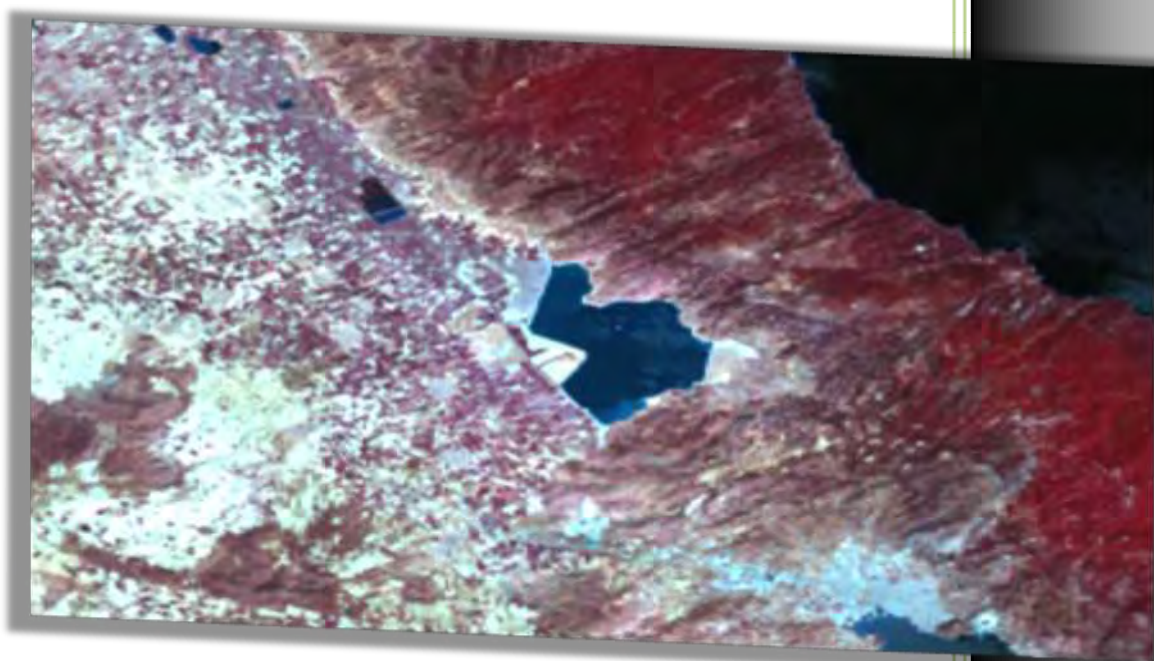


Εργαστήριο Υδρολογίας και Ανάλυσης Υδατικών Συστημάτων
Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Πεδίο Άρεως, 38334 Βόλος



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 Ι.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 Ι.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 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ 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 χλωρίοντα ξεπέρασε τα 2000 ppm και η αγωγιμότητα τα 7000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. 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:

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

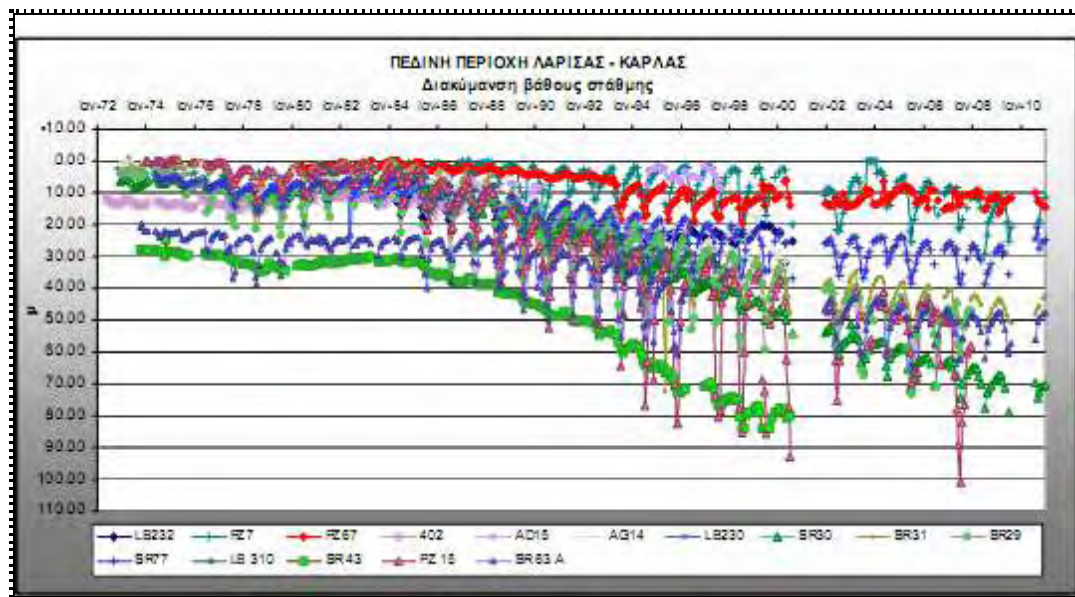
Όπου:

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 κατείσδυση (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 Λάρισας - 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

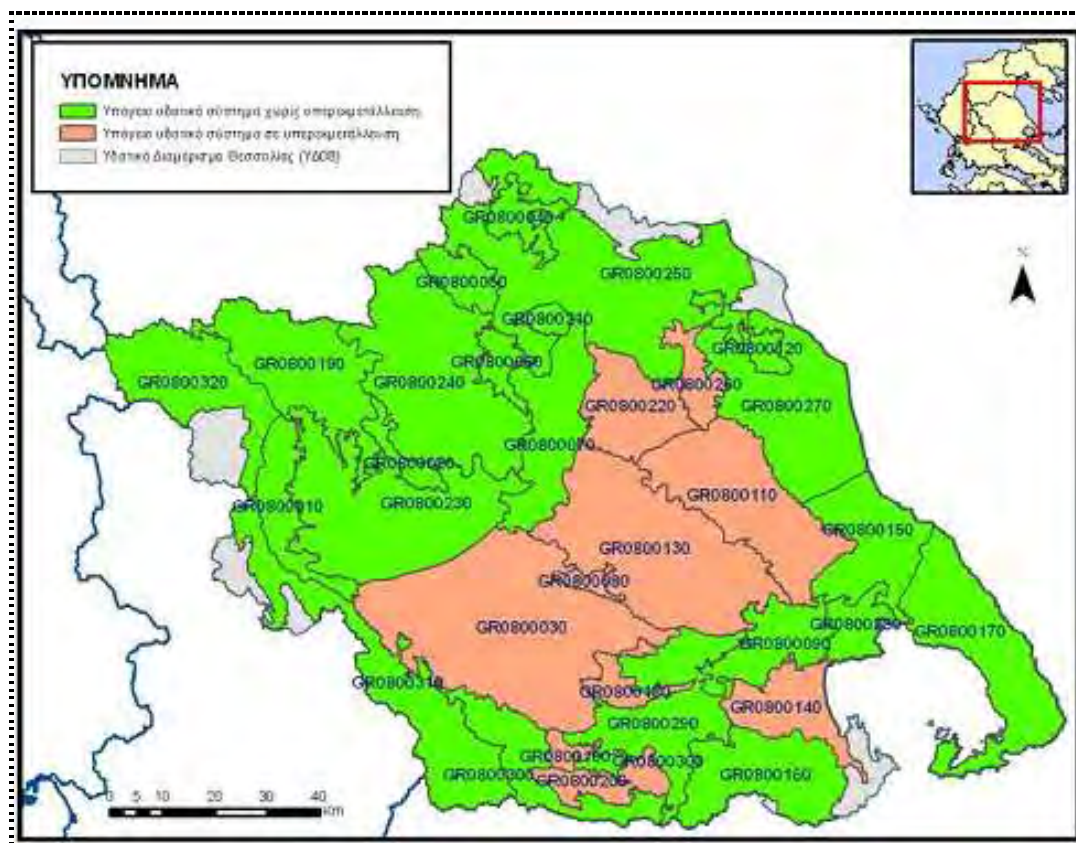
Ευρωπαϊκή Νομοθεσία	ΘΕΜΑ
<u>Οδηγία 79/869/ΕΟΚ</u>	Περί των μεθόδων μετρήσεως και περί της συχνότητας των δειγματοληψιών και της αναλύσεως των επιφανειακών υδάτων τα οποία προορίζονται για την παραγωγή ποσίου ύδατος στα Κράτη Μέλη
<u>Οδηγία 80/68/ΕΟΚ</u>	Περί προστασίας των υπογείων υδάτων από τη ρύπανση που προέρχεται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες
<u>Οδηγία 80/778/ΕΟΚ</u>	Περί της ποιότητας του ποσίου 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 ΙΙΙ 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 ΔΙΑΠΘΡΩΣΗ 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

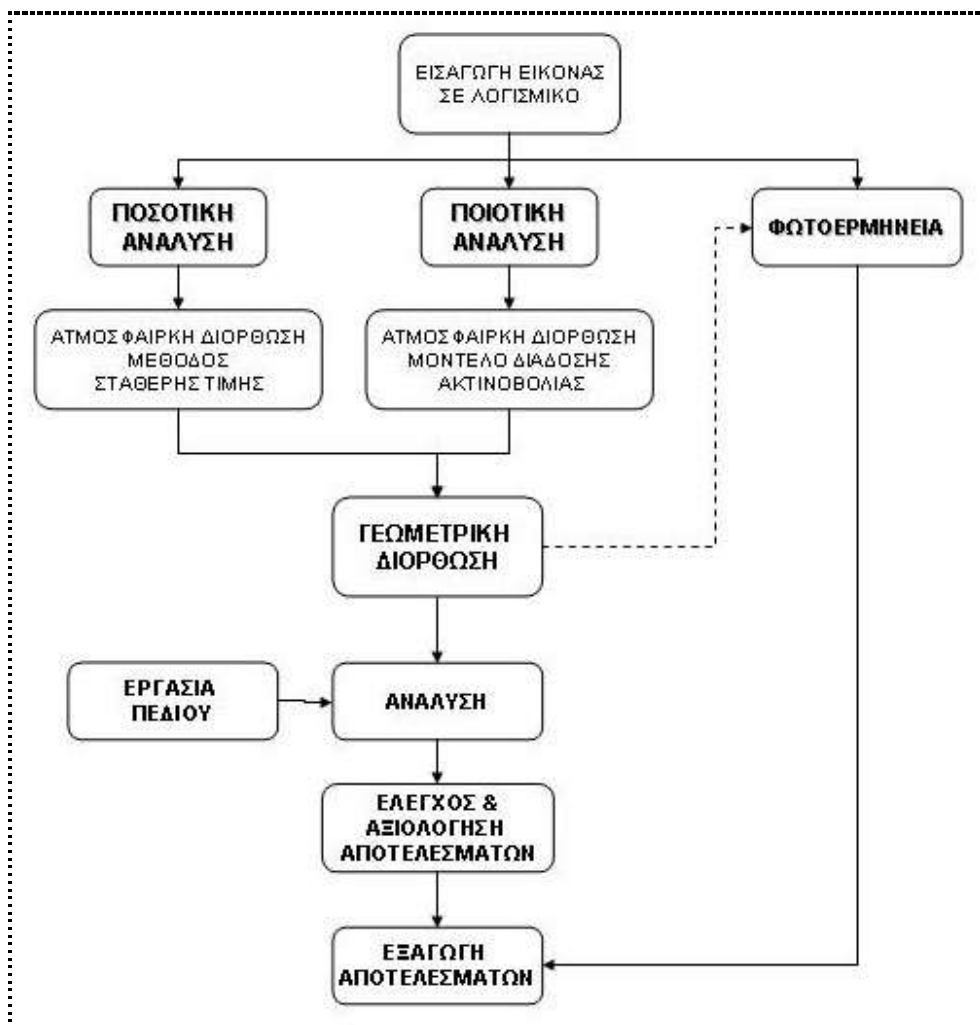
2.1 ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ - ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

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.

