

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ
& ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
Αριθ. Πρωτοκ. 43
Ημερομηνία 14 / 6 / 1996

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΖΩΙΚΗΣ**

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΠΟΓΙΑΡΙΔΗΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
Η ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ**



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘ.:

κ. Μ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ - ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 1313/1
Ημερ. Εισ.: 26-09-2003
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΓΦΖΠ
1996
ΠΟΓ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000070297

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σε χώρες αγροτικές, με ξηροθερμικό κλίμα και περιορισμένους υδατικούς πόρους, όπως είναι η Ελλάδα, η σωστή και γρήγορη ανάπτυξη των καλλιεργειών έχει πρωταρχική σημασία. Για να πραγματοποιηθεί αυτός ο σκοπός και η ανάπτυξη των φυτών να είναι η μέγιστη απαιτείται ο υπολογισμός της ποσότητας νερού που θα χρησιμοποιηθεί στην αρδευόμενη έκταση, με μεγάλη ακρίβεια.

Ο σωστός προγραμματισμός των αρδεύσεων αποτελεί τη βάση της γεωργίας. Η μη σωστή χρήση του αρδευτικού νερού, μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα υποβάθμισης των εδαφών, με μακροχρόνιες επιπτώσεις.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό πως, η ορθή εκτίμηση του νερού που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών των καλλιεργειών, συμβάλλει στην κάλυψη των βασικών στόχων της γεωργίας και στην εξοικονόμηση του.

Με αφορμή τη διαπίστωση ότι, στο Θεσσαλικό κάμπο το υδάτινο δυναμικό από πηγές, ποταμούς και γεωτρήσεις, δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών άρδευσης, βιομηχανίας και αστικής χρήσης, παρουσιάζεται τμήμα ερευνητικής δραστηριότητας, που στοχεύει στον υπολογισμό των συνολικών απαιτήσεων των καλλιεργειών σε νερό.

Για τον υπολογισμό αυτό απαραίτητη ήταν, όπως αποδείχθηκε, η παραγωγή και χρήση χαρτών ίσων τιμών εξαμυσοδιαπνοής και βροχοπτώσεων.

Τονίζεται δε, ότι οι χάρτες αυτοί είναι απαραίτητοι για τον υπολογισμό των αρδευτικών αναγκών και για κάθε περαιτέρω προσπάθεια έρευνας, στο πλαίσιο της υδατοκατανάλωσης στο Ν.Λάρισας.

Τέλος σημειώνεται ότι η κατανομή των καλλιεργειών, όπως χρησιμοποιήθηκε από την έρευνα, προέρχεται από τους πίνακες A₂ της περιφερειακής διεύθυνσης Λάρισας, οι οποίοι περιλαμβάνουν εκτάσεις που ποτίζονται μόνο από δίκτυα δικαιοδοσίας ΓΟΕΒ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά όλους όσους βοήθησαν για την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ειδικότερα αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω την Αναπληρ. Καθηγήτρια κ. Μ.Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη για την άρτια και ουσιαστική υποστήριξη.

Τέλος, ευχαριστώ τους, κ. Α.Πανώρα, κ. Ι.Μαυρουδή, κ. Μ.Θάνο και τον κ. Ανθ.Σπυρίδη για την ανεκτίμητη προσφορά τους στην πορεία της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	Σελ.
<i>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</i>	1
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1 Νερό.....	3
1.2 Έδαφος.....	4
1.3 Υγρασία-Έδαφος.....	6
1.4 Υγρασία-Φυτά.....	8
1.5 Ωφέλιμη υγρασία	10
1.6 Διηθητικότητα του εδάφους.....	11
1.7 Κατανάλωση του νερού από τα φυτά.....	13
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ	
2.1 Φυτικοί παράγοντες.....	14
2.2 Κλιματικοί παράγοντες.....	17
2.3 Εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής.....	18
2.4 Υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής.....	20
2.5 Τροποποιημένη μέθοδος PENMAN.....	21
2.6 Υπολογισμός της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής.....	35
2.7 Φυτικοί συντελεστές	36
2.8 Υπολογισμός της βασικής εξατμισοδιαπνοής.....	37
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	
3.1 Πρώτη μέθοδος υπολογισμού βασικής εξατμισοδιαπνοής.....	40
3.2 Δεύτερη μέθοδος υπολογισμού βασικής εξατμισοδιαπνοής.....	41
3.3 Τρίτη μέθοδος υπολογισμού βασικής εξατμισοδιαπνοής.....	42

3.3.1 Αποτελέσματα τρίτης μεθόδου υπολογισμού βασικής εξατμισοδιαπνοής.....	43
3.4 Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων.....	44
3.5 Ιστογράμματα των αποτελεσμάτων	45
3.6 Καμπύλες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής αναφοράς.....	48
3.7 Καμπύλες ίσων τιμών βροχοπτώσεων.....	48
3.8 Αποτελέσματα βασικής εξατμισοδιαπνοής.....	59
3.8.1 Αρδευτικά δίκτυα δικαιοδοσίας ΓΟΕΒ.....	59
3.8.2 Βασική εξατμισοδιαπνοή ανά αρδευτικό δίκτυο.....	60
3.9 Βροχόπτωση ανά αρδευτικό δίκτυο.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΛΑΡΙΣΑΣ

4.1 Απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.....	62
4.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την υδατοκατανάλωση.....	62
4.3 Ωφέλιμη βροχή.....	66
4.4 Κατανομή των καλλιεργειών στο Νομό Λάρισας.....	68
4.5 Υπολογισμός της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής ανά αρδευτικό δίκτυο.....	69
4.6 Καθαρές μηνιαίες απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.. ..	69
4.7 Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.....	75
4.8 Συμπεράσματα.....	82
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	85

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Σελ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Τιμές του σταθμιστικού παράγοντα W που αντιπροσωπεύει την επίδραση της R_s στην ET_r για διάφορες θερμοκρασίες και υψόμετρα.....	23
ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Τιμές του σταθμιστικού παράγοντα ($1-W$) που αντιπροσωπεύει την επίδραση του ανέμου και της υγρασίας στην ET_r για διάφορες θερμοκρασίες και υψόμετρα.....	23
ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Πίεση κορεσμού υδρατμών (e_a) για διάφορες θερμοκρασίες του αέρα.....	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 4α. Πραγματική πίεση υδρατμών (e_a) σε mbar από παρατηρήσεις θερμοκρασίας ξερού (T_d) και υγρού θερμομέτρου (T_w).....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 4β. Πραγματική πίεση υδρατμών (e_a) σε mbar από παρατηρήσεις θερμοκρασίας ξερού (T_d) και υγρού θερμομέτρου (T_w).....	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Τιμές της συναρτήσεως υπολογισμένες για ταχύτητες ανέμου σε Km/ημέρα μετρημένες σε ύψος 2 m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.....	28
ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Θεωρητική ακτινοβολία (R_a) για κάθε μήνα και βόρεια γεωγραφικά πλάτη από 32° μέχρι 42° εκφρασμένη σε ισοδύναμο πάχος εξατμιζόμενου νερού σε mm/ημέρα.....	28
ΠΙΝΑΚΑΣ 7. Τιμές της συναρτήσεως $f(T)$ που εκφράζει την επίδραση της θερμοκρασίας στην ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (R_{nl}).....	32

ΠΙΝΑΚΑΣ 8. Τιμές της συναρτήσεως $f(\theta_d)$ που εκφράζει την επίδραση της πίεσεως των υδρατμών στην ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (R_{nl}).....	32
ΠΙΝΑΚΑΣ 9. Τιμές του διορθωτικού παράγοντα C	33
ΠΙΝΑΚΑΣ 10. Τιμές της συναρτήσεως $f(n/N)$ που εκφράζει την επίδραση ηλιοφάνειας στην ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (R_{nl}).....	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 11. Μέση ημερήσια θεωρητική ηλιοφάνεια (N) για κάθε μήνα και βόρεια γεωγραφικά πλάτη από 32^0 μέχρι 42^0 σε ώρες.....	34
ΠΙΝΑΚΑΣ 12. Τιμές φυτικών συντελεστών.....	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 13. Μετεωρολογικοί σταθμοί στο Ν. Λάρισα.....	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 14. Κλιματικοί παράμετροι.....	39
ΠΙΝΑΚΑΣ 15. Μέσες τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής (1η μέθοδος).....	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 16. Μέσες τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής (2η μέθοδος)	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 17. Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Λιβαδιού.....	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 18. Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Λάρισα.....	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 19. Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Γιάννουλης.....	42
ΠΙΝΑΚΑΣ 20. Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Σκοπιάς.....	43

ΠΙΝΑΚΑΣ 21. Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Σωτήριου.....	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 22. Μέσες τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής (3η μέθοδος)	43
ΠΙΝΑΚΑΣ 23. Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων.....	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 24. Τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 25. Τιμές της βροχόπτωσης.....	61
ΠΙΝΑΚΑΣ 26. Ποσοστό ωφέλιμης βροχόπτωσης.....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 27. Τιμές της ωφέλιμης βροχόπτωσης ανά αρδευτικό δίκτυο.....	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 28. Κατανομή των καλλιεργειών στο Ν .Λάρισα.....	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 29. Πραγματική εξατμισοδιαπνοή Μαΐου.....	70
ΠΙΝΑΚΑΣ 30. Πραγματική εξατμισοδιαπνοή Ιουνίου.....	70
ΠΙΝΑΚΑΣ 31. Πραγματική εξατμισοδιαπνοή Ιουλίου.....	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 32. Πραγματική εξατμισοδιαπνοή Αυγούστου	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 33. Πραγματική εξατμισοδιαπνοή Σεπτεμβρίου.....	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 34.Καθαρές απαιτήσεις των καλλιεργειών Μαΐου.....	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 35.Καθαρές απαιτήσεις των καλλιεργειών Ιουνίου.....	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 36.Καθαρές απαιτήσεις των καλλιεργειών Ιουλίου.....	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 37.Καθαρές απαιτήσεις των καλλιεργειών Αυγούστου	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 38.Καθαρές απαιτήσεις των καλλιεργειών Σεπτεμβρίου.....	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 39. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Μαΐου.....	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 40. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Ιουνίου.....	77
ΠΙΝΑΚΑΣ 41. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Ιουλίου.....	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 42. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Αυγούστου	79

ΠΙΝΑΚΑΣ 43. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Σεπτεμβρίου.....80

ΠΙΝΑΚΑΣ 44. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών.....81

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ -ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	Σελ.
ΣΧΕΔΙΟ 1. Ταξινόμηση εδαφών.....	5
ΣΧΕΔΙΟ 2. Άντληση του νερού από τα φυτά.....	8
ΣΧΕΔΙΟ 3α. Κίνηση του νερού στο έδαφος κατά την διάρκεια της διηθήσεως.....	12
ΣΧΕΔΙΟ 3β. Τυπικές καμπύλες στιγμιαίας και αθροιστικής διηθητικότητας ομογενών εδαφών.....	12
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. Διάγραμμα αναγωγής της ταχύτητας του ανέμου σε ύψος 2 μέτρων πάνω από την επιφάνεια της γης.....	29

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ	Σελ
ΧΑΡΤΗΣ 1. Καμπύλες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής -Μαΐου.....	49
ΧΑΡΤΗΣ 2. Καμπύλες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής -Ιουνίου.....	50
ΧΑΡΤΗΣ 3. Καμπύλες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής -Ιουλίου.....	51
ΧΑΡΤΗΣ 4. Καμπύλες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής -Αυγούστου.....	52
ΧΑΡΤΗΣ 5. Καμπύλες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής -Σεπτεμβρίου.....	53
ΧΑΡΤΗΣ 6. Καμπύλες ίσων τιμών βροχόπτωσης-Μαΐου.....	54
ΧΑΡΤΗΣ 7. Καμπύλες ίσων τιμών βροχόπτωσης-Ιουνίου.....	55
ΧΑΡΤΗΣ 8. Καμπύλες ίσων τιμών βροχόπτωσης-Ιουλίου.....	56
ΧΑΡΤΗΣ 9. Καμπύλες ίσων τιμών βροχόπτωσης-Αυγούστου.....	57
ΧΑΡΤΗΣ 10. Καμπύλες ίσων τιμών βροχόπτωσης-Σεπτεμβρίου.....	58

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ**Σελ**

ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 1. Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Λιβαδιού.....	45
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 2. Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Λάρισας.....	45
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 3. Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Γιάννουλης.....	46
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 4. Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Σκοπιάς.....	46
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 5. Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Σωτηρίου.....	47
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 6. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών - Μαΐου.....	76
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 7. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών - Ιουνίου.....	77
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 8. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών - Ιουλίου.....	78
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 9. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών -Αυγούστου.....	79
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 10. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών -Σεπτεμβρίου.....	80
ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ 11. Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών.....	81

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Θεσσαλική πεδιάδα αποτελεί την μεγαλύτερη ενιαία περιοχή της χώρας, έχει έκταση περί τα 5.140.000 στρέμματα από τα οποία 4.000.000 είναι καλλιεργήσιμα, και 2.500.000 - 3.000.000 αρδεύσιμα κατά διαφόρους μελετητές. Για την άρδευση των εκτάσεων αυτών απαιτούνται περί τα 1,2 έως 1,8 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα νερού ετησίως.

Πριν από μερικά χρόνια οι γνώμες ήταν διχασμένες για την επάρκεια του υδατικού δυναμικού (υπόγεια νερά, ποταμοί, πηγές, φράγματα) για την κάλυψη όλων των αναγκών του Θεσσαλικού κάμπου. Σήμερα που ο υπόγειος ορίζοντας έχει κατέβει σημαντικά οι ανάγκες αυτές γίνονται περισσότερο αισθητές στις αρδεύσεις, και το πρόβλημα του υδατικού ισοζυγίου είναι ιδιαίτερα οξύ.

Προϋπόθεση υπολογισμού του όγκου του νερού που απαιτείται για άρδευση, είναι η εκτίμηση της ποσότητας που χάνεται λόγω εξάτμισης από το έδαφος και μέσω της διαπνοής από το φυτό. Τα ανωτέρω στο σύνολο τους αποτελούν την εξατμισοδιαπνοή.

Στόχος της παρούσης πτυχιακής διατριβής είναι ο υπολογισμός των απαιτήσεων σε νερό των καλλιεργειών του Νομού Λαρίσης οι οποίες ποτίζονται από αρδευτικά δίκτυα δικαιοδοσίας ΓΟΕΒ. Για τον σκοπό αυτό έγινε μία απογραφή των μετεωρολογικών δεδομένων 22 ετών, από 5 μετεωρολογικούς σταθμούς του νομού οι οποίοι βρίσκονται στη Λάρισα, Λιβάδι, Σκοπιά, Γιάννουλη, και Σωτήριο.

Κατ' αρχήν εκτιμήθηκε η μέση ημερήσια βασική εξατμισοδιαπνοή όλης της χρονοσειράς σε κάθε σταθμό με τη τροποποιημένη μέθοδο του Penman κατά FAO-24 (Doorenbos and Pruitt, 1977, Παπαζαφειρίου, 1984).

Οι κλιματολογικές παράμετροι που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η μέση θερμοκρασία του κάθε μήνα (T_{mean}) °C, η μέση σχετική υγρασία του κάθε μήνα (RH mean) %, η μέγιστη σχετική υγρασία του μήνα (RHmax), η ταχύτητα του ανέμου (U) Km/day, οι συνολικές ώρες ηλιοφάνειας του κάθε μήνα Hsun (h/month) και η μέση μηνιαία βροχόπτωση Rain mean (mm/month).

Η μέση ημερήσια βασική εξατμισοδιαπνοή, καθώς και οι μέσες μηνιαίες τιμές της βροχόπτωσης δόθηκαν σε χάρτες υπό μορφή καμπυλών ισοεξατμισοδιαπνοής και ισόβροχων.

Οριοθετήθηκαν τα 9 αρδευτικά δίκτυα του Ν.Λαρίσης επάνω στους χάρτες και υπολογίστηκε η μέση τιμή της βασικής εξατμισοδιαπνοής ΕΤ_β και της βροχής για κάθε ένα από αυτά. Στη συνέχεια υπολογίσθηκε η πραγματική εξατμισοδιαπνοή της αρδευτικής περιόδου για κάθε αρδευτικό δίκτυο και κάθε καλλιέργεια με τη βοήθεια των μηνιαίων φυτικών συντελεστών. Εκτιμήθηκαν οι καθαρές ανάγκες σε νερό και τέλος υπολογίσθηκαν οι συνολικές ανάγκες από την πλέον πρόσφατη κατανομή των καλλιεργειών κατά αρδευτικό δίκτυο όπως αυτή καταγράφηκε στους πίνακες Α2 από την περιφερειακή διεύθυνση Λάρισας για το έτος 1994.

Ο συνολικός όγκος νερού που καταναλώθηκε από τις καλλιέργειες που ποτίζονται από δίκτυα δικαιοδοσίας ΓΟΕΒ κατά το παραπάνω έτος, υπολογίσθηκε ίσος με 102490000 m³ για άρδευση έκτασης 241499 στρεμμάτων, δηλαδή η υδατοκατανάλωση ανέρχεται σε 424m³/στρέμμα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί εξετάζονται τα σημαντικότερα στοιχεία της παραγωγικής διαδικασίας στη γεωργία, το νερό και το έδαφος, διερευνούνται οι σχέσεις τους και η επίδραση τους στα φυτά.

1.1 ΝΕΡΟ

Το νερό είναι απαραίτητο στοιχείο για την ολοκλήρωση του βιολογικού κύκλου των φυτών. Τα φυτά προσλαμβάνουν το νερό από το έδαφος το οποίο το δέχεται από την βροχή ή από την άρδευση.

Για να είναι το εδαφικό νερό χρήσιμο στα φυτά, θα πρέπει να διατηρείται σε επιθυμητά όρια. Στην περίπτωση που υπερβεί αυτά τα όρια, το νερό γίνεται επιζήμιο και επιβάλλεται να απομακρυνθεί με στράγγιση. Στην αντίθετη περίπτωση, παρατηρείται έλλειψη του με όλα τα επακόλουθα αποτελέσματα για την ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών. Τότε επιβάλλεται σωστή και ορθολογική άρδευση.

Το νερό χάνεται από τα χωράφια είτε με την διαδικασία της διαπνοής και της εξάτμισης (εξατμισοδιαπνοή), η οποία αναφέρεται και ως υδατοκατανάλωση, είτε με το φαινόμενο της βαθιάς διήθησης και της επιφανειακής απορροής.

Διαπνοή είναι το φαινόμενο κατά το οποίο το νερό του φυτού διαχέεται στην ατμόσφαιρα υπό μορφή υδρατμών μέσω των στομάτων της κάτω επιφάνειας των φύλλων.

Εξάτμιση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο το νερό εξατμίζεται από τις ελεύθερες υγρές επιφάνειες, την επιφάνεια του εδάφους και την επιφάνεια των φύλλων.

Το νερό που συγκρατείται από τα φύλλα κατά την διάρκεια μιας βροχόπτωσης ή κατά την διάρκεια άρδευσης και το οποίο μετά εξατμίζεται αποτελεί και αυτό μέρος της αναγκαίας κατανάλωσης.

1.2 ΕΔΑΦΟΣ

Μέχρι σήμερα έχουν διατυπωθεί πολλοί επιστημονικοί όροι για τον ορισμό του εδάφους.

Ο E.Hilgard διατύπωσε τον ορισμό ότι :

Έδαφος είναι ένα ψαθυρό υλικό στο οποίο αναπτύσσονται τα φυτά και αντλούν από αυτό θρεπτικά στοιχεία.

Σύμφωνα με τον E.Ramann :

Έδαφος είναι η ανωτέρω αποσαθρωμένη στρώση του στερεού φλοιού της γης.

Ο Joffe όρισε ως εξής :

Έδαφος είναι ένα φυσικό σώμα σε ορίζοντες, οι οποίοι αποτελούνται από ορυκτά και οργανικά συστατικά διαφόρου βάθους. Διαφέρει από το μητρικό υπόστρωμα στη μορφολογία, στις φυσικές ιδιότητες, τη συγκρότηση, τις χημικές ιδιότητες, τη σύσταση και τα βιολογικά χαρακτηριστικά.

Ενώ σύμφωνα με τον Jenny :

Έδαφος είναι ένα ανοικτό φυσικό σύστημα.

Με όποιον τρόπο και αν οριστεί το έδαφος, πάντα είναι ένα δυναμικό σύστημα που διέπεται από διάφορες λειτουργίες και αποτελείται από επιμέρους υποσυστήματα, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους σε ένα οργανικό σύνολο όπως ακριβώς συμβαίνει και στους βιολογικούς οργανισμούς.

Επειδή το έδαφος προσφέρει νερό στα φυτά μπορεί να θεωρηθεί σαν ένα πολύπλοκο σύστημα που περιέχει θρεπτικά στοιχεία, είναι ένα μέσο στερέωσης των φυτών, αποτελεί ένα περιβάλλον όπου αναπτύσσονται μικροοργανισμοί και τέλος είναι το μέσο διακίνησης και αποθήκευσης του νερού όπου τα φυτά παίρνουν την απαραίτητη για την ανάπτυξη τους υγρασία.

Τα φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους είναι η υφή και η δομή του. Εδαφική υφή είναι η ποσοστιαία αναλογία των διαφόρου μεγέθους ορυκτών σωματιδίων που απαρτίζουν το έδαφος. Εδαφική δομή είναι ο τρόπος διατάξεως των σωματιδίων αυτών για τον σχηματισμό συσσωματωμάτων.

1.3 ΥΓΡΑΣΙΑ-ΕΔΑΦΟΣ

Τα διαστήματα που μένουν ανάμεσα στα στερεά μόρια του εδάφους λέγονται εδαφικοί πόροι και σχηματίζουν ένα πολύπλοκο σύστημα από συνδεδεμένους αγωγούς κάθε σχήματος, διαμέτρου και μεγέθους.

Αν σε ένα αρχικά ξηρό έδαφος προστεθεί νερό, αυτό σχηματίζει αρχικά λεπτές στρώσεις, σε επαφή με τα τοιχώματα των πόρων, που συγκρατούνται με δυνάμεις συνοχής και συνάφειας, τότε μετατοπίζει αέρα από τους πόρους και αν η ποσότητα του νερού είναι αρκετή, τότε γεμίζει εντελώς τους πόρους. Αν όλοι οι πόροι του εδάφους είναι γεμάτοι με νερό, τότε το έδαφος φθάνει στον κορεσμό του, δηλαδή περιέχει την μέγιστη ποσότητα νερού που μπορεί να παραμείνει σε αυτό.

Όταν το κορεσμένο σε νερό έδαφος στραγγίσει, τότε μια ποσότητα νερού που βρίσκεται στους μεγάλους πόρους κινείται προς τα κάτω με την επίδραση της βαρύτητας και καλείται ελεύθερο νερό. Ο χώρος που θα μείνει ελεύθερος θα καλυφθεί με αέρα. Το νερό που παραμένει στο έδαφος μετά την απομάκρυνση του ελεύθερου καλείται τριχοειδές νερό και κινείται ανάλογα με τις υδραυλικές κλίσεις.

Στην περίπτωση που το νερό συνεχίσει να απομακρύνεται, τότε η ποσότητα που θα παραμείνει συγκρατείται ισχυρά από τα κολλοειδή του εδάφους, ή μετακινείται με την μορφή υδρατμών και καλείται υγροσκοπικό.

Σημαντική είναι η έννοια της υδατοϊκανότητας του φυτού. Έτσι υδατοϊκανότητα είναι η υγρασία που συγκρατεί ένα βαθύ, ομοιόμορφο και καλά στραγγιζόμενο έδαφος μετά την απομάκρυνση του ελεύθερου νερού ή είναι το όριο εκείνο της εδαφικής υγρασίας στο οποίο η τιμή της τριχοειδούς αγωγιμότητας που αντιστοιχεί είναι τόσο μικρή, ώστε πρακτικά να έχει σταματήσει κάθε ουσιαστική κίνηση στο έδαφος, ανεξάρτητα από τις υφιστάμενες υδραυλικές κλίσεις. Η υδατοϊκανότητα αποτελεί το πάνω όριο της χρήσιμης στα φυτά εδαφικής υγρασίας.

Το κάτω όριο της υδατοϊκανότητας του εδάφους καλείται σημείο μόνιμης μαράνσεως. Τότε τα φυτά δεν μπορούν να πάρουν από το έδαφος όλο το νερό που χρειάζονται για να καλύψουν τις ανάγκες τους και αρχίζουν να μαραίνονται. Το σημείο αυτό δεν είναι σταθερό, αλλά εξαρτάται από την υφή

και την δομή του εδάφους, το είδος και την κατάσταση που βρίσκονται τα φυτά, καθώς και από την συγκέντρωση των αλάτων στο έδαφος και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή. Σήμερα σαν αντιπροσωπευτική του σημείου μαράνσεως θεωρείται η τάση των 15 atm.

Το όριο της εδαφικής υγρασίας στο οποίο τα φυτά νεκρώνονται καλείται έσχατο σημείο μαράνσεως.

