

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**Μ.Π.Σ.  
«ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ  
& ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ»**

**«Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ  
ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ  
ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ  
ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΣΥΝΑΦΕΙΣ  
ΜΕΤΑΠΟΙΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ.  
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ»**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:  
Καθ. ΛΟΥΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ  
Αν. Καθ. ΜΥΛΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΗΤΑΣ  
Επ. Καθ. ΛΑΣΠΙΔΟΥ ΧΡΥΣΗ**

**ΚΑΛΛΙΟΠΗ ΜΙΧΑΗΛΙΔΟΥ - ΝΟΤΑΡΑ**

**ΒΟΛΟΣ, 2012**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**Μ.Π.Σ. «ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ  
& ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ»**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ  
ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ  
ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ  
ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΣΥΝΑΦΕΙΣ  
ΜΕΤΑΠΟΙΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ.  
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ»**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

**Καθ. ΛΟΥΚΑΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ**

**Αν. Καθ. ΜΥΛΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΗΤΑΣ**

**Επ. Καθ. ΛΑΣΠΙΔΟΥ ΧΡΥΣΗ**

**ΚΑΛΛΙΟΠΗ ΜΙΧΑΗΛΙΔΟΥ - ΝΟΤΑΡΑ**

**ΒΟΛΟΣ, 2012**

Αφιερώνεται στη μνήμη του πατέρα μου  
Λεωνίδα Π. Μιχαηλίδη

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	<b>9</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>11</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup></b>	<b>14</b>
<b>1. ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ</b>	<b>15</b>
<b>1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>15</b>
<b>1.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Η ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ</b>	<b>18</b>
1.3.1 ΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ ΥΔΑΤΟΣ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΥΔΑΤΟΣ	18
1.3.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ: Η ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΟ ΥΔΩΡ	19
<b>1.4 ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΣΤΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ</b>	<b>20</b>
1.4.1 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ	20
1.4.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	21
1.4.3 ΜΠΛΕ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	23
1.4.4 ΠΡΑΣΙΝΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	24
1.4.5 ΓΚΡΙΖΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ	25
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></b>	<b>28</b>
<b>2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ</b>	<b>29</b>
<b>2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ</b>	<b>29</b>
<b>2.2 Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ</b>	<b>31</b>
2.2.1 Η ΜΑΓΝΗΣΙΑ ΣΤΟ ΧΘΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΣΗΜΕΡΑ	31
2.2.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	33
<b>2.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ &amp; ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ</b>	<b>35</b>
2.3.1 ΦΥΣΙΚΟ ΤΟΠΙΟ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	35
2.3.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ	37
<b>2.4 ΚΛΙΜΑ</b>	<b>40</b>
<b>2.5 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>	<b>43</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup></b>	<b>45</b>

<b>3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	<b>46</b>
<b>3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ARCMAP 9.2</b>	<b>46</b>
<b>3.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ</b>	<b>46</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup></b>	<b>49</b>
<b>4. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ</b>	<b>50</b>
<b>4.1 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ</b>	<b>50</b>
<b>4.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ</b>	<b>51</b>
<b>4.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ</b>	<b>53</b>
<b>4.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ</b>	<b>54</b>
4.4.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	54
4.4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	54
4.4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	61
4.4.4 ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	65
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup></b>	<b>69</b>
<b>5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>70</b>
<b>5.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ</b>	<b>70</b>
5.5.1 ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ	70
5.5.2 ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ	70
5.5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ	74
5.5.4 ΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΥΔΩΡ	75
5.5.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	76
5.5.6 ΩΦΕΛΙΜΗ (ΕΝΕΡΓΟΣ) ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ	78
5.5.7 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	80
5.5.8 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ	85
5.5.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	89
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup></b>	<b>96</b>
<b>6. ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ</b>	<b>97</b>
<b>6.1 ΝΟΜΟΛΟΓΙΑ</b>	<b>97</b>
<b>6.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΟΡΘΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ</b>	<b>97</b>
6.2.1 ΛΙΠΑΝΣΗ ΕΤΗΣΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	98
6.2.2 ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	102

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup></b>	<b>104</b>
<b>7. ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ</b>	<b>105</b>
<b>7.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ</b>	<b>105</b>
7.1.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ GREEN – BLUE – GREY WATER ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ	105
<b>7.2 ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ</b>	<b>113</b>
7.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ	114
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup></b>	<b>116</b>
<b>8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>117</b>
<b>8.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ</b>	<b>117</b>
8.1.1 Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΥΔΑΤΟΣ (GREEN WATER) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	117
8.1.2 Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΠΛΕ ΥΔΑΤΟΣ (BLUE WATER) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	120
8.1.3 Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΓΚΡΙΖΟΥ ΥΔΑΤΟΣ (GREY WATER) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ	122
<b>8.2 Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΠΛΕ ΥΔΑΤΟΣ (BLUE WATER) ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ</b>	<b>124</b>
<b>8.3 ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ (WATER FOOTPRINT) ΤΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ</b>	<b>128</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup></b>	<b>130</b>
<b>9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>131</b>
<b>10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ</b>	<b>135</b>

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1: Εκτάσεις στο Ν. Μαγνησίας	36
Πίνακας 2: Πρωτοβάθμιοι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης Ν. Μαγνησίας	43
Πίνακας 3: Σταθμοί νετόπτωσης υδρολογικής λεκάνης του Ν. Μαγνησίας	50
Πίνακας 4: Σταθμοί θερμοκρασίας υδρολογικής λεκάνης του Ν. Μαγνησίας	52
Πίνακας 5: Μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση	55
Πίνακας 6: Βροχομετρικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση	61
Πίνακας 7: Μέση ετήσια βροχόπτωση για τους πέντε (5) βροχομετρικούς σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη	65
Πίνακας 8: Συντελεστής $r$ βάσει του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής του Κόμβου Δ. Αλμυρού – Ν. Μαγνησίας	76
Πίνακας 9: Διάφορα γεωγραφικά πλάτη και αντίστοιχος συντελεστής $r$ της περιοχής του Αλμυρού	77
Πίνακας 10: Τιμές του $K_c$ ανοιγμένες για κάθε μήνα και για κάθε καλλιέργεια	78
Πίνακας 11: Συντελεστές απόδοσης τύπων μεταφοράς	81