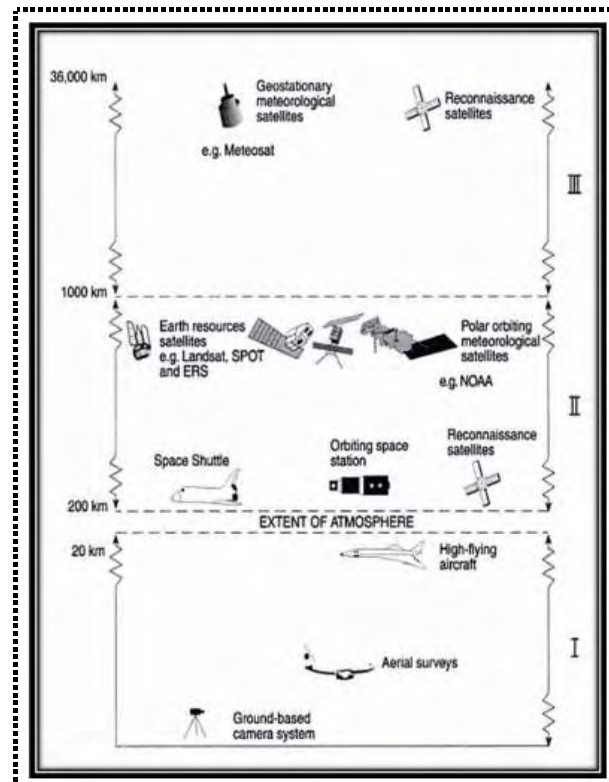
Στη σημερινή εποχή, τηλεματικές εφαρμογές υποστηρίζουν κλιματολογικές μελέτες, ποσοτικοποίηση αλλαγών στις χρήσεις γης, διαχείριση και εκμετάλλευση υδατικών πόρων (Carlson and Arthur 1998, Weng, 2001). Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η τηλεπισκόπηση στη διαχείριση των υδατικών πόρων και ιδιαίτερα σε λιμναίες 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.

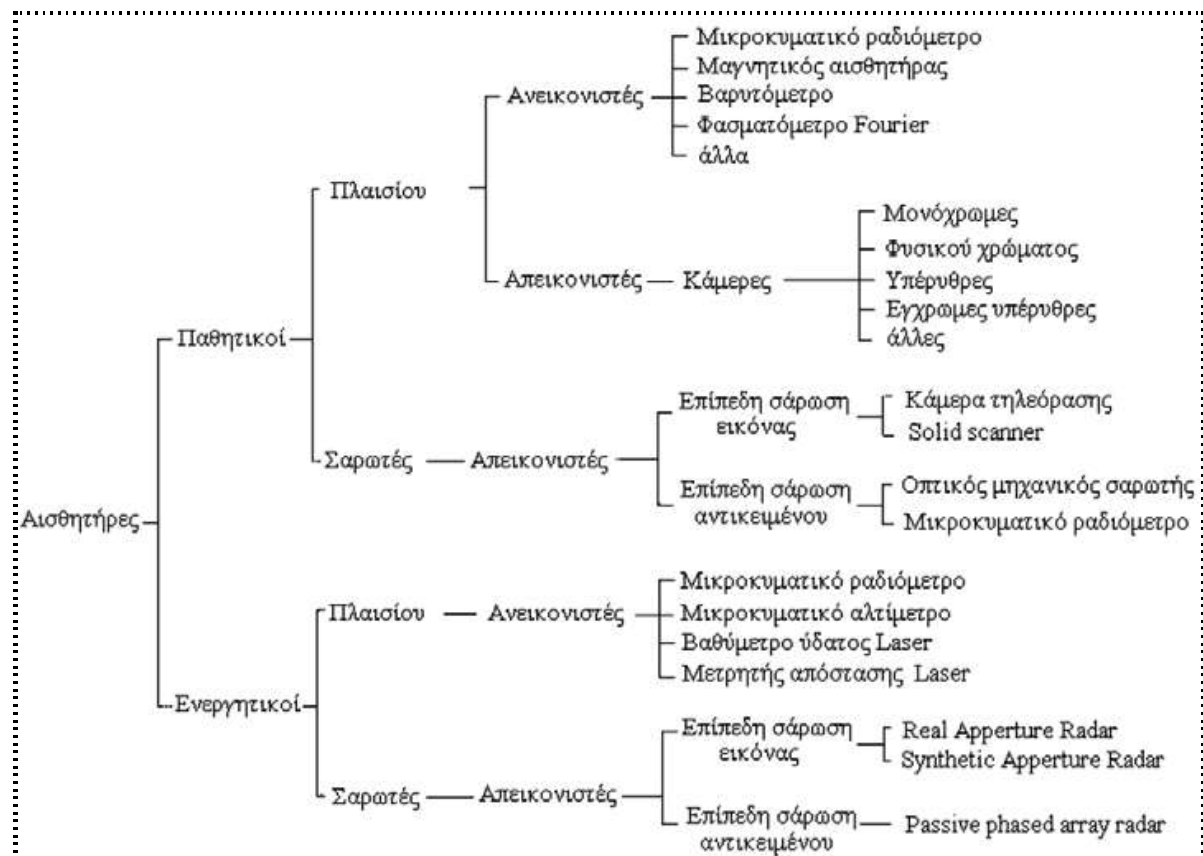


Εικόνα 2.1.1 : Διάγραμμα ροής εργασιών Τηλεπισκόπησης (Καπαγερίδη, 2010)

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.

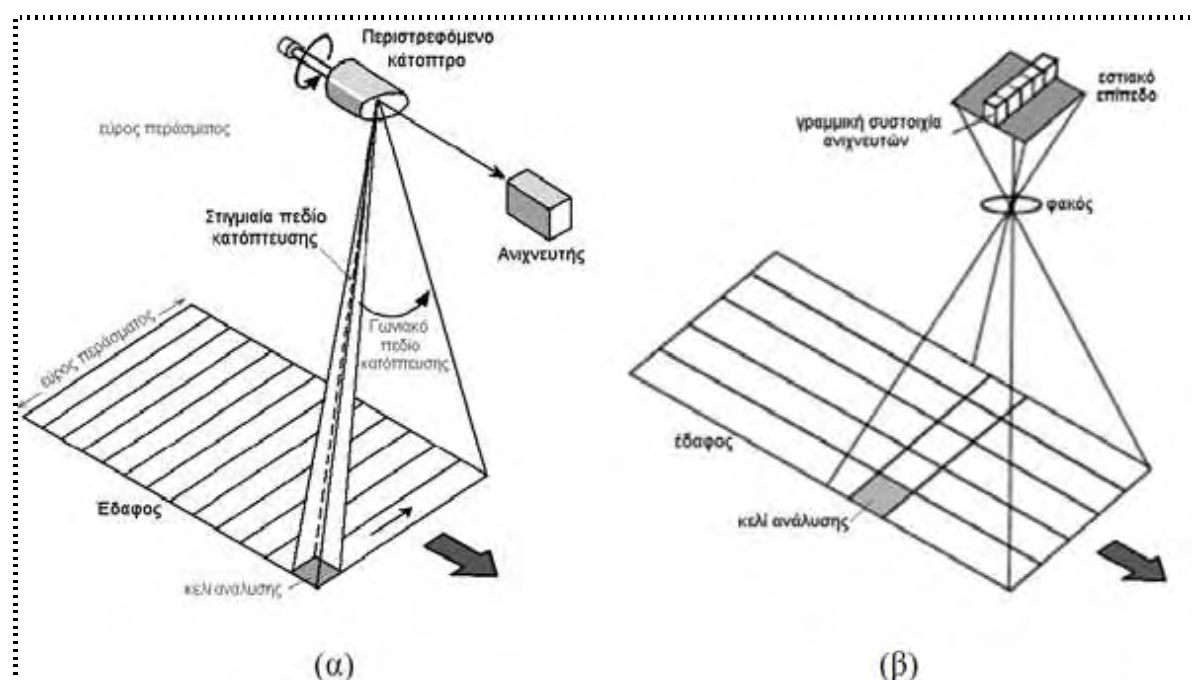


Εικόνα 2.1.2: Πλατφόρμες τηλεπισκόπησης και τα διάφορα ύψη στα οποία λειτουργούν (Gimpson, 2000)



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.

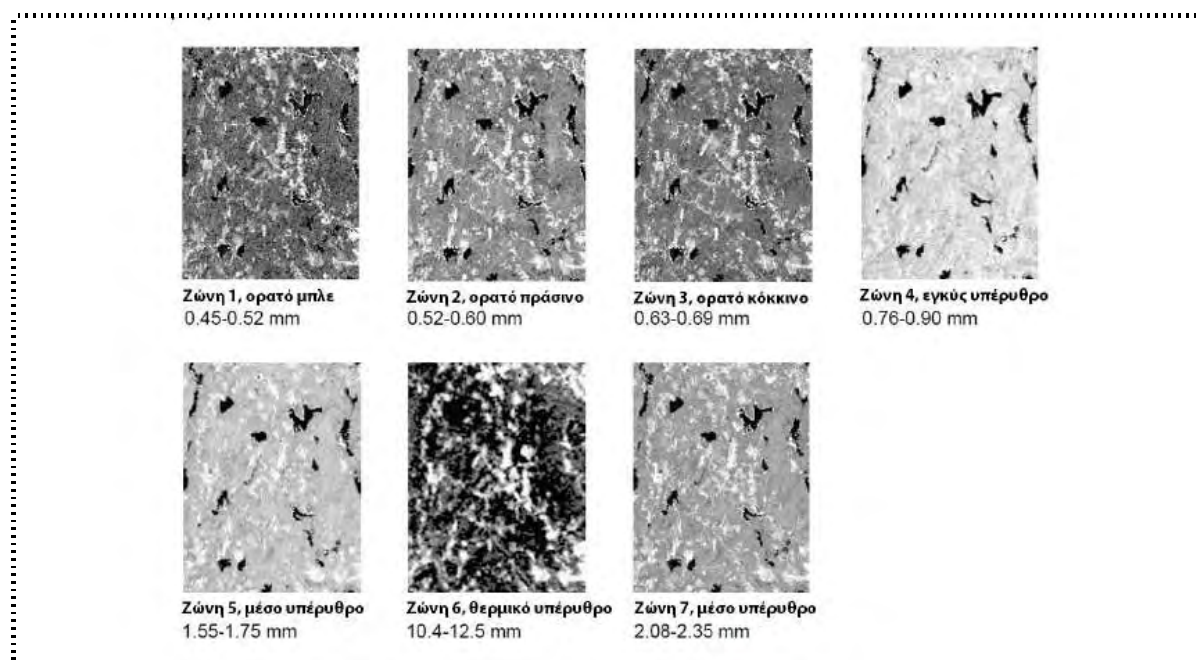
Η τηλεπισκοπική απεικόνιση είτε από οπτικό δέκτη είτε από δέκτη radar πλεονεκτεί έναντι της αεροφωτογραφίας καθώς (Αγαθαγγέλου, 2008):

- 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)

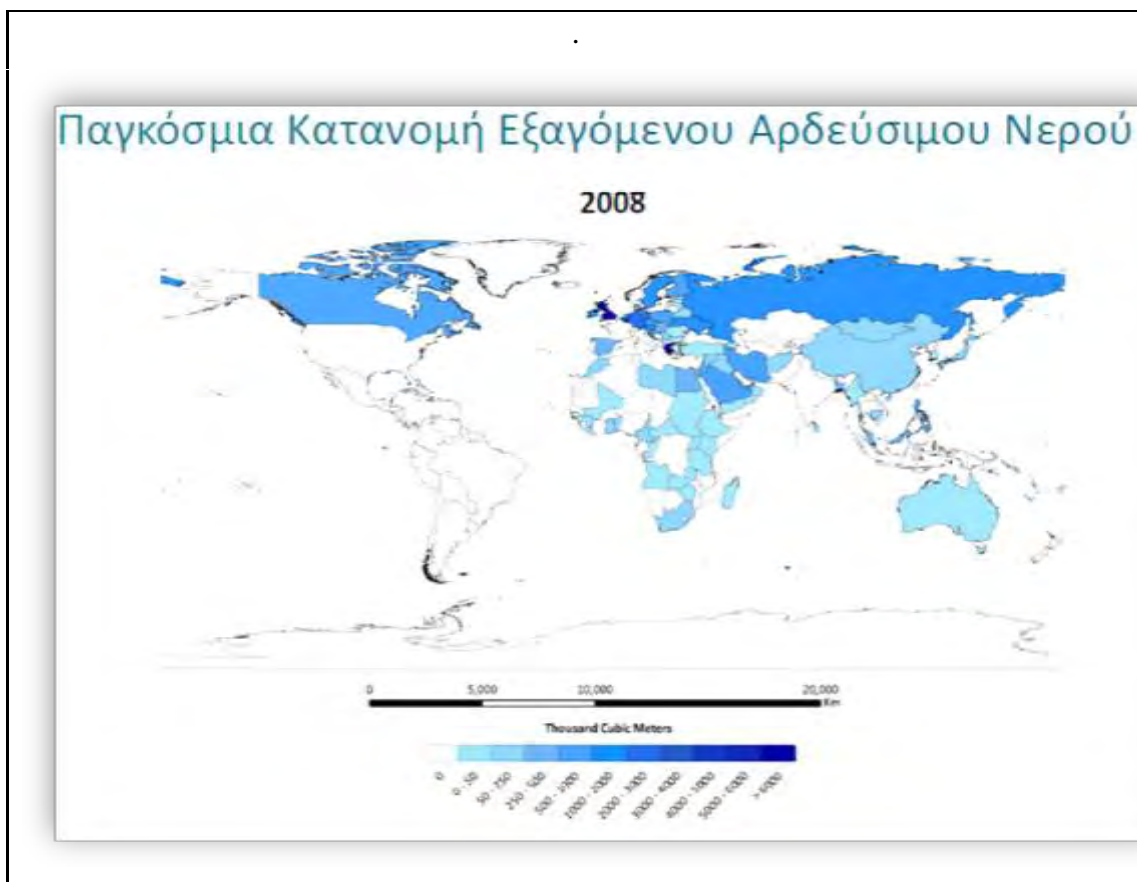
Ο όρος χρήση γης σχετίζεται με την ανθρώπινη δραστηριότητα ή την οικονομική λειτουργία (function) που συνδέεται με ένα ειδικό κομμάτι γης και ο όρος κάλυψη γης σχετίζεται με τον τύπο των χαρακτηριστικών που εμφανίζονται πάνω στην επιφάνεια της γης (Lillesand and Kiefer, 1994). Η καταγραφή των χρήσεων 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. Wrba 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 επαναστάσεώς της με όλες τις μεταβολές που αυτή επιφέρει και των μεγάλων καλλιεργούμενων εκτάσεων που περιλαμβάνει.