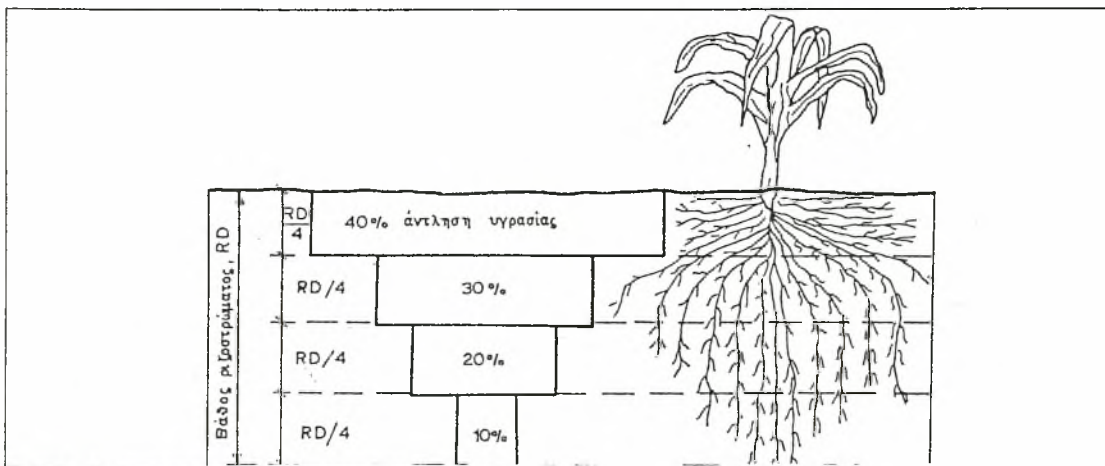
1.4 ΥΓΡΑΣΙΑ-ΦΥΤΑ

Για να υπολογιστεί η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιεί το φυτό δεν αρκεί η γνώση του εδάφους. Πρέπει παράλληλα να είναι γνωστή και η μορφή του ριζικού συστήματος, η κατανομή, η πυκνότητα και το βάθος του κύριου όγκου της ρίζας. Το τελευταίο χαρακτηρίζεται ως ζώνη ριζοστρώματος η οποία καθορίζει το μέγεθος της εδαφικής δεξαμενής που περιέχει το χρήσιμο για τα φυτά νερό, ενώ η κατανομή και η πυκνότητα των ριζών καθορίζουν το ποσοστό αντλήσεως της εδαφικής υγρασίας.

Με την όσμωση, τα ριζικά τριχίδια που βρίσκονται στις αναπτυσσόμενες άκρες των ριζών, αποσπούν υγρασία από το στρώμα νερού που περιβάλλει τα εδαφομόρια με τα οποία βρίσκονται σε επαφή.

Από την άλλη μεριά και το φυτό φροντίζει για την ύπαρξη υγρασίας στις ρίζες του, αναπτύσσοντας το ριζικό του σύστημα προς τις περιοχές του εδάφους που έχουν υψηλότερη υγρασία. Κάποια φυτά αναπτύσσουν μια ισχυρή κατακόρυφη ρίζα που εισχωρεί βαθιά στο έδαφος, ενώ άλλα αναπτύσσουν επιπόλαιες πρωτογενείς ρίζες και ταυτόχρονα πλευρικές. Στα περισσότερα είδη φυτών οι ρίζες είναι συγκεντρωμένες στο πάνω μέρος της ζώνης του ριζοστρώματος.

Όταν το έδαφος είναι ομοιογενές σε όλη την ζώνη του ριζοστρώματος και έχει επαρκή υγρασία σε όλο το βάθος του, τα φυτά αντλούν το μεγαλύτερο μέρος της υγρασίας τους από την επιφανειακή περιοχή και λιγότερο από τις υποκείμενες. (σχέδιο 2).



Σχέδιο 2: Άντληση του νερού από τα φυτά.

Έτσι όπως προκύπτει από το σχέδιο 2 η άντληση του νερού γίνεται κατά 40% από το πάνω τέταρτο της ζώνης του ριζοστρώματος, κατά 30% από το δεύτερο τέταρτο, κατά 20% από το τρίτο, και κατά 10% από το τέταρτο. Σε ανομοιογενή εδάφη δεν ισχύει η παραπάνω κατανομή.

Στην πραγματικότητα ο ρυθμός άντλησης και το βάθος του ριζικού στρώματος διαμορφώνονται από την κατανομή της υγρασίας στο έδαφος, το είδος της καλλιέργειας και τις εδαφικές και κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

1.5 ΩΦΕΛΙΜΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

Στην άρδευση δεν μας ενδιαφέρει οποιαδήποτε εδαφική υγρασία αλλά η διαθέσιμη και η ωφέλιμη.

Διαθέσιμη είναι η υγρασία ανάμεσα στην υδατοϊκανότητα και το σημείο μαράνσεως στο βάθος της ζώνης του ριζοστρώματος. Η διαθέσιμη υγρασία εξαρτάται από την υφή και την δομή του εδάφους.

Ωφέλιμη υγρασία είναι η υγρασία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κανονική ανάπτυξη και απόδοση των φυτών .

Παράγοντες που συντελούν στην αυξημένη ωφέλιμη υγρασία είναι :

1. Φυτικοί, όπως καλλιέργειες με βαθύ, πυκνό και γρήγορα αναπτυσσόμενο ριζικό σύστημα, με ξηροφυτικά χαρακτηριστικά, όταν ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής είναι περιορισμένος .
2. Εδαφικοί, όπως εδάφη βαθιά με καλή δομή, καλή διηθητικότητα και αερισμό, μεγάλη ικανότητα συγκρατήσεως νερού, μικρή περιεκτικότητα σε άλατα, χωρίς υπερβολική γονιμότητα με θρεπτικά στοιχεία ομοιόμορφα κατανεμημένα σε όλο το βάθος του ριζοστρώματος, με υπόγεια στάθμη νερού λίγο πιο κάτω από το ριζόστρωμα.
3. Κλιματικοί, όπως συνθήκες που συνεπάγονται χαμηλή εξατμισοδιαπνοή κατά την περίοδο εντατικής ανάπτυξης των καλλιεργειών.

1.6 ΔΙΗΘΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

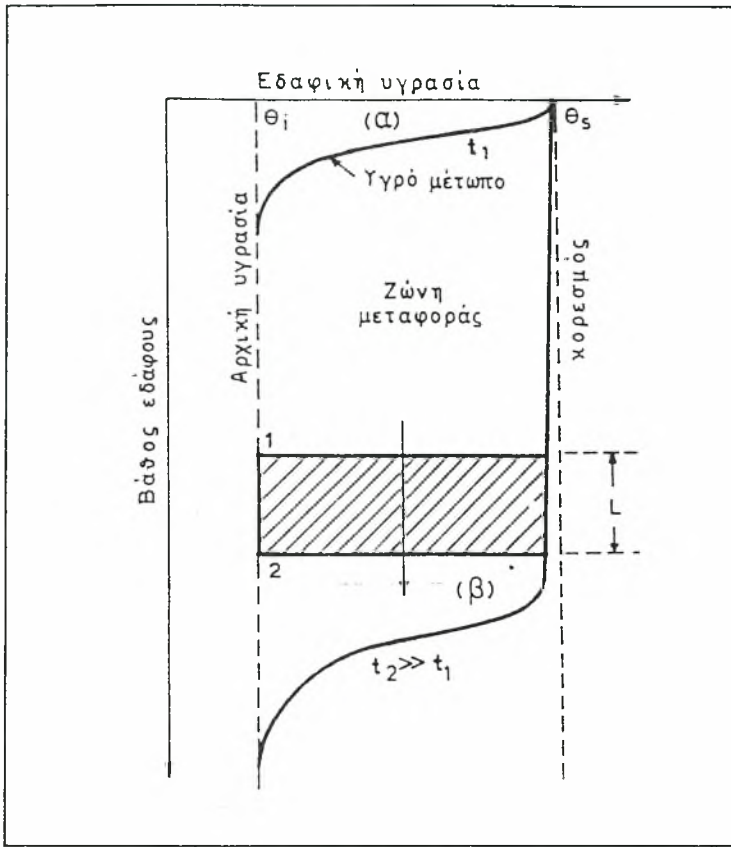
Το νερό του εδάφους κινείται από την επιφάνεια του προς τα βαθύτερα στρώματα. Η διείσδυση αυτή αποτελεί το φαινόμενο της διηθήσεως.

Όταν το έδαφος είναι ξηρό και δεχθεί στην επιφάνεια του νερό, τότε διαμορφώνεται μια αρκετά σαφής διαχωριστική επιφάνεια ανάμεσα στο έδαφος που έχει ήδη υγρανθεί από το κατερχόμενο νερό και στο έδαφος που είναι ακόμη ξηρό. Η διαχωριστική αυτή επιφάνεια καλείται μέτωπο προσπελάσεως ή υγρό μέτωπο (Σχέδιο 3α). Η υγρή περιοχή που βρίσκεται ανάμεσα στο μέτωπο προσπελάσεως και την επιφάνεια του εδάφους καλείται ζώνη μεταφοράς. Η ζώνη επιμηκύνεται συνέχεια όσο εφαρμόζεται νερό και έχει σχεδόν σταθερή περιεκτικότητα σε νερό με βαθμό κορεσμού 80-95%.

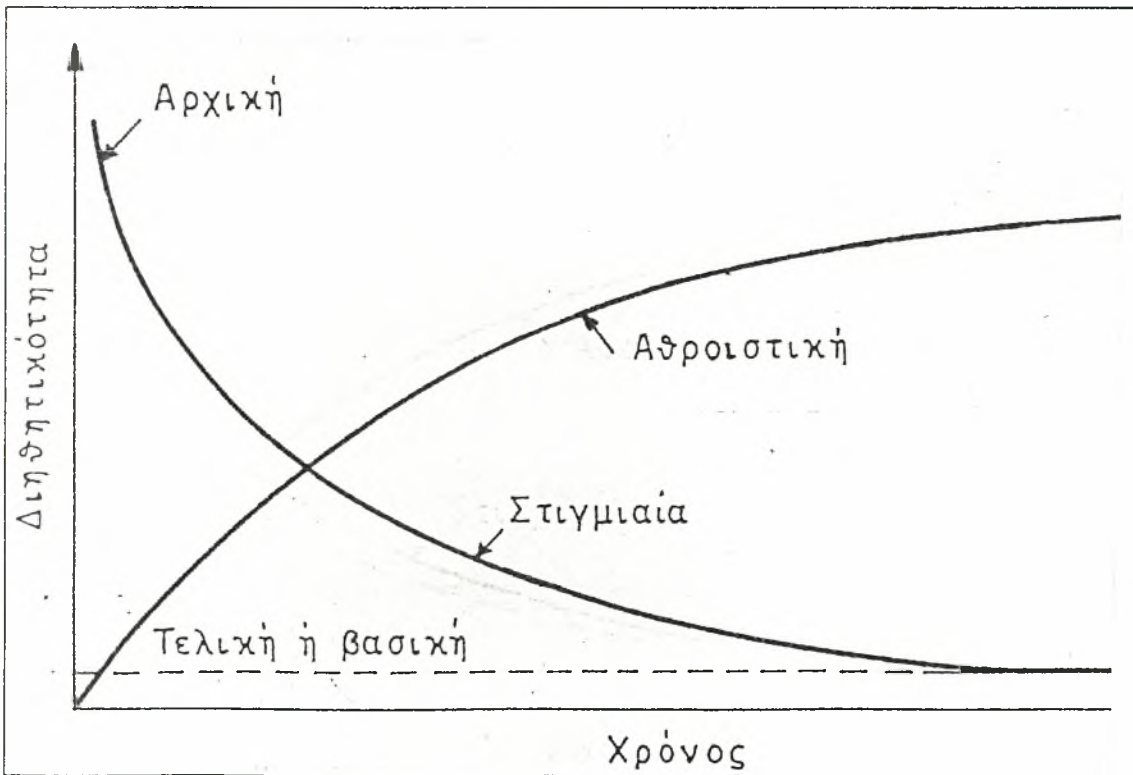
Η διηθητικότητα διακρίνεται σε αρχική που είναι η ταχύτητα διηθήσεως στην αρχή του φαινομένου, σε τελική ή βασική που είναι η σταθερή τιμή που παίρνει μετά από αρκετό χρόνο και σε στιγμιαία που είναι η ταχύτητα διηθήσεως σε οποιαδήποτε στιγμή κατά την διάρκεια του φαινομένου. Τέλος η ποσότητα του νερού που διηθείται από την αρχή του φαινομένου μέχρι κάποιο χρόνο λέγεται αθροιστική διηθητικότητα.

Αν σε ένα διάγραμμα τοποθετηθούν τα σημεία που αντιστοιχούν στις τιμές της στιγμιαίας διηθητικότητας για κάθε χρόνο τότε σχηματίζεται η καμπύλη της στιγμιαίας διηθητικότητας. Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο σχηματίζεται και η καμπύλη της αθροιστικής διηθητικότητας (Σχέδιο 3β).

Η διηθητικότητα του νερού στο έδαφος επηρεάζεται από την στεγανοποίηση της επιφάνειας του εδάφους, την δημιουργία υπεδάφιας αδιαπέρατης στρώσης, την προσθήκη οργανικής ουσίας, τις εδαφοκαλλιεργητικές συνθήκες, τα υλικά που βρίσκονται στο αρδευτικό νερό, την διάβρωση του εδάφους, την ισοπέδωση του εδάφους, την περιεκτικότητα του αρδευτικού νερού σε άλατα και την θερμοκρασία του νερού.



Σχέδιο 3α: Κίνηση του νερού στο έδαφος κατά την διάρκεια της διηθήσεως.



Σχέδιο 3β: Τυπικές καμπύλες στιγμιαίας και αθροιστικής διηθητικότητας ομογενών εδαφών.

1.7 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΑ ΦΥΤΑ

Ο υπολογισμός με οποιοδήποτε τρόπο της καταναλισκόμενης ποσότητας νερού κατά την βλαστική περίοδο από τα φυτά, ειδικά σε περιοχές με ξηρό κλίμα αποτελεί παράγοντα εξέχουσας σημασίας για τη μελέτη και τη σχεδίαση ενός αρδευτικού δικτύου. Ο παραπάνω υπολογισμός είναι επίσης απαραίτητος για την δημιουργία προγραμμάτων άρδευσης των καλλιεργειών και για την διαχείριση του αρδευτικού νερού.

Όσο οι κύριες πηγές που προμηθεύουν τις απαραίτητες για την άρδευση ποσότητες νερού περιορίζονται, τόσο περισσότερο αναζητούνται νέες πηγές νερού πιο δαπανηρές, για την κάλυψη των πρόσθετων αναγκών. Για αυτό τον λόγο, επιβάλλεται προσεκτικός και ακριβής υπολογισμός της αναγκαίας ποσότητας νερού.

2. ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ

Η εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής είναι ένα από τα βασικά στοιχεία που μαζί με την ωφέλιμη υγρασία αποτελούν τον ακρογωνιαίο λίθο για τον σωστό προγραμματισμό των αρδεύσεων .

Οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η εξατμισοδιαπνοή διακρίνονται σε φυτικούς και κλιματικούς .

2.1 ΦΥΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Τα είδη των φυτών διαφέρουν μεταξύ τους στην εποχή που αναπτύσσονται, το βάθος και την πυκνότητα των ριζών, την έκταση και την πυκνότητα της φυλλικής επιφάνειας, τον τρόπο σποράς, το ύψος τους, και τις μεταξύ τους αποστάσεις. Οι διαφορές αυτές, σε συνδυασμό με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, διαφοροποιούν την κατανομή και το μέγεθος της εξατμισοδιαπνοής από είδος σε είδος.

Συγκεκριμένα ο Penman έκανε τις εξής διαπιστώσεις:

- α. Καλλιέργειες που διαμορφώνουν τα φύλλα τους σε χαμηλά επίπεδα, με παραπλήσια χαρακτηριστικά, που καλύπτουν πρακτικά όλη την επιφάνεια του εδάφους, που αναπτύσσονται σε χωράφια με επαρκή υγρασία σε όλη την διάρκεια της βλαστικής τους περιόδου, έχουν εξατμισοδιαπνοή ανεξάρτητα από το φυτικό είδος που ανήκουν και τα χαρακτηριστικά του εδάφους στο οποίο ανήκουν.
- β. Στην προηγούμενη περίπτωση, το μέγεθος και ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής εξαρτάται από τις επικρατούσες συνθήκες της ατμόσφαιρας στην περιοχή του φυλλώματος .

1. Η ανακλαστικότητα του φυλλώματος.

Η ανακλαστικότητα του φυλλώματος και του εδάφους, καθορίζει το ύψος της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από τις επιφάνειες που την δέχονται. Η ανακλαστικότητα επηρεάζεται από το χρώμα και την τραχύτητα της επιφάνειας που δέχεται την ακτινοβολία. Έχει

αποδειχθεί ότι για τις περισσότερες πυκνά φυτεμένες καλλιέργειες κυμαίνεται από 20-30%, και για το γυμνό έδαφος, ανάλογα με την σύσταση του και την περιεχόμενη υγρασία από 11-23%.

2. Το ποσοστό καλύψεως του εδάφους από το φύλλωμα.

Με βάση την ανακλαστικότητα, αν η επιφάνεια του εδάφους είναι υγρή, η εξατμισοδιαπνοή θα είναι μεγαλύτερη όσο μικρότερο είναι το ποσοστό καλύψεως από το φύλλωμα της επιφάνειας του εδάφους. Αν όμως γίνουν συγκρίσεις κάτω από συνθήκες υγρασίας που επικρατούν στο έδαφος τότε το συμπέρασμα αντιστρέφεται. Αυτό διότι μετά από βροχή ή άρδευση, το έδαφος είναι υγρό και η εξάτμιση από αυτό είναι μεγαλύτερη της διαπνοής. Σε ελάχιστο αριθμό ημερών η εξάτμιση σχεδόν μηδενίζεται από έλλειψη υγρασίας ενώ ο ρυθμός διαπνοής παραμένει σταθερός σε όλη την διάρκεια της βλαστήσεως. Έτσι τελικά η εξατμισοδιαπνοή γίνεται μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό καλύψεως του εδάφους από το φύλλωμα.

3. Το ύψος των φυτών.

Έχει αποδειχθεί ότι τα ψηλά φυτά παρουσιάζουν πιο έντονη εξατμισοδιαπνοή. Αυτό διότι εκτός από την άμεση ακτινοβολία, δέχονται περισσότερη έμμεση ανοδική ακτινοβολία από το έδαφος που χρησιμοποιείται για την διαπνοή. Στην περίπτωση των καλλιεργειών επειδή καλύπτουν την επιφάνεια του εδάφους, δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην ακτινοβολία όποτε δεν υπάρχει και διαφορά στην εξατμισοδιαπνοή.

4. Το βάθος και η πυκνότητα του ριζικού συστήματος.

Σε ξηρά και ημίξηρα κλίματα και συνεκτικά εδάφη, φυτά με βαθύ και πυκνό ριζικό σύστημα εκμεταλλεύονται εύκολα όλη την εδαφική υγρασία σε αντίθεση με τα φυτά που έχουν αραιό και επιπόλαιο ριζικό σύστημα. Συνεπώς τα φυτά της πρώτης κατηγορίας παρουσιάζουν μεγαλύτερη εξατμισοδιαπνοή.

5. Το στάδιο αναπτύξεως της καλλιέργειας.

Η εξατμισοδιαπνοή αυξάνει από το φύτρωμα μέχρι την πλήρη ανάπτυξη με γρήγορο ρυθμό, διατηρείται σταθερή για ένα χρονικό διάστημα και μετά μειώνεται. Η αρχική αύξηση οφείλεται στην αύξηση του ποσοστού φυτοκαλύψεως του εδάφους που αρχικά είναι μηδέν και φθάνει να γίνει 100%. Η ελάττωση στο τέλος οφείλεται σε φυσιολογικές διαφοροποιήσεις που συμβαίνουν στα φυτά.

2.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Είναι γνωστό ότι για την εξάτμιση 1gr νερού χρειάζεται ενέργεια ίση προς 590cal. Ακριβώς η ίδια αυτή ενέργεια απαιτείται για κάθε 1 gr νερού που μπαίνει στην ατμόσφαιρα με την διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής.

Η ένταση της εξατμισοδιαπνοής είναι συνάρτηση της κινητικότητας των υδρατμών που εξασφαλίζει η δυναμική κατάσταση της ατμόσφαιρας.

Άρα τόσο η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια όσο και η αεροδυναμική κατάσταση της ατμόσφαιρας είναι υπεύθυνες και ρυθμίζουν την εξατμισοδιαπνοή.

Ποσοτική έκφραση της, είναι η λανθάνουσα θερμότητα που το μέγεθος της διαμορφώνεται από την καθαρή ακτινοβολία, την ταχύτητα του ανέμου, την σχετική υγρασία, την θερμοκρασία της ατμόσφαιρας και τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας μια έκφραση των οποίων είναι η αεροδυναμική ταχύτητα. Με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις έχει αναπτυχθεί ένας αριθμός μεθόδων ποσοτικής εκτίμησης της εξατμισοδιαπνοής.

2.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Όπως προαναφέρθηκε είναι πολλοί οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η εξατμισοδιαπνοή και συνεπώς και οι μέθοδοι υπολογισμού της.

Οι μέθοδοι που εξαρτώνται από τους κλιματικούς παράγοντες είναι αυτοί που κυρίως ενδιαφέρουν τις αρδεύσεις. Είναι κυρίως εμπειρικές και διερευνήθηκαν κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες εδάφους, κλίματος και καλλιέργειας. Γι' αυτό και οι υπολογισμοί που δίνουν αποκλίνουν από την πραγματικότητα.

Το γεγονός αυτό οδήγησε σε πρόσθετες διαδικασίες που οδηγούν σε ακριβέστερη εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής, κάτω από οποιονδήποτε συνδυασμό συνθηκών περιβάλλοντος, καλλιέργειας και γεωργικής πρακτικής.

Τελικός στόχος κάθε προσπάθειας, είναι ο υπολογισμός και η εκτίμηση της *πραγματικής εξατμισοδιαπνοής* E_T μιας καλλιέργειας. Με τον όρο αυτό εννοούμε το σύνολο του νερού που χάνεται από ένα καλλιεργούμενο χωράφι, όπου νερό και έδαφος δεν αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες, η καλλιέργεια είναι ελεύθερη από κάθε είδος ασθένειας και δίνει την μέγιστη της απόδοση κάτω από τις τοπικές συνθήκες του περιβάλλοντος και την εφαρμοζόμενη καλλιεργητικής πρακτική. Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή αντιπροσωπεύει τις πραγματικές σε νερό ανάγκες μιας καλλιέργειας και το μέγεθος της διαμορφώνεται από τις κλιματικές συνθήκες, τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας και την καλλιεργητική πρακτική και τις τοπικές συνθήκες.

Μάλιστα οι κλιματικές συνθήκες ενός τόπου διαμορφώνουν την βασική εξατμισοδιαπνοή (E_{tr}). *Βασική εξατμισοδιαπνοή* καλείται η εξατμισοδιαπνοή από ένα καλλιεργούμενο χωράφι που έχει σημαντική έκταση, η επιφάνεια του καλύπτεται ολικά από χαμηλά φυτά που αναπτύσσονται δυναμικά και σε κανένα στάδιο της αναπτύξεως τους δεν υποφέρουν από έλλειψη νερού. Η βασική εξατμισοδιαπνοή είναι ανεξάρτητη από το φυτικό είδος που καλλιεργείται .

Η επίδραση των χαρακτηριστικών της καλλιέργειας στην διαμόρφωση της E_T αντιπροσωπεύεται από το φυτικό συντελεστή K_c . Ο συντελεστής αυτός είναι μια αναλογική σταθερά που συνδέει την βασική και την πραγματική εξατμισοδιαπνοή με την εξής σχέση:

$$ET_c = K_c * ET_r \quad (1).$$

Οι τιμές του K_c είναι ανεξάρτητες από την μέθοδο υπολογισμού της βασικής εξατμισοδιαπνοής, είναι ενιαίες αλλά δεν είναι σταθερές διότι εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες όπως τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας, την εποχή σποράς, τον ρυθμό αναπτύξεως και τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

Το τελικό μέγεθος της ET_c επηρεάζεται από τις ιδιαίτερες συνθήκες και την καλλιεργητική πρακτική που επικρατεί σε κάθε περιοχή. Έτσι μπορούν να αναφερθούν το μέγεθος του χωραφιού, το υψόμετρο της περιοχής, η διαθεσιμότητα της εδαφικής υγρασίας, η παθογένεια των εδαφών, ο τρόπος καλλιέργειας και ο τρόπος άρδευσης.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή από ένα χωράφι όπου αναπτύσσεται μια συγκεκριμένη καλλιέργεια γίνεται σε τρία στάδια που είναι :

- α. υπολογισμός της βασικής εξατμισοδιαπνοής
- β. προσδιορισμός του φυτικού συντελεστή
- γ. ποσοτική εκτίμηση της επιδράσεως που ασκούν οι επικρατούσες τοπικές συνθήκες και η καλλιεργητική πρακτική.

2.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Με βάση τους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η εξατμισοδιαπνοή αναπτύχθηκαν μέθοδοι υπολογισμού της:

1. Έμμεσες κλιματικές μέθοδοι:

- α. Αεροδυναμικές μέθοδοι
- β. Μέθοδος του ισοζυγίου ενέργειας
- γ. Μικτές μέθοδοι

2. Έμμεσες εμπειρικές μέθοδοι:

- α. Μέθοδος του Thornthwaite
- β. Μέθοδος των Blaney - Criddle
- γ. Μέθοδος των Jensen - Haise

3. Άμεσοι μέθοδοι :

- α. Μέθοδος των πειραματικών αγροτεμαχίων
- β. Μέθοδος των διαδοχικών δειγματοληψιών
- γ. Μέθοδος του ισοζυγίου υγρασίας
- δ. Μέθοδος του λυσίμετρου.

4. Βελτιωμένες μέθοδοι εμμέσου προσδιορισμού εξατμισοδιαπνοής:

- α. Τροποποιημένη μέθοδος των Blaney - Criddle
- β. Τροποποιημένη μέθοδος του Makink
- γ. Τροποποιημένη μέθοδος του Penman.

2.5 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΣ PENMAN

Από τις παραπάνω μεθόδους για τον υπολογισμό της ET_c επιλέχθηκε η τροποποιημένη μέθοδος του Penman.

Η αρχική εξίσωση του Penman (1948,1956) διερευνήθηκε για την εκτίμηση της εξατμίσεως (E_o) από μια ελεύθερη επιφάνεια νερού.