Πίνακας 12: Συντελεστές απόδοσης των τύπων άρδευσης	82
Πίνακας 13: Επιλεχθέντες συντελεστές τύπων άρδευσης	83
Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά ποσοστά στη χρήση των τύπων άρδευσης και απόδοσης για την περιοχή μελέτης (Δ. Αλμυρού)	84
Πίνακας 15: Απόδοση συστήματος μεταφοράς, απόδοση συστήματος άρδευσης και τελικός συντελεστής προσαύξησης, για τη λεκάνη του Δ. Αλμυρού	84
Πίνακας 16: Ενδεικτικές τιμές κατανάλωσης ύδατος βιομηχανιών του Ν. Μαγνησίας	92
Πίνακας 17: Κατανάλωση Ύδατος από Βιομηχανική Χρήση – Μεταποιητικές Δραστηριότητες Δ. Αλμυρού	93
Πίνακας 18: Μηνιαία κατανάλωση ύδατος του Δ. Αλμυρού σε (hm <sup>3</sup> /month)	94
Πίνακας 19: Ανάγκες Χειμερινών Σιτηρών σε Θρεπτικά Στοιχεία	99
Πίνακας 20: Αίπανση Βαμβακιού - Συνιστώμενη Αίπανση	100
Πίνακας 21: Ανάγκες των ελαιόδενδρων σε λιπάσματα	101
Πίνακας 22: Υπολογισμός πράσινου υδατικού αποτυπώματος βαμβακιού στο Δ. Αλμυρού (δεκαετία 1992–2002)	107
Πίνακας 23: Υπολογισμός μπλε υδατικού αποτυπώματος βαμβακιού στο Δ. Αλμυρού (δεκαετία 1992-2002)	109
Πίνακας 24: Υπολογισμός γκριζου υδατικού αποτυπώματος βαμβακιού στο Δ. Αλμυρού ( δεκαετία 1992-2002)	112

## ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα 1: Σχηματική Αναπαράσταση των Στοιχείων του Υδατικού Αποτυπώματος	26
Σχήμα 2: Σχηματική Αναπαράσταση των Κύριων Συστατικών του Υδατικού Αποτυπώματος	27
Σχήμα 3: Σταθμοί νετόπτωσης Θεσσαλίας	51
Σχήμα 4: Σταθμοί θερμοκρασίας Θεσσαλίας	53
Σχήμα 5: Εξέλιξη του συντελεστή βλάστησης (Kc) της καλλιέργειας	74

## ΧΑΡΤΕΣ

Χάρτης 1: Καποδιστριακοί Δήμοι/Κοινότητες του Ν. Μαγνησίας	30
Χάρτης 2: Χάρτης χρήσεων γης Ν. Μαγνησίας	37
Χάρτης 3: Η περιοχή μελέτης - Ν. Μαγνησίας	47
Χάρτης 4: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Ν. Μαγνησίας	48
Χάρτης 5: Εκτάσεις καλλιεργείων (στρ.) ανά Δήμο/Κοινότητα στο Ν. Μαγνησίας	71
Χάρτης 6: Παραγωγή καλλιεργείων (τον.) ανά Δήμο/Κοινότητα στο Ν. Μαγνησίας, (1992-2002)	73
Χάρτης 7: Οι μεταποιητικές δραστηριότητες ανά Δήμο/Κοινότητα του Ν. Μαγνησίας	86
Χάρτης 8: Εκτίμηση μέσου ετήσιου (1992-2002) πράσινου ύδατος σε m <sup>3</sup> /τον καλλιεργείων, ανά Δήμο/Κοινότητα του Ν. Μαγνησίας	119
Χάρτης 9: Εκτίμηση μέσου ετήσιου (1992-2002) μπλε ύδατος σε m <sup>3</sup> /τον καλλιεργείων, ανά Δήμο/Κοινότητα του Ν. Μαγνησίας	121
Χάρτης 10: Εκτίμηση μέσου ετήσιου (1992-2002) γκριζου ύδατος σε m <sup>3</sup> /τον καλλιεργείων, ανά Δήμο/Κοινότητα του Ν. Μαγνησίας	123

Χάρτης 11: Παραγωγή προϊόντων (ton) μετά από μεταποίηση, για το έτος 2002 \_\_\_\_\_ 125

Χάρτης 12: Απαιτούμενες καταναλώσεις ύδατος ( $m^3$ ) κατά τη διαδικασία της μεταποίησης, ανά

Δήμο/Κοινότητα στο Ν. Μαγνησίας για το έτος 2002 \_\_\_\_\_ 127



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αποτελεί μία προσπάθεια που κράτησε δύο ολόκληρα χρόνια, λόγω πολλών αντιξοοτήτων, τόσο επιστημονικών, όσο και προσωπικών.

Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος έγινε κατόπιν παρότρυνσης του επιβλέποντος Καθηγητή μου κ. Λουκά Α. και αφού προηγήθηκαν πολλές αναζητήσεις. Θα ήθελα λοιπόν να τον ευχαριστήσω θερμά, καταρχήν για την ευκαιρία και τη δυνατότητα που μου έδωσε μέσω της έρευνας να ασχοληθώ με ένα πρωτότυπο θέμα, και δεύτερον για την καθοδήγηση, τις συμβουλές, την ανοχή και την κατανόηση που έδειξε καθ’ όλη τη διάρκεια της πορείας και συγγραφής του συγκεκριμένου πονήματος.

Πολλές ευχαριστίες επίσης οφείλω στα μέλη της τριμελούς επιτροπής Αν. Καθηγητή κ. Μυλόπουλο Ν. και Επ. Καθηγήτρια κ. Λασπίδου Χ.