2.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ - CROPWAT

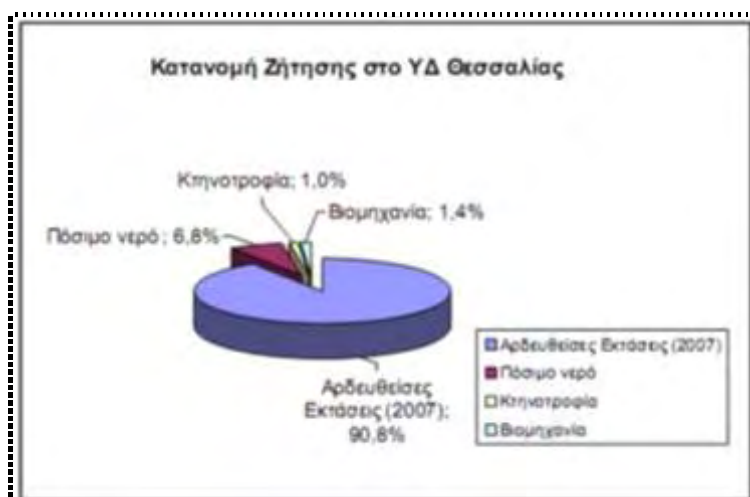
Σύμφωνα με τον FAO, το 2007 στην Αφρική το 84% (σε Ασία και Ειρηνικό το 79%) του νερού που καταναλώθηκε αφορούσε αγροτικές χρήσεις, ενώ στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική το αντίστοιχο ποσοστό ήταν μικρότερο του 40 % (UN – ESCAP 2007). Ενδεικτικά, στην εικόνα 2.2.1 φαίνεται ο όγκος νερού που εξήχθηκε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

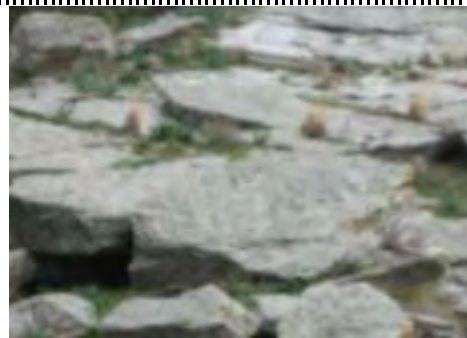
Πίνακας 3.1.1: Υδρογεωλογικοί χάρτες της λεκάνης απορροής της Κάρλας.

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



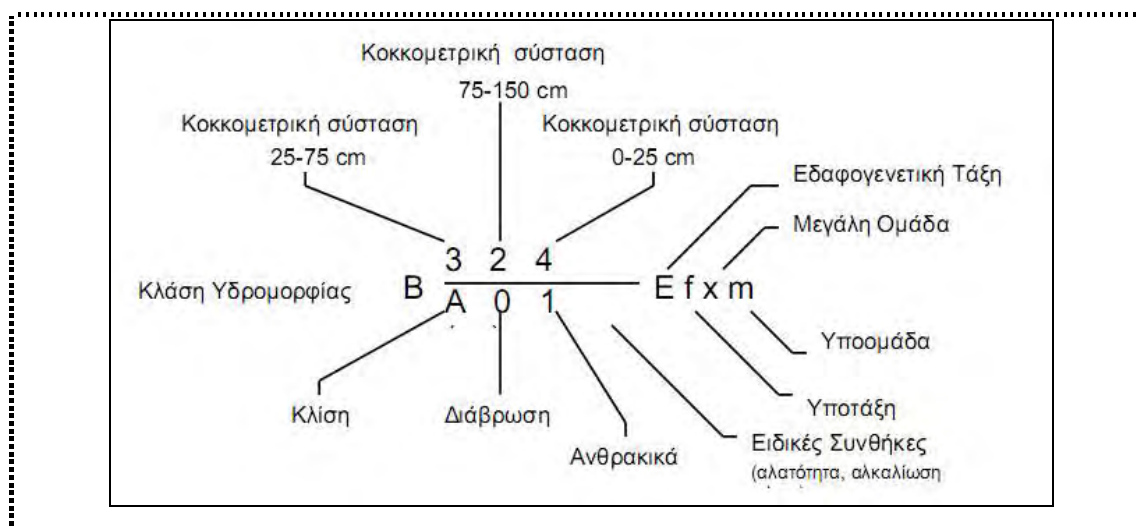
Γενεσισχιστόλιθοι



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 CaCO_3 , 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 καλώς αποστραγγιζόμενα. Ξηρή εδαφοτομή σε όλο το βάθος, απουσία εξανθήσεων μαγγανίου-σιδήρου.
B	Εδάφη καλώς 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 μετρίως 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 ανοιξιάτικα 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 αργιλικού 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 αργιικοί 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 βαθιές 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 βαθιά 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)

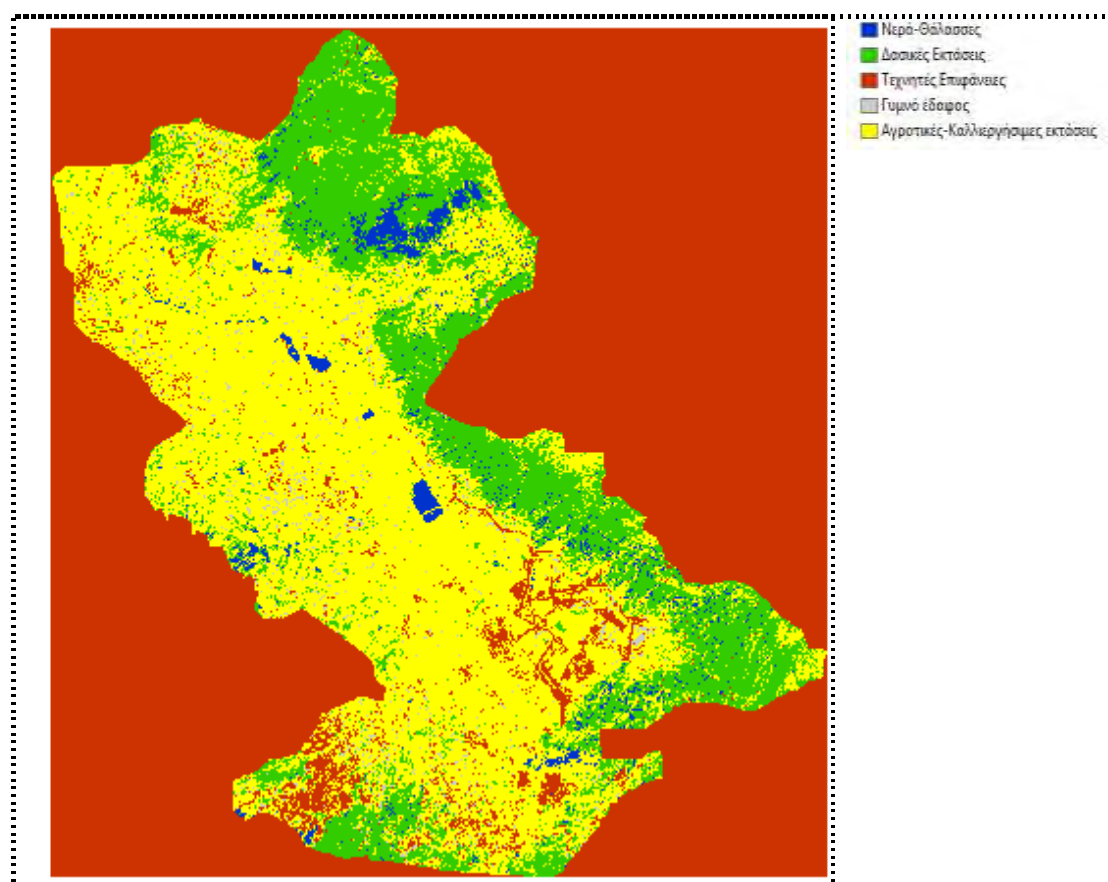
<i>Περιοχή</i>	<i>Πραγματικός πληθυσμός</i>	<i>Πραγματικός πληθυσμός</i>
ΝΟΜΟΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	198,393	206,995
ΔΗΜΟΣ ΚΑΡΛΑΣ	5,531	5,198
Δ.Δ. Στεφανοβικείου	1,835	1,963
Στεφανοβίκειον, το	1,835	1,963
Δ.Δ. Καναλίων	1,424	1,213
Κανάλια, τα	1,424	1,213
Δ.Δ. Κερασέας	437	368
Κερασέα, η	437	368
Δ.Δ. Ριζομύλου	1,835	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

Περιοχή	Πραγματικός πληθυσμός	Πραγματικός πληθυσμός
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
Κοκκίνοι, αι	250	152
Δ.Δ. Αγναντεράς	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
Τσαϊρι, 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

Περιοχή	Πραγματικός πληθυσμός	Πραγματικός πληθυσμός
Καλοχώριον, το	670	708
Χειμάδιον, το	317	330
Δ.Δ. Νέσσωνος	168	153
Νέσσων, 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

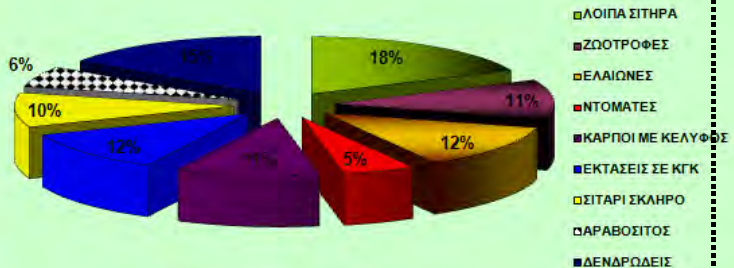
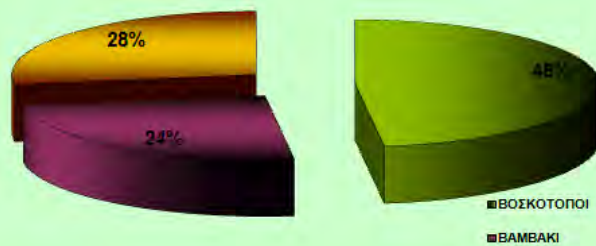
3.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ – ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

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 (ΙΕΒ Θεσσαλονίκης, 2007).