Στην συνέχεια βρέθηκε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής από χορτοτάπητες αν πολλαπλασιαστεί με εμπειρικά διερευνημένους φυτικούς συντελεστές.

Η εξίσωση αποτελείται από δύο μέρη:

- α. Το πρώτο μέρος αναφέρεται στη διαθέσιμη ενέργεια
- β. το δεύτερο στην αεροδυναμική κατάσταση της ατμόσφαιρα δηλαδή την ταχύτητα του ανέμου και την υγρασία.

Η επίδραση που ασκεί το κάθε μέρος είναι συνάρτηση των κλιματικών παραγόντων που επικρατούν.

Η εξίσωση του Penman για να εφαρμοσθεί απαιτεί να επικρατούν στην ατμόσφαιρα συνθήκες που χαρακτηρίζονται από επίπεδα ακτινοβολίας μέσα προς υψηλά, μέγιστη σχετική υγρασία μέση προς υψηλή και μέτριο άνεμο που η ταχύτητα του την ημέρα είναι περίπου διπλάσια από αυτή της νύχτας. Στην πράξη όμως οι συνθήκες δεν ισχύουν πάντοτε. Έτσι η σχέση υπερεκτιμά την βασική εξατμισοδιαπνοή όταν επικρατεί μέτριος μέχρι και ισχυρός άνεμος με μικρή διαφορά εντάσεως ανάμεσα στην ημέρα και την νύχτα και όταν οι R_Hmax -R_n είναι χαμηλές. Στην αντίθετη περίπτωση υποεκτιμά.

Για τους παραπάνω λόγους, οι Doorebons και Pruit (1977) τροποποίησαν την αρχική σχέση του Penman προσθέτοντας τον διορθωτικό παράγοντα C του οποίου οι τιμές δίνονται στον πίνακα 9.

Η νέα σχέση έχει ως εξής:

$$ETr = C [W * Rn + (1-W) * F(u) * (e_a - e_d).] \quad (2).$$

Πιο συγκεκριμένα:

W : είναι ένας σταθμιστικός παράγοντας.

Rn : η καθαρή ακτινοβολία εκφραζόμενη σε ισοδύναμο πάχος εξατμιζόμενου νερού σε mm/ ημέρα.

$F(u)$: μια συνάρτηση που εξαρτάται από την ταχύτητα του αέρα.

e_a : η πίεση κορεσμού των υδρατμών στη μέση θερμοκρασία του αέρα σε mbar.

e_d : η πραγματική πίεση των υδρατμών της ατμόσφαιρας σε mbar.

C : ένας παράγοντας προσαρμογής ενδεικτικός της διαφοράς των καιρικών συνθηκών που επικρατούν την μέρα και την νύκτα.

Ο σταθμιστικός παράγοντας W αντιπροσωπεύει την επίδραση της ακτινοβολίας στη βασικής εξατμισοδιαπνοή και οι τιμές του για διάφορες θερμοκρασίες και υψόμετρα παρουσιάζονται στον πίνακα 1.

Ο παράγοντας $1- W$ αντιπροσωπεύει την επίδραση του ανέμου και της υγρασίας της ατμόσφαιρας στην βασική εξατμισοδιαπνοή, του οποίου οι τιμές παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 1.

Τιμές του σταθμιστικού παράγοντα W που αντιπροσωπεύει την επίδραση της R_s στην ΕΤγ για διάφορες θερμοκρασίες και υψόμετρα.

Θερμο- κρασία. °C	Υψόμετρο. m				Θερμο- κρασία. °C	Υψόμετρο. m			
	0	500	1000	2000		0	500	1000	2000
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2	0,43	0,45	0,46	0,49	22	0,71	0,72	0,73	0,75
4	0,46	0,48	0,49	0,52	24	0,73	0,74	0,75	0,77
6	0,49	0,51	0,52	0,55	26	0,75	0,76	0,77	0,79
8	0,52	0,54	0,55	0,58	28	0,77	0,78	0,79	0,81
10	0,55	0,57	0,58	0,61	30	0,78	0,79	0,80	0,82
12	0,58	0,60	0,61	0,64	32	0,80	0,81	0,82	0,84
14	0,61	0,62	0,64	0,66	34	0,82	0,82	0,84	0,85
16	0,64	0,65	0,66	0,69	36	0,83	0,84	0,85	0,86
18	0,66	0,67	0,69	0,71	38	0,84	0,85	0,86	0,87
20	0,68	0,70	0,71	0,73	40	0,85	0,86	0,87	0,88

Πίνακας 2.

Τιμές του σταθμιστικού παράγοντα $(1-W)$ που αντιπροσωπεύει την επίδραση του ανέμου και της υγρασίας στην ΕΤγ για διάφορες θερμοκρασίες και υψόμετρα.

Θερμο- κρασία. °C	Υψόμετρο. m				Θερμο- κρασία. °C	Υψόμετρο. m			
	0	500	1000	2000		0	500	1000	2000
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(4)	(5)	
2	0,57	0,55	0,54	0,51	22	0,29	0,28	0,27	0,25
4	0,54	0,52	0,51	0,48	24	0,27	0,26	0,25	0,23
6	0,51	0,49	0,48	0,45	26	0,25	0,24	0,23	0,21
8	0,48	0,46	0,45	0,42	28	0,23	0,22	0,21	0,19
10	0,45	0,43	0,42	0,39	30	0,22	0,21	0,20	0,18
12	0,42	0,40	0,39	0,36	32	0,20	0,19	0,18	0,16
14	0,39	0,38	0,36	0,34	34	0,19	0,18	0,17	0,15
16	0,36	0,35	0,34	0,31	36	0,17	0,16	0,15	0,14
18	0,34	0,33	0,31	0,29	38	0,16	0,15	0,14	0,13
20	0,32	0,30	0,29	0,27	40	0,15	0,14	0,13	0,12

Η σχέση $(e_a - e_d)$ εκφράζει την υγρασία του αέρα. Οι παρατηρήσεις και τιμές τις ατμοσφαιρικής υγρασίας δίνονται με την μορφή σχετικής υγρασίας (RH_{max} , RH_{mean} , RH_{min}) σαν ενδείξεις ξηρού και υγρού θερμομέτρου και σαν σημείο δρόσου.

Ανάλογα κάθε φορά με τα διαθέσιμα στοιχεία η διαφορά $(e_a - e_d)$ υπολογίζεται με την βοήθεια των πινάκων 3 και 4 με τους παρακάτω τρόπους:

1. Όταν δίνεται η μέση θερμοκρασία και η μέση σχετική υγρασία του αέρα η e_a υπολογίζεται από τον πίνακα 3 με βάση τη μέση θερμοκρασία, ενώ η e_d υπολογίζεται από την σχέση 3 :

$$e_d = e_a * RH_{mean} / 100 \quad (3)$$

2. Όταν δίνεται η μέση θερμοκρασία του αέρα και οι παρατηρήσεις του ξηρού και υγρού θερμομέτρου, η e_a υπολογίζεται από τον πίνακα 3 με την βοήθεια της μέσης ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας και η e_d υπολογίζεται από τον πίνακα 4. Ο πίνακας αυτός διαχωρίζεται σε δύο υποπίνακες που ο καθένας χρησιμοποιείται ανάλογα με τον τύπο του ψυχρόμετρου (συσκευή ξηρού και υγρού θερμομέτρου). Αν το όργανο αυτό είναι τύπου Asman - με ανεμιστήρα - χρησιμοποιείται ο υποπίνακας 4α. Στην αντίθετη περίπτωση χρησιμοποιείται πίνακας 4β. Τέλος σε κάθε υποπίνακα δίνονται χωριστά τιμές για υψόμετρα από 0-1000 m και από 1000-2000m.

3. Όταν δίνεται η μέση θερμοκρασία του αέρα και το σημείο δρόσου η e_a βρίσκεται από τον πίνακα 3 με την βοήθεια της μέσης θερμοκρασίας και η e_d από τον ίδιο πίνακα με την βοήθεια του σημείου δρόσου.

Πίνακας 3.

Πίεση κορεσμού υδρατμών (e_a) για διάφορες θερμοκρασίες (T) του αέρα.

Θερμο- κρασία. °C	e_a . mbar	Θερμο- κρασία. °C	e_a . mbar	Θερμο- κρασία. °C	e_a . mbar	Θερμο- κρασία. °C	e_a . mbar
(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
0	6,1	10	12,3	20	23,4	30	42,4
1	6,6	11	13,1	21	24,9	31	44,9
2	7,1	12	14,0	22	26,4	32	47,6
3	7,6	13	15,0	23	28,1	33	50,3
4	8,1	14	16,0	24	29,8	34	53,2
5	8,7	15	17,1	25	31,7	35	56,2
6	9,3	16	18,2	26	33,6	36	59,4
7	10,0	17	19,4	27	35,7	37	62,8
8	10,7	18	20,6	28	37,8	38	66,3
9	11,5	19	22,0	29	40,1	39	69,9

Πίνακας 4α.

Πραγματική πίεση υδρατμών (e_a) σε mbar από παρατηρήσεις θερμοκρασίας ξερού (T_d) και υγρού θερμομέτρου (T_w).

Td-Tw, °C	Θερμοκρασία ξερού θερμομέτρου, °C																	
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
1. Υψόμετρο από 0 μέχρι 1000 m																		
0	9,3	10,7	12,3	14,0	16,0	18,2	20,6	23,4	26,4	29,8	33,6	37,8	42,4	47,5	53,2	59,4	66,3	73,8
2	6,5	7,7	9,1	10,7	12,4	14,4	16,6	19,0	21,8	24,8	28,2	32,0	36,2	40,8	45,9	51,6	57,8	64,7
4	3,9	4,9	6,1	7,5	9,1	10,8	12,8	15,0	17,4	20,2	23,2	26,6	30,4	34,6	39,2	44,4	50,0	56,2
6	1,5	2,3	3,3	4,6	5,9	7,5	9,2	11,2	13,4	15,8	18,6	21,6	25,0	28,8	33,0	37,6	42,8	48,4
8			0,7	1,7	3,0	4,3	5,9	7,6	9,6	11,8	14,2	17,0	20,0	23,4	27,2	31,4	36,0	41,2
10					0,1	1,4	2,7	4,3	6,0	8,0	10,2	12,6	15,4	18,4	21,8	25,6	29,8	34,4
12								1,1	2,7	4,4	6,4	8,6	11,0	13,8	16,8	20,2	24,0	28,2
14									1,1	2,8	4,8	6,4	8,6	11,0	13,8	16,8	20,2	24,0
16											1,2	3,2	5,4	7,8	10,6	13,6	17,0	20,4
18													1,6	3,8	6,2	9,0	12,0	15,0
20															2,2	4,6	7,4	10,2
22																0,6	3,0	5,4
2. Υψόμετρο από 1000 μέχρι 2000 m																		
0	9,3	10,7	12,3	14,0	16,0	18,2	20,6	23,4	26,4	29,8	33,6	37,8	42,4	47,5	53,2	59,4	66,3	73,8
2	6,7	7,9	9,3	10,9	12,6	14,6	16,8	19,2	22,0	25,0	28,4	32,2	36,4	41,0	46,1	51,8	58,0	64,9
4	4,4	5,4	6,7	8,0	9,6	11,3	13,3	15,5	17,9	20,7	23,7	27,1	30,9	35,1	39,7	44,8	50,5	56,7
6	2,0	3,0	4,0	5,2	6,6	8,2	9,9	11,9	14,1	16,5	19,3	22,3	25,7	29,5	33,7	38,3	43,4	49,1
8		0,6	1,6	2,6	3,8	5,2	6,8	8,5	10,5	12,7	15,1	17,9	20,9	24,3	28,1	32,3	36,9	42,0
10				0,3	1,3	2,5	3,9	5,5	7,2	9,2	11,4	13,8	16,6	19,6	23,0	26,8	31,0	35,6
12							1,1	2,5	4,1	5,8	7,8	10,0	12,4	15,2	18,2	21,2	25,4	29,6
14									1,2	2,8	4,5	6,5	8,7	11,1	13,9	16,9	20,3	24,1
16											1,4	3,1	5,1	7,3	9,7	12,5	15,5	18,9
18													1,7	3,7	5,9	8,3	11,1	14,1
20														0,4	2,4	4,6	7,0	9,8
22																1,0	3,2	5,6

Πίνακας 4β.

Πραγματική πίεση υδρατμών (e_a) σε mbar από παρατηρήσεις θερμοκρασίας ξερού (T_d) και υγρού θερμομέτρου (T_w).

Td-Tw, °C	Θερμοκρασία ξερού θερμομέτρου, °C																	
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
1. Υψόμετρο από 0 μέχρι 1000 m																		
0	9,3	10,7	12,3	14,0	16,0	18,2	20,6	23,4	26,4	29,8	33,6	37,8	42,4	47,5	53,2	59,4	66,3	73,8
2	6,8	8,0	9,4	10,9	12,7	14,6	16,8	19,3	22,0	25,1	28,5	32,3	36,5	41,1	46,2	51,9	58,1	64,9
4	4,4	5,5	6,7	8,1	9,6	11,4	13,3	15,5	18,0	20,7	23,5	27,2	30,9	35,1	39,8	44,9	50,5	56,8
6	2,1	3,1	4,1	5,3	6,7	8,3	10,0	12,0	14,2	16,6	19,4	22,4	25,8	29,6	33,8	38,4	43,6	49,2
8		0,8	1,7	2,8	4,0	5,4	6,9	8,7	10,6	12,8	15,3	18,0	21,1	24,5	28,3	32,5	37,1	42,2
10					1,5	2,7	4,1	5,6	7,4	9,3	11,5	14,0	16,7	19,8	23,2	26,9	31,1	35,8
12							1,4	2,7	4,3	6,0	8,0	10,2	12,6	15,4	18,4	21,8	25,6	29,8
14									1,4	2,9	4,7	6,7	8,8	11,3	14,0	17,1	20,5	24,3
16											1,6	3,4	5,3	7,5	10,0	12,7	15,8	19,2
18														4,0	6,2	8,6	11,4	14,4
20																4,9	7,3	10,1
22																		6,0
2. Υψόμετρο από 1000 μέχρι 2000 m																		
0	9,3	10,7	12,3	14,0	16,0	18,2	20,6	23,4	26,4	29,8	33,6	37,8	42,4	47,5	53,2	59,4	66,3	73,8
2	7,0	8,2	9,6	11,2	12,9	14,9	17,1	19,5	22,3	25,3	28,7	32,5	36,7	41,3	46,4	52,1	58,2	65,2
4	4,8	5,8	7,0	8,4	10,0	11,7	13,7	15,9	18,3	21,1	24,1	27,5	31,3	35,5	40,1	45,2	50,9	57,1
6	2,7	3,7	4,7	5,9	7,3	8,9	10,6	12,6	14,3	17,2	20,0	23,0	26,4	30,2	34,4	39,0	44,1	49,8
8	0,7	1,6	2,6	3,6	4,8	6,2	7,8	9,5	11,5	13,9	16,1	18,9	21,9	25,3	29,9	33,3	37,9	43,0
10				0,4	1,4	2,4	3,6	5,0	6,6	8,3	10,3	12,5	14,9	17,7	20,7	24,1	28,1	32,7
12					0,3	1,3	2,5	3,9	5,5	7,2	9,2	11,4	13,8	16,6	19,6	23,0	26,8	31,0
14							0,1	1,3	2,7	4,3	6,0	8,0	10,2	12,6	15,4	18,4	21,8	25,6
16									0,2	1,6	3,2	4,9	6,9	9,1	11,5	14,3	17,3	20,7
18											0,5	2,1	3,8	5,8	8,0	10,4	13,2	16,2
20													0,9	2,6	4,6	6,8	9,2	12,0
22															1,5	3,5	5,7	8,1

Όπως έχει αποδειχθεί από μελέτες { Ritzema (1965) ,Aboukhaled (1972) Wright and Jensen (1972) } η επίδραση του ανέμου στην εξατμισοδιαπνοή επηρεάζει και καθορίζει το αποτέλεσμα. Την επίδραση αυτή εκφράζει στη σχέση 2 το $F(u)$.

Η έκφραση του $F(u)$ κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες προέκυψε από τους Doorebons και Pruit (1977). Σύμφωνα με αυτούς ισχύει:

$$F(u) = 0.27 * (1 + U / 100) \quad (4)$$

όπου U είναι η 24ωρη ταχύτητα του αέρα σε ύψος 2 μέτρων από το έδαφος εκφρασμένη σε Km/ημέρα. Το σύνολο των τιμών αυτών παρουσιάζονται στον πίνακα 5. Σε περίπτωση που η ταχύτητα του ανέμου μετριέται σε ύψος διαφορετικό από τα 2 μέτρα, γίνεται αναγωγή με την βοήθεια ενός διορθωτικού παράγοντα όπως φαίνεται στο διάγραμμα 1.

Η καθαρή ακτινοβολία R_n που χρησιμοποιείται στη σχέση 2 είναι η διαφορά ανάμεσα στο σύνολο της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της γης και σε αυτήν που την εγκαταλείπει.

Η R_n μπορεί να υπολογιστεί έμμεσα με την βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, της ηλιοφάνειας, της θερμοκρασίας και της υγρασίας της ατμόσφαιρας. Για την καθαρή ακτινοβολία (R_n) ισχύει $R_n = R_{ns} - R_{nl}$.

Η ακτινοβολία που φθάνει στο άκρο της ατμόσφαιρας -δηλαδή η θεωρητική ακτινοβολία R_a -εξαρτάται αποκλειστικά και μόνο από το γεωγραφικό πλάτος και την ημέρα του έτους. Οι τιμές της ακτινοβολίας αυτής για κάθε μήνα και για τα γεωγραφικά πλάτη της χώρας μας δίνονται στον πίνακα 6.

Ένα μέρος της R_a απορροφάται και διαχέεται στην ατμόσφαιρα. Το υπόλοιπο μέρος φθάνει στην επιφάνεια της γης (R_s) και δίνεται από τη σχέση 5

$$R_s = (0.25 + 0.5 * n/N) * R_a. \quad (5)$$

όπου n/N είναι ο λόγος ανάμεσα στην πραγματική (n) και στην θεωρητική ηλιοφάνεια (N). Μέρος της R_s ανακλάται από το έδαφος και τις καλλιέργειες και χάνεται στην ατμόσφαιρα. Η ανακλαστικότητα (α) εξαρτάται από την φύση της επιφάνειας και είναι περίπου 5-7% για υδάτινες επιφάνειες, 11-23% για το γυμνό έδαφος και 20-30% για τις περισσότερες καλλιέργειες.

Πίνακας 5.

Τιμές της συναρτήσεως υπολογισμένες με τη σχέση 4 για ταχύτητες ανέμου σε Km/ημέρα μετρημένες σε ύψος 2 μέτρων πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

Ταχύτητα ανέμου. Km'ημ.	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	—	0,30	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,49	0,51
100	0,54	0,57	0,59	0,62	0,65	0,67	0,70	0,73	0,76	0,78
200	0,81	0,84	0,86	0,89	0,92	0,94	0,97	1,00	1,03	1,05
300	1,08	1,11	1,13	1,16	1,19	1,21	1,24	1,27	1,30	1,32
400	1,35	1,38	1,40	1,43	1,46	1,49	1,51	1,54	1,57	1,59
500	1,62	1,65	1,67	1,70	1,73	1,76	1,78	1,81	1,84	1,86
600	1,89	1,92	1,94	1,97	2,00	2,02	2,05	2,08	2,11	2,13
700	2,16	2,19	2,21	2,24	2,27	2,29	2,32	2,35	2,38	2,40
800	2,43	2,46	2,48	2,51	2,54	2,56	2,59	2,62	2,64	2,67
900	2,70									

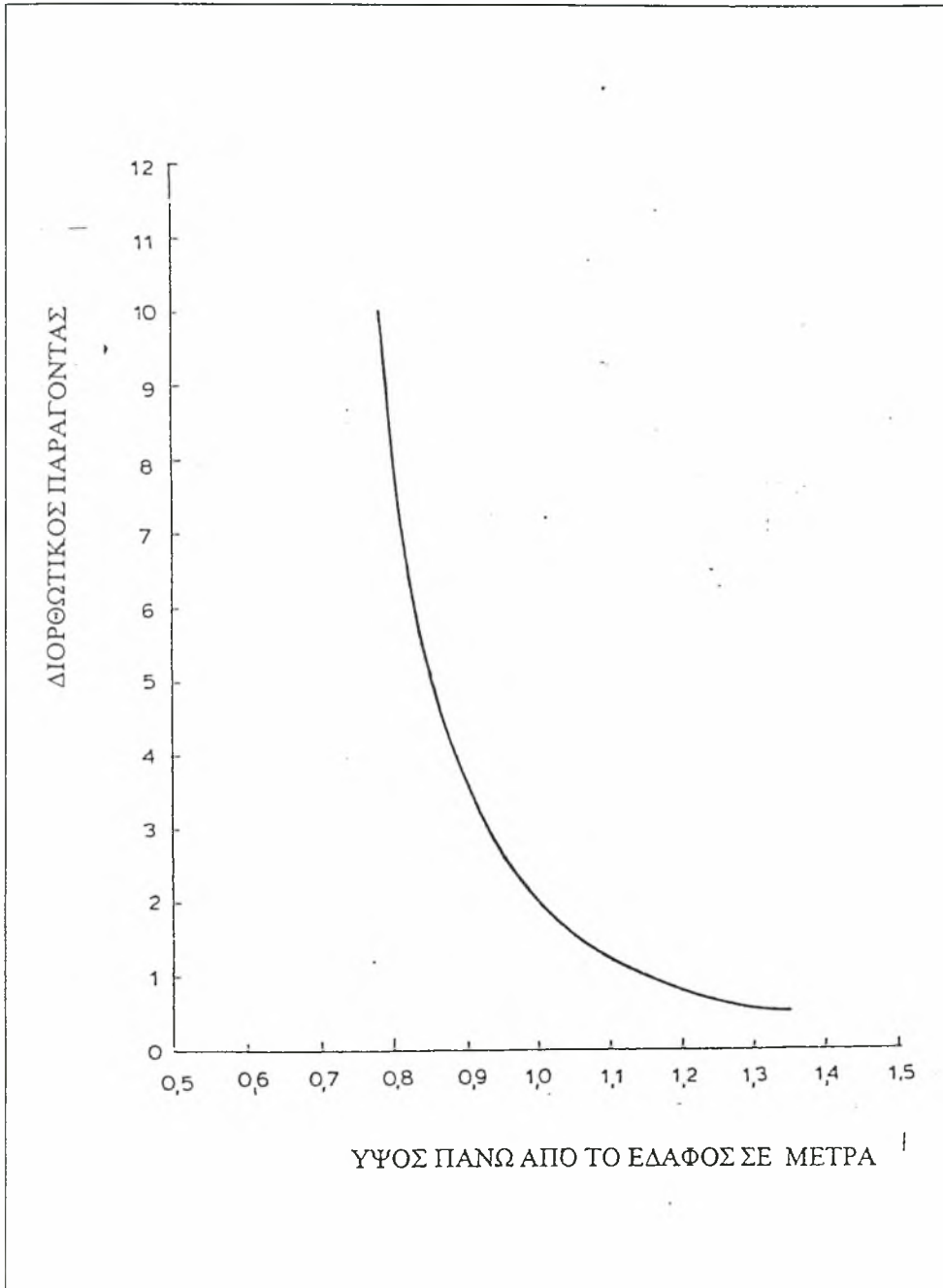
Πίνακας 6.

Θεωρητική ακτινοβολία (Ra) για κάθε μήνα και βόρεια γεωγραφικά πλάτη από 32° μέχρι 42° εκφρασμένη σε ισοδύναμο πάχος εξατμιζόμενου νερού σε mm/ημέρα.

Μήνας	Βόρειο πλάτος					
	32°	34°	36°	38°	40°	42°
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ιανουάριος	8,3	7,9	7,4	6,9	6,4	5,9
Φεβρουάριος	10,2	9,8	9,4	9,0	8,6	8,1
Μάρτιος	12,8	12,4	12,1	11,8	11,4	11,0
Απρίλιος	15,0	14,8	14,7	14,5	14,3	14,0
Μάιος	16,5	16,5	16,4	16,4	16,4	16,2
Ιούνιος	17,0	17,1	17,2	17,2	17,3	17,3
Ιούλιος	16,8	16,8	16,7	16,7	16,7	16,7
Αύγουστος	15,6	15,5	15,4	15,3	15,2	15,0
Σεπτέμβριος	13,6	13,4	13,1	12,8	12,5	12,2
Οκτώβριος	11,2	10,8	10,6	10,0	9,6	9,1
Νοέμβριος	9,0	8,5	8,0	7,5	7,0	6,5
Δεκέμβριος	7,8	7,2	6,6	6,1	5,7	5,2

Διάγραμμα 1.

Διάγραμμα αναγωγής της ταχύτητας του ανέμου σε ύψος 2 μέτρων πάνω από την επιφάνεια της γης.



Το ακριβές ποσοστό εξαρτάται από το βαθμό καλύψεως του εδάφους από την καλλιέργεια και την υγρασία του γυμνού εδάφους.

Το υπόλοιπο που απομένει είναι η καθαρή, μικρού μήκους κύματος, ηλιακή ακτινοβολία (R_{ns}) που υπολογίζεται από την σχέση 6 :

$$R_{ns} = (1-\alpha) * R_s \quad (6).$$

Επειδή η μέση ανακλαστικότητα των καλλιεργειών είναι $\alpha=0.25$ ισχύει $R_{ns}= 0.75 * R_s$ (7).

Όμως από την επιφάνεια της γης εμφανίζεται μια πρόσθετη απώλεια ενέργειας, επειδή η γη ακτινοβολεί προς το διάστημα, μέρος από την ενέργεια που απορροφά σαν ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος από αυτή που βρίσκεται διάχυτη στο περιβάλλον.