Όμως ένα τέτοιο πόνημα θα ήταν αδύνατο να ολοκληρωθεί πλήρως, χωρίς βοήθεια, πολύ δε περισσότερο στο πλαίσιο μιας μεταπτυχιακής εργασίας, κυρίως γιατί το θέμα της έρευνας παρουσιάζει ευρύτητα, αλλά και δυσκολίες, λόγω της ανύπαρκτης ελληνικής βιβλιογραφίας, και των ασαφειών που προέκυψαν από τη μετάφραση της ξένης.

Θα ήθελα λοιπόν να απευθύνω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους ανθρώπους που με στήριξαν κατά τη συγγραφή αυτού του πονήματος, κατά οιαδήποτε τρόπο και αυτοί είναι: η Γ. Μπίσδα, ο Σ. Γκιάλης, ο Ν. Πουτσιάκας, ο Σ. Δερβίσης, ο Θ. Μπαρτζάνας, ο Μ. Σπηλιωτόπουλος, ο Α. Βασιλειάδης, ο Χ. Φαφούτης, ο Α. Γεωργίου, ο Β. Μανιός, ο Π. Σιδηρόπουλος, οι συνάδελφοι της τ. Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Μαγνησίας, οι διευθυντές πολλών επιχειρήσεων και άλλοι που ίσως μου διαφεύγουν. Τελευταία ένα μεγάλο ευχαριστώ στον αγαπημένο φίλο μου Γιώργο Παπαϊωάννου.

Πολλές ευχαριστίες επίσης οφείλω να εκφράσω στην οικογένεια μου και στους γονείς μου, για τις τόσες ώρες που τους ξέκλεψα, και ιδιαίτερα σε εκείνους που δεν βρίσκονται πια στη ζωή, την πεθερά μου Ειρήνη Νοταρά, και τον πατέρα μου Λεωνίδα Μιχαηλίδη.

Κλείνοντας όμως θα ήθελα να ευχαριστήσω, όσο οι λέξεις δεν μπορούν να περιγράψουν, το σύντροφο μου Γιάννη και τους γιούς μου Μάνο και Λεωνίδα, για όλα όσα μου προσέφεραν και ακόμη συνεχίζουν.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι έννοιες του Εικονικού Ύδατος και του Υδατικού Αποτυπώματος εμφανίστηκαν τις τελευταίες δύο δεκαετίες στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα και αντικατοπτρίζουν την ολοένα και μεγαλύτερη ανάγκη για εξοικονόμηση, αλλά κυρίως για σωστή διαχείριση των υδάτινων πόρων. Μέσω των εννοιών αυτών, εξετάζεται η ποσότητα ύδατος που καταναλώνεται για την παραγωγή ενός προϊόντος, αλλά και οι ανταλλαγές ύδατος ανάμεσα σε ποικίλης κλίμακας χωρικές ενότητες (τοπική, περιφερειακή, εθνική ή παγκόσμια).

Οι απαιτήσεις ύδατος από τη βιομηχανία και ειδικά από τη γεωργία, έχουν δημιουργήσει τρομακτική μείωση στους υδατικούς πόρους - υπόγειους και επιφανειακούς – και διαταράσσουν την ισορροπία του οικοσυστήματος του πλανήτη.

Η πίεση στους υδατικούς πόρους εντείνεται επίσης γρήγορα με την αλλαγή του κλίματος, την αύξηση των πληθυσμών, τη συνεχόμενη οικονομική ανάπτυξη και οδηγεί σε ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών και περιβαλλοντικών προβληματισμών.

Βέβαια οι ειδικοί στα θέματα αυτά υποστηρίζουν ότι η κρίση ύδατος αποτελεί πρόβλημα αυτής καθαυτής της διαχείρισης του, σε σχέση με τις διάφορες πτυχές, όπως τα ξεπερασμένα συστήματα άρδευσης, η υπερβολική χρήση ύδατος για άρδευση για την ανάπτυξη χαμηλής οικονομικής αξίας αγροτικών προϊόντων, κλπ. Σύμφωνα λοιπόν με αυτές τις γραμμές, η ανάλυση του υδατικού αποτυπώματος υδρολογικά, οικονομικά και οικολογικά, σε επίπεδο λεκανών απορροής, παρέχει τις πολυτιμότερες πληροφορίες για να διευκολύνει μία αποδοτική κατανομή των υδατικών πόρων στις διαφορετικές οικονομικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις, καθώς παρέχει νέα στοιχεία που επιτρέπουν να διαμορφωθεί μια πιο αισιόδοξη προοπτική στις συνεχείς κρίσεις έλλειψης ύδατος.

Προς το παρόν και σχεδόν σε ολόκληρο τον κόσμο, η ανάλυση του υδατικού αποτυπώματος έχει εστιασθεί μόνο στις υδρολογικές πτυχές. Η ανάλυση του υδατικού αποτυπώματος επομένως, από μια υδρολογική, οικονομική και οικολογική προοπτική, που διαφοροποιεί τα πράσινα – μπλε, επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, παρέχει ένα διαφανές και πολυδιάστατο πλαίσιο για τη χάραξη πολιτικών, και συμβάλλει συγχρόνως στην εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά της Ε.Ε. (2000/60/ΕΚ).