Νομός/ Δήμος/ Δημοτικό Διαμέρισμα	Αρδευθείσες το 2007					Ανάγκες σε αρδευτικό νερό με απώλειες τυπικού	Συνολική ποσότητα αρδευτικού νερού στο Δήμο κ.μ.
	Αροτραίες	Κηπευτικές	Δενδρώδεις	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 ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	30.185	712	3.313	340	34.550	534,2	18.458.058
ΔΗΜΟΣ ΓΟΝΝΩΝ	6.000	255	17.620	0	23.875	426,0	10.170.719
ΔΗΜΟΣ ΕΛΑΣΙΩΝΟΣ	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 ΚΡΑΝΙΩΝΟΣ	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 ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑΣ	69.187	8.899	487	58	78.631	323,2	25.415.685
ΔΗΜΟΣ ΠΟΤΑΜΙΑΣ	9.569	604	2.803	224	13.200	323,6	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 ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΣΗΣ	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 ΣΕ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΝΕΡΟ, ΚΑΤΑ ΔΗΜΟ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ							
Δήμοι	Αρδευθείσες το 2007					ΣΥΝΟΛΟ	Συνολική ποσότητα αρδευτικού νερού στο Δήμο κ.μ.
	Αροτραίες	Κηπευτικές	Δενδρώσες	Αμπελαιο			
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	488,3	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	546,2	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 (Παπακώστα, 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

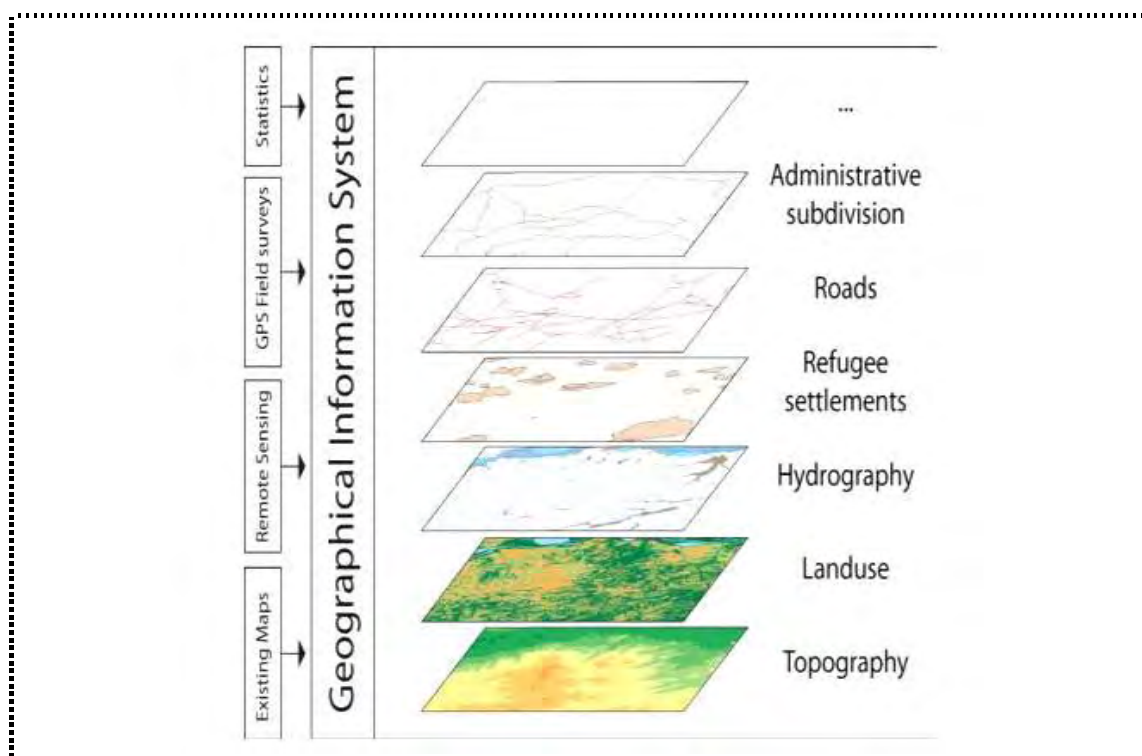
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

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 επιλέχτηκαν 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 ανατεθεί μια από τις ετικέτες.

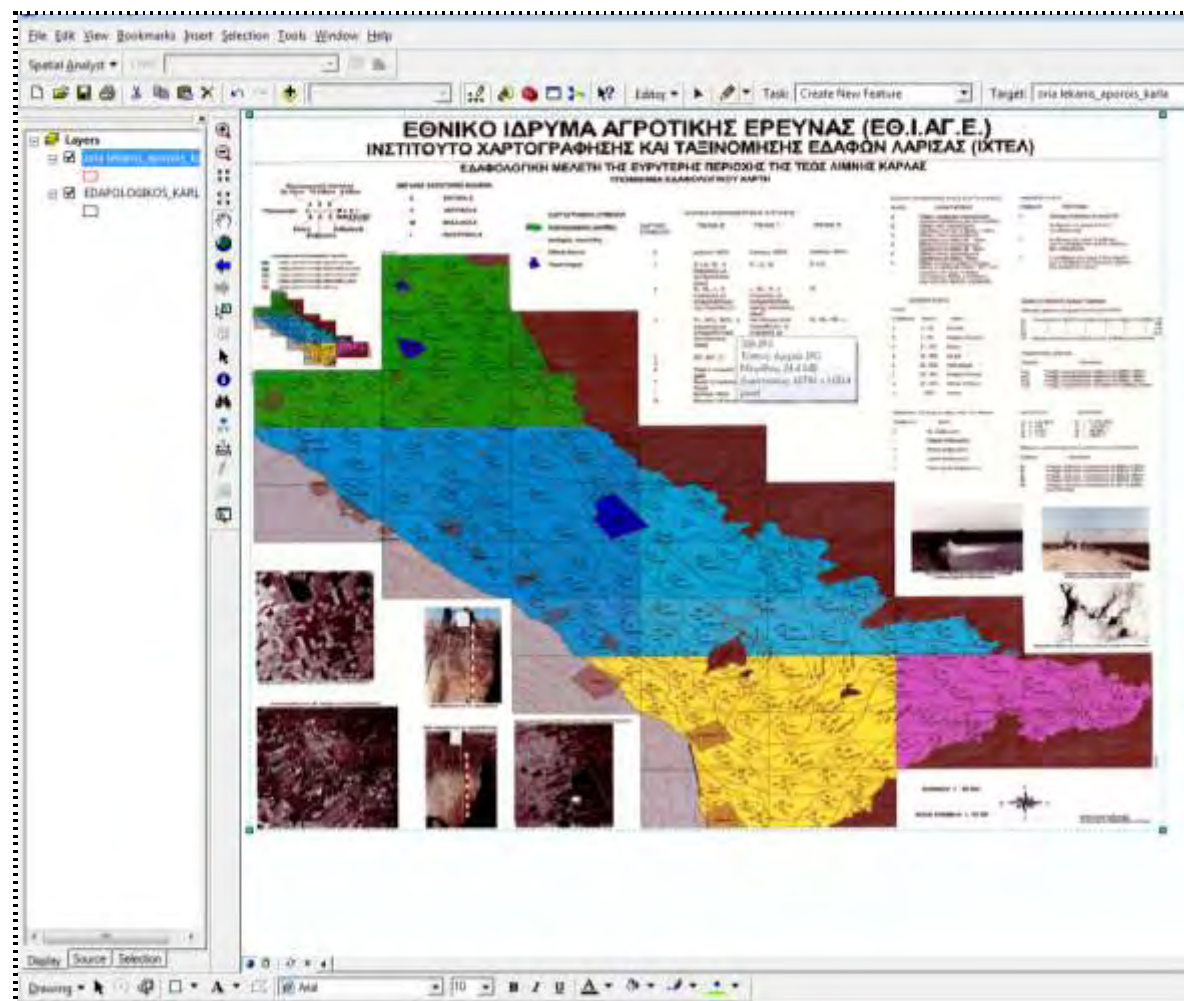
Για την εφαρμογή Εποπτευόμενης Ταξινόμησης, το λογισμικό ERDAS IMAGINE 9.2 παρέχει την επιλογή ενός από των τριών αλγορίθμων κατάταξης που ακολουθούν:

- 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 αλγόριθμους 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 εισήχθηκαν 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,	
	ύλοαργιλοπηλώδης	
Αργιλώδης -5	SC, αμμοαργιλώδης	30-40
	SiC, ύλοαργιλώδης	35-40
Βαρεία αργιλώδης υφή -5	C, αργιλώδης	>45

Attributes of ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΟΣ_ΧΑΡΤΑ																										
FID	Shape *	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	EIDOS	NOMOS	MELETI	AR_DEJ	KAT	Shape_Leng	Shape_Area	EP	KATHGORIA	PERIGRAFI		
14	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	c	A	0	1	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A01K	8428.819648	1899107.8956	435	5	arglides_eda	
15	Polygon	C	4	3	5	1	0	x	c	A	0	2	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Isxc	A02K	6629.874434	2248627.62479	435	5	arglides_eda	
16	Polygon	C	4	3	5	1	0	x	c	A	0	1	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Isxc	A01K	3778.956806	715655.916654	435	5	arglides_eda	
17	Polygon	C	4	3	5	1	0	x	c	A	0	2	K0	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Isxc	A02K	11051.791365	2816159.12193	435	5	arglides_eda	
18	Polygon	C	4	3	5	1	0	x	c	A	0	1	K0	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Isxc	A01K	5904.231151	813995.710214	435	5	arglides_eda	
19	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	c	A	0	1	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A01K	1819.625095	140964.437955	435	5	arglides_eda	
20	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	2	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A02K	15953.488953	3817323.81256	435	5	arglides_eda	
21	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	2049.822443	266356.635067	435	5	arglides_eda	
22	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	2	K2	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A02K	1687.214429	198256.998431	435	5	arglides_eda	
23	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	5574.443798	1684247.75	435	5	arglides_eda	
24	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	1	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A01K	5766.305511	1369453.87095	435	5	arglides_eda	
25	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	c	A	0	1	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A01K	6483.574594	1456096.25557	435	5	arglides_eda	
26	Polygon	C	4	3	5	1	0	x	v	A	0	2	K2	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Isxc	A02K	8969.788848	1543424.91952	435	5	arglides_eda	
27	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	2	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A02K	4426.907902	272398.601908	435	5	arglides_eda	
28	Polygon	C	4	3	5	1	0	x	v	A	0	1	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Isxc	A01K	6312.002989	881427.207904	435	5	arglides_eda	
29	Polygon	C	4	3	5	V	x	c	p	A	0	2	K0	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Vxc	A02K	6802.404121	2738848.38529	435	5	arglides_eda	
30	Polygon	C	4	3	5	V	x	c	e	A	0	2	K2	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Vxc	A02K	2245.06753	291915.770737	435	5	arglides_eda	
31	Polygon	D	4	3	5	V	x	c	a	A	0	3	K0	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	D	—Vxc	A03K	4048.394124	815785.136688	435	5	arglides_eda	
32	Polygon	C	4	3	5	V	x	c	A	0	3			X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Vxc	A03	5865.1969	879635.891835	435	5	arglides_eda	
33	Polygon	B	4	3	5	M	x	c	p	A	0	3	K0	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Mxc	A03K	2791.726199	496367.049335	435	5	arglides_eda	
36	Polygon	D	4	3	5	V	x	a	A	0	3			X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	D	—Vxc	A03	1908.12389	247205.872176	435	5	arglides_eda	
38	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K0	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	26884.224129	5176406.26795	435	5	arglides_eda	
40	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3		X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03	1572.872645	121915.756269	435	5	arglides_eda	
41	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3		X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03	14524.612675	2916286.12104	435	5	arglides_eda	
42	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K3	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	2404.601795	395641.116514	435	5	arglides_eda	
45	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	B	1	3	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	B13K	6648.007956	456509.90066	435	5	arglides_eda	
47	Polygon	B	4	3	5	E	0	x	B	1	3			X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—E0x	B13	1428.905993	150771.408673	435	5	arglides_eda	
49	Polygon	B	4	3	5	E	0	x	A	0	3	K1	X	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—E0x	A03K	3158.7944	309728.82369	435	5	arglides_eda	
51	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	34551.751193	1221089.0348	435	5	arglides_eda	
52	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K2	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	6696.99846	1604343.27729	435	5	arglides_eda	
53	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	2	K2	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A02K	7895.92386	2123645.06041	435	5	arglides_eda	
54	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	1		X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A01	4690.2028	1062184.0337	435	5	arglides_eda	
56	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	B	1	3	K2	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	B13K	7494.642417	1136174.68742	435	5	arglides_eda	
59	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	12189.356853	1785443.3751	435	5	arglides_eda	
65	Polygon	A	4	3	5	E	0	x	B	1	3			X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	A	—E0x	B13	3272.564233	299309.769661	435	5	arglides_eda	
67	Polygon	A	4	3	5	E	0	x	B	1	3			X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	A	—E0x	B13	2188.241561	84145.77776	405	5	arglides_eda	
69	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K0	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	5943.948132	1338048.20697	435	5	arglides_eda	
70	Polygon	D	4	3	5	E	f	x	A	0	3			X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	D	—Efx	A03	2365.551432	152522.453422	435	5	arglides_eda	
74	Polygon	C	4	3	5	1	0	x	A	0	2	K1	X	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Isx	A02K	4258.130954	581898.70512	435	5	arglides_eda	
77	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	6726.473216	2295172.32563	435	5	arglides_eda	
80	Polygon	B	4	3	5	E	f	x	A	0	3		X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Efx	A03	3305.190391	584323.855206	435	5	arglides_eda		
82	Polygon	C	4	3	5	E	f	x	A	0	3	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Efx	A03K	2759.358457	156947.018939	435	5	arglides_eda		
83	Polygon	C	4	3	5	E	f	x	v	A	0	3		X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Efx	A03	1768.516811	122490.191973	435	5	arglides_eda	
84	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	8538.603913	2958291.53731	435	5	arglides_eda	
86	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	c	A	0	3	K1	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	13929.431782	6687695.0781	435	5	arglides_eda	
88	Polygon	A	4	3	5	1	0	x	c	B	1	3	K2	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	A	—Isxc	B13K	1822.381551	179108.308726	435	5	arglides_eda	
91	Polygon	C	4	3	5	1	0	x	v	A	0	1		X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	C	—Isxc	A01	3767.477624	459671.953806	435	5	arglides_eda	
92	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	3	K2	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	11604.606144	2506147.36297	435	5	arglides_eda	
93	Polygon	B	4	3	5	1	0	x	v	A	0	2	K2	X	X	ΛΑΡΕΑ	EM0004	B	—Isxc	A03K	4593.54096	590990.147371	435	5	arglides_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 εμφάνισής

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 ταμιευτήρων), 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.