Η διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές μορφές ακτινοβολίας αποτελεί την καθαρή μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία R_{nl} που κατά κανόνα είναι αρνητική και προκύπτει από την σχέση 8:

$$R_{nl} = F(T) * F(e_d) * F(n/N) \quad (8).$$

όπου :

$$F(T) = \sigma * T_k^4 \quad \text{με } T_k \text{ θερμοκρασία του αέρα σε βαθμούς Kelvin.}$$

$$F(e_d) = 0.34 - 0.0044 (e_d)^{1/2} \quad (9) \text{ και}$$

$$F(n/N) = 0.1 + 0.9 (n/N) \quad (10)$$

Οι τιμές των συναρτήσεων αυτών δίνονται αντίστοιχα στους πίνακες 7,8 και 10.

Λαμβάνοντας υπόψιν όλα όσα προαναφέρθηκαν, συνοπτικά ο υπολογισμός της βασικής εξατμισοδιαπνοής γίνεται ως εξής:

- 1.Εκτίμηση της e_a από τον πίνακα 3 με βάση την θερμοκρασία της ατμόσφαιρας.
- 2.Εκτίμηση της e_d είτε με βάση το σημείο δρόσου είτε με βάση παρατηρήσεις ξηρού και υγρού θερμομέτρου.
- 3.Εκτίμηση του σταθμιστικού παράγοντα W από τον πίνακα 1

4. Εκτίμηση του σταθμιστικού παράγοντα $(1-W)$ με βάση τον πίνακα 2.
5. Εκτίμηση της συναρτήσεως $F(u)$ από τον πίνακα 5 αν η ταχύτητα του αέρα μετριέται σε ύψος 2 μέτρων από την επιφάνεια του εδάφους.
6. Εύρεση της θεωρητικής ηλιακής ακτινοβολίας (R_a) με την βοήθεια του γεωγραφικού πλάτους του τόπου από τον πίνακα 6.
7. Εύρεση της θεωρητικής ηλιοφάνειας N από τον πίνακα 11.
8. Υπολογισμός της πραγματικής ηλιακής ακτινοβολίας (R_s) από την σχέση 5.
9. Υπολογισμός της (R_{ns}) από την σχέση 7.
10. Εύρεση της τιμής της $F(T)$ από τον πίνακα 7.
11. Εύρεση της τιμής $F(e_d)$ από τον πίνακα 8.
12. Εύρεση της τιμής $F(n/N)$ από τον πίνακα 10.
13. Υπολογισμός της R_{nl} από την σχέση $R_{nl} = f(T) \cdot F(e_d) \cdot F(n/N)$.
14. Υπολογισμός της R_n από την σχέση $R_n = R_{ns} - R_{nl}$.
15. Εύρεση του διορθωτικού παράγοντα από τον πίνακα 9.

Αφού υπολογιστούν όλα τα προηγούμενα στάδια εφαρμόζεται ο τύπος του Penman.

Πίνακας 7.

Τιμές της συναρτήσεως $f(T)$ που εκφράζει την επίδραση της θερμοκρασίας στην ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (Rnl).

T, °C	f(T)	T, °C	f(T)	T, °C	f(T)	T, °C	f(T)	T, °C	f(T)
(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
0	11,0	8	12,4	16	13,8	24	15,4	32	17,2
2	11,4	10	12,7	18	14,2	26	15,9	34	17,7
4	11,7	12	13,1	20	14,6	28	16,3	36	18,1
6	12,0	14	13,5	22	15,0	30	16,7	38	18,6

Πίνακας 8.

Τιμές της συναρτήσεως $f(e_d)$ που εκφράζει την επίδραση της πίεσεως των υδρατμών στην ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (Rnl).

e_d mbar	$f(e_d)$	e_d mbar	$f(e_d)$	e_d mbar	$f(e_d)$	e_d mbar	$f(e_d)$	e_d mbar	$f(e_d)$
(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
6	0,23	14	0,18	22	0,13	30	0,10	38	0,07
8	0,22	16	0,16	24	0,12	32	0,09	40	0,06
10	0,20	18	0,15	26	0,12	34	0,08	42	0,06
12	0,19	20	0,14	28	0,11	36	0,08	44	0,05

Πίνακας 9.

Τιμές του διορθωτικού παράγοντα C.

U ημέρας m/sec	RHmax = 30%				RHmax = 60%				RHmax = 90%			
	Ηλιακή ακτινοβολία (Rs). mm/ημέρα											
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
1. Uημέρα/Uνύχτα = 1.0												
0	0.86	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.64	0.71	0.82	0.89	0.78	0.86	0.94	0.99	0.85	0.92	1.01	1.05
6	0.43	0.53	0.68	0.79	0.62	0.70	0.84	0.93	0.72	0.82	0.95	1.00
9	0.27	0.41	0.59	0.70	0.50	0.60	0.75	0.87	0.62	0.72	0.87	0.96
2. Uημέρα/Uνύχτα = 2.0												
0	0.86	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.69	0.76	0.85	0.92	0.83	0.91	0.99	1.05	1.89	0.98	1.10	1.14
6	0.53	0.61	0.74	0.84	0.70	0.80	0.94	1.02	0.79	0.92	1.05	1.12
9	0.37	0.48	0.65	0.76	0.59	0.70	0.84	0.95	0.71	0.81	0.96	1.06
3. Uημέρα/Uνύχτα = 3.0												
0	0.86	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.76	0.81	1.88	1.94	0.87	0.96	1.06	1.12	0.94	1.04	1.18	1.28
6	0.61	0.68	0.81	0.88	0.77	0.88	1.02	1.10	0.86	1.01	1.15	1.22
9	0.46	0.56	0.72	0.82	0.67	0.79	0.88	1.05	0.78	0.92	1.06	1.18
4. Uημέρα/Uνύχτα = 4.0												
0	0.86	0.90	1.00	1.00	0.96	0.98	1.05	1.05	1.02	1.06	1.10	1.10
3	0.79	0.84	0.92	0.97	0.92	1.00	1.11	1.19	0.99	1.10	1.27	1.32
6	0.68	0.77	0.87	0.93	0.85	0.96	1.11	1.19	0.94	1.10	1.26	1.33
9	0.55	0.65	0.78	0.90	0.76	0.88	1.02	1.14	0.88	1.01	1.16	1.27

Πίνακας 10.

Τιμές της συναρτήσεως $f(n/N)$ που εκφράζει την επίδραση της ηλιοφάνειας στην ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (Rnl).

n/N	f (n/N)	n/N	f (n/N)	n/N	f (n/N)	n/N	f (n/N)	n/N	f (n/N)	n/N	f (n/N)
(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
0	0,10	0,20	0,28	0,40	0,46	0,60	0,64	0,80	0,82	1,00	1,00
0,05	0,15	0,25	0,33	0,45	0,51	0,65	0,69	0,85	0,87		
0,10	0,19	0,30	0,37	0,50	0,55	0,70	0,73	0,90	0,91		
0,15	0,24	0,35	0,42	0,55	0,60	0,75	0,78	0,95	0,96		

Πίνακας 11.

Μέση ημερήσια θεωρητική ηλιοφάνεια (N) για κάθε μήνα και βόρεια γεωγραφικά πλάτη από 32° μέχρι 42° σε ώρες.

Μήνας	Βόρειο πλάτος					
	32°	34°	36°	38°	40°	42°
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Ιανουάριος	10,3	10,2	10,0	9,8	9,6	9,4
Φεβρουάριος	11,3	11,0	10,9	10,8	10,7	10,6
Μάρτιος	12,0	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
Απρίλιος	13,0	13,1	13,1	13,2	13,3	13,4
Μάιος	13,8	13,9	14,1	14,3	14,4	14,6
Ιούνιος	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2
Ιούλιος	14,1	14,2	14,4	14,6	14,7	14,9
Αύγουστος	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,9
Σεπτέμβριος	12,4	12,4	12,4	12,5	12,5	12,6
Οκτώβριος	11,4	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1
Νοέμβριος	10,5	10,4	10,2	10,1	10,0	9,8
Δεκέμβριος	10,0	9,9	9,7	9,5	9,3	9,1

2.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Μετά τον υπολογισμό της βασικής εξατμισοδιαπνοής και αφού επιλεγεί ο κατάλληλος φυτικός συντελεστής, υπολογίζεται η πραγματική εξατμισοδιαπνοή από την σχέση $ET_c = ET_r * K_c$

όπου:

- α. ET_c είναι η πραγματική εξατμισοδιαπνοή
- β. ET_r η βασική εξατμισοδιαπνοή
- γ. K_c ο φυτικός συντελεστής.

Συνήθως ο υπολογισμός της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής στηρίζεται στις μέσες τιμές των κλιματικών παραμέτρων μιας περιοχής. Μάλιστα υπολογίζεται χωριστά για κάθε μήνα και για την περίοδο που υπάρχουν κλιματικές παράμετροι.

Η τιμή της επηρεάζεται στο μέγεθος της από την ύπαρξη υψηλής υπόγειας στάθμης του νερού καθώς και από την μέθοδο που εφαρμόζεται το νερό στο έδαφος. Όταν η άρδευση γίνεται με αυλάκια τότε μόνο ένα μέρος της επιφάνειας του εδάφους υγραίνεται. Στην περίπτωση αυτή η τιμή της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής επηρεάζεται αν η υγρασία ξεπερνάει το 30% και το φύλλωμα καλύπτει περιορισμένη επιφάνεια του εδάφους.

Αν εφαρμοστεί καταιονισμός, η διαπνοή των φυτών περιορίζεται κατά την διάρκεια της άρδευσης που αντισταθμίζεται από αυξημένη εξάτμιση από τα υγρά πλέον φύλλα και το έδαφος. Σε αυτή την περίπτωση η τιμή της εξατμισοδιαπνοής καθορίζεται από την ταχύτητα του ανέμου.

Αν εφαρμοστεί στάγδην άρδευση δεν επηρεάζεται η τελική τιμή της εξατμισοδιαπνοής, με την προϋπόθεση ότι η καλλιέργεια καλύπτει όλη την επιφάνεια.

2.7 ΦΥΤΙΚΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ

Οι φυτικοί συντελεστές διαφέρουν από καλλιέργεια σε καλλιέργεια αλλά και εντός της ίδιας της καλλιέργειας. Οι τιμές της επηρεάζονται στην περίπτωση των ετήσιων καλλιεργειών από τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας τον χρόνο σποράς ή φυτεύσεως, τον τρόπο αναπτύξεως, την συχνότητα βροχών και αρδεύσεων και το αρχικό στάδιο αναπτύξεως. Στην περίπτωση των πολυετών χορτοδετικών καλλιεργειών, η τιμή των φυτικών συντελεστών επηρεάζεται από τον αριθμό και τον χρόνο κοπής.

Οι τιμές των φυτικών συντελεστών που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής φαίνονται στον πίνακα 12.



Πίνακας 12.

Τιμές των φυτικών συντελεστών

ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΒΑΜΒΑΚΙ	0.32	0.56	0.84	0.90	0.48
ΜΗΔΙΚΗ	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
ΚΑΠΝΟΣ	0.52	1.00	0.99	0.96	
ΤΕΥΤΛΑ	0.45	0.80	0.85	0.85	0.82
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	0.40	0.71	0.85	0.81	0.29
ΕΛΙΕΣ	0.25	0.35	0.45	0.45	0.35
ΔΕΝΔΡΑ	0.45	0.50	0.80	0.65	0.60
ΑΜΠΕΛΙΑ	0.30	0.35	0.50	0.45	0.35
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	0.60	0.72	0.72	0.72	0.60
ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	0.58	0.72	0.83	0.80	0.70

2.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Ο υπολογισμός της βασικής εξατμισοδιαπνοής στον νομό Λάρισας αλλά και σε άλλες περιοχές της χώρας μας που καλλιεργούνται εντατικά, παρουσιάζει δυσκολίες γιατί ο αριθμός των μετεωρολογικών σταθμών είναι μικρός, οι κλιματολογικοί παράμετροι είναι ελλιπείς και οι χρονοσειρές ορισμένων δεδομένων έχουν κενά.

Λόγω των ελλείψεων αυτών, έχουν γίνει λίγες μέχρι σήμερα προσπάθειες ακριβούς υπολογισμού της υδατοκατανάλωσης των καλλιεργειών, από υφιστάμενα κλιματικά στοιχεία σε επίπεδο νομού Λάρισας ή Θεσσαλικής πεδιάδας. Τα τελευταία ιδίως χρόνια, που η μείωση των βροχοπτώσεων και η αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων οδήγησαν σε αισθητή μείωση των διαθέσιμων υδατικών πόρων του νομού, η εκτίμηση των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό, έστω και με κάποια προσέγγιση, αφού τα κλιματικά στοιχεία δεν είναι πλήρη, είναι επιτακτική ανάγκη.

Ο υπολογισμός της βασικής εξατμισοδιαπνοής, έγινε με τρεις διαφορετικές μεθόδους εκτίμησης, πάντοτε όμως με την μέθοδο που έχει αποδειχθεί ότι είναι η ακριβέστερη δηλαδή την τροποποιημένη μέθοδο Penman.

Ο υπολογισμός αυτός έγινε με την βοήθεια πακέτων επεξεργασίας στον Η/Υ αξιοποιώντας κλιματικούς παράγοντες 22 ετών και 5 μετεωρολογικών σταθμών. Οι σταθμοί αυτοί ήταν : Λαρίσης, Λιβαδιού, Σκοπιάς, Γιάννουλης και Σωτηρίου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, έγινε προσπάθεια αποκατάστασης των κενών των κλιματικών παραμέτρων με συσχετίσεις. Τα αποτελέσματα όμως δεν ήταν ικανοποιητικά.

Οι τρεις διαφορετικοί μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι εξής:

1η μέθοδος: Από τις μέσες μηνιαίες τιμές των κλιματικών παραμέτρων, υπολογίσθηκε για κάθε μήνα και κάθε έτος της αρδευτικής περιόδου η τιμή της βασικής εξατμισοδιαπνοής.

Για τους μήνες που δεν υπήρχαν στοιχεία δεν έγινε υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής. Τέλος υπολογίσθηκε η μέση τιμή της ETr όλης της χρονοσειράς για κάθε μήνα της αρδευτικής περιόδου.

2η μέθοδος: Τα κενά των κλιματικών παραμέτρων της κάθε χρονοσειράς συμπληρώθηκαν με την μέση τιμή των υπαρχόντων στοιχείων της χρονοσειράς και εκτιμήθηκε η μέση ET_r για κάθε μήνα της αρδευτικής περιόδου και κάθε έτος. Τέλος υπολογίσθηκε η μέση τιμή όλης της χρονοσειράς για κάθε μήνα της αρδευτικής περιόδου.

3η μέθοδος: Χωρίς να συμπληρωθούν τα υπάρχοντα κενά, υπολογίσθηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές όλων των κλιματικών παραμέτρων και με βάση τις τιμές αυτές εκτιμήθηκε η μέση ET_r για κάθε μήνα της χρονοσειράς.

Από την σύγκριση των τιμών της ET_r που προέκυψαν από τις τρεις διαφορετικές μεθόδους χρήσης των κλιματικών παραμέτρων και την εφαρμογή της τροποποιημένης σχέσης του Penman, φαίνεται ότι οι διαφορές τους είναι πρακτικά ασήμαντες και κυμαίνονται από 0-5% ανεξάρτητα από τον τρόπο αξιοποίησης των στοιχείων των σταθμών του νομού Λαρίσης.

Τονίζεται δε, ότι η διαδικασία αυτή είναι δυναμική και οι τιμές της ET_r και της βροχής πρέπει να ανανεώνονται συνεχώς καθώς κάθε χρόνο οι σειρές θα εμπλουτίζονται με νέα στοιχεία από τα υφιστάμενα ή τα νέα δίκτυα των μετεωρολογικών σταθμών που εγκαθίστανται στην περιοχή.

Να σημειωθεί επίσης, ότι οι μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιούνται είναι το μέγιστο που θα μπορούσε λόγω των ελλείψεων ή λόγω της έλλειψης οργάνων από τις υπηρεσίες για τον υπολογισμό όλων των σχετικών παραμέτρων.

Στον πίνακα 13 παρουσιάζονται οι μετεωρολογικοί σταθμοί, το γεωγραφικό πλάτος τους, το υψόμετρο και ο φορέας στον οποίο ανήκει ο καθένας.

Πίνακας 13.

Μετεωρολογικοί σταθμοί στο Ν. Λάρισα

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΦΟΡΕΑΣ
ΛΙΒΑΔΙΟΥ	40 08'	1183	ΥΠΓΕ
ΛΑΡΙΣΗΣ	39 38'	73	ΕΜΥ
ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	39 42'	69	ΥΠΓΕ
ΣΚΟΠΙΑΣ	39 09'	450	ΥΠΓΕ
ΣΩΤΗΡΙΟΥ	39 30'	51	ΥΠΓΕ

Συνοπτικά στον πίνακα 14 παρουσιάζονται οι κλιματικοί παράμετροι που υπάρχουν σε κάθε σταθμό.

Πίνακας 14

Κλιματικοί παράμετροι

	T mean	RH mean	U wind	H sun	RAIN mean
ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ					
ΛΙΒΑΔΙΟΥ	v	v	v	v	v
ΛΑΡΙΣΗΣ	v	v	v	v	
ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	v	v			v
ΣΚΟΠΙΑΣ	v	v	v	v	v
ΣΩΤΗΡΙΟΥ	v	v	v	v	v

3.ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Παρακάτω παρουσιάζονται οι τρεις μέθοδοι υπολογισμού της βασικής εξατμισοδιαπνοής ανά μετεωρολογικό σταθμό, τα αποτελέσματα, τα ιστογράμματα, οι καμπύλες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής και βροχοπτώσεων που προκύπτουν, η βασική εξατμισοδιαπνοή και βροχόπτωση ανά αρδευτικό δίκτυο.

3.1 ΠΡΩΤΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Γίνεται εφαρμογή των κλιματικών παραμέτρων στην εξίσωση του Penman για κάθε σταθμό χωριστά. Με την εφαρμογή των κλιματικών παραμέτρων, προκύπτουν τιμές εξατμισοδιαπνοής για κάθε μήνα και για κάθε έτος. Στην συνέχεια βγαίνει ο μέσος όρος για κάθε μήνα.

Το σύνολο των αποτελεσμάτων των μέσων όρων σε κάθε μετεωρολογικό σταθμό και για κάθε μήνα φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 15.

Μέσες τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής (1η μέθοδος)

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΛΙΒΑΔΙΟΥ	114.08	135.6	157.17	139.19	98.4
ΛΑΡΙΣΗΣ	153.33	197	226.8	200.33	128.03
ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	158.1	195.9	222.27	199.02	130.8
ΣΚΟΠΙΑΣ	148.49	189.6	231.26	207.7	132.3
ΣΩΤΗΡΙΟΥ	131.56	157.2	164.61	147.16	99.12

(mm/month)

Σημειώνεται ότι στους μετεωρολογικούς σταθμούς Λαρίσης και Γιάννουλης υπήρξε έλλειψη στον πρώτο σταθμό της μέσης σχετικής υγρασίας, και στο δεύτερο σταθμό της ταχύτητας ανέμου και της ηλιοφάνειας. Επειδή η απόσταση των σταθμών είναι μικρή και η διαφορά στο υψόμετρο τους ελάχιστη, η λύση δόθηκε με το δανεισμό πινάκων από τον έναν σταθμό στον άλλο.

3.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Στην περίπτωση αυτή, καλύπτονται τα κενά που υπάρχουν στους πίνακες των κλιματικών παραμέτρων με τους μέσους όρους της στήλης. Έπειτα από αυτή την τροποποίηση, η εξίσωση του Penman δίνει τιμές εξατμισοδιαπνοής, για κάθε μήνα και χρόνο. Από τις τιμές αυτές υπολογίζεται ο νέος μέσος όρος οπότε προκύπτει ο πίνακας 16.

Πίνακας 16.

Μέσες τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής (2η μέθοδος)

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΛΙΒΑΔΙΟΥ	112.56	132.40	155.90	134.65	95.1
ΛΑΡΙΣΗΣ	151.98	192.70	220.84	197.12	125.11
ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	155.31	196.3	223.34	198.88	129.99
ΣΚΟΠΙΑΣ	146.94	181.60	229.5	206.1	130.6
ΣΩΤΗΡΙΟΥ	129.95	155.80	162.06	148.19	98.5

(mm/month)

3.3 ΤΡΙΤΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Στην περίπτωση εφαρμογής της τρίτης μεθόδου υπολογισμού της βασικής εξατμισοδιαπνοής, από τους αρχικούς πίνακες όπου υπάρχουν κενά στις κλιματικές παραμέτρους, συγκεντρώνονται οι τιμές των μέσων όρων κάθε χρονοσειράς, για κάθε μήνα και κάθε κλιματικό παράγοντα, για όλους τους μετεωρολογικούς σταθμούς και προκύπτουν οι πίνακες 17-21.

Πίνακας 17.

Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Λιβαδιού.

	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	14.67	18.23	20.69	20.64	17.45
ΩΡΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ	155.73	168.00	206.27	188.74	175.69
ΜΕΣΗ ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	74.03	69.73	67.94	70.48	72.34
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	6.88	6.39	7.19	6.89	6.24
ΒΡΟΧΗ	62.21	51.72	46.56	41.28	35.26

Πίνακας 18.

Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Λάρισας.

	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	19.31	24.91	27.07	25.48	21.82
ΩΡΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ	257.20	312.92	333.26	311.46	251.35
ΜΕΣΗ ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	61.76	48.57	46.16	50.96	58.71
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	4.78	5.46	6.33	6.05	5.15
ΒΡΟΧΗ	43.93	22.36	19.29	20.36	10.85

Πίνακας 19.

Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Γιάννουλης.

	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	20.24	25.78	27.55	26.36	23.04
ΩΡΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ	257.20	312.92	333.26	311.46	251.35
ΜΕΣΗ ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	60.93	51.47	49.70	54.36	59.80
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	4.78	5.46	6.33	6.05	5.15
ΒΡΟΧΗ	43.93	22.36	19.29	20.36	10.85

Πίνακας 20.

Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Σκοπιάς.

	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	24.40	30.25	32.95	33.38	28.80
ΩΡΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ	218.45	234.38	263.30	276.97	206.50
ΜΕΣΗ ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	78.52	73.24	71.29	72.40	76.52
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	4.42	4.47	4.39	4.33	3.93
ΒΡΟΧΗ	24.25	31.30	21.01	23.06	21.99

Πίνακας 21.

Μέση τιμή των κλιματικών παραμέτρων στον μετεωρολογικό σταθμό Σωτήριου.

	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	17.73	23.36	24.72	23.69	20.59
ΩΡΕΣ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ	239.27	279.73	275.79	280.84	206.82
ΜΕΣΗ ΣΧΕΤ. ΥΓΡΑΣΙΑ	79.10	76.84	75.40	75.58	74.41
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ	2.89	3.48	3.03	2.77	2.67
ΒΡΟΧΗ	44.98	18.43	16.40	14.88	18.55

3.3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΡΙΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΒΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Η εφαρμογή στην εξίσωση του Penman, των μέσων όρων για κάθε μήνα και κάθε σταθμό δίδει τα αποτελέσματα όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 22.

Πίνακας 22.

Μέσες τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοή (3η μέθοδος)

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΣΤΑΘΜΟΥ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΛΙΒΑΔΙΟΥ	112.52	131.50	156.64	136.20	95.52
ΛΑΡΙΣΗΣ	151.25	195.60	225.37	199.64	125.40
ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	157.68	196.80	221.65	199.02	128.70
ΣΚΟΠΙΑΣ	146.32	189.1	229.48	206.7	131.32
ΣΩΤΗΡΙΟΥ	128.03	159	164.61	151.9	97.2

(mm/month)

3.4 ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Συγκεντρωτικά, οι τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής ανά μετεωρολογικό σταθμό, με τις 3 μεθόδους υπολογισμού δίδονται στον πίνακα 23.

Πίνακας 23

Συγκεντρωτικός πίνακας αποτελεσμάτων

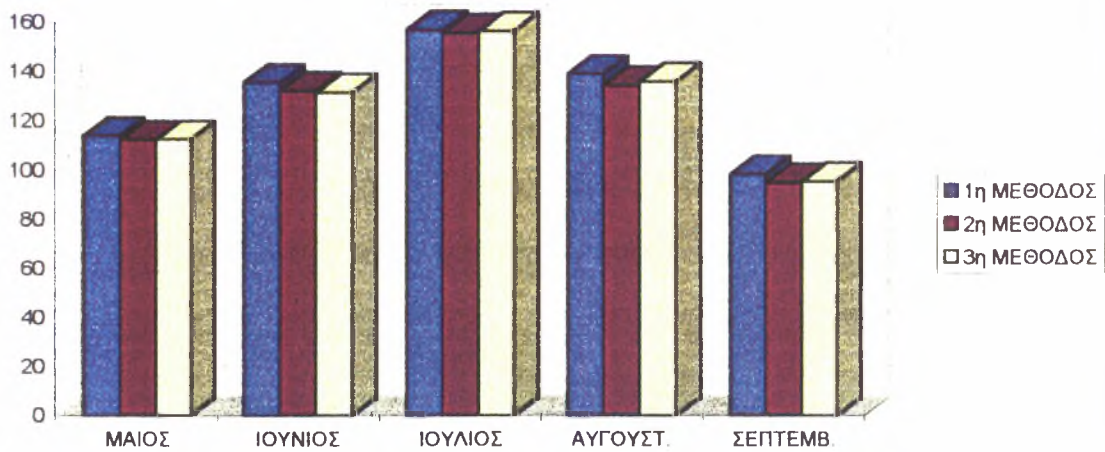
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓ. ΣΤΑΘΜΟΙ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΛΙΒΑΔΙ					
1η μέθοδος	114.08	135.6	157.17	139.19	98.4
2η μέθοδος	112.56	132.4	155.9	134.65	95.1
3η μέθοδος	112.52	131.5	156.64	136.2	95.52
ΛΑΡΙΣΑ					
1η μέθοδος	153.33	197	226.8	200.33	128.03
2η μέθοδος	151.98	192.7	220.84	197.12	125.11
3η μέθοδος	151.25	195.6	225.37	199.64	125.4
ΓΙΑΝΝΟΥΛΗ					
1η μέθοδος	158.1	195.9	222.27	199.02	130.8
2η μέθοδος	155.31	196.3	223.34	198.88	129.99
3η μέθοδος	157.68	196.8	221.65	199.02	128.7
ΣΚΟΠΙΑ					
1η μέθοδος	148.49	189.6	231.26	207.7	132.3
2η μέθοδος	146.94	181.6	229.5	206.1	130.6
3η μέθοδος	146.32	189.1	229.48	206.7	131.32
ΣΩΤΗΡΙΟ					
1η μέθοδος	131.56	157.2	164.61	147.16	99.12
2η μέθοδος	129.95	155.8	162.06	148.19	98.5
3η μέθοδος	128.03	159	164.61	151.9	97.2

3.5 ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των 3 μεθόδων παρουσιάζονται ανά μετεωρολογικό σταθμό πιο παραστατικά σε 5 ιστογράμματα. Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζονται οι 5 μήνες της αρδευτικής περιόδου, ενώ στον κάθετο άξονα οι τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής.