Η παρούσα εργασία έχει ως κύριο στόχο να εκτιμήσει το υδατικό αποτύπωμα των αγροτικών προϊόντων της περιοχής της Μαγνησίας, αλλά και του ύδατος που καταναλώνεται στα διάφορα στάδια της μεταποιητικής παραγωγής τους.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της εργασίας, είναι τα παρακάτω:

- Αναζήτηση όλων των απαραίτητων δεδομένων, χαρτών, μελετών, άρθρων που αφορούν τις έννοιες του εικονικού ύδατος και του υδατικού αποτυπώματος, καθώς και τις μεθοδολογίες υπολογισμού τους. Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε στο διαδίκτυο, τις δημόσιες υπηρεσίες, τους ιδιωτικούς φορείς και στις σημειώσεις των μαθημάτων «Ανάλυση και προσομοίωση υδραυλικών συστημάτων και συστημάτων υδατικών πόρων» και «Διαχείριση Υδατικών Πόρων», (Loukas et al.2003, 2004). Τέλος τα δεδομένα καταγράφηκαν και ψηφιοποιήθηκαν.
- Επεξεργασία των κλιματικών δεδομένων που θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση.
- Διαχωρισμός του Ν. Μαγνησίας σε περιοχές (Δήμους), με βάση τη διοικητική διάρθρωση «Καποδίστριας».
- Εκτίμηση των υδατικών αναγκών των καλλιεργειών και των υδατικών αναγκών των προϊόντων που προκύπτουν από βιομηχανική μεταποίηση, κάθε περιοχής μελέτης.
- Εισαγωγή όλης της βάσης δεδομένων στο σύστημα υπολογισμού των μπλε, πράσινου και γκριζού ύδατος (Green, Blue, & Grey Water), των αγροτικών καλλιεργειών και των προϊόντων που προκύπτουν από βιομηχανική μεταποίηση, ανά Δήμο.
- Υπολογισμός του υδατικού αποτυπώματος (Footprint Water) ανά Δήμο και συνολικά σε όλο το Νομό Μαγνησίας.
- Σύγκριση των αποτελεσμάτων ανά περιοχή και εξαγωγή συμπερασμάτων.

Αναλυτικότερα:

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναλύονται οι έννοιες του εικονικού ύδατος - υδατικού αποτυπώματος (υδατικού αποτυπώματος) και οι μέθοδοι υπολογισμού τους διεθνώς.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο κρίθηκε απαραίτητο να γίνει μια περιγραφή της περιοχής μελέτης, όπου παρατίθενται γενικές πληροφορίες για τη γεωγραφική θέση, κλίμα, και τη μορφολογία των περιοχών μελέτης.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφεται αναλυτικά η δημιουργία του ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DTM, TIN) του Ν. Μαγνησίας, απαραίτητου εργαλείου για την ηλεκτρονική χαρτογράφηση και παρουσίαση των θεματικών χαρτών.

Το 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναφέρεται στην επεξεργασία των μετεωρολογικών δεδομένων από διαθέσιμους μετεωρολογικούς σταθμούς της Θεσσαλίας, και πραγματοποιείται ανάλυση θερμοκρασιακών και βροχομετρικών δεδομένων με διάφορες μεθόδους, με στόχο να πραγματοποιηθούν αναγωγές της θερμοκρασίας και βροχόπτωσης ξεχωριστά για όλες τις περιοχές μελέτης (Δήμους Ν. Μαγνησίας).

Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο αναπτύσσονται οι μεθοδολογίες που ακολουθήθηκαν για την εκτίμηση των γεωργικών υδατικών αναγκών, ανά καλλιέργεια, καθώς και των βιομηχανικών υδατικών αναγκών, ανά προϊόν, και ανά περιοχή.

Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιγράφονται οι εφαρμογές της λιπαντικής αγωγής ανά καλλιέργεια, με στόχο την εκτίμηση του γκρίζου υδατικού αποτυπώματος.

Στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο υπολογίζεται το υδατικό αποτύπωμα των καλλιεργειών, καθώς και των προϊόντων, μετά από μεταποίηση, ανά περιοχή.

Στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εκτίμησης του Green, Blue & Grey Water, και του μέσου ετήσιου υδατικού αποτυπώματος των καλλιεργειών και των προϊόντων μετά από μεταποίηση, για όλες τις περιοχές μελέτης.

Στο 9<sup>ο</sup> κεφάλαιο αποτυπώνονται τα συμπεράσματα από την εκτίμηση του μέσου ετήσιου υδατικού αποτυπώματος των αγροτικών καλλιεργειών και των αγροτικών προϊόντων, και πραγματοποιείται ένας απολογισμός για τη χρήση του λογιστικού προτύπου που εφαρμόστηκε.

Στο τέλος παρουσιάζονται οι βιβλιογραφικές αναφορές.

Η παραπάνω εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Εφαρμοσμένη Μηχανική και Προσομοίωση Συστημάτων», του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, της Πολυτεχνικής Σχολής, του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## 1. ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΕΡΟ

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά τη διάρκεια των προηγούμενων δεκαετιών, σε όλο τον κόσμο, η εκμετάλλευση των υδατικών πόρων έγινε τόσο πιεστική, εξαιτίας αφενός μιας αύξησης στον πληθυσμό και της οικονομικής τους δραστηριότητας και αφετέρου μιας συνεπακόλουθης αύξησης στο σφετερισμό των υδάτων, (Postel et al., 1996), (Shiklomanov, 2000), (Vörösmarty et al., 2000). Στις περισσότερες χώρες η αύξηση της χρήσης του ύδατος αφορούσε κατά ένα μεγάλο μέρος την αυξανόμενη παραγωγή των γεωργικών προϊόντων, για τις ανάγκες της εγχώριας κατανάλωσης. Τα τελευταία χρόνια όμως η χρήση ύδατος για την παραγωγή των προϊόντων εξαγωγής, έχει γίνει ιδιαίτερα σημαντική σε διάφορες χώρες. Στην περίοδο 1997–2001 περίπου 15% της χρήσης ύδατος στη γεωργία παγκόσμια, δεν ήταν για την παραγωγή των προϊόντων για την εγχώρια κατανάλωση, αλλά για την εξαγωγή (Charagain and Hoekstra, 2004). Σε συγκεκριμένες χώρες (π.χ. Αυστραλία, Καναδάς, Αργεντινή), η γεωργική χρήση ύδατος για την εξαγωγή είναι ακόμα μεγαλύτερη από ότι για την εγχώρια κατανάλωση. Αυτές οι χώρες εξάγουν το ύδωρ υπό την εικονική του μορφή, βρίσκεται δηλαδή ενσωματωμένο στα γεωργικά προϊόντα.