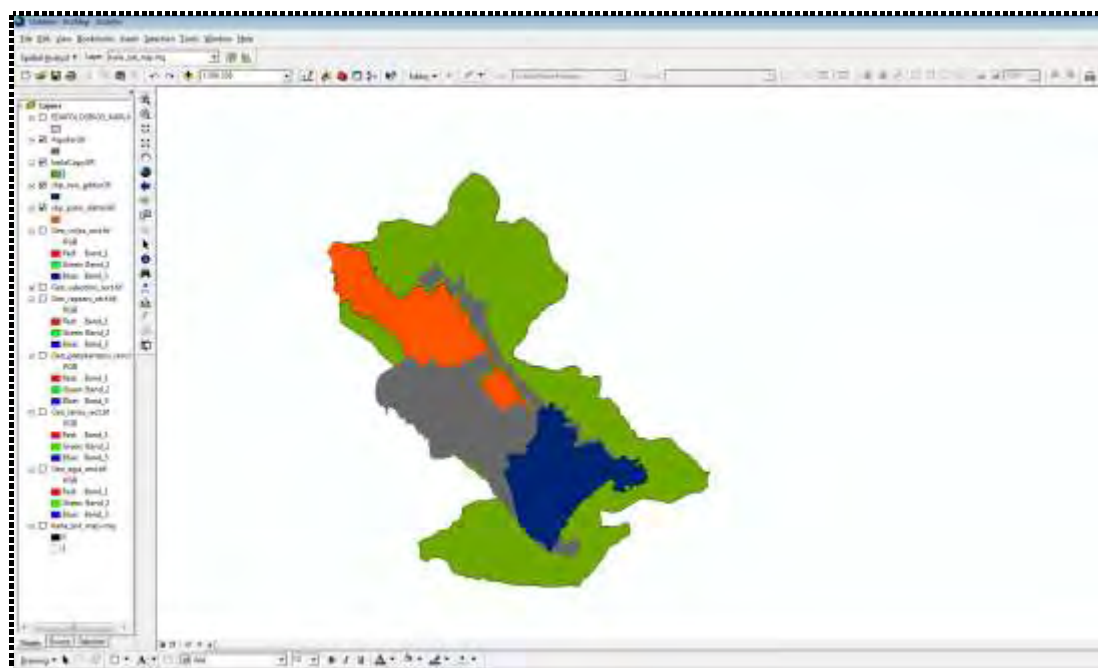
Η περιοχή μελέτης μας χρειάστηκε να χωριστεί σε 4 πολύγωνα (Εικόνα 4.2.1.1), στα οποία εφαρμόστηκε η μέθοδος Thiessen, με σκοπό να παραχθούν ακριβείς μηνιαίες τιμές για τις βροχοπτώσεις και τις θερμοκρασίες από το υδρολογικό έτος 1955-56 έως και το υδρολογικό έτος 2008-09. Ένα πολύγωνο περικλείει την 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 Πηνειού (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, Αγχιάλου, Λάρισας, Μακρυνίτσας, Μύρων, Πολυδενδρίου, Σωτήριου, Σπηλιάς, Στεφανοβίκειου, Βόλου, Χαλκιάδων και Ζαπείου). 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.

	AGRA	AGIGALOS	LARDESA	MAGNITSIA	MIRRA	POLYKRONI	SOFROS	SPILIA	TEFKIDONIA	VOLOS	VALKIDIES	ZAFROS
1960/10	126.00	8.30	13.90	11.00	23.30	6.30	12.90	15.80	6.40	6.30	19.30	11.90
1960/11	103.00	17.30	14.10	47.30	9.30	0.00	39.30	0.00	23.80	28.50	61.00	76.90
1960/12	62.10	107.30	158.00	102.00	108.10	106.60	-40.60	242.80	284.30	200.00	121.00	138.80
1961/01	81.90	83.30	41.60	123.90	66.60	67.30	19.80	61.80	40.20	11.00	17.30	81.40
1961/02	83.40	13.70	12.20	83.20	23.10	40.50	17.40	38.60	6.50	41.40	19.10	11.90
1961/03	93.80	79.00	62.80	246.40	76.50	62.40	36.80	128.20	46.80	72.20	66.20	74.00
1961/04	48.70	9.60	36.30	27.90	21.50	47.60	25.30	52.70	18.90	13.60	4.30	3.30
1961/05	40.90	40.50	36.20	6.30	38.30	22.10	9.70	35.30	41.60	14.50	36.90	46.80
1961/06	25.10	17.30	19.80	42.30	24.70	9.90	28.60	10.00	12.30	36.40	68.10	68.60
1961/07	23.90	34.80	18.00	19.20	18.40	53.70	18.40	51.70	17.40	15.20	20.80	12.40
1961/08	32.90	10.00	5.90	11.40	14.70	5.50	9.00	2.40	6.70	4.60	17.30	26.90
1961/09	26.90	14.40	2.20	26.70	0.00	0.30	35.10	0.00	5.00	10.70	8.30	7.50
1961/10	118.90	49.90	17.90	108.20	90.30	84.90	46.70	97.70	56.50	40.90	63.30	60.20
1961/11	94.80	27.40	46.80	36.90	54.20	81.70	28.00	95.20	46.50	17.00	40.00	25.00
1961/12	93.90	21.50	15.60	141.00	76.10	67.60	-46.80	71.60	73.30	47.80	75.00	80.20
1962/01	90.00	24.20	17.60	45.00	38.00	57.00	13.20	20.00	24.30	17.40	22.90	16.20
1962/02	80.60	56.60	40.80	105.00	45.40	104.30	14.20	88.90	51.10	15.10	59.70	46.00
1962/03	76.30	33.10	24.20	21.10	47.60	18.40	24.00	18.30	47.80	18.00	44.10	41.90
1962/04	46.80	1.80	12.30	0.00	18.00	24.90	20.00	71.10	22.90	1.20	4.40	5.40
1962/05	44.60	24.40	17.00	36.10	31.00	9.80	18.70	7.80	38.00	13.60	25.20	14.60
1962/06	23.70	2.40	1.20	3.30	8.00	5.70	8.00	6.40	3.00	10.20	19.20	16.40
1962/07	22.80	18.80	13.80	26.30	17.30	18.10	22.90	10.20	21.80	11.40	34.20	23.80
1962/08	13.30	0.00	0.00	0.00	10.80	4.90	1.80	0.00	4.10	0.00	2.30	0.00
1962/09	24.90	128.60	136.60	259.60	204.00	204.90	447.60	271.40	201.30	206.90	137.60	103.90
1962/10	104.90	159.00	98.10	290.00	118.30	259.70	81.20	279.80	174.80	136.70	170.10	122.10
1962/11	80.40	88.00	102.80	127.60	122.70	87.00	82.90	61.90	87.80	74.00	86.40	131.70
1962/12	76.10	183.10	101.30	298.00	131.60	106.90	71.80	279.00	123.90	104.50	160.80	189.00
1963/01	76.20	16.30	46.80	85.90	76.40	88.40	26.10	285.00	42.70	14.10	62.00	88.50
1963/02	79.60	67.80	51.20	116.30	53.40	58.30	18.60	53.40	67.30	44.90	71.90	56.10
1963/03	80.70	59.20	41.40	84.60	54.80	68.30	27.60	92.70	67.30	41.80	84.30	100.20
1963/04	53.10	17.20	23.70	38.80	31.70	14.60	25.80	21.30	13.70	18.10	19.00	21.60
1963/05	40.30	41.70	44.20	79.20	46.80	21.90	45.70	33.90	44.10	41.70	41.50	50.40
1963/06	36.20	3.00	25.40	15.50	29.70	8.40	14.70	8.70	16.10	16.10	16.20	13.80
1963/07	22.80	17.10	11.70	32.10	16.40	25.60	24.10	18.10	27.30	24.50	64.00	46.20

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

	octrio_tempr	VOLOS_tempr	MIRRA_tempr	oia Temperatrs
1960/10	17.00	18.10	17.88	17.61
1960/11	13.20	15.10	15.54	12.72
1960/12	9.40	12.50	10.34	9.63
1961/01	5.10	7.50	6.77	5.48
1961/02	6.00	8.20	6.19	5.85
1961/03	11.10	12.20	11.11	10.46
1961/04	15.20	17.30	15.77	15.14
1961/05	18.70	21.10	19.46	19.63
1961/06	23.50	24.90	24.37	23.29
1961/07	25.40	26.50	26.47	25.28
1961/08	25.40	26.60	26.65	24.90
1961/09	24.10	22.50	23.27	26.98
1961/10	36.40	17.20	17.37	18.47
1961/11	12.80	13.40	15.01	12.64
1961/12	6.00	9.10	8.64	8.27
1962/01	5.20	8.30	6.95	5.82
1962/02	1.00	7.40	4.88	5.07
1962/03	10.40	12.00	10.40	11.31
1962/04	13.80	16.30	14.09	12.86
1962/05	19.60	21.70	20.33	19.67
1962/06	23.40	24.20	24.33	23.22
1962/07	26.10	26.90	27.06	26.41
1962/08	26.60	27.70	28.29	26.18
1962/09	21.10	23.80	23.55	22.96
1962/10	36.20	17.90	17.31	16.50
1962/11	13.40	18.30	15.94	13.38
1962/12	5.00	7.40	5.54	6.21
1963/01	4.60	6.40	6.08	4.36
1963/02	7.00	10.20	7.38	7.38
1963/03	8.40	10.10	8.25	7.87
1963/04	13.40	14.80	13.74	13.05
1963/05	17.80	19.60	18.54	17.57
1963/06	23.30	24.70	24.29	23.00
1963/07	26.00	27.80	26.94	26.08
1963/08	26.30	27.80	27.98	26.31
1963/09	21.10	24.30	23.58	22.32
1963/10	36.10	17.90	17.37	16.33

Εικόνα 4.2.1.3: Εισαγωγή χρονοσειρών μέσων 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

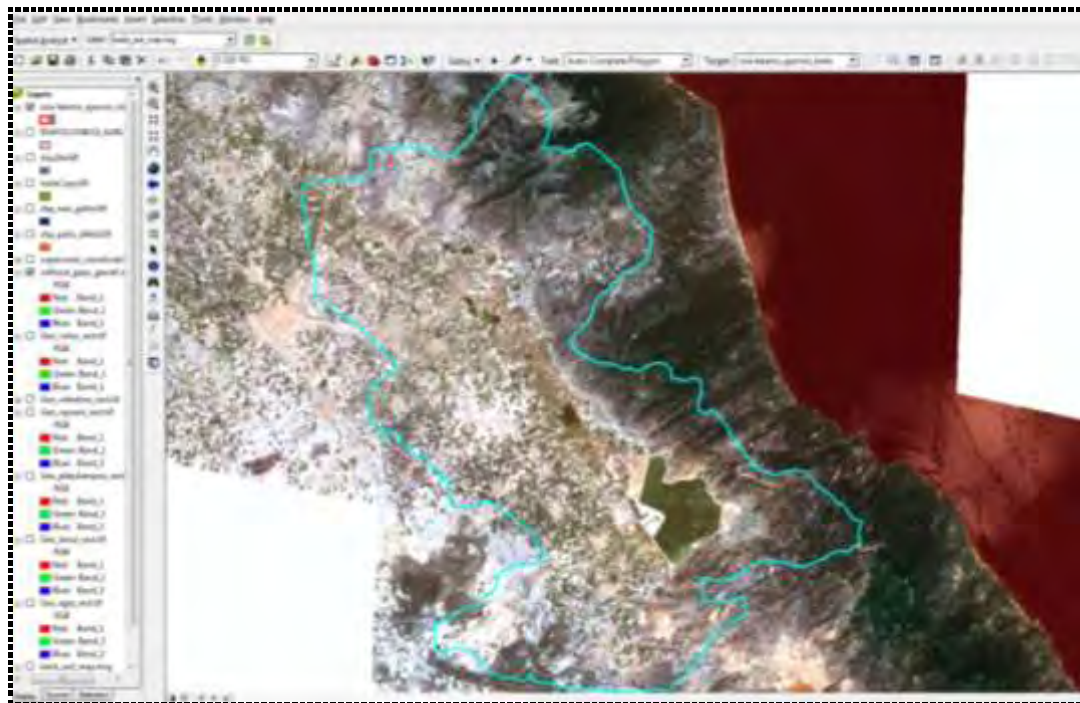
Τα εδάφη της περιοχής ταξινομήθηκαν με τελικό αποτέλεσμα να παραχθεί χάρτης με τις κύριες χρήσεις γης της περιοχής, πάνω σε αρχικές δορυφορικές εικόνες που ελήφθησαν από τη σελίδα <http://glovis.usgs.gov> και περιλαμβάνουν ολόκληρη την περιοχή μελέτης. Στο παρόν Κεφάλαιο φαίνονται αρχικά το αποτέλεσμα 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 ΕΛΑΦΩΝ – ΧΑΡΤΗΣ ΧΡΗΣΕΩΝ ΓΗΣ

5.1.1 ERDAS IMAGINE 9.2

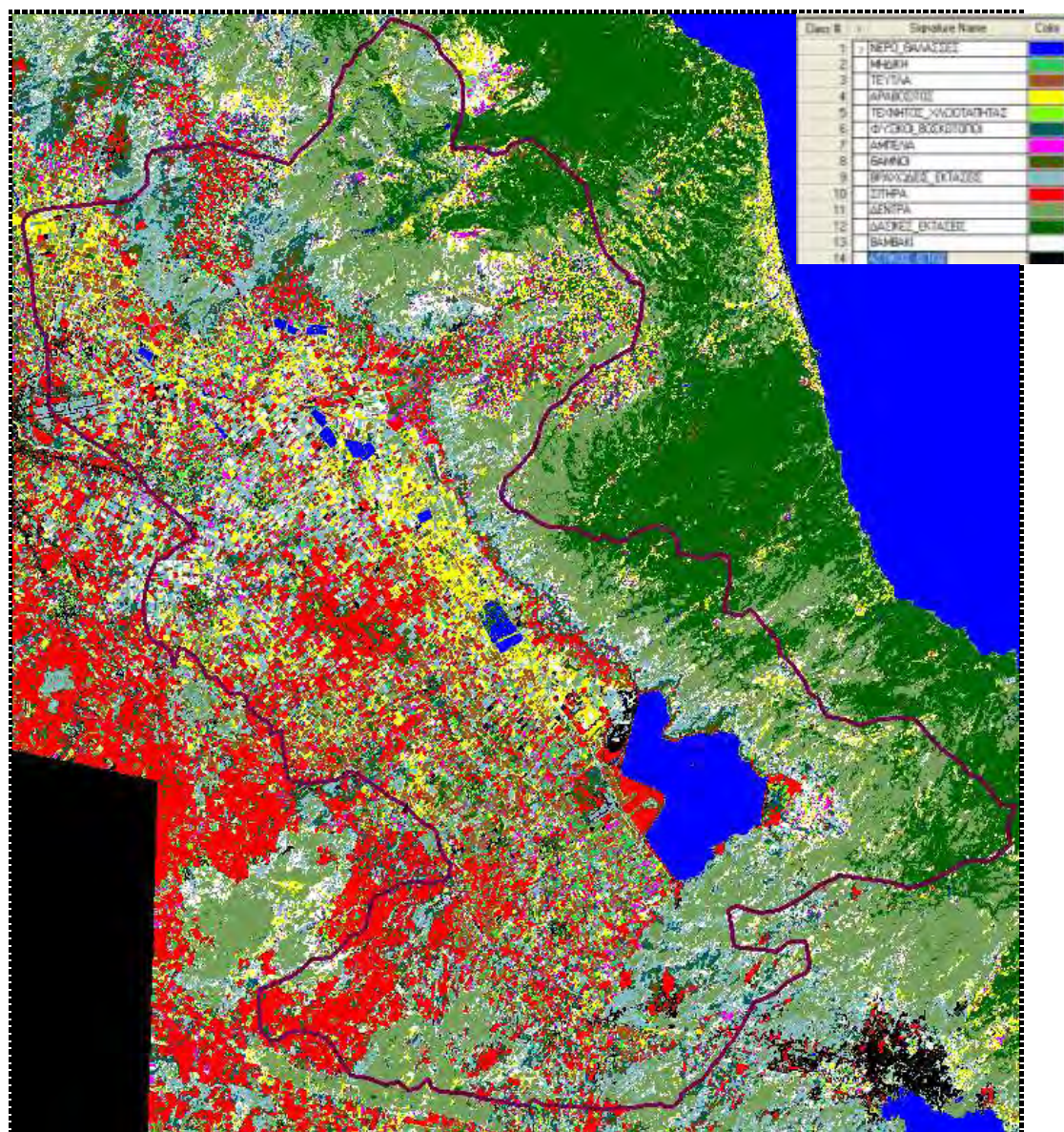
Στην Εικόνα 5.1.1.1 που ακολουθεί, φαίνεται η τελική μορφή που δόθηκε μέσω δυνατοτήτων του λογισμικού ERDAS IMAGINE 9.2 στις δύο αρχικές εικόνες που συνενώθηκαν για την κάλυψη ολόκληρης της περιοχής της λεκάνης απορροής της Κάρλας. Οπτικά καταλαβαίνει κανείς πως οι εικόνες έχουν πλέον τη μορφή μιας ενιαίας 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
ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
	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.

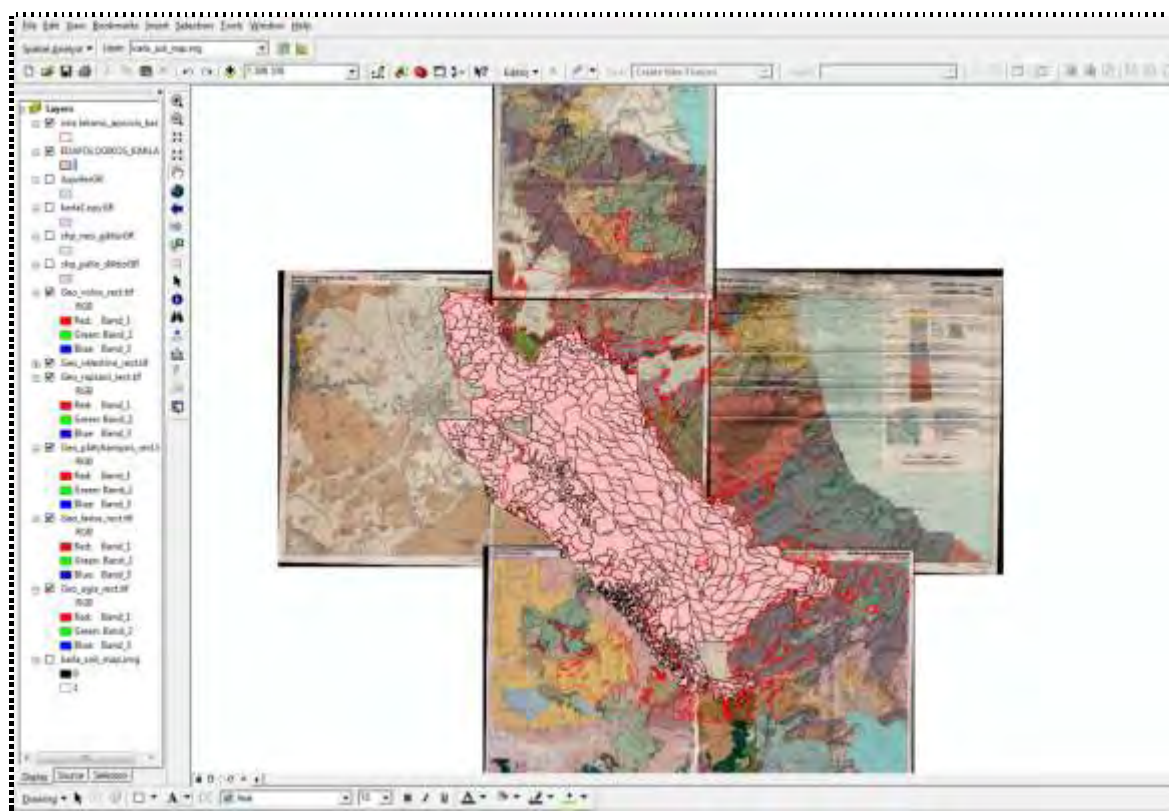
Η λεκάνη απορροής αποτέλεσε κι αυτή ξεχωριστό φύλλο το οποίο εισήχθηκε μαζί με τους χάρτες στο περιβάλλον του ArcGIS 9.3 οπότε και δημιουργήθηκε το τελικό ενιαίο ένα project (εικόνα 5.1.2.1). Παρατηρώντας την Εικόνα 5.1.2.1 αντιλαμβάνεται κανείς αρχικά πως η γεωαναφορά με στόχο την απεικόνιση της πραγματικότητας 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 γεωαναφερμένων 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>).

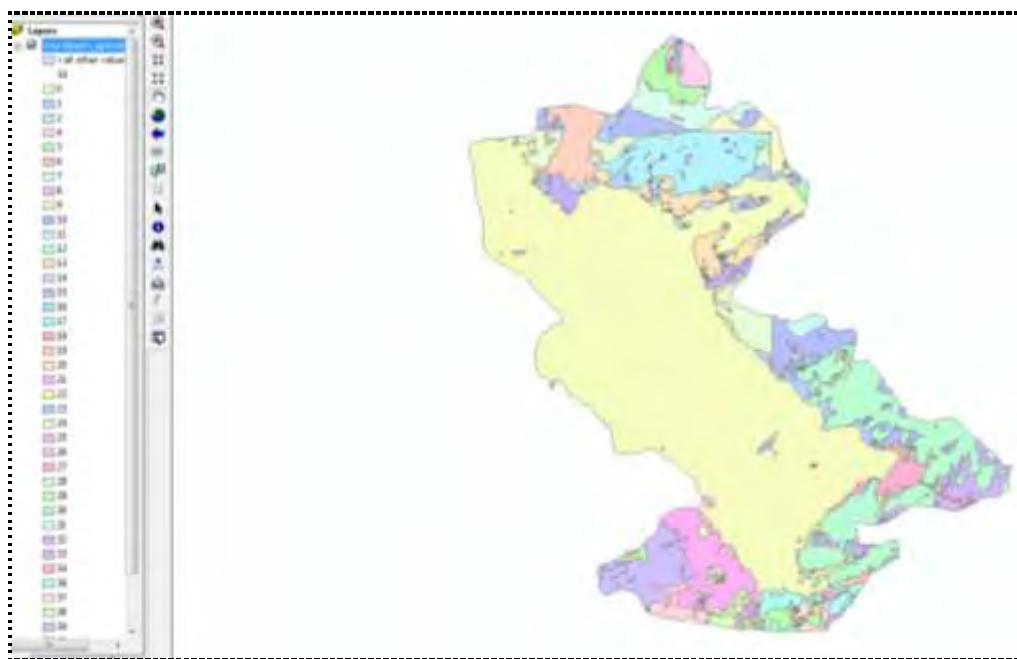
Στη συνέχεια απεικονίζονται ξεχωριστά τα πολύγωνα που κατασκευάστηκαν κατά την ψηφιοποίηση των γεωλογικών χαρτών (κόκκινα πολύγωνα Εικόνας 5.1.2.2) και εκείνα της ψηφιοποίησης του εδαφολογικού χάρτη (Εικόνα 5.1.2.3). Ο συνολικός αριθμός των σχηματιζόμενων πολυγώνων και τα χαρακτηριστικά που τους δόθηκαν 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 εοπτεία 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.

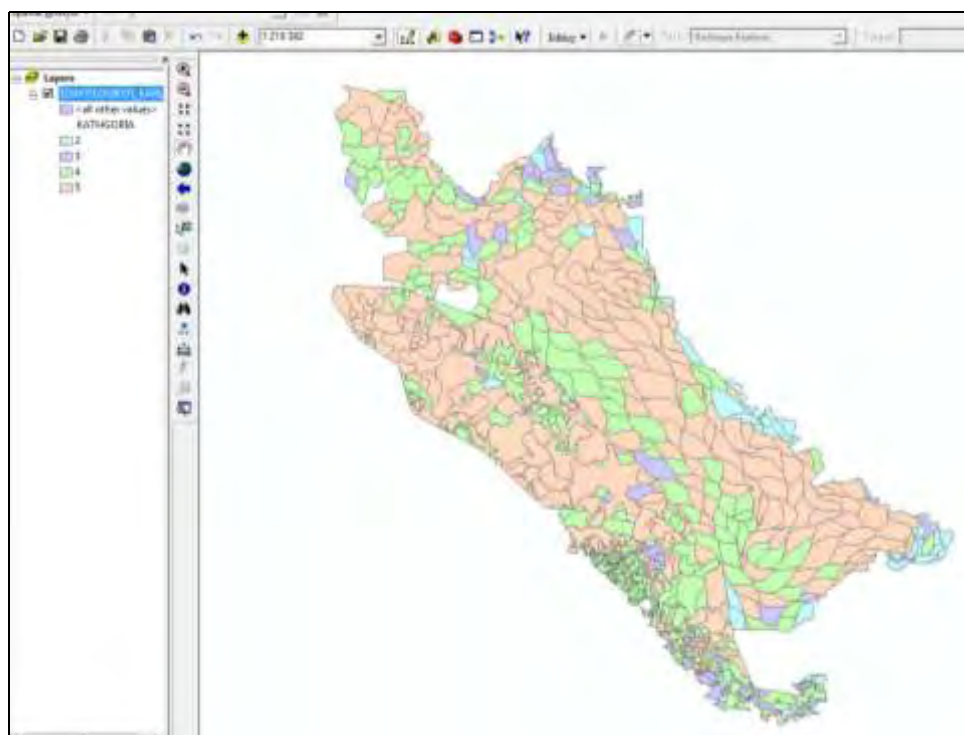
Τέλος, μέσα από λογισμικό ArcGIS 9.3 και το “Attribute Table” μπορούμε να δούμε τα εμβαδά σε m^2 που αντιστοιχούν σε κάθε πολύγωνο των ψηφιοποιημένων χαρτών (βλ. Εικόνα 5.1.2.4).



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.

Εικόνα 5.1.2.4: Πίνακας με τα χαρακτηριστικά των πολυγώνων του εδαφολογικού χάρτη.

76

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 Σεπτέμβριου 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	14.63
1960/11	13.88
1960/12	12.88
1961/01	40.38
1961/02	30.18
1961/03	46.31
1961/04	24.31
1961/05	14.36
1961/06	38.14
1961/07	12.14
1961/08	3.18
1961/09	28.63
1961/10	46.37
1961/11	32.43
1961/12	12.83
1962/01	36.37
1962/02	33.82
1962/03	36.36
1962/04	18.18
1962/05	30.17
1962/06	7.18
1962/07	12.12
1962/08	3.12
1962/09	384.99
1962/10	101.18
1962/11	84.11
1962/12	87.88
1963/01	33.37
1963/02	38.08
1963/03	34.38
1963/04	24.81
1963/05	43.44
1963/06	14.77
1963/07	23.12
1963/08	4.12
1963/09	22.27
1963/10	103.01
1963/11	94.36
1963/12	38.12
1964/01	35.11

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	38.21
1960/11	32.74
1960/12	141.04
1961/01	38.81
1961/02	30.17
1961/03	40.85
1961/04	27.36
1961/05	24.44
1961/06	26.15
1961/07	25.30
1961/08	13.88
1961/09	8.41
1961/10	48.24
1961/11	17.52
1961/12	40.38
1962/01	21.74
1962/02	16.34
1962/03	27.88
1962/04	18.74
1962/05	24.17
1962/06	8.04
1962/07	18.30
1962/08	6.09
1962/09	188.34
1962/10	144.30
1962/11	98.83
1962/12	127.97
1963/01	38.81
1963/02	34.38

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	35.48
1956/11	41.81
1956/12	100.75
1957/01	94.41
1957/02	25.36
1957/03	96.76
1957/04	23.25
1957/05	26.82
1957/06	33.01
1957/07	22.99
1957/08	19.87
1957/09	18.70
1957/10	85.38
1957/11	43.34
1957/12	64.39
1958/01	25.82
1958/02	41.71
1958/03	30.49
1958/04	15.25
1958/05	21.08
1958/06	8.03
1958/07	22.88
1958/08	5.08
1958/09	29.23
1958/10	100.36
1958/11	94.76
1958/12	100.51
1959/01	32.37
1959/02	47.03
1959/03	96.11
1959/04	25.18
1959/05	94.34
1959/06	15.32
1959/07	26.48
1959/08	10.73
1959/09	21.30
1959/10	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	35.48
1956/11	41.81
1956/12	100.75
1957/01	94.41
1957/02	25.36
1957/03	96.76
1957/04	23.25
1957/05	26.82
1957/06	33.01
1957/07	22.99
1957/08	19.87
1957/09	18.70
1957/10	85.38
1957/11	43.34
1957/12	64.39
1958/01	25.82
1958/02	41.71
1958/03	30.49
1958/04	15.25
1958/05	21.08
1958/06	8.03
1958/07	22.88
1958/08	5.08
1958/09	29.23
1958/10	100.36
1958/11	94.76
1958/12	100.51
1959/01	32.37
1959/02	47.03
1959/03	96.11
1959/04	25.18
1959/05	94.34
1959/06	15.32
1959/07	26.48
1959/08	10.73
1959/09	21.30
1959/10	110.83

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 Κάρλας (όλης η περιοχής μελέτης πλην των πολυγώνων του Ταμιευτήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης).

by spatial+temp	
1955/09	22.22
1955/10	16.22
1955/11	12.98
1955/12	6.72
1956/01	5.37
1956/02	8.24
1956/03	8.88
1956/04	12.82
1956/05	20.07
1956/06	23.94
1956/07	25.24
1956/08	25.97
1956/09	22.24
1956/10	16.08
1956/11	12.21
1956/12	3.77
1957/01	7.09
1957/02	8.47
1957/03	8.90
1957/04	14.91
1957/05	17.74
1957/06	23.99
1957/07	25.82
1957/08	26.95
1957/09	22.19
1957/10	18.02
1957/11	11.82
1957/12	4.12
1958/01	6.98
1958/02	8.10
1958/03	8.13
1958/04	13.09
1958/05	15.59

Εικόνα 5.2.1.5: Υπολογισμός μηνιαίων θερμοκρασιών (Οκτώβριος 1955 – Σεπτέμβριος 2009) στο λογισμικό Hydrognomon 4 για το πολύγωνο του Νέου Δικτύου άρδευσης .

by spatial+temp	
1958/01	6.98
1958/02	8.10
1958/03	8.13
1958/04	13.09
1958/05	15.59
1958/06	23.99
1958/07	25.82
1958/08	26.95
1958/09	22.19
1958/10	18.02
1958/11	11.82
1958/12	4.12
1959/01	6.98
1959/02	8.10
1959/03	8.13
1959/04	13.09
1959/05	15.59
1959/06	23.99
1959/07	25.82
1959/08	26.95
1959/09	22.19
1959/10	18.02
1959/11	11.82
1959/12	4.12
1960/01	6.98
1960/02	8.10
1960/03	8.13
1960/04	13.09
1960/05	15.59
1960/06	23.99
1960/07	25.82
1960/08	26.95
1960/09	22.19
1960/10	18.02
1960/11	11.82
1960/12	4.12
1961/01	6.98
1961/02	8.10
1961/03	8.13
1961/04	13.09
1961/05	15.59
1961/06	23.99
1961/07	25.82
1961/08	26.95
1961/09	22.19
1961/10	18.02
1961/11	11.82
1961/12	4.12
1962/01	6.98
1962/02	8.10

Εικόνα 5.2.1.6: Υπολογισμός μηνιαίων θερμοκρασιών (Οκτώβριος 1955 – Σεπτέμβριος 2009) στο λογισμικό Hydrognomon 4 για το πολύγωνο του Παλιού Δικτύου άρδευσης .

1955	1956
195501	25.11
195502	18.11
195503	9.03
195504	18.44
195505	18.88
195506	23.88
195507	26.11
195508	23.88
195509	20.76
195510	17.12
195511	10.88
195512	6.22
195601	5.24
195602	3.71
195603	5.88
195604	13.82
195605	17.78
195606	21.88
195607	25.87
195608	26.40
195609	23.84
195610	18.70
195611	11.81
195612	5.91
195701	4.88
195702	8.88
195703	8.81
195704	12.22
195705	17.38
195706	24.88
195707	26.14
195708	26.47
195709	23.82
195710	16.68
195711	11.23
195712	5.30
195801	3.81
195802	6.88
195803	8.81
195804	12.46
195805	20.12
195806	23.82
195807	25.88

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

1955	1956
195501	23.44
195502	24.88
195503	25.22
195504	21.55
195505	15.12
195506	12.88
195507	7.44
195508	6.84
195509	8.17
195510	8.88
195511	14.88
195512	17.34
195601	23.26
195602	25.36
195603	25.88
195604	21.36
195605	15.87
195606	10.88
195607	5.88
195608	6.72
195609	4.81
195610	6.88
195611	12.78
195612	18.88
195701	23.88
195702	23.78
195703	25.22
195704	30.52
195705	24.38
195706	18.78
195707	6.17
195708	5.72
195709	6.72
195710	8.18
195711	14.38
195712	18.40
195801	24.27
195802	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 τέσσερεις υποπεριοχές. Παρουσιάζονται λοιπόν, τα αποτελέσματα για κάθε μία από τις περιοχές αυτές ξεχωριστά.

▪ Δίκτυο ΤΟΕΒ Πηνειού

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 Πηνειού.

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	Οκτώβριος
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 Πηγειού.

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβρις	Ιανουάρις	Φεβρουάρι	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστο	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
Άρδευσης, για αργιλώδες έδαφος.**

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	ETc min	Itc Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
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	31.0	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
Άρδευσης για αργιλώδες έδαφος.**

Month	Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	ETc min	Itc Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
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	0.62	6.0	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	0.35	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	Kc	ETc	ETc	ETc min	So Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
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	7.9	11.3	0.0
Apr	1	Deve	0.64	1.23	12.3	10.1	2.2
Apr	2	Deve	0.80	1.64	16.4	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	11.0	12.2
May	2	Mid	1.17	3.12	31.2	12.7	10.5
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	Kc	ETc	ETc	ETc min	So Req.
			coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Feb	3	Inf	0.40	0.53	0.5	1.3	0.5
Mar	1	Inf	0.40	0.58	5.8	11.4	0.0
Mar	2	Inf	0.40	0.63	6.3	12.1	0.0
Mar	3	Deve	0.40	0.70	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	11.0	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	ETc	ETc	EB (mm)	Gr. Req.
			coeff	mm/day	mm/day	mm/day	mm/day
Feb	3	Inf	0.39	0.52	0.5	1.3	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	11.3	0.0
Apr	1	Inf	0.30	0.58	5.8	10.1	0.0
Apr	2	Inf	0.30	0.63	6.3	9.3	0.0
Apr	3	Inf	0.30	0.69	6.9	10.2	0.0
May	1	Inf	0.30	0.74	7.4	11.8	0.0
May	2	Inf	0.30	0.80	8.0	12.7	0.0
May	3	Inf	0.30	0.89	9.7	11.1	0.0
Jun	1	Inf	0.30	0.97	9.7	9.1	0.0
Jun	2	Inf	0.30	1.06	10.6	7.7	2.9
Jun	3	Inf	0.30	1.11	11.1	7.0	4.1
Jul	1	Inf	0.30	1.17	11.7	6.4	5.3
Jul	2	Inf	0.30	1.23	12.3	5.7	6.6
Jul	3	Develop	0.31	1.28	14.1	5.5	8.7
Aug	1	Develop	0.36	1.95	15.5	4.7	10.9
Aug	2	Develop	0.41	1.87	18.7	4.1	14.6
Aug	3	Develop	0.48	2.08	22.8	5.3	15.7
Sep	1	Develop	0.54	2.08	20.8	8.9	12.0
Sep	2	Mid	0.59	2.13	21.3	10.9	10.4
Sep	3	Mid	0.59	1.90	19.0	12.6	6.4
Oct	1	Mid	0.59	1.85	16.5	14.9	1.7
Oct	2	Mid	0.59	1.40	14.0	16.8	0.0
Oct	3	Mid	0.59	1.23	14.2	16.7	0.0
Nov	1	Mid	0.59	1.19	11.9	16.7	0.0
Nov	2	Mid	0.59	1.00	10.0	17.0	0.0
Nov	3	Mid	0.59	1.00	10.0	16.4	0.0
Dec	1	Mid	0.59	0.91	9.1	16.1	0.0
Dec	2	Mid	0.59	0.83	8.3	15.6	0.0
Dec	3	Mid	0.59	0.72	8.1	14.2	0.0
Jan	1	Mid	0.59	0.64	6.4	12.1	0.0
Jan	2	Late	0.59	0.54	5.4	10.4	0.0
Jan	3	Late	0.59	0.58	6.1	10.3	0.0
Feb	1	Late	0.49	0.55	5.5	10.1	0.0
Feb	2	Late	0.44	0.53	5.3	9.7	0.0
Feb	3	Late	0.39	0.52	3.7	9.1	0.0
					381.5	396.3	95.7

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	1.83	18.3	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
Sorghum	0.0	0.5	0.3	26.3	62.6	96.2	32.0	18.5	0.0	0.0	0.0	0.0
COTTON	0.0	0.5	0.3	24.7	56.0	79.2	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
SOYBE	0.0	0.5	0.3	29.2	62.1	97.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WAGE (sown)	0.0	0.4	0.3	30.3	60.0	86.9	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Net scheme req												
in mm/day	0.0	0.0	0.0	0.7	1.7	2.4	1.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
in mm/month	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	0.00	0.00	1.08	2.20	3.20	0.75	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
irrigated area												
(% of total area)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	40.0	10.0	70.0	0.0	0.0
Net req. for actual area												
(l/s/h)	0.00	0.00	0.00	0.10	0.22	0.28	0.15	0.08	0.11	0.01	0.00	0.00

■ Παλιό Δίκτυο Άρδευσης

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

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	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
Αρδευσης.**

	Οκτώβριο	Νοέμβριο	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος
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 Αρδευσης 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 Αρδευσης, για αργιλοπηλώδες έδαφος.

Decade	Stage	Kc	ETc	ETc	Eff. rain	Int. Req.
		coeff	mm/day	mm/dec	mm/dec	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 (50mm)	0.0	0.4	0.0	36.4	97.6	186.2	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. Sugarbeet	0.0	0.5	0.0	28.4	91.7	181.0	127.7	25.4	0.0	0.0	0.0	0.0
3. COTTON	0.0	0.5	0.0	28.2	93.3	181.9	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	89.6	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	94.3	186.2	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	42.3	10.9	3.2	0.0	0.0	0.0
in l/s/h	0.00	0.00	0.00	0.08	0.29	0.39	0.16	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
Integrated water												
(% of total area)	0.0	-30.0	0.0	36.0	100.0	100.0	100.0	-30.0	10.0	0.0	0.0	0.0
for crop, for actual area												
in l/s/h	0.00	0.00	0.00	0.10	0.29	0.39	0.16	0.11	0.12	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	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος
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 Ταμιεντήρα.

	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 Ταμιεντήρα, 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 Ταμιεντήρα, 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 Ταμιεντήρα, 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 Ταμιεντήρα, 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.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Precipitation deficit												
1. Spring Wheat	0.0	0.0	0.0	35.4	98.4	186.1	35.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. COTTON	0.0	0.0	0.0	37.1	97.2	188.5	34.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Winter wheat	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	20.2	39.0	44.0	30.9	1.2	0.0	0.0
4. MAIZE (Zea mays)	0.0	0.0	0.0	43.6	101.6	85.1	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. CLOVER	0.0	0.0	1.1	42.1	103.2	140.7	126.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6. Sugarbeet	0.0	0.0	0.0	38.3	105.9	147.2	133.7	108.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Net evapotranspiration												
mm/day	0.0	0.0	0.0	1.1	2.9	3.4	1.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
mm/month	0.0	0.0	0.1	33.6	90.1	103.5	30.1	4.6	3.0	0.1	0.0	0.0
mm/10 days	0.00	0.00	0.00	0.13	0.36	0.39	0.11	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
Irrigated area (ha of total area)	0.0	89.0	12.0	18.0	18.0	99.0	99.0	11.0	10.0	10.0	0.0	0.0
Evapotranspiration for actual area												
mm/day	0.00	0.00	0.00	0.15	0.54	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 Ταμιεντήρα, 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 Ταμιεντήρα, 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 Ταμιεντήρα, 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 Ταμιεντήρα, 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 K_c 564.3 mm και οι ανάγκες άρδευσης 452.2 mm, ενώ η πραγματική εξατμισοδιαπνοή των αμπελιών είναι K_c 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 Ταμιεντήρα, του Παλιού και του Νέου Δικτύου άρδευσης, για πηλώδες έδαφος.

Month	Decade	Stage	K_c coeff	E_{Te} mm/day	E_{Te} mm/dec	$E_{H_{min}}$ mm/dec	$Irr. Req.$ mm/dec
Feb	3	late	0.40	0.54	0.5	1.5	0.0
Mar	1	late	0.30	0.49	4.9	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	0.68	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	10.8
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	2.36	23.6	11.3	12.2
Aug	3	Deve	0.49	2.42	26.6	11.8	14.8
Sep	1	Deve	0.56	2.38	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 εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ζαχαρότευτλων για την περιοχή της Δεκάνης Απορροής της Κάρλας, πλην των πολυγώνων του Ταμιευτήρα, 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 Ταμειωτήρα, 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	180.6	188.4	16.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2. COTTON	0.0	0.5	0.0	35.3	180.5	123.7	38.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3. Wine grapes	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	38.3	38.3	38.2	27.2	0.0	0.0	0.0
4. MAIZE (Korn)	0.0	0.4	0.0	41.5	184.8	37.7	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5. CLOVER	0.0	0.5	1.0	40.0	186.5	183.2	131.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6. Sugarbeet	0.0	0.5	0.0	37.1	188.1	181.1	137.6	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0
Net scheme av. req.												
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
mm/month	0.0	0.4	0.0	28.7	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)	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 area												
(l/s/h)	0.00	0.00	0.00	0.11	0.32	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 ακρίβειας 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 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.
- 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 γεωαναφορά. 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>.

- 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 υπέδαφός 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, Αγχιάλου, 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 Πηνειού, 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

εξατμισοδιαπνοή Etc 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 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 εξατμισοδιαπνοές 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 εξατμισοδιαπνοή 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 ρωγμώσεις 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 Τριχωνίδας.», 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.

ΚΑΠΑΓΕΡΙΔΗΣ 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 Wiley & 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 multidecade 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 υπαίθρου για , 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	4368730
ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΥΛΙΚΟ	401798	4369583
ΘΑΜΝΟΙ	399921	4368271
ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ	391666	4368737
ΦΥΣΤΙΚΙΕΣ	391589	4369264
ΒΑΜΒΑΚΙ	391624	4369298
ΒΑΜΒΑΚΙ	394155	4368177
ΣΙΤΑΡΙ(μετά από καλλιέργεια βαμβακιού)	392167	4369570
ΣΙΤΑΡΙ	393529	4369498
ΣΙΤΑΡΙ	394128	4368217
ΑΜΠΕΛΙΑ	392112	4369888
ΑΜΠΕΛΙΑ	403741	4370005
ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΑ	393832	4368920
ΜΗΔΙΚΗ	394188	4368225
ΜΗΔΙΚΗ	387084	4377571
ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ	399919	4368305
ΠΕΥΚΑ	374079	4385337
ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ	385644	4389045
ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ	385949	4388925
ΣΠΑΝΑΚΙΑ	385744	4389068
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
ΤΡΙΦΥΛΛΙ	375219	4386655		378791	4384892
	375205	4386663		378813	4384910
	375202	4386665		378824	4384911
	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
ΠΕΥΚΑ	377757	4386136	ΒΑΜΒΑΚΙΑ	379583	4385788	ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΧΛΟΟΤΑΠΗΤΑΣ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΙΚΗΣ ΠΡ ΘΑΜΝΟΙ ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ ΦΥΣΤΙΚΙΕΣ ΑΜΠΕΛΙΑ	391645	4368730
	377772	4386155		379584	4385822		401798	4369583
	377776	4386154		379586	4385839		399921	4368271
	377774	4386144		379588	4385866		391666	4368737
	374079	4385337		379576	4385877		391589	4369264
ΕΚΟΡΔΑ	375248	4386613	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΑ	379563	4385875	ΒΟΣΚΟΤΟΠΟΙ	392112	4369888
	375261	4386615		379546	4385880		403741	4370005
	375280	4386610		379534	4385882		399919	4368305
	375275	4386643		379031	4386237		372953	4402309
	375287	4386672		379005	4386244		372945	4402311
ΒΙΚΟΣ	377937	4385863	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΑ	378990	4386251	ΡΟΔΑΚΙΝΙΕΣ	372942	4402318
	377951	4385881		378976	4386270		372947	4402290
	377945	4385880		391624	4386298		372922	4402268
	377959	4385890		394155	4386177		372928	4402270
	375219	4386655		378781	4384880		385644	4389045
ΤΡΙΦΥΛΛΙ	375205	4386663	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΑ	378791	4384880	ΣΠΑΝΑΚΙΑ ΠΡΑΣΣΑ ΑΧΛΑΔΙΕΣ	385949	4389925
	375202	4386665		378813	4384910		385744	4389068
	375180	4386676		378824	4384911		385800	4389088
	380880	4387490		378849	4384923		385883	4388894
	380905	4387498		378878	4384943		385439	4380485
ΤΕΥΤΛΑ	380906	4387481	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΑ	378914	4384961	ΕΛΙΕΣ	387937	4384204
	394188	4368225		378928	4384967		385892	4389210
	387084	4377571		378923	4384951		377636	4402082
	379775	4386927		378904	4384918		377632	4402057
	379797	4386952		379719	4385335		377627	4402053
ΤΕΥΤΛΑ	379799	4386967	ΣΙΤΑΡΙ	379731	4385338	ΜΗΛΙΕΣ	377611	4402048
	379792	4386991		379711	4385333		377664	4402150
	379778	4386994		379704	4385316		377668	4402158
	379762	4386987		379667	4386695		377963	4403090
	379751	4386971		379787	4386716		377954	4403072
ΤΕΥΤΛΑ	377713	4386225	ΣΙΤΑΡΙ	376839	4384473	ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	377932	4403077
	377736	4386250		376846	4384460		377952	4403089
	377735	4386259		376856	4384457		386191	4388297
	377755	4386290		376841	4384473		386509	4387107
	377758	4386298		376817	4384480		386499	4387182
ΤΕΥΤΛΑ	377749	4386307	ΣΙΤΑΡΙ	376822	4384474	ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	374456	4389933
	393832	4368920		376824	4384470		374473	4389926
				376833	4384488		374481	4389901
				376884	4384574		374488	4389869
				376869	4384978		374508	4388861
ΤΕΥΤΛΑ			ΣΙΤΑΡΙ	376877	4384984	ΑΜΥΓΔΑΛΙΕΣ	375398	4399704
				376878	4384991		375380	4399774
				376887	4384978		375371	4399781
							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
	374709	4381743
ΜΗΔΙΚΗ	374700	4381757
	374684	4381754
	374685	4381756
ΒΑΜΒΑΚΙΑ	380387	4381809
	380370	4381821
	380363	4381807
ΝΤΟΜΑΤΕΣ	380873	4382391
	380859	4382378
	388048	4383084
ΤΕΥΤΛΑ	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
ΒΟΙΣΚΟΤΟΠΟΙ		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	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000
----	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

139

140

141

142

ID	Image	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	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	
----	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--