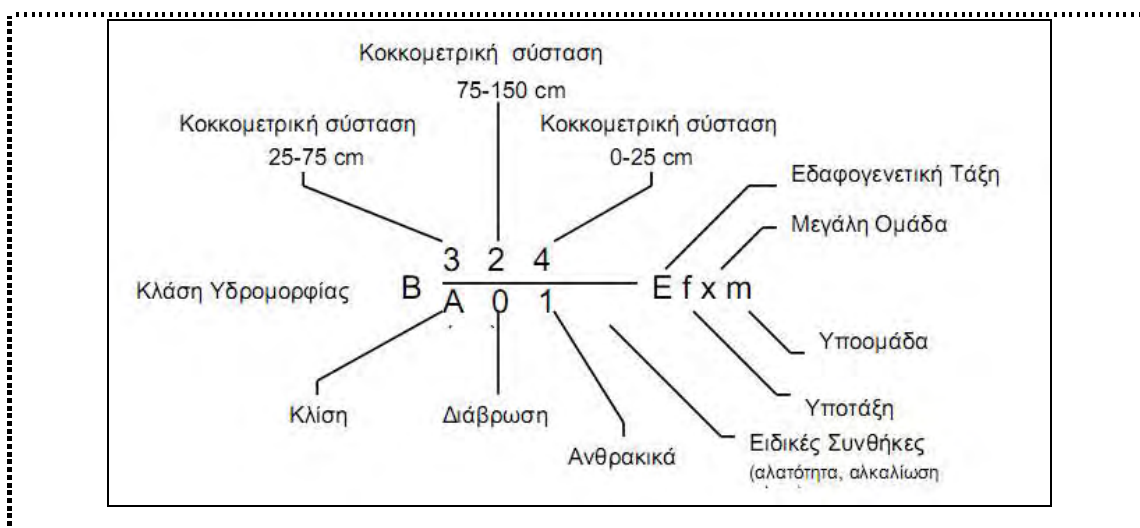
Γενεσισχιστόλιθοι



Επίστρωση με ασβεστολιθικής προέλευσης υλικό

Εικόνα 3.1.1: Πετρώματα της περιοχής μελέτης

Σύμφωνα με εδαφολογική μελέτη η οποία πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών Λάρισας (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε, 1998) τα εδάφη της περιοχής μελέτης ανήκουν σε πέντε εδαφικές Τάξεις. Με βάση εδαφικές ιδιότητες όπως: κοκκομετρική σύσταση, στράγγιση, περιεκτικότητα σε CaCO₃, κίνδυνος διάβρωσης, προσδιορίζεται η κλίση και η ύπαρξη ειδικών εδαφογενετικών οριζόντων ή ειδικών χαρακτηριστικών (π.χ. συγκρίματα σιδήρου, μαγγανίου, εξανθήσεις κ.λ.π.). Με βάση το χαρτογραφικό σύμβολο (βλ. εικόνα 3.1.1) το οποίο χρησιμοποιείται για τη σύνταξη του εδαφολογικού χάρτη της Ελλάδας (Yassoglou and Hernard, 1971), τα εδάφη της λεκάνης απορροής ανήκουν στις παρακάτω κλάσεις υδρομορφίας (βλ. Πίνακα 3.1.2).



Εικόνα 3.1.1: Χαρτογραφικό σύμβολο

Πίνακας 3.1.2 : Κλάσεις υδρομορφίας για την ταξινόμηση των εδαφών

Κλάση	Χαρακτηρισμός
A	Εδάφη πολύ καλά αποστραγγιζόμενα. Ξηρή εδαφοτομή σε όλο το βάθος, απουσία εξανθήσεων μαγγανίου-σιδήρου.
B	Εδάφη καλά αποστραγγιζόμενα. Κατά τη διάρκεια των υγρών μηνών η στάθμη του υπογείου ύδατος βρίσκεται σε βάθος 100-150 cm από την επιφάνεια σχηματίζοντας έτσι εξανθήσεις μαγγανίου και σιδήρου σ' αυτό το βάθος σε περιορισμένη έκταση και αριθμό.
C	Εδάφη μετριώς αποστραγγιζόμενα. Κατά την διάρκεια των υγρών μηνών η στάθμη του υπογείου ύδατος βρίσκεται σε βάθος 50 - 100 cm από την επιφάνεια, συχνές εξανθήσεις μαγγανίου και σιδήρου αρχίζουν και εμφανίζονται απ' αυτό το βάθος, Δεν απαιτείται στράγγιση εκτός για πολύ ευαίσθητα στην υγρασία φυτά.
D	Εδάφη ατελώς αποστραγγιζόμενα. Κατά την διάρκεια των υγρών μηνών η στάθμη του υπογείου ύδατος βρίσκεται 25-50 cm από την επιφάνεια, σχετικά πολλές κι ευδιάκριτες εξανθήσεις μαγγανίου και σιδήρου εμφανίζονται απ' αυτό το βάθος. Δεν απαιτείται στράγγιση για ανοιξιότικα και καλοκαιρινά φυτά, αλλά απαιτείται για ευαίσθητα διετή

φυτά.

Η πλειονότητα των καλλιεργουμένων εδαφών της λεκάνης απορροής έχουν κλίση μικρότερη από 2%, ενώ σε πολύ μικρό ποσοστό η κλίση κυμαίνεται 2-6%. Επίσης, μικρό ποσοστό των σχηματισθέντων εδαφών στις λοφώδεις περιοχές έχει κλίση 6-12%, και σε ορισμένα από αυτά εφόσον τα πάχος των εδαφικών οριζόντων δεν συνιστά περιοριστικό παράγοντα, καλλιεργούνται αμυγδαλιές ή ελιές. Στο σύστημα χαρτογράφησης των Ελληνικών εδαφών χρησιμοποιούνται οι παρακάτω κλάσεις κλίσεων (Πίνακας 3.1.3):

Πίνακας 3.1.3 Κλάσεις Κλίσεων Εδαφικών επιφανειών.

Σύμβολο/ Κλάση	Κλίση %	Φάση
A	0-2	Επίπεδη
B	2-6	ελαφρώς κεκλιμένη
C	6-12	μετρίως κεκλιμένη
D	12-18	ισχυρώς κεκλιμένη
E	18-25	πολύ ισχυρώς κεκλιμένη
F	25-35	ελαφρώς απότομη
G	35-50	μετρίως απότομη
H	>50	ισχυρώς απότομη

Με βάση την εδαφογενετική τους εξέλιξη και σύμφωνα με το διεθνές σύστημα Soil Taxonomy (1999) η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τις παρακάτω τάξεις εδαφών: ENTISOLS, INCEPTISOLS, ALFISOLS, VERTISOLS και MOLLISOLS.

Στα ENTISOLS διακρίνεται η υποτάξη των Fluvents και η υποτάξη των Orthents. Τα Fluvents είναι στρωσιγενή εδάφη αλλουβιακής προέλευσης, τα οποία συνήθως προέρχονται από πρόσφατες αλλουβιακές αποθέσεις, λιμναία υλικά ή βρίσκονται σε σημερινά πεδία πλημμυρών. Τα παραπάνω εδάφη είναι βαθιά, η κοκκομετρική τους σύσταση διαφέρει σημαντικά και υπάρχουν εδάφη με υφή αμμώδη, αμμοπηλώδη, πηλώδη και αργιλώδη. Σε περιοχές με ισχυρές κλίσεις όπου ο αυξημένος ρυθμός διάβρωσης είναι μεγαλύτερος από εκείνον του εδαφοσχηματισμού, υπάρχουν εδάφη που ανήκουν στην υποτάξη των Orthents. Είναι εδάφη μικρής παραγωγικότητας, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις λόγω διάβρωσης, το μητρικό υλικό εμφανίζεται στη επιφάνεια. Σε όλες τις χαρτογραφικές μονάδες υπάρχουν χαλίκια ή θραύσματα πετρωμάτων και συνήθως είναι χονδρόκοκκης υφής.

Τα INCEPTISOLS της περιοχής είναι μετρίως λεπτόκοκκα έως λεπτόκοκκα, συνήθως ασβεστούχα, χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα στράγγισης. Ο οργανικός εδαφικός άνθρακας βρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα και είναι κατάλληλα για αρκετές καλλιέργειες. Τα εδάφη της τάξης των ALFISOLS βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο εξέλιξης και παρουσιάζουν έναν ή περισσότερους διαγνωστικούς ορίζοντες και επίπεδα που απαιτούν μακρά χρονική περίοδο για να σχηματισθούν. Κύριο χαρακτηριστικό η ύπαρξη πολύ καλά ανεπτυγμένου αργλικού ορίζοντα. Καταλαμβάνουν μικρή έκταση και έχουν κλίση μεγαλύτερη από 2%. Είναι εδάφη ελαφρώς όξινα, οι επιφανειακοί ορίζοντες έχουν μερική απώλεια (λόγω έκπλυσης) ασβεστίου, καλίου και μαγνησίου. Οι αργλικοί ορίζοντες έχουν ισχυρή, γωνιώδη κυβική δομή και από πλευράς υδρομορφίας ανήκουν στα μετρίως έως καλώς αποστραγγιζόμενα.

Τα MOLLISOLS είναι εδάφη που αναπτύχθηκαν σε ασβεστούχα μητρικά υλικά που συνήθως προέρχονται από την αποσάθρωση των τριτογενών μαργωδών υποστρωμάτων. Ο επιφανειακός εδαφικός ορίζοντας έχει σκοτεινό χρώμα με σχετικά υψηλή περιεκτικότητα οργανικής ουσίας, βαθμό κορεσμού σε ανταλλάξιμες βάσεις και ισχυρή δομή. Η κοκκομετρική σύσταση είναι αργιλλοπηλώδης ή αργιλώδης, ενώ το pH είναι ελαφρά αλκαλικό ή αλκαλικό. Δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερα προβλήματα στράγγισης. Οι επιφανειακοί ορίζοντες έχουν ελαφρά, μέτρια ή λεπτόκοκκη υφή, ενώ οι υποεπιφανειακοί ορίζοντες είναι αργιλοπηλώδους ή αργιλώδους υφής.

Τα VERTISOLS, τα οποία χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε άργιλο (συνήθως διαστελλόμενη) και εμφανίζουν βαθειές επιφανειακές σχισμές κατά την ξηρή περίοδο. Έχουν χαμηλή υδραυλική αγωγιμότητα όταν είναι υγρά και υψηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Γενικά, είναι εδάφη γόνιμα, έχουν pH ουδέτερο ή ελαφρώς αλκαλικό και στην περιοχή της Κάρλας συνήθως καλλιεργούνται με βαμβάκι, καλαμπόκι ή ζαχαρότευτλα. Έχουν ισχυρή δομή και η στράγγισή τους διαφέρει σημαντικά μεταξύ των εδαφικών μονάδων και μπορεί να είναι καλή μέχρι ατελής. Οι σχισμές μένουν ανοιχτές για περισσότερες από 60 μέρες (όταν δεν αρδεύονται) κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Όλα τα VERTISOLS της περιοχής μελέτης έχουν αργιλώδη υφή, και απαιτούνται προσεκτικοί χειρισμοί στη διαχείρισή τους (κατάλληλες καλλιεργητικές πρακτικές).

Στην περιοχή της Κάρλας διακρίνονται κυρίως τρεις υδροφόροι σχηματισμοί: αργιλοαμμώδης λιμναίες αποθέσεις αδρομερείς προσχώσεις και τα μάρμαρα. Έτσι σχηματίζονται οι αντίστοιχοι τρεις βασικοί υδροφόροι ορίζοντες τις περιοχής.

Ξεκινώντας από την επιφάνεια και πηγαίνοντας προς μεγαλύτερα βάθη συναντάται με τη σειρά πρώτα ο υδροφόρος ορίζοντας αργιλοαμμωδών λιμναίων αποθέσεων, μετά των αδρομερών κροκαλολατυποπαγών και πιο βαθειά των μαρμάρων (καρστικός ορίζοντας). Η έκταση κάθε υδροφόρου ορίζοντα, το βάθος στο οποίο συναντάται καθώς και το πάχος του διαφοροποιούνται από περιοχή σε περιοχή, ενώ υπάρχουν περιοχές της λεκάνης από τις οποίες εκλείπει ο καρστικός ορίζοντας. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που συναντώνται στην περιοχή μελέτης είναι κατά κύριο λόγο (Παπακώστα, 2010):

- μεταμορφωμένα πετρώματα,
- ασβεστόλιθοι και μάρμαρα εκτεταμένης ανάπτυξης,
- πλουτώνια και ηφαιστειακά πετρώματα,
- κοκκώδεις μη προσχωματικές αποθέσεις,
- φλύσχης

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία, ο συντελεστής κατείδυσης για τους ανώτερω σχηματισμούς είναι της τάξης του 40% για τους ασβεστόλιθους και τα μάρμαρα εκτεταμένης ανάπτυξης, 7% για τον φλύσχη, 11% για τις κοκκώδεις μη προσχωματικές αποθέσεις, 20% για τις κοκκώδεις προσχωματικές αποθέσεις, 9 % για τα μεταμορφωμένα πετρώματα και 5 % για τα πλουτώνια και τα ηφαιστειακά πετρώματα.

Για τον καθορισμό των γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής της μελέτης αναπτύχθηκε ένα σύστημα γεωγραφικής πληροφορίας, στο οποίο ψηφιοποιήθηκαν οι ισοϋψείς καμπύλες με ισοδιάσταση 20 m και δημιουργήθηκε το ψηφιακό μοντέλο εδάφους της περιοχής. Από το ψηφιακό μοντέλο εδάφους και τις συλλεκτήριες τάφρους καθορίστηκαν τα όρια των υπολεκανών απορροής. Το Σχήμα 3.1.1 παρουσιάζει τις υπολεκάνες απορροής και τους μετεωρολογικούς σταθμούς.



Σχήμα 3.1.1: Υπολεκάνες απορροής της Κάρλας και θέσεις μετεωρολογικών σταθμών (Α. Λουκάς, Ν. Μυλόπουλος, Ι. Μυλόπουλος και Ε. Μουστάκα., 2005)

Δημογραφικά, ο πραγματικός πληθυσμός και η πληθυσμιακή εξέλιξη των Δήμων και των δημοτικών διαμερισμάτων που ανήκουν στη λεκάνης απορροής της Κάρλας, με τη δομή που είχαν οι Δήμοι κατά τα έτη 1991 και 2001 φαίνονται στον Πίνακα 3.1.2 (τα αποτελέσματα που αφορούν στον πραγματικό πληθυσμό της απογραφής του 2011 θα δοθούν από την ελληνική στατιστική υπηρεσία στο τέλος του 2012).

Πίνακας 3.1.2: Πραγματικός πληθυσμός της λεκάνης απορροής της Κάρλας (ΣΥΜΠΡΑΤΤΟΝΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ ENVECO ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΕΥΣΤ., ΤΑΚΑΒΑΚΟΓΛΟΥ Β., 2005)

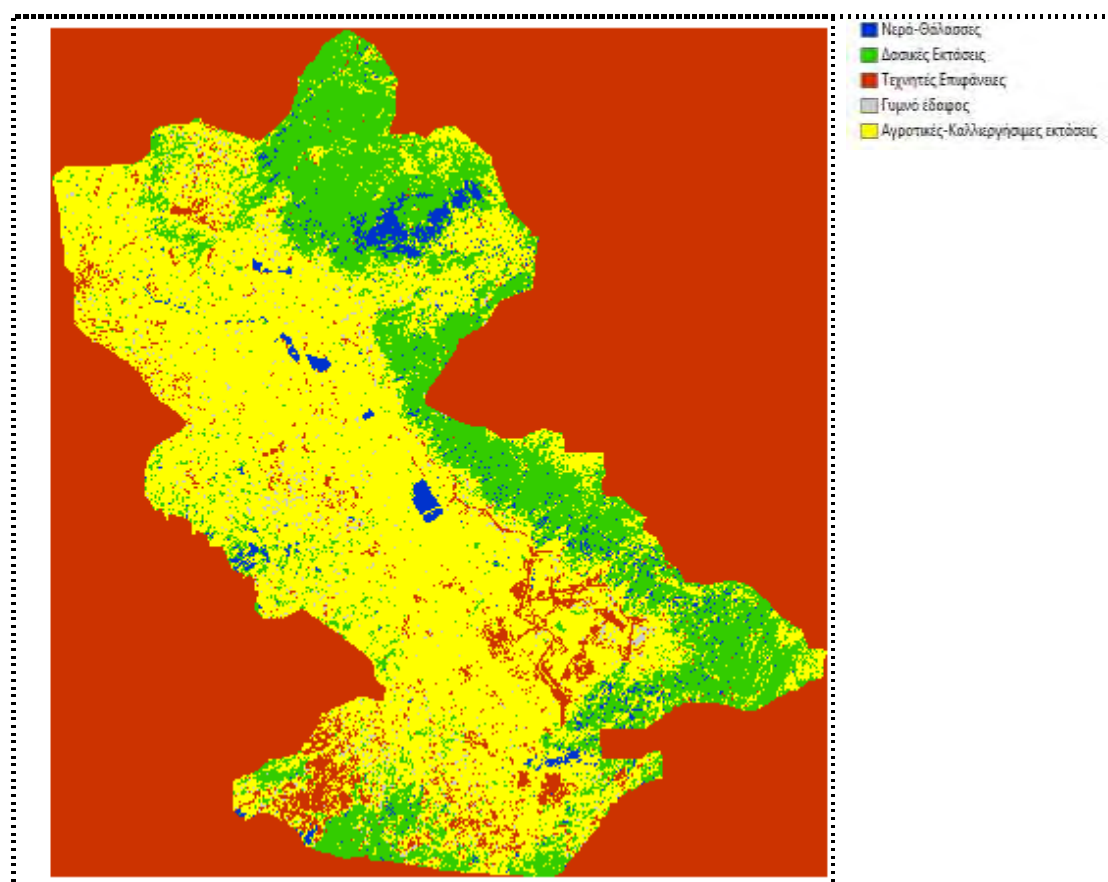
<i>Περιοχή</i>	<i>Πραγματικός πληθυσμός</i>	<i>Πραγματικός πληθυσμός</i>
ΝΟΜΟΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	198,393	206,995
ΔΗΜΟΣ ΚΑΡΛΑΣ	5,531	5,198
Δ.Δ. Στεφανοβικείου	1,835	1,963
Στεφανοβίκειον, το	1,835	1,963
Δ.Δ. Καναλίων	1,424	1,213
Κανάλια, τα	1,424	1,213
Δ.Δ. Κερασέας	437	368
Κερασέα, η	437	368
Δ.Δ. Ριζομούλου	1,835	1,654
Ριζόμυλος, ο	1,835	1,654
ΔΗΜΟΣ ΦΕΡΩΝ	6,855	6,116
Δ.Δ. Βελεστίνου	3,852	3,659
Βελεστίνον, το	3,448	3,270
Χλόη, η	404	389
Δ.Δ. Αγίου Γεωργίου	1,088	939
Άγιος Γεώργιος Φερών, ο	1,088	939
Δ.Δ. Μικρού	399	274
Μικρόν Περιβολάκιον, το	399	274
ΝΟΜΟΣ ΛΑΡΙΣΗΣ	270,612	279,305
ΔΗΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΣ	114,334	126,076
Δ.Δ. Λαρίσης	113,090	124,786
Αμφιθέα, η	42	63
Κουλούριον, το	271	329
ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ	7,411	6,458
Δ.Δ. Αγιάς	4,014	3,027
Αγιά, η	4,014	3,027
Δ.Δ. Αετολόφου	405	382
Αετόλοφος, ο	405	382
Δ.Δ. Ανάβρας	760	705
Ανάβρα, η	618	583
Πρινιάς, ο	142	122
Δ.Δ. Γερακαρίου	346	365
Γερακάριον, το	346	365
Δ.Δ. Ελάφου	301	258
Έλαφος, η	301	258
Δ.Δ. Μεγαλοβρύσου	328	438
Μεγαλόβρυσον, το	328	438

<i>Περιοχή</i>	<i>Πραγματικός πληθυσμός</i>	<i>Πραγματικός πληθυσμός</i>
Δ.Δ. Μεταξοχωρίου	616	559
Μεταξοχώριον, το	616	559
Δ.Δ. Νερομύλων	329	393
Νερόμυλοι, οι	329	393
ΔΗΜΟΣ ΑΜΠΕΛΩΝΟΣ	8,545	8,407
Δ.Δ. Βρυοτόπου	761	668
Μικρόλιθος, ο	36	60
ΔΗΜΟΣ ΑΡΜΕΝΙΟΥ	2,626	2,273
Δ.Δ. Αρμενίου	1,036	800
Αρμένιον, το	1,036	800
Δ.Δ. Μεγάλου	657	627
Μέγα Μοναστήριον, το	657	627
Δ.Δ. Νίκης	577	554
Νίκη, η	376	339
Αχίλλειον, το	201	215
Δ.Δ. Σωτηρίου	356	292
Σωτήριον, το	356	292
ΔΗΜΟΣ ΚΙΛΕΛΕΡ	3,096	2,834
Δ.Δ. Κιλελέρ (Κυψέλης)	894	698
Κιλελέρ, το (τ.Κυψέλη, η)	644	546
Κοκκίνας, αι	250	152
Δ.Δ. Αγναντερός	276	307
Αγροκήπιον, το	73	99
Δ.Δ. Καλαμακίου	672	623
Καλαμάκιον, το	672	623
Δ.Δ. Μελίσσης	650	590
Μέλισσα, η	462	435
Λοφίσκος, ο	188	155
ΔΗΜΟΣ ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	2,109	1,763
Δ.Δ. Δήμητρας	408	379
Δήμητρα, η	408	379
Δ.Δ. Αμυγδαλής	525	478
Κάτω Αμυγδαλή, η	507	452
Αμυγδαλή, η	18	26
Δ.Δ. Ανατολής	397	217
Ανατολή, η	397	217
Τσαίρι, το	0	0
Δ.Δ. Καστρίου	377	338
Καστρίον, το	300	282
Νεοχώριον, το	77	56
Δ.Δ. Μαρμαρίνης	402	351
Μαρμαρίνη, η	402	351
ΔΗΜΟΣ ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	3,004	2,976
Δ.Δ. Μακρυχωρίου	1,773	1,863
Γυρτώνη, η	107	76
ΔΗΜΟΣ ΝΕΣΣΩΝΟΣ	5,588	5,486
Δ.Δ. Συκουρίου	2,554	2,379
Συκούριον, το	2,554	2,379
Δ.Δ. Καλοχωρίου	987	1,038

<i>Περιοχή</i>	<i>Πραγματικός πληθυσμός</i>	<i>Πραγματικός πληθυσμός</i>
Καλοχώριον, το	670	708
Χειμάδιον, το	317	330
Δ.Δ. Νέσσωνας	168	153
Νέσσωνας, ο	168	153
Κόρακας, ο	0	0
Δ.Δ. Όσσης	651	586
Όσσα, η	651	586
Δ.Δ. Σπηλιάς	324	376
Σπηλιά, η	324	376
ΔΗΜΟΣ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	8,203	8,292
Δ.Δ. Πλατυκάμπου	1,669	1,826
Πλατύκαμπος, ο	1,669	1,826
Δ.Δ. Γαλήνης	856	874
Γαλήνη, η	856	874
Δ.Δ. Γλαύκης	912	844
Γλαύκη, η	854	800
Πρόδρομος, ο	58	44
Δ.Δ. Ελευθερίου	466	383
Ελευθέριον, το	466	383
Δ.Δ. Μελίας	821	841
Μελία, η	469	501
Αναγέννησις, η	164	154
Μόδεστος, ο	188	186
Δ.Δ. Μελισσοχωρίου	646	770
Μελισσοχώριον, το	646	770
Δ.Δ. Ναμάτων	160	142
Νάματα, τα	160	142
Δ.Δ. Ομορφοχωρίου	664	730
Ομορφοχώριον, το	664	730

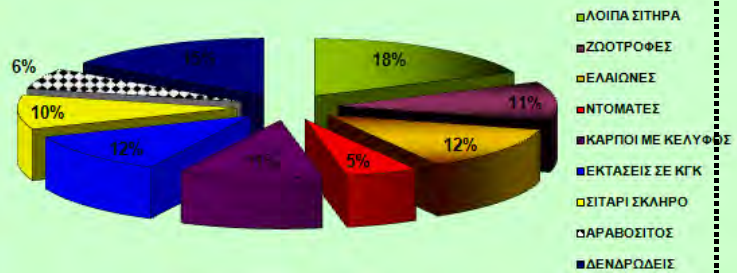
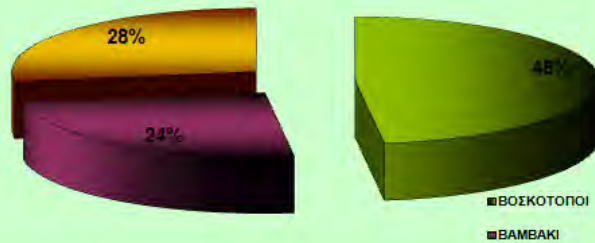
3.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ – ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Στην περιοχή μελέτης οι χρήσεις γης πριν την επανασύσταση της λίμνης Κάρλας, δηλαδή λίγο πριν τον πλημμυρισμό του ταμιευτήρα, οπτικοποιούνται στην Εικόνα 3.2.1. Οι πέντε κλάσεις της εικόνας προέρχονται από τη φιλοσοφία της μεθοδολογίας CLC2000 (CORINE LAND COVER 2000), με κριτήριο την πολυχρηστικότητα των χρήσεων γης. Επιπλέον, ενδεικτικές χρήσεις γης της περιοχής φαίνονται στην Εικόνα 3.2.1 (Dimokas, 2006) και στους Πίνακες 3.2.1 και 3.2.2 που αφορούν στις αρδευθείσες καλλιέργειες (στρέμματα) κατά δήμο στους νομούς Μαγνησίας και Λάρισας το έτος 2007 και στη συνολική ποσότητα αρδευτικού νερού (m^3) ανά καλλιέργεια (ΙΕΒ Θεσσαλονίκης, 2007).



Εικόνα 3.2.1: Χάρτης χρήσεων γης λεκάνης απορροής λίμνης Κάρλας (Μ. Σπηλιωτόπουλος και συνεργάτες, 2012)

ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ	37,08
ΒΑΜΒΑΚΙ	18,80
ΣΙΤΑΡΙ ΣΚΛΗΡΟ ΠΟΙΟΤΙΚΟ	21,22
	77,09
ΛΟΙΠΑ ΣΙΤΗΡΑ	3,80
ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ	2,31
ΕΛΑΙΩΝΕΣ	2,61
ΝΤΟΜΑΤΕΣ	1,12
ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ	2,19
ΕΚΤΑΣΕΙΣ ΣΕ ΚΓΚ	2,42
ΣΙΤΑΡΙ ΣΚΛΗΡΟ	2,03
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	1,24
ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ	3,22
	20,94



Εικόνα 3.2.2: Χρήσης γης στα χωριά της λεκάνης απορροής λίμνης Κάρλας (Dimokas, 2006)

Πίνακας 3.2.1: Αρδευθείσες καλλιέργειες (*1000 m²) και ποσότητα αρδευτικού νερού (m³) στους Δήμους του Νομού Λαρίσης το έτος 2007 (IEB Θεσσαλονίκης, 2007).

Νομός/Δήμος/Δημοτικό Διαμέρισμα	Αρδευθείσες το 2007					ΣΥΝΟΛΟ	Ανάγκες σε αρδευτικό νερό με απώλειες τυπικού	Συνολική ποσότητα αρδευτικού νερού στο Δήμο κ.μ.
	Αροτραίες	Κηπευτικές	Δενδροδέες	Αμπελοι	ΣΥΝΟΛΟ			
ΔΗΜΟΣ ΛΑΡΙΣΑΙΩΝ	40.501	976	1.620	121	43.218	416,4	17.994.026	
ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΑΣ	18.073	912	21.960	24	40.969	563,2	23.075.755	
ΔΗΜΟΣ ΑΜΠΕΛΩΝΟΣ	40.800	2.362	6.650	5.175	54.987	435,1	23.925.440	
ΔΗΜΟΣ ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ	880	149	7	0	1.036	198,6	205.703	
ΔΗΜΟΣ ΑΡΜΕΝΙΟΥ	71.058	630	735	35	72.458	387,4	28.073.046	
ΔΗΜΟΣ ΠΑΝΟΥΛΗΣ	30.185	712	3.313	340	34.550	534,2	18.458.058	
ΔΗΜΟΣ ΓΟΝΩΝΩΝ	6.000	255	17.620	0	23.875	426,0	10.170.719	
ΔΗΜΟΣ ΕΛΑΙΩΝΟΣ	9.626	587	1.832	1.248	13.293	260,2	3.458.374	
ΔΗΜΟΣ ΕΝΙΠΠΕΑΣ	84.119	3.263	284	73	87.739	429,3	37.662.293	
ΔΗΜΟΣ ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	12.780	312	6.550	6	19.648	716,5	14.078.592	
ΔΗΜΟΣ ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ	11.305	434	3.823	705	16.267	545,0	8.865.717	
ΔΗΜΟΣ ΚΙΛΕΛΕΡ	50.300	3.371	3.574	56	57.301	397,4	22.774.077	
ΔΗΜΟΣ ΚΟΙΛΑΔΑΣ	58.337	1.344	388	106	60.175	394,3	23.725.474	
ΔΗΜΟΣ ΚΡΑΝΙΩΝΩΣ	64.040	1.499	279	326	66.144	330,9	21.889.865	
ΔΗΜΟΣ ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	23.925	218	2.970	32	27.145	466,8	12.670.282	
ΔΗΜΟΣ ΛΙΒΑΔΙΟΥ	4.835	106	660	412	6.013	352,4	2.119.007	
ΔΗΜΟΣ ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	17.028	773	18.245	110	36.156	518,4	18.742.751	
ΔΗΜΟΣ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	278	787	13.069	0	14.134	691,6	9.775.563	
ΔΗΜΟΣ ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ	13.893	984	2.224	188	17.289	273,6	4.730.915	
ΔΗΜΟΣ ΝΕΤΣΩΝΟΣ	7.129	499	18.860	165	26.653	501,9	13.377.417	
ΔΗΜΟΣ ΝΙΚΑΙΑΣ	55.732	2.418	930	178	59.258	266,1	15.767.405	
ΔΗΜΟΣ ΟΛΥΜΠΟΥ	12.476	114	928	243	13.761	324,7	4.468.387	
ΔΗΜΟΣ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	142.159	4.183	400	302	147.044	410,4	60.351.520	
ΔΗΜΟΣ ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ	69.187	8.899	487	58	78.631	323,2	25.415.685	
ΔΗΜΟΣ ΠΟΤΑΜΙΑΣ	9.569	604	2.803	224	13.200	332,6	4.390.003	
ΔΗΜΟΣ ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ	5.163	441	4.005	261	9.870	254,7	2.513.465	
ΔΗΜΟΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	33.829	2.836	21.725	23.350	81.740	512,9	41.923.373	
ΔΗΜΟΣ ΦΑΡΣΑΛΩΝ	26.230	1.815	47	27	28.119	398,8	11.212.559	
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ	415	173	1.000	0	1.588	599,6	952.219	
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΙΗΣ	6.200	152	975	100	7.427	360,3	2.675.985	
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΑΡΥΑΣ	1.095	34	230	0	1.359	283,1	384.764	
ΣΥΝΟΛΟ ΝΟΜΟΥ ΛΑΡΙΣΑΣ	927.147	41.842	158.193	33.865	1.161.047	386,0	448.212.988	

Πίνακας 3.2.2: Αρδευθείσες καλλιέργειες (*1000 m²) και ποσότητα αρδευτικού νερού (m³) στους Δήμους του Νομού Μαγνησίας το έτος 2007 (ΙΕΒ Θεσσαλονίκης, 2007).

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΓΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΝΕΡΟ, ΚΑΤΑ ΔΗΜΟ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ							
Δήμοι	Αρδευθείσες το 2007					ΣΥΝΟΛΟ	Συνολική ποσότητα αρδευτικού νερού στο Δήμο κ.μ.
	Αροτραίες	Κηπευτικές	Δενδροώδεις	Αμπελοι			
ΔΗΜΟΣ ΒΟΛΟΥ	2.490	1.388	350	0	4.228	262,9	1.111.452
ΔΗΜΟΣ ΑΓΡΙΑΣ	5	79	9.055	4	9.143	578,4	5.288.709
ΔΗΜΟΣ ΑΙΩΝΙΑΣ	1.225	2.271	3.710	65	7.271	468,3	3.550.379
ΔΗΜΟΣ ΑΛΜΥΡΟΥ	46.260	2.434	3.706	168	52.568	310,0	16.298.201
ΔΗΜΟΣ ΑΛΟΝΝΗΣΟΥ	0	10		0	10	669,8	6.698
ΔΗΜΟΣ ΑΡΓΑΛΑΣΤΗΣ	60	38	169	45	312	511,4	159.552
ΔΗΜΟΣ ΑΡΤΕΜΙΔΑΣ	10	832	14.123		14.965	601,3	8.998.520
ΔΗΜΟΣ ΑΦΕΤΩΝ	0	128	508	0	636	559,6	355.919
ΔΗΜΟΣ ΖΑΓΟΡΑΣ	255	60	16.820		17.135	713,7	12.229.870
ΔΗΜΟΣ ΙΩΛΚΟΥ	8	228	168		404	652,4	263.568
ΔΗΜΟΣ ΚΑΡΛΑΣ	40.666	1.254	3.364	54	45.338	520,5	23.597.914
ΔΗΜΟΣ ΜΗΛΕΩΝ	0	237	10.607		10.844	548,2	5.944.857
ΔΗΜΟΣ ΜΟΥΡΕΣΙΟΥ	150	172	4.860		5.182	686,1	3.555.364
ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΑΓΧΙΑΛΟΥ	2.605	2.974	22.036	2.912	30.527	496,5	15.216.879
ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ	15	220	99	3	337	498,1	167.865
ΔΗΜΟΣ ΠΟΡΤΑΡΙΑΣ	70	132	1.594	28	1.824	599,9	1.094.285
ΔΗΜΟΣ ΠΤΕΛΕΟΥ	50	37	180	0	267	490,1	130.851
ΔΗΜΟΣ ΣΗΠΙΑΔΟΣ	0	55	60	0	115	527,4	60.655
ΔΗΜΟΣ ΣΚΙΑΘΟΥ	0	99	0		99	814,6	80.641
ΔΗΜΟΣ ΣΚΟΠΕΛΟΥ	0	96	0		96	749,4	71.938
ΔΗΜΟΣ ΣΟΥΡΠΗΣ	10.886	332	3.898	10	15.126	420,0	6.352.629
ΔΗΜΟΣ ΦΕΡΩΝ	43.437	1.745	2.317	57	47.556	326,8	15.542.997
ΚΟΙΝΟΤΤΑ ΑΝΑΒΡΑΣ	0	10	0	0	10	841,9	8.419
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΚΕΡΑΜΙΔΙΟΥ	93	29	20		142	403,1	57.243
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΜΑΚΡΙΝΙΤΣΗΣ	130	101	3.670		3.901	527,1	2.056.265
ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΤΡΙΚΕΡΙΟΥ	0	22	21		43	527,6	22.686
ΣΥΝΟΛΟ ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	148.415	14.963	101.335	3.346	268.079	432,4	115.927.060

Από την Εικόνα 3.2.3 που ακολουθεί είναι εμφανές πως η περιοχή της λεκάνης απορροής της Κάρλας χρίζει ιδιαίτερης προσοχής και μελέτης ως προς την εξέταση της έκτασης κάθε καλλιέργειας, τις αρδευτικές ανάγκες της, την ορθολογική διαχείριση του νερού άρδευσης και κάθε άλλου παράγοντα σχετικού παράγοντα, δεδομένης της έντονης αγροτικής δραστηριότητας.



Εικόνα 3.2.3: Μέση έκταση (*1000 m²) εκμεταλλεύσεων ανά περιφέρεια (Παπακόστα, 2010)

Στην Εικόνα 3.2.1 ακολουθούν φωτογραφίες από ενδεικτικές χρήσεις γης στην περιοχή μελέτης μας, οι οποίες λήφθηκαν κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας στα αρχικό στάδιο των εργασιών υπαίθρου (λήψη συντεταγμένων με G.P.S. χειρός).



Καλλιέργεια μηδικής



Καλλιέργεια ελιάς



Καλλιέργεια καλαμποκιού



Αμυγδαλιές



Σιτάρι μετά από καλλιέργεια βαμβακιού



Πεύκα

Εικόνα 3.2.1 : Δείγματα κατηγοριών χρήσεις γης της περιοχής μελέτης

3.3 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ - ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Το κλίμα της περιοχής είναι μεσογειακό με ψυχρούς και υγρούς χειμώνες και θερμά και ξηρά καλοκαίρια (από Οκτώβριο μέχρι Απρίλιο υγρό κλίμα με βροχές και ομίχλες, καλοκαίρια με υψηλές θερμοκρασίες). Η μέση θερμοκρασία είναι 15 – 16 °C, η μέση ελάχιστη θερμοκρασία είναι 8 – 9 °C (η χαμηλότερη θερμοκρασία που έχει παρατηρηθεί στην περιοχή είναι – 21.6 °C), ενώ η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι 21 – 22 °C (η υψηλότερη μέγιστη θερμοκρασία που έχει παρατηρηθεί είναι 45,2 °C). Στα ορεινά της περιοχής παρατηρούνται και συχνές χιονοπτώσεις, ιδιαίτερα κατά τους μήνες Ιανουάριο και Φεβρουάριο.

Στους ακόλουθους πίνακες (Πίνακας 3.3.1 και Πίνακας 3.3.2) παρατίθενται οι θέσεις των μετεωρολογικών και υδρομετρικών σταθμών μέσα στην περιοχή μελέτης, τα χαρακτηριστικά στοιχεία τους και οι θερμοκρασίες.

Ακολουθούν οι Πίνακες 3.3.3. και 3.3.4 οι οποίοι αποτελούνται από τις τιμές των μηνιαίων επιφανειακών βροχοπτώσεων καθώς και των μηνιαίων θερμοκρασιών από τον μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας (ο σταθμός που αποτέλεσε και την ανεξάρτητη μεταβλητή στο λογισμικό HYDROGNOMON 4, βάση του οποίου έγινε στατιστική εκτίμηση των τιμών μέχρι και το μετεωρολογικό έτος 2008 -09).

Πίνακας 3.3.1 : Σταθμοί μέτρησης υετόπτωσης στην περιοχή μελέτης.

Όνομα Σταθμού	Υψόμετρο (m)	Όνομα Σταθμού	Υψόμετρο (m)
ΑΓΙΑ	180	ΜΥΡΑ	320
ΑΓΧΙΑΛΟΣ	15	ΠΟΛΥΔΕΝΔΡΙ	100
ΒΟΛΟΣ	3	ΣΠΗΛΙΑ	813
ΖΑΠΠΕΙΟ	170	ΣΤΕΦΑΝΟΔΙΚΕΙΟ	80
ΛΑΡΙΣΑ	73	ΣΩΤΗΡΙΟ	51
ΜΑΚΡΥΝΙΤΣΑ	690	ΧΑΛΚΙΑΔΕΣ	250

Πίνακας 3.3.2 : Σταθμοί μέτρησης της θερμοκρασίας στην περιοχή μελέτης.