Η παραγωγή των αγαθών και των υπηρεσιών γενικά απαιτεί ύδωρ. Το ύδωρ που χρησιμοποιείται στη διαδικασία παραγωγής ενός γεωργικού ή βιομηχανικού προϊόντος καλείται "εικονικό ύδωρ" και είναι το ύδωρ που περιλαμβάνεται στο προϊόν, και μετριέται στη θέση όπου τα προϊόντα παρήχθησαν πραγματικά. Για την παραγωγή 1 kg σιταριού χρειαζόμαστε παραδείγματος χάριν 1000-2000 kg ύδατος, ισοδύναμα με 1-2 m<sup>3</sup>. Η παραγωγή των προϊόντων ζωικού κεφαλαίου απαιτεί γενικά ακόμη περισσότερο ύδωρ ανά χιλιόγραμμο του προϊόντος. Για την παραγωγή 1 kg τυριού χρειαζόμαστε παραδείγματος χάριν 5000-5500 kg ύδατος και για 1 kg βόειου κρέατος χρειαζόμαστε 16000 kg ύδατος (Charagain και Hoekstra, 2003). Σύμφωνα με μια μελέτη από τους Williams et all (2002), η παραγωγή ενός τσιπ υπολογιστών 32-Mb 2 gr. απαιτεί 32 kg. του ύδατος.

Η άλλη πλευρά αυτού του φαινομένου είναι ότι μερικές χώρες εισάγουν τα γεωργικά προϊόντα αντί να τα παράγουν, κατά συνέπεια εισάγουν ύδωρ με την εικονική του μορφή και διασώζουν έτσι τους εσωτερικούς τους υδατικούς πόρους. Ως παραδείγματα αναφέρονται οι περισσότερες χώρες στη Μέση Ανατολή, στη Βόρεια Αφρική και την

Ευρώπη, αλλά και τη Νότια Αφρική, το Μεξικό και την Ιαπωνία (Charagain and Hoekstra, 2004).

Εξ ορισμού το εικονικό ύδωρ είναι το ύδωρ που ενσωματώνεται σε ένα προϊόν, δηλαδή το ύδωρ που καταναλώνεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας παραγωγής του. Αυτή η έννοια προέκυψε στη δεκαετία του '90 και λαμβάνει όλο και περισσότερη προσοχή από τους επιστήμονες, που ασχολούνται με τη διαχείριση των υδατικών πόρων και ειδικότερα με την ποσότητα του ύδατος που απαιτείται για την παραγωγή τροφίμων.

Εάν μια χώρα εξάγει ένα υδροβόρο προϊόν σε μια άλλη χώρα, εξάγει το ύδωρ με εικονική μορφή. Κατ' αυτόν τον τρόπο μερικές χώρες υποστηρίζουν άλλες χώρες στις υδατικές απαιτήσεις τους. Το εμπόριο του πραγματικού ύδατος μεταξύ των περιοχών που είναι πλούσιες και φτωχές σε υδατικούς πόρους, είναι γενικά ανεφάρμοστο, λόγω των μεγάλων αποστάσεων και των σχετικών δαπανών, αλλά το εμπόριο των υδροβόρων προϊόντων (εικονικό εμπόριο ύδατος) είναι ρεαλιστικό. Για τις φτωχές σε υδατικούς πόρους χώρες θα ήταν ως εκ τούτου ελκυστικό και ασφαλές να εισάγει υδροβόρα προϊόντα, αντί να τα παράγει εσωτερικά. Αντίθετα, οι πλούσιες σε ύδατα χώρες θα μπορούσαν να ωφεληθούν από την αφθονία των υδάτινων πόρων τους, με την παραγωγή των υδροβόρων προϊόντων για την εξαγωγή.

Ο υπολογισμός του εικονικού ύδατος σε διεθνές επίπεδο είναι πιθανό να αποτελέσει κυρίαρχο στόχο, δεδομένου ότι τα στοιχεία δείχνουν ότι το εμπόριο τροφίμων θα αυξηθεί γρήγορα: διπλασιασμός για τα δημητριακά και τριπλασιασμός για το κρέας μεταξύ 1993 και 2020 (Rosegrant και Ringler, 1999). Επομένως η μεταφορά του εικονικού ύδατος που ενσωματώνεται στα τρόφιμα που κυκλοφορούν στο εμπόριο, γίνεται ένα σημαντικό στοιχείο της διαχείρισης ύδατος σε παγκόσμιο, καθώς επίσης και περιφερειακό επίπεδο, ιδιαίτερα στις περιοχές όπου το ύδωρ είναι λιγοστό.

Μια από τις βασικές αρχές της διαχείρισης είναι η δυνατότητα να μετρηθούν ή να αξιολογηθούν οι ροές και οι όγκοι του εξεταζόμενου αγαθού, και το εικονικό ύδωρ δεν είναι καμία εξαίρεση. Η αξία του εκφράζεται γενικά ανά όγκο ( $m^3$ ) που προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της ποσότητας προϊόντος (kg) με την αξία μονάδων ανά προϊόν, που εκφράζεται ως όγκος του ύδατος ανά κίλο του προϊόντος ( $m^3 / kg$ ).



Από τα πρώτα χρόνια ακόμη της εμφάνισης του όρου, το εικονικό ύδωρ είχε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του, τους εικονικούς υποστηρικτές του και τους πραγματικούς σκεπτικιστές του και αντίστροφα. Το θέμα της χρησιμότητάς του, και των περιοχών προς τις οποίες πρέπει να στραφούν οι επιστήμονες, δεν έχει απαντηθεί ακόμα, αν και οι προκαταρκτικές μελέτες δείχνουν ότι η βελτίωση των πληροφοριών για το εικονικό ύδωρ είναι πιθανό να φωτίσει τους ιθύνοντες σύντομα.