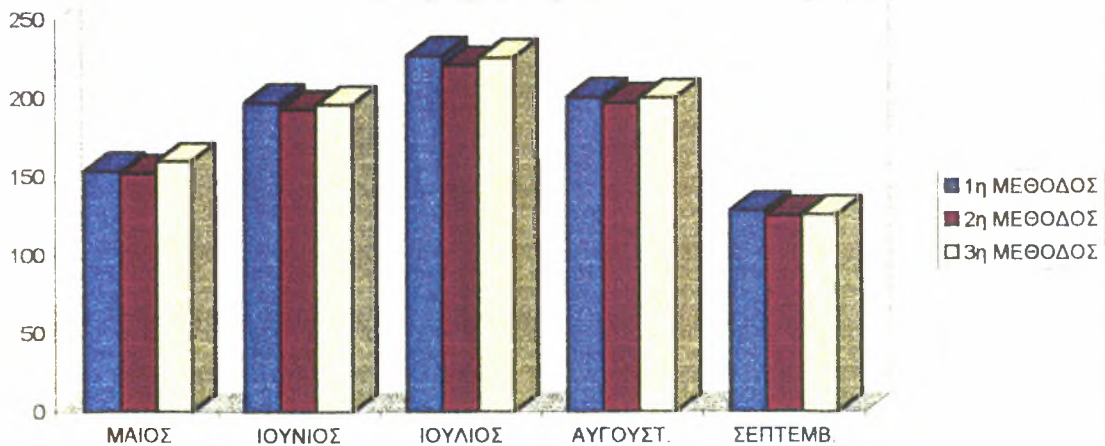
Ιστόγραμμα 1.

Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Λιβαδιού



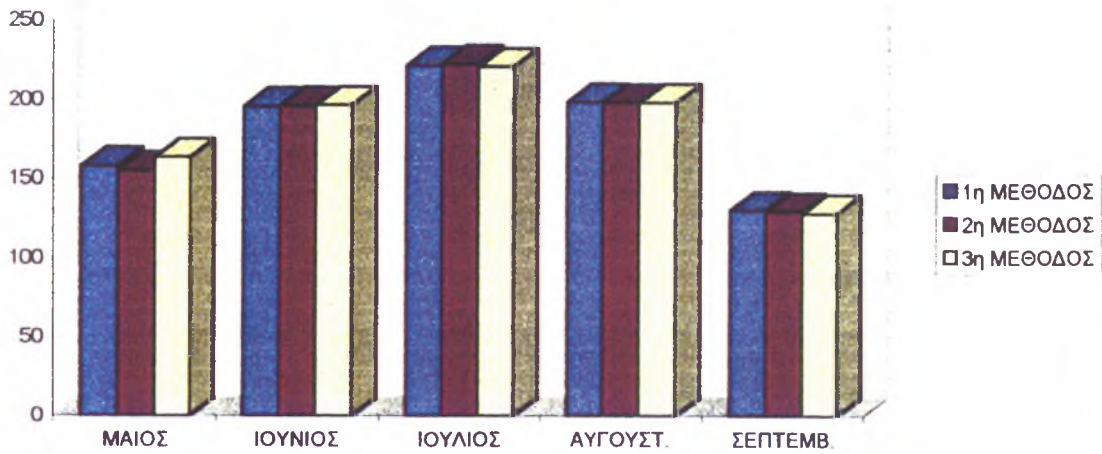
Ιστόγραμμα 2.

Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Λάρισας



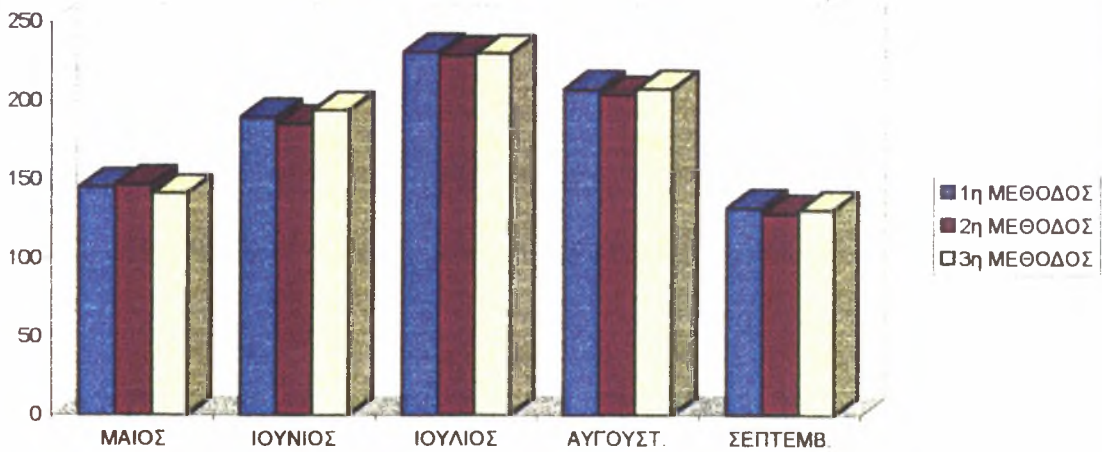
Ιστόγραμμα 3.

Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Γιάννουλης



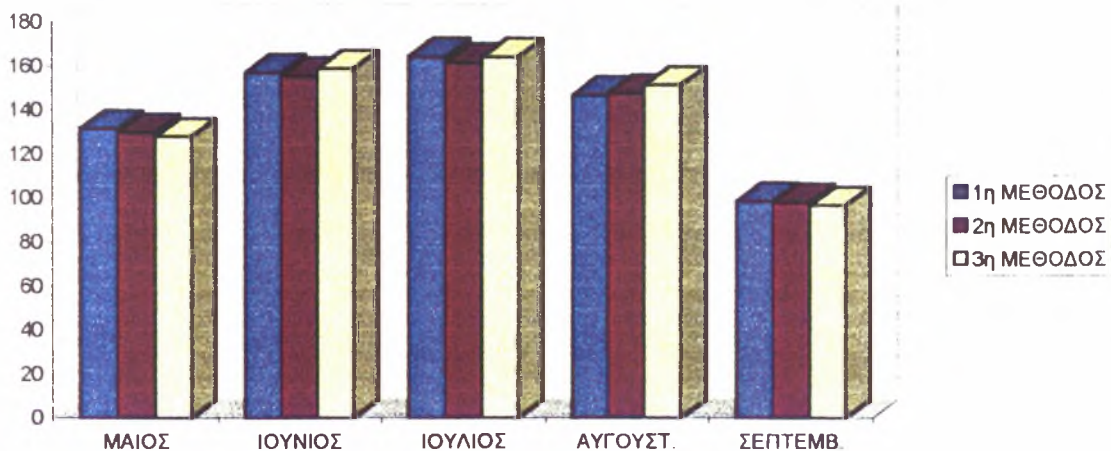
Ιστόγραμμα 4.

Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Σκοπιάς



Ιστογράμμα 5.

Αποτελέσματα μετεωρολογικού σταθμού Σωτηρίου



Όπως έχει προαναφερθεί στην ενότητα 2.8 έγινε χρήση τριών μεθόδων εξαιτίας της έλλειψης μετεωρολογικών δεδομένων με στόχο τον έλεγχο των πιθανών αποκλίσεων μεταξύ τους. Από την ανάλυση των ιστογραμμάτων διαπιστώνεται ότι οι αποκλίσεις είναι μικρότερες του 5%. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί συνεχίζεται η διερεύνηση με βάση τα αποτελέσματα της τρίτης μεθόδου.

3.6 ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Σύμφωνα με τους Snyder και Jensen, ένας αξιόπιστος τρόπος εκτίμησης της μέσης αναμενόμενης ημερήσιας βασικής εξατμισοδιαπνοής, είναι η χρήση του μηνιαίου μέσου όρου των τιμών μιας χρονοσειράς ιστορικών κλιματικών δεδομένων.

Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω, και χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα της τρίτης μεθόδου υπολογισμού της βασικής εξατμισοδιαπνοής από όλους τους μετεωρολογικούς σταθμούς της Θεσσαλίας, και τη βοήθεια Η/Υ, προκύπτουν οι καμπύλες ίσων τιμών βασικής εξατμισοδιαπνοής.

Με την εφαρμογή αυτών των καμπυλών στο χάρτη της Θεσσαλίας προκύπτουν οι απεικονίσεις ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής ανά μήνα όπως παρουσιάζονται παρακάτω στους χάρτες 1-5.

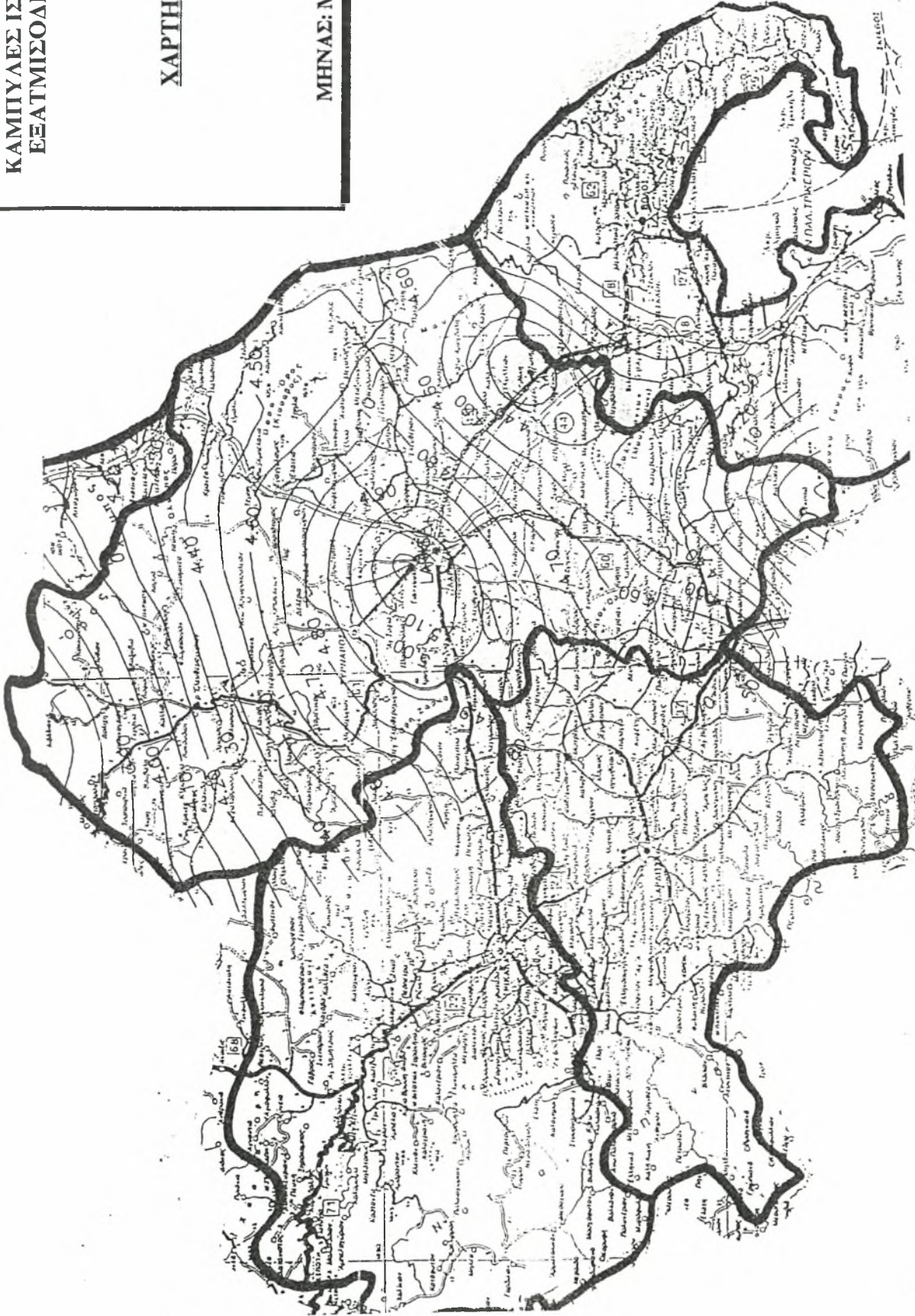
3.7 ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΩΝ

Με την ίδια διαδικασία εφαρμόζονται οι τις τιμές των βροχοπτώσεων των μετεωρολογικών σταθμών της Θεσσαλίας και προκύπτουν οι χάρτες με τις καμπύλες ίσων τιμών βροχοπτώσεων ανά μήνα όπως παρουσιάζονται στους χάρτες 6-10 που ακολουθούν.

ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΕΞΑΤΜΙΣΩΔΙΑΠΝΟΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 1.

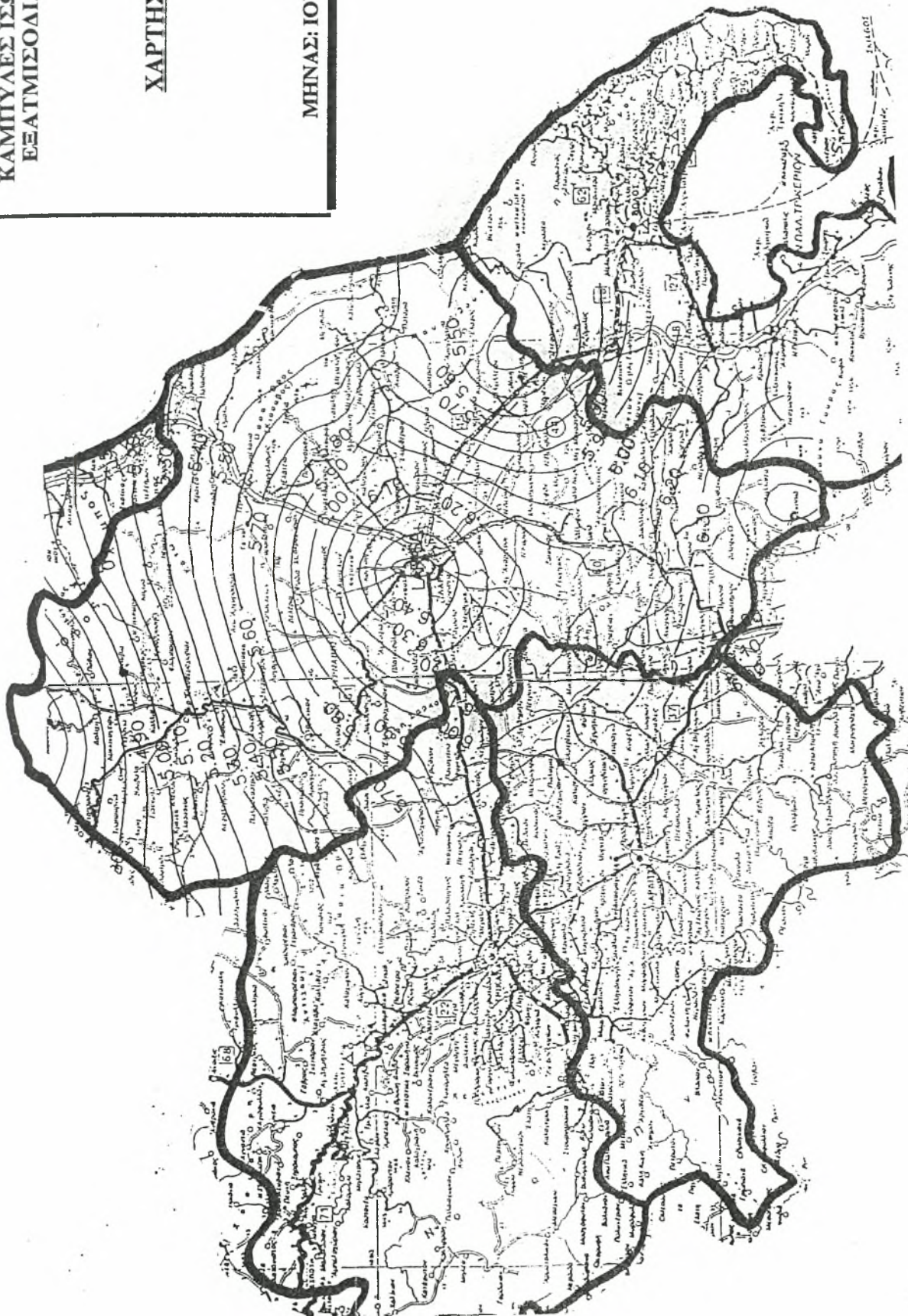
ΜΗΝΑΣ: ΜΑΙΟΣ



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΊΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΕΞΑΤΜΕΩΔΙΑΠΝΟΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 2.

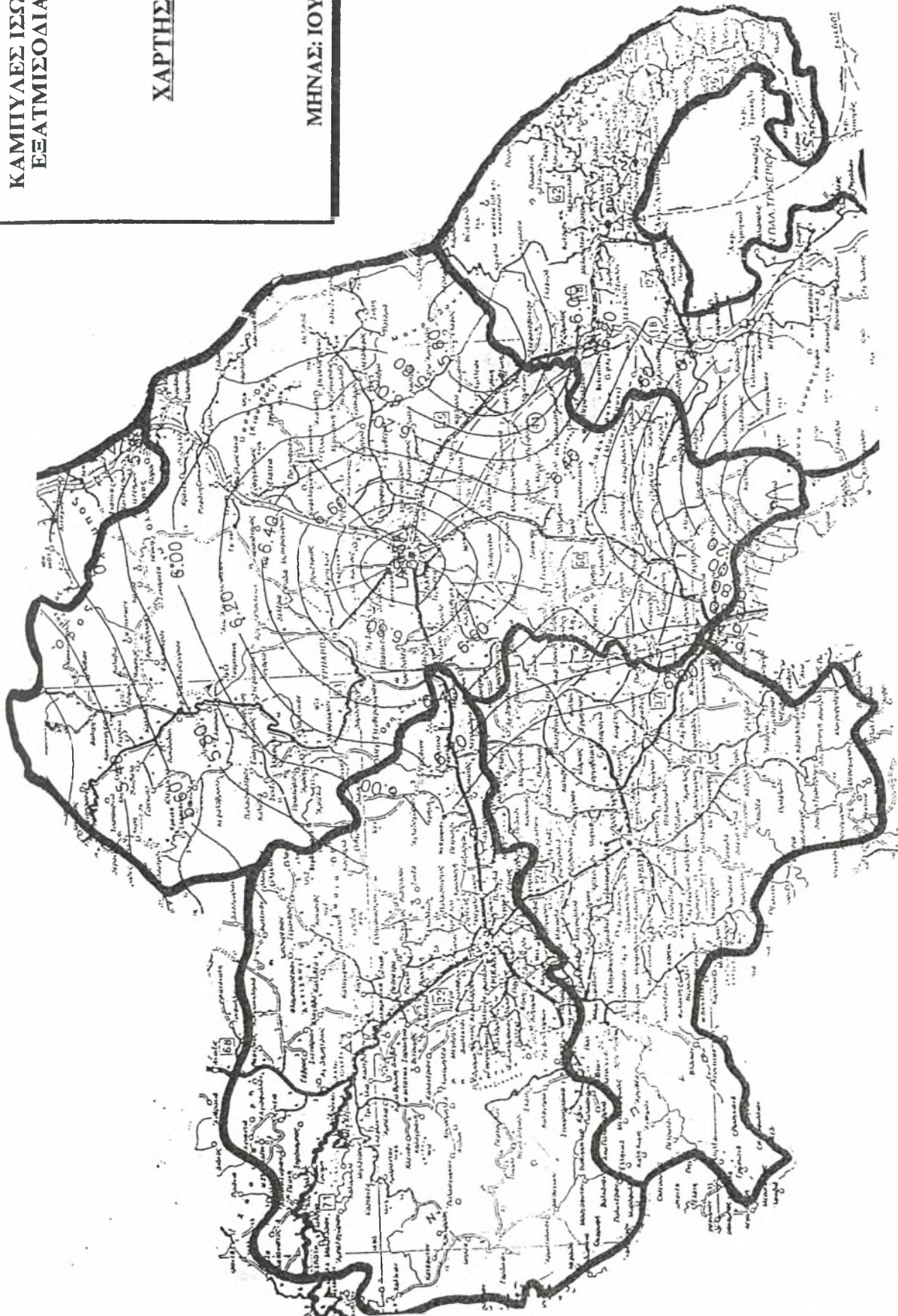
ΜΗΝΑΣ: ΙΟΥΝΙΟΣ



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 3.

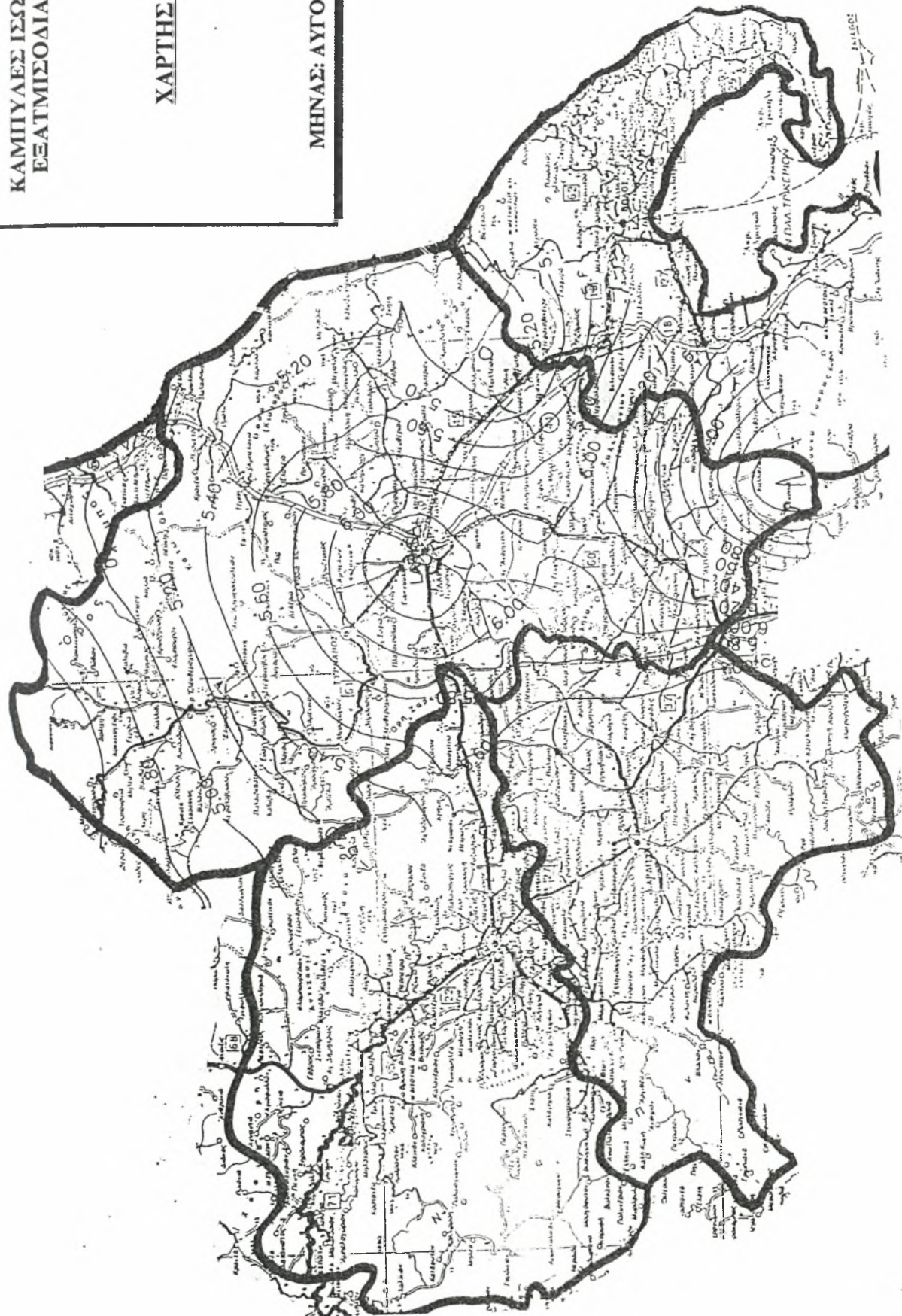
ΜΗΝΑΣ: ΙΟΥΛΙΟΣ



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 4.