Όνομα Σταθμού	Υψόμετρο(m)	Μέση Ετήσια Θερμοκρασία(°C)
ΒΟΛΟΣ	3	17,2
ΛΑΡΙΣΑ	73	15,7
ΜΥΡΑ	320	16,1
ΣΩΤΗΡΙΟ	51	15,1

Πίνακας 3.3.3 : Μηνιαίες τιμές βροχοπτώσεων του σταθμού Λάρισας έως το υδρολογικό έτος 2008 - 09

DATE	PRECIP. (mm)	DATE	PRECIP. (mm)	DATE	PRECIP. (mm)	DATE	PRECIP. (mm)	DATE	PRECIP. (mm)
1955/10	265.1	1959/05	37.3	1962/12	102.5	1966/07	3	1970/02	51.5
1955/11	83.9	1959/06	38	1963/01	45.6	1966/08	15	1970/03	20.8
1955/12	25.4	1959/07	15.8	1963/02	56.8	1966/09	12.8	1970/04	2.4
1956/01	95.2	1959/08	5.9	1963/03	36.6	1966/10	67.1	1970/05	31.6
1956/02	43.9	1959/09	66.9	1963/04	22.9	1966/11	77	1970/06	24.6
1956/03	80.7	1959/10	47.3	1963/05	44.2	1966/12	71	1970/07	7
1956/04	17	1959/11	22.6	1963/06	25.4	1967/01	18.5	1970/08	0.2
1956/05	59.7	1959/12	46.3	1963/07	11.7	1967/02	11.5	1970/09	5.9
1956/06	60	1960/01	30.6	1963/08	17.7	1967/03	12	1970/10	4.2
1956/07	10.1	1960/02	35.3	1963/09	4.5	1967/04	43.7	1970/11	2.2
1956/08	0.5	1960/03	55.8	1963/10	94.1	1967/05	66.4	1970/12	35.9
1956/09	1.5	1960/04	29.5	1963/11	49.6	1967/06	3	1971/01	13.3
1956/10	43	1960/05	87.9	1963/12	70.9	1967/07	38.5	1971/02	64.1
1956/11	96.6	1960/06	29.7	1964/01	25.9	1967/08	19.5	1971/03	53
1956/12	12.1	1960/07	0.3	1964/02	18.8	1967/09	101	1971/04	15.3
1957/01	14.5	1960/08	12.5	1964/03	67.8	1967/10	34	1971/05	43.7
1957/02	37.1	1960/09	74.9	1964/04	9.9	1967/11	39.1	1971/06	24.3
1957/03	18.8	1960/10	13.9	1964/05	58.3	1967/12	20.1	1971/07	51.9
1957/04	20.7	1960/11	14.1	1964/06	62	1968/01	28.8	1971/08	13.9
1957/05	56.3	1960/12	156	1964/07	16.1	1968/02	24.1	1971/09	30.9
1957/06	75.2	1961/01	41.6	1964/08	0	1968/03	14.8	1971/10	49.3
1957/07	0	1961/02	12.2	1964/09	26	1968/04	14.7	1971/11	10.6
1957/08	12.8	1961/03	62.9	1964/10	23	1968/05	89.6	1971/12	41.6
1957/09	41	1961/04	16.3	1964/11	48.8	1968/06	10	1972/01	13.6
1957/10	130	1961/05	36.2	1964/12	40.3	1968/07	1	1972/02	78.2
1957/11	50.8	1961/06	19.8	1965/01	36.9	1968/08	5.5	1972/03	42.2
1957/12	24.9	1961/07	16	1965/02	41	1968/09	17	1972/04	75.8
1958/01	0	1961/08	6.9	1965/03	29.3	1968/10	36	1972/05	46.8
1958/02	0	1961/09	2.2	1965/04	26.5	1968/11	43.6	1972/06	20.5
1958/03	0	1961/10	37.9	1965/05	17.2	1968/12	71.8	1972/07	131.8
1958/04	0	1961/11	46.8	1965/06	88.7	1969/01	40.6	1972/08	21.2
1958/05	16.8	1961/12	55.5	1965/07	0	1969/02	39.8	1972/09	12.8
1958/06	5.3	1962/01	21.3	1965/08	0	1969/03	60.3	1972/10	92.8
1958/07	19.1	1962/02	43	1965/09	0	1969/04	2	1972/11	3.8
1958/08	1	1962/03	28.3	1965/10	0.5	1969/05	0.6	1972/12	5
1958/09	33.9	1962/04	12.3	1965/11	37.1	1969/06	4	1973/01	79.3
1958/10	24.4	1962/05	27	1965/12	22.8	1969/07	0	1973/02	36.4
1958/11	61	1962/06	1.2	1966/01	37.5	1969/08	0	1973/03	54.8
1958/12	15.3	1962/07	13.6	1966/02	8.5	1969/09	35.1	1973/04	12.1
1959/01	45.8	1962/08	0	1966/03	12.9	1969/10	0	1973/05	4.2
1959/02	2.2	1962/09	150.7	1966/04	15.7	1969/11	26.6	1973/06	2.6
1959/03	49.7	1962/10	92.4	1966/05	5.1	1969/12	103.7	1973/07	22.4
1959/04	42.4	1962/11	98.4	1966/06	45.3	1970/01	27	1973/08	7.8
1973/09	53.7	1977/04	17.2	1980/11	40.5	1984/06	17.8	1988/01	32.1
1973/10	74.4	1977/05	23.4	1980/12	42.2	1984/07	2.2	1988/02	26.4

1973/11	42.2	1977/06	15.6	1981/01	75.7	1984/08	53.8	1988/03	25.9
1973/12	53.6	1977/07	9.6	1981/02	30.3	1984/09	6	1988/04	30.4
1974/01	0	1977/08	3.4	1981/03	8.7	1984/10	26.9	1988/05	7
1974/02	0	1977/09	28.4	1981/04	26.8	1984/11	54.7	1988/06	8.7
1974/03	0	1977/10	9.2	1981/05	30.7	1984/12	30.7	1988/07	0.9
1974/04	0	1977/11	27.8	1981/06	9.4	1985/01	30.2	1988/08	1.6
1974/05	23.5	1977/12	29.2	1981/07	8.6	1985/02	10.4	1988/09	9.8
1974/06	50.1	1978/01	66	1981/08	18.9	1985/03	54.3	1988/10	38.1
1974/07	2	1978/02	28.7	1981/09	10.4	1985/04	13.6	1988/11	118.7
1974/08	0.8	1978/03	48.2	1981/10	75	1985/05	11.4	1988/12	96.9
1974/09	13	1978/04	47.9	1981/11	57.7	1985/06	9.6	1989/01	1.8
1974/10	46.6	1978/05	31.8	1981/12	39.6	1985/07	2.8	1989/02	5.4
1974/11	51.7	1978/06	8.2	1982/01	9	1985/08	0	1989/03	34.9
1974/12	51.7	1978/07	0	1982/02	121.9	1985/09	4.6	1989/04	11
1975/01	5.4	1978/08	1.1	1982/03	49.4	1985/10	45.4	1989/05	43.6
1975/02	35.5	1978/09	240	1982/04	109.4	1985/11	154	1989/06	20.8
1975/03	23.2	1978/10	60.3	1982/05	137.5	1985/12	16.3	1989/07	31.5
1975/04	22.1	1978/11	26.1	1982/06	17.7	1986/01	16	1989/08	29.9
1975/05	26.7	1978/12	60.9	1982/07	13.6	1986/02	68.8	1989/09	2.3
1975/06	106	1979/01	47.5	1982/08	40.9	1986/03	29.4	1989/10	22.4
1975/07	0.3	1979/02	45.7	1982/09	7.3	1986/04	7.2	1989/11	43.1
1975/08	55.1	1979/03	16.6	1982/10	74.8	1986/05	20.8	1989/12	77.2
1975/09	37.6	1979/04	32.7	1982/11	94.6	1986/06	42.3	1990/01	0.7
1975/10	27.6	1979/05	55.8	1982/12	28.2	1986/07	5.1	1990/02	6.3
1975/11	53.6	1979/06	2.8	1983/01	5.9	1986/08	10.2	1990/03	10.2
1975/12	48.2	1979/07	2.3	1983/02	29.7	1986/09	8	1990/04	16.8
1976/01	22.1	1979/08	7.4	1983/03	18.4	1986/10	116.8	1990/05	52.7
1976/02	58.3	1979/09	19.9	1983/04	3.3	1986/11	62.8	1990/06	5.8
1976/03	30.8	1979/10	74.6	1983/05	22.1	1986/12	8.2	1990/07	50.3
1976/04	57.9	1979/11	154	1983/06	51.5	1987/01	30.4	1990/08	64.1
1976/05	84.7	1979/12	52.2	1983/07	77.1	1987/02	40.1	1990/09	6.5
1976/06	7.3	1980/01	52.6	1983/08	11.4	1987/03	157.2	1990/10	30.8
1976/07	38.3	1980/02	11.5	1983/09	3.2	1987/04	33.9	1990/11	71.1
1976/08	46.3	1980/03	46.9	1983/10	26.5	1987/05	34	1990/12	73.7
1976/09	15.8	1980/04	40	1983/11	39.8	1987/06	1.3	1991/01	30.8
1976/10	42.4	1980/05	33.6	1983/12	151.9	1987/07	2.5	1991/02	17.3
1976/11	54.7	1980/06	17.2	1984/01	29.4	1987/08	9.9	1991/03	52.8
1976/12	11.7	1980/07	2.6	1984/02	24.1	1987/09	30.5	1991/04	89.1
1977/01	11.5	1980/08	6.5	1984/03	42.6	1987/10	37.7	1991/05	60
1977/02	47.6	1980/09	15.6	1984/04	74.9	1987/11	75.9	1991/06	27
1977/03	24.6	1980/10	107.2	1984/05	13.1	1987/12	41.5	1991/07	40.1
1991/08	56.7	1995/03	32.7	1998/10	17.6	2002/05	6	2005/12	62
1991/09	40.5	1995/04	18.1	1998/11	159.6	2002/06	0	2006/01	120
1991/10	25	1995/05	32.3	1998/12	48.3	2002/07	35	2006/02	34
1991/11	47.3	1995/06	34.4	1999/01	49.1	2002/08	38	2006/03	41
1991/12	2.9	1995/07	31	1999/02	52.1	2002/09	120	2006/04	33

1992/01	7.2	1995/08	12.3	1999/03	82.5	2002/10	88	2006/05	1
1992/02	7.8	1995/09	24	1999/04	28.3	2002/11	34	2006/06	9
1992/03	10.4	1995/10	7.8	1999/05	5.4	2002/12	136	2006/07	26
1992/04	88.3	1995/11	29.6	1999/06	5	2003/01	80	2006/08	10
1992/05	55.2	1995/12	109	1999/07	0.8	2003/02	17	2006/09	155
1992/06	73.8	1996/01	50.2	1999/08	12.6	2003/03	21	2006/10	112
1992/07	13.8	1996/02	56	1999/09	17.4	2003/04	26	2006/11	10
1992/08	0	1996/03	61.9	1999/10	57.4	2003/05	45	2006/12	12
1992/09	0	1996/04	22.3	1999/11	63.5	2003/06	33	2007/01	14
1992/10	39.3	1996/05	9	1999/12	61.7	2003/07	29	2007/02	28
1992/11	62.1	1996/06	0.3	2000/01	14.1	2003/08	4	2007/03	26
1992/12	26.7	1996/07	14.9	2000/02	38	2003/09	21	2007/04	18
1993/01	14.6	1996/08	30.3	2000/03	24.7	2003/10	75	2007/05	36
1993/02	29.2	1996/09	63.7	2000/04	15.1	2003/11	7	2007/06	40
1993/03	25.3	1996/10	70	2000/05	23.6	2003/12	50	2007/07	0
1993/04	12.4	1996/11	34.9	2000/06	16	2004/01	87	2007/08	25
1993/05	76	1996/12	46	2000/07	2.4	2004/02	7	2007/09	31
1993/06	4.3	1997/01	31.4	2000/08	1.7	2004/03	40	2007/10	92
1993/07	1	1997/02	14.5	2000/09	9.6	2004/04	33	2007/11	97
1993/08	3.2	1997/03	24.1	2000/10	40.8	2004/05	56	2007/12	18.5
1993/09	6.9	1997/04	67.5	2000/11	25.6	2004/06	92	2008/01	3.3
1993/10	9.1	1997/05	0.2	2000/12	20.6	2004/07	6	2008/02	18.8
1993/11	167.8	1997/06	30.7	2001/01	31.5	2004/08	0	2008/03	12.7
1993/12	5.5	1997/07	1.4	2001/02	18.7	2004/09	18	2008/04	41.3
1994/01	71.4	1997/08	30.6	2001/03	12.2	2004/10	52	2008/05	3.7
1994/02	32.3	1997/09	1.4	2001/04	45.1	2004/11	25	2008/06	12.2
1994/03	21.5	1997/10	61.5	2001/05	66.4	2004/12	37	2008/07	18.4
1994/04	61.9	1997/11	22.8	2001/06	11.4	2005/01	19	2008/08	7
1994/05	26.7	1997/12	63	2001/07	72.4	2005/02	51	2008/09	64.3
1994/06	1.3	1998/01	21.6	2001/08	7.6	2005/03	52	2008/10	19
1994/07	24.2	1998/02	52.6	2001/09	0.9	2005/04	5	2008/11	23.3
1994/08	8.2	1998/03	32.6	2001/10	2.3	2005/05	29	2008/12	62.6
1994/09	0	1998/04	4.5	2001/11	18.2	2005/06	0	2009/01	104.1
1994/10	85.9	1998/05	136.2	2001/12	54.7	2005/07	15	2009/02	14.5
1994/11	49.9	1998/06	2.3	2002/01	13	2005/08	16	2009/03	61.8
1994/12	61.5	1998/07	0.3	2002/02	15	2005/09	48	2009/04	14.6
1995/01	57.7	1998/08	0.7	2002/03	45	2005/10	5	2009/05	38.6
1995/02	5	1998/09	37.1	2002/04	58	2005/11	56	2009/06	9.1
								2009/07	29
								2009/08	1.5
								2009/09	31.2

**Πίνακας 3.3.4 : Μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας του σταθμού Λάρισας έως το υδρολογικό έτος 2008
- 09**

DATE	T(C °)	DATE	T(C °)	DATE	T(C °)	DATE	T(C °)	DATE	T(C °)
1955/10	265.1	1959/05	37.3	1962/12	102.5	1966/07	3	1970/02	51.5
1955/11	83.9	1959/06	38	1963/01	45.6	1966/08	15	1970/03	20.8
1955/12	25.4	1959/07	15.8	1963/02	56.8	1966/09	12.8	1970/04	2.4
1956/01	95.2	1959/08	5.9	1963/03	36.6	1966/10	67.1	1970/05	31.6
1956/02	43.9	1959/09	66.9	1963/04	22.9	1966/11	77	1970/06	24.6
1956/03	80.7	1959/10	47.3	1963/05	44.2	1966/12	71	1970/07	7
1956/04	17	1959/11	22.6	1963/06	25.4	1967/01	18.5	1970/08	0.2
1956/05	59.7	1959/12	46.3	1963/07	11.7	1967/02	11.5	1970/09	5.9
1956/06	60	1960/01	30.6	1963/08	17.7	1967/03	12	1970/10	4.2
1956/07	10.1	1960/02	35.3	1963/09	4.5	1967/04	43.7	1970/11	2.2
1956/08	0.5	1960/03	55.8	1963/10	94.1	1967/05	66.4	1970/12	35.9
1956/09	1.5	1960/04	29.5	1963/11	49.6	1967/06	3	1971/01	13.3
1956/10	43	1960/05	87.9	1963/12	70.9	1967/07	38.5	1971/02	64.1
1956/11	96.6	1960/06	29.7	1964/01	25.9	1967/08	19.5	1971/03	53
1956/12	12.1	1960/07	0.3	1964/02	18.8	1967/09	101	1971/04	15.3
1957/01	14.5	1960/08	12.5	1964/03	67.8	1967/10	34	1971/05	43.7
1957/02	37.1	1960/09	74.9	1964/04	9.9	1967/11	39.1	1971/06	24.3
1957/03	18.8	1960/10	13.9	1964/05	58.3	1967/12	20.1	1971/07	51.9
1957/04	20.7	1960/11	14.1	1964/06	62	1968/01	28.8	1971/08	13.9
1957/05	56.3	1960/12	156	1964/07	16.1	1968/02	24.1	1971/09	30.9
1957/06	75.2	1961/01	41.6	1964/08	0	1968/03	14.8	1971/10	49.3
1957/07	0	1961/02	12.2	1964/09	26	1968/04	14.7	1971/11	10.6
1957/08	12.8	1961/03	62.9	1964/10	23	1968/05	89.6	1971/12	41.6
1957/09	41	1961/04	16.3	1964/11	48.8	1968/06	10	1972/01	13.6
1957/10	130	1961/05	36.2	1964/12	40.3	1968/07	1	1972/02	78.2
1957/11	50.8	1961/06	19.8	1965/01	36.9	1968/08	5.5	1972/03	42.2
1957/12	24.9	1961/07	16	1965/02	41	1968/09	17	1972/04	75.8
1958/01	0	1961/08	6.9	1965/03	29.3	1968/10	36	1972/05	46.8
1958/02	0	1961/09	2.2	1965/04	26.5	1968/11	43.6	1972/06	20.5
1958/03	0	1961/10	37.9	1965/05	17.2	1968/12	71.8	1972/07	131.8
1958/04	0	1961/11	46.8	1965/06	88.7	1969/01	40.6	1972/08	21.2
1958/05	16.8	1961/12	55.5	1965/07	0	1969/02	39.8	1972/09	12.8
1958/06	5.3	1962/01	21.3	1965/08	0	1969/03	60.3	1972/10	92.8
1958/07	19.1	1962/02	43	1965/09	0	1969/04	2	1972/11	3.8
1958/08	1	1962/03	28.3	1965/10	0.5	1969/05	0.6	1972/12	5
1958/09	33.9	1962/04	12.3	1965/11	37.1	1969/06	4	1973/01	79.3
1958/10	24.4	1962/05	27	1965/12	22.8	1969/07	0	1973/02	36.4
1958/11	61	1962/06	1.2	1966/01	37.5	1969/08	0	1973/03	54.8
1958/12	15.3	1962/07	13.6	1966/02	8.5	1969/09	35.1	1973/04	12.1
1959/01	45.8	1962/08	0	1966/03	12.9	1969/10	0	1973/05	4.2
1959/02	2.2	1962/09	150.7	1966/04	15.7	1969/11	26.6	1973/06	2.6
1959/03	49.7	1962/10	92.4	1966/05	5.1	1969/12	103.7	1973/07	22.4
1959/04	42.4	1962/11	98.4	1966/06	45.3	1970/01	27	1973/08	7.8

1973/09	53.7	1977/04	17.2	1980/11	40.5	1984/06	17.8	1988/01	32.1
1973/10	74.4	1977/05	23.4	1980/12	42.2	1984/07	2.2	1988/02	26.4
1973/11	42.2	1977/06	15.6	1981/01	75.7	1984/08	53.8	1988/03	25.9
1973/12	53.6	1977/07	9.6	1981/02	30.3	1984/09	6	1988/04	30.4
1974/01	0	1977/08	3.4	1981/03	8.7	1984/10	26.9	1988/05	7
1974/02	0	1977/09	28.4	1981/04	26.8	1984/11	54.7	1988/06	8.7
1974/03	0	1977/10	9.2	1981/05	30.7	1984/12	30.7	1988/07	0.9
1974/04	0	1977/11	27.8	1981/06	9.4	1985/01	30.2	1988/08	1.6
1974/05	23.5	1977/12	29.2	1981/07	8.6	1985/02	10.4	1988/09	9.8
1974/06	50.1	1978/01	66	1981/08	18.9	1985/03	54.3	1988/10	38.1
1974/07	2	1978/02	28.7	1981/09	10.4	1985/04	13.6	1988/11	118.7
1974/08	0.8	1978/03	48.2	1981/10	75	1985/05	11.4	1988/12	96.9
1974/09	13	1978/04	47.9	1981/11	57.7	1985/06	9.6	1989/01	1.8
1974/10	46.6	1978/05	31.8	1981/12	39.6	1985/07	2.8	1989/02	5.4
1974/11	51.7	1978/06	8.2	1982/01	9	1985/08	0	1989/03	34.9
1974/12	51.7	1978/07	0	1982/02	121.9	1985/09	4.6	1989/04	11
1975/01	5.4	1978/08	1.1	1982/03	49.4	1985/10	45.4	1989/05	43.6
1975/02	35.5	1978/09	240	1982/04	109.4	1985/11	154	1989/06	20.8
1975/03	23.2	1978/10	60.3	1982/05	137.5	1985/12	16.3	1989/07	31.5
1975/04	22.1	1978/11	26.1	1982/06	17.7	1986/01	16	1989/08	29.9
1975/05	26.7	1978/12	60.9	1982/07	13.6	1986/02	68.8	1989/09	2.3
1975/06	106	1979/01	47.5	1982/08	40.9	1986/03	29.4	1989/10	22.4
1975/07	0.3	1979/02	45.7	1982/09	7.3	1986/04	7.2	1989/11	43.1
1975/08	55.1	1979/03	16.6	1982/10	74.8	1986/05	20.8	1989/12	77.2
1975/09	37.6	1979/04	32.7	1982/11	94.6	1986/06	42.3	1990/01	0.7
1975/10	27.6	1979/05	55.8	1982/12	28.2	1986/07	5.1	1990/02	6.3
1975/11	53.6	1979/06	2.8	1983/01	5.9	1986/08	10.2	1990/03	10.2
1975/12	48.2	1979/07	2.3	1983/02	29.7	1986/09	8	1990/04	16.8
1976/01	22.1	1979/08	7.4	1983/03	18.4	1986/10	116.8	1990/05	52.7
1976/02	58.3	1979/09	19.9	1983/04	3.3	1986/11	62.8	1990/06	5.8
1976/03	30.8	1979/10	74.6	1983/05	22.1	1986/12	8.2	1990/07	50.3
1976/04	57.9	1979/11	154	1983/06	51.5	1987/01	30.4	1990/08	64.1
1976/05	84.7	1979/12	52.2	1983/07	77.1	1987/02	40.1	1990/09	6.5
1976/06	7.3	1980/01	52.6	1983/08	11.4	1987/03	157.2	1990/10	30.8
1976/07	38.3	1980/02	11.5	1983/09	3.2	1987/04	33.9	1990/11	71.1
1976/08	46.3	1980/03	46.9	1983/10	26.5	1987/05	34	1990/12	73.7
1976/09	15.8	1980/04	40	1983/11	39.8	1987/06	1.3	1991/01	30.8
1976/10	42.4	1980/05	33.6	1983/12	151.9	1987/07	2.5	1991/02	17.3
1976/11	54.7	1980/06	17.2	1984/01	29.4	1987/08	9.9	1991/03	52.8
1976/12	11.7	1980/07	2.6	1984/02	24.1	1987/09	30.5	1991/04	89.1
1977/01	11.5	1980/08	6.5	1984/03	42.6	1987/10	37.7	1991/05	60
1977/02	47.6	1980/09	15.6	1984/04	74.9	1987/11	75.9	1991/06	27
1977/03	24.6	1980/10	107.2	1984/05	13.1	1987/12	41.5	1991/07	40.1
1991/08	56.7	1995/03	32.7	1998/10	17.6	2002/05	6	2005/12	62
1991/09	40.5	1995/04	18.1	1998/11	159.6	2002/06	0	2006/01	120
1991/10	25	1995/05	32.3	1998/12	48.3	2002/07	35	2006/02	34
1991/11	47.3	1995/06	34.4	1999/01	49.1	2002/08	38	2006/03	41

1991/12	2.9	1995/07	31	1999/02	52.1	2002/09	120	2006/04	33
1992/01	7.2	1995/08	12.3	1999/03	82.5	2002/10	88	2006/05	1
1992/02	7.8	1995/09	24	1999/04	28.3	2002/11	34	2006/06	9
1992/03	10.4	1995/10	7.8	1999/05	5.4	2002/12	136	2006/07	26
1992/04	88.3	1995/11	29.6	1999/06	5	2003/01	80	2006/08	10
1992/05	55.2	1995/12	109	1999/07	0.8	2003/02	17	2006/09	155
1992/06	73.8	1996/01	50.2	1999/08	12.6	2003/03	21	2006/10	112
1992/07	13.8	1996/02	56	1999/09	17.4	2003/04	26	2006/11	10
1992/08	0	1996/03	61.9	1999/10	57.4	2003/05	45	2006/12	12
1992/09	0	1996/04	22.3	1999/11	63.5	2003/06	33	2007/01	14
1992/10	39.3	1996/05	9	1999/12	61.7	2003/07	29	2007/02	28
1992/11	62.1	1996/06	0.3	2000/01	14.1	2003/08	4	2007/03	26
1992/12	26.7	1996/07	14.9	2000/02	38	2003/09	21	2007/04	18
1993/01	14.6	1996/08	30.3	2000/03	24.7	2003/10	75	2007/05	36
1993/02	29.2	1996/09	63.7	2000/04	15.1	2003/11	7	2007/06	40
1993/03	25.3	1996/10	70	2000/05	23.6	2003/12	50	2007/07	0
1993/04	12.4	1996/11	34.9	2000/06	16	2004/01	87	2007/08	25
1993/05	76	1996/12	46	2000/07	2.4	2004/02	7	2007/09	31
1993/06	4.3	1997/01	31.4	2000/08	1.7	2004/03	40	2007/10	92
1993/07	1	1997/02	14.5	2000/09	9.6	2004/04	33	2007/11	97
1993/08	3.2	1997/03	24.1	2000/10	40.8	2004/05	56	2007/12	18.5
1993/09	6.9	1997/04	67.5	2000/11	25.6	2004/06	92	2008/01	3.3
1993/10	9.1	1997/05	0.2	2000/12	20.6	2004/07	6	2008/02	18.8
1993/11	167.8	1997/06	30.7	2001/01	31.5	2004/08	0	2008/03	12.7
1993/12	5.5	1997/07	1.4	2001/02	18.7	2004/09	18	2008/04	41.3
1994/01	71.4	1997/08	30.6	2001/03	12.2	2004/10	52	2008/05	3.7
1994/02	32.3	1997/09	1.4	2001/04	45.1	2004/11	25	2008/06	12.2
1994/03	21.5	1997/10	61.5	2001/05	66.4	2004/12	37	2008/07	18.4
1994/04	61.9	1997/11	22.8	2001/06	11.4	2005/01	19	2008/08	7
1994/05	26.7	1997/12	63	2001/07	72.4	2005/02	51	2008/09	64.3
1994/06	1.3	1998/01	21.6	2001/08	7.6	2005/03	52	2008/10	19
1994/07	24.2	1998/02	52.6	2001/09	0.9	2005/04	5	2008/11	23.3
1994/08	8.2	1998/03	32.6	2001/10	2.3	2005/05	29	2008/12	62.6
1994/09	0	1998/04	4.5	2001/11	18.2	2005/06	0	2009/01	104.1
1994/10	85.9	1998/05	136.2	2001/12	54.7	2005/07	15	2009/02	14.5
1994/11	49.9	1998/06	2.3	2002/01	13	2005/08	16	2009/03	61.8
1994/12	61.5	1998/07	0.3	2002/02	15	2005/09	48	2009/04	14.6
1995/01	57.7	1998/08	0.7	2002/03	45	2005/10	5	2009/05	38.6
1995/02	5	1998/09	37.1	2002/04	58	2005/11	56	2009/06	9.1
								2009/07	29
								2009/08	1.5
								2009/09	31.2

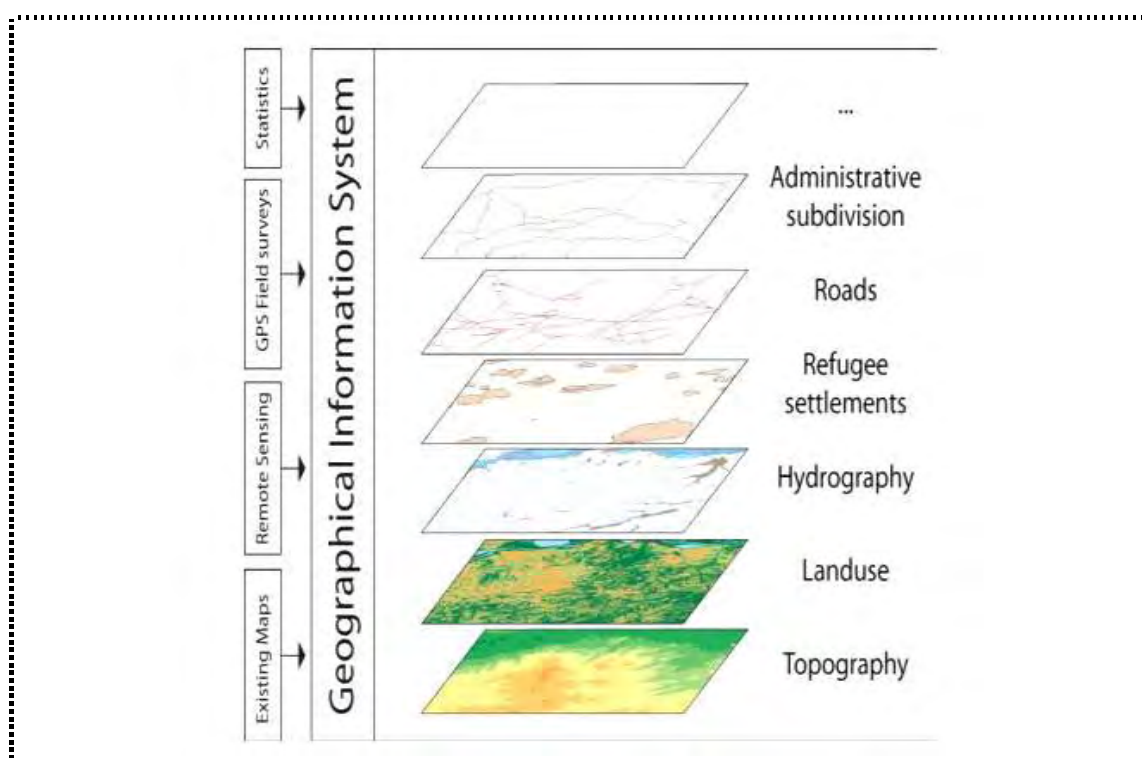
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα εργασία έχει ως απώτερο στόχο την εκτίμηση των μηνιαίων αναγκών για τις βασικές καλλιέργειες της περιοχής. Για να καταλήξουμε στον προσδιορισμό των βασικών αυτών καλλιεργειών αρχικό στάδιο ήταν η ταξινόμηση και καταγραφή των χρήσεων γης με δορυφορικά δεδομένα (τηλεπισκόπηση – λογισμικό ERDAS 9.2) και επίγεια έρευνα με διαδοχικές επισκέψεις σε σημεία ενδιαφέροντος που συνιστούν διαφορετική χρήση γης για ταυτοποίηση τους, η λήψη συντεταγμένων με τη χρήση GPS χειρός και η ψηφιοποίηση των διαθέσιμων εδαφολογικών και γεωλογικών χαρτών της περιοχής. (λογισμικό ArcGIS 9.3). Στην πορεία κρίθηκε σκόπιμο να γίνει εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών, αφού πρώτα χωριστεί η περιοχή μελέτης μας σε κατάλληλες υποπεριοχές ανάλογα με τα διαθέσιμα συστήματα συλλογής, μεταφοράς και χρήσεις νερού. Πιο συγκεκριμένα, μετά την κατασκευή του ταμιευτήρα, το σύστημα άρδευσης της περιοχής αποτελείται από τον ταμιευτήρα, το παλιό προϋπάρχον ανοιχτό δίκτυο του Τ.Ο.Ε.Β. Πηγείου και το καινούριο κλειστό δίκτυο. Η απόδοση των προαναφερθέντων δικτύων είναι προφανές ότι διαφέρει (διαφορικές απώλειες), συνεπώς ο διαχωρισμός τους κάνει πιο σωστά αξιοποιήσιμα τα αποτελέσματα της εκτίμησης της εξατμισοδιαπνοής και των υδατικών αναγκών των καλλιεργειών. Τέλος, έγινε υπολογισμός των μέσων μηνιαίων τιμών βροχοπτώσεων και θερμοκρασιών για την κάθε υποπεριοχή (λογισμικό HYDROGNOMON 4) και αξιοποίηση της κατανεμημένης αυτής πληροφορίας για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής των κύριων καλλιεργειών και για την προσομοίωση της μεταφοράς και χρήσης αρδευτικού νερού στην περιοχή.

Με τέτοιου είδους μελέτη επιτυγχάνεται σωστότερη διαχείριση των υδατικών πόρων και κατανομή του αρδευτικού νερού, εφόσον οι ανάγκες σε νερό για άρδευση κάθε καλλιέργειας είναι άμεσα συσχετιζόμενες τόσο από το είδος της κάθε καλλιέργειας όσο και από την απόδοση του δικτύου άρδευσης.

4.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΛΑΦΩΝ

Βασικότερο κομμάτι της παρούσας εργασίας ήταν να καθοριστούν οι χρήσεις γης της περιοχής μελέτης μας με τη χρήση τηλεπισκόπησης. Έπρεπε επομένως να γίνει ταξινόμηση των εδαφών (πραγματοποιήθηκε επιβλεπόμενη ταξινόμηση), με κατάλληλο λογισμικό επεξεργασίας δορυφορικών εικόνων (επιλέχτηκε να γίνει με το ERDAS IMAGINE 9.2). Επιπλέον, χρειάστηκε ψηφιοποίηση γεωλογικών και εδαφολογικών χαρτών με κατάλληλο λογισμικό (στην προκειμένη περίπτωση επιλέχτηκε να γίνει χρήση του λογισμικού ArcGIS 9.3 της εταιρίας ESRI), το οποίο στην πορεία χρησιμοποιήθηκε και για να γίνει υπέρθεση (overlay) των ψηφιοποιημένων χαρτών και του χάρτη με τις χρήσεις γης (Εικόνα 4.1.1.)



Εικόνα 4.1.1: Αρχές ενός Γεωγραφικού Συστήματος Πληροφοριών (<http://www.cartographie.ird.fr/refugies/biblio-uganda.html>)

4.1.1 ERDAS IMAGINE 9.2

Για την εύρεση των χρήσεων γης χρησιμοποιήθηκε δορυφορική εικόνα τύπου Landsat 5 TM, η οποία αποκτήθηκε μέσω διαδικτυακής εφαρμογής της σελίδας <http://glovis.usgs.gov/> και έχει ληφθεί στις 15 Ιουλίου του 2012. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη εικόνα από τη μία λόγω της καθαρότητάς της (δεν είχε σύννεφα) και από την άλλη επειδή αντιστοιχεί σε μήνα κατά τον οποίο όλες οι καλλιέργειες είναι ευδιάκριτες. Οι εικόνες τύπου Landsat TM είναι εικόνες 8 καναλιών. Ο δορυφόρος παρέχει εικόνες σε 8 κανάλια (ορατό φάσμα: μπλε, πράσινο και κόκκινο, υπέρυθρο φάσμα: εγγύς και δύο κανάλια στο μεσαίο και θερμικό) με χωρική ανάλυση 30 m εκτός από το θερμικό που έχει 60 m και ένα παγχρωματικό (ασπρόμαυρο) πιο ευκρινές με χωρική ευκρίνεια 15 m.

Παρά την καθαρότητά της, η εικόνα επιδεχόταν διορθώσεις πριν γίνει η τελική επιβλεπόμενη ταξινόμηση για τον καθορισμό των χρήσεων γης. Συνεπώς με το λογισμικό ERDAS IMAGINE 9.2 έγινε μια σειρά διορθώσεων:

- **ραδιομετρική διορθωση:** σχετίζεται με την απαλοιφή σφαλμάτων (ραδιομετρικών και ατμοσφαιρικών) που προέρχονται από σφάλματα και αλλοιώσεις που αφορούν τεχνικά στοιχεία καταγραφής και μετάδοσης (όπως σφάλματα λόγω ατμοσφαιρικής διάχυσης και απορρόφησης, λόγω μεταβολής γωνίας σάρωσης, γωνίας πρόσπτωσης του ηλίου και γενικότερα σφάλματα προερχόμενα από την επίδραση του αναγλύφου). Λαμβάνει υπόψη τη μέρα λήψης της εικόνας καθώς και το ύψος του ήλιου στα οποία αντιστοιχίζονται συγκεκριμένες τιμές gain και offset οι οποίες δίνονται από την υπηρεσία USGS έτσι ώστε να γίνει η απαραίτητη αριθμητική διόρθωση στις τιμές της ακτινοβολίας.
- **γεωμετρική διορθωση:** γεωμετρική ορθοαναγωγή (orthorectification) και αναδόμηση (orthorectification) των εικόνων με βάση το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ'87). Η γεωμετρική διόρθωση πραγματοποιήθηκε για να γίνει εφικτή η απεικόνιση των δορυφορικών εικόνων σε ενιαίο χαρτογραφικό υπόβαθρο και η άμεση σύγκριση με όλα τα άλλα διαθέσιμα χαρτογραφικά δεδομένα (Ανθούλα Γκιούρου, 2007). Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο επιλέχθηκαν σημεία εμφανή της περιοχής μελέτης (Επίγεια Σημεία Ελέγχου), με γνωστές συντεταγμένες εδάφους. Η ακρίβεια των δορυφορικών εικόνων Landsat TM είναι στα 30 m, επομένως τα επιλεγόμενα σημεία ελέγχου έπρεπε να απέχουν τουλάχιστον 30 m μεταξύ τους. Οι εικόνες Landsat TM είναι γεωαναφερμένες σε πρώτο στάδιο και η διαδικασία της γεωμετρικής διόρθωσης έγινε απλά και μόνο για την αύξηση της ακρίβειας.
- **περικοπή και σύνθεση δορυφορικών εικόνων:** εικόνες τύπου Landsat TM είναι διαθέσιμες να διαμοιραστούν στο διαδίκτυο μέσω της ιστοσελίδας (<http://glovis.usgs.gov>). Με τη βοήθεια εφαρμογής μεταφόρτωσης των εικόνων, χωρίζεται η γη σε παραλληλόγραμμα λήψης δορυφορικών

εικόνων. Επομένως, κάθε εικόνα απεικονίζει περιοχή συγκεκριμένης έκτασης. Από τη μία, η περιοχή κάλυψης κάθε εικόνας τύπου Landsat, είναι πολύ μεγάλη, άρα κρίθηκε απαραίτητη η κοπή της εικόνας για πιο ακριβή και γρήγορη μετέπειτα επεξεργασία της από το λογισμικό ERDAS IMAGINE 9.2., ενώ από την άλλη κανένα από τα διατηθέμενα παραλληλόγραμμα δεν κάλυπτε ολόκληρη την περιοχή μελέτης μας οπότε ακολούθησε σύνθεση δύο εικόνων.

Η επεξεργασία έγινε σε πολυφασματική εικόνα τηλεπισκόπησης όπου οι κλάσεις της περιγράφουν δάσος, νερό, εκτάσεις καλλιέργειας αστικό ιστό κλπ. Σε τέτοιου είδους εικόνες (πολυφασματικές), οι προσεγγίσεις κατάταξης διακρίνονται σε εποπτευόμενες (supervised) και μη εποπτευόμενες (unsupervised). Στη εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε εποπτευόμενη κατάταξη, κατά την οποία οι κλάσεις είναι γνωστές εκ των προτέρων. Επιπλέον είναι γνωστές κάποιες αντιπροσωπευτικές θέσεις της μελετώμενης περίπτωσης για κάθε κλάση. Οι θέσεις αυτές αποτέλεσαν τα δεδομένα εκπαίδευσης (training data) τα οποία επιλέχθηκαν ώστε και να περιγράφουν ικανοποιητικά τα χαρακτηριστικά κάθε κλάσης και να διακρίνουν την κάθε κλάση από τις υπόλοιπες (βλ. Παράρτημα το σύνολο των θέσεων συντεταγμένες X,Y σε ΕΓΣΑ '87, που μετρήθηκαν στις εργασίες υπαίθρου). Έπειτα κλάσεις θεωρήθηκε ότι απαρτίζουν αμελητέας έκτασης καλλιέργειες οπότε καταργήθηκαν, ενώ άλλες συγχωνεύτηκαν μεταξύ τους. Τελικά έγινε η εποπτευόμενη ταξινόμηση ώστε σε κάθε χωρική μονάδα να ανατέθει μια από τις ετικέτες.

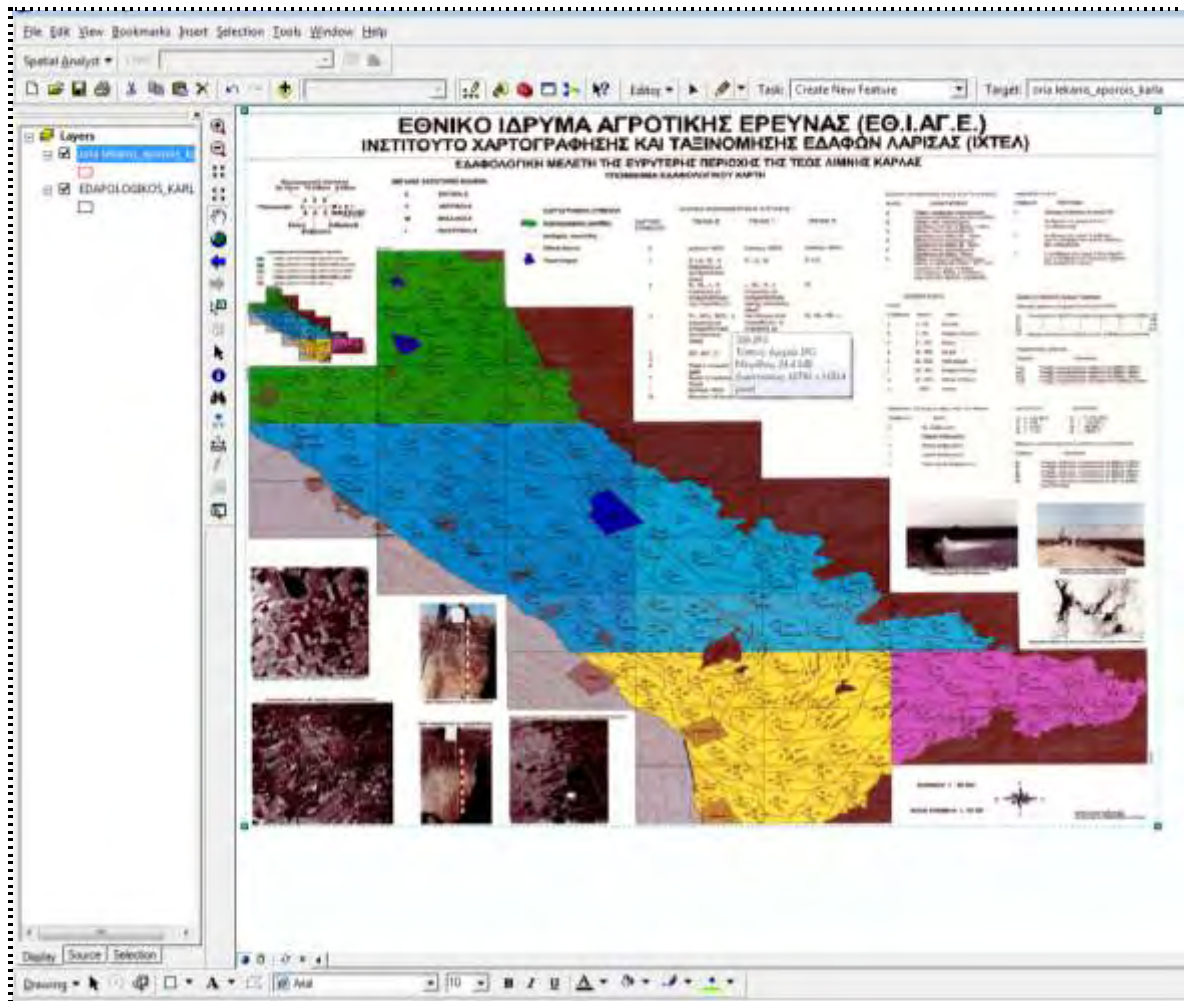
Για την εφαρμογή Εποπτευόμενης Ταξινόμησης, το λογισμικό ERDAS IMAGINE 9.2 παρέχει την επιλογή ενός από των τριών αλγορίθμων κατάταξης που ακολουθούν:

- αλγόριθμος κατάταξης ελάχιστης απόστασης (minimum distance),
- αλγόριθμος κατάταξης του εγγύτερου γείτονα (nearest neighbor),
- ο αλγόριθμος μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood)

Ύστερα από δοκιμές των δύο πρώτων αλγορίθμων καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως οι χρήσεις γης απεικονίζονται με μεγαλύτερη ακρίβεια από τον αλγόριθμο ελάχιστης απόστασης, ο οποίος εν τέλει χρησιμοποιήθηκε από το λογισμικό. Όσον αφορά στον αλγόριθμο μέγιστης πιθανοφάνειας, δε χρησιμοποιήθηκε, διότι ανήκει στους παραμετρικούς αλγορίθμους κατάταξης, προϋποθέτει δηλαδή γνώση της στατιστικής κατανομής των δεδομένων κάθε κλάσης.

4.1.2 ArcGIS 9.3

Για την ψηφιοποίηση των εκτυπωμένων γεωλογικών χαρτών και του εδαφολογικού χάρτη (χαρτογραφήθηκαν από τις υπηρεσίες ΙΓΜΕ και ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε Λάρισας τα έτη 1986 και 1998 αντίστοιχα) χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό ArcGIS της εταιρίας ESRI και πιο συγκεκριμένα η έκδοση 9.3. Οι χάρτες αρχικά σκαναρίστηκαν και στη συνέχεια εισήχθησαν στο ArcGIS με τη χρήση του οποίου γεωαναφέρθηκαν και ψηφιοποιήθηκαν. Η αποτύπωση της πλήρους έκτασης της περιοχής μελέτης (υδρολογική λεκάνη απορροής της Κάρλας) έγινε με τη χρήση 6 γεωλογικών χαρτών κλίμακας 1:40.000 (Αγιάς, Λάρισας, Πλατύκαμπου, Ραψάνης, Βελεστίνου και Βόλου), οι οποίοι γεωαναφέρθηκαν στο Γεωγραφικό Σύστημα Αναφοράς Ε.Γ.Σ.Α. '87 κι ενός εδαφολογικού ίδιας κλίμακας. Ο εδαφολογικός χάρτης (Εικόνα 4.1.2.1) κάλυπτε σχεδόν όλη την καλλιεργήσιμη έκταση της περιοχής μελέτης εκτός από κάποια τμήματα της λεκάνης απορροής (κυρίως ορεινά) τα οποία δεν κρίθηκε ποτέ σκόπιμο να χαρτογραφηθούν ούτε από τα Ινστιτούτα Χαρτογράφησης ούτε από τις δασικές υπηρεσίες, διότι δεν αποτελούν περιοχές με αγροτική δραστηριότητα. Στις περιοχές αυτές κρίθηκε σκόπιμο να εξεταστούν οι γεωλογικοί χάρτες για να βρεθεί η σύσταση του εδάφους (χωρίς εδαφολογικές παραμέτρους είναι αδύνατη η έκβαση των τελικών αποτελεσμάτων της εξαμυσοδιαπνοής από το λογισμικό Cropwat, βλ. Παράγραφο 4.2.2.1).



Εικόνα 4.1.2.1 : Εδαφολογικός χάρτης περιοχής (ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε ΛΑΡΙΣΑΣ, 1998).

Κατά την ψηφιοποίηση, με το λογισμικό ArcGIS 9.3 σχηματίστηκαν πολύγωνα για να διαχωριστούν τα συνορεύοντα διαφορετικής σύστασης εδάφη. Αυτό έχει σαν τελικό αποτέλεσμα κάθε σημείο του χάρτη να αντιστοιχεί σε ένα πολύγωνο. Έπειτα τα εδάφη του εδαφολογικού χάρτη ομαδοποιήθηκαν σε πέντε βασικές κατηγορίες (Πίνακας 4.1.2.1). Η ομαδοποίησή τους έγινε στον ψηφιοποιημένο χάρτη μέσα από το “attribute tables” του ArcGIS 9.3 (βλ. Εικόνα 4.1.2.2).

Πίνακας 4.1.2.1 : Βασικές κατηγορίες εδαφών εδαφολογικού χάρτη περιοχής.

Ομαδοποίηση υφής- Κατηγορία	Κλάσεις	Περιεκτικότητα σε άργιλο %
Αμμώδης - 1	S, αμμώδης	<5
	LS, αμμοπηλώδης	5
	CS, αργιλοαμμώδης	5-10
Αμμοπηλώδης -2	SL, αμμοπηλώδης	10-25
	fSL, λεπτή αμμοπηλώδης	10-25
Πηλώδης – 3	L, πηλώδης	25
	SiL, αργιλοπηλώδης	25
Αργιλοπηλώδης – 4	SCL,	20-30
	αμμοαργιλοπηλώδης	30-35
	CL, αργιλοπηλώδης	30-40
	SiCL,	
Αργιλώδης -5	ίλοαργιλοπηλώδης	
	SC, αμμοαργιλώδης	30-40
	SiC, ίλοαργιλώδης	35-40
Βαρεία αργιλώδης υφή -5	C, αργιλώδης	>45

Attributes of ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΟΣ ΧΑΡΤΛΑ																									
FID	Shape *	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	ΕΙΔΟΣ	ΝΟΜΟΣ	ΜΕΛΕΤΗ	ΑΡ. ΔΕΥ.	ΚΑΤ.	Shape_Leng	Shape_Area	EP	KATHGORIA	PERIGRAF	
14	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	c	A	0	1	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α01K	6428.616648	1899107.8956	435	5	argides_eda	
15	Polygon	C	4	3	5	l	o	x	c	A	0	2	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α02K	6629.674434	2248627.62479	435	5	argides_eda	
16	Polygon	C	4	3	5	l	o	x	c	A	0	1	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α01K	3778.956806	715655.916664	435	5	argides_eda	
17	Polygon	C	4	3	5	l	o	x	c	A	0	2	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α02K	11051.791365	2816159.12193	435	5	argides_eda	
18	Polygon	C	4	3	5	l	o	x	c	A	0	1	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α01K	5904.231151	813995.710214	435	5	argides_eda	
19	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	c	A	0	1	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α01K	1819.625095	140964.437955	435	5	argides_eda	
20	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	2	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α02K	15953.488953	3817323.01256	435	5	argides_eda	
21	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	2049.622443	296356.639567	435	5	argides_eda	
22	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	2	K2	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α02K	1687.214429	198256.998431	435	5	argides_eda	
23	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	5574.443798	1684247.75	435	5	argides_eda	
24	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	1	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α01K	5766.305511	1369453.87095	435	5	argides_eda	
25	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	c	A	0	1	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α01K	6483.574594	1456096.25557	435	5	argides_eda	
26	Polygon	C	4	3	5	l	o	x	v	A	0	2	K2	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α02K	6969.788848	1543474.91852	435	5	argides_eda	
27	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	2	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α02K	4426.507992	272398.601908	435	5	argides_eda	
28	Polygon	C	4	3	5	l	o	x	v	A	0	1	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α01K	6312.002989	881427.207904	435	5	argides_eda	
29	Polygon	C	4	3	5	V	x	c	p	A	0	2	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α02K	6802.404121	2738848.38529	435	5	argides_eda	
30	Polygon	C	4	3	5	V	x	c	e	A	0	2	K2	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α02K	2245.00753	291915.770377	435	5	argides_eda	
31	Polygon	D	4	3	5	V	x	c	a	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	D	-	Α03K	4048.394124	815785.136668	435	5	argides_eda	
32	Polygon	C	4	3	5	V	x	c	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α03	5865.1989	879635.891835	435	5	argides_eda		
33	Polygon	B	4	3	5	M	x	c	p	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	2791.726199	496367.049335	435	5	argides_eda	
36	Polygon	D	4	3	5	V	x	a	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	D	-	Α03	1908.12389	247206.872176	435	5	argides_eda		
38	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	26884.224129	5176486.26795	435	5	argides_eda	
40	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03	1972.672645	121915.756269	435	5	argides_eda	
41	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03	14524.612675	2916285.12104	435	5	argides_eda	
42	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K3	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	2404.601795	395641.116514	435	5	argides_eda	
45	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	B	1	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Β13K	6649.607956	456599.90066	435	5	argides_eda	
47	Polygon	B	4	3	5	E	o	x	B	1	3		X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Ε03	1428.905993	150771.408673	435	5	argides_eda		
49	Polygon	B	4	3	5	E	o	x	A	0	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	3158.7944	309728.62369	435	5	argides_eda		
51	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	34551.751193	12210899.0348	435	5	argides_eda	
52	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K2	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	6696.99846	1504343.27729	435	5	argides_eda	
53	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	2	K2	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α02K	7895.92366	2123645.08041	435	5	argides_eda	
54	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	1	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α01	4690.2028	1062184.0337	435	5	argides_eda	
56	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	B	1	3	K2	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Β13K	7494.842417	1136174.68742	435	5	argides_eda	
59	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	12189.358853	1785443.3751	435	5	argides_eda	
65	Polygon	A	4	3	5	E	o	x	B	1	3		X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	A	-	Ε03	3272.564233	299206.769961	435	5	argides_eda		
67	Polygon	A	4	3	5	E	o	x	B	1	3		X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	A	-	Ε03	2188.241561	84145.77776	405	5	argides_eda		
69	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	5943.946132	1338048.26897	435	5	argides_eda	
70	Polygon	D	4	3	5	E	f	x	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	D	-	Ε03	2365.551432	152522.453422	435	5	argides_eda		
74	Polygon	C	4	3	5	l	o	x	A	0	2	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α02K	4258.139954	581898.70512	435	5	argides_eda		
77	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	9726.473216	2295172.32563	435	5	argides_eda	
80	Polygon	B	4	3	5	E	f	x	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Ε03	3205.199391	584323.855296	435	5	argides_eda		
82	Polygon	C	4	3	5	E	f	x	A	0	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Ε03	2759.358457	156947.018939	435	5	argides_eda		
83	Polygon	C	4	3	5	E	f	x	v	A	0	3	K0	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Ε03	1768.516811	122490.191973	435	5	argides_eda	
84	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	8538.603913	2958291.53731	435	5	argides_eda	
86	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	c	A	0	3	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	13929.431782	6887595.0781	435	5	argides_eda	
88	Polygon	A	4	3	5	l	o	x	c	B	1	3	K2	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	A	-	Β13K	1822.381551	179108.308726	435	5	argides_eda	
91	Polygon	C	4	3	5	l	o	x	v	A	0	1	K1	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	C	-	Α01	3767.477624	459671.953806	435	5	argides_eda	
92	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	3	K2	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	11604.686144	2596147.36297	435	5	argides_eda	
93	Polygon	B	4	3	5	l	o	x	v	A	0	2	K2	X	ΛΑΡΕΑ	ΕΜ0604	B	-	Α03K	4593.543986	590990.147311	435	5	argides_eda	

Εικόνα 4.1.2.2 : Ομαδοποίηση εδαφών εδαφολογικού χάρτη περιοχής, μέσω του λογισμικού

ArcGIS 9.3.

Γεωαναφορά είναι η τοποθέτηση των αντικειμένων στον δισδιάστατο ή τρισδιάστατο χώρο (Bernhardsen T., Geographic Information Systems - An Introduction, 2nd Edition, John Wiley, 1999), πρόκειται δηλαδή για τις απαραίτητες στροφές και μεταθέσεις του χάρτη στο επίπεδο ώστε να προκύψει προβολή κάθε σημείου του χάρτη στο επιθυμητό σύστημα αναφοράς. Κάθε χάρτης ξεχωριστά εισήχθη στο περιβάλλον του λογισμικού ArcGIS 9.3 και γεωαναφέρθηκε με την εργαλειοθήκη “Georeferencing”, η οποία παρέχει τη δυνατότητα να αντιστοιχισθούν σημεία που απεικονίζονται σε έναν χάρτη με τις πραγματικές γεωδαιτικές τους συντεταγμένες σε ένα σύστημα αναφοράς. Με την εφαρμογή ArcGIS 9.3 γίνεται ουσιαστικά η κατασκευή ενός θεματικού χάρτη δημιουργώντας, προσθέτοντας ή διορθώνοντας πληροφορίες των βάσεων δεδομένων και ρυθμίζοντας διάφορες παραμέτρους, που αφορούν στην επιλογή και απεικόνισή τους, Το ArcGIS 9.3 αποτελεί εφαρμογές, που σχετίζονται με χάρτες. Το περιβάλλον εργασίας του αποτελείται από πίνακα περιεχομένων (Table of Contents), την περιοχή εμφάνισης

του χάρτη, τη ράβδο μηνυμάτων καθώς και από τα εργαλεία και το μενού επιλογών. Στον πίνακα περιεχομένων περιέχονται όλα τα επίπεδα του χάρτη που έχει στη διάθεσή του ο χρήστης. Με Κάθε προσθήκη ή αφαίρεση επιπέδων από το χρήστη συντελείται αυτόματα και άμεση ενημέρωση του πίνακα και εμφάνιση των αλλαγών στην περιοχή εμφάνισης του χάρτη. Κάθε δυνατότητα του Arcgis 9.3 ενεργοποιείται είτε μέσω διαφόρων μενού, είτε μέσω των εργαλείων, είτε με αριστερό ή δεξί κλικ του ποντικιού στα περιεχόμενα του πίνακα περιεχομένων.

Τα σημεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη γεωαναφορά είναι τα όρια της λεκάνης απορροής της λίμνης Κάρλας. Η λεκάνη απορροής αποτέλεσε κι αυτή ξεχωριστό φύλλο το οποίο εισήχθηκε μαζί με τους χάρτες στο περιβάλλον του ArcGIS 9.3 οπότε και δημιουργήθηκε το τελικό ενιαίο ένα project (εικόνα 5.1.2.1 του κεφαλαίου που ακολουθεί).

4.2 ΥΠΟΛΟΓΙΜΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Ύστερα από τις εργασίες που περιγράφηκαν στην Παράγραφο 4.1, υπάρχει πλέον έτοιμος ο τελικός παραγόμενος χάρτης χρήσεων γης της λεκάνης απορροής της Κάρλας, που προήλθε από επιβλεπόμενη ταξινόμηση σε δορυφορική εικόνα της 15^{ης} Ιουλίου του 2012. Έχουμε επίσης ψηφιοποιημένο χάρτη με τα χαρακτηριστικά του εδάφους της περιοχής, συνεπώς το μόνο που απομένει για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής κάθε καλλιέργειας, είναι η απόκτηση χρονοσειρών με μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης που να αφορούν υδρολογικά έτη κοντά στο έτος μελέτης μας, δηλαδή κοντά στο 2012 και η εισαγωγή τους στο λογισμικό CROPWAT 8. Τέτοια πρόσφατα αξιόπιστα δεδομένα για την περιοχή δεν υπήρχαν διαθέσιμα, οπότε προσφύγαμε αρχικά στη χρήση του λογισμικού HYDROGNOMON 4, για τον υπολογισμό των απαραίτητων χρονοσειρών, με αξιοποίηση των ήδη υπάρχουσων (χρονοσειρές υδρολογικών ετών 1960-61 έως 2001-02 από 12 βροχομετρικούς και 4 θερμοκρασιακούς σταθμούς). Στη συνέχεια ακολούθησε το τελικά στάδιο της πτυχιακής εργασίας, δηλαδή ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής των κύριων καλλιεργειών της περιοχής μας με τη βοήθεια του λογισμικού CROPWAT 8.

4.2.1 HYDROGNOMON 4

Ο ΥΔΡΟΓΝΩΜΩΝ είναι ένα λογισμικό σχετιζόμενο με υδρολογικά δεδομένα, το οποίο υποστηρίζει τυπικές επεξεργασίες χρονοσειρών και εξειδικευμένες υδρολογικές εφαρμογές (μοντέλα εκτίμησης της εξατμοδιαπνοής, κατασκευή καμπυλών στάθμης - παροχής, ανάλυση υδατικού ισοζυγίου ταμειυτήρων), ενώ παρέχει δυνατότητες οπτικοποίησης των δεδομένων και συμβατότητας με συστήματα γεωγραφικής πληροφορίας. Για να αυξηθεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων του λογισμικού CROPWAT, δε χρησιμοποιήθηκαν τα ενδεικτικά κλιματικά δεδομένα με τα οποία είναι εφοδιασμένο CLIMWAT 2.0 (βάση κλιματικών δεδομένων που έχει αναπτυχθεί ειδικά για χρήση στο πλαίσιο του CROPWAT). Ανταυτού, τα συγκεκριμένα δεδομένα παρήχθησαν κατόπιν χρήσης του προγράμματος HYDROGNOMON 4.

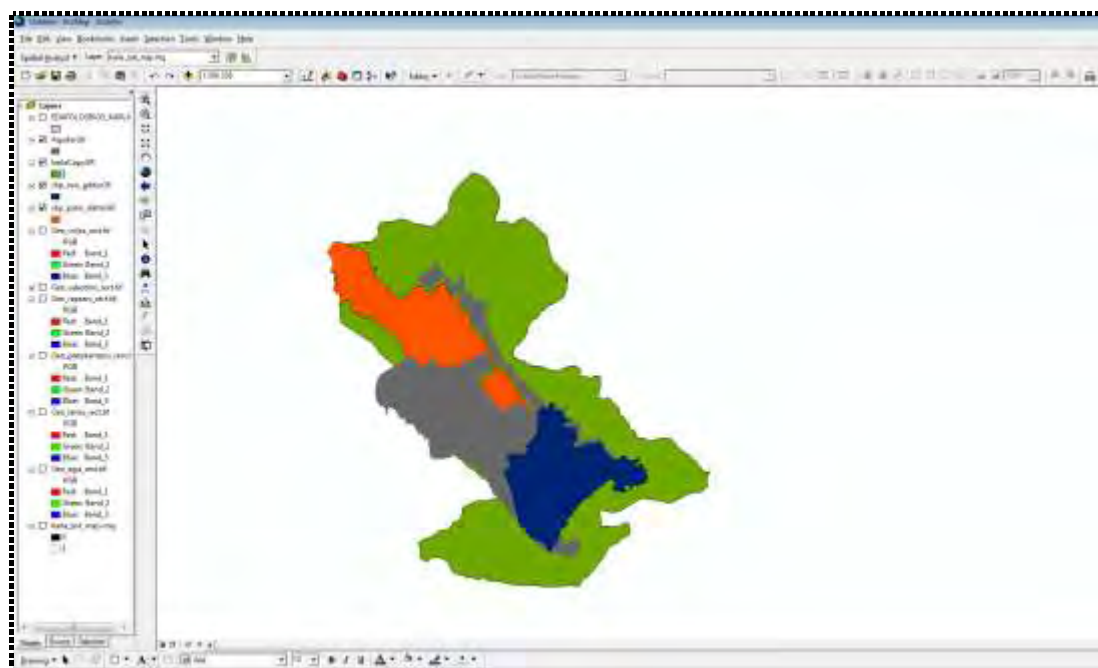
Η περιοχή μελέτης μας χρειάστηκε να χωριστεί σε 4 πολύγωνα (Εικόνα 4.2.1.1), στα οποία εφαρμόστηκε η μέθοδος Thiessen, με σκοπό να παραχθούν ακριβείς μηνιαίες τιμές για τις βροχοπτώσεις και τις θερμοκρασίες από το υδρολογικό έτος 1955-56 έως και το υδρολογικό έτος 2008-09. Ένα πολύγωνο περικλείει την περιοχή του ταμιευτήρα της Κάρλας (Εικόνα 4.2.1.1- γκρι χρώμα), ένα το παλιό προϋπάρχον δίκτυο (Εικόνα 4.2.1.1- πορτοκαλί χρώμα), ένα το ανοικτό δίκτυο ΤΟΕΒ Πηγειού (εικόνα 4.2.1.1- μπλε χρώμα) και το τελευταίο την περιοχή της λεκάνης απορροής της Κάρλας που απομένει αν αφαιρεθούν τα προαναφερθέντα δίκτυα (Εικόνα 4.2.1.1 – πράσινο χρώμα). Χρειάστηκε να υπολογισθεί το μέσο υψόμετρο κάθε πολυγώνου καθώς και οι συντεταγμένες X, Y οι οποίες αντιστοιχούν στο υψόμετρο αυτό (Πίνακας 4.2.1.1). Για τον υπολογισμό τους χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Digital Elevation Model - DEM) της περιοχής, και Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς το Ελληνικό Γ.Σ.Α. ΕΓΣΑ. '87.

Για την περιοχή μελέτης μας είχαμε στη διάθεσή μας δεδομένα μέσω μηνιαίων βροχοπτώσεων από 12 μετεωρολογικούς σταθμούς (Αγιάς, Αγκιάλου, Λάρισας, Μακρυνίτσας, Μύρων, Πολυδενδρίου, Σωτήριου, Σπηλιάς, Στεφανοβίκειου, Βόλου, Χαλκιάδων και Ζαπτείου). Οι διαθέσιμες χρονοσειρές αποτελούνταν από δεδομένα μέσω μηνιαίων βροχοπτώσεων για 42 υδρολογικά έτη, από Οκτώβριο του 1960 έως Σεπτέμβριο του 2002, (Εικόνα 4.2.1.2). Για τα έτη αυτά με την εντολή hydrology → spatial integration surface rainfall του Υδρογνώμονα υπολογίστηκαν οι επιφανειακές βροχοπτώσεις (Εικόνες 5.2.1.1 έως 5.2.1.4 επόμενου Κεφαλαίου). Καθότι οι διαθέσιμες χρονοσειρές απαρτίζονταν από αρκετά ικανοποιητικό πλήθος δεδομένων (42 υδρολογικά έτη), κρίθηκε ασφαλές να εκτιμηθούν οι τιμές των μηνιαίων επιφανειακών βροχοπτώσεων μέχρι και το υδρολογικό έτος 2008 - 2009, με τη βοήθεια της στατιστικής, του Υδρογνώμονα (regression and infilling) και των παρεχόμενων βροχομετρικών δεδομένων του σταθμού Λάρισας (σταθμός με δεδομένα από το υδρολογικό έτος 1955 - 1956 έως και το 2008 - 2009, ο οποίος αποτέλεσε την ανεξάρτητη μεταβλητή μας).

Κάτι αντίστοιχο έγινε και για τον υπολογισμό των μηνιαίων θερμοκρασιών για τις οποίες πήραμε δεδομένα από 4 σταθμούς Σωτήριου, Λάρισας, Μύρων και Βόλου (Εικόνα 4.2.1.3). Και σ' αυτή τη φάση έγινε χωρική κατανομή και εκτίμηση των τιμών θερμοκρασίας μέχρι και το υδρολογικό έτος 2008 - 09 με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα του σταθμού Λαρίσης (Εικόνα 5.2.1.5 έως 5.2.1.8 επόμενου Κεφαλαίου).

Πίνακας 4.2.1.1 : Χαρακτηριστικά καθενός από τα τέσσερα πολύγωνα της περιοχής μελέτης.

ΠΟΛΥΓΩΝΑ	ΜΕΣΟ ΥΨΟΜ.	x	y
ΑΝΟΙΧΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΕΒ ΠΗΝΕΙΟΥ	52.2785	392 798.26	4 371 490.13
ΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑΣ	65.3578	380 627.97	4 377 599.92
ΠΑΛΙΟ ΔΙΚΤΥΟ	55.3934	376 119.16	4 390 238.27
ΚΑΡΑΑ	295.64	383 360.59	4 377 804.87



Εικόνα 4.2.1.1: Απεικόνιση των τεσσάρων πολυγώνων της περιοχής μελέτης.

MONTH	AGIOLOS	LARISSA	PAPHOS	MIRRA	POLYKRONI	SOFHOS	SPILA	TERAFONOS	VOLOS	VALAICHS	ZAPHOS
1960/10	126.00	8.20	13.90	11.00	23.30	8.30	12.90	25.80	6.40	8.50	19.50
1960/11	103.00	17.20	14.10	47.30	9.30	0.00	26.10	0.00	23.80	28.50	65.00
1960/12	62.10	107.20	158.00	202.00	108.10	100.60	40.60	242.80	284.30	200.00	121.00
1961/01	81.50	83.20	41.60	123.90	68.60	67.30	18.80	61.80	40.20	12.10	17.20
1961/02	83.40	13.70	12.20	83.20	23.20	48.50	17.40	28.60	6.50	41.40	19.10
1961/03	93.80	79.00	62.80	246.40	76.50	62.40	36.80	128.20	48.80	72.20	66.20
1961/04	48.70	8.60	26.30	27.80	21.50	47.60	25.20	52.70	18.90	13.60	4.30
1961/05	43.90	40.50	36.20	6.30	38.30	22.10	9.70	18.30	41.60	14.50	38.90
1961/06	25.10	17.20	18.80	42.30	24.70	9.90	28.60	10.00	12.10	36.40	68.10
1961/07	23.50	24.80	18.00	19.20	18.40	53.70	18.40	51.70	17.40	15.20	20.80
1961/08	32.90	10.00	5.90	11.60	14.70	5.50	8.00	2.40	6.70	4.60	27.20
1961/09	26.50	14.40	2.20	26.70	0.00	0.30	35.10	0.00	5.00	10.70	8.50
1961/10	128.90	49.90	17.70	108.20	90.30	84.90	48.70	97.70	56.50	40.90	63.30
1961/11	34.80	27.40	46.80	26.90	54.20	61.70	28.00	95.20	46.50	17.00	40.00
1961/12	33.90	21.50	15.60	141.00	76.10	67.60	46.80	73.60	73.30	42.80	75.00
1962/01	90.00	24.20	17.60	43.00	38.00	57.00	15.20	20.00	24.30	17.40	22.90
1962/02	88.60	56.60	40.80	35.90	45.40	104.30	14.20	88.90	51.10	15.10	99.70
1962/03	76.30	33.10	24.20	21.10	47.60	18.40	24.00	18.30	47.80	18.00	44.10
1962/04	46.80	1.60	12.30	0.00	18.00	24.90	20.00	71.10	22.90	1.20	4.40
1962/05	44.60	24.40	17.00	26.10	31.00	9.80	18.70	7.80	38.00	13.60	25.20
1962/06	21.70	2.40	1.20	3.30	8.00	5.70	8.00	6.40	3.00	2.80	19.20
1962/07	22.80	18.80	13.80	26.20	17.30	18.10	22.90	10.20	31.80	11.40	34.20
1962/08	13.10	0.00	0.00	0.00	10.60	4.90	3.80	0.00	4.10	0.00	2.30
1962/09	24.90	128.60	130.60	289.60	204.00	204.90	447.60	271.40	201.10	258.80	137.60
1962/10	104.50	159.00	98.10	280.10	118.30	209.70	81.20	279.90	174.80	136.70	120.10
1962/11	80.40	88.00	202.80	127.60	122.70	87.00	82.50	61.50	87.80	74.00	86.40
1962/12	79.20	183.10	201.30	288.10	131.60	106.90	71.80	279.00	123.90	104.50	100.80
1963/01	76.20	16.10	46.80	83.90	76.40	88.40	26.10	285.00	42.70	14.10	62.00
1963/02	79.60	67.80	51.20	116.30	53.40	58.30	18.00	53.40	67.10	44.90	71.90
1963/03	80.70	26.20	41.40	54.60	54.80	68.30	27.60	92.70	47.20	41.80	84.30
1963/04	53.10	17.20	23.70	30.80	51.70	14.60	25.80	21.30	13.70	18.10	19.00
1963/05	43.30	41.70	44.20	79.20	46.80	21.90	45.70	33.90	44.10	41.70	42.50
1963/06	26.20	3.00	25.40	15.50	26.70	8.40	14.70	8.70	16.10	16.10	13.80
1963/07	22.80	17.10	11.70	32.10	16.40	25.60	24.10	18.10	27.20	24.50	64.00

Εικόνα 4.2.1.2: Εισαγωγή χρονοσειρών μέσω μηνιαίων βροχοπτώσεων (Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002) στο λογισμικό Hydrognomon 4.

MONTH	AGIOLOS_TEMP	VOLOS_TEMP	MIRRA_TEMP
1960/10	17.00	18.10	17.88
1960/11	13.20	15.10	15.54
1960/12	9.40	12.50	11.34
1961/01	5.10	7.60	6.77
1961/02	6.00	8.20	6.19
1961/03	11.10	12.20	11.11
1961/04	15.20	17.30	15.77
1961/05	18.70	21.10	19.46
1961/06	23.50	24.90	24.37
1961/07	25.40	26.50	26.47
1961/08	25.40	26.60	26.65
1961/09	21.10	22.50	21.27
1961/10	16.40	17.20	17.17
1961/11	12.80	15.40	15.01
1961/12	6.00	9.10	8.64
1962/01	5.20	8.30	6.95
1962/02	1.00	7.40	4.88
1962/03	11.40	12.00	11.40
1962/04	13.80	16.30	14.09
1962/05	19.00	21.70	20.37
1962/06	23.40	24.20	24.33
1962/07	26.10	26.90	27.06
1962/08	26.60	27.70	28.29
1962/09	21.10	23.80	23.55
1962/10	16.20	17.90	17.31
1962/11	13.40	15.20	15.94
1962/12	5.00	7.40	5.54
1963/01	4.60	6.40	4.08
1963/02	7.00	10.20	7.38
1963/03	8.40	10.10	8.25
1963/04	13.40	14.80	13.74
1963/05	17.80	19.60	18.54
1963/06	23.30	24.70	24.29
1963/07	26.00	27.80	26.94
1963/08	26.30	27.60	27.98
1963/09	21.10	24.20	23.58
1963/10	16.10	17.90	17.17

Εικόνα 4.2.1.3: Εισαγωγή χρονοσειρών μέσω μηνιαίων θερμοκρασιών (Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002) στο λογισμικό Hydrognomon 4.

4.2.2 CROPWAT 8.0

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 2, ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού CROPWAT 8.0, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής κάθε καλλιέργειας. Η εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται από το είδος του φυτού, το έδαφος πάνω στο οποίο καλλιεργείται και τα κλιματικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Επομένως, η εξατμισοδιαπνοή δίνεται από τη σχέση :

$$ET_c = K_c * ET_o \quad (4.2.2.1)$$

Όπου ET_c : εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας (mm/day)

K_c : συντελεστής που εξαρτάται από το είδος της καλλιέργειας

ET_o : εξατμισοδιαπνοή αναφοράς καλλιέργειας (mm/day)

Το ET_o είναι το μέγεθος που υπολογίζεται από το λογισμικό CROPWAT του FAO, με χρήση της εξίσωσης Penman – Monteith.

Το CROPWAT 8 χρειάστηκε μια σειρά εδαφικών, φυτικών και κλιματικών δεδομένων για να βγουν τα τελικά αποτελέσματα, για την τελική εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής των βασικών καλλιεργειών, όπως αυτές προέκυψαν από τη διαδικασία καθορισμού των χρήσεων γης (μηδική, τεύτλα, αραβόσιτος, σιτηρά, βαμβάκι, αμπέλια) και των υδατικών αναγκών της περιοχής και πιο συγκεκριμένα των υποπεριοχών που προκαθορίστηκαν ανάλογα με τα υπάρχοντα δίκτυα άρδευσης. Έτσι, σε κάθε υποπεριοχή καθορίστηκαν οι υδατικές ανάγκες κάθε κύριας καλλιέργειας (πάντα λαμβάνοντας υπόψη το εδαφολογική σύσταση του εδάφους στο οποίο ανήκει η κάθε καλλιέργεια). Έγιναν λοιπόν υδατικοί υπολογισμοί για τις κύριες καλλιέργειες που αρδεύονται από το παλιό προϋπάρχον ανοιχτό δίκτυο του Τ.Ο.Ε.Β., από το καινούριο κλειστό δίκτυο και από τον ταμιευτήρα με στόχο την ακριβέστερη εκτίμηση των αρδευτικών αναγκών ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας, την εδαφολογική σύσταση και την απόδοση του δικτύου (διαφορετικές απώλειες σε κάθε δίκτυο).

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ

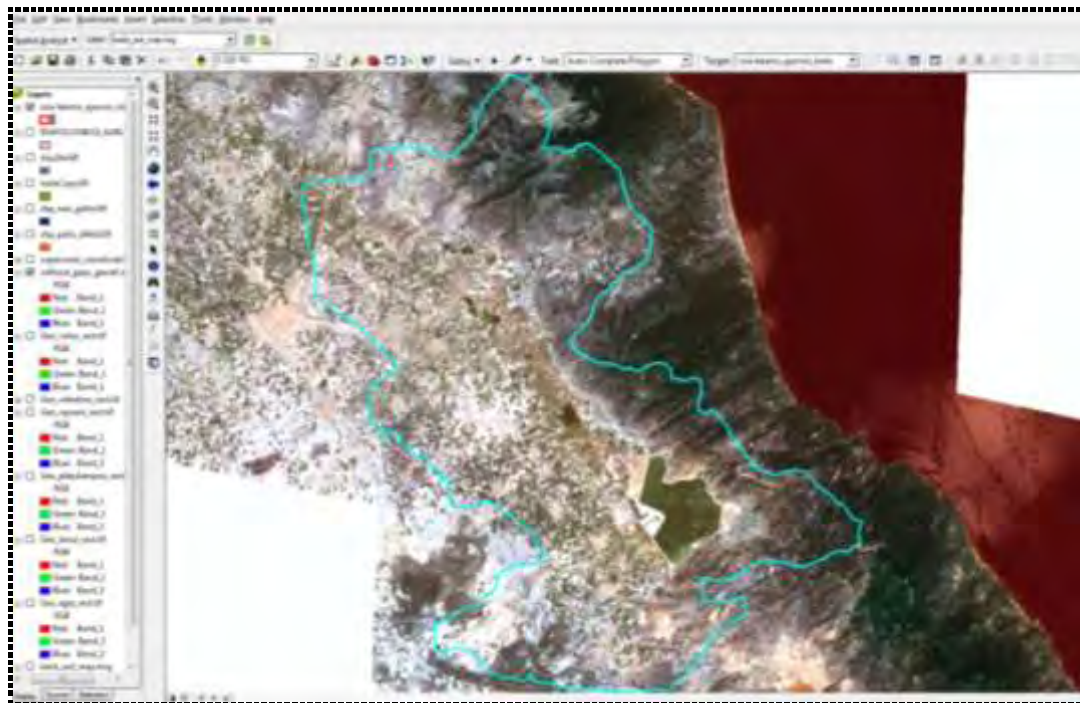
Τα εδάφη της περιοχής ταξινομήθηκαν με τελικό αποτέλεσμα να παραχθεί χάρτης με τις κύριες χρήσεις γης της περιοχής, πάνω σε αρχικές δορυφορικές εικόνες που ελήφθησαν από τη σελίδα <http://glovis.usgs.gov> και περιλαμβάνουν ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Στο παρόν Κεφάλαιο φαίνονται αρχικά το αποτέλεσμα της τελικά διορθωμένης δορυφορικής εικόνας και ο χάρτης χρήσεων γης που προήλθε από την εικόνα αυτή με το λογισμικό ERDAS IMAGINE 9.2, ενώ επίσης απεικονίζεται μέσω του ArcGIS το ενιαίο Project των γεωλογικών χαρτών, του εδαφολογικού χάρτη και των ορίων της περιοχής της λεκάνης απορροής της Κάρλας. Ακολουθούν Πίνακες με χρονοσειρές από μέσες μηνιαίες τιμές βροχοπτώσεων και θερμοκρασιών (κατανεμημένες πλέον σε πολύγωνα προκαθορισμένα με βάση το δίκτυο άρδευσης) και προερχόμενες από υπάρχουσες χρονοσειρές σταθμών κοντά στην περιοχή μελέτης, μετά από χρήση του λογισμικού HYDROGNOMON 4 και της δυνατότητάς του για αξιοποίηση της μεθόδου πολυγώνων Thiessen. Τέλος παραθέτονται Πίνακες με τις υπολογιζόμενες εξατμισοδιαπνοές και υδατικές ανάγκες των κύριων καλλιεργειών της περιοχής μελέτης για καθένα από τα αρδευτικά δίκτυα της περιοχής.

5.1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΔΑΦΩΝ – ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ

5.1.1 ERDAS IMAGINE 9.2

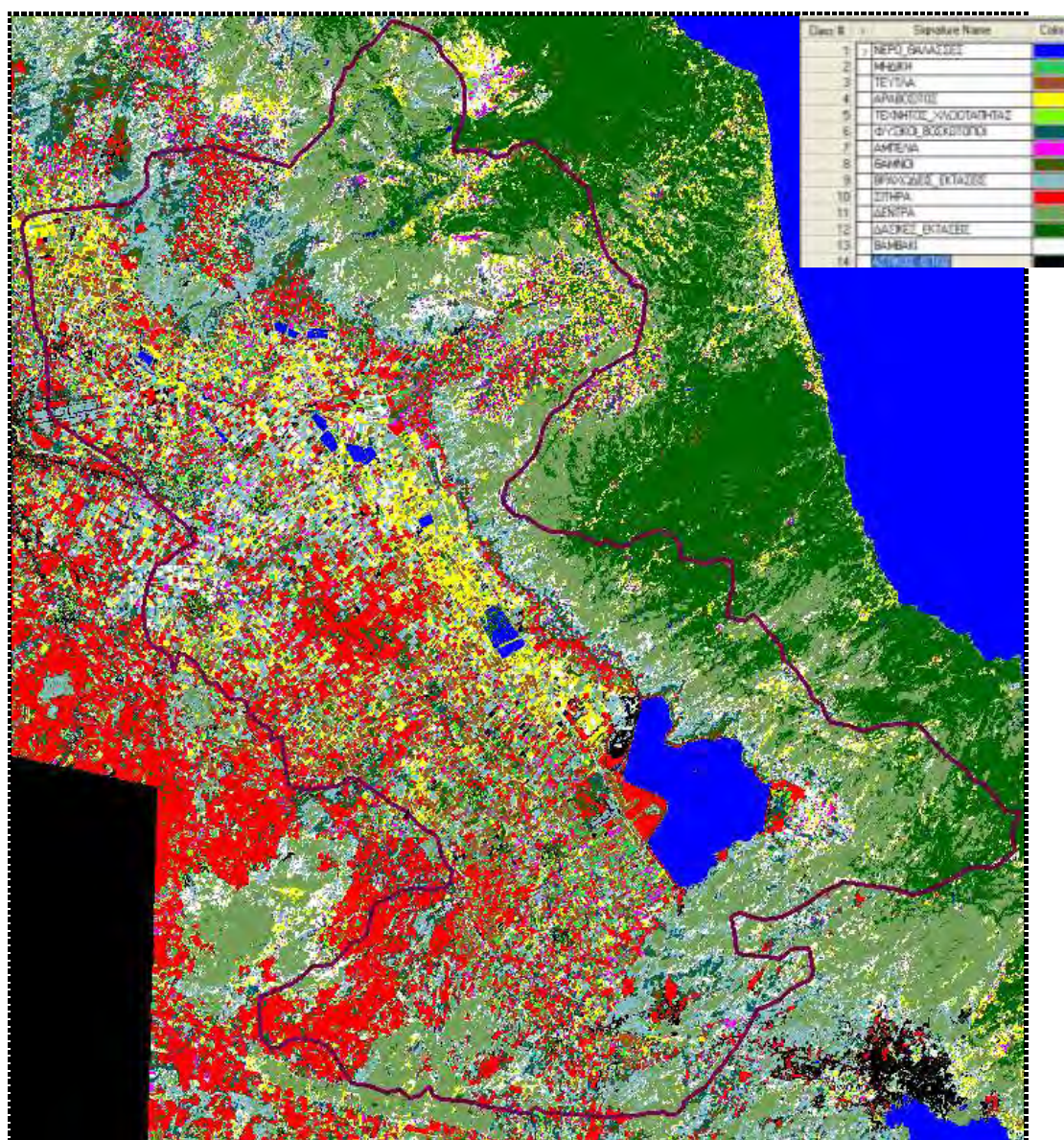
Στην Εικόνα 5.1.1.1 που ακολουθεί, φαίνεται η τελική μορφή που δόθηκε μέσω δυνατοτήτων του λογισμικού ERDAS IMAGINE 9.2 στις δύο αρχικές εικόνες που συνενώθηκαν για την κάλυψη ολόκληρης της περιοχής της λεκάνης απορροής της Κάρλας. Οπτικά καταλαβαίνει κανείς πως οι εικόνες έχουν πλέον τη μορφή μιας ενιαίας εικόνας, χωρίς να φαίνεται κάπου πρόκειται για τη συνένωση δύο, αφού δεν υπάρχουν ούτε κενά ούτε αλληλεπικαλύψεις μεταξύ τους. Έχουν κοπεί για να μην είναι χρονοβόρες οι διαδικασίες που ακολουθούν μέχρι τον τελικό στόχο της τηλεπισκόπησης, δηλαδή μέχρι την παραγωγή χάρτη χρήσεων γης μέσω επιβλεπόμενης ταξινόμησης της δορυφορικής εικόνας) και για να μπορεί εύκολα κανείς να εστιάζει στην περιοχή μελέτης (είναι η περιοχή της Εικόνα 5.1.1.1 που

περικλείεται από το γαλάζιο πολύγωνο). Το αισθητικό αποτέλεσμα της εικόνας δεν αντιμετωπίζει κανένα πρόβλημα, γεγονός που υποδηλώνει ότι χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς η δυνατότητα εξάλειψης των αρχικών κενών που έχουν οι εικόνες σε συγκεκριμένες λωρίδες τους (δυνατότητα που παρέχεται από το λογισμικό ERDAS IMAGINE 9.3). Τέλος, αν παρατηρήσει κανείς προσεχτικά την εικόνα σε σχέση με τα γεωαναφερμένα όρια (γαλάζιο πολύγωνο) της λεκάνης απορροής της Κάρλας, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η τελική δορυφορική εικόνα είναι γεωαναφερμένη σωστά (γεγονός που εξακριβώθηκε και με τη σύγκριση συντεταγμένων χαρακτηριστικών σημείων της με τις αντίστοιχες συντεταγμένες τους που δίνονται από την εφαρμογή του ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ Α.Ε. της διαδικτυακής σελίδας <http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx>)



Εικόνα 5.1.1.1: Τελική μορφή δορυφορικής εικόνας, μετά από απαραίτητες διορθώσεις πραγματοποιούμενες στο λογισμικό ERDAS IMAGINE 9.2.

Στην Εικόνα 5.1.1.2 φαίνεται το τελικό αποτέλεσμα στο οποίο κατέληξε η μέθοδος της Τηλεπισκόπησης μέσω του λογισμικού ERDAS IMAGINE 9.2 και της εφαρμογής της επιβλεπόμενης ταξινόμησης στην τελική μορφή της δορυφορικής Εικόνας 5.1.1.1 της προηγούμενης Παραγράφου. Με βάση την Εικόνα 5.1.1.2 φαίνεται πως οι κύριες καλλιέργειες είναι η μηδική, τα τεύτλα, το καλαμπόκι, τα σιτηρά, τα αμπέλια, ενώ γενικότερα φαίνεται πως στην περιοχή υπάρχουν και πολλές δενδρώδεις εκτάσεις.



Εικόνα 5.1.1.2: Τελική μορφή δορυφορικής εικόνας, μετά από απαραίτητες διορθώσεις πραγματοποιούμενες στο λογισμικό ERDAS IMAGINE 9.2.

Στον Πίνακα 5.1.1.1 φαίνεται η τελική κατηγοριοποίηση των καλλιεργειών σε κλάσεις, ενώ στον Πίνακα 5.1.1.2 φαίνεται η εκτίμηση της ακρίβειας της μεθόδου με την αξιολόγηση 60 τυχαίων σημείων (Congalton and Green, 2009) που δημιουργεί το λογισμικό ERDAS IMAGINE 9.2.

Πίνακας 5.1.1.1: Κατηγοριοποίηση καλλιεργειών σε κλάσεις.

ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΛΑΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
1	Νερό
2	Μηδική
3	Τεύτλα
4	Αραβόσιτος
5	Τεχνητός Χλοοτάπητας
6	Φυσικοί Βοσκότοποι
7	Αμπέλια
8	Θάμνοι
9	Βραχώδεις εκτάσεις
10	Σιτηρά
11	Δένδρα
12	Δασικές Εκτάσεις
13	Βαμβάκι
14	Αστικός Ιστός

Πίνακας 5.1.1.2: Στατιστικά αποτελέσματα ταξινόμησης.

	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΝΑΦΟΡΑΣ														ΣΥΝΟΛΟ ΓΡΑΜΜΩΝ	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	1	<u>2</u>		1											3	
	2		<u>4</u>												4	
	3			<u>3</u>											3	
	4				<u>3</u>										3	
	5					<u>6</u>		1							7	
	6						<u>3</u>								3	
	7							<u>5</u>							5	
	8			1			1		<u>6</u>						8	
	9	1							1	<u>5</u>					7	
	10										<u>3</u>				3	
	11		1			1						<u>2</u>			4	
	12									1			<u>2</u>		3	
	13							1						<u>3</u>	4	
	14														<u>3</u>	3
ΣΥΝΟΛΟ ΣΤΗΛΩΝ		3	5	4	4	7	4	6	8	6	3	2	2	3	3	<u>60</u>
Συνολική ακρίβεια ταξινόμησης $(2+4+3+3+6+3+5+6+5+3+2+2+3+3)/60= 83,3\%$																

Ο Πίνακας 5.1.1.2 σχηματίστηκε για να ελεγχθεί η ακρίβεια της ταξινόμησης, μετά από επιτόπιους ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν σε τυχαία δείγματα και απεικονίζει το ποσοστό των δεδομένων αναφοράς που συμπίπτουν με τα δεδομένα ταξινόμησης. Προκύπτει λοιπόν πως η ταξινόμηση που έγινε έχει ακρίβεια 83,3% .

5.1.2 ArcGIS 9.3

Αρχικό λόγος της χρήσης του λογισμικού ArcGIS 9.3 στο πλαίσιο εκπόνησης της παρούσας εργασίας είναι η ψηφιοποίηση των πέντε γεωλογικών χαρτών και του ενός εδαφολογικού χάρτη που καλύπτουν στο σύνολό τους την περιοχή μελέτης.

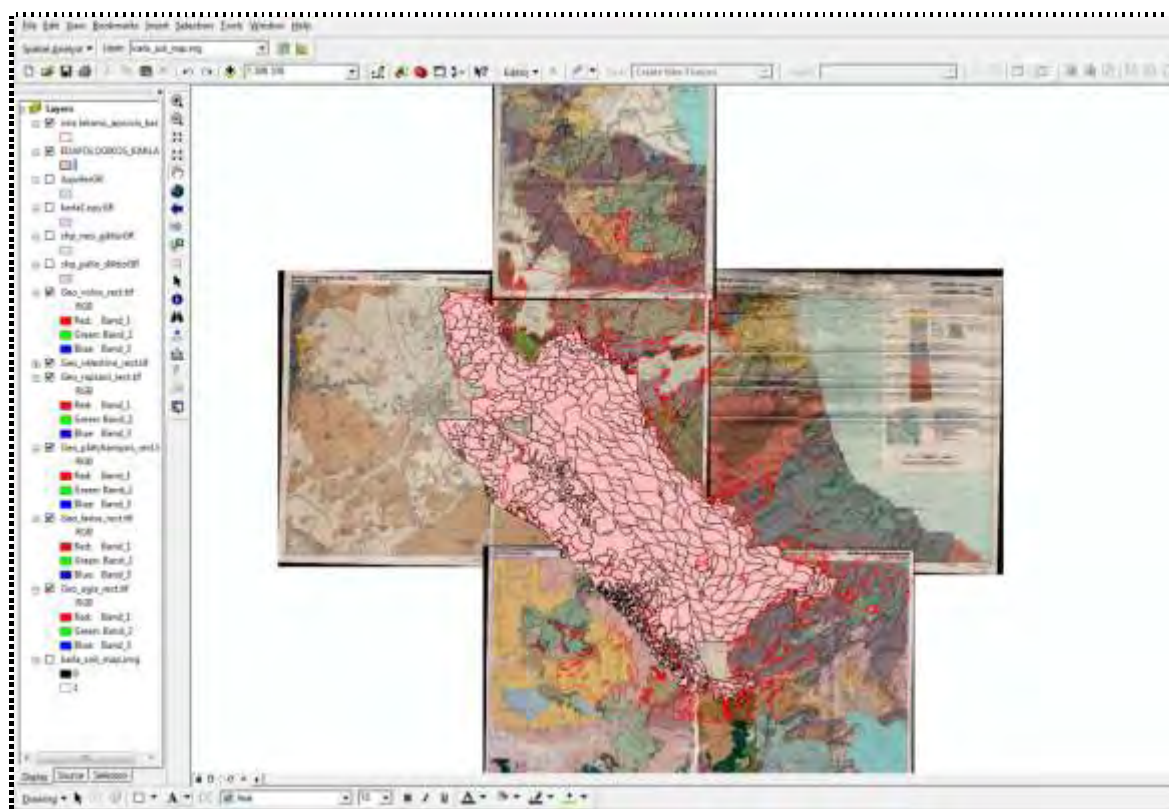
Η λεκάνη απορροής αποτέλεσε κι αυτή ξεχωριστό φύλλο το οποίο εισήχθηκε μαζί με τους χάρτες στο περιβάλλον του ArcGIS 9.3 οπότε και δημιουργήθηκε το τελικό ενιαίο ένα project (εικόνα 5.1.2.1). Παρατηρώντας την Εικόνα 5.1.2.1 αντιλαμβάνεται κανείς αρχικά πως η γεωαναφορά με στόχο την απεικόνιση της πραγματικότητας σε έναν ενιαίο χάρτη έγινε με επιτυχία, αφού οι ενώσεις των αρχικών φύλλων ακολουθούν τις ακμές και τις καμπύλες και συνεχίζουν φυσικά από το ένα φύλλο στο άλλο. Υπάρχει μια μικρή απώλεια πληροφορίας στα όρια των επιμέρους φύλλων, που οφείλεται κυρίως στις επεξεργασίες του δημιουργού των συγκεκριμένων χαρτών και για των τεμαχισμό του ενιαίου χάρτη σε πολλαπλά φύλλα χάρτη.

Για να είναι εμφανής ο εδαφολογικός χάρτης (είναι αυτός στον οποίο επικεντρώνεται το ενδιαφέρον μας για τη συλλογή των απαραίτητων εδαφολογικών στοιχείων της μελέτης μας) δίνεται σ' αυτόν ροζ χρώμα, ενώ ταυτόχρονα φαίνονται πάνω του τα μαύρα πολύγωνα που ξεχωρίζουν μεταξύ τους τα διαφορετικής σύστασης συνορεύοντα εδάφη. Όπως και στην περίπτωση του χάρτη χρήσεων γης, έτσι και εδώ από τη σύγκριση των χαρτών και των γεωαναφευμένων ορίων της λεκάνης απορροής της Κάρλας, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι στους χάρτες έχει γίνει σωστή γεωαναφορά (γεγονός που εξακριβώθηκε και με τη σύγκριση συντεταγμένων χαρακτηριστικών σημείων των χαρτών με τις αντίστοιχες συντεταγμένες τους που δίνονται από την εφαρμογή του ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ Α.Ε. της διαδικτυακής σελίδας <http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx>).

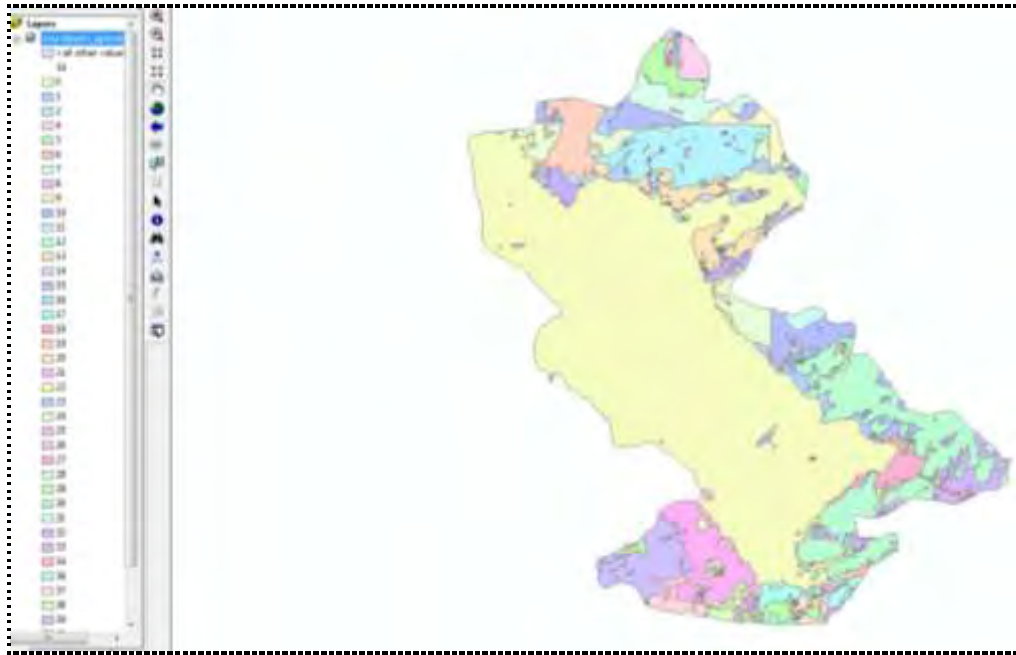
Στη συνέχεια απεικονίζονται ξεχωριστά τα πολύγωνα που κατασκευάστηκαν κατά την ψηφιοποίηση των γεωλογικών χαρτών (κόκκινα πολύγωνα Εικόνας 5.1.2.2) και εκείνα της ψηφιοποίησης του εδαφολογικού χάρτη (Εικόνα 5.1.2.3). Ο συνολικός αριθμός των σχηματιζόμενων πολυγώνων και τα χαρακτηριστικά που τους δόθηκαν κατά την ψηφιοποίηση ανάλογα με τη σύσταση του κάθε πολυγώνου, φαίνονται στο “Attribute Table” του ArcGIS 9.3 (βλ. Παράρτημα). Οι γεωλογικοί χάρτες έχουν συνολικά 476 πολύγωνα και ο εδαφολογικός 669.

Μέσα από τις Εικόνες 5.1.2.1, 5.1.2.2 και 5.1.2.3 υπάρχει πλέον πλήρης εποπτεία της σύστασης της περιοχής. Όπως περιγράφηκε και στην Παράγραφο 4.2.1. στην περιοχή μελέτης μας τα εδάφη μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε αμμώδη, αμμοπηλώδη, πηλώδη, αργιλοπηλώδη και αργιλώδη (5 διαφορετικοί χρωματισμοί Εικόνας 5.1.2.3), ενώ τα τμήματα της περιοχής που δεν καλύπτει ο εδαφολογικός χάρτης, παρατηρώντας τους γεωλογικούς χάρτες (ΕΙΚΟΝΑ 5.1.2.2) μπορούμε να τα κατηγοριοποιήσουμε χονδρικά το υπέδαφός σε αλλουβιακό – χωμάτινο και σε υπέδαφος αποτελούμενο από πετρώματα.

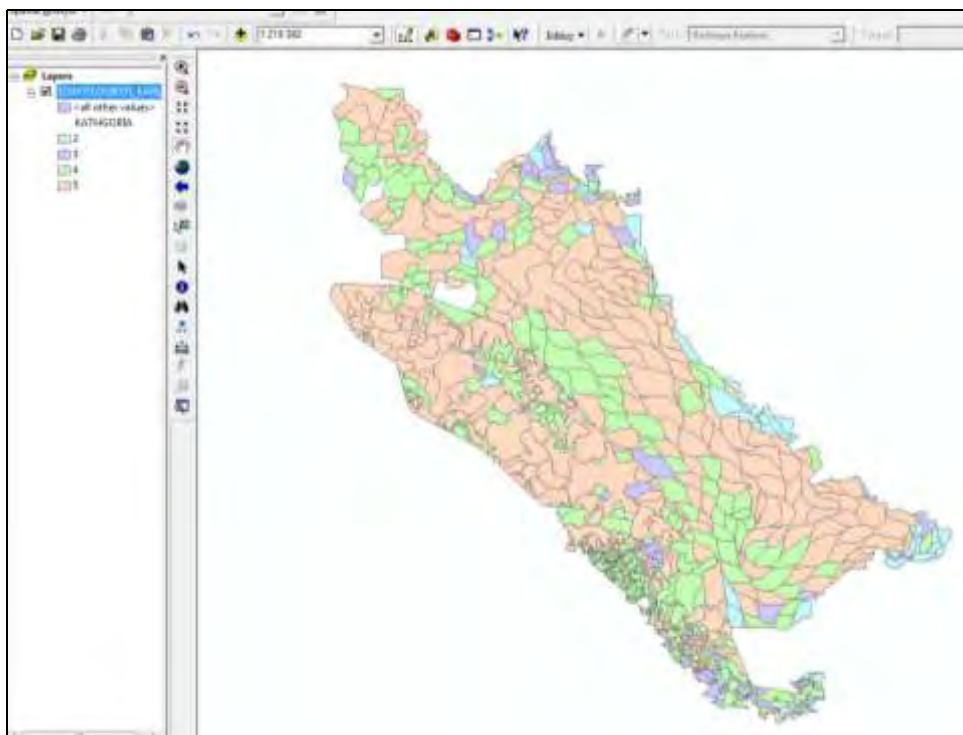
Τέλος, μέσα από λογισμικό ArcGIS 9.3 και το “Attribute Table” μπορούμε να δούμε τα εμβαδά σε m^2 που αντιστοιχούν σε κάθε πολύγωνο των ψηφιοποιημένων χαρτών (βλ. Εικόνα 5.1.2.4).



Εικόνα 5.1.2.1: Υδρολογικοί χάρτες, εδαφολογικός χάρτης και όρια λεκάνης απορροής λίμνης Κάρλας στο ArcGIS.



Εικόνα 5.1.2.2: Απεικόνιση πολυγώνων ψηφιοποίησης γεωλογικών χαρτών.



Εικόνα 5.1.2.3: Απεικόνιση πολυγώνων ψηφιοποίησης εδαφολογικού χάρτη.

5.2 ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

5.2.1 HYDROGNOMON 4

Από τις μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις των 12 μετεωρολογικών σταθμών (Αγιάς, Αγκιάλου, Λάρισας, Μακρυνίτσας, Μύρων, Πολυδενδρίου, Σωτήριου, Σπηλιάς, Στεφανοβίκειου, Βόλου, Χαλκιάδων και Ζαππείου) για 42 υδρολογικά έτη (από Οκτώβριο του 1960 έως Σεπτέμβριο του 2002) έγινε χωρική κατανομή των βροχοπτώσεων με τη δυνατότητα “spatial integration surface rainfall” του λογισμικού HYDROGNOMON 4, με τελικό αποτέλεσμα τις κατανεμημένες πλέον επιφανειακές βροχοπτώσεις (Εικόνες 5.2.1.1 έως 5.2.1.4). για τις τέσσερις περιοχές που περικλείονται από τα πολύγωνα και έχουν αναλυθεί λεπτομερώς στην Παράγραφο 4.2.1. Καθότι για το σταθμό Λάρισας είχαμε δεδομένα από το υδρολογικό έτος 1955 - 1956 έως και το 2008 - 2009 χρησιμοποιήθηκε ως ανεξάρτητη μεταβλητή για την εκτίμηση των μέσων μηνιαίων επιφανειακών βροχοπτώσεων μέχρι και το υδρολογικό έτος 2008 – 2009 (βλ. Εικόνες 5.2.1.5 έως 5.2.1.8), με τη βοήθεια της στατιστικής, του λογισμικού HYDROGNOMON 4 (regression and infilling).

Κάτι αντίστοιχο έγινε και για τον υπολογισμό των μηνιαίων θερμοκρασιών για τις οποίες πήραμε δεδομένα από 4 σταθμούς Σωτήριου, Λάρισας, Μύρων και Βόλου. Τα αποτελέσματα των τελικών παραγόμενων θερμοκρασιών από το λογισμικό HYDROGNOMON 4 παρουσιάζονται στις Εικόνες 5.2.1.5 έως 5.2.1.8.

	Created by spatial integration
1960/10	14.03
1960/11	13.88
1960/12	13.88
1961/01	16.38
1961/02	16.18
1961/03	16.21
1961/04	14.31
1961/05	14.36
1961/06	18.14
1961/07	12.14
1961/08	9.18
1961/09	18.63
1961/10	16.37
1961/11	12.41
1961/12	12.63
1962/01	16.37
1962/02	13.82
1962/03	16.36
1962/04	18.18
1962/05	18.17
1962/06	7.18
1962/07	12.13
1962/08	3.17
1962/09	184.99
1962/10	103.18
1962/11	84.11
1962/12	87.84
1963/01	13.17
1963/02	14.08
1963/03	14.38
1963/04	14.81
1963/05	15.44
1963/06	14.77
1963/07	13.12
1963/08	6.13
1963/09	12.13
1963/10	103.01
1963/11	14.36
1963/12	18.12
1964/01	16.11

Εικόνα 5.2.1.1: Απόσπασμα υπολογιζόμενων τιμών επιφανειακών μηνιαίων βροχοπτώσεων για το (Οκτώβριος 1955 – Σεπτέμβριος 2009) από το λογισμικό Hydrognomon 4 (created by spatial integration) για το πολύγωνο του Νέου Δικτύου άρδευσης.

	Created by spatial integration
1960/10	18.21
1960/11	18.74
1960/12	141.24
1961/01	18.81
1961/02	16.17
1961/03	18.88
1961/04	17.36
1961/05	14.44
1961/06	16.18
1961/07	15.30
1961/08	13.88
1961/09	8.41
1961/10	18.14
1961/11	17.52
1961/12	16.38
1962/01	11.74
1962/02	16.34
1962/03	17.88
1962/04	18.74
1962/05	14.17
1962/06	8.84
1962/07	18.30
1962/08	6.09
1962/09	188.74
1962/10	144.30
1962/11	98.83
1962/12	127.17
1963/01	18.81
1963/02	16.18

Εικόνα 5.2.1.2: Απόσπασμα υπολογιζόμενων τιμών επιφανειακών μηνιαίων βροχοπτώσεων για το (Οκτώβριος 1955 – Σεπτέμβριος 2009) από το λογισμικό Hydrognomon 4 (created by spatial integration) για το πολύγωνο του Παλιού Δικτύου άρδευσης.

	Created by spatial integration
1955/10	28.98
1956/11	-41.03
1956/12	180.73
1951/01	94.44
1951/02	25.36
1951/03	96.95
1951/04	23.23
1951/05	26.02
1951/06	33.01
1951/07	22.99
1951/08	19.87
1951/09	18.70
1951/10	28.38
1951/11	-63.34
1951/12	64.29
1952/01	79.02
1952/02	41.71
1952/03	30.49
1952/04	15.25
1952/05	21.08
1952/06	8.03
1952/07	22.08
1952/08	5.08
1952/09	29.28
1952/10	126.36
1952/11	94.95
1952/12	180.51
1953/01	52.37
1953/02	-47.08
1953/03	96.11
1953/04	29.18
1953/05	-94.34
1953/06	15.32
1953/07	-26.48
1953/08	10.72
1953/09	21.30
1953/10	110.83

Εικόνα 5.2.1.3: Απόσπασμα υπολογιζόμενων τιμών επιφανειακών μηνιαίων βροχοπτώσεων για το (Οκτώβριος 1955 – Σεπτέμβριος 2009) από το λογισμικό Hydrognomon 4 (created by spatial integration) για το πολύγωνο του Ταμιευτήρα .

	Created by spatial integration
1955/10	71.52
1956/11	31
1956/12	204.50
1951/01	52.45
1951/02	24.11
1951/03	62.38
1951/04	22.32
1951/05	22.61
1951/06	31.27
1951/07	22.22
1951/08	13.89
1951/09	18.72
1951/10	18.16
1951/11	-61.30
1951/12	64.36
1952/01	76.11
1952/02	28.21
1952/03	24.26
1952/04	17.46
1952/05	22.19
1952/06	8.86
1952/07	21.87
1952/08	6.99
1952/09	286.24
1952/10	122.91
1952/11	92.64
1952/12	182.70
1953/01	52.79
1953/02	-49.04
1953/03	-80.22
1953/04	27.21
1953/05	-49.41
1953/06	18.12
1953/07	22.28
1953/08	11.88
1953/09	18.12
1953/10	671.8

Εικόνα 5.2.1.4: Απόσπασμα υπολογιζόμενων τιμών επιφανειακών μηνιαίων βροχοπτώσεων για το (Οκτώβριος 1955 – Σεπτέμβριος 2009) από το λογισμικό Hydrognomon 4 (created by spatial integration) για το πολύγωνο της υπόλοιπης περιοχής της λεκάνης απορροής της Κάβλας (όλης η περιοχής μελέτης πλην των πολυγώνων του Ταμιευτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης).

Year	Temperature
1955	18.11
1956	9.85
1957	18.44
1958	18.88
1959	22.89
1960	26.11
1961	23.88
1962	26.76
1963	17.12
1964	16.88
1965	6.23
1966	5.24
1967	3.71
1968	9.88
1969	13.62
1970	17.78
1971	21.89
1972	25.87
1973	26.40
1974	23.84
1975	18.70
1976	11.61
1977	5.91
1978	4.68
1979	8.89
1980	8.61
1981	12.23
1982	17.28
1983	24.88
1984	26.14
1985	26.47
1986	23.83
1987	16.69
1988	11.23
1989	5.30
1990	5.61
1991	6.98
1992	8.61
1993	12.96
1994	21.13
1995	23.92
1996	29.28

Εικόνα 5.2.1.7: Υπολογισμός μηνιαίων θερμοκρασιών (Οκτώβριος 1955 – Σεπτέμβριος 2009) στο λογισμικό Hydrognomon 4 για το πολύγωνο του Ταμιεντήρα .

Year	Temperature
1955	23.44
1956	24.98
1957	28.23
1958	21.55
1959	15.12
1960	12.80
1961	7.44
1962	6.84
1963	8.17
1964	8.88
1965	14.63
1966	17.34
1967	23.26
1968	25.36
1969	26.80
1970	21.88
1971	15.87
1972	10.88
1973	5.88
1974	6.70
1975	4.61
1976	6.82
1977	12.79
1978	18.88
1979	23.88
1980	23.78
1981	28.23
1982	30.52
1983	19.38
1984	10.78
1985	6.17
1986	5.70
1987	6.70
1988	8.18
1989	14.88
1990	18.40
1991	24.17
1992	25.11

Εικόνα 5.2.1.8: Υπολογισμός μηνιαίων θερμοκρασιών (Οκτώβριος 1955 – Σεπτέμβριος 2009) στο λογισμικό Hydrognomon 4 για το πολύγωνο της υπόλοιπης περιοχής της λεκάνης απορροής της Κάρλας (όλης η περιοχής μελέτης πλην των πολυγώνων του Ταμιεντήρα, του Παλιού και του Δικτύου του ΤΟΕΒ Πηνειού) .

5.2.2 CROPWAT 8.0

Όπως έχει προαναφερθεί το λογισμικό CROPWAT 8.0 υπολόγισε τις υδατικές ανάγκες των κυρίων καλλιεργειών, αφού πρώτα χωρίστηκε η περιοχή μελέτης μας σε τέσσερις υποπεριοχές. Παρουσιάζονται λοιπόν, τα αποτελέσματα για κάθε μία από τις περιοχές αυτές ξεχωριστά.

▪ Δίκτυο ΤΟΕΒ Πηγειού

Στους Πίνακες 5.2.2.1 και 5.2.2.2 φαίνονται οι χρονοσειρές βροχοπτώσεων και θερμοκρασιών αντίστοιχα για το πολύγωνο της περιοχής του Δικτύου Άρδευσης του ΤΟΕΒ Πηγειού.

Πίνακας 5.2.2.1: Βροχοπτώσεις (mm) για την περιοχή του Νέου Δικτύου Άρδευσης του ΤΟΕΒ Πηνειού.

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Ετήσιος
1954-55				31.7	32.8	37.4	96.9	0	24.3	21.9	81.3	73.1	399.4
1955-56	265.1	83.9	25.4	95.2	43.9	80.7	17	59.7	60	10.1	0.5	1.5	743
1956-57	43	96.6	12.1	14.5	37.1	18.8	20.7	56.3	75.2	0	12.8	41	428.1
1957-58	130	50.8	24.9	0	0	0	0	16.8	5.3	19.1	1	33.9	281.8
1958-59	24.4	61	15.3	45.8	2.2	49.7	42.4	37.3	38	15.8	5.9	66.9	404.7
1959-60	47.3	22.6	46.3	30.6	35.3	55.8	29.5	87.9	29.7	0.3	12.5	74.9	472.7
1960-61	13.9	14.1	156	41.6	12.2	62.9	16.3	36.2	19.8	16	6.9	2.2	398.1
1961-62	37.9	46.8	55.5	21.3	43	28.3	12.3	27	1.2	13.6	0	150.7	437.6
1962-63	92.4	98.4	102.5	45.6	56.8	36.6	22.9	44.2	25.4	11.7	17.7	4.5	558.7
1963-64	94.1	49.6	70.9	25.9	18.8	67.8	9.9	58.3	62	16.1	0	26	499.4
1964-65	23	48.8	40.3	36.9	41	29.3	26.5	17.2	88.7	0	0	0	351.7
1965-66	0.5	37.1	22.8	37.5	8.5	12.9	15.7	5.1	45.3	3	15	12.8	216.2
1966-67	67.1	77	71	18.5	11.5	12	43.7	66.4	3	38.5	19.5	101	529.2
1967-68	34	39.1	20.1	28.8	24.1	14.8	14.7	89.6	10	1	5.5	17	298.7
1968-69	36	43.6	71.8	40.6	39.8	60.3	2	0.6	4	0	0	35.1	333.8
1969-70	0	26.6	103.7	27	51.5	20.8	2.4	31.6	24.6	7	0.2	5.9	301.3
1970-71	4.2	2.2	35.9	13.3	64.1	53	15.3	43.7	24.3	51.9	13.9	30.9	352.7
1971-72	49.3	10.6	41.6	13.6	78.2	42.2	75.8	46.8	20.5	131.8	21.2	12.8	544.4
1972-73	92.8	3.8	5	79.3	36.4	54.8	12.1	4.2	2.6	22.4	7.8	53.7	374.9
1973-74	74.4	42.2	53.6	0	0	0	0	23.5	50.1	2	0.8	13	259.6
1974-75	46.6	51.7	51.7	5.4	35.5	23.2	22.1	26.7	106	0.3	55.1	37.6	461.9
1975-76	27.6	53.6	48.2	22.1	58.3	30.8	57.9	84.7	7.3	38.3	46.3	15.8	490.9
1976-77	42.4	54.7	11.7	11.5	47.6	24.6	17.2	23.4	15.6	9.6	3.4	28.4	290.1
1977-78	9.2	27.8	29.2	66	28.7	48.2	47.9	31.8	8.2	0	1.1	240	538.1
1978-79	60.3	26.1	60.9	47.5	45.7	16.6	32.7	55.8	2.8	2.3	7.4	19.9	378
1979-80	74.6	154	52.2	52.6	11.5	46.9	40	33.6	17.2	2.6	6.5	15.6	507.3
1980-81	107.2	40.5	42.2	75.7	30.3	8.7	26.8	30.7	9.4	8.6	18.9	10.4	409.4
1981-82	75	57.7	39.6	9	121.9	49.4	109.4	137.5	17.7	13.6	40.9	7.3	679
1982-83	74.8	94.6	28.2	5.9	29.7	18.4	3.3	22.1	51.5	77.1	11.4	3.2	420.2
1983-84	26.5	39.8	151.9	29.4	24.1	42.6	74.9	13.1	17.8	2.2	53.8	6	482.1
1984-85	26.9	54.7	30.7	30.2	10.4	54.3	13.6	11.4	9.6	2.8	0	4.6	249.2
1985-86	45.4	154	16.3	16	68.8	29.4	7.2	20.8	42.3	5.1	10.2	8	423.5
1986-87	116.8	62.8	8.2	30.4	40.1	157.2	33.9	34	1.3	2.5	9.9	30.5	527.6
1987-88	37.7	75.9	41.5	32.1	26.4	25.9	30.4	7	8.7	0.9	1.6	9.8	297.9
1988-89	38.1	118.7	96.9	1.8	5.4	34.9	11	43.6	20.8	31.5	29.9	2.3	434.9
1989-90	22.4	43.1	77.2	0.7	6.3	10.2	16.8	52.7	5.8	50.3	64.1	6.5	356.1
1990-91	30.8	71.1	73.7	30.8	17.3	52.8	89.1	60	27	40.1	56.7	40.5	589.9
1991-92	25	47.3	2.9	7.2	7.8	10.4	88.3	55.2	73.8	13.8	0	0	331.7
1992-93	39.3	62.1	26.7	14.6	29.2	25.3	12.4	76	4.3	1	3.2	6.9	301
1993-94	9.1	167.8	5.5	71.4	32.3	21.5	61.9	26.7	1.3	24.2	8.2	0	429.9
1994-95	85.9	49.9	61.5	57.7	5	32.7	18.1	32.3	34.4	31	12.3	24	444.8
1995-96	7.8	29.6	109	50.2	56	61.9	22.3	9	0.3	14.9	30.3	63.7	455
1996-97	70	34.9	46	31.4	14.5	24.1	67.5	0.2	30.7	1.4	30.6	1.4	352.7
1997-98	61.5	22.8	63	21.6	52.6	32.6	4.5	136.2	2.3	0.3	0.7	37.1	435.2
1998-99	17.6	159.6	48.3	49.1	52.1	82.5	28.3	5.4	5	0.8	12.6	17.4	478.7
1999-00	57.4	63.5	61.7	14.1	38	24.7	15.1	23.6	16	2.4	1.7	9.6	327.8
2000-01	40.8	25.6	20.6	31.5	18.7	12.2	45.1	66.4	11.4	72.4	7.6	0.9	353.2
2001-02	2.3	18.2	54.7	13	15	45	58	6	0	35	38	120	405.2
2002-03	88	34	136	80	17	21	26	45	33	29	4	21	534
2003-04	75	7	50	87	7	40	33	56	92	6	0	18	471
2004-05	52	25	37	19	51	52	5	29	0	15	16	48	349
2005-06	5	56	62	120	34	41	33	1	9	26	10	155	552
2006-07	112	10	12	14	28	26	18	36	40	0	25	31	352
2007-08	92	97	18.5	3.3	18.8	12.7	41.3	3.7	12.2	18.4	7	64.3	389.2
2008-09	19	23.3	62.6	104.1	14.5	61.8	14.6	38.6	9.1	29	1.5	31.2	409.3
Mean	52.8	54.99	50.24	34.62	31.58	37.08	30.96	37.96	24.69	18.01	15.43	34.41	419.89

Πίνακας 5.2.2.2: Χρονοσειρές θερμοκρασιών (°C) για την περιοχή του Δικτύου Άρδευσης του ΤΟΕΒ Πηνειού.

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβρις	Ιανουάρις	Φεβρουάρι	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβρι
1954-55				8.53	10.67	9.32	10.82	19.27	23.22	26.47	24.14	21.78
1955-56	17.54	11.94	8.45	5.77	3.19	5.86	14.3	18.31	21.77	26.23	27.73	21.95
1956-57	16.32	12.77	5.64	5.36	9.47	8.8	12.77	17.91	24.94	26.5	27.56	22.51
1957-58	17.15	12.66	5.44	6.24	9.34	8.8	13.03	20.37	24.71	26.31	27.89	21.61
1958-59	16.53	12.89	8.22	4.97	3.61	10.15	12.9	18.36	21.27	25.9	24.97	20.96
1959-60	13.46	11.02	9.32	6.21	7.71	8.87	12.94	18.48	22.83	25.64	27.35	21.16
1960-61	17.89	14.37	9.87	5.93	6.1	11.1	15.49	19.08	23.94	25.93	26.02	22.19
1961-62	16.89	13.91	6.32	6.07	4.94	10.4	13.94	19.97	23.86	26.58	27.44	22.33
1962-63	16.76	14.67	5.27	5.34	7.19	8.32	13.57	18.17	23.8	26.47	27.14	22.34
1963-64	16.69	13.91	7.77	4.61	6.1	9.69	13.57	18.06	23.3	25.34	25.16	22.06
1964-65	17.62	13.1	7.67	6.35	3.32	9.18	12.91	17.98	23.51	26.39	24.3	22.28
1965-66	15.89	11.93	7.92	5.2	10.39	9.49	14.83	18.47	22.94	26.58	27.09	22.19
1966-67	19.41	13.56	7.37	5.23	5.26	9.79	13.52	18.86	22.88	25.08	26.48	22.17
1967-68	17.69	12.74	7.27	3.66	8.14	8.73	15.02	20.15	22.81	26.01	25.01	22.22
1968-69	16.22	12.98	6.72	5.37	8.24	8.88	12.82	20.07	23.94	25.34	25.97	22.24
1969-70	16.08	13.21	7.77	7.1	8.47	9.9	14.91	17.74	23.99	25.82	26.95	22.19
1970-71	16.03	11.82	6.12	6.98	6.1	8.13	13.09	19.59	24.43	24.7	26.39	21.97
1971-72	15.31	11.64	6.63	6.11	6.63	9.28	14.32	19.07	24.72	25.62	25.48	22.15
1972-73	14.42	12.59	5.66	5.26	6.95	6.83	12.85	19.56	23.32	26.68	24.18	22.44
1973-74	16.9	9.89	5.31	6.49	7.19	9.51	11.66	17.87	23.53	25.21	24.89	21.83
1974-75	17.44	11.85	5.16	5.36	4.89	10.08	14.09	18.52	22.65	25.74	24.35	22.89
1975-76	16.33	11.49	5.77	6.32	5.61	8.55	14.15	18.03	22.3	24.71	21.8	21.31
1976-77	17.12	12.26	6.63	6.15	10.78	10.4	13.72	20.17	24.11	27.2	25.92	21.57
1977-78	15.64	12.78	4.97	4.93	8.53	10.83	13.05	17.65	23.53	25.32	23.03	20.78
1978-79	15.76	8	8.54	5.44	7.64	11.07	12.08	18.4	23.9	24.87	24.5	21.77
1979-80	15.76	12.47	7.78	4.83	5.99	8.77	12.34	16.85	19.77	25.98	25.63	21.85
1980-81	17.28	13.96	6.98	3.16	6.28	11.84	13.34	17.01	24.02	25.02	24.24	22.45
1981-82	18.4	8.92	7.99	3.57	3.79	8.2	12.04	17.44	23.34	25.1	25.89	22.72
1982-83	16.84	8.52	7.68	5.53	4.31	9.57	16.12	20.15	22.03	25.93	24.17	21.7
1983-84	15.87	9.99	5.77	6.16	3.72	8.15	11.07	18.3	22.49	24.12	22.53	21.5
1984-85	17.49	10.59	5.22	5.46	3.06	8.08	14.67	19.77	23.43	24.87	25.3	21.19
1985-86	14.29	11.86	7.39	6.46	6.49	8.44	14.51	17.92	22.83	24.23	24.56	21.24
1986-87	15.36	8.66	2.35	6.27	7.02	3.57	12.76	16.88	22.92	25.88	24.42	22.54
1987-88	14.87	9.63	6.18	6.97	5.73	8.43	12.53	18.51	23.72	27.09	25.92	21.7
1988-89	15.39	6.18	3.26	3.63	6.99	10.64	15.69	17.76	22.94	24.88	25.65	21.9
1989-90	15.15	10.39	4.92	4.6	7.75	10.98	14.65	18.8	23.83	26.15	24.4	21.94
1990-91	17.14	14.11	7.37	5.28	5.94	11.25	12.59	17.91	25.31	25.43	24.96	22.51
1991-92	18.03	12.07	3.35	5.53	5.82	9.57	14.76	18.17	24.53	25.47	26.88	22.47
1992-93	19	12.64	5.86	5.36	3.74	10.3	15.86	18.75	25.36	27.01	26.5	23.14
1993-94	19.39	10.38	7.43	6.69	4.91	10.35	14.64	18.85	22.56	23.73	25.03	23.48
1994-95	18.02	10.86	6.73	5.56	9.99	11.06	14.06	20.32	26.5	26.02	25.27	22.19
1995-96	15.33	8.84	10.07	6.51	7.07	6.84	13.45	20.44	26.08	26.7	26.2	21.63
1996-97	15.25	13.1	7.86	6.85	7.34	9.91	11.64	21.36	24.75	27.86	24.5	21.42
1997-98	15.9	11.59	6.72	7.08	9.41	8.09	16.58	19.14	24.95	27.5	27.6	22.4
1998-99	18.49	11.65	5.36	7.42	5.39	9.48	14.91	21.08	26.06	26.19	29.02	23.06
1999-00	19.85	13.77	9.41	4.3	8.07	10.06	16.81	20.08	24.92	28.01	26.69	23.48
2000-01	17.21	15.15	8.95	8.62	9.11	14.81	14.9	19.94	25.33	28	26.73	22.35
2001-02	17.94	9.88	2.14	4.81	9.89	11.69	13.16	19.37	25.7	27.05	25.9	21.96
2002-03	16.44	12	7.29	7.55	2.59	7.48	12.27	20.6	26.22	27.03	27.66	21.65
2003-04	17.55	13.44	6.98	5.22	6.83	10.01	14.19	17.57	23.86	26.09	26.11	21.98
2004-05	18.19	11.68	7.84	5.57	5.1	9.64	14.36	19.85	23.5	27.19	35.79	22.62
2005-06	16.39	9.81	7.34	4.48	5.66	10.42	15.11	19.27	24.31	25.35	27.67	21.98
2006-07	17.19	9.73	5.92	7.5	7.53	10.67	14.23	20.3	26.92	27.97	28.27	22.08
2007-08	17.17	11.15	5.83	6.47	7.55	12.23	15.81	20.06	26.4	27.32	27.63	22.03
2008-09	17.14	13.47	7.81	6.89	6.41	9.59	14.39	20.41	25.06	27.16	26.69	22.31
Mean	16.77	11.75	6.7	5.81	6.65	9.49	13.81	18.96	23.92	26.05	25.99	22.08
min	13.46	6.18	2.14	3.16	2.59	3.57	10.82	16.85	19.77	23.73	21.8	20.78
max	19.85	15.15	10.07	8.62	10.78	14.81	16.81	21.36	26.92	28.01	35.79	23.48

Αφού εισήχθησαν τα δεδομένα των Πινάκων 5.2.2.1 και 5.2.2.2 στο λογισμικό CROPWAT, ανάλογα με τον έδαφος καλλιέργειας, προέκυψαν τα αποτελέσματα που ακολουθούν για τις υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές των κύριων καλλιεργειών της Λεκάνης Απορροής Κάρλας, για ολόκληρη την αρδευτική περίοδο, με προσαρμογή των μέσω φυτικών συντελεστών κατά το στάδιο ανάπτυξης Kc στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Όπως είναι εμφανές από τους Πίνακες 5.2.2.3 και 5.2.2.4 οι καλλιέργειες που αφορούν στο σιτάρι και στον αραβόσιτο, έχουν ως έδαφος καλλιέργειας αργιλώδες έδαφος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ανά περίοδο υπολογίζεται στους Πίνακες αυτούς, μέσω του λογισμικού CROPWAT, το οποίο βασίζεται στη χρήση μέσων φυτικών συντελεστών K_c που διαφέρουν ανάλογα με την καλλιέργεια. Παρατηρείται πως στις περιπτώσεις των σιτηρών και του αραβόσιτου οι διαφορές στη συνολική εξατμισοδιαπνοή καθώς και στις απαιτήσεις για άρδευση είναι περίπου ίδιες, δεδομένου ότι οι τιμές των μέσων φυτικών συντελεστών K_c δε διαφέρουν πολύ για τις δύο αυτές περιπτώσεις.

Πιο συγκεκριμένα, η συνολική εξατμισοδιαπνοή ET_c είναι ίδια και για σιτηρά και για αραβόσιτο, ενώ οι ανάγκες άρδευσης είναι ελάχιστα μεγαλύτερες για την άρδευση του αραβόσιτου, ο οποίος χρειάζεται 150.4 mm νερού έναντι των σιτηρών που θέλουν 147,5 mm.

**Αργιλώδες Έδαφος Καλλιέργειας αργιλώδες
Κύριες Καλλιέργειες:**

➤ **Σιτάρι**

Πίνακας 5.2.2.3: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή σιταριού για την περιοχή του Νέου Δικτύου Αρδευσης, για αργιλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Κ _c coeff	ΕΤ _c mm/day	ΕΤ _a mm/day	ΕΠ _{max} mm/day	Ι _{net} Req. mm/day
Feb	3	Init	0.30	0.40	0.4	1.3	0.4
Mar	1	Init	0.30	0.43	4.3	11.4	0.0
Mar	2	Init	0.30	0.47	4.7	12.1	0.0
Mar	3	Deve	0.31	0.54	5.9	11.3	0.0
Apr	1	Deve	0.50	0.96	9.6	10.1	0.0
Apr	2	Deve	0.77	1.62	16.2	9.3	6.6
Apr	3	Mid	1.03	2.36	23.6	10.2	13.5
May	1	Mid	1.11	2.75	27.5	11.8	15.7
May	2	Mid	1.11	2.96	29.6	12.7	16.9
May	3	Mid	1.11	3.29	36.1	11.1	24.9
Jun	1	Late	1.09	3.54	35.4	9.1	26.3
Jun	2	Late	0.86	3.10	21.0	7.7	23.3
Jun	3	Late	0.61	2.27	22.7	7.0	15.6
Jul	1	Late	0.30	1.45	10.4	4.5	4.0
					257.4	129.6	147.5

➤ **Αραβόσιτος**

Πίνακας 5.2.2.4: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή αραβόσιτου για την περιοχή του Νέου Δικτύου Αρδευσης για αργιλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Κ _c coeff	ΕΤ _c mm/day	ΕΤ _a mm/day	ΕΠ _{max} mm/day	Ι _{net} Req. mm/day
Feb	3	Init	0.30	0.40	0.4	1.3	0.4
Mar	1	Init	0.30	0.43	4.3	11.4	0.0
Mar	2	Deve	0.30	0.47	4.7	12.1	0.0
Mar	3	Deve	0.47	0.82	9.0	11.3	0.0
Apr	1	Deve	0.72	1.30	13.0	10.1	3.7
Apr	2	Deve	0.96	2.01	20.1	9.3	10.6
Apr	3	Mid	1.13	2.59	25.9	10.2	15.7
May	1	Mid	1.14	2.62	26.2	11.8	16.5
May	2	Mid	1.14	3.04	30.4	12.7	17.7
May	3	Mid	1.14	3.36	37.0	11.1	25.9
Jun	1	Late	1.04	3.30	33.0	8.1	24.7
Jun	2	Late	0.70	2.76	27.6	7.7	19.9
Jun	3	Late	0.52	1.93	19.3	7.0	12.3
Jul	1	Late	0.30	1.42	2.8	1.3	2.8
					257.4	126.4	150.4

Στους Πίνακες 5.2.2.5 έως και 5.2.2.7 φαίνεται πως οι καλλιέργειες που αφορούν στα ζαχαρότευτλα, στα αμπέλια και στη μηδική καλλιέργεια, έχουν ως έδαφος καλλιέργειας αργιλοπηλώδες έδαφος. Και σ' αυτή την περίπτωση η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ανά περίοδο υπολογίζεται στους Πίνακες αυτούς, μέσω του λογισμικού CROPWAT. Οι μέσοι φυτικοί συντελεστές K_c που χρησιμοποιεί το λογισμικό είναι μεγαλύτεροι για τα ζαχαρότευτλα, επομένως κάτι ανάλογο συμβαίνει και με τις υπολογιζόμενες εξατμισοδιαπνοές. Παρατηρείται λοιπόν πως τα ζαχαρότευτλα έχουν τη μεγαλύτερη πραγματική εξατμισοδιαπνοή K_c 419.5 mm και τις μεγαλύτερες ανάγκες άρδευσης 292.2 mm, ακολουθεί η μηδική καλλιέργεια με πραγματική εξατμισοδιαπνοή K_c 399.9 mm και ανάγκες άρδευσης 276.5mm, ενώ οι μικρότερες τιμές K_c και απαιτήσεων άρδευσης είναι αυτές είναι οι τιμές για τα αμπέλια με πραγματική εξατμισοδιαπνοή K_c 381.5 mm και ανάγκες άρδευσης 99.7 mm.

Αργιλοπηλώδες Έδαφος Καλλιέργειας

Κύριες Καλλιέργειες:

➤ Ζαχαρότευτλα

Πίνακας 5.2.2.5: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή ζαχαρότευτλων για την περιοχή του Νέου Δικτύου Άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Κ _c coeff	ΕΤ _c mm/day	ΕΤ _c mm/day	ΕΠ _{rain} mm/day	Ι _{so} Req mm/day
Feb	3	Inf	0.35	0.47	0.5	5.3	0.5
Mar	1	Inf	0.35	0.51	5.1	11.4	0.0
Mar	2	Inf	0.35	0.55	5.5	12.1	0.0
Mar	3	Deve	0.41	0.71	7.5	11.3	0.0
Apr	1	Deve	0.64	1.23	12.3	10.1	2.2
Apr	2	Deve	0.80	1.84	18.4	9.3	9.0
Apr	3	Mid	1.10	2.52	25.2	10.2	15.1
May	1	Mid	1.17	2.90	29.0	11.8	17.2
May	2	Mid	1.17	3.13	31.3	12.7	19.5
May	3	Mid	1.17	3.46	34.6	11.1	26.9
Jun	1	Mid	1.17	3.79	37.9	9.1	28.0
Jun	2	Late	1.16	4.10	41.0	7.7	33.3
Jun	3	Late	1.08	4.02	40.2	7.0	33.1
Jul	1	Late	0.90	3.62	36.2	6.4	31.8
Jul	2	Late	0.80	3.55	35.5	5.7	30.2
Jul	3	Late	0.77	3.23	35.5	5.5	30.0
Aug	1	Late	0.62	2.97	17.8	2.8	15.5
					419.5	145.5	292.2

➤ Μηδική καλλιέργεια

Πίνακας 5.2.2.6: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή μηδικής καλλιέργειας για την περιοχή του Νέου Δικτύου Άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Κ _c coeff	ΕΤ _c mm/day	ΕΤ _c mm/day	ΕΠ _{rain} mm/day	Ι _{so} Req mm/day
Feb	3	Inf	0.40	0.53	0.5	1.3	0.5
Mar	1	Inf	0.40	0.59	5.9	11.4	0.0
Mar	2	Inf	0.40	0.63	6.3	12.1	0.0
Mar	3	Deve	0.46	0.76	7.7	11.3	0.0
Apr	1	Deve	0.51	0.99	9.9	10.1	0.0
Apr	2	Deve	0.67	1.40	14.0	9.3	4.7
Apr	3	Deve	0.82	1.88	18.8	10.2	8.6
May	1	Deve	0.97	2.41	24.1	11.8	12.3
May	2	Mid	1.12	3.00	30.0	12.7	17.2
May	3	Mid	1.16	3.44	37.8	11.1	26.7
Jun	1	Mid	1.16	3.77	37.7	9.1	20.6
Jun	2	Late	1.16	4.09	40.9	7.7	33.3
Jun	3	Late	1.15	4.27	42.7	7.0	35.6
Jul	1	Late	1.13	4.42	44.2	6.4	37.0
Jul	2	Late	1.12	4.57	45.7	5.7	40.0
Jul	3	Late	1.11	4.05	9.3	1.0	9.3
					399.9	138.2	276.5

➤ Αμπέλια

Πίνακας 5.2.2.7: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή αμπελιών για την περιοχή του Νέου Δικτύου Άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc cswf	ETc mm/day	ETc mm/day	ΣΕ ιαίν mm/day	hr. Req hrs/day
Feb	3	Inf	0.38	0.52	0.5	7.5	0.0
Mar	1	Inf	0.30	0.43	4.3	11.4	0.0
Mar	2	Inf	0.30	0.47	4.7	12.1	0.0
Mar	3	Inf	0.30	0.52	5.7	15.3	0.0
Apr	1	Inf	0.30	0.58	5.8	15.1	0.0
Apr	2	Inf	0.30	0.63	6.3	16.2	0.0
Apr	3	Inf	0.30	0.69	6.9	18.2	0.0
May	1	Inf	0.30	0.74	7.4	18.8	0.0
May	2	Inf	0.30	0.80	8.0	22.7	0.0
May	3	Inf	0.30	0.89	9.7	25.1	0.0
Jun	1	Inf	0.30	0.97	9.7	31	0.6
Jun	2	Inf	0.30	1.06	10.6	37.7	2.9
Jun	3	Inf	0.30	1.11	11.1	38	4.1
Jul	1	Inf	0.30	1.17	11.7	64	5.3
Jul	2	Inf	0.30	1.23	12.3	5.7	6.6
Jul	3	Deve	0.31	1.28	14.1	5.5	8.7
Aug	1	Deve	0.36	1.95	15.5	4.7	10.9
Aug	2	Deve	0.41	1.87	18.7	4.1	14.6
Aug	3	Deve	0.48	2.01	22.1	5.3	15.7
Sep	1	Deve	0.54	2.01	23.8	8.9	12.0
Sep	2	Md	0.58	2.13	21.3	10.9	10.4
Sep	3	Md	0.58	1.90	19.0	12.6	6.4
Oct	1	Md	0.58	1.85	16.5	14.8	1.7
Oct	2	Md	0.58	1.40	14.0	16.8	0.0
Oct	3	Md	0.58	1.23	14.2	16.7	0.0
Nov	1	Hd	0.58	1.19	11.9	16.7	0.0
Nov	2	Hd	0.58	1.88	18.8	17.8	0.0
Nov	3	Hd	0.58	1.88	18.8	16.4	0.0
Dec	1	Hd	0.58	0.91	9.1	16.1	0.0
Dec	2	Hd	0.58	0.83	8.3	15.8	0.0
Dec	3	Hd	0.58	0.72	8.1	14.2	0.0
Jan	1	Hd	0.58	0.64	6.4	12.1	0.0
Jan	2	Lvs	0.58	0.54	5.4	10.4	0.0
Jan	3	Lvs	0.58	0.58	6.1	10.3	0.0
Feb	1	Lvs	0.48	0.55	5.5	10.1	0.0
Feb	2	Lvs	0.44	0.53	5.3	9.7	0.0
Feb	3	Lvs	0.38	0.52	3.7	9.1	0.0
					381.5	396.3	99.7

Στον Πίνακα 5.2.2.8 φαίνονται οι τιμές της μια και μοναδικής καλλιέργειας που αφορά σε καλλιέργεια της περιοχής, πάνω σε αμμοπηλώδες έδαφος. Πρόκειται για καλλιέργεια βαμβακιού με πραγματική εξατμισοδιαπνοή ETc 296,5 mm και συνολικές αρδευτικές απαιτήσεις 182,7 mm.

Αμμοπηλώδες Έδαφος Καλλιέργειας

Κύριες Καλλιέργειες:

➤ Βαμβάκι

Πίνακας 5.2.2.8: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή βαμβακιού για την περιοχή του Νέου Δικτύου Αρδευσης, για αμμοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Feb	3	Inf	0.35	0.47	0.5	1.3	0.5
Mar	1	Inf	0.35	0.51	5.1	11.4	0.0
Mar	2	Inf	0.35	0.55	5.5	12.1	0.0
Mar	3	Deve	0.36	0.62	6.9	11.3	0.0
Apr	1	Deve	0.58	1.10	11.0	10.1	0.9
Apr	2	Deve	0.88	1.81	18.1	9.3	9.0
Apr	3	Mid	1.05	2.50	25.0	10.2	14.8
May	1	Mid	1.10	2.73	27.3	11.8	15.5
May	2	Mid	1.10	2.94	29.4	12.7	16.7
May	3	Mid	1.10	3.25	35.8	11.1	24.6
Jun	1	Late	1.05	3.53	35.3	9.1	26.3
Jun	2	Late	0.97	3.42	34.2	7.7	26.6
Jun	3	Late	0.82	3.05	30.5	7.0	23.4
Jul	2	Late	0.58	2.37	4.7	1.1	4.7
					296.5	132.7	182.7

Ακολουθεί ο Πίνακας 5.2.2.9 όπου παρουσιάζεται οι ποσότητα νερού άρδευσης που απαιτείται ανά μήνα για την κάθε καλλιέργεια. Όπως ήταν αναμενόμενο, προκύπτει πως από τον πρώτο μήνα του υδρολογικού έτους (Οκτώβριο) έως και τον Μάιο, δεν υπάρχει ανάγκη για άρδευση λόγω επάρκειας του βρόχινου νερού. Η μέγιστη αρδευτική απαίτηση παρουσιάζεται τον καλοκαιρινό μήνα Ιούνιο και ανέρχεται σε 0.29 l/s/h. Τον μήνα αυτό είναι επίσης μέγιστο το έλλειμμα σε νερό για κάθε επιμέρους καλλιέργεια (μεγαλύτερο έλλειμμα υπάρχει στις περιπτώσεις της μηδικής καλλιέργειας και των ζαχαρότευτλων), ενώ σημαντικές είναι και οι τιμές ελλείμματος για τους μήνες Ιούνιο και Ιούλιο.

Ο Πίνακας 5.2.2.9 αφορά την περιοχή που αντιστοιχεί στο καινούριο δίκτυο άρδευσης που αποτελείται από κλειστούς αγωγούς. Τα ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κύρια καλλιέργεια σε σχέση με το άθροισμα της συνολική έκτασης των κυριών καλλιεργειών της περιοχής είναι 34% για τα σιτηρά, για τον αραβόσιτο 25% για τα ζαχαρότευτλα 15%, για τη μηδική καλλιέργεια 10% , 8 % για το βαμβάκι και για τα αμπέλια 8%.

Πίνακας 5.2.2.9: Αποτελέσματα υπολογισμού υδατικών αναγκών κύριων καλλιεργειών από το λογισμικό CROPWAT, για την περιοχή του Δικτύου Άρδευσης του ΤΟΕΒ Πηνειού.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
irrigation deficit												
Spring Wheat	0.0	0.4	0.3	20.3	57.6	85.1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sugarbeet	0.0	0.5	0.3	26.1	62.6	90.2	32.0	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0
COTTON	0.0	0.5	0.3	24.7	56.0	79.7	24.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Wine grapes	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	28.6	41.1	26.7	1.7	0.0	0.0
OLIVE	0.0	0.5	0.3	29.2	62.1	97.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAIZE (Sweet)	0.0	0.4	0.3	30.2	60.0	86.9	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Net scheme area												
in m ² /ha	0.0	0.0	0.0	67	1.7	2.4	1.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
in ha/ha/ha	0.0	0.4	0.3	22.2	54.0	71.4	41.3	8.8	2.9	0.2	0.0	0.0
in l/s/h	0.00	0.08	0.08	1.08	8.20	1.20	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Irrigated area												
(% of total area)	0.0	96.0	95	90.0	90.0	100.0	100.0	46.0	10.0	70.0	0.0	0.0
in req. for actual area	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.20	0.15	0.08	0.11	0.01	0.00	0.00
(l/s/h)												

▪ Παλιό Δίκτυο Άρδευσης

Πίνακας 5.2.2.10: Χρονοσειρές βροχοπτώσεων (mm) για την περιοχή του Παλιού Δικτύου Άρδευσης.

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβρις	Ιανουάρις	Φεβρουάρις	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	
1954-55				59.91	53.12	56.67	121.73	11.28	26.67	25.01	64.69	82.43	501.52
1955-56	330.78	94.8	48.7	140.69	63.43	97.9	28.99	62.16	56.37	16.04	7.58	5.57	953
1956-57	65.42	106.25	37.32	38.03	57.11	38.96	33.28	59.26	69.01	8.36	16.27	47.97	577.26
1957-58	169.36	64.95	48.27	19.59	22.67	21.06	9.25	25.6	10.86	22.88	7.93	40.35	462.78
1958-59	43.19	74.15	40.06	77.85	24.71	68.38	58.47	43.07	38.07	20.37	11.39	75.78	575.49
1959-60	70.55	39.52	66.57	58.51	55.44	74.19	43.5	86.19	31.16	8.59	16.06	84.37	634.66
1960-61	28.21	32.74	141.68	58.81	30.17	80.85	27.26	34.44	26.55	25.5	13.68	9.41	509.3
1961-62	66.24	57.52	69.38	31.74	55.34	37.69	19.74	24.17	8.04	18.5	6.09	186.34	580.79
1962-63	144.2	99.82	137.57	78.81	56.26	63.1	27.17	42.78	19.12	23.03	16.54	16.93	725.33
1963-64	119.55	69.29	68.63	55.4	30.02	74.99	17.86	51.88	47.37	18.3	10.6	49.42	613.31
1964-65	42.99	47.06	64.62	75.38	60.8	56.64	49.94	30.52	36.48	57.47	6.13	3.81	531.83
1965-66	28.1	57.36	42.49	83.07	25.93	51.13	31.05	39.35	39.09	11.01	15.34	16.48	440.39
1966-67	62.11	116.33	89.97	31.03	44.02	36.47	46.77	63.54	10.27	42.6	31.77	99.72	674.6
1967-68	47.51	74.74	66.32	84.39	47.98	48.25	26.77	89.45	23.47	5.61	8.71	42.01	565.21
1968-69	117.62	79.69	92	85.99	44.94	77.81	16.71	10.87	13.71	7.84	6.36	31.35	584.9
1969-70	22.81	34.36	117.02	43.69	64.46	51.35	10.26	63.03	33.36	15.3	9.03	14.31	478.99
1970-71	38.68	23.52	43.06	56.71	80.14	87.64	24.89	35.3	28.63	48.34	20.01	34.38	521.3
1971-72	62.28	16.51	43.46	61.88	70.76	57.34	97.1	33.95	19.29	103.35	25.14	22.22	613.26
1972-73	130.64	40.94	20.26	68.25	46.41	60.8	24.12	6.65	8.49	36.37	29.57	73.17	545.67
1973-74	97.03	43.88	63.84	68.58	87.14	56.69	86.57	30.33	40.95	5.1	1.94	26.08	608.13
1974-75	32.74	73.39	43.11	40.6	86.56	29.46	46.3	38.26	108.66	19.23	35.74	22.59	576.64
1975-76	47.54	65.7	51.08	63.6	94.8	33.21	60.04	77.72	13.26	28.83	37.67	21.46	594.91
1976-77	49.5	61.19	29.96	19.64	36.58	30.91	28.06	34.49	15.8	6.43	12.62	31.32	356.5
1977-78	39.37	66.58	84.96	106.54	30.56	41.33	57.74	35.86	9.8	5.08	2.94	262.61	743.37
1978-79	121.92	33.79	58.75	71.97	66.05	20.56	40.85	75.81	6.56	14.93	28.54	20.95	560.68
1979-80	121.53	194.97	83.02	74.42	53.32	76.47	50.7	58.59	22.16	5.72	12.62	24.86	778.39
1980-81	140.93	58.81	57.51	140.94	43.68	31.51	21.22	26.4	23.24	16.48	25.15	12.36	598.23
1981-82	65.1	60.76	85.04	26.38	114	77.29	127.64	129.08	21.22	17.64	35.45	18	777.6
1982-83	81.21	105.8	65.9	31.23	53.46	37.21	18.95	17.06	79.33	59.77	9.98	10.81	570.7
1983-84	34.12	50.29	159.42	32.46	49.92	66.68	94.77	18.09	21.79	6.07	36.71	9.01	579.32
1984-85	34.47	72.86	71.37	68.72	21	59.78	27.81	19.81	15.66	9.53	4.95	8.33	414.31
1985-86	74.27	145.6	31.22	36.5	82.56	35.24	11	42.8	48.13	14.22	15.93	12.99	550.45
1986-87	103.37	56.48	41.52	53.45	72.69	158.31	116.84	32.02	9.62	5.98	15.48	6.59	672.33
1987-88	77.5	100.87	57.07	41.15	46.88	49.68	30.63	15.91	16.62	3.71	7.64	10.46	458.14
1988-89	47.27	107.01	93.73	17.75	17.86	87.57	19.78	36.58	29.21	33.94	21.77	10.1	522.57
1989-90	53.77	49.43	83.91	16.48	25.34	21.97	24.08	45.35	24.17	35.94	61.22	17.15	458.81
1990-91	43.23	88.37	103.59	56.73	48.06	58.78	107.94	78.03	15.68	35.02	40.52	45.6	721.55
1991-92	40.16	61.64	46.19	22.83	33.53	31.59	93.58	53.45	60.13	30.37	4.56	3.5	481.53
1992-93	47.94	62.43	60.5	45.72	56.46	48.39	22.58	67.56	6.71	4.08	9.79	8.21	440.36
1993-94	24.73	137.28	42.85	91.39	73.52	35.09	70.36	54.84	4.94	26.12	13.26	3.85	578.22
1994-95	142.56	68.56	62.42	79.99	19.96	62.88	28.91	28.67	36	39.75	16.7	31.57	617.97
1995-96	31.34	43.76	105.44	89.45	76.04	75.29	30.13	26.08	5.96	17.27	26.69	60.95	588.4
1996-97	93.8	45.2	71.31	58.85	36.09	44.3	67.65	27.33	29.79	8.39	35.56	5.96	524.22
1997-98	79.7	40.51	86.73	37.94	75.64	57.38	12.92	119.1	12.62	6.68	8.48	37.58	575.27
1998-99	37.95	153.65	76.29	72.09	69.14	97.95	41.42	16.05	10.62	8.99	12.3	31.64	628.1
1999-00	87.48	82.82	77.88	40.27	62.44	43.57	23.19	32.46	18.19	7.97	9.04	18.16	503.48
2000-01	72.09	43.93	42.05	66.01	40.41	25.73	68.58	73.42	17.14	16.51	22.43	5.63	493.95
2001-02	24.55	44.48	90.69	37.13	35.03	74.5	77.2	17.7	6.91	56.24	12.96	112.09	589.48
2002-03	119.18	49.8	143.29	121.35	38.45	41.05	39.43	49.63	33.91	30.4	10.05	26.5	703.07
2003-04	103.65	25.45	69.74	130.26	29.17	59.14	47.56	59.01	82.98	12.92	7.22	23.28	650.39
2004-05	76.17	41.68	58.62	43.76	70.02	70.57	15.06	36	6.46	19.76	18.53	55.49	512.11
2005-06	20.01	69.64	80	172.24	54.24	60.1	47.56	12.14	13.94	28.12	14.29	170.35	742.63
2006-07	147.86	28.15	37.23	37.4	48.67	45.81	30.15	41.96	39.73	8.36	24.89	37.24	527.46
2007-08	123.96	106.61	42.79	23.79	40.12	33.15	57.19	14.44	16.6	22.35	12.17	72.99	566.17
2008-09	36.74	40.15	80.51	152.01	36.13	79.9	26.2	44.18	14.03	30.4	8.28	37.45	586
Mean	77.13	68.72	69.94	63.62	51.99	56.37	45.19	43.63	26.99	22.05	18.13	40.91	580.75

Πίνακας 5.2.2.11: Χρονοσειρές θερμοκρασιών (°C) για την περιοχή του Παλιού Δικτύου Άρδευσης.

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβρις	Ιανουάρις	Φεβρουάρις	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβρις
1954-55				8.79	10.65	9.28	10.88	19.3	23.48	26.53	24.29	22.04
1955-56	17.55	12.07	8.51	5.97	3.31	5.93	14.24	18.39	22.43	26.32	27.71	22.21
1956-57	16.49	12.9	5.74	5.56	9.48	8.78	12.77	18.01	24.72	26.55	27.55	22.76
1957-58	17.21	12.79	5.54	6.45	9.35	8.78	13.01	20.35	24.56	26.39	27.87	21.87
1958-59	16.67	13.02	8.28	5.16	3.72	10.08	12.89	18.44	22.07	26.03	25.09	21.24
1959-60	14	11.16	9.36	6.42	7.75	8.84	12.93	18.55	23.2	25.81	27.35	21.43
1960-61	17.87	14.53	10	6.16	6.09	11.01	15.53	19.15	23.97	26.03	26.07	22.39
1961-62	17	14.11	6.43	6.35	4.94	10.38	13.83	20.05	23.93	26.73	27.61	22.87
1962-63	16.92	14.93	5.36	5.45	7.29	8.23	13.55	18.21	23.85	26.58	27.31	22.78
1963-64	16.84	14.09	7.87	4.56	6.14	9.69	13.54	18.04	23.45	25.38	25.15	22.13
1964-65	17.65	13.26	7.79	6.7	3.26	9.13	12.83	17.95	23.57	26.53	24.26	22.6
1965-66	16.04	11.99	7.95	5.19	10.56	9.42	14.79	18.4	23.18	26.64	27.33	22.48
1966-67	19.25	13.71	7.46	5.36	5.26	9.71	13.45	18.93	23.01	25.22	26.64	22.47
1967-68	17.7	12.9	7.38	3.4	8.27	8.6	14.98	20.4	23.07	26.16	25.06	22.61
1968-69	16.39	13.26	6.78	5.51	8.36	8.88	12.7	20.26	24.07	25.37	26.07	22.64
1969-70	16.24	13.34	7.86	7.63	8.57	9.89	14.94	17.79	23.94	25.95	27	22.43
1970-71	16.2	11.93	6.19	7.5	6.12	8.04	13.04	19.62	24.35	24.7	26.39	21.94
1971-72	15.63	11.74	6.64	6.49	6.74	9.23	14.39	19.11	24.62	25.73	25.44	22.27
1972-73	14.82	12.62	5.77	5.41	7.07	7.02	13.14	19.92	23.73	26.9	24.5	22.76
1973-74	16.94	10.07	5.27	6.65	7.5	9.31	11.72	18.17	23.68	25.79	25.34	22.25
1974-75	17.52	12.04	5.48	5.59	4.83	10.44	14.17	18.92	23.02	25.87	24.55	22.99
1975-76	16.53	11.44	5.87	6.54	5.63	8.59	13.85	18.12	22.52	24.85	21.81	21.66
1976-77	17.21	12.33	6.94	6.44	10.9	10.34	13.71	19.94	24.19	27.29	25.97	21.83
1977-78	15.89	13.62	5.17	4.99	8.75	10.81	12.99	17.54	23.58	25.37	23.01	21.18
1978-79	16.02	8.28	8.84	5.81	7.66	11.08	12.16	18.43	24.08	25.11	24.58	22.03
1979-80	15.98	12.58	7.85	4.98	6.05	8.79	12.18	16.91	21.46	26.14	25.79	22.11
1980-81	17.33	14.2	7.21	3.44	6.39	11.74	13.35	17.25	24.23	25.3	24.5	22.66
1981-82	18.38	8.74	8.19	5.01	3.83	8.14	11.97	17.57	23.7	25.41	26.13	22.87
1982-83	16.96	8.69	7.72	5.79	4.23	9.43	16.01	20.08	22.24	25.88	24.17	22.01
1983-84	16.06	10.23	5.94	6.47	5.24	8.32	11.6	18.58	22.96	24.74	22.95	22.14
1984-85	17.81	11.35	5.69	5.96	3.51	8.43	14.96	20	23.87	25.46	25.82	21.92
1985-86	15.04	12.47	7.86	6.95	6.71	8.82	14.83	18.54	23.33	24.85	25.03	21.99
1986-87	16.01	9.29	2.92	6.61	7.53	3.9	13.01	17.3	23.44	26.45	24.98	23.08
1987-88	15.61	10.33	6.65	7.58	6.12	8.8	12.77	18.91	24.15	27.7	26.6	22.45
1988-89	15.92	6.52	3.62	4.25	7.22	10.96	15.83	18.1	23.11	25.12	25.73	22.4
1989-90	15.57	10.88	5.43	5.27	8.05	11.14	14.87	18.96	24.15	26.51	24.64	22.29
1990-91	17.21	13.92	7.07	5.17	5.66	10.84	12.55	17.46	24.88	25.27	24.62	22.52
1991-92	17.74	12	3	5.51	5.7	9.2	14.34	17.74	23.95	25.11	26.59	22.43
1992-93	18.68	12.48	5.53	5.06	3.21	9.71	15.62	18.95	24.94	26.6	26.06	22.85
1993-94	18.89	9.97	8.06	7.28	5.2	10.85	14.73	19.6	23.26	24.59	25.74	24.45
1994-95	18.16	10.72	6.46	4.79	9.62	10.6	13.57	19.85	26.06	25.69	24.95	21.94
1995-96	15.16	8.41	9.7	6.33	6.65	6.35	13.01	20.65	25.66	26.4	25.82	21.31
1996-97	15	12.91	7.57	6.47	6.71	9.48	11.26	21.05	24.55	27.9	24.35	21.63
1997-98	15.97	11.74	6.79	7.49	9.25	7.55	16.27	18.69	24.4	27.06	27.17	22.1
1998-99	18.25	11.24	4.9	7.14	5.38	9.57	14.89	21.02	25.72	26.38	28.68	22.86
1999-00	19.78	13.78	9.14	4.19	7.66	9.77	16.42	19.46	24.42	27.71	26.41	23.34
2000-01	17.03	15.01	8.77	8.58	8.64	14.34	14.51	19.69	25.12	27.65	26.92	22.85
2001-02	17.89	10.05	1.9	5.13	10.1	11.74	13.13	19.3	25.12	27.13	26.03	21.99
2002-03	16.6	12.13	7.37	7.78	2.72	7.5	12.28	20.57	25.65	27.01	27.64	21.91
2003-04	17.56	13.56	7.05	5.42	6.88	9.94	14.14	17.69	23.94	26.19	26.17	22.24
2004-05	18.12	11.82	7.9	5.77	5.19	9.59	14.3	19.86	23.68	27.15	35.4	22.87
2005-06	16.56	9.96	7.41	4.67	5.73	10.34	15.02	19.31	24.27	25.55	27.66	22.24
2006-07	17.25	9.89	6.01	7.73	7.57	10.59	14.18	20.29	26.15	27.83	28.23	22.34
2007-08	17.23	11.29	5.92	6.69	7.59	12.1	15.71	20.06	25.78	27.27	27.62	22.29
2008-09	17.21	13.59	7.87	7.11	6.47	9.54	14.33	20.39	24.81	27.12	26.72	22.56
Mean	16.88	11.89	6.78	6.01	6.71	9.45	13.78	19.01	23.99	26.16	26.06	22.34
min	14	6.52	1.9	3.4	2.72	3.9	10.88	16.91	21.46	24.59	21.81	21.18
max	19.78	15.01	10	8.79	10.9	14.34	16.42	21.05	26.15	27.9	35.4	24.45

Και στην περίπτωση υπολογισμού των υδατικών αναγκών του Παλιού Δικτύου Άρδευσης εισήχθησαν τα δεδομένα των Πινάκων 5.2.2.10 και 5.2.2.11 στο λογισμικό CROPWAT, ανάλογα με τον έδαφος καλλιέργειας, προέκυψαν τα αποτελέσματα που ακολουθούν για τις υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές των κύριων καλλιεργειών της Λεκάνης Απορροής Κάρλας, για ολόκληρη την αρδευτική περίοδο, με προσαρμογή των μέσω φυτικών συντελεστών κατά το στάδιο ανάπτυξης Kc στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Στους Πίνακες 5.2.2.12 έως και 5.2.2.14 φαίνεται πως οι καλλιέργειες που αφορούν στον αραβόσιτο, στην καλλιέργεια βαμβακιού και στη μηδική καλλιέργεια έχουν ως έδαφος καλλιέργειας αργιλώδες έδαφος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ανά περίοδο υπολογίζεται στους Πίνακες 5.2.2.12 έως 5.2.2.14, μέσω του λογισμικού CROPWAT. Είναι φανερό πως οι μέσοι φυτικοί συντελεστές Kc που χρησιμοποιεί το λογισμικό είναι μεγαλύτεροι για τη μηδική καλλιέργεια, επομένως κάτι ανάλογο συμβαίνει και με τις υπολογιζόμενες εξατμισοδιαπνοές. Παρατηρείται λοιπόν πως η μηδική καλλιέργεια έχει τη μεγαλύτερη πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 529 mm και τις μεγαλύτερες ανάγκες άρδευσης 381.5 mm, ακολουθούν τα αμπέλια με πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 381.1 mm και ανάγκες άρδευσης 253 mm, ενώ ο αραβόσιτος έχει τις μικρότερες υδατικές ανάγκες με πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 338.8 mm και ανάγκες άρδευσης 210.7 mm.

Αργιλώδες Έδαφος Καλλιέργειας Κύριες Καλλιέργειες:

➤ Αραβόσιτος

Πίνακας 5.2.2.12: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή αραβόσιτου για την περιοχή του Παλιού Δικτύου Άρδευσης, για αργιλώδες έδαφος.

Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
		coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
3	Init	0.30	0.41	0.4	1.9	0.4
1	Init	0.30	0.46	4.6	14.4	0.0
2	Deve	0.30	0.52	5.2	13.7	0.0
3	Deve	0.46	0.92	10.1	13.8	0.0
1	Deve	0.69	1.60	16.0	14.0	2.0
2	Deve	0.91	2.40	24.0	14.0	9.9
3	Mid	1.07	3.23	32.3	13.9	18.4
1	Mid	1.08	3.67	36.7	14.1	22.6
2	Mid	1.08	4.08	40.8	14.1	26.7
3	Mid	1.08	4.60	50.6	12.3	38.4
1	Late	0.99	4.71	47.1	9.9	37.2
2	Late	0.75	3.93	39.3	8.2	31.2
3	Late	0.51	2.77	27.7	7.8	19.8
1	Late	0.36	2.05	4.1	1.5	4.1
				338.8	153.7	210.7

➤ Μηδική καλλιέργεια

Πίνακας 5.2.2.13: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή μηδικής καλλιέργειας για την περιοχή του Παλιού Δικτύου Άρδευσης, για αργιλώδες έδαφος.

Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
		coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
3	Init	0.40	0.54	0.5	1.9	0.5
1	Init	0.40	0.61	6.1	14.4	0.0
2	Deve	0.40	0.69	6.9	13.7	0.0
3	Deve	0.52	1.05	11.6	13.8	0.0
1	Deve	0.70	1.64	16.4	14.0	2.3
2	Deve	0.88	2.31	23.1	14.0	9.1
3	Mid	1.05	3.15	31.5	13.9	17.7
1	Mid	1.09	3.72	37.2	14.1	23.2
2	Mid	1.09	4.14	41.4	14.1	27.3
3	Mid	1.09	4.67	51.4	12.3	39.1
1	Mid	1.09	5.21	52.1	9.9	42.1
2	Late	1.09	5.73	57.3	8.2	49.2
3	Late	1.08	5.90	59.0	7.8	51.1
1	Late	1.07	6.04	60.4	7.6	52.8
2	Late	1.05	6.17	61.7	7.1	54.6
3	Late	1.04	6.21	12.4	1.2	12.4
				529.0	168.1	381.5

➤ Καλλιέργεια Βαμβακιού

Πίνακας 5.2.2.14: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας βαμβακιού για την περιοχή του Παλιού Δικτύου Άρδευσης, για αργιλώδες έδαφος.

Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
		coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
3	Init	0.35	0.48	0.5	1.9	0.5
1	Init	0.35	0.54	5.4	14.4	0.0
2	Init	0.35	0.60	6.0	13.7	0.0
3	Deve	0.36	0.72	7.9	13.8	0.0
1	Deve	0.56	1.30	13.0	14.0	0.0
2	Deve	0.83	2.19	21.9	14.0	7.9
3	Mid	1.03	3.12	31.2	13.9	17.3
1	Mid	1.04	3.54	35.4	14.1	21.4
2	Mid	1.04	3.94	39.4	14.1	25.3
3	Mid	1.04	4.45	48.9	12.3	36.7
1	Late	1.03	4.91	49.1	9.9	39.2
2	Late	0.91	4.77	47.7	8.2	39.5
3	Late	0.75	4.11	41.1	7.8	33.2
3	Late	0.75	4.11	41.1	7.8	33.2
1	Late	0.60	3.38	33.8	7.6	26.2
2	Late	0.50	2.96	5.9	1.4	5.9
				387.1	161.2	253.0

Στους Πίνακες 5.2.2.15 έως και 5.2.2.17 φαίνεται πως οι καλλιέργειες που αφορούν στα ζαχαρότευτλα, στα σιτηρά και στα αμπέλια έχουν ως έδαφος καλλιέργειας αργιλοπηλώδες έδαφος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ανά περίοδο υπολογίζεται και εδώ μέσω του λογισμικού CROPWAT. Οι μέσοι φυτικοί συντελεστές Kc που χρησιμοποιεί το λογισμικό είναι μεγαλύτεροι για τα ζαχαρότευτλα, άρα και οι υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές. Τα ζαχαρότευτλα έχουν τη μεγαλύτερη πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 561.5 mm και τις μεγαλύτερες ανάγκες άρδευσης 408.7 mm, ακολουθούν τα αμπέλια με πραγματική εξατμισοδιαπνοή 431 mm και ανάγκες άρδευσης 249.3 mm, ενώ τα σιτηρά έχουν τις μικρότερες υδατικές ανάγκες με πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 342 mm και ανάγκες άρδευσης 212.13 mm.

Αργιλοπηλώδες Έδαφος Καλλιέργειας

Κύριες Καλλιέργειες:

➤ Ζαχαρότευτλα

Πίνακας 5.2.2.15: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή αραβόσιτου για την περιοχή του Παλιού Δικτύου Άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
		coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
3	Init	0.35	0.48	0.5	1.9	0.5
1	Init	0.35	0.54	5.4	14.4	0.0
2	Init	0.35	0.60	6.0	13.7	0.0
3	Deve	0.41	0.82	9.0	13.8	0.0
1	Deve	0.62	1.45	14.5	14.0	0.5
2	Deve	0.84	2.21	22.1	14.0	8.1
3	Mid	1.05	3.17	31.7	13.9	17.9
1	Mid	1.11	3.78	37.8	14.1	23.8
2	Mid	1.11	4.21	42.1	14.1	28.0
3	Mid	1.11	4.75	52.3	12.3	40.0
1	Mid	1.11	5.29	52.9	9.9	43.0
2	Late	1.11	5.80	58.0	8.2	49.8
3	Late	1.03	5.61	56.1	7.8	48.2
1	Late	0.93	5.26	52.6	7.6	45.0
2	Late	0.83	4.88	48.8	7.1	41.7
3	Late	0.73	4.34	47.7	6.7	41.0
1	Late	0.65	4.03	24.2	3.3	21.4
				561.5	176.9	408.7

➤ Σιτηρά

Πίνακας 5.2.2.16: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή σιτηρών για την περιοχή του Παλιού Δικτύου Άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
		coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
3	Init	0.30	0.41	0.4	1.9	0.4
1	Init	0.30	0.46	4.6	14.4	0.0
2	Init	0.30	0.51	5.1	13.7	0.0
3	Deve	0.31	0.62	6.8	13.8	0.0
1	Deve	0.49	1.13	11.3	14.0	0.0
2	Deve	0.74	1.94	19.4	14.0	5.4
3	Mid	0.98	2.96	29.6	13.9	15.7
1	Mid	1.05	3.57	35.7	14.1	21.6
2	Mid	1.05	3.98	39.8	14.1	25.6
3	Mid	1.05	4.48	49.3	12.3	37.1
1	Late	1.04	4.92	49.2	9.9	39.3
2	Late	0.84	4.39	43.9	8.2	35.7
3	Late	0.59	3.20	32.0	7.8	24.2
1	Late	0.38	2.12	14.8	5.3	7.2
				342.0	157.5	212.3

➤ Αμπέλια

Πίνακας 5.2.2.17: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή αμπελιών για την περιοχή του Παλιού Δικτύου Άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff. rain mm/dec	Ir. Req. mm/dec
3	Init	0.40	0.54	0.5	1.9	0.0
1	Init	0.30	0.46	4.6	14.4	0.0
2	Init	0.30	0.51	5.1	13.7	0.0
3	Init	0.30	0.60	6.7	13.8	0.0
1	Init	0.30	0.70	7.0	14.0	0.0
2	Init	0.30	0.79	7.9	14.0	0.0
3	Init	0.30	0.90	9.0	13.9	0.0
1	Init	0.30	1.02	10.2	14.1	0.0
2	Init	0.30	1.14	11.4	14.1	0.0
3	Init	0.30	1.28	14.1	12.3	1.8
1	Init	0.30	1.43	14.3	9.9	4.3
2	Init	0.30	1.57	15.7	8.2	7.6
3	Init	0.30	1.63	16.3	7.8	8.5
1	Init	0.30	1.70	17.0	7.6	9.3
2	Init	0.30	1.76	17.6	7.1	10.5
3	Deve	0.31	1.82	20.0	6.7	13.3
1	Deve	0.36	2.24	22.4	5.5	16.9
2	Deve	0.42	2.71	27.1	4.8	22.4
3	Deve	0.49	2.73	30.1	7.4	22.6
1	Deve	0.55	2.59	25.9	10.2	15.7
2	Mid	0.61	2.40	24.0	12.3	11.7
3	Mid	0.61	2.04	20.4	15.7	4.7
1	Mid	0.61	1.67	16.7	20.4	0.0
2	Mid	0.61	1.29	12.9	24.2	0.0
3	Mid	0.61	1.07	11.8	22.9	0.0
1	Mid	0.61	0.86	8.6	20.9	0.0
2	Mid	0.61	0.65	6.5	20.1	0.0
3	Mid	0.61	0.56	5.6	20.3	0.0
1	Mid	0.61	0.48	4.8	20.8	0.0
2	Mid	0.61	0.39	3.9	21.0	0.0
3	Mid	0.61	0.41	4.5	20.3	0.0
1	Mid	0.61	0.43	4.3	19.7	0.0
2	Late	0.61	0.45	4.5	19.2	0.0
3	Late	0.57	0.50	5.5	18.1	0.0
1	Late	0.50	0.52	5.2	16.8	0.0
2	Late	0.45	0.53	5.3	15.7	0.0
3	Late	0.40	0.54	3.8	13.3	0.0
				431.0	523.2	149.3

Στον Πίνακα 5.2.2.18 φαίνεται η ποσότητα νερού άρδευσης που απαιτείται ανά μήνα για την κάθε καλλιέργεια. Όπως και στην περίπτωση του Νέου Δικτύου άρδευσης, έτσι και εδώ, προκύπτει πως τον πρώτο μήνα του υδρολογικού έτους (Οκτώβριο) έως και τον Μάιο, δεν υπάρχει ανάγκη για άρδευση λόγω επάρκειας του βρόχινου νερού. Η μέγιστη αρδευτική απαίτηση εμφανίζεται τον καλοκαιρινό μήνα Ιούνιο και ανέρχεται σε 0.39 l/s/h. Τον μήνα αυτό είναι επίσης μέγιστο το έλλειμμα σε νερό για κάθε επιμέρους καλλιέργεια (μεγαλύτερο έλλειμμα υπάρχει στις περιπτώσεις της μηδικής καλλιέργειας και των ζαχαρότευτλων), ενώ σημαντικές είναι και οι τιμές ελλείμματος για τους μήνες Μάιο και Ιούλιο.

Ο Πίνακας 5.2.2.18 αφορά την περιοχή που αντιστοιχεί στο Παλιό Δίκτυο άρδευσης που αποτελείται από ανοικτούς αγωγούς, επομένως οι απώλειες είναι μεγαλύτερες σε σχέση με το προαναφερθέν καινούριο κλειστό δίκτυο. Τα ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κύρια καλλιέργεια σε σχέση με το άθροισμα της συνολική έκτασης των κυριών καλλιεργειών της περιοχής είναι 20% για τα σιτηρά, για τον αραβόσιτο 30% για τα ζαχαρότευτλα 20%, για τη μηδική καλλιέργεια 5%, 15 % για το βαμβάκι και 10 % τα αμπέλια.

Πίνακας 5.2.2.18: Αποτελέσματα υπολογισμού υδατικών αναγκών κύριων καλλιεργειών από το λογισμικό CROPWAT, για την περιοχή του Παλιού Δικτύου Άρδευσης.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Precipitation deficit												
1. MAIZE (5t/ha)	0.0	0.4	0.0	38.4	87.6	98.2	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. Sugarbeet	0.0	0.5	0.0	38.4	91.7	101.0	127.7	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0
3. COTTON	0.0	0.5	0.0	38.2	93.3	111.9	32.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4. Wine grapes	0.0	0.0	0.0	10.0	1.8	29.4	33.1	55.9	32.1	0.0	0.0	0.0
5. CLOVER	0.0	0.5	0.0	28.1	66.6	142.4	179.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6. Spring wheat	0.0	0.4	0.0	27.1	64.3	98.2	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Net evapotranspiration												
in mm/day	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	3.3	1.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
in mm/month	0.0	0.4	0.0	23.9	76.7	100.5	40.3	18.9	3.2	0.0	0.0	0.0
in l/s/h	0.00	0.00	0.00	0.08	4.29	0.39	0.16	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
Irrigation water												
in mm/day	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
in mm/month	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
in l/s/h	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

▪ Ταμιευτήρας

Πίνακας 5.2.2.19: Χρονοσειρές βροχοπτώσεων (mm) για την περιοχή του Ταμιευτήρα.

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβρις	Ιανουάρις	Φεβρουάρις	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστο	Σεπτέμβριος	
1954-55				31.7	32.8	37.4	96.9	0	24.3	21.9	81.3	73.1	399.4
1955-56	265.1	83.9	25.4	95.2	43.9	80.7	17	59.7	60	10.1	0.5	1.5	743
1956-57	43	96.6	12.1	14.5	37.1	18.8	20.7	56.3	75.2	0	12.8	41	428.1
1957-58	130	50.8	24.9	0	0	0	0	16.8	5.3	19.1	1	33.9	281.8
1958-59	24.4	61	15.3	45.8	2.2	49.7	42.4	37.3	38	15.8	5.9	66.9	404.7
1959-60	47.3	22.6	46.3	30.6	35.3	55.8	29.5	87.9	29.7	0.3	12.5	74.9	472.7
1960-61	13.9	14.1	156	41.6	12.2	62.9	16.3	36.2	19.8	16	6.9	2.2	398.1
1961-62	37.9	46.8	55.5	21.3	43	28.3	12.3	27	1.2	13.6	0	150.7	437.6
1962-63	92.4	98.4	102.5	45.6	56.8	36.6	22.9	44.2	25.4	11.7	17.7	4.5	558.7
1963-64	94.1	49.6	70.9	25.9	18.8	67.8	9.9	58.3	62	16.1	0	26	499.4
1964-65	23	48.8	40.3	36.9	41	29.3	26.5	17.2	88.7	0	0	0	351.7
1965-66	0.5	37.1	22.8	37.5	8.5	12.9	15.7	5.1	45.3	3	15	12.8	216.2
1966-67	67.1	77	71	18.5	11.5	12	43.7	66.4	3	38.5	19.5	101	529.2
1967-68	34	39.1	20.1	28.8	24.1	14.8	14.7	89.6	10	1	5.5	17	298.7
1968-69	36	43.6	71.8	40.6	39.8	60.3	2	0.6	4	0	0	35.1	333.8
1969-70	0	26.6	103.7	27	51.5	20.8	2.4	31.6	24.6	7	0.2	5.9	301.3
1970-71	4.2	2.2	35.9	13.3	64.1	53	15.3	43.7	24.3	51.9	13.9	30.9	352.7
1971-72	49.3	10.6	41.6	13.6	78.2	42.2	75.8	46.8	20.5	131.8	21.2	12.8	544.4
1972-73	92.8	3.8	5	79.3	36.4	54.8	12.1	4.2	2.6	22.4	7.8	53.7	374.9
1973-74	74.4	42.2	53.6	0	0	0	0	23.5	50.1	2	0.8	13	259.6
1974-75	46.6	51.7	51.7	5.4	35.5	23.2	22.1	26.7	106	0.3	55.1	37.6	461.9
1975-76	27.6	53.6	48.2	22.1	58.3	30.8	57.9	84.7	7.3	38.3	46.3	15.8	490.9
1976-77	42.4	54.7	11.7	11.5	47.6	24.6	17.2	23.4	15.6	9.6	3.4	28.4	290.1
1977-78	9.2	27.8	29.2	66	28.7	48.2	47.9	31.8	8.2	0	1.1	240	538.1
1978-79	60.3	26.1	60.9	47.5	45.7	16.6	32.7	55.8	2.8	2.3	7.4	19.9	378
1979-80	74.6	154	52.2	52.6	11.5	46.9	40	33.6	17.2	2.6	6.5	15.6	507.3
1980-81	107.2	40.5	42.2	75.7	30.3	8.7	26.8	30.7	9.4	8.6	18.9	10.4	409.4
1981-82	75	57.7	39.6	9	121.9	49.4	109.4	137.5	17.7	13.6	40.9	7.3	679
1982-83	74.8	94.6	28.2	5.9	29.7	18.4	3.3	22.1	51.5	77.1	11.4	3.2	420.2
1983-84	26.5	39.8	151.9	29.4	24.1	42.6	74.9	13.1	17.8	2.2	53.8	6	482.1
1984-85	26.9	54.7	30.7	30.2	10.4	54.3	13.6	11.4	9.6	2.8	0	4.6	249.2
1985-86	45.4	154	16.3	16	68.8	29.4	7.2	20.8	42.3	5.1	10.2	8	423.5
1986-87	116.8	62.8	8.2	30.4	40.1	157.2	33.9	34	1.3	2.5	9.9	30.5	527.6
1987-88	37.7	75.9	41.5	32.1	26.4	25.9	30.4	7	8.7	0.9	1.6	9.8	297.9
1988-89	38.1	118.7	96.9	1.8	5.4	34.9	11	43.6	20.8	31.5	29.9	2.3	434.9
1989-90	22.4	43.1	77.2	0.7	6.3	10.2	16.8	52.7	5.8	50.3	64.1	6.5	356.1
1990-91	30.8	71.1	73.7	30.8	17.3	52.8	89.1	60	27	40.1	56.7	40.5	589.9
1991-92	25	47.3	2.9	7.2	7.8	10.4	88.3	55.2	73.8	13.8	0	0	331.7
1992-93	39.3	62.1	26.7	14.6	29.2	25.3	12.4	76	4.3	1	3.2	6.9	301
1993-94	9.1	167.8	5.5	71.4	32.3	21.5	61.9	26.7	1.3	24.2	8.2	0	429.9
1994-95	85.9	49.9	61.5	57.7	5	32.7	18.1	32.3	34.4	31	12.3	24	444.8
1995-96	7.8	29.6	109	50.2	56	61.9	22.3	9	0.3	14.9	30.3	63.7	455
1996-97	70	34.9	46	31.4	14.5	24.1	67.5	0.2	30.7	1.4	30.6	1.4	352.7
1997-98	61.5	22.8	63	21.6	52.6	32.6	4.5	136.2	2.3	0.3	0.7	37.1	435.2
1998-99	17.6	159.6	48.3	49.1	52.1	82.5	28.3	5.4	5	0.8	12.6	17.4	478.7
1999-00	57.4	63.5	61.7	14.1	38	24.7	15.1	23.6	16	2.4	1.7	9.6	327.8
2000-01	40.8	25.6	20.6	31.5	18.7	12.2	45.1	66.4	11.4	72.4	7.6	0.9	353.2
2001-02	2.3	18.2	54.7	13	15	45	58	6	0	35	38	120	405.2
2002-03	88	34	136	80	17	21	26	45	33	29	4	21	534
2003-04	75	7	50	87	7	40	33	56	92	6	0	18	471
2004-05	52	25	37	19	51	52	5	29	0	15	16	48	349
2005-06	5	56	62	120	34	41	33	1	9	26	10	155	552
2006-07	112	10	12	14	28	26	18	36	40	0	25	31	352
2007-08	92	97	18.5	3.3	18.8	12.7	41.3	3.7	12.2	18.4	7	64.3	389.2
2008-09	19	23.3	62.6	104.1	14.5	61.8	14.6	38.6	9.1	29	1.5	31.2	409.3
Mean	52.8	54.99	50.24	34.62	31.58	37.08	30.96	37.96	24.69	18.01	15.43	34.41	419.89

Πίνακας 5.2.2.20: Χρονοσειρές θερμοκρασιών (°C) για την περιοχή του Ταμειντήρα.

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
1954-55				9.12	10.11	9.1	10.44	18.85	22.89	26.11	23.89	20.75
1955-56	17.15	10.98	8.25	5.24	3.71	5.85	13.63	17.75	21.89	25.87	26.6	21.04
1956-57	15.7	11.61	5.41	4.68	9.09	8.61	12.23	17.28	24.08	26.14	26.47	22.02
1957-58	16.69	11.53	5.2	5.91	8.98	8.61	12.46	20.13	23.92	25.95	26.73	20.44
1958-59	15.95	11.7	8.01	4.13	4.07	9.87	12.35	17.8	21.54	25.53	24.52	19.32
1959-60	12.3	10.27	9.12	5.87	7.58	8.67	12.38	17.94	22.62	25.27	26.32	19.67
1960-61	17.81	12.72	9.63	5.48	5.85	10.46	15.14	18.63	23.19	25.28	24.9	20.98
1961-62	16.47	12.64	6.27	5.82	5.07	10.28	12.88	19.67	23.22	26.41	26.58	22.96
1962-63	16.5	13.38	5.21	4.36	7.38	7.87	13.05	17.57	23	26.08	26.31	22.32
1963-64	16.33	12.55	7.53	2.91	6.15	9.74	12.99	17.1	22.62	24.33	24.06	20.35
1964-65	17.54	11.84	7.6	6.45	3.63	8.88	12.11	16.88	22.51	26.18	23.37	21.6
1965-66	14.6	10.38	7.14	3.47	10.19	9.07	14.02	17.23	22.5	25.87	26.78	21.5
1966-67	20.27	12.09	7.06	4.35	5.38	9.28	12.74	18.47	21.69	24.65	25.94	21.57
1967-68	17.55	11.55	7.12	0.94	8.25	8.08	14.26	20.94	22.4	25.76	24.37	22.11
1968-69	15.41	12.52	6.38	4.48	8.21	8.95	11.81	20.42	23.83	24.28	25.25	22.14
1969-70	15.02	11.74	7.5	7.96	8.27	9.85	14.59	17.26	22.8	25.44	25.5	21.24
1970-71	15.04	10.66	5.8	7.82	6.01	7.74	12.52	18.88	23.38	23.3	24.81	19.74
1971-72	14.38	10.63	5.99	6.42	7.04	8.95	14.31	18.47	23.84	25.12	24.14	20.53
1972-73	13	10.76	5.72	4.52	7.33	7.03	12.93	19.65	23.36	26.53	24.16	22.06
1973-74	16.21	9.01	5.5	5.95	8.04	9.41	11.38	17.13	23.02	25.2	25.01	21.26
1974-75	17.14	10.61	5.42	4.4	5.47	10.63	14.14	19.4	22.81	25.3	23.68	22.42
1975-76	15.69	10.52	5.57	5.61	5.75	8.99	13.43	17.82	21.85	24.17	22.14	20.1
1976-77	16.79	11.21	6.74	5.79	9.92	9.77	12.98	18.51	23.22	26.61	25.3	20.3
1977-78	14.38	12.01	5	4.59	8.69	10.2	12.39	17.72	23.11	25.4	23.51	19.43
1978-79	14.73	7.93	9.01	4.92	7.91	11.22	11.96	17.91	23.68	24.93	24.54	20.52
1979-80	14.89	11.19	6.84	3.9	5.87	8.95	11.65	15.94	22.13	25.25	24.78	20.88
1980-81	16.93	12.36	6.45	2.04	5.88	10.84	12.4	16.21	24.37	24.71	23.99	21.58
1981-82	18.3	7.73	7.75	5.3	4.05	7.53	11.3	16.76	23.23	24.03	24.66	21.81
1982-83	16.58	8.64	7.5	4.86	4.21	8.55	14.47	19.16	21.67	25.24	23.53	20.44
1983-84	14.83	9.71	6.05	6.11	6.96	8.48	12.51	17.81	22.06	23.86	23.12	21.61
1984-85	18.48	11.08	6.13	6	3.74	8.96	14.69	20.55	23.41	25.24	25.42	21.01
1985-86	14.02	11.7	8.13	6.69	6.99	9.15	13.98	18.41	23.22	24.91	25.75	21.56
1986-87	15.44	9.09	3.35	6.22	7.7	4.65	12.63	16.68	23.03	26.61	24.74	23.35
1987-88	15.07	10.15	6.49	7.26	6.15	8.45	12.14	18.79	23.96	28.52	25.9	22.33
1988-89	15.37	6.61	2.82	3.36	7.13	11.01	14.97	17.48	22.12	25.15	24.88	21.67
1989-90	14.52	10.34	5.12	3.6	7.68	10.92	14.76	18.64	23.94	26.29	24.08	21.13
1990-91	16.61	12.37	6.93	3.71	5.45	10.36	12.14	15.71	23.62	24.34	24.28	20.93
1991-92	17.25	10.99	2.65	4.16	5	9.1	13.73	16.87	22.82	24.11	26.01	20.89
1992-93	19.27	11.33	5.23	4.46	3.67	9.12	13.73	19.22	24.15	25.81	25.52	21.41
1993-94	19.21	9.48	8.59	7.49	6.73	11.12	14.7	20.03	23.51	25.73	24.89	24.23
1994-95	17.74	10.02	5.39	5.76	8.81	9.38	12.79	18.65	25.04	25.96	24.42	21.28
1995-96	14.85	8.07	9.39	6.29	6.5	6.43	11.89	20.09	23.69	25.48	25.35	20.22
1996-97	14.22	10.95	7.75	5.98	6.42	8.25	10.03	19.2	24.68	26.33	23.98	19.68
1997-98	14.33	11.2	6.69	6.09	8.07	7.21	14.93	18.52	24.72	27.01	26.72	21.17
1998-99	17.23	11.22	5.02	6.02	5.32	10.12	14.27	19.78	24.95	26.27	26.59	22.32
1999-00	17.88	11.32	7.91	2.47	6.68	8.98	15.63	20.11	23.77	27.25	25.63	22
2000-01	16.28	13.48	7.42	7.37	7.93	14.55	14.03	19.4	24.17	26.9	26.24	22.64
2001-02	17.74	9.88	0.26	3.81	9.71	11.75	13.03	18.5	24.69	26.54	24.88	20.18
2002-03	15.85	11.02	7.08	7.74	3.2	7.37	11.77	20.39	24.97	26.67	26.55	20.51
2003-04	17.16	12.12	6.76	4.48	6.83	9.74	13.53	16.89	23.33	25.72	25.37	21.09
2004-05	17.93	10.78	7.63	4.96	5.35	9.4	13.68	19.53	23.08	26.84	32.72	22.22
2005-06	15.79	9.34	7.12	3.44	5.83	10.13	14.37	18.86	23.65	24.98	26.56	21.1
2006-07	16.74	9.29	5.68	7.67	7.43	10.36	13.56	20.05	25.44	27.62	27.01	21.27
2007-08	16.71	10.37	5.6	6.24	7.45	11.83	15.01	19.77	25.09	26.97	26.53	21.18
2008-09	16.68	12.15	7.6	6.82	6.47	9.35	13.71	20.18	24.16	26.8	25.82	21.67
Mean	16.23	10.83	6.47	5.3	6.68	9.26	13.18	18.5	23.38	25.69	25.29	21.27
min	12.3	6.61	0.26	0.94	3.2	4.65	10.03	15.71	21.54	23.3	22.14	19.32
max	20.27	13.48	9.63	9.12	10.19	14.55	15.63	20.94	25.44	28.52	32.72	24.23

Εισήχθησαν τα δεδομένα των Πινάκων 5.2.2.19 και 5.2.2.20 στο λογισμικό CROPWAT, ανάλογα με τον έδαφος καλλιέργειας, προέκυψαν τα αποτελέσματα που ακολουθούν για τις υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές των κύριων καλλιεργειών της Λεκάνης Απορροής Κάρλας, για ολόκληρη την αρδευτική περίοδο, με προσαρμογή των μέσω φυτικών συντελεστών κατά το στάδιο ανάπτυξης Kc στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Στους Πίνακες 5.2.2.21 έως και 5.2.2.23 φαίνεται πως στην περιοχή που αρδεύεται από τον Ταμιευτήρα, οι καλλιέργειες των σιτηρών, του αραβόσιτου και του βαμβακιού καλλιεργούνται σε αργιλώδες έδαφος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ανά περίοδο υπολογίστηκε από το λογισμικό CROPWAT και προέκυψε το συμπέρασμα πως μεγαλύτερες υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές έχουν οι καλλιέργειες του βαμβακιού με τελική τιμή Kc 384.5 mm και ανάγκες άρδευσης 288.3 mm. Παρόλα αυτά οι αντίστοιχες τιμές για τα σιτηρά και τον αραβόσιτο δεν απέχουν πολύ ούτε μεταξύ τους ούτε και από τις τιμές για το βαμβάκι. Πιο συγκεκριμένα, για τα σιτηρά υπολογίστηκε πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 339.6 mm και ανάγκες άρδευσης 246.3 mm, ενώ στην περίπτωση της καλλιέργειας του αραβόσιτου η πραγματική υπολογιζόμενη εξατμισοδιαπνοή είναι Kc 337 mm και οι ανάγκες άρδευσης 244.9 mm.

Αργιλώδες Έδαφος Καλλιέργειας

Κύριες Καλλιέργειες:

➤ Σιτηρά

Πίνακας 5.2.2.21: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή σιτηρών για την περιοχή του Ταμιευτήρα, για αργιλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.30	0.45	0.4	1.5	0.4
Mar	1	Init	0.30	0.50	5.0	11.7	0.0
Mar	2	Init	0.30	0.56	5.6	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.31	0.66	7.2	11.1	0.0
Apr	1	Deve	0.49	1.17	11.7	10.4	1.3
Apr	2	Deve	0.74	1.96	19.6	9.8	9.8
Apr	3	Mid	0.98	2.94	29.4	9.2	20.2
May	1	Mid	1.05	3.51	35.1	8.5	26.5
May	2	Mid	1.05	3.87	38.7	7.9	30.7
May	3	Mid	1.05	4.39	48.3	7.2	41.1
Jun	1	Late	1.04	4.85	48.5	6.4	42.0
Jun	2	Late	0.84	4.34	43.4	5.7	37.7
Jun	3	Late	0.59	3.18	31.8	5.5	26.3
Jul	1	Late	0.38	2.11	14.8	3.3	10.1
					339.6	110.1	246.3

➤ Αραβόσιτος

Πίνακας 5.2.2.22: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή αραβόσιτου για την περιοχή του Ταμιευτήρα, για αργιλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.30	0.45	0.4	1.5	0.4
Mar	1	Init	0.30	0.50	5.0	11.7	0.0
Mar	2	Deve	0.30	0.57	5.7	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.46	0.98	10.7	11.1	0.0
Apr	1	Deve	0.69	1.66	16.6	10.4	6.1
Apr	2	Deve	0.91	2.43	24.3	9.8	14.5
Apr	3	Mid	1.07	3.22	32.2	9.2	23.0
May	1	Mid	1.08	3.60	36.0	8.5	27.5
May	2	Mid	1.08	3.97	39.7	7.9	31.8
May	3	Mid	1.08	4.51	49.6	7.2	42.4
Jun	1	Late	0.99	4.64	46.4	6.4	40.0
Jun	2	Late	0.75	3.89	38.9	5.7	33.2
Jun	3	Late	0.51	2.74	27.4	5.5	22.0
Jul	1	Late	0.36	2.04	4.1	0.9	4.1
					337.0	107.7	244.9

➤ Βαμβάκι

Πίνακας 5.2.2.23: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή βαμβακιού για την περιοχή του Ταμειυτήρα, για αργιλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.35	0.52	0.5	1.5	0.5
Mar	1	Init	0.35	0.59	5.9	11.7	0.0
Mar	2	Init	0.35	0.66	6.6	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.36	0.76	8.4	11.1	0.0
Apr	1	Deve	0.56	1.34	13.4	10.4	3.0
Apr	2	Deve	0.83	2.22	22.2	9.8	12.4
Apr	3	Mid	1.03	3.10	31.0	9.2	21.8
May	1	Mid	1.04	3.48	34.8	8.5	26.2
May	2	Mid	1.04	3.83	38.3	7.9	30.4
May	3	Mid	1.04	4.35	47.8	7.2	40.6
Jun	1	Late	1.03	4.83	48.3	6.4	41.8
Jun	2	Late	0.91	4.71	47.1	5.7	41.4
Jun	3	Late	0.75	4.07	40.7	5.5	35.3
Jul	1	Late	0.60	3.37	33.7	4.7	29.0
Jul	2	Late	0.51	2.96	5.9	0.8	5.9
					384.5	112.3	288.3

Στους Πίνακες 5.2.2.24 έως και 5.2.2.26 φαίνεται πως οι καλλιέργειες που αφορούν στα ζαχαρότευτλα, στα αμπέλια και στη μηδική καλλιέργεια έχουν ως έδαφος καλλιέργειας αργιλοπηλώδες έδαφος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ανά περίοδο υπολογίζεται και εδώ μέσω του λογισμικού CROPWAT. Οι μέσοι φυτικοί συντελεστές Kc που χρησιμοποιεί το λογισμικό είναι μεγαλύτεροι για τα ζαχαρότευτλα, άρα και οι υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές. Τα ζαχαρότευτλα έχουν τη μεγαλύτερη πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 557.4 mm και τις μεγαλύτερες ανάγκες άρδευσης 445.1 mm, ακολουθεί η μηδική καλλιέργεια με υδατικές ανάγκες κοντά σ' αυτές των ζαχαρότευτλων, δηλαδή με πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 526.7 mm και ανάγκες άρδευσης 421.9 mm, ενώ τα αμπέλια έχουν τις μικρότερες υδατικές ανάγκες με πραγματική εξατμισοδιαπνοή 381.5 mm και ανάγκες άρδευσης 99.7 mm.

Αργιλοπηλώδες Έδαφος Καλλιέργειας Κύριες Καλλιέργειες:

➤ Αμπέλια

Πίνακας 5.2.2.24: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αμπελιών για την περιοχή του Ταμειυτήρα, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.40	0.59	0.6	1.5	0.6
Mar	1	Init	0.40	0.67	6.7	11.7	0.0
Mar	2	Deve	0.40	0.75	7.5	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.52	1.12	12.3	11.1	1.1
Apr	1	Deve	0.70	1.69	16.9	10.4	6.5
Apr	2	Deve	0.88	2.33	23.3	9.8	13.5
Apr	3	Mid	1.04	3.13	31.3	9.2	22.1
May	1	Mid	1.09	3.65	36.5	8.5	27.9
May	2	Mid	1.09	4.02	40.2	7.9	32.3
May	3	Mid	1.09	4.57	50.2	7.2	43.0
Jun	1	Mid	1.09	5.11	51.1	6.4	44.7
Jun	2	Late	1.09	5.65	56.5	5.7	50.9
Jun	3	Late	1.08	5.85	58.5	5.5	53.1
Jul	1	Late	1.07	6.04	60.4	4.7	55.7
Jul	2	Late	1.06	6.22	62.2	4.1	58.1
Jul	3	Late	1.06	6.19	12.4	1.2	12.4
					381.5	396.3	99.7

➤ Ζαχαρότευτλα

Πίνακας 5.2.2.25: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή ζαχαρότευτλων για την περιοχή του Ταμειυτήρα, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.35	0.52	0.5	1.5	0.5
Mar	1	Init	0.35	0.59	5.9	11.7	0.0
Mar	2	Init	0.35	0.66	6.6	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.41	0.87	9.5	11.1	0.0
Apr	1	Deve	0.62	1.49	14.9	10.4	4.5
Apr	2	Deve	0.84	2.23	22.3	9.8	12.5
Apr	3	Mid	1.05	3.15	31.5	9.2	22.3
May	1	Mid	1.11	3.71	37.1	8.5	28.5
May	2	Mid	1.11	4.09	40.9	7.9	33.0
May	3	Mid	1.11	4.64	51.1	7.2	43.8
Jun	1	Mid	1.11	5.20	52.0	6.4	45.5
Jun	2	Late	1.11	5.72	57.2	5.7	51.5
Jun	3	Late	1.03	5.56	55.6	5.5	50.1
Jul	1	Late	0.93	5.25	52.5	4.7	47.8
Jul	2	Late	0.84	4.89	48.9	4.1	44.8
Jul	3	Late	0.74	4.31	47.4	6.3	41.1
Aug	1	Late	0.65	3.93	23.6	5.5	18.9
					557.4	127.5	445.1

➤ Μηδική

Πίνακας 5.2.2.26: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή μηδικής καλλιέργειας για την περιοχή του Ταμειυτήρα, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.40	0.59	0.6	1.5	0.6
Mar	1	Init	0.40	0.67	6.7	11.7	0.0
Mar	2	Deve	0.40	0.75	7.5	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.52	1.12	12.3	11.1	1.1
Apr	1	Deve	0.70	1.69	16.9	10.4	6.5
Apr	2	Deve	0.88	2.33	23.3	9.8	13.5
Apr	3	Mid	1.04	3.13	31.3	9.2	22.1
May	1	Mid	1.09	3.65	36.5	8.5	27.9
May	2	Mid	1.09	4.02	40.2	7.9	32.3
May	3	Mid	1.09	4.57	50.2	7.2	43.0
Jun	1	Mid	1.09	5.11	51.1	6.4	44.7
Jun	2	Late	1.09	5.65	56.5	5.7	50.9
Jun	3	Late	1.08	5.85	58.5	5.5	53.1
Jul	1	Late	1.07	6.04	60.4	4.7	55.7
Jul	2	Late	1.06	6.22	62.2	4.1	58.1
Jul	3	Late	1.06	6.19	12.4	1.2	12.4
					526.7	116.7	421.9

Στον Πίνακα 5.2.2.27 φαίνεται η ποσότητα νερού άρδευσης που απαιτείται ανά μήνα για την κάθε καλλιέργεια. Όπως και στην περίπτωση του Νέου και του Παλιού Δικτύου άρδευσης, έτσι και εδώ, προκύπτει πως τον πρώτο μήνα του υδρολογικού έτους (Οκτώβριο) έως και τον Μάιο, δεν υπάρχει ανάγκη για άρδευση λόγω επάρκειας του βρόχινου νερού. Η μέγιστη αρδευτική απαίτηση εμφανίζεται τον καλοκαιρινό μήνα Ιούνιο και ανέρχεται σε 0.40 l/s/h. Τον μήνα αυτό είναι επίσης μέγιστο το έλλειμμα σε νερό για κάθε επιμέρους καλλιέργεια (μεγαλύτερο έλλειμμα υπάρχει στις περιπτώσεις της μηδικής καλλιέργειας και του βαμβακιού), ενώ σημαντικές είναι και οι τιμές ελλείμματος για τους μήνες Μάιο και Ιούλιο.

Ο Πίνακας 5.2.2.27 αφορά την περιοχή που αντιστοιχεί στο Δίκτυο άρδευσης του Ταμιευτήρα. Οι ανάγκες άρδευσης είναι και εδώ μεγαλύτερες από αυτές του νέου Δικτύου. Τα ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κύρια καλλιέργεια σε σχέση με το άθροισμα της συνολικής έκτασης των κυριών καλλιεργειών της περιοχής είναι 33% για τα σιτηρά, για τον αραβόσιτο 28% για τα ζαχαρότευτλα 8%, για τη μηδική καλλιέργεια 12%, 15 % για το βαμβάκι και 10 % τα αμπέλια.

Πίνακας 5.2.2.27: Αποτελέσματα υπολογισμού υδατικών αναγκών κύριων καλλιεργειών από το λογισμικό CROPWAT, για την περιοχή του Ταμιευτήρα.

Plantation deficit	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1. Spring Wheat	0.0	0.4	0.0	2.4	30.4	198.1	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. COTTON	0.0	0.5	0.0	37.1	97.2	198.5	34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Wheat grass	0.0	0.1	0.0	0.0	11.2	20.2	39.0	44.0	30.0	1.2	0.0	0.0
4. MAIZE (Sweet)	0.0	0.4	0.0	43.6	101.6	95.1	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. CLOVER	0.0	0.6	1.1	42.1	193.2	140.7	126.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6. Sesameoil	0.0	0.5	0.0	38.3	105.3	147.2	122.7	18.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Net evapotranspiration												
- in crop/ha	0.0	0.0	0.0	1.1	2.9	3.4	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
- in soil/ha	0.0	0.4	0.1	33.6	30.1	19.5	32.1	4.6	2.0	0.1	0.0	0.0
- in U/S	0.00	0.00	0.00	0.13	0.34	0.29	0.11	0.02	0.09	0.00	0.00	0.00
Irrigated area												
(2) of total area	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
In req. for actual crop												
(l/s/ha)	0.00	0.00	0.00	0.15	0.34	0.40	0.11	0.16	0.12	0.00	0.00	0.00

- Υπόλοιπης περιοχής της Λεκάνης απορροής της Κάρλας (όλης η περιοχής μελέτης πλην των πολυγώνων του Ταμιευτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης).

Πίνακας 5.2.2.28: Χρονοσειρές βροχοπτώσεων (mm) για την υπόλοιπη περιοχή Λεκάνης απορροής Κάρλας.

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	
1954-55				48.84	36.32	45.82	91.67	7.03	23.93	24.14	55.71	107.09	440.54
1955-56	285.56	90.1	39.37	135.4	43.84	74.73	24.84	59.77	50.63	16.02	6.03	4.17	830.47
1956-57	53.17	101.36	28.63	25.39	39.24	33.4	27.93	56.76	62.01	9.07	13.59	60.95	511.51
1957-58	144.2	60.76	38.96	5.62	14.09	20.85	10.62	21.87	9.71	22.21	6.34	50.74	405.98
1958-59	33.71	69.8	31.22	68.06	15.58	54.03	46.08	39.98	34.17	19.94	9.35	98.17	520.11
1959-60	57.67	35.76	56.24	47.34	38.02	58.1	35.29	84.68	27.97	9.28	13.41	109.67	573.42
1960-61	21.22	37.59	104.52	52.87	24.17	62.58	23.2	25.6	31.27	20.73	13.66	19.7	437.11
1961-62	54.56	40.56	63.16	25.43	35.21	34.82	17.88	23.54	8.66	21.8	6.44	286.24	618.31
1962-63	113.91	97.64	113.72	52.77	42.99	49.82	27.01	45.97	18.02	25.78	11.66	18.53	617.81
1963-64	107.83	56.02	55.04	38.77	21.38	55.38	18.82	48.76	47.46	18.67	11.51	98.7	578.34
1964-65	32.24	45.57	51.54	53.49	41.07	45.28	38.19	32.92	32.37	48.06	6.5	2.78	430.02
1965-66	31.85	52.59	36.55	82.2	18.89	39.48	30.76	53.42	33.3	10.92	14.59	16.31	420.87
1966-67	42.77	125.72	69.85	23.5	28.79	35.74	36.52	43.8	8.27	35.79	22.65	131.74	605.15
1967-68	34.06	71.69	53.37	55.74	32.36	40.43	24.02	60.97	23.72	7.82	8.14	92.54	504.86
1968-69	76.63	87	79.08	70.43	32.4	60.87	17.34	9.46	12.49	9.27	7.2	39.7	501.88
1969-70	17.06	34.25	92.59	31.78	41.41	41.6	14.5	70.58	25.14	13.16	9.46	17.74	409.29
1970-71	32.76	24.72	35.82	45.35	54.08	59.12	23.94	30.42	24.83	41.49	19.34	48.26	440.13
1971-72	62.49	19.89	37.18	54.45	50.37	44.78	67.12	22.36	19.99	86.5	21.85	46.74	533.71
1972-73	97.96	50.53	22.28	53.92	33.26	52.08	24.55	11.07	6.65	36.7	29.47	98.45	516.92
1973-74	74.6	40.94	52.31	53.75	54.01	51.01	59.63	25.78	32.48	6.1	3.82	21.54	475.99
1974-75	22.65	64.77	40.19	30.68	51.51	28.52	34.37	30.14	102.05	21.9	28.7	16.95	472.42
1975-76	44.72	62.85	46.49	43.82	58.41	30.99	39.74	83.2	14.8	36.3	32.85	18.88	513.04
1976-77	48.55	53.18	27.39	14.2	26.25	27.74	24.81	27.6	18.99	7.88	12.64	46.21	335.45
1977-78	22.91	48.78	89.8	68.18	22.55	29.8	48.36	32.91	16.01	8.14	5.42	312.66	705.54
1978-79	108.57	30.53	49.38	62.01	47.63	22.17	32.05	84.76	7.66	21.78	26.76	23.45	516.76
1979-80	97.3	171.1	70.12	59.66	33.64	52.37	41.22	41.36	22.37	7.76	6.23	25.26	628.37
1980-81	108.42	52.41	45.83	175.02	28.6	28.64	19.86	20.71	15.6	17.91	13.54	13.91	540.45
1981-82	54.38	57.13	62.24	35.69	76.33	57.76	99.77	143.05	21.26	22.67	26.28	13.93	670.5
1982-83	60.4	92.81	55.74	21.72	34.51	36.54	25.14	12.76	60.27	55.92	7.96	10.1	473.87
1983-84	25.01	42.6	157.96	16.22	40.82	55.94	90.93	17.29	17.9	7.71	33.8	4.22	510.39
1984-85	25.76	68.44	56.99	59.67	14.83	53.3	23.34	10.59	18.54	10.13	3.5	8.58	353.7
1985-86	46.88	142.67	22.74	26.81	56.33	30.94	12.95	41.62	45.84	15.77	10.11	10.8	463.44
1986-87	72.25	60.51	30.56	47.44	37.7	108.55	76.11	26.31	14.85	6.84	16.63	5.28	503.02
1987-88	69.61	80.24	35.93	29.17	28.96	33.34	23.76	13.09	14.26	2.27	6.07	7.68	344.39
1988-89	37.89	109.93	68.22	8.85	11.04	50.96	16.18	32.11	17.05	36.19	6.87	10.11	405.4
1989-90	38.1	44.9	81.44	7.89	12.33	21.88	21.17	45.24	16.81	21.6	50.69	23.79	385.84
1990-91	33.3	69.88	95.29	39.86	29.64	52.49	83.01	71.25	10.01	30.64	26.04	54.04	595.45
1991-92	29.07	71.88	23.89	15.09	23.98	23.8	41.44	51.87	53.92	21.34	2.09	1.7	360.08
1992-93	43.39	49.36	54.83	30.03	38.53	34.78	21.39	61.99	5.9	2.73	12.08	5.62	360.64
1993-94	12.78	129.9	31.43	79.66	50.7	26.23	54.9	47.67	3.37	26.19	13.76	2.33	478.91
1994-95	146.39	69.88	50.36	66.95	10.04	66.49	24.8	18.38	38.9	28.75	14.4	30.47	565.81
1995-96	27.71	37.68	103.05	61.6	67.97	53.2	22	35.86	3.27	12.63	16.89	49.44	491.31
1996-97	76.73	31.5	64.12	52.13	21.96	40.16	56.24	28.93	22.46	6.17	44.02	5.8	450.23
1997-98	70.62	33	85.67	22.04	63.27	60.58	8.41	109.98	10.13	2.74	5.25	28.26	499.94
1998-99	25.2	162.02	74.02	55.84	46.91	72.87	33.68	14.22	9.53	10.38	9.77	33.51	547.93
1999-00	85.94	89.95	72.01	35.03	62.09	34.81	20.12	28.16	13.47	7.75	4.47	19.74	473.53
2000-01	76.01	35.08	28.69	67.22	25.96	17.55	64.23	75.11	12.03	25.96	19.28	6.5	453.63
2001-02	19.59	42.05	85.48	25.26	18.1	80.15	71.04	15.84	5.19	72.6	10.49	128.8	574.59
2002-03	100.25	45.86	128.63	114.68	25.61	34.87	32.37	46.78	30.43	29.02	8.18	32.2	628.91
2003-04	86.65	21.93	59.22	124.22	18.84	47.55	38.22	56.5	74.58	13.2	5.72	27.89	574.53
2004-05	62.59	37.89	48.73	31.52	48.66	55.57	14.8	32.65	5.74	19.39	15.56	71.01	444.11
2005-06	13.41	65.37	68.91	169.21	37.14	48.22	38.22	7.92	12.48	26.96	11.87	224.8	724.5
2006-07	125.37	24.59	28.55	24.71	33.07	38.21	25.67	38.83	35.67	9.07	21.09	46.58	451.41
2007-08	104.44	101.71	33.8	10.12	26.83	29.33	45.16	10.3	14.87	21.73	10.03	94.44	502.77
2008-09	28.06	36.38	69.39	147.53	23.92	62.11	22.83	41.13	12.55	29.02	6.65	46.86	526.44
Mean	63.43	64.47	59.42	52.82	35.49	45.61	36.51	40.56	24.21	21.46	15.21	51.48	507.27

Πίνακας 5.2.2.29: Χρονοσειρές θερμοκρασιών (°C) για την υπόλοιπη περιοχή Λεκάνης απορροής Κάρλας.

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβρις	Ιανουάρις	Φεβρουάρις	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβρις
1954-55				8.56	10.26	9.23	10.56	18.91	22.62	26.11	23.71	20.7
1955-56	17.24	11.07	8.21	5.09	3.41	5.79	13.92	17.82	20.91	25.83	27.03	20.95
1956-57	15.64	11.79	5.34	4.58	9.17	8.72	12.44	17.36	24.64	26.14	26.87	21.74
1957-58	16.73	11.7	5.13	5.68	9.05	8.72	12.69	20.16	24.38	25.92	27.18	20.46
1958-59	15.91	11.9	7.97	4.08	3.79	10.06	12.57	17.88	20.32	25.44	24.48	19.54
1959-60	11.83	10.27	9.09	5.64	7.55	8.78	12.6	18.01	22.16	25.15	26.68	19.82
1960-61	17.86	13	9.5	5.26	5.94	10.83	15.17	18.67	23.37	25.35	25.19	21.05
1961-62	16.43	12.73	6.12	5.47	5.03	10.35	13.4	19.63	23.32	26.24	26.59	21.9
1962-63	16.33	13.39	5.09	4.5	7.16	8.17	13.25	17.7	23.17	26.03	26.3	21.63
1963-64	16.2	12.69	7.45	3.53	6.06	9.72	13.22	17.44	22.61	24.6	24.42	20.78
1964-65	17.52	11.99	7.43	5.85	3.61	9.06	12.5	17.29	22.73	26.02	23.73	21.31
1965-66	14.77	10.79	7.34	4.06	9.97	9.32	14.35	17.73	22.27	26	26.51	21.27
1966-67	20.23	12.32	7.03	4.43	5.33	9.58	13.11	18.49	21.87	24.56	25.86	21.3
1967-68	17.58	11.69	7	2.23	7.99	8.49	14.57	20.29	22.11	25.61	24.5	21.53
1968-69	15.41	12.23	6.39	4.55	8.03	8.92	12.32	20.01	23.64	24.58	25.33	21.55
1969-70	15.12	12	7.44	6.84	8.17	9.88	14.65	17.34	23.26	25.36	25.9	21.16
1970-71	15.07	10.86	5.8	6.72	6.01	8	12.79	19.06	23.85	23.75	25.32	20.52
1971-72	14.16	10.78	6.17	5.73	6.73	9.15	14.19	18.6	24.27	25.11	24.63	20.85
1972-73	12.83	11.3	5.54	4.51	7.03	6.67	12.46	19.05	22.7	26.23	23.67	21.68
1973-74	16.38	9.01	5.5	5.87	7.28	9.75	11.39	16.88	22.95	24.29	24.26	20.77
1974-75	17.12	10.72	4.84	4.34	5.37	9.87	14	18.49	22.18	25.24	23.58	22.41
1975-76	15.58	10.91	5.47	5.49	5.67	8.77	14.16	17.75	21.65	24.13	22	19.93
1976-77	16.74	11.43	6.2	5.45	10.02	10.07	13.22	19.42	23.38	26.66	25.41	20.3
1977-78	14.39	10.92	4.66	4.6	8.3	10.43	12.68	17.88	23.16	25.29	23.39	19.24
1978-79	14.66	7.52	8.38	4.51	7.79	11.15	11.87	18.02	23.47	24.51	24.4	20.51
1979-80	14.84	11.42	7.05	3.95	5.83	8.86	12.14	16.15	18.69	25.22	24.79	20.78
1980-81	16.97	12.5	6.25	1.96	5.84	11.33	12.68	16.09	23.93	24.36	23.65	21.53
1981-82	18.36	8.4	7.49	2.45	3.91	7.86	11.64	16.78	22.7	23.9	24.68	21.86
1982-83	16.48	8.33	7.5	4.65	4.38	9.09	15.17	19.58	21.46	25.56	23.74	20.36
1983-84	14.87	9.42	5.68	5.65	3.51	8.09	11.19	17.52	21.45	22.97	22.25	20.58
1984-85	17.64	9.72	5.09	5.03	2.81	8.13	14.24	19.95	22.72	24.19	24.56	19.92
1985-86	12.92	10.79	7.14	5.84	6.48	8.32	13.65	17.26	22.29	23.71	24.64	20.27
1986-87	14.39	7.95	2.13	5.69	6.67	3.77	12.27	16.06	22.16	25.46	23.75	22.24
1987-88	13.83	8.87	5.64	6.2	5.38	7.85	11.89	18.05	23.18	27.08	24.82	20.95
1988-89	14.53	5.92	2.41	2.47	6.71	10.38	14.98	17.04	22.11	24.66	25	20.95
1989-90	14.05	9.58	4.25	2.86	7.24	10.68	14.38	18.45	23.41	25.67	23.81	20.83
1990-91	16.66	13.24	7.54	4.39	6.05	11.3	12.35	17.13	24.86	24.95	25.03	21.42
1991-92	17.96	11.45	3.42	4.64	5.45	9.84	14.74	17.97	24.29	25.13	26.75	21.46
1992-93	19.69	12	5.95	5.22	4.54	10.42	14.8	18.75	25.2	26.83	26.54	22.43
1993-94	20.06	10.4	7.23	6.3	5.69	10.08	14.53	18.47	22.08	23.72	23.81	22.45
1994-95	17.6	10.52	6.25	6.92	9.77	10.65	13.99	19.93	26.22	26.5	25.21	21.98
1995-96	15.28	9	10.2	6.64	7.36	7.32	13.09	19.87	25.12	26.35	26.23	21.18
1996-97	14.95	11.95	8.23	6.85	7.72	9.48	11.15	20.4	25.03	26.77	24.39	19.92
1997-98	14.71	11.08	6.58	5.75	8.77	8.35	15.94	19.42	25.68	27.86	27.68	22.04
1998-99	18.01	12.01	5.86	6.92	5.37	9.77	14.51	20.31	25.83	25.95	27.91	22.88
1999-00	18.63	12.11	8.81	3.23	7.78	9.79	16.64	21.07	24.93	27.96	26.41	22.68
2000-01	16.86	14.23	8.2	7.84	9.05	15.38	14.92	19.97	24.87	27.81	26.1	21.76
2001-02	17.89	9.61	1.25	3.63	9.42	11.67	13.13	18.9	25.95	26.57	25.01	20.71
2002-03	15.79	11.12	7.02	7.32	2.86	7.41	11.96	20.43	26.16	26.74	26.97	20.52
2003-04	17.26	12.37	6.7	4.4	6.74	9.92	13.82	16.98	23.37	25.66	25.53	20.99
2004-05	18.11	10.85	7.58	4.84	5.16	9.55	13.97	19.58	22.95	26.93	34.51	21.9
2005-06	15.73	9.23	7.07	3.47	5.67	10.33	14.7	18.92	23.91	24.81	26.98	20.99
2006-07	16.79	9.17	5.62	7.26	7.39	10.58	13.85	20.09	26.97	27.82	27.53	21.13
2007-08	16.76	10.39	5.53	5.97	7.41	12.13	15.38	19.81	26.37	27.08	26.95	21.06
2008-09	16.72	12.4	7.55	6.49	6.36	9.5	14.01	20.22	24.79	26.89	26.07	21.45
Mean	16.22	10.91	6.41	5.13	6.58	9.41	13.45	18.56	23.45	25.62	25.42	21.13
min	11.83	5.92	1.25	1.96	2.81	3.77	10.56	16.06	18.69	22.97	22	19.24
max	20.23	14.23	10.2	8.56	10.26	15.38	16.64	21.07	26.97	27.96	34.51	22.88

Τέλος, για την περίπτωση υπολογισμού των υδατικών αναγκών της περιοχής της Λεκάνης Απορροής που απομένει αν αφαιρεθούν οι τρεις προαναφερθείσες περιοχές, εισήχθησαν τα δεδομένα των Πινάκων 5.2.2.28 και 5.2.2.29 στο λογισμικό CROPWAT, ανάλογα με τον έδαφος καλλιέργειας, προέκυψαν τα αποτελέσματα που ακολουθούν για τις υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές των κύριων καλλιεργειών της Λεκάνης Απορροής Κάρλας, για ολόκληρη την αρδευτική περίοδο,

με προσαρμογή των μέσω φυτικών συντελεστών κατά το στάδιο ανάπτυξης Kc στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Στους Πίνακες 5.2.2.30 έως και 5.2.2.32 υπάρχουν καλλιέργειες που αφορούν στον αραβόσιτο, στα σιτηρά και στη μηδική καλλιέργεια και έχουν ως έδαφος καλλιέργειας το αργιλώδες έδαφος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ανά περίοδο που υπολογίστηκε μέσω του λογισμικού CROPWAT καθώς και οι υδατικές απαιτήσεις φαίνονται στους Πίνακες αυτούς. Οι μέσοι φυτικοί συντελεστές Kc που χρησιμοποιεί το λογισμικό είναι μεγαλύτεροι για τη μηδική καλλιέργεια, η υπολογιζόμενη πραγματική εξατμισοδιαπνοή της Kc ανέρχεται σε 537.5 mm και τις μεγαλύτερες ανάγκες άρδευσης 423.7 mm, ακολουθούν τα σιτηρά με πραγματική εξατμισοδιαπνοή 431 mm και ανάγκες άρδευσης 249.3 mm και τέλος ο αραβόσιτος έχει με πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 341.9 mm και ανάγκες άρδευσης 248.9 mm.

Αργιλώδες Έδαφος Καλλιέργειας

Κύριες Καλλιέργειες:

➤ Αραβόσιτος

Πίνακας 5.2.2.30: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αραβόσιτου για την περιοχή της Λεκάνης Απορροής της Κάρλας, πλην των πολυγώνων του Ταμειυτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.30	0.41	0.4	1.5	0.4
Mar	1	Init	0.30	0.49	4.9	11.7	0.0
Mar	2	Init	0.30	0.57	5.7	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.31	0.64	7.1	11.1	0.0
Apr	1	Deve	0.49	1.12	11.2	10.4	0.8
Apr	2	Deve	0.75	1.86	18.6	9.8	8.7
Apr	3	Mid	1.00	2.88	28.8	9.2	19.6
May	1	Mid	1.07	3.52	35.2	8.5	26.7
May	2	Mid	1.07	3.96	39.6	7.9	31.7
May	3	Mid	1.07	4.49	49.4	7.2	42.2
Jun	1	Late	1.05	4.95	49.5	6.4	43.1
Jun	2	Late	0.85	4.42	44.2	5.7	38.5
Jun	3	Late	0.60	3.22	32.2	5.5	26.8
Jul	1	Late	0.38	2.15	15.1	3.3	10.4
					341.9	110.1	248.9

Αργιλοπηλώδες Έδαφος Καλλιέργειας
Κύριες Καλλιέργειες:

➤ **Σιτηρά**

Πίνακας 5.2.2.31: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας σιτηρών για την περιοχή της Λεκάνης Απορροής της Κάρλας, πλην των πολυγώνων του Ταμιευτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
	coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Init	0.30	0.41	0.4	1.5	0.4
Init	0.30	0.49	4.9	11.7	0.0
Init	0.30	0.57	5.7	11.8	0.0
Deve	0.31	0.64	7.1	11.1	0.0
Deve	0.49	1.12	11.2	10.4	0.8
Deve	0.75	1.86	18.6	9.8	8.7
Mid	0.61	0.65	6.5	20.1	0.0
Mid	0.61	0.56	5.6	20.3	0.0
Mid	0.61	0.48	4.8	20.8	0.0
Mid	0.61	0.39	3.9	21.0	0.0
Mid	0.61	0.41	4.5	20.3	0.0
Mid	0.61	0.43	4.3	19.7	0.0
Late	0.61	0.45	4.5	19.2	0.0
Late	0.57	0.50	5.5	18.1	0.0
Late	0.50	0.52	5.2	16.8	0.0
Late	0.45	0.53	5.3	15.7	0.0
Late	0.40	0.54	3.8	13.3	0.0
			431.0	523.2	149.3

➤ Μηδική

Πίνακας 5.2.2.32: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή μηδικής καλλιέργειας για την περιοχή της Λεκάνης Απορροής της Κάρλας, πλην των πολυγώνων του Ταμειτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.40	0.55	0.5	1.5	0.5
Mar	1	Init	0.40	0.65	6.5	11.7	0.0
Mar	2	Deve	0.40	0.76	7.6	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.53	1.10	12.1	11.1	1.0
Apr	1	Deve	0.72	1.63	16.3	10.4	5.9
Apr	2	Deve	0.90	2.22	22.2	9.8	12.4
Apr	3	Mid	1.07	3.09	30.9	9.2	21.7
May	1	Mid	1.12	3.69	36.9	8.5	28.4
May	2	Mid	1.12	4.15	41.5	7.9	33.6
May	3	Mid	1.12	4.71	51.8	7.2	44.5
Jun	1	Mid	1.12	5.26	52.6	6.4	46.2
Jun	2	Late	1.12	5.81	58.1	5.7	52.5
Jun	3	Late	1.11	6.02	60.2	5.5	54.7
Jul	1	Late	1.10	6.27	62.7	4.7	58.1
Jul	2	Late	1.09	6.49	64.9	4.1	60.8
Jul	3	Late	1.08	6.26	12.5	1.2	12.5
					537.5	116.7	432.7

Στον Πίνακα 5.2.2.33 φαίνονται οι υπολογιζόμενες από το λογισμικό CROPWAT υδατικές ανάγκες, που σχετίζονται με την καλλιέργεια του βαμβακιού. Στην περιοχή αυτή ο κύριος όγκος του βαμβακιού καλλιεργείται σε αργιλώδες έδαφος. Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.2.2.33, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc του βαμβακιού ανέρχεται σε 394.2 mm και οι ανάγκες άρδευσης 298.2 mm.

Αμμοπηλώδες Έδαφος Καλλιέργειας Κύριες Καλλιέργειες:

➤ Βαμβάκι

Πίνακας 5.2.2.33: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας βαμβακιού για την περιοχή της Λεκάνης Απορροής της Κάρλας, πλην των πολυγώνων του Ταμειυτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.35	0.48	0.5	1.5	0.5
Mar	1	Init	0.35	0.57	5.7	11.7	0.0
Mar	2	Init	0.35	0.66	6.6	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.36	0.75	8.2	11.1	0.0
Apr	1	Deve	0.57	1.29	12.9	10.4	2.5
Apr	2	Deve	0.85	2.11	21.1	9.8	11.3
Apr	3	Mid	1.06	3.06	30.6	9.2	21.4
May	1	Mid	1.07	3.52	35.2	8.5	26.7
May	2	Mid	1.07	3.96	39.6	7.9	31.7
May	3	Mid	1.07	4.49	49.4	7.2	42.2
Jun	1	Late	1.06	4.98	49.8	6.4	43.3
Jun	2	Late	0.94	4.88	48.8	5.7	43.1
Jun	3	Late	0.79	4.27	42.7	5.5	37.3
Jul	1	Late	0.64	3.64	36.4	4.7	31.7
Jul	2	Late	0.55	3.26	6.5	0.8	6.5
					394.2	112.3	298.2

Στους Πίνακες 5.2.2.34 και 5.2.2.35 φαίνονται οι υπολογιζόμενες από το λογισμικό CROPWAT υδατικές ανάγκες, που σχετίζονται με τις καλλιέργειες των αμπελιών και των ζαχαρότευτλων, που καλλιεργούνται σε πηλώδες έδαφος. Σύμφωνα με τους Πίνακες αυτούς, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή και οι υδατικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές για τα αμπέλια. Πιο συγκεκριμένα, στα ζαχαρότευτλα η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι Kc 564.3 mm και οι ανάγκες άρδευσης 452.2 mm, ενώ η πραγματική εξατμισοδιαπνοή των αμπελιών είναι Kc 414.3 mm και οι ανάγκες άρδευσης 145 mm.

Πηλώδες Έδαφος Καλλιέργειας Κύριες Καλλιέργειες:

➤ Αμπέλια

Πίνακας 5.2.2.34: Πραγματική εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας αμπελιών για την περιοχή της Λεκάνης Απορροής της Κάρλας, πλην των πολυγώνων του Ταμειυτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης, για πηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	EF rain	Irr Req.
			coef	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	late	0.40	0.54	0.5	1.5	0.0
Mar	1	late	0.30	0.49	4.3	11.7	0.0
Mar	2	late	0.30	0.57	5.7	11.8	0.0
Mar	3	late	0.30	0.63	6.9	11.1	0.0
Apr	1	late	0.30	0.69	6.9	10.4	0.0
Apr	2	late	0.30	0.74	7.4	9.8	0.0
Apr	3	late	0.30	0.82	8.7	9.2	0.0
May	1	late	0.30	0.99	9.9	8.5	1.3
May	2	late	0.30	1.11	11.1	7.9	3.2
May	3	late	0.30	1.26	13.9	7.2	6.6
Jun	1	late	0.30	1.41	14.1	6.4	7.7
Jun	2	late	0.30	1.56	15.6	5.7	8.9
Jun	3	late	0.30	1.62	16.2	5.5	10.0
Jul	1	late	0.30	1.71	17.1	4.7	12.4
Jul	2	late	0.30	1.79	17.9	4.1	13.8
Jul	3	Deve	0.31	1.77	19.5	6.3	13.1
Aug	1	Deve	0.36	2.04	20.4	9.2	11.2
Aug	2	Deve	0.42	2.30	23.6	11.3	12.2
Aug	3	Deve	0.49	2.42	26.6	11.8	14.8
Sep	1	Deve	0.56	2.30	23.8	12.0	11.8
Sep	2	Mid	0.61	2.24	22.4	12.6	9.8
Sep	3	Mid	0.62	1.94	19.4	13.8	5.6
Oct	1	Mid	0.62	1.61	16.1	15.2	0.9
Oct	2	Mid	0.62	1.28	12.8	16.5	0.0
Oct	3	Mid	0.62	1.06	11.7	16.5	0.0
Nov	1	Mid	0.62	0.85	8.5	16.7	0.0
Nov	2	Mid	0.62	0.63	6.3	17.0	0.0
Nov	3	Mid	0.62	0.55	5.5	16.4	0.0
Dec	1	Mid	0.62	0.48	4.8	16.1	0.0
Dec	2	Mid	0.62	0.40	4.0	15.8	0.0
Dec	3	Mid	0.62	0.42	4.6	14.2	0.0
Jan	1	Mid	0.62	0.43	4.3	11.9	0.0
Jan	2	Late	0.62	0.44	4.4	10.2	0.0
Jan	3	Late	0.57	0.48	5.3	10.7	0.0
Feb	1	Late	0.51	0.50	5.0	11.4	0.0
Feb	2	Late	0.45	0.49	4.9	11.7	0.0
Feb	3	Late	0.40	0.54	3.8	10.2	0.0
					414.3	403.1	145.0

➤ **Ζαχαρότευτλα**

Πίνακας 5.2.2.35: Πραγματική εξατμισοδιαπονή καλλιέργειας ζαχαρότευτλων για την περιοχή της Λεκάνης Απορροής της Κάρλας, πλην των πολυγώνων του Ταμειυτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης, για πηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff rain	Irr. Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Init	0.35	0.48	0.5	1.5	0.5
Mar	1	Init	0.35	0.57	5.7	11.7	0.0
Mar	2	Init	0.35	0.66	6.6	11.8	0.0
Mar	3	Deve	0.41	0.85	9.4	11.1	0.0
Apr	1	Deve	0.63	1.44	14.4	10.4	4.0
Apr	2	Deve	0.85	2.12	21.2	9.8	11.3
Apr	3	Mid	1.07	3.09	30.9	9.2	21.7
May	1	Mid	1.13	3.74	37.4	8.5	28.8
May	2	Mid	1.13	4.20	42.0	7.9	34.1
May	3	Mid	1.13	4.76	52.4	7.2	45.2
Jun	1	Mid	1.13	5.32	53.2	6.4	46.8
Jun	2	Late	1.13	5.86	58.6	5.7	52.9
Jun	3	Late	1.05	5.69	56.9	5.5	51.4
Jul	1	Late	0.95	5.43	54.3	4.7	49.6
Jul	2	Late	0.85	5.08	50.8	4.1	46.7
Jul	3	Late	0.75	4.33	47.7	6.3	41.3
Aug	1	Late	0.66	3.76	22.5	5.5	17.9
					564.3	127.5	452.2

Στον Πίνακα 5.2.2.36 φαίνεται η ποσότητα νερού άρδευσης που απαιτείται ανά μήνα για την κάθε καλλιέργεια. Τον πρώτο μήνα του υδρολογικού έτους (Οκτώβριο) έως και τον Μάιο, δεν υπάρχει ανάγκη για άρδευση λόγω επάρκειας του βρόχινου νερού. Η μέγιστη αρδευτική απαίτηση εμφανίζεται τον καλοκαιρινό μήνα Ιούνιο και ανέρχεται σε 0.45 l/s/h. Τον μήνα αυτό είναι επίσης μέγιστο το έλλειμμα σε νερό για κάθε επιμέρους καλλιέργεια (μεγαλύτερο έλλειμμα υπάρχει στις περιπτώσεις της μηδικής καλλιέργειας και των ζαχαρότευτλων), ενώ σημαντικές είναι και οι τιμές ελλείμματος για τους μήνες Μάιο και Ιούλιο.

Τα ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κύρια καλλιέργεια σε σχέση με το άθροισμα της συνολική έκτασης των κυριών καλλιεργειών της περιοχής είναι 35% για τα σιτηρά, για τον αραβόσιτο 15% για τα ζαχαρότευτλα 20%, για τη μηδική καλλιέργεια 12%, 8 % για το βαμβάκι και 10 % τα αμπέλια.

Πίνακας 5.2.2.36: Αποτελέσματα υπολογισμού υδατικών αναγκών κύριων καλλιεργειών από το λογισμικό CROPWAT, για την περιοχή της Λεκάνης Απορροής της Κάρλας, πλην των πολυγώνων του Ταμιευτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Precipitation deficit												
1. Spring wheat	0.0	0.4	0.0	29.2	100.6	188.4	16.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. COTTON	0.0	0.5	0.0	35.3	100.5	123.7	38.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Wine grapes	0.0	0.0	0.0	0.6	11.2	30.2	39.3	38.2	22.2	0.5	0.0	0.0
4. MAIZE (Etain)	0.0	0.4	0.0	41.5	104.8	37.7	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. CLOVER	0.0	0.5	1.0	40.0	106.5	193.2	131.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6. Sugarbeet	0.0	0.5	0.0	37.1	100.1	191.1	137.6	17.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Net scheme net req.												
in mm/day	0.0	0.0	0.0	1.0	2.8	3.4	1.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
in mm/month	0.0	0.4	0.0	29.7	86.5	101.8	43.4	5.5	1.4	0.0	0.0	0.0
in l/s/h	0.00	0.00	0.00	0.11	0.32	0.38	0.16	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
Irrigated area (% of total area)												
Irr req. for actual area (l/s/h)	0.0	0.01	0.0	0.0	0.07	0.45	0.18	0.08	0.10	0.00	0.00	0.00

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Με τη μέθοδο της Τηλεπισκόπησης και την εφαρμογή της επιβλεπόμενης ταξινόμησης μέσω του λογισμικού ERDAS IMAGINE 9.2 βρέθηκε ότι οι κύριες καλλιέργειες στη λεκάνη απορροής της Κάρλας είναι η μηδική, τα τεύτλα, το καλαμπόκι, τα σιτηρά, τα αμπέλια, ενώ γενικότερα φαίνεται πως στην περιοχή υπάρχουν και πολλές διάσπαρτες δενδρώδεις και βραχώδεις εκτάσεις.
- Από τον έλεγχο της ακρίβεια της ταξινόμησης, μετά από επιτόπιους ελέγχους που πραγματοποιήθηκαν σε τυχαία δείγματα με την αξιολόγηση 60 τυχαίων σημείων (Congalton and Green, 2009) προέκυψε πως η ταξινόμηση έχει ακρίβεια 83,3% .
- Με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS 9.3 έγινε η ψηφιοποίηση των πέντε γεωλογικών χαρτών και του εδαφολογικού χάρτη που καλύπτουν στο σύνολό τους την περιοχή μελέτης. Η γεωναφορά με στόχο την απεικόνιση της πραγματικότητας σε έναν ενιαίο χάρτη έγινε με επιτυχία, αφού οι ενώσεις των αρχικών φύλλων ακολουθούν τις ακμές και τις καμπύλες και συνεχίζουν φυσικά από το ένα φύλλο στο άλλο.
- Στον εδαφολογικό χάρτη φαίνονται τα μαύρα πολύγωνα που ξεχωρίζουν μεταξύ τους τα διαφορετικής σύστασης συνορεύοντα εδάφη. Όπως και στην περίπτωση του χάρτη χρήσεων γης, έτσι και εδώ από τη σύγκριση των χαρτών και των γεωαναφερμένων ορίων της λεκάνης απορροής της Κάρλας, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι στους χάρτες έχει γίνει σωστή γεωναφορά. Η εξακρίβωση έγινε με τη σύγκριση συντεταγμένων χαρακτηριστικών σημείων των χαρτών με τις αντίστοιχες συντεταγμένες τους που δίνονται από την εφαρμογή του ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ Α.Ε. της [διαδικτυακής σελίδας http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx](http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx).

- Μέσα από τις Εικόνες που ψηφιοποιήθηκαν βρέθηκε ότι υπάρχει πλήρης εποπτεία της σύστασης της περιοχής. Τα εδάφη στην περιοχή μελέτης μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε αμμώδη, αμμοπηλώδη, πηλώδη, αργιλοπηλώδη και αργιλώδη, ενώ τα τμήματα της περιοχής που δεν καλύπτει ο εδαφολογικός χάρτης, παρατηρώντας τους γεωλογικούς χάρτες μπορούμε να τα κατηγοριοποιήσουμε χονδρικά το υπέδαφος σε αλλουβιακό – εδαφικό και σε υπέδαφος αποτελούμενο από πετρώματα.
- Από τα αντίστοιχα “Attribute Tables” του ArcGIS 9.3 έγινε πλέον δυνατός ο υπολογισμός των συνολικών εμβαδών των τεσσάρων υποπεριοχών - πολυγώνων (ανάλογα με το δίκτυο άρδευσης κάθε περιοχής) στις οποίες έχει χωριστεί η περιοχή μελέτης μας, ανάλογα με τα δίκτυα άρδευσης κάθε περιοχής.
- Ένα πολύγωνο περικλείει την περιοχή του ταμιευτήρα της Κάρλας, ένα το παλιό προϋπάρχον, ένα το καινούριο δίκτυο και το τελευταίο την περιοχή της λεκάνης απορροής της Κάρλας που απομένει αν αφαιρεθούν τα προαναφερθέντα δίκτυα.
- Κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν δεδομένα μέσω μηνιαίων βροχοπτώσεων από 12 μετεωρολογικούς σταθμούς της περιοχής (σταθμοί Αγιάς, Αγκιάλου, Λάρισας, Μακρυνίτσας, Μύρων, Πολυδενδρίου, Σωτήριου, Σπηλιάς, Στεφανοβίκειου, Βόλου, Χαλκιάδων και Ζαπείου).
- Για την περιοχή μελέτης μας είχαμε στη διάθεσή μας χρονοσειρές με δεδομένα μέσω μηνιαίων βροχοπτώσεων για 42 υδρολογικά έτη , από Οκτώβριο του 1960 έως Σεπτέμβριου του 2002. Για 42 υδρολογικά έτη (από Οκτώβριο του 1960 έως Σεπτέμβριου του 2002) με τη διαδικασία spatial integration surface rainfall του λογισμικού HYDROGNOMON 4, υπολογίστηκαν οι επιφανειακές βροχοπτώσεις.
- Καθότι οι διαθέσιμες χρονοσειρές απαρτίζονταν από αρκετά ικανοποιητικό πλήθος δεδομένων (42 υδρολογικά έτη), κρίθηκε ασφαλές να εκτιμηθούν οι τιμές των μηνιαίων επιφανειακών βροχοπτώσεων μέχρι και το υδρολογικό έτος 2008 - 2009, με τη βοήθεια της στατιστικής, του λογισμικού

HYDROGNOMON 4 (regression and infilling) και των παρεχόμενων βροχομετρικών δεδομένων του σταθμού Λάρισας (σταθμός με δεδομένα από το υδρολογικό έτος 1955 - 1956 έως και το 2008 - 2009, ο οποίος αποτέλεσε την ανεξάρτητη μεταβλητή μας).

- Κάτι αντίστοιχο έγινε και για τον υπολογισμό των μηνιαίων θερμοκρασιών για τις οποίες πήραμε δεδομένα από 4 σταθμούς Σωτήριου, Λάρισας, Μύρων και Βόλου. Πραγματοποιήθηκε χωρική κατανομή και εκτίμηση των τιμών θερμοκρασίας μέχρι και το υδρολογικό έτος 2008 – 09 με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα του σταθμού Λαρίσης.
- Ανάλογα με το έδαφος κάθε καλλιέργειας, προέκυψαν τα αποτελέσματα για τις υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές των κύριων καλλιεργειών της Λεκάνης Απορροής Κάρλας, για ολόκληρη την αρδευτική περίοδο, με προσαρμογή των μέσω φυτικών συντελεστών κατά το στάδιο ανάπτυξης Kc στις κλιματικές συνθήκες της περιοχής, με το λογισμικό CROPWAT.
- Για την περιοχή που αρδεύεται από το Δίκτυο άρδευσης του ΤΟΕΒ Πηνεϊού, ο κύριος όγκος των καλλιεργειών που αφορούν στο σιτάρι και στον αραβόσιτο, έχουν ως έδαφος καλλιέργειας αργιλώδες έδαφος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ανά περίοδο υπολογίζεται, μέσω του λογισμικού CROPWAT, το οποίο βασίζεται στη χρήση μέσω φυτικών συντελεστών Kc που διαφέρουν ανάλογα με την καλλιέργεια. Διαπιστώθηκε πως στις περιπτώσεις των σιτηρών και του αραβόσιτου οι διαφορές στη συνολική εξατμισοδιαπνοή καθώς και στις απαιτήσεις για άρδευση είναι περίπου ίδιες, δεδομένου ότι οι τιμές των μέσω φυτικών συντελεστών Kc δε διαφέρουν πολύ για τις δύο αυτές περιπτώσεις. Πιο συγκεκριμένα, η συνολική εξατμισοδιαπνοή ETc είναι ίδια 254 mm και για σιτηρά και για αραβόσιτο, ενώ οι ανάγκες άρδευσης είναι ελάχιστα μεγαλύτερες για την άρδευση του αραβόσιτου, ο οποίος χρειάζεται 150.4 mm νερού έναντι των σιτηρών που θέλουν 147,5 mm.
- Για την περιοχή άρδευσης του Νέου Δικτύου, καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως η μεγαλύτερη έκταση καλλιεργούμενη με βαμβάκι έχει σαν έδαφος καλλιέργειας αμμοπηλώδες έδαφος και πραγματική εξατμισοδιαπνοή βαμβακιού ETc 296,5 mm και συνολικές αρδευτικές απαιτήσεις 182,7 mm.

- Στην προαναφερθείσα περιοχή, υπολογίστηκε από το λογισμικό CROPWAT η ποσότητα νερού άρδευσης που απαιτείται ανά μήνα για την κάθε καλλιέργεια. Προέκυψε πως από τον πρώτο μήνα του υδρολογικού έτους (Οκτώβριο) έως και τον Μάιο, δεν υπάρχει ανάγκη για άρδευση λόγω επάρκειας του βρόχινου νερού. Η μέγιστη αρδευτική απαίτηση παρουσιάζεται τον καλοκαιρινό μήνα Ιούνιο και ανέρχεται σε 0.29 l/s/h. Τον μήνα αυτό είναι επίσης μέγιστο το έλλειμμα σε νερό για κάθε επιμέρους καλλιέργεια (μεγαλύτερο έλλειμμα υπάρχει στις περιπτώσεις της μηδικής καλλιέργειας και των ζαχαρότευτλων), ενώ σημαντικές είναι και οι τιμές ελλείμματος για τους μήνες Μάιο και Ιούλιο.
- Τα ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κύρια καλλιέργεια σε σχέση με το άθροισμα της συνολική έκτασης των κυριών καλλιεργειών της αρδευόμενης από το Νέο Δίκτυο περιοχής είναι 34% για τα σιτηρά, για τον αραβόσιτο 25% για τα ζαχαρότευτλα 15%, για τη μηδική καλλιέργεια 10% , 8 % για το βαμβάκι και για τα αμπέλια 8%.
- Για την περιοχή που αρδεύεται από το Παλιό Δίκτυο άρδευσης, ο κύριος όγκος των καλλιεργειών που αφορούν στη μηδική, στον αραβόσιτο και στο βαμβάκι έχουν ως έδαφος καλλιέργειας αργιλώδες έδαφος. Οι υπολογισμοί του λογισμικού CROPWAT έδειξαν πως η μηδική καλλιέργεια έχει τη μεγαλύτερη πραγματική εξατμισοδιαπνοή Etc 529 mm και τις μεγαλύτερες ανάγκες άρδευσης 381.5 mm, ακολουθούν τα αμπέλια με πραγματική εξατμισοδιαπνοή Etc 381.1 mm και ανάγκες άρδευσης 253 mm, ενώ ο αραβόσιτος έχει τις μικρότερες υδατικές ανάγκες με πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 338.8 mm και ανάγκες άρδευσης 210.7 mm.
- Για την περιοχή άρδευσης του Παλιού Δικτύου, καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως οι καλλιέργειες που αφορούν στα ζαχαρότευτλα, στα σιτηρά και στα αμπέλια έχουν ως έδαφος καλλιέργειας αργιλοπηλώδες έδαφος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή ανά περίοδο υπολογίζεται και εδώ μέσω του λογισμικού CROPWAT. Οι μέσοι φυτικοί συντελεστές Kc που χρησιμοποιεί το λογισμικό είναι μεγαλύτεροι για τα ζαχαρότευτλα, άρα και οι υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές. Τα ζαχαρότευτλα έχουν τη μεγαλύτερη πραγματική

εξαμυσοδιαπνοή Etc 561.5 mm και τις μεγαλύτερες ανάγκες άρδευσης 408.7 mm, ακολουθούν τα αμπέλια με πραγματική εξαμυσοδιαπνοή 431 mm και ανάγκες άρδευσης 249.3 mm, ενώ τα σιτηρά έχουν τις μικρότερες υδατικές ανάγκες με πραγματική εξαμυσοδιαπνοή ETc 342 mm και ανάγκες άρδευσης 212.13 mm.

- Στην προαναφερθείσα περιοχή, υπολογίστηκε από το λογισμικό CROPWAT η ποσότητα νερού άρδευσης που απαιτείται ανά μήνα για την κάθε καλλιέργεια. Όπως και στην περίπτωση του Νέου Δικτύου άρδευσης, έτσι και εδώ, προκύπτει πως τον πρώτο μήνα του υδρολογικού έτους (Οκτώβριο) έως και τον Μάιο, δεν υπάρχει ανάγκη για άρδευση λόγω επάρκειας του βρόχινου νερού. Η μέγιστη αρδευτική απαίτηση εμφανίζεται τον καλοκαιρινό μήνα Ιούνιο και ανέρχεται σε 0.39 l/s/h. Τον μήνα αυτό είναι επίσης μέγιστο το έλλειμμα σε νερό για κάθε επιμέρους καλλιέργεια (μεγαλύτερο έλλειμμα υπάρχει στις περιπτώσεις της μηδικής καλλιέργειας και των ζαχαρότευτλων), ενώ σημαντικές είναι και οι τιμές ελλείμματος για τους μήνες Μάιο και Ιούλιο. Αξίζει να σχολιαστεί πως το Παλιό Δίκτυο άρδευσης αποτελείται από ανοικτούς αγωγούς, επομένως οι απώλειες είναι μεγαλύτερες σε σχέση με καινούριο κλειστό δίκτυο.
- Τα ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κύρια καλλιέργεια σε σχέση με το άθροισμα της συνολική έκτασης των κυριών καλλιεργειών της αρδευόμενης από το Νέο Δίκτυο περιοχής είναι 20% για τα σιτηρά, για τον αραβόσιτο 30% για τα ζαχαρότευτλα 20%, για τη μηδική καλλιέργεια 5%, 15 % για το βαμβάκι και 10 % τα αμπέλια.
- Για την περιοχή που αρδεύεται από τον Ταμιευτήρα, ο κύριος όγκος των καλλιεργειών που αφορούν στις καλλιέργειες των σιτηρών, του αραβόσιτου και του βαμβακιού καλλιεργούνται σε αργιλώδες έδαφος. Προέκυψε το συμπέρασμα πως μεγαλύτερες υπολογιζόμενες πραγματικές εξαμυσοδιαπνοές έχουν οι καλλιέργειες του βαμβακιού με τελική τιμή ETc 384.5 mm και ανάγκες άρδευσης 288.3 mm. Παρόλα αυτά οι αντίστοιχες τιμές για τα σιτηρά και τον αραβόσιτο δεν απέχουν πολύ ούτε μεταξύ τους ούτε και από τις τιμές για το βαμβάκι. Πιο συγκεκριμένα, για τα σιτηρά υπολογίστηκε πραγματική εξαμυσοδιαπνοή ETc 339.6 mm και ανάγκες άρδευσης 246.3 mm, ενώ στην

περίπτωση της καλλιέργειας του αραβόσιτου η πραγματική υπολογιζόμενη εξατμισοδιαπνοή είναι ETc 337 mm και οι ανάγκες άρδευσης 244.9 mm.

- Για την περιοχή άρδευσης του Ταμιευτήρα, καταλήξαμε στο συμπέρασμα πως οι καλλιέργειες που αφορούν στα ζαχαρότευτλα, στα αμπέλια και στη μηδική καλλιέργεια έχουν ως έδαφος καλλιέργειας αργιλοπηλώδες έδαφος. Οι μέσοι φυτικοί συντελεστές Kc που χρησιμοποιεί το λογισμικό CROPWAT είναι μεγαλύτεροι για τα ζαχαρότευτλα, άρα και οι υπολογιζόμενες πραγματικές εξατμισοδιαπνοές. Τα ζαχαρότευτλα έχουν τη μεγαλύτερη πραγματική εξατμισοδιαπνοή ETc 557.4 mm και τις μεγαλύτερες ανάγκες άρδευσης 445.1 mm, ακολουθεί η μηδική καλλιέργεια με υδατικές ανάγκες κοντά σ' αυτές των ζαχαρότευτλων, δηλαδή με πραγματική εξατμισοδιαπνοή ETc 526.7 mm και ανάγκες άρδευσης 421.9 mm, ενώ τα αμπέλια έχουν τις μικρότερες υδατικές ανάγκες με πραγματική εξατμισοδιαπνοή 381.5 mm και ανάγκες άρδευσης 99.7 mm.
- Στην προαναφερθείσα περιοχή, υπολογίστηκε από το λογισμικό CROPWAT η ποσότητα νερού άρδευσης που απαιτείται ανά μήνα για την κάθε καλλιέργεια. Όπως και στην περίπτωση του Νέου και του Παλιού Δικτύου άρδευσης, έτσι και εδώ, προκύπτει πως τον πρώτο μήνα του υδρολογικού έτους (Οκτώβριο) έως και τον Μάιο, δεν υπάρχει ανάγκη για άρδευση λόγω επάρκειας του βρόχινου νερού. Η μέγιστη αρδευτική απαίτηση εμφανίζεται τον καλοκαιρινό μήνα Ιούνιο και ανέρχεται σε 0.40 l/s/h. Τον μήνα αυτό είναι επίσης μέγιστο το έλλειμμα σε νερό για κάθε επιμέρους καλλιέργεια (μεγαλύτερο έλλειμμα υπάρχει στις περιπτώσεις της μηδικής καλλιέργειας και του βαμβακιού), ενώ σημαντικές είναι και οι τιμές ελλείμματος για τους μήνες Μάιο και Ιούλιο. Οι ανάγκες άρδευσης είναι και εδώ μεγαλύτερες από αυτές του νέου Δικτύου.
- Τα ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κύρια καλλιέργεια σε σχέση με το άθροισμα της συνολική έκτασης των κυριών καλλιεργειών της περιοχής είναι 33% για τα σιτηρά, για τον αραβόσιτο 28% για τα ζαχαρότευτλα 8%, για τη μηδική καλλιέργεια 12%, 15 % για το βαμβάκι και 10 % τα αμπέλια.
- Για την περιοχή της Λεκάνης Απορροής της Κάρλας που απομένει αν αφαιρεθούν οι τρεις προαναφερθείσες περιοχές, ο κύριος όγκος των καλλιεργειών της που αφορούν στον αραβόσιτο, στα σιτηρά και στη μηδική

καλλιέργεια έχουν ως έδαφος καλλιέργειας το αργιλώδες έδαφος. Οι μέσοι φυτικοί συντελεστές Kc που χρησιμοποιεί το λογισμικό CROPWAT είναι μεγαλύτεροι για τη μηδική καλλιέργεια, συνεπώς η υπολογιζόμενη πραγματική εξατμισοδιαπνοή της είναι μεγαλύτερη και ανέρχεται σε ETc 537.5 mm και ανάγκες άρδευσης 423.7 mm. Ακολουθούν τα σιτηρά με πραγματική εξατμισοδιαπνοή ETc 431 mm και ανάγκες άρδευσης 249.3 mm και τέλος ο αραβόσιτος έχει με πραγματική εξατμισοδιαπνοή ETc 341.9 mm και ανάγκες άρδευσης 248.9 mm.

- Στη συγκεκριμένη περιοχή, βλέπουμε πως ο κύριος όγκος του βαμβακιού καλλιεργείται σε αμμοπηλώδες, έχει πραγματική εξατμισοδιαπνοή Kc 394.2 mm και αρδευτικές ανάγκες 298.2 mm.
- Όσον αφορά στην μεγαλύτερη έκταση των καλλιεργειών των αμπελιών και των ζαχαρότευτλων της περιοχής, αυτές καλλιεργούνται σε πηλώδες έδαφος. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή και οι υδατικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων είναι μεγαλύτερες από τις αντίστοιχες τιμές για τα αμπέλια. Πιο συγκεκριμένα, στα ζαχαρότευτλα η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι ETc 564.3 mm και οι ανάγκες άρδευσης 452.2 mm, ενώ η πραγματική εξατμισοδιαπνοή των αμπελιών είναι Kc 414.3 mm και οι ανάγκες άρδευσης 145 mm.
- Στην προαναφερθείσα περιοχή, υπολογίστηκε από το λογισμικό CROPWAT η ποσότητα νερού άρδευσης που απαιτείται ανά μήνα για την κάθε καλλιέργεια. Τον πρώτο μήνα του υδρολογικού έτους (Οκτώβριο) έως και τον Μάιο, δεν υπάρχει ανάγκη για άρδευση λόγω επάρκειας του βρόχινου νερού. Η μέγιστη αρδευτική απαίτηση εμφανίζεται τον καλοκαιρινό μήνα Ιούνιο και ανέρχεται σε 0.45 l/s/h. Τον μήνα αυτό είναι επίσης μέγιστο το έλλειμμα σε νερό για κάθε επιμέρους καλλιέργεια (μεγαλύτερο έλλειμμα υπάρχει στις περιπτώσεις της μηδικής καλλιέργειας και των ζαχαρότευτλων), ενώ σημαντικές είναι και οι τιμές ελλείμματος για τους μήνες Μάιο και Ιούλιο.
- Τα ποσοστά που καταλαμβάνει κάθε κύρια καλλιέργεια σε σχέση με το άθροισμα της συνολική έκτασης των κυριών καλλιεργειών της περιοχής είναι 35% για τα σιτηρά, για τον αραβόσιτο 15% για τα ζαχαρότευτλα 20%, για τη μηδική καλλιέργεια 12%, 8 % για το βαμβάκι και 10 % τα αμπέλια.

Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Διαπιστώνεται λοιπόν πως το ισοζύγιο των υδάτινων πόρων στη λεκάνη απορροής της λίμνης Κάρλας είναι αρνητικό και η περιοχή παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα ορθολογικής διαχείρισης των νερών. Είναι σημαντικό λοιπόν να εστιάσουμε στα παρακάτω σημεία:

- Πρέπει να τεθεί στους μακροχρόνιους στόχους η σταθεροποίηση ή η μείωση των αρδευόμενων εκτάσεων, μετά από ολοκληρωμένη μελέτη επαναπροσδιορισμού των γεωργικών χρήσεων γης. Η απόσυρση από την καλλιέργεια υποβαθμισμένων εδαφών με σοβαρά προβλήματα αλάτωσης - αλκαλίωσης και η αντικατάσταση καλλιεργειών που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες αρδευτικού νερού από άλλες καλλιέργειες μικρότερων απαιτήσεων, αναμένεται να βελτιώσει τις υδρολογικές συνθήκες της περιοχής.
- Με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 140384/2011 ορίστηκε το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της ποιότητας και της ποσότητας των υδάτων με καθορισμό των θέσεων (σταθμών) μετρήσεων και των φορέων που υποχρεούνται στην λειτουργία τους, κατά το άρθρο 4, παράγραφος 4 του Ν. 3199/2003 (Α' 280). Το πρόγραμμα παρακολούθησης των υδάτων στο Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, σχεδιάστηκε εκ νέου με βάση τα δεδομένα από την ανάλυση των ανθρωπογενών πιέσεων και των επιπτώσεων τους. Μέσω του προγράμματος παρακολούθησης επιχειρείται η αποφυγή τοποθέτησης πολλών σταθμών στο ίδιο υδατικό σώμα. Υπάρχει σημαντική χρονική καθυστέρηση στην έναρξη λειτουργίας του δικτύου, η άμεση εγκατάσταση του δικτύου αναμένεται να δώσει χρήσιμες και απαραίτητες πληροφορίες οι οποίες θα βοηθήσουν στην εφαρμογή της Οδηγίας 60/2000/ΕΚ.
- Η κύρια πηγή ρύπανσης των υπογείων υδατικών συστημάτων, ιδιαίτερα στα εντατικά πεδινά συστήματα της Κάρλας είναι οι καλλιέργειες μέσω των λιπάνσεων και δευτερευόντως τα αστικά λύματα στην περίπτωση μη ύπαρξης εγκαταστάσεων επεξεργασίας με αποτέλεσμα την εμφάνιση αυξημένων συγκεντρώσεων νιτρικών.
- Μελέτες ερευνητικών ιδρυμάτων της Θεσσαλίας, έδειξαν ότι η συγκέντρωση νιτρικών γεωργικής προέλευσης στη λεκάνη απορροής Κάρλας ήταν πάνω από 50 mg/l σε αρκετές γεωτρήσεις άρδευσης. Σύμφωνα με την Οδηγία 676/91/ΕΚ η

οποία αποσκοπεί στη μείωση της ρύπανσης των υδάτων που προκαλείται έμμεσα ή άμεσα από νιτρικά ιόντα γεωργικής προέλευσης και στην πρόληψη της περαιτέρω ρύπανσης αυτού του είδους, πρέπει να γίνει ακριβής εντοπισμός των περιοχών στις οποίες απορρέουν ύδατα που υφίστανται ρύπανση από αζωτούχες ενώσεις και σε πρώτο στάδιο να χαρακτηρισθούν ευπρόσβλητες στη νιτρορύπανση ζώνες. Στη συνέχεια πρέπει να συνταχθούν και να γίνει υποχρεωτική εφαρμογή κατάλληλων προγραμμάτων δράσης με στόχο τη μείωση της ρύπανσης, τα οποία περιλαμβάνουν τους κώδικες γεωργικής πρακτικής και επιπλέον καθορίζουν κανόνες σχετικούς με τον περιορισμό της εφαρμοζόμενης ποσότητας λιπάσματος βάσει εδαφολογικών, κλιματικών, βροχομετρικών, αρδευτικών συνθηκών, τη χρήση του εδάφους και των γεωργικών πρακτικών, καθώς και βάσει της ισορροπίας μεταξύ των προβλεπόμενων αναγκών των καλλιεργειών σε άζωτο και της ποσότητας αζώτου που διατίθενται για τις καλλιέργειες από το έδαφος και από τη λίπανση.

- Προτείνεται να καθορισθεί μια ανώτατη ποσότητα νερού άρδευσης ανά στρέμμα, σε κάθε εδαφικό τύπο και ανά είδος καλλιέργειας για συγκεκριμένο ύψος αναμενόμενης παραγωγής. Η ποσότητα πρέπει να καθορισθεί με βάση τις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες, τις ανάγκες σε νερό της κάθε καλλιέργειας για κάθε στάδιο ανάπτυξης, τη μέθοδο άρδευσης και τις απαιτήσεις του Κώδικα Ορθής Γεωργικής Πρακτικής. Είναι αυτονόητο ότι πρέπει να συσταθεί υπηρεσία ελέγχου για την εφαρμογή των παραπάνω. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης των αγροτών, μπορεί να εφαρμοσθούν διάφορα μέτρα που έχουν σχέση είτε με την αυξημένη τιμή του νερού είτε με μέτρα διοικητικής φύσης (π.χ. παρακράτηση μέρους των επιδοτήσεων).
- Η περιβαλλοντική διαχείριση της γεωργίας και της κτηνοτροφίας με στόχο την αποκατάσταση της παθογένειας των εδαφών με βελτίωση των συνθηκών άρδευσης, είναι υψίστης σημασίας. Η διασφάλιση της περιβαλλοντικής διαχείρισης της γεωργίας προϋποθέτει την ευαισθητοποίηση και την εκπαίδευση των αγροτών.
- Εκτιμάται ότι με την επαναδημιουργία της λίμνης Κάρλας θα αρδευθούν οι γύρω περιοχές σε έκταση 92.500 στρεμμάτων που σήμερα αρδεύονται κυρίως με υπόγεια νερά. Προβλέπεται ότι τα 50.000 στρέμματα θα αρδεύονται προσωρινά

μέσω του δικτύου των τάφρων που υπάρχουν, οι οποίες θα συμπληρωθούν με νέα έργα. Η υπόλοιπη έκταση των 42.500 στρεμμάτων θα εξυπηρετηθεί με μόνιμα, πλήρη δίκτυα. Επομένως, με την αντικατάσταση μέρους των αντλήσεων από τον υπόγειο υδροφορέα για άρδευση το πρόβλημα του ελειμματικού ισοζυγίου αναμένεται να αμβλυνθεί.

- Επίσης, με την επανασύσταση της λίμνης θα επιτευχθεί βελτίωση των φυσικών και χημικών εδαφικών ιδιοτήτων, ειδικότερα:
 - Με τη συγκέντρωση στη λίμνη των απορροών της κλειστής λεκάνης Κάρλας εξασφαλίζεται η αντιπλημμυρική προστασία των καλλιεργούμενων αγροτεμαχίων και συνθήκες καλύτερης στράγγισης
 - Η αναμενόμενη μείωση των αντλήσεων θα απαλείψει σταδιακά τις καθιζήσεις και ρωγμές που παρατηρούνται σήμερα
 - Η διάθεση επαρκούς ποσότητας καλής ποιότητας επιφανειακού νερού και βελτίωση της στράγγισης μπορεί να αποκατασταθεί σε μερικά χρόνια η ποιότητα ορισμένων αλατούχων εδαφών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΓΑΘΑΓΓΕΛΟΥ Μ., 2008. «Σύγκριση παραδοσιακών και αντικειμενοστραφών τεχνικών τηλεπισκόπησης, κάλυψης-χρήσης γης από τηλεσκοπικά δεδομένα QUICKBIRD στην επαρχία της Πάφου», Τομέας Τοπογραφίας-Εργαστήριο Τηλεπισκόπησης, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών, Ε.Μ.Π.

ΑΡΓΙΑΛΑΣ Δ., 1998. “Ψηφιακή Τηλεπισκόπηση”. Εγχειρίδιο μαθήματος ΕΜΠ ΣΑΤΜ, Αθήνα.

ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Η., 2007. «Χρήση προϊόντων Τηλεπισκόπησης για την αποτύπωση μεταβολών χρήσεων γης και για την διαχείριση των υδατικών πόρων της υδρολογικής λεκάνης της λίμνης Τριχονίδας.», Διημερίδα: Τηλεπισκόπηση, Εξελίξεις και Εφαρμογές. ΤΕΕ, Αθήνα, 22-23 Φεβρουαρίου.

ΙΝΤΙΤΟΥΤΟ ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΛΑΦΩΝ ΛΑΡΙΣΑΣ, 1989. «Εδαφολογική Μελέτη έργων εκτροπής Αχελώου».

ΚΑΝΤΕΡΕΣ Γ., 2005. « Πρότυπος εκπαιδευτικός οδηγός εκπόνησης εργαστηριακών ασκήσεων ψηφιακής τηλεπισκόπησης» Διπλωματική εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών.

ΚΑΠΑΓΕΡΙΑΗΣ Ι.Κ., 2010. «Εισαγωγή στην Τηλεπισκόπηση και τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών», Σημειώσεις Θεωρίας και Εργαστηρίου, Τμήμα Γεωτεχνολογίας και Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας Κοζάνη.

ΥΠΕΚΑ, 2011. Κατάρτιση Σχεδίων Διαχείρισης των Λεκανών Απορροής Ποταμών των Υδατικών Διαμερισμάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Σύμφωνα με τις Προδοαγραφές της Οδηγίας 200.60.ΕΚ.

ΛΟΥΚΑΣ Α., ΜΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Ν., ΜΥΛΟΠΟΥΛΟΣ Ι., ΜΟΥΣΤΑΚΑ Ε., (2005), «Προσομοίωση και Αποτίμηση της Λειτουργίας του Ταμιευτήρα της Κάρλας.», 5^ο Εθνικό Συνέδριο «Ολοκληρωμένη Διαχείριση Υδατικών Πόρων με βάση τη λεκάνη απορροής», Ξάνθη, 6-9 Απριλίου 2005.

ΛΟΥΚΑΣ Α., 2012. «Νέα Δυναμική στη Διαχείριση Υδατικών Πόρων: Το Σχέδιο Διαχείρισης Υδατικού Διαμερίσματος Θεσσαλίας», Ημερίδα ΤΕΕ Μαγνησίας “Σχέδια Διαχείρισης Υδατικών Πόρων”, Βόλος, 11 Σεπτεμβρίου.

ΜΟΥΣΤΑΚΑ Ε., 2002. «Διαχείριση των υδατικών πόρων της λεκάνης απορροής της υπό ανασύσταση Λίμνης Κάρλας με τη χρήση ενός συστήματος γεωγραφικής πληροφορίας». Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

ΜΟΥΣΤΑΚΑ Ε., 2003. «Διαχείριση Υδατικών Πόρων του Ταμιευτήρα της Κάρλας με Χρήση ενός Προσδιοριστικού και ενός Στοχαστικού Μοντέλου Προσομοίωσης», Μεταπτυχιακή Εργασία, Α.Π.Θ.

ΠΑΠΑΖΑΦΕΙΡΙΟΥ Ζ. Γ., 1999. «Οι Ανάγκες σε Νερό των Καλλιεργειών», Εκδόσεις Ζήτη.

ΠΑΠΑΚΩΣΤΑ Ε., 2010. «Υδρολογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες της υδρολογικής λεκάνης της Κάρλας και σχεδιασμός ορθολογικής διαχείρισης υδατικών πόρων», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

ΤΣΙΡΟΓΙΑΝΝΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ, 2011. «Παρουσίαση και αξιολόγηση του λογισμικού υπολογισμού υδατικών αναγκών καλλιεργειών FAO / CROPWAT 8.0», Εργασία στο πλαίσιο του μαθήματος του Δ.Π.Μ.Σ.: «Ειδικά Θέματα Αγρομετεωρολογίας», Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος, Ν. Ιωνία.

ΥΠΕΚΑ, 2011. «Κατάρτιση σχεδίων διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμών των υδατικών διαμερισμάτων Θεσσαλίας, Ηπείρου και Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, κατ' εφαρμογήν του Ν. 3199/2003 και του Π.Δ. 51/2007.» Έκθεση επισκόπησης σημαντικών θεμάτων διαχείρισης νερών-Υδατικό Διαμέρισμα Θεσσαλίας, Κοιν/ξία Καραβοκύρης και Συν/τες Σύμβουλοι Μηχανικοί ΑΕ.

ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., RAES, D. and SMITH, M., 1998. "Crop Evapotranspiration Guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and drainage", paper 56. FAO, Rome (Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/docrep/x0490e/x0490e00.htm>)

Baban, S. M. J., Foster, I. D. L. and Tarmiz, B., 1999. "Environmental protection and sustainable development in Tunisia: an overview.", *Sust. Dev.*, 7: 191–203.

Carlson T.N. and Arthur, T.S., 2000. "The impact of land use land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective", *Global and Planetary Change* 25, pp. 49-65

Chavez, Jr., P.S., and A.Y. Kwarteng. 1989. Extracting spectral contrast in Landsat Thematic Mapper image data using selective principal component analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 55, p. 339-348.

Defries R.S. and A.S. Belward, 2000. "Global and Regional Land Cover Characterization from Satellite Data: An Introduction to the Special Issue. *International Journal of Remote Sensing*", 21 (6-7): 1083-1092.

Donatelli M., G. Bellocchi, L. Carlini., 2006. "Sharing knowledge via software components: Models on reference evapotranspiration.", *Europ. J. Agronomy* 24 (186–192)

DIMOKAS, G.C. 2006. "Crop Area at Karla Villages", Sustainable use of irrigation water in the Mediterranean region, seventh framework programme.

Doorenbos J., A.H. Kassam and C.L.M. Bentvelsen, 1979. "Yield response to water. "FAO, Irrigation and Drainage Paper 33. Rome, 193 pages.

DUDA R.O., P.E. HART and D.G. STORK, 2000. "Pattern Classification", Wiley-Blackwell, 2nd edition.

EL-MAGD I. A. and T. W. TANTON, 2003. "Improvements in land use mapping for irrigated agriculture from satellite sensor data using a multi-stage maximum likelihood classification", *International Journal of Remote Sensing*.

FAO, 2011. "EXAMPLE OF THE USE OF CROPWAT 8.0"

Jhorar, R.K Smit, A.A.M.F.R., Roest, C.W.J., 2009: Assessment of alternative water management options for irrigated agriculture. *Agric. Water Manage.* 96, 975-981.

Kwarteng, A.Y. and P.S. Chavez, Jr., 1998. Change detection study of Kuwait City and environs using multitemporal Landsat Thematic Mapper data. *International Journal of Remote Sensing*, v. 19, no. 9, p. 1651-1662.

Lilles and T.M. and Kiefer R. W., 1994, "Remote Sensing and Image Interpretation", 3rd edition, John Willey & Sons

Mas, J. F., 1999. "Monitoring land-cover changes: a comparison of change detection techniques. *int. Journal of remote sensing*", vol. 20, no. 1, 139-152.

Milly, P.C.D. and Z.J. Kabala., 1986. "Integrated Modeling and Remote Sensing of Soil Moisture: sampling frequency, response time and accuracy of estimates.", *IAHS Proceedings of the Budapest Symposium*, IAHS Publication No 158.

Pasioura J.B., 2002. "Environmental biology and crop improvement.", *Funct. Plant Biol.* 29, 537-546.

Pereira, L. S. and Smith M., 1989. "Proposed procedures for revision of guidelines for predicting crop water requirements.", *Land and Water Use Div., FAO Rome*, 36 p

Rott H., Domik G. Matzler C. and Miller H., 1985. "Towards a SAR System for snow and Land Ice Applications", *Proc. Workshop on Thematic Applications of SAR Data*, Frascati, Italy, (ESA SP-257), pp.29-39

Srinivasa K.R, Duckstein L. and Arondel C., 2001. "Multicriteria Analysis for Sustainable Water Resources Planning: A case study in Spain, *Water Resources Management*", Vol. 14, pp. 435-456.

Sunar F., 1998. Analysis of changes in multivariate data set: a case study in Ikitelli area, Istanbul, Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 19, pp. 225-235.

THEODORIDIS S. and K KOUTROUMBAS, 2008. "Pattern Recognition", Academic Press 4th edition.

GEORGE CH. DIMOKAS, 2006. "Crop Area at Karla Villages", Sustainable use of irrigation water in the Mediterranean region, seventh framework programme.

JOHN WILEY & SONS, 1991. "Digital Image Processing", 2nd Edition.

LIU XIONG, 2003. Project Report: Supervised Classification and Unsupervised Classification, ATS 670. Department of Geography 4725, University of Lethbridge, Alberta, Canada.

R.O. DUDA, P.E. HART and D.G. STORK, 2000. "Pattern Classification", Wiley-Blackwell, 2nd edition.

S. THEODORIDIS and K KOUTROUMBAS, 2008. "Pattern Recognition", Academic Press 4th edition.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993. «Soil survey manual», Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18.

SOIL TAXONOMY, 1999. "A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys", USDA, NRCS, Agricultural Handbook, No 436, Washington, DC 20402.

WILEY & SONS, 1991. "Digital Image Processing", 2nd Edition.

Weng, Q. 2001. A remote sensing-GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. *International Journal of Remote Sensing*, Volume: 22, Issue: 10, Publisher: Taylor & Francis, Pages: 1999-2014

XIONG, L.2003. Project Report: Supervised Classification and Unsupervised Classification, ATS 670. Department of Geography 4725, University of Lethbridge, Alberta, Canada.

Xiuwan, C. 2002. Using Remote Sensing and GIS to Analyse Land Cover Change and its Impacts on Regional Sustainable Development. *International Journal of Remote Sensing*, 2002, Vol 23, no-1, 107-124.

YASSOGLOU N. and K. HERNARD, 1971. "A system of soil classification symbols for the soils of Greece".

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the Community action in the field of water policy

<http://www.cartographie.ird.fr/refugies/biblio-uganda.html>

http://ph338.edu.physics.uoc.gr/Remote_Sensing_Courses.pdf

http://www.aeiforosxoleio.gr/content/sources/Tsirogiannis_Irrigation.pdf

<http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ακολουθούν πίνακες στο σύνολο των οποίων απεικονίζονται οι χρήσεις γης και οι συντεταγμένες που μετρήθηκαν με G.P.S χειρός κατά τις εργασίες υπαίθρουγια , πριν την κατάργηση των κλάσεων που αντιστοιχούσαν σε χρήσεις γης αμελητέας έκτασης και πριν τη συγχώνευση ιδίων ή παρεμφερών κλάσεων.

ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ '87	
	X	Y
ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ	391645	4388730
ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΥΛΙΚΟ	401798	4389583
ΘΑΜΝΟΙ	399921	4388271
ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ	391686	4388737
ΦΥΣΤΙΚΙΕΣ	391589	4389264
ΒΑΜΒΑΚΙ	391624	4389298
ΒΑΜΒΑΚΙ	394155	4388177
ΣΙΤΑΡΙ(μετά από καλλιέργεια βαμβακίου)	392167	4389570
ΣΙΤΑΡΙ	393529	4389498
ΣΙΤΑΡΙ	394128	4388217
ΑΜΠΕΛΙΑ	392112	4389888
ΑΜΠΕΛΙΑ	403741	4370005
ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΑ	393832	4388920
ΜΗΔΙΚΗ	394188	4388225
ΜΗΔΙΚΗ	387084	4377571
ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ	399919	4388305
ΠΕΥΚΑ	374079	4385337
ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ	385644	4389045
ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ	385949	4388925
ΣΠΑΝΑΚΙΑ	385744	4389088
ΠΡΑΣΣΑ	385800	4389088
ΑΧΛΑΔΙΕΣ	385883	4388894
ΑΧΛΑΔΙΕΣ	385439	4390485
ΕΛΙΕΣ	387937	4384204
ΕΛΙΕΣ	385892	4389210
ΠΡΩΝΗ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΑ	385759	4389649
ΜΗΛΙΕΣ	386191	4388297
ΜΗΛΙΕΣ	386509	4387107
ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	386499	4387182
ΠΟΩΔΗΣ ΦΥΣΙΚΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗ-ΒΡΑΧΙΑ	387867	4384305

ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ '87		ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ '87	
	X	Y		X	Y
ΠΕΥΚΑ	377757	4386136	ΒΑΜΒΑΚΙΑ	379583	4385788
	377772	4386155		379584	4385822
	377776	4386154		379586	4385839
	377774	4386144		379588	4385866
ΣΚΟΡΔΑ	375248	4386613		379576	4385877
	375261	4386615		379563	4385875
	375280	4386610		379546	4385880
	375275	4386643		379534	4385882
	375287	4386672		379031	4386237
ΒΙΚΟΣ	377937	4385863		379005	4386244
	377951	4385881		378990	4386251
	377945	4385880		378976	4386270
	377959	4385890	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΑ	378781	4384880
375219	4386655	378791		4384892	
375205	4386663	378813		4384910	
375202	4386665	378824		4384911	
ΤΡΙΦΥΛΛΙ	375180	4386676		378849	4384923
	380880	4387490		378878	4384943
	380905	4387498		378914	4384961
	380906	4387481		378928	4384967
ΤΕΥΤΛΑ	379775	4386927		378923	4384951
	379797	4386952		378904	4384918
	379799	4386967		379719	4385335
	379792	4386991		379731	4385338
	379778	4386994		379711	4385333
	379762	4386987		379704	4385316
	379751	4386971		379667	4386695
	377713	4386225		379787	4386716
	377736	4386250	ΣΙΤΑΡΙ	376839	4384473
	377735	4386259		376846	4384460
	377755	4386290		376856	4384457
	377758	4386298		376841	4384473
	377749	4386307		376817	4384480
		376822		4384474	
		376824		4384470	
		376833		4384488	
		376894		4384574	
		376669		4384978	
		376677		4384984	
		376678		4384991	
		376687		4384978	
		376698	4384980		

ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ '87			ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ '87			ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ '87			X	Y
	X	Y		X	Y		X	Y		
ΠΕΥΚΑ	377757	4386136	ΒΑΜΒΑΚΙΑ	379583	4385788	ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΧΑΟΤΑΠΗΤΑΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΜΕ ΔΙΣΒΕΙΣΤΟΛΟΪΚΗΣ ΠΡ ΘΑΜΝΟΙ ΑΕΤΙΚΟΣ ΙΕΤΟΣ ΦΥΣΤΙΚΙΕΣ ΑΜΠΕΛΙΑ ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ	391645	4368730	401798	4369583
	377772	4386155		379584	4385822		399921	4368271		
	377776	4386154		379586	4385839		391666	4368737		
	377774	4386144		379588	4385866		391589	4369264		
	374079	4385337		379576	4385877		392112	4369888		
ΕΚΟΡΔΑ	375248	4386613		379563	4385875		403741	4370005		
	375261	4386615		379546	4385880		399919	4368305		
	375280	4386610		379534	4385882		372953	4402309		
	375275	4386643		379031	4386237		372945	4402311		
	375287	4386672		379005	4386244		372942	4402318		
ΒΙΚΟΣ	377937	4385863		378990	4386251		372947	4402290		
	377951	4385881		378976	4386270		372922	4402268		
	377945	4385880		391624	4386298		372928	4402270		
	377959	4385890		394155	4386177	ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ	385644	4389045		
	375219	4386655	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΑ	378781	4384880		389949	4389925		
ΤΡΙΦΥΛΛΙ	375205	4386663		378791	4384892	ΕΠΑΝΑΚΙΑ	387744	4389068		
	375202	4386665		378813	4384910	ΠΡΑΣΣΑ	385800	4389088		
	375180	4386676		378824	4384911	ΔΧΛΑΔΙΕΣ	385883	4388894		
	380880	4387490		378849	4384923		385439	4389485		
	380905	4387498		378878	4384943	ΕΛΙΕΣ	387937	4384204		
	380906	4387481		378914	4384961		385892	4389210		
	394188	4368225		378928	4384967		377636	4402082		
	387084	4377571		378923	4384951		377632	4402057		
	379775	4386927		378904	4384918		377627	4402053		
	379797	4386952		379719	4385335		377611	4402048		
	379799	4386967		379731	4385338		377664	4402150		
	379792	4386991		379711	4385333		377668	4402158		
	379778	4386994		379704	4385316		377963	4403090		
	379762	4386987		379667	4386695		377954	4403072		
	379751	4386971		379787	4386716		377932	4403077		
377713	4386225	ΣΙΤΑΡΙ	378839	4384473		377952	4403089			
377736	4386250		378846	4384460	ΜΗΛΙΕΣ	386191	4388297			
377735	4386259		378856	4384457		386509	4387107			
377755	4386290		378841	4384473	ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	386499	4387182			
377758	4386298		378817	4384480		374456	4389933			
377749	4386307		378822	4384474		374473	4389926			
393832	4368920		378824	4384470		374481	4389901			
			378833	4384488		374488	4389869			
			378894	4384574		374508	4388861			
			378869	4384978		375398	4399704			
			378677	4384984		375380	4399774			
			378678	4384991		375371	4399781			
			378687	4384978		375380	4399774			

ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ '87	
	E	N
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΑ	374752	4381675
	374752	4381680
	374580	4381485
	374558	4381486
	374770	4381502
	374773	4381500
	379432	4381060
	379429	4381037
	379435	4381033
	379434	4381044
	379435	4381070
	379436	4381071
	379437	4381072
	379432	4381073
	ΜΗΔΙΚΗ	374709
374700		4381757
374684		4381754
ΒΑΜΒΑΚΙΑ	374685	4381756
	380387	4381809
	380370	4381821
ΝΤΟΜΑΤΕΣ	380363	4381807
	380873	4382391
	380859	4382378
ΤΕΥΤΛΑ	388048	4383084
	381048	4382068

ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ ΕΓΣΑ '87	
	X	Y
ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	374456	4398933
	374473	4398926
	374481	4398901
	374488	4398869
	374508	4398861
	375398	4399704
	375380	4399774
	375371	4399781
	375380	4399774
	375375	4399800
	375386	4399808
	375388	4399815
	375382	4399759
	403733	4369968
	374467	4402541
ΕΛΙΕΣ	377636	4402082
	377632	4402057
	377627	4402053
	377611	4402048
	377664	4402150
	377668	4402158
	377963	4403090
	377954	4403072
	377932	4403077
	377952	4403089
ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ	372953	4402309
	372945	4402311
	372942	4402318
	372947	4402290
	372922	4402268
	372928	4402270

Ακολουθούν οι Πίνακες (Attribute Tables) του λογισμικού ArcGIS 9.3 με τα σχηματιζόμενα κατά την ψηφιοποίηση πολύγωνα των βασικών εδαφολογικών κατηγοριών της περιοχής μελέτης.

ID	Shape	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
101	Polypolygon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200