Η έννοια του «εικονικού ύδατος» εισήχθη από τον Tony Allan στις αρχές της δεκαετίας του '90 (Allan, 1993; 1994). Όμως πέρασε σχεδόν μια δεκαετία για να αναγνωρισθεί παγκόσμια και να κατανοηθεί η σπουδαιότητα της έννοιας για την επίτευξη της περιφερειακής και σφαιρικής ασφάλειας ύδατος. Η πρώτη διεθνής συνεδρίαση για το θέμα πραγματοποιήθηκε τον Δεκέμβριο του 2002 στο Ντελφτ, των Κάτω Χωρών. Επίσης μια ειδική σύνοδος αφιερώθηκε στο ζήτημα του εικονικού εμπορίου ύδατος στο φόρουμ ύδατος τρίτων κόσμων στην Ιαπωνία, το Μάρτιο 2003.

## 1.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ

Το εικονικό ύδωρ είναι το ύδωρ που "ενσωματώνεται" σε ένα προϊόν, όχι υπό την πραγματική έννοια, αλλά υπό την εικονική έννοια. Αναφέρεται στο ύδωρ που απαιτείται για την παραγωγή του προϊόντος. Το εικονικό ύδωρ έχει κληθεί επίσης "ενσωματωμένο ύδωρ" ή "εξωγενές ύδωρ". Το τελευταίο αναφέρεται στο γεγονός ότι η εισαγωγή του εικονικού ύδατος σε μια χώρα σημαίνει χρήση του "εξωγενούς ύδατος" στη χώρα εισαγωγής. Το εξωγενές ύδωρ πρόκειται έτσι να προστεθεί στο "γηγενές ύδωρ" μιας χώρας (Haddadin, 2003). Για τον ακριβή ποσοτικό προσδιορισμό του, έχουν προταθεί και εφαρμοστεί μέχρι τώρα, κυρίως δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Στη μια προσέγγιση, η εικονική περιεκτικότητα σε ύδωρ ορίζεται ως ο όγκος του ύδατος που χρησιμοποιήθηκε πραγματικά για να παραχθεί το προϊόν. Αυτός ο όγκος ύδατος εξαρτάται από τις συνθήκες της παραγωγής, και συμπεριλαμβάνεται ο τόπος, ο χρόνος της παραγωγής και η αποδοτική χρήση ύδατος. Η παραγωγή ενός χιλιόγραμμου σιταριού σε μια ξηρά χώρα μπορεί παραδείγματος χάριν να απαιτήσει δύο ή τρεις φορές περισσότερο ύδωρ, από ότι να παραχθεί σε μια υγρή χώρα. Στη δεύτερη προσέγγιση η εικονική περιεκτικότητα ύδατος σε ένα προϊόν, ορίζεται ως το ποσό ύδατος που θα είχε απαιτηθεί για να παραχθεί το προϊόν στον τόπο, όπου αυτό είναι απαραίτητο. Ο ορισμός αυτός είναι ιδιαίτερα σημαντικός εάν κάποιος θέσει το ερώτημα: πόσο ύδωρ σώζουμε εάν εισάγουμε ένα

προϊόν, αντί να το παράγουμε οι ίδιοι. Στη δεύτερη προσέγγιση του καθορισμού του "εικονικού ύδατος", προκύπτει μια δυσκολία εάν ένα προϊόν εισάγεται σε μια περιοχή, όπου αυτό δεν μπορεί να παραχθεί, παραδείγματος χάριν λόγω αντίξοων κλιματολογικών συνθηκών. Ποια είναι παραδείγματος χάριν η εικονική περιεκτικότητα σε ύδωρ του ρυζιού στις Κάτω Χώρες, όπου το ρύζι δεν παράγεται αλλά εισάγεται μόνο; Σε αυτήν την περίπτωση, η Renault (2003) προτείνει να εξετάσουμε την εικονική περιεκτικότητα σε ύδωρ ενός κατάλληλου υποκατάστατου του εξεταζόμενου προϊόντος. Εάν ο καθορισμός της εικονικού ύδατος προσεγγίζεται κατ' αυτόν τον τρόπο, κάποιος μπορεί ακόμη και να υποστηρίξει ότι το ψάρι του ύδατος της θάλασσας περιέχει «εικονικό ύδωρ» του γλυκού ύδατος, ακόμα κι αν αυτό το ψάρι δεν εξαρτάται καθόλου από το γλυκό ύδωρ.

### **1.3 Η ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΗΣ ΕΝΝΟΙΑΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ**

Η έννοια του εικονικού ύδατος έχει βασικά δύο σημαντικούς τύπους.

#### **1.3.1 ΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΜΠΟΡΙΟ ΥΔΑΤΟΣ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΕΥΞΗ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΠΟΔΟΤΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΥΔΑΤΟΣ**

Η καθαρή εισαγωγή εικονικού ύδατος σε ένα έθνος με λιγιστούς υδατικούς πόρους μπορεί να ανακουφίσει την πίεση που ασκείται σε αυτούς. Το εικονικό ύδωρ μπορεί να θεωρηθεί ως εναλλακτική πηγή ύδατος. Η χρήση αυτής της πρόσθετης πηγής μπορεί να είναι το εργαλείο για να επιτευχτεί η ασφάλεια των περιφερειακών υδάτων. Από την αρχή της συζήτησης για το εικονικό ύδωρ, ο Tony Allan προέβαλε ως πολιτικό επιχείρημα, «το εικονικό εμπόριο ύδατος» ως ένα όργανο για την επίλυση των γεωπολιτικών προβλημάτων και την αποτροπή ακόμη και των πολέμων για το ύδωρ (Allan, 1998; 2003). Εκτός όμως από την πολιτική διάσταση, υπάρχει και η οικονομική διάσταση, που τονίζεται εξίσου από τον Allan (1999; 2001). Το οικονομικό επιχείρημα πίσω από το εικονικό εμπόριο ύδατος είναι ότι, σύμφωνα με τη διεθνή εμπορική θεωρία, τα έθνη πρέπει να εξάγουν τα προϊόντα στα οποία κατέχουν ένα σχετικό ή συγκριτικό πλεονέκτημα στην παραγωγή, ενώ πρέπει να εισάγουν τα προϊόντα στα οποία κατέχουν ένα συγκριτικό μειονέκτημα (Wichelns, 2001).