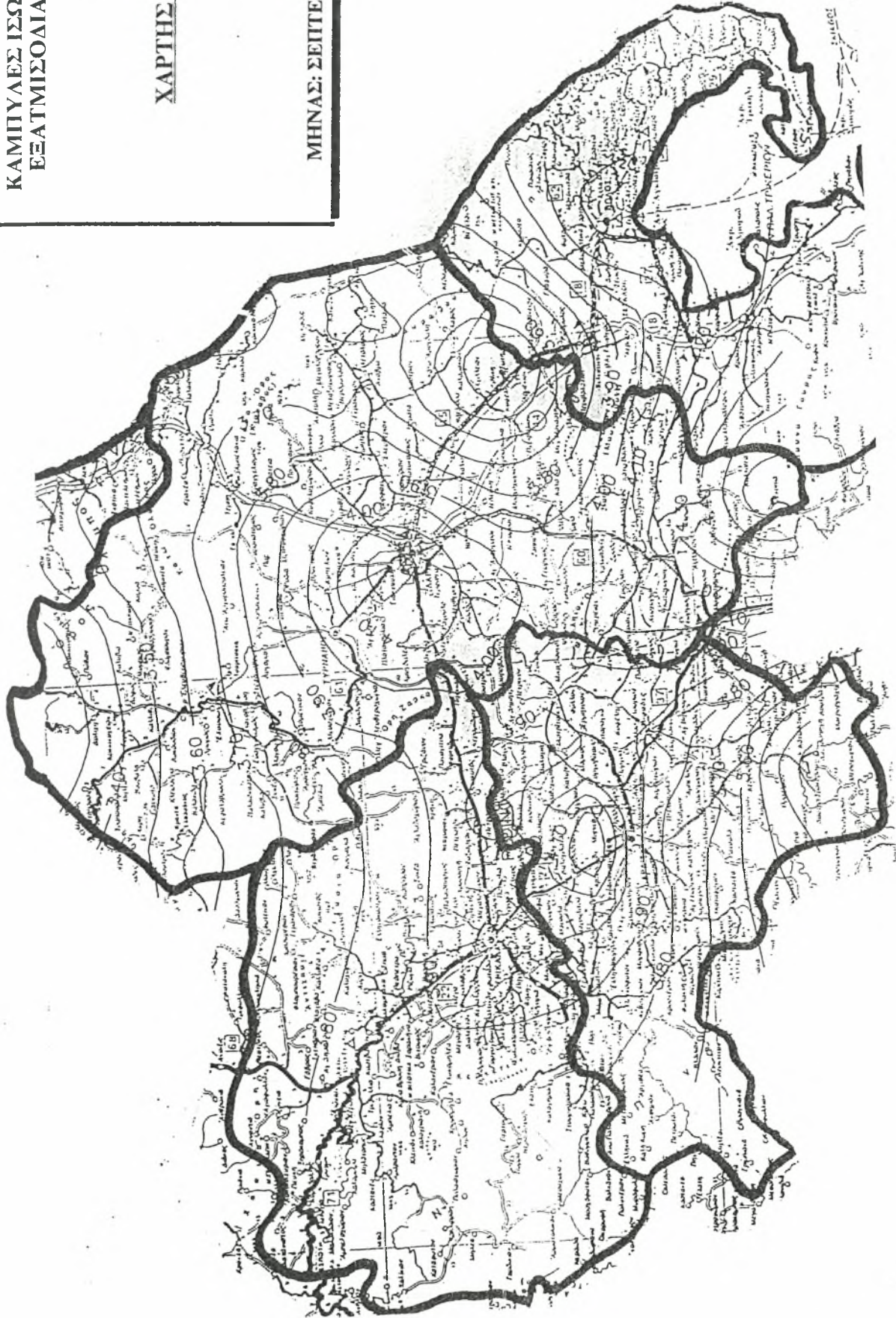
ΜΗΝΑΣ: ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 5.

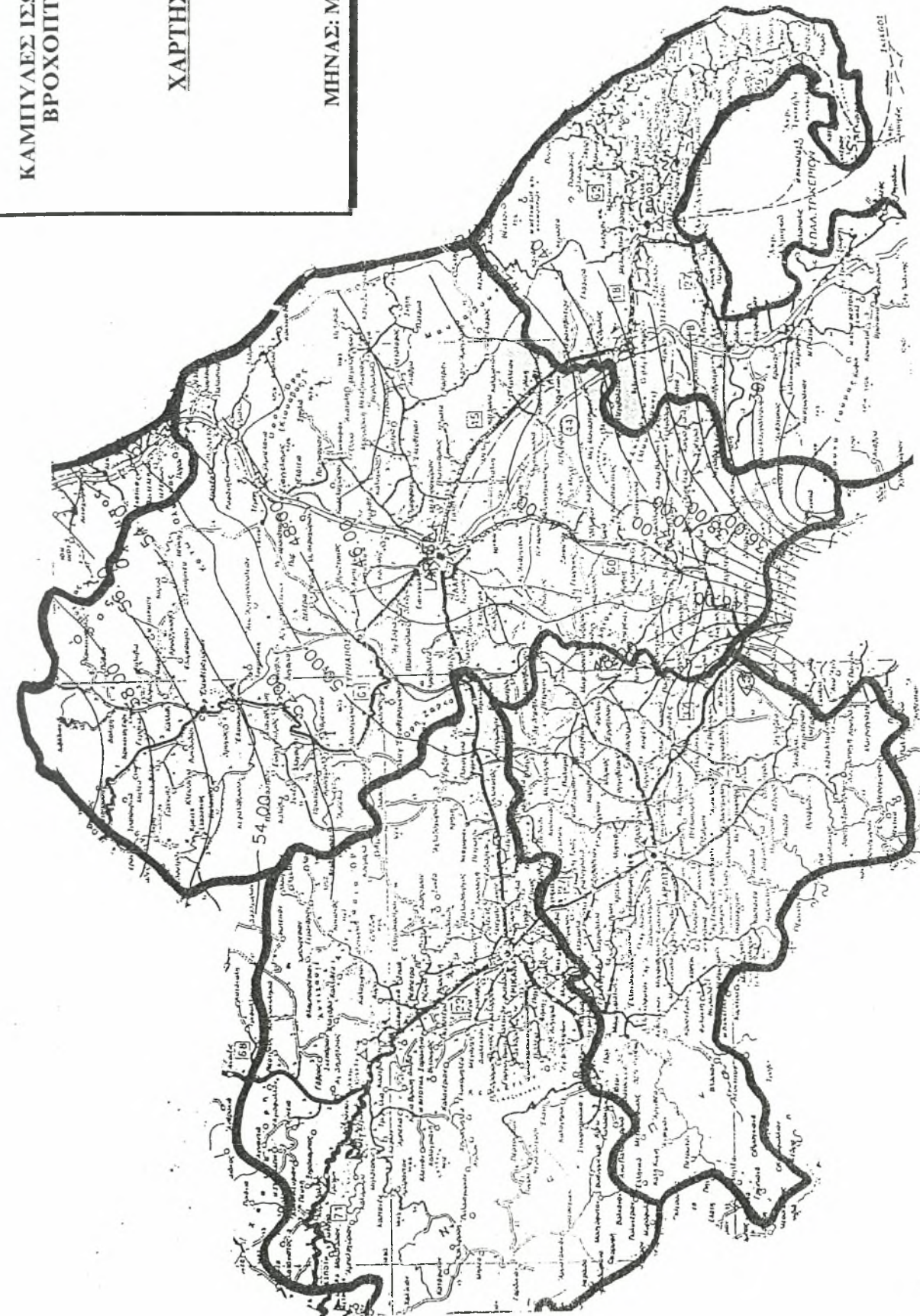
ΜΗΝΑΣ: ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 6.

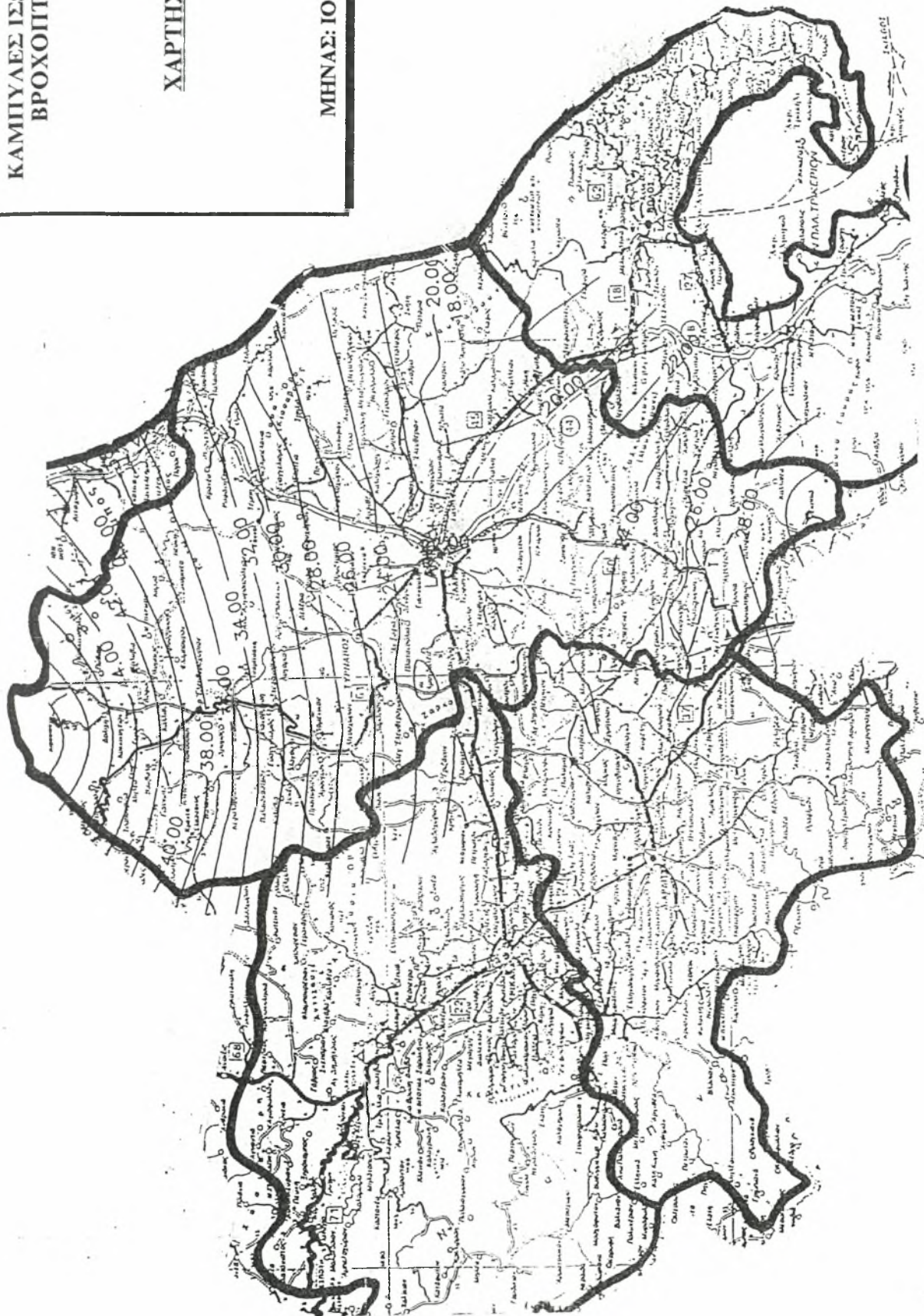
ΜΗΝΑΣ: ΜΑΙΟΣ



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 7.

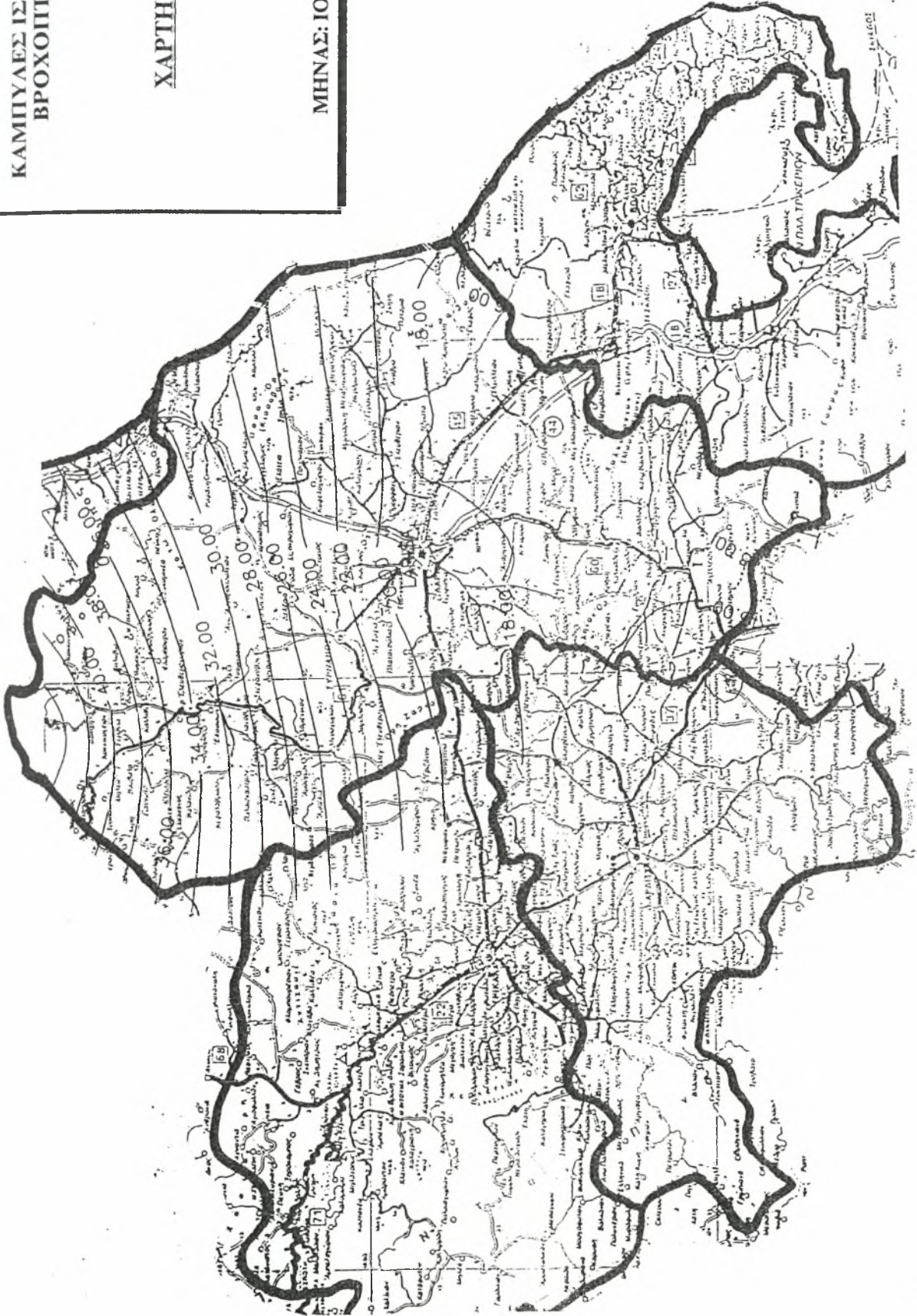
ΜΗΝΑΣ: ΙΟΥΝΙΟΣ



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 8.

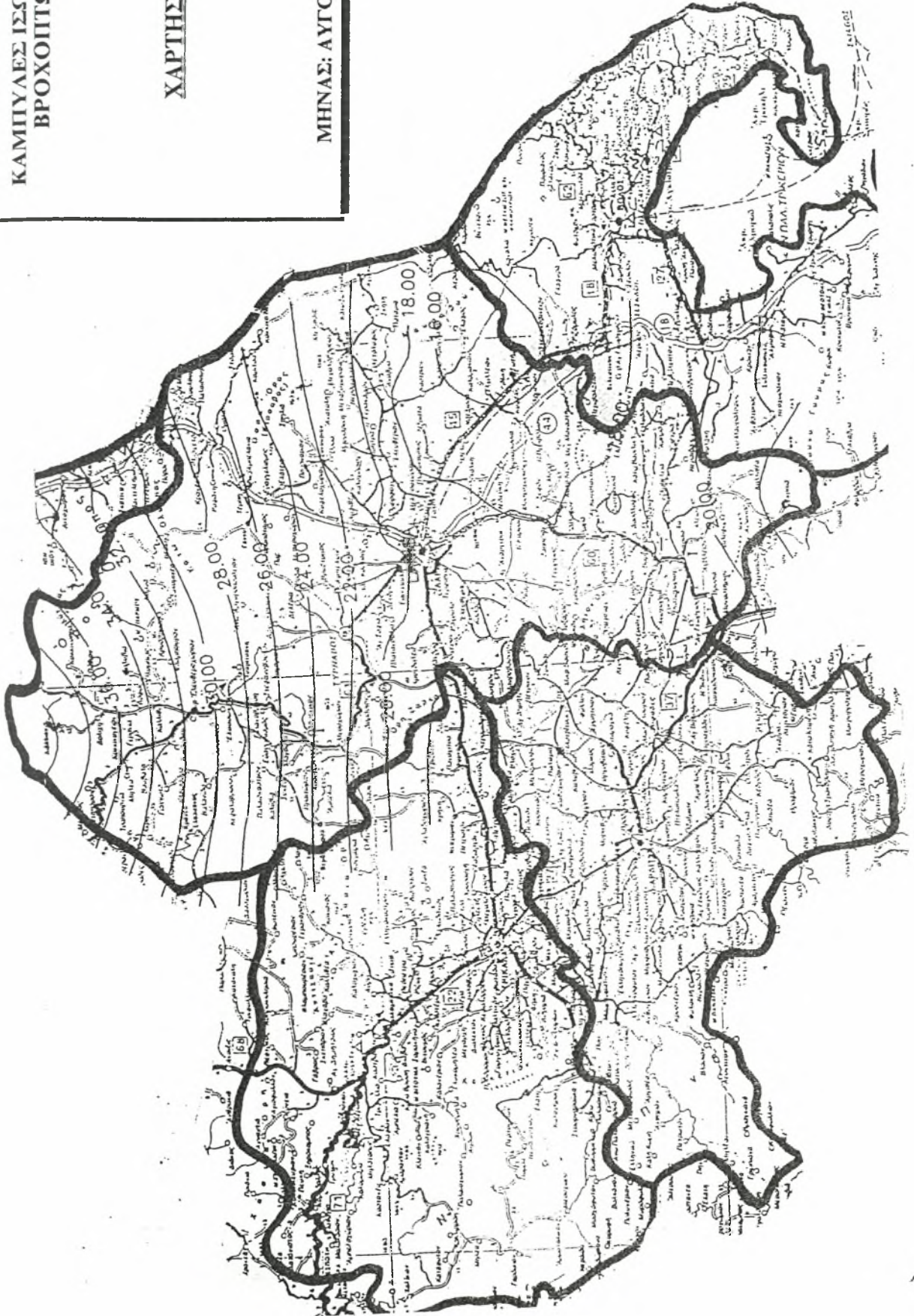
ΜΗΝΑΣ: ΙΟΥΛΙΟΣ



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 9.

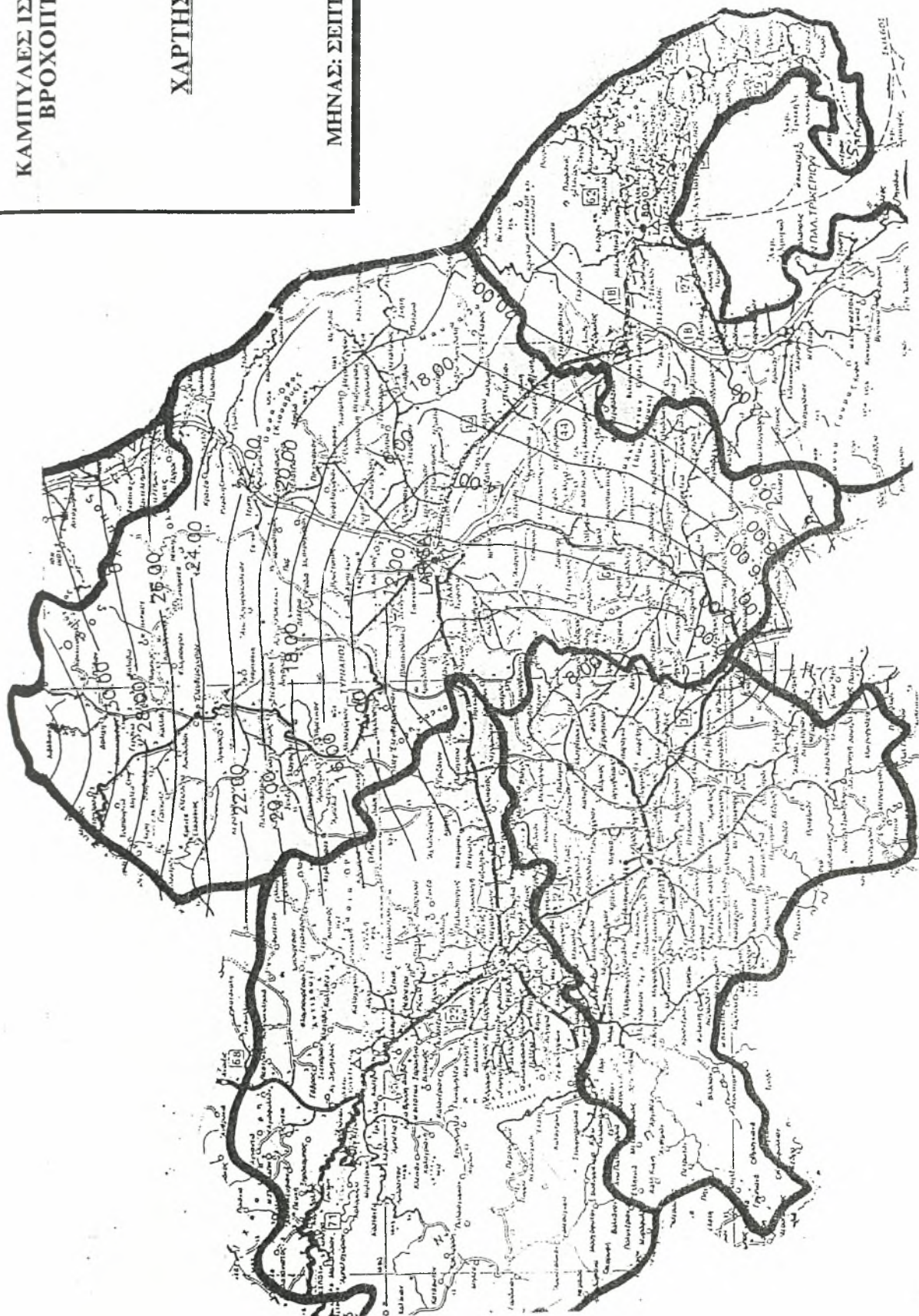
ΜΗΝΑΣ: ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ



ΚΑΜΠΥΛΕΣ ΙΣΩΝ ΤΙΜΩΝ
ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ

ΧΑΡΤΗΣ 10.

ΜΗΝΑΣ: ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ



3.8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΒΑΣΙΚΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ

Για να υπολογιστούν οι συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργείων σε νερό, πρέπει πρώτα να υπολογιστεί η βασική εξατμισοδιαπνοή ανά αρδευτικό δίκτυο. Για το λόγο αυτό καταγράφονται τα δίκτυα του νομού και χρησιμοποιούνται οι χάρτες ίσων τιμών (χάρτες 1-10).

3.8.1 ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΔΙΚΑΙΟΔΟΣΙΑΣ ΓΟΕΒ

Ο Ν. Λάρισα περιλαμβάνει 9 αρδευτικά δίκτυα δικαιοδοσίας ΓΟΕΒ. Πιο συγκεκριμένα το κάθε αρδευτικό δίκτυο καλύπτει τις ανάγκες των εξής κοινοτήτων:

- ΤΟΕΒ Πηγειού. Περιλαμβάνει τις καλλιέργειες των περιοχών Κουλούρι, Ομορφοχώρι, Γυρτώνη, Αμφιθέα, Καλοχώρι, Νέσσων, Ελευθέριο, Δήμητρα, Πρασιά, Καστρί, Αμυγδαλή, Καλαμάκι, Πλατύκαμπος, Μελισσοχώρι, Γλαύκη, Νάματα.
- ΤΟΕΒ Μάτι Τυρνάβου. Περιλαμβάνει τις καλλιέργειες των περιοχών Αργυροπούλι, Δελέρια, Ροδιά, Τύρναβος, Βρυότοπος, Αμπελώνας, Φαλάνη, Γιάννουλη, Δασοχώρι.
- ΤΟΕΒ Τυρνάβου. Περιλαμβάνει μόνο καλλιέργειες της περιοχής Τυρνάβου.
- ΤΟΕΒ Δαμασίου. Περιλαμβάνει μόνο καλλιέργειες της περιοχής Δαμασίου.
- ΤΟΕΒ Φαρσάλων. Περιλαμβάνει καλλιέργειες των περιοχών Φάρσαλα, Βρυσιά, Άγιος Γεώργιος, Ανωχώρι, Βασιλή, Υπέρεια, Κατωχώρι, Σταυρός, Πολυνέρι, Ενυδρίο, Λόφος, Ζωοδόχος Πηγή, Κρήνη, Αύρα, Βαμβακού, Σιτοχώριο, Δασόλοφος, Βασιλικά, Πολυδάμι, Ερέτρια, Νεράιδα, Αμπέλια.
- ΤΟΕΒ Ταουσάνης. Περιλαμβάνει καλλιέργειες των περιοχών Τερψιθέα, Ραχούλα, Μάνδρα, Κουτσόχερο, Λουτρό, Κάστρο, Μαυροβούνι, Κοιλάδα, Ελευθερές, Κραννώνας, Άγιοι Ανάργυροι, Άγιος Γεώργιος.

- ΤΟΕΒ μείζωνος Τυρνάβου. Περιλαμβάνει καλλιέργειες των περιοχών Δένδρα,Πλατανούλια,Αγία Σοφία.
- ΤΟΕΒ Ραψάνης. Περιλαμβάνει καλλιέργειες των περιοχών Ραψάνη, Πυργετός.
- ΤΟΕΒ Μακρυχωρίου. Περιλαμβάνει καλλιέργειες μόνο της περιοχής Μακρυχωρίου.

3.8.2 ΒΑΣΙΚΗ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΑΝΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Οι τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής ανά αρδευτικό δίκτυο όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 24, προκύπτουν με το σχεδιασμό των αρδευτικών δικτύων επάνω στους χάρτες ίσων τιμών εξατμισοδιαπνοής και τον υπολογισμό με ολοκληρώματα του εμβαδού που καλύπτουν τα αρδευτικά δίκτυα.

Πίνακας 24.

Τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	146.78	178.20	193.60	175.90	112.50
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	153.45	183.75	207.70	185.07	121.20
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	153.45	183.00	206.15	182.90	135.00
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	151.28	180.00	199.95	179.80	119.40
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΥΘ)	141.83	185.10	211.57	199.95	125.25
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΥΘ)	151.29	188.40	207.70	187.24	121.50
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	158.41	190.50	213.90	180.00	125.00
ΡΑΨΑΝΗΣ	138.70	163.20	180.00	165.85	108.00
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	148.18	175.50	198.40	177.94	116.70

(mm/month)

3.9 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ ΑΝΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Οι τιμές της βροχόπτωσης ανά αρδευτικό δίκτυο που παρουσιάζονται στον πίνακα 25, είναι αποτέλεσμα του σχεδιασμού των αρδευτικών δικτύων στους χάρτες ίσων τιμών βροχόπτωσης και του υπολογισμού του εμβαδού που καλύπτουν τα αρδευτικά δίκτυα.

Πίνακας 25.

Τιμές της βροχόπτωσης

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	44.90	21.20	19.00	18.75	15.20
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	47.70	26.00	23.60	23.20	14.80
ΤΥΡΝΑΒΟΥ.	48.20	26.00	23.20	22.40	14.00
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	48.40	24.20	22.50	20.80	12.00
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΥΘ)	43.00	25.60	11.50	19.00	14.20
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΥΘ)	46.60	23.00	18.50	19.00	9.70
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	46.00	23.70	20.70	20.60	11.50
ΡΑΨΑΝΗΣ	49.00	32.00	29.00	27.40	23.50
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	47.40	28.00	25.00	24.60	18.20

(mm/month)

4. ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΛΑΡΙΣΑΣ

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα του τρίτου κεφαλαίου και ειδικότερα τα αποτελέσματα της βασικής εξατμισοδιαπνοής της ενότητας 3.8, τις τιμές βροχόπτωσης της ενότητας 3.9, τις τιμές των φυτικών συντελεστών και στοιχεία που παρουσιάζονται σε αυτό το κεφάλαιο όπως ο πίνακας καλλιεργειών στο Ν. Λάρισας, προκύπτουν οι συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

4.1 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ

Ως απαίτηση σε νερό μιας αρδευόμενης καλλιέργειας μπορεί να οριστεί η ποσότητα νερού, η οποία είναι απαραίτητη για την κανονική ανάπτυξη και απόδοση αυτής της καλλιέργειας. Η ποσότητα αυτή εξαρτάται από πλήθος παραγόντων μεταξύ των οποίων είναι η εξατμισοδιαπνοή και οι παράγοντες που την επηρεάζουν.

Για τον ακριβή υπολογισμό των απαιτήσεων σε νερό των καλλιεργειών, είναι απαραίτητος αφ'ενός μεν ο υπολογισμός της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής, αφ'ετέρου δε, ο υπολογισμός της ποσότητας του νερού η οποία παρέχεται στις καλλιέργειες μέσω των βροχοπτώσεων.

Από τον υπολογισμό της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής ET_c, και τον όγκο νερού που παρέχεται από τις βροχοπτώσεις, είναι δυνατό να υπολογιστούν οι απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

Η διαφορά της ET_c και βροχόπτωσης αποτελεί τις καθαρές μηνιαίες απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό.

4.2 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την υδατοκατανάλωση των καλλιεργειών δρουν είτε μεμονωμένα, είτε συνδυαζόμενοι μεταξύ τους. Η επίδραση των παραγόντων αυτών δεν είναι απαραίτητα σταθερή, αλλά συνήθως διαφέρει από τόπο σε τόπο και από έτος σε έτος. Η επίδραση η οποία ασκείται στην κατανάλωση του νερού από τις καλλιέργειες, είναι δυνατόν να οφείλεται στο

είδος της καλλιέργειας και στη φυσική επίδραση του περιβάλλοντος. Σημαντική είναι η επίδραση του κλίματος, του εφαρμοζόμενου νερού, του εδάφους και της τοπογραφικής διαμορφώσεως της περιοχής. Από αυτούς τους κλιματικούς παράγοντες ιδιαίτερα επηρεάζουν την κατανάλωση η θερμοκρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, η βροχή, η υγρασία, ο άνεμος, η διάρκεια της περιόδου αναπτύξεως των καλλιεργειών και το γεωγραφικό πλάτος.

1. Θερμοκρασία

Η ποσότητα του νερού η οποία καταναλώνεται από τις καλλιέργειες κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου, επηρεάζεται κυρίως από την θερμοκρασία περισσότερο από κάθε άλλο παράγοντα. Οι χαμηλές θερμοκρασίες προκαλούν ανακοπή της αναπτύξεως των φυτών, όπως και οι υψηλές προκαλούν λήθαργο των φυτών. Η κατανάλωση είναι δυνατόν να διαφέρει αρκετά ακόμα και σε έτη. Η διαπνοή των φυτών όμως δεν επηρεάζεται μόνο από τη θερμοκρασία, αλλά και από την έκταση της επιφάνειας των φύλλων και τις φυσιολογικές ανάγκες των φυτών.

2. Υγρασία

Η εξάτμιση και η διαπνοή επηρεάζονται από την υγρασία του περιβάλλοντος. Οι τιμές τους είναι μεγαλύτερες, όταν η υγρασία είναι μικρή και μικρότερες όταν η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος είναι μεγάλη.

3. Άνεμος

Η εξάτμιση από το έδαφος και τα φυτά γίνεται πιο γρήγορα όταν οι αέριες μάζες βρίσκονται σε κίνηση, παρά όταν επικρατεί νηνεμία. Θερμοί και ξηροί άνεμοι, όταν αυτοί πνέουν κατά την διάρκεια αναπτύξεως των φυτών, αυξάνουν μέχρι ενός ορίου την αναγκαία κατανάλωση.

Μόλις η επιφάνεια των εδαφών ξηραθεί, η εξάτμιση πρακτικά σταματά και η διαπνοή των φυτών περιορίζεται ως συνέπεια της ικανότητας

επηρεασμού του ρυθμού μεταφοράς του νερού από το έδαφος στα φύλλα.

4. Γεωγραφικό πλάτος

Το γεωγραφικό πλάτος έχει αξιοσημείωτη σημασία και επίδραση στην κατανάλωση του νερού από τις διάφορες καλλιέργειες. Ως συνέπεια της κίνησης της γης και της αξονικής της απόκλισης, οι ώρες της ημέρας κατά τους θερινούς μήνες είναι περισσότερες στα βόρεια πλάτη από ότι στον Ισημερινό. Εφόσον η ηλιακή ενέργεια είναι αυτή η οποία προκαλεί την φωτοσύνθεση και την εξάτμιση του νερού, κάτω από αυτές τις συνθήκες, επιτρέπει στη διαπνοή των φυτών να συνεχίζεται περισσότερες ώρες και έτσι το αποτέλεσμα που παράγεται να ισοδυναμεί με επιμήκυνση της περιόδου αναπτύξεως και κατά συνέπεια την αύξηση της καταναλώσεως από τα φυτά.

5. Φυτοκάλυψη

Η φυτική κάλυψη επηρεάζει περισσότερο από όλους τους κλιματικούς παράγοντες την υδατοκατανάλωση. Το είδος των καλλιεργούμενων φυτών, η πυκνότητα του φυλλώματος, το ποσοστό καλύψεως των αγρών από καλλιέργειες καθώς και το στάδιο αναπτύξεως τους επιδρούν κατά σημαντικό τρόπο στην καταναλισκόμενη από τα φυτά ποσότητα νερού.

6. Βροχή

Για να αποδίδουν οι βροχοπτώσεις το μέγιστο δυνατό για τις καλλιέργειες όφελος, πρέπει να έχουν τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά:

α. Το μέγεθος των βροχών πρέπει να είναι αρκετό, ώστε να καλύπτει επαρκώς τη μείωση υγρασίας, η οποία λαμβάνει χώρα στη ζώνη του ριζικού συστήματος των φυτών .

β. Η συχνότητα των βροχών πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να αυξάνει την εδαφική υγρασία, προτού τα φυτά αρχίσουν να υποφέρουν από την έλλειψη της.

γ. Η ένταση των βροχών πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή, για να είναι δυνατή η κανονική απορρόφηση της συνολικής ποσότητας του νερού από τη γη.

Σε ελάχιστες μόνο περιοχές της γης η βροχόπτωση μπορεί να καλύπτει για όλες τις εποχές του χρόνου τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό, έτσι ώστε αυτές να αποδίδουν το μέγιστο της παραγωγής τους. Η αποτυχία αυτή των βροχών να ικανοποιήσουν τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό, έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των χορηγούμενων ποσοτήτων νερού μέσω άρδευσης τόσο στα ξηρά όσο και στα υγρά κλίματα.

4.3 ΩΦΕΛΙΜΗ ΒΡΟΧΗ

Από τη βροχή που πέφτει σε ένα χωράφι μέρος μπορεί να χαθεί με επιφανειακή απορροή, βαθιά διήθηση ή εξάτμιση. Εκείνο το ποσό που απομένει αποτελεί την ωφέλιμη ή ενεργό βροχόπτωση.

Το ποσοστό που αντιπροσωπεύει η ωφέλιμη βροχή, δεν είναι σταθερό, αλλά εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της βροχής και το βαθμό καλύψεως του εδάφους από την καλλιέργεια. Έτσι η ωφέλιμη βροχή αντιπροσωπεύει μικρό σχετικά μέρος μιας βροχής που έχει σημαντικό ύψος και μεγάλη βροχόπτωση. Αντίθετα συχνές ελαφρές βροχές που συγκρατούνται στο σύνολο τους από το φύλλωμα μιας καλλιέργειας που καλύπτει πλήρως την επιφάνεια του χωραφιού, είναι 100% ωφέλιμες.

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για να υπολογιστεί η ωφέλιμη βροχόπτωση ανά αρδευτικό δίκτυο, στηρίζεται σε ποσοστά % ωφελιμότητας όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 26.

Πίνακας 26.

Ποσοστό ωφέλιμης βροχόπτωσης

Μηνιαία βροχόπτωση mm	Ποσοστό ωφέλιμης βροχοπτώσεως %
0.0 - 25.4	90-100
25.4 - 50.8	85-95
50.8 - 76.2	75-90
76.2 - 101.6	50-80
101.6- 127.0	30-60
127.0- 152.4	10-40
> 152.4	0-10

Με βάση την προηγούμενη μέθοδο υπολογίζεται η ωφέλιμη βροχόπτωση για κάθε αρδευτικό δίκτυο, στηριζόμενη στις τιμές που προέκυψαν από τους χάρτες ίσων τιμών βροχόπτωσης. Τελικά προκύπτουν οι τιμές όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 27.

Πίνακας 27.

Τιμές της ωφέλιμης βροχόπτωσης ανά αρδευτικό δίκτυο

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΜΑΙΟΣ	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	41.68	20.14	18.05	17.81	14.44
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	44.20	24.67	22.42	22.04	14.06
ΤΥΡΝΑΒΟΥ.	44.65	24.67	22.04	21.28	13.30
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	44.83	22.99	21.38	19.76	11.40
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΥΘ)	39.97	24.31	10.93	18.05	13.49
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΥΘ)	43.21	21.85	17.58	18.05	9.22
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	42.67	22.52	19.67	19.57	10.93
ΡΑΨΑΝΗΣ	45.37	30.07	27.37	25.93	22.33
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	43.93	26.47	23.75	23.37	17.29

4.4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΟ Ν.ΛΑΡΙΣΑΣ

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή των καλλιεργειών σε στρέμματα ανά αρδευτικό δίκτυο του Ν.Λάρισας για το έτος 1994 σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του Υπουργείου Γεωργίας (πίνακες Α2).

Πίνακας 28.

Κατανομή των καλλιεργειών στο Ν. Λ.άρισας

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	100383.5	4502		4524	1377.5
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	9983	2528	287	877	1450
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	510.5	786.5	15	65.5	503
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	1320.5	310.5			306.5
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΥΘ)	51684	43.5		42.5	38
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΥΘ)	18202.5			68	
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	4559	290.5		312	
ΡΑΨΑΝΗΣ		40			33.5
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	295.5	279.5	112		239
ΣΥΝΟΛΟ	186938.5	8780.5	414	5889	3947.5
ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	0	1482.5		310.5	521.5
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ		3873	1945.5	1341	709
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	5	2651	3147	372	22
ΔΑΜΑΣΙΟΥ		414.5	5578	252	
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΥΘ)		36.5		171.5	586.5
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΥΘ)		95			
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ		5150	1200	2051	
ΡΑΨΑΝΗΣ	198		209.5	12.5	
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ		2049	5.5	1012.5	129
ΣΥΝΟΛΟ	203	15751.5	12085.5	5523	1968

Η συνολική έκταση των καλλιεργειών στα παραπάνω αρδευτικά δίκτυα είναι 241.499 στρέμματα.

4.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ (ETc) ΑΝΑ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ.

Η πραγματική εξατμισοδιαπνοή για κάθε καλλιέργεια και κάθε μήνα σε όλα τα αρδευτικά δίκτυα, προέκυψε πολλαπλασιάζοντας τις τιμές της βασικής εξατμισοδιαπνοής κάθε δικτύου, με τους αντίστοιχους φυτικούς συντελεστές των καλλιεργειών (πίνακας 12).

Στους πίνακες 29-33, που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι τιμές της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής για κάθε μήνα της αρδευτικής περιόδου.

4.6 ΚΑΘΑΡΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ

Οι καθαρές μηνιαίες απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό προκύπτουν αν από τις τιμές της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής κάθε καλλιέργειας και δικτύου αφαιρεθούν οι αντίστοιχες τιμές της ωφέλιμης βροχής.

Στους πίνακες 34-38, που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι τιμές των καθαρών μηνιαίων απαιτήσεων για κάθε μήνα της αρδευτικής περιόδου.

Πίνακας 29.
Πραγματική εξετασιοδιαπίτνωή Μαιου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	46.97	124.76	76.33	66.05	58.71	36.70	66.05	44.03	88.07	85.13
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	49.10	130.43	79.79	69.05	61.38	38.36	69.05	46.04	92.07	89.00
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	49.10	130.43	79.79	69.05	61.38	38.36	69.05	46.04	92.07	89.00
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	48.41	128.59	78.67	68.08	60.51	37.82	68.08	45.38	90.77	87.74
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	45.39	120.56	73.75	63.82	56.73	35.46	63.82	42.55	85.10	82.26
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	48.41	128.60	78.67	68.08	60.52	37.82	68.08	45.39	90.77	87.75
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	50.69	134.65	82.37	71.28	63.36	39.60	71.28	47.52	95.05	91.88
ΡΑΨΑΝΗΣ	44.38	117.90	72.12	62.42	55.48	34.68	62.42	41.61	83.22	80.45
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	47.42	125.95	77.05	66.68	59.27	37.05	66.68	44.45	88.91	85.94

Πίνακας 30.
Πραγματική εξετασιοδιαπίτνωή Ιουλιου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	99.79	151.47	178.20	142.56	126.52	62.37	89.10	62.37	128.30	128.30
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	102.90	156.19	183.75	147.00	130.46	64.31	91.88	64.31	132.30	132.30
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	102.48	155.55	183.00	146.40	129.93	64.05	91.50	64.05	131.76	131.76
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	100.80	153.00	180.00	144.00	127.80	63.00	90.00	63.00	129.60	129.60
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	103.66	157.34	185.10	148.08	131.42	64.79	92.55	64.79	133.27	133.27
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	105.50	160.14	188.40	150.72	133.76	65.94	94.20	65.94	135.65	135.65
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	106.68	161.93	190.50	152.40	135.26	66.68	95.25	66.68	137.16	137.16
ΡΑΨΑΝΗΣ	91.39	138.72	163.20	130.56	115.87	57.12	81.60	57.12	117.50	117.50
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	98.28	149.18	175.50	140.40	124.61	61.43	87.75	61.43	126.36	126.36

Πίνακας 31.
Πραγματική εξατμισοδιαπνοή Ιουλίου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	162.62	164.56	191.66	164.56	164.56	87.12	154.88	96.80	139.39	160.69
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	174.47	176.55	205.62	176.55	176.55	93.47	166.16	103.85	149.54	172.39
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	173.17	175.23	204.09	175.23	175.23	92.77	164.92	103.08	148.43	171.10
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	167.96	169.96	197.95	169.96	169.96	89.98	159.96	99.98	143.96	165.96
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΥΘ)	177.72	179.83	209.45	179.83	179.83	95.21	169.26	105.79	152.33	175.60
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΥΘ)	174.47	176.55	205.62	176.55	176.55	93.47	166.16	103.85	149.54	172.39
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	179.68	181.82	211.76	181.82	181.82	96.26	171.12	106.95	154.01	177.54
ΡΑΨΑΝΗΣ	151.20	153.00	178.20	153.00	153.00	81.00	144.00	90.00	129.60	149.40
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	166.66	168.64	196.42	168.64	168.64	89.28	158.72	99.20	142.85	164.67

Πίνακας 32.
Πραγματική εξατμισοδιαπνοή Αυγούστου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	158.31	149.52	168.86	149.52	142.48	79.16	114.34	79.16	126.65	140.72
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	166.56	157.31	177.67	157.31	149.91	83.28	120.30	83.28	133.25	148.06
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	164.61	155.47	175.58	155.47	148.15	82.31	118.89	82.31	131.69	146.32
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	161.82	152.83	172.61	152.83	145.64	80.91	116.87	80.91	129.46	143.84
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΥΘ)	179.96	169.96	191.95	169.96	161.96	89.98	129.97	89.98	143.96	159.96
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΥΘ)	168.52	159.15	179.75	159.15	151.66	84.26	121.71	84.26	134.81	149.79
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	162.00	153.00	172.80	153.00	145.80	81.00	117.00	81.00	129.60	144.00
ΡΑΨΑΝΗΣ	149.27	140.97	159.22	140.97	134.34	74.63	107.80	74.63	119.41	132.68
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	160.15	151.25	170.82	151.25	144.13	80.07	115.66	80.07	128.12	142.35

Πίνακας 33.
Πραγματική εξαμνημοδιατηρή Σελτεμβρίου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	54.00	95.63		92.25	32.63	39.38	67.50	39.38	67.50	78.75
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	58.18	103.02		99.38	35.15	42.42	72.72	42.42	72.72	84.84
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	64.80	114.75		110.70	39.15	47.25	81.00	47.25	81.00	94.50
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	57.31	101.49		97.91	34.63	41.79	71.64	41.79	71.64	83.58
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΥΘ)	60.12	106.46		102.71	36.32	43.84	75.15	43.84	75.15	87.68
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΥΘ)	58.32	103.28		99.63	35.24	42.53	72.90	42.53	72.90	85.05
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	60.00	106.25		102.50	36.25	43.75	75.00	43.75	75.00	87.50
ΡΑΨΑΝΗΣ	51.84	91.80		88.56	31.32	37.80	64.80	37.80	64.80	75.60
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	56.02	99.20		95.69	33.84	40.85	70.02	40.85	70.02	81.69

Πίνακας 34.
Καθαρές απαιτήσεις των καλλιέργειών Μαΐου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	5.29	83.08	34.65	24.37	17.03	0	24.37	2.35	46.39	43.45
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	4.90	86.23	35.59	24.85	17.18	0	24.85	1.83	47.87	44.80
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	4.45	85.78	35.14	24.40	16.73	0	24.40	1.39	47.42	44.35
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	3.58	83.76	33.84	23.25	15.68	0	23.25	0.55	45.94	42.91
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΥΘ)	5.42	80.59	33.78	23.85	16.76	0	23.85	2.58	45.13	42.29
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΥΘ)	5.20	85.39	35.46	24.87	17.31	0	24.87	2.18	47.56	44.54
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	8.02	91.98	39.70	28.61	20.69	0	28.61	4.85	52.38	49.21
ΡΑΨΑΝΗΣ	0.00	72.53	26.75	17.05	10.11	0	17.05	0.00	37.85	35.08
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	3.49	82.02	33.12	22.75	15.34	0	22.75	0.52	44.98	42.01

Πίνακας 35.
Καθαρές απαιτήσεις των καλλιέργειών Ιουλίου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	79.65	131.33	158.06	122.42	106.38	42.23	68.96	42.23	108.16	108.16
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	78.23	131.52	159.08	122.33	105.79	39.64	67.21	39.64	107.63	107.63
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	77.81	130.88	158.33	121.73	105.26	39.38	66.83	39.38	107.09	107.09
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	77.81	130.01	157.01	121.01	104.81	40.01	67.01	40.01	106.61	106.61
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	79.35	133.03	160.79	123.77	107.11	40.48	68.24	40.48	108.96	108.96
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	83.65	138.29	166.55	128.87	111.91	44.09	72.35	44.09	113.80	113.80
ΜΕΙΖΟΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	84.16	139.41	167.98	129.88	112.74	44.16	72.73	44.16	114.64	114.64
ΡΑΨΑΝΗΣ	61.32	108.65	133.13	100.49	85.80	27.05	51.53	27.05	87.43	87.43
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	71.81	122.71	149.03	113.93	98.14	34.96	61.28	34.96	99.89	99.89

Πίνακας 36.
Καθαρές απαιτήσεις των καλλιέργειών Ιουλίου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	144.57	146.51	173.61	146.51	146.51	69.07	136.83	78.75	121.34	142.64
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	152.05	154.13	183.20	154.13	154.13	71.05	143.74	81.43	127.12	149.97
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	151.13	153.19	182.05	153.19	153.19	70.73	142.88	81.04	126.39	149.06
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	146.58	148.58	176.57	148.58	148.58	68.60	138.58	78.60	122.58	144.58
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	166.79	168.90	198.52	168.90	168.90	84.28	158.33	94.86	141.40	164.67
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	156.89	158.97	188.04	158.97	158.97	75.89	148.58	86.27	131.96	154.81
ΜΕΙΖΟΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	160.01	162.15	192.09	162.15	162.15	76.59	151.45	87.28	134.34	157.87
ΡΑΨΑΝΗΣ	123.83	125.63	150.83	125.63	125.63	53.63	116.63	62.63	102.23	122.03
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	142.91	144.89	172.67	144.89	144.89	65.53	134.97	75.45	119.10	140.92

Πίνακας 37.
Καθαρές απαιτήσεις των καλλιεργειών Αυγούστου

	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ										
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	140.50	131.71	151.05	131.71	124.67	61.35	96.53	61.35	108.84	122.91
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	144.52	135.27	155.63	135.27	127.87	61.24	98.26	61.24	111.21	126.02
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	143.33	134.19	154.30	134.19	126.87	61.03	97.61	61.03	110.41	125.04
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	142.06	133.07	152.85	133.07	125.88	61.15	97.11	61.15	109.70	124.08
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	161.91	151.91	173.90	151.91	143.91	71.93	111.92	71.93	125.91	141.91
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	150.47	141.10	161.70	141.10	133.61	66.21	103.66	66.21	116.76	131.74
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	142.43	133.43	153.23	133.43	126.23	61.43	97.43	61.43	110.03	124.43
ΡΑΨΑΝΗΣ	123.34	115.04	133.29	115.04	108.41	48.70	81.87	48.70	93.48	106.75
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	136.78	127.88	147.45	127.88	120.76	56.70	92.29	56.70	104.75	118.98

Πίνακας 38.
Καθαρές απαιτήσεις των καλλιεργειών Σεπτεμβρίου

	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.
ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ										
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	39.56	81.19		77.81	18.19	24.94	53.06	24.94	53.06	64.31
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	44.12	88.96		85.32	21.09	28.36	58.66	28.36	58.66	70.78
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	51.50	101.45		97.40	25.85	33.95	67.70	33.95	67.70	81.20
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	45.91	90.09		86.51	23.23	30.39	60.24	30.39	60.24	72.18
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	46.63	92.97		89.22	22.83	30.35	61.66	30.35	61.66	74.19
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	49.10	94.06		90.41	26.02	33.31	63.68	33.31	63.68	75.83
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	49.07	95.32		91.57	25.32	32.82	64.07	32.82	64.07	76.57
ΡΑΨΑΝΗΣ	29.51	69.47		66.23	8.99	15.47	42.47	15.47	42.47	53.27
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	38.73	81.91		78.40	16.55	23.56	52.73	23.56	52.73	64.40

4.7 ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ

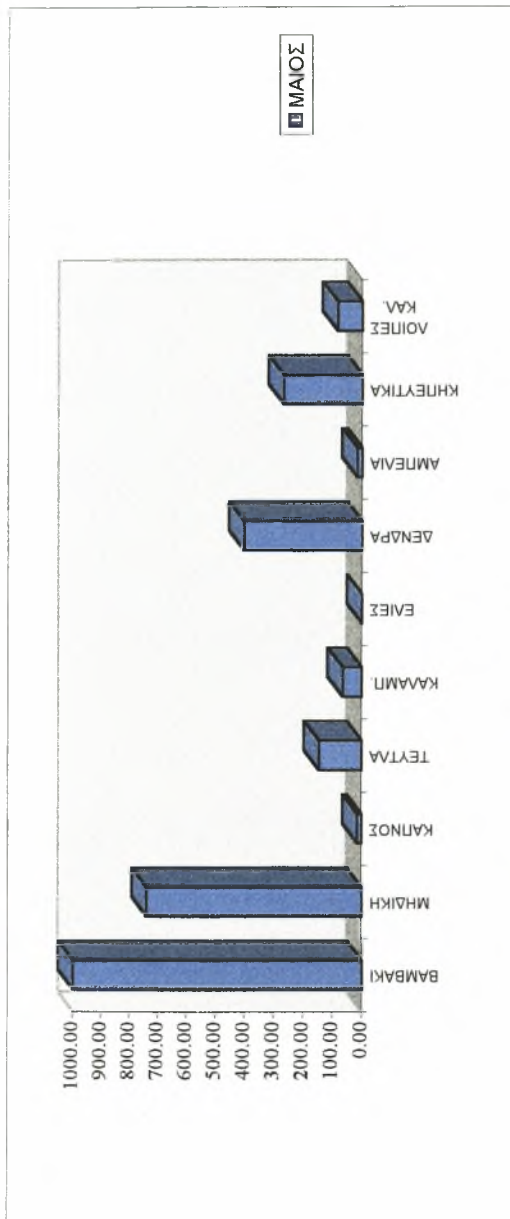
Ο υπολογισμός των απαιτήσεων σε νερό για κάθε καλλιέργεια και κάθε μήνα σε όλα τα αρδευτικά δίκτυα (m^3*1000), προέκυψε πολλαπλασιάζοντας τις καθαρές μηνιαίες απαιτήσεις των καλλιεργειών κάθε δικτύου (πίνακες 34-38), με τις αντίστοιχες εκτάσεις που καλύπτουν σε κάθε περίπτωση (πίνακας 28).

Στους πίνακες 39-43, παρακάτω παρουσιάζονται οι συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών για κάθε μήνα.

Στον πίνακα 44, παρουσιάζονται οι απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό για όλη την αρδευτική περίοδο.

Τα αποτελέσματα, δίνονται σε ιστογράμματα (ιστόγραμμα 6-11), όπου στον οριζόντιο άξονα απεικονίζονται οι καλλιέργειες και στον κάθετο οι ποσότητες νερού που απαιτούν (m^3*1000).

Ιστόγραμμα 6.
Συνολικές απαιτήσεις των καλλιέργειών Μαΐου



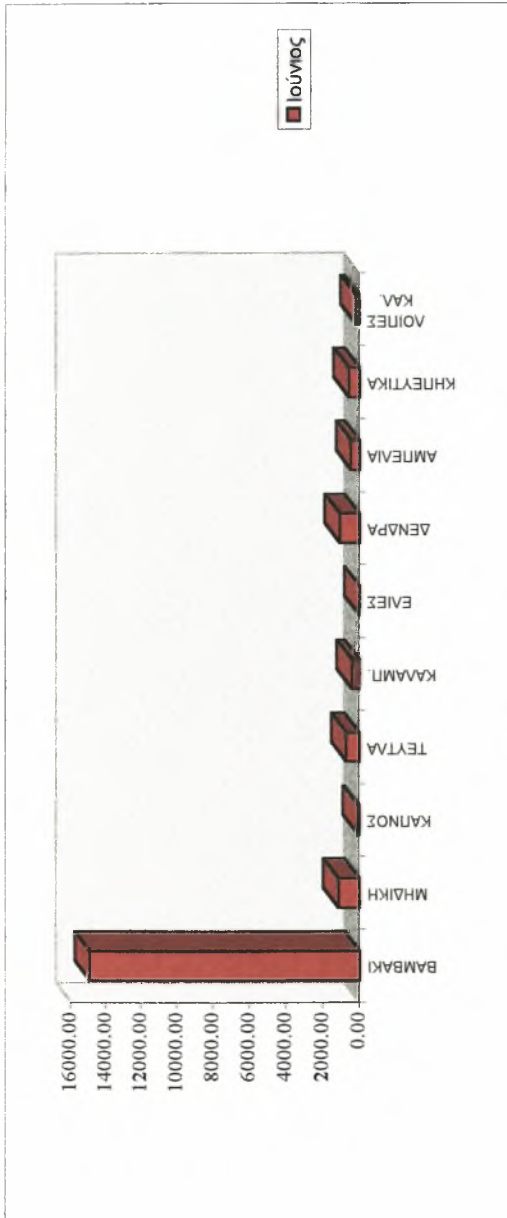
Πίνακας 39.

Συνολικές απαιτήσεις των καλλιέργειών Μαΐου

	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΡΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	531.02	374.03		110.25	23.46				14.40	22.66	1111.95
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	48.92	217.99	10.21	21.79	24.91		96.24	3.56	64.19	31.76	519.58
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	2.27	67.47	0.53	1.60	8.42	0.00	64.68	4.37	17.75	0.98	168.06
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	4.73	26.01			4.81		9.64	3.07	11.58		59.82
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	280.13	3.51		1.01	0.64		0.87		7.74	24.80	318.70
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	94.65			1.69							98.71
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	36.56	26.72		8.93			147.34	5.82	107.43		332.80
ΜΕΪΖΟΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ		2.90			0.34	0.00		0.00	0.47		3.71
ΡΑΨΑΝΗΣ	1.03	22.92	3.71		3.67		46.61	0.02	45.54	5.42	128.93
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	999.31	741.54	14.45	145.27	66.23	0.00	403.88	16.84	269.11	85.62	2742.27
ΣΥΝΟΛΟ											

m³ * 1000

Ιστογράμμα 7.
 Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Ιουνίου



Πίνακας 40.
 Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Ιουνίου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ	ΣΥΝΟΛΟ
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	7995.47	591.25		553.83	146.54		102.23		33.58	56.41	9479.30
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	780.97	332.48	45.66	107.28	153.40		260.30	77.12	144.32	76.31	1977.84
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	39.72	102.94	2.37	7.97	52.95	0.20	177.17	123.93	39.84	2.36	549.44
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	104.78	40.37			32.12		27.78	223.18	26.87		455.09
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	4100.90	5.79		5.26	4.07		2.49		18.69	63.79	4200.98
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	1522.70			8.76			6.87				1538.34
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	386.90	40.50		40.52			374.56	52.99	235.13		1130.60
ΡΑΨΑΝΗΣ		4.35			2.87	5.36		0.00	1.09		13.67
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	21.22	34.30	16.69		23.46		125.56	1.91	101.14	12.89	337.16
ΣΥΝΟΛΟ	14952.66	1151.96	64.72	723.63	415.40	5.55	1076.97	479.13	600.65	211.74	19682.42

m³ * 1000

Ιστογράμμα 8.
Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Ιουλίου

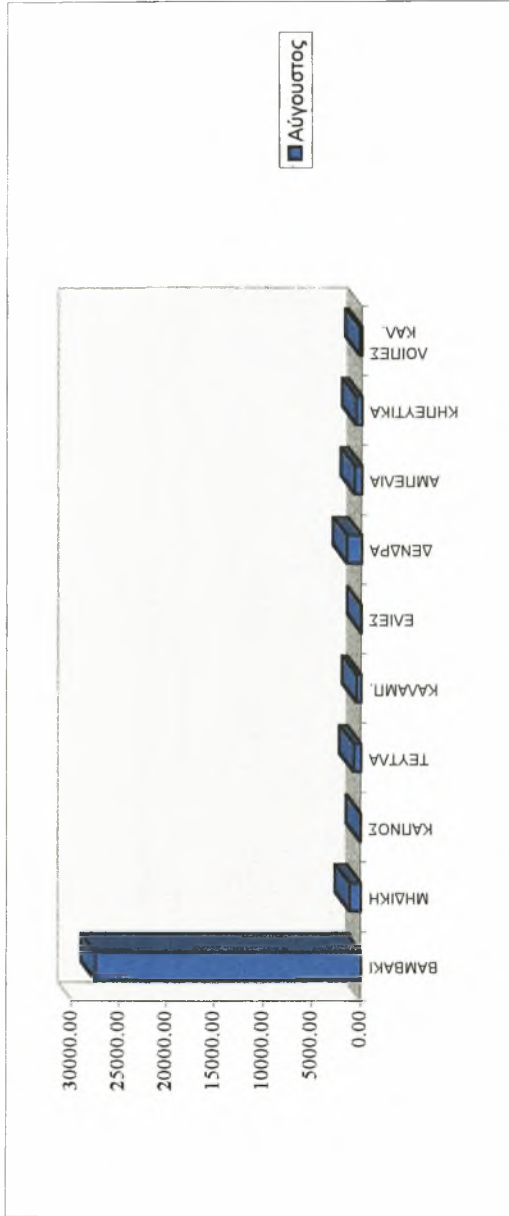


Πίνακας 41.
Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Ιουλίου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	14512.30	659.59		662.81	201.82		202.85		37.68	74.39	16351.43
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	1517.92	389.64	52.58	135.17	223.49		556.71	158.42	170.47	106.33	3310.72
ΤΥΡΝΑΒΟΥ		77.15	2.73	10.03	77.05	0.35	378.77	255.02	47.02	3.28	971.90
ΔΑΜΑΣΙΟΥ		193.56			45.54		57.44	438.40	30.88		811.96
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)		8620.37			6.42		5.78		24.25	96.58	8767.93
ΠΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)		2855.79			10.81		14.12				2880.72
ΜΕΙΖΟΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ		729.49		50.59			779.97	104.74	275.53		1987.42
ΡΑΨΑΝΗΣ						4.21		13.12	1.28		34.24
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ		42.23			34.63		276.55	0.41	120.59	18.18	552.43
ΣΥΝΟΛΟ	28548.80	1315.82	74.65	876.60	593.16	10.96	2272.19	970.11	707.69	298.75	35668.72

m³ * 1000

Ιστογράμμο 9.
Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Αυγούστου



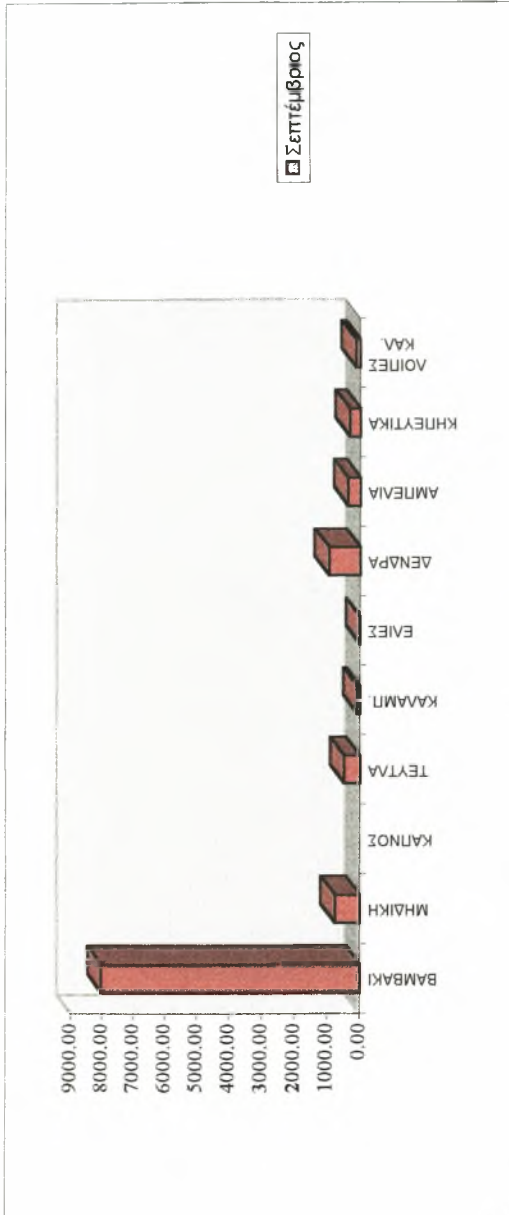
Πίνακας 42.

Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Αυγούστου

ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚ	ΕΜΕΙΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	14103.74	592.96	44.67	595.86	171.73		143.11		33.79	64.10	15705.29
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	1442.74	341.96	44.67	118.63	185.41		380.56	119.14	149.13	89.35	2871.60
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	73.17	105.54	2.31	8.79	63.82	0.31	258.76	192.06	41.07	2.75	748.58
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	187.59	41.32			38.58		40.26	341.09	27.64		676.49
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	8368.16	6.61		6.46	5.47		4.09		21.59	83.23	8495.60
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	2738.93			9.59			9.85				2758.37
ΜΕΙΖΟΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	649.25	38.76		41.63			501.79	73.72	225.67		1530.82
ΡΑΨΑΝΗΣ		4.60				9.64		10.20	1.17		29.25
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	40.42	35.74	16.51		28.86		189.10	0.31	106.06	15.35	432.36
ΣΥΝΟΛΟ	27604.00	1167.49	63.49	780.96	497.50	9.95	1527.51	736.53	606.13	254.78	33248.34

m³ * 1000

Ιστογράμμα 10.
Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Σεπτεμβρίου

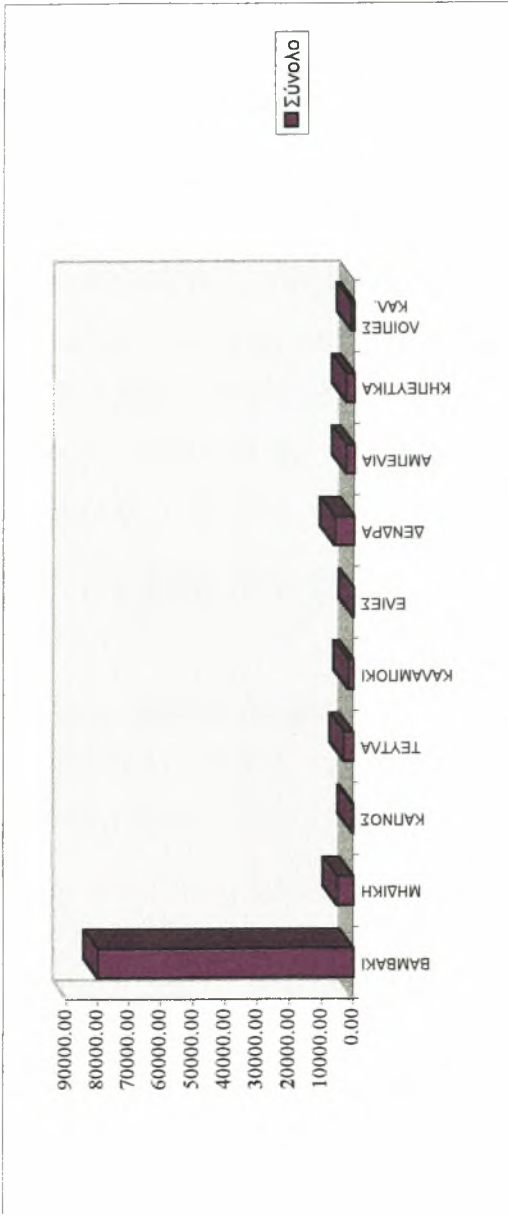


Πίνακας 43.
Συνολικές απαιτήσεις των καλλιεργειών Σεπτεμβρίου

	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΠΝΟΣ	ΤΕΥΤΛΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΡΔΕΥΤΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ	3971.13	365.52		352.01	25.06		78.66		16.48	33.54	4842.39
ΣΤΡΑΓΓ. ΠΗΝΕΙΟΥ ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	440.45	224.89		74.83	30.58		227.19	55.17	78.66	50.18	1181.95
ΣΤΡΑΓΓ. ΜΑΤΙ ΤΥΡΝΑΒΟΥ	26.29	79.79		6.38	13.00	0.17	179.47	106.84	25.18	1.79	438.92
ΤΥΡΝΑΒΟΥ	60.62	27.97			7.12		24.97	169.52	15.18		305.38
ΔΑΜΑΣΙΟΥ	2410.02	4.04		3.79	0.87		2.25		10.57	43.51	2475.07
ΦΑΡΣΑΛΩΝ (ΠΑΥΓΘ)	893.74			6.15			6.05				905.94
ΤΑΟΥΣΑΝΗΣ (ΠΑΥΓΘ)	223.71	27.69		28.57			329.96	39.38	131.41		780.72
ΜΕΙΖΩΝ. ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΤΥΡΝΑΒΟΥ		2.78			0.30	3.06		3.24	0.53		9.91
ΡΑΨΑΝΗΣ	11.44	22.89			3.96		108.04	0.12	53.39	8.31	208.15
ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	8037.42	755.58		471.73	80.88	3.23	956.60	374.28	331.40	137.33	11148.45

m³ * 1000

Ιστόγραμμα 11.
Συνολικές απαιτήσεις των καλλιιεργειών



Πίνακας 44.

Συνολικές απαιτήσεις των καλλιιεργειών

	ΒΑΜΒΑΚΙ	ΜΗΔΙΚΗ	ΚΑΡΝΟΣ	ΤΕΥΤΑ	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΕΛΙΕΣ	ΔΕΝΔΡΑ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛ.	ΣΥΝΟΛΟ
ΜΑΙΟΣ	999.31	741.54	14.45	145.27	66.23	0.00	403.88	16.84	269.11	85.62	2742.25
ΙΟΥΝΙΟΣ	14952.66	1151.96	64.72	723.63	415.40	5.55	1076.97	479.13	600.65	211.74	19682.42
ΙΟΥΛΙΟΣ	28548.80	1315.82	74.65	876.60	593.16	10.96	2272.19	970.11	707.69	298.75	35668.72
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	27604.00	1167.49	63.49	780.96	497.50	9.95	1527.51	736.53	606.13	254.78	33248.34
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	8037.42	755.58		471.73	80.88	3.23	956.60	374.28	331.40	137.33	11148.45
ΣΥΝΟΛΟ	80142.19	5132.40	217.32	2998.18	1653.18	29.69	6237.14	2576.88	2514.99	988.22	102490.19

m³ * 1000

4.8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι απαιτήσεις των καλλιεργειών σε νερό επηρεάζονται άμεσα από τους κλιματικούς παράγοντες. Σαν συνέπεια των παραπάνω, διαπιστώνεται συνεχής άνοδος των απαιτήσεων όλων των καλλιεργειών μέχρι τον Ιούλιο -όπου έχουν τις μέγιστες απαιτήσεις- και μετά μείωση τους μέχρι τον Σεπτέμβριο.

Το σύνολο των απαιτήσεων σε νερό ανά καλλιέργεια για όλη την αρδευτική περίοδο είναι (σε $m^3 \cdot 1000$): βαμβάκι 80142.19, μηδική 5132.40, καπνός 217.32, τεύτλα 2998.18, καλαμπόκι 1653.18, ελιές 29.69, δένδρα 6237.14, αμπέλια 2576.88 ,κηπευτικά 2514.99 και οι λοιπές καλλιέργειες 988.22.

Αν οι παραπάνω τιμές μετατραπούν σε ποσοστά (%), τότε παίρνουν την εξής μορφή: βαμβάκι 78.18%, μηδική 5%, καπνός 0.27%, τεύτλα 2.92%, καλαμπόκι 1,61%, ελιές 0.03%, δένδρα 6.07%, αμπέλια 2.51% ,κηπευτικά 2.44% και οι λοιπές καλλιέργειες 0,96%. Η ίδια τάση παρουσιάζεται και σε κάθε μήνα ξεχωριστά.

Τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε νερό έχει το βαμβάκι, ενώ τις λιγότερες έχουν οι ελιές.

Το αρδευτικό δίκτυο Πηνειού Πλατυκάμπου έχει τις μεγαλύτερες απαιτήσεις σε ποσότητα νερού, ενώ το αρδευτικό δίκτυο Ραψάνης έχει τις μικρότερες.

Τελικά με την επεξεργασία των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι η κατανάλωση των καλλιεργειών σε νερό, για το Ν.Λάρισας, ανέρχεται σε $424m^3$ /στρέμμα. Αν στο ποσό αυτό συνυπολογιστεί το ποσοστό του 20% των απωλειών, τότε η κατανάλωση ανέρχεται σε $508,5 m^3$ /στρέμμα.

Ο σχεδιασμός χαρτών κατανομής της μέσης ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής αναφοράς και της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης στο Ν.Λάρισας θα συμβάλλει σημαντικά στην εύρυθμη λειτουργία των υφιστάμενων αρδευτικών δικτύων, στον προγραμματισμό νέων, και γενικότερα στην ορθολογική χρήση του νερού.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι διαφορές των 3 μεθόδων υπολογισμού της βασικής εξατμισοδιαπνοής, κυμαίνονται σε επίπεδα 0-5%, ενώ σε επίπεδο αρδευτικής περιόδου είναι της τάξης του 2-2.1%.

Η διαδικασία υπολογισμού της βασικής εξατμισοδιαπνοής που στηρίζεται σε χρονοσειρές κλιματικών δεδομένων είναι δυναμική. Αυτό σημαίνει ότι οι τιμές της πρέπει να ανανεώνονται με την προσθήκη νέων κλιματικών δεδομένων από τους υφιστάμενους ή τους νέους μετεωρολογικούς σταθμούς που εγκαθίστανται στη Θεσσαλία.

Από την έρευνα τόσο για την συγκεκριμένη περιοχή μελέτης όσο και για το σύνολο του εθνικού χώρου προέκυψε ότι ο νομός Λάρισα αντιμετωπίζει τα ίδια προβλήματα ανάπτυξης του πρωτογενή τομέα που εμφανίζονται και γενικότερα στην Ελλάδα.

Παρατηρείται δε, ότι η διαχείριση των υδάτινων πόρων εξελίσσεται σε κρίσιμο παράγοντα μελλοντικής πορείας για την γεωργική παραγωγή και το τοπικό εισόδημα κατ' επέκταση.

Στο πλαίσιο αυτό, βασικοί στόχοι μιας αναπτυξιακής στρατηγικής θα πρέπει να θεωρούνται η ολοκλήρωση των υφιστάμενων αρδευτικών δικτύων αλλά και η υποστήριξη του συστήματος άρδευσης με νέα δίκτυα.

Η εφαρμογή των παραπάνω κρίνεται άμεσης προτεραιότητας, δεδομένου ότι διαφαίνεται ο κίνδυνος υποβάθμισης του εδάφους που σαφώς αποτελεί κρίσιμο και καθοριστικό παράγοντα για τη διατήρηση των σημερινών καλλιεργειών αλλά και για την εικόνα της γεωργικής εκμετάλλευσης στο μέλλον.

Επίσης ο κίνδυνος μείωση της παραγωγικότητας και η αυξανόμενες ανάγκες βελτιωτικών ουσιών αυξάνουν κατακόρυφα το κόστος της παραγωγής με ορατή την εκδοχή μείωσης της βιωσιμότητας του πρωτογενή τομέα και δυσμενών επιπτώσεων στην εθνική οικονομία.

Είναι βέβαιο ότι η πληροφόρηση και η ευαισθητοποίηση των παραγωγών σε σχέση με την ορθολογική χρήση του νερού και τις επιπτώσεις της μείωσης των υδατικών πόρων θα συμβάλλει στην εξοικονόμηση του.

Η κατεύθυνση εξάλλου της σύγχρονης πολιτικής μειωμένων εισροών στην παραγωγή δεν μπορεί να παραβλέπει την εξάντληση των υδατικών

αποθεμάτων από την αλόγιστη χρήση και την ανάγκη λήψης μέτρων ορθολογικής διαχείρισης. Βασικό μέτρο στο πλαίσιο μιας τέτοιας λογικής αποτελεί η επιλογή κατάλληλων συστημάτων άρδευσης για μικρότερες απώλειες (στάγδην άρδευση), καθώς και η χρήση βελτιωμένων ποικιλιών με αυξημένη αντοχή σε ακραίες κλιματολογικές συνθήκες.

Δεδομένης της αξιόλογης συνεισφοράς του πρωτογενούς τομέα παραγωγής του νομού στην εθνική οικονομία, κρίνεται αναγκαία η αναδιάρθρωση της παραγωγικής διαδικασίας, που θα πρέπει να συνυπολογίζει τις παραπάνω κατευθύνσεις.

Από την έρευνα επίσης προέκυψε και η εικόνα των υποστηρικτικών μηχανισμών του πρωτογενή τομέα στο νομό, η αποδοτικότητά τους καθώς και οι ελλείψεις.

Διαπιστώνεται ότι ο αριθμός των μετεωρολογικών σταθμών είναι μικρός και ότι κατανομή τους στο χώρο δεν είναι η άριστη. Κρίνεται απαραίτητη η σωστή αρχειοθέτηση των στοιχείων που υπάρχουν, ώστε να είναι δυνατή η διατήρηση και η αξιοποίηση τους. Η έλλειψη των στοιχείων και η αδυναμία επεξεργασίας τους στερεί την δυνατότητα μελέτης , καθώς και την εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης όσον αφορά τις απαιτήσεις των καλλιεργειών.

Άρα απαιτείται η καλύτερη οργάνωση για να είναι εφικτός ο προγραμματισμός της ποσότητας νερού που θα χρειαστούν στο μέλλον οι καλλιέργειες ώστε να βελτιωθεί η απόδοση του πρωτογενή τομέα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Doorenbos, J. and W.O., Pruitt, 1975. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irr. and Drain. Paper No 24, FAO, Rome, Italy, 179-181.

Doorenbos, J. and W.O., Pruitt, 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irr. and Drain. Paper No 24, 2nd ed., FAO Rome, Italy, 17-158.

Jensen, M.E., R.D., Burban and R.G. Allen, eds 1990. Evapotranspiration and irrigation water requirements. No. 70, 332.

Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1984. Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1991. Αρχές και πρακτική των αρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Penman, H.L., 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London, A193:120-146.

Snyder, R.L., B.J., Lanini, D.A., Shaw and Pruitt, W.O., 1989. Using reference evapotranspiration and crop coefficients to estimate crop evapotranspiration for trees and vines. U.C.C.E. Division of Agriculture and Natural Resources, Leaflet 21428.

U.S.D.A, Soil conservation service 1970. Irrigation water requirements. Tech. Release No 21, 92-94.