Οι Hoekstra και Hung (2002; 2003) υποστηρίζουν ότι - ενώ η τιμολόγηση και η τεχνολογία μπορεί να οδηγήσουν σε ορθολογικότερη χρήση του ύδατος σε τοπικό επίπεδο και σε ανακατανομή των υδάτων σε επίπεδο λεκάνης απορροής προς υψηλότερης αξίας

εναλλακτικές χρήσεις ύδατος, – το «εικονικό» εμπόριο ύδατος μεταξύ των εθνών μπορεί να αποτελέσει ένα μέσο για την «ορθολογικότερη χρήση του ύδατος σε παγκόσμια κλίμακα».

Από οικονομική σκοπιά, είναι λογικό να παράγονται «υδροβόρα» προϊόντα σε μέρη όπου το ύδωρ είναι το άφθονο. Στις περιοχές αυτές το ύδωρ είναι φθηνότερο, και συχνά απαιτείται λιγότερο ύδωρ ανά μονάδα προϊόντος. Όταν πραγματοποιείται «εικονικό» εμπόριο ύδατος από ένα έθνος, όπου η παραγωγή του ύδατος είναι σχετικά υψηλή, προς ένα έθνος όπου η παραγωγή του ύδατος είναι σχετικά χαμηλή, αυτό σημαίνει ότι συντελείται πραγματική εξοικονόμηση ύδατος παγκοσμίως.

Το εικονικό εμπόριο ύδατος μεταξύ των εθνών ή μέσα σε αυτά μπορεί να θεωρηθεί ως πραγματικά εναλλακτική λύση για τη μεταφορά υδάτων σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Αυτό είναι παραδείγματος χάριν πολύ σχετικό για την Κίνα, όπου εξετάζονται σημαντικά πραγματικά σχέδια μεταφοράς ύδατος (από το νότιο στο βόρειο τμήμα της Κίνας). Επίσης στη νότια Αφρικανική περιοχή, το εικονικό εμπόριο ύδατος είναι μια ρεαλιστική, βιώσιμη και φιλικότερη προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση στα πραγματικά σχέδια μεταφοράς ύδατος (Earle και Turton, 2003, Meissner, 2003). Με δύο ασιατικά παραδείγματα, ο Nakayama (2003) επισημαίνει ότι η εφαρμογή της ιδέας του εικονικού εμπορίου ύδατος θα μπορούσε σοβαρά να προσκρούσει στη διοικητική πρακτική των λεκανών διεθνών ποταμών.

Η Renault (2003) σημειώνει ότι το ζήτημα της βέλτιστης παραγωγής είναι όχι μόνο ένα θέμα της σοφής επιλογής της θέσης παραγωγής, αλλά και ένα θέμα κατάλληλου συγχρονισμού της παραγωγής. Κάποιος μπορεί να προσπαθήσει να υπερνικήσει τις περιόδους έλλειψης ύδατος με τη δημιουργία τεχνητών υδραγωγείων, αλλά – ως εναλλακτική λύση – κάποιος μπορεί επίσης να αποθηκεύσει το ύδωρ με την εικονική του μορφή, π.χ. από την αποθήκευση τροφίμων. Αυτό μπορεί να είναι ένας αποδοτικότερος και φιλικότερος τρόπος προς το περιβάλλον, κατά τη διάρκεια των ξηρών περιόδων, από τη δημιουργία μεγάλων φραγμάτων για την προσωρινή αποθήκευση ύδατος.

### **1.3.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ: Η ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΟ ΥΔΩΡ**

Η δεύτερη πρακτική χρήση της έννοιας του εικονικού ύδατος έγκειται στο γεγονός ότι η περιεκτικότητα του εικονικού ύδατος σε ένα προϊόν μας αποσαφηνίζει την περιβαλλοντική

επίδραση από την κατανάλωση αυτού του προϊόντος. Η γνώση της περιεκτικότητας του εικονικού ύδατος στα προϊόντα, μας οδηγεί στο να συνειδητοποιήσουμε τους όγκους ύδατος που απαιτούνται για την παραγωγή τους, και κατά συνέπεια διαπιστώνουμε ποια αγαθά προσκρούουν περισσότερο στους υδατικούς πόρους και που επιτεύχθηκε αποταμίευση ύδατος. Οι Hoekstra και Hung (2002) έχουν εισάγει την έννοια του υδατικού αποτυπώματος, που είναι η συσσωρευτική εικονική περιεκτικότητα σε ύδωρ όλων των αγαθών και των υπηρεσιών που καταναλώνονται από το ένα μεμονωμένο ή από τα άτομα μιας χώρας. Στην αναλογία το οικολογικό υδατικό αποτύπωμα (Wackernagel and Rees, 1996; Wackernagel et al., 1999), μπορεί να είναι ένα ισχυρό εργαλείο για να παρουσιάσει στους ανθρώπους τον αντίκτυπο στους φυσικούς πόρους.

## **1.4 ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΣΤΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ**

### **1.4.1 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΥΔΑΤΟΣ ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ**

Η αξιολόγηση του εικονικού ύδατος σε ένα προϊόν δεν είναι ένας εύκολος στόχος, επειδή υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν το ποσό ύδατος που χρησιμοποιείται σε μια διαδικασία παραγωγής. Οι ακόλουθοι παράγοντες πρέπει τουλάχιστον να εξεταστούν και να παρασχεθούν κατά προτίμηση μαζί με τις εκτιμήσεις:

- Η θέση και η περίοδος παραγωγής (π.χ. ποιο έτος, ποια εποχή).
- Το σημείο της μέτρησης. Σε περίπτωση αρδευόμενων καλλιεργειών, το ερώτημα είναι π.χ. πώς κάποιος μετρά την ποσότητα του ύδατος όταν σταματήσει η άρδευση ή στο επίπεδο τομέων.
- Η μέθοδος της παραγωγής και η υδραυλική απόδοση άρδευσης. Ένα σχετικό ερώτημα είναι εάν οι απώλειες του ύδατος συμπεριλαμβάνονται στην εκτίμηση του.
- Ο τρόπος κατανομής των εισροών ύδατος στα ενδιάμεσα προϊόντα και η περιεκτικότητα του εικονικού ύδατος στο τελικό προϊόν.

Με βάση τις διάφορες διαθέσιμες μελέτες, διαπιστώνεται ότι υπάρχει μικρή σύγκλιση στη γενική μέθοδο που υιοθετείται. Μερικές μελέτες εκτιμούν την περιεκτικότητα του εικονικού ύδατος σε ένα προϊόν στον τόπο παραγωγής, άλλες μελέτες εξετάζουν την υποθετική περιεκτικότητα του εικονικού ύδατος, δηλαδή εάν το προϊόν θα είχε παραχθεί στη θέση όπου πραγματικά καταναλώνεται. Οι μελέτες διαφέρουν επίσης όσον αφορά το

σημείο της μέτρησης: Κάποιοι μετρούν σε επίπεδο τομέων, άλλοι υπολογίζουν τις απώλειες μεταξύ της παύσης της άρδευσης και της εφαρμογής, (Charagain και Hoekstra (2003), Zimmer και Renault (2003) και Oki et Al (2003).

Με σκοπό τον υπολογισμό του εικονικού ύδατος που περιέχεται στα προϊόντα, ο Zimmer και η Renault (2003) κάνουν μια διάκριση μεταξύ των αρχικών προϊόντων (συγκομιδές), των επεξεργασμένων προϊόντων (όπως η ζάχαρη, το φυτικό έλαιο και τα οινοπνευματώδη ποτά), των μεταποιημένων προϊόντων (συμπεριλαμβανομένων των ζωικών προϊόντων), των υποπροϊόντων τους (όπως οι σπόροι βαμβακιού), των πολλαπλάσιων-προϊόντων (π.χ. δέντρα καρύδας) και των χαμηλών σε απαιτήσεις ύδατος (π.χ. ψάρια θάλασσας).

#### 1.4.2 ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

Η έρευνα που έχει διεξαχθεί στον τομέα του ύδατος είναι πολύ μικρή, εάν συγκριθεί με αυτές άλλων φυσικών πόρων, όπως το έδαφος και η ενέργεια, και αυτή προέρχεται από την αξιολόγηση της χρήσης των πόρων σε σχέση με τα σχέδια κατανάλωσης. Μικρή έρευνα έχει διεξαχθεί επίσης για τις επιδράσεις των διάφορων διατροφών στη χρήση ύδατος. Η Renault (2003), παραδείγματος χάριν, αναφέρει σε μια πρώιμη μελέτη της σύμφωνα με την οποία μια διατροφή επιβίωσης θα απαιτούσε 1 m<sup>3</sup> του ύδατος κατά κεφαλήν ανά ημέρα, ενώ μια βασισμένη διατροφή ζωικών προϊόντων χρειάζεται περίπου 10 m<sup>3</sup>/cap/day. Οι πιο κοινές διατροφές ταξινομούνται από περίπου 2,5 m<sup>3</sup>/cap/day για τη χαμηλή εισαγωγή ζωικών προϊόντων, π.χ. στη βόρεια Αφρική, σε 5 m<sup>3</sup>/cap/day για την υψηλή εισαγωγή ζωικών προϊόντων όπως στην Ευρώπη ή τις ΗΠΑ. Μέχρι τώρα μόνο μια περιεκτική μελέτη έχει πραγματοποιηθεί για να υπολογίσει το υδατικό αποτύπωμα των εθνών. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης αναφέρονται από τους Hoekstra και Hung (2002; 2003), Charagain και Hoekstra (2003). Σύμφωνα με αυτήν την πρώτη αξιολόγηση, οι χώρες με ένα σχετικά υψηλό κατά κεφαλήν υδατικό αποτύπωμα, κατά προσέγγιση της τάξεως 2000 m<sup>3</sup>/yr κατά κεφαλήν, είναι το Βέλγιο και οι Κάτω Χώρες. Οι χώρες με ένα πιο μέσο υδατικό αποτύπωμα, της τάξεως 1000 m<sup>3</sup>/yr κατά κεφαλήν, είναι παραδείγματος χάριν η Ιαπωνία, το Μεξικό και οι ΗΠΑ. Οι χώρες με ένα σχετικά χαμηλό υδατικό αποτύπωμα, κατά προσέγγιση της τάξεως 500 m<sup>3</sup>/yr κατά κεφαλήν, είναι η Κίνα, η Ινδία και Ινδονησία.

Η έννοια «υδατικό αποτύπωμα» έχει εισαχθεί από τους Hoekstra and Hung (2002) κατά την έρευνα ενός δείκτη, που θα μπορούσε να χαρτογραφήσει τον αντίκτυπο της

ανθρώπινης κατανάλωσης στους υδατικούς πόρους παγκόσμια. Η έννοια διαμορφώθηκε στη συνέχεια από τους (Chapagain and Hoekstra, 2004). Το υδατικό αποτύπωμα παρουσιάζει τη χρήση ύδατος σχετικά με την κατανάλωση μέσα σε ένα έθνος, ενώ ο παραδοσιακός δείκτης της χρήσης ύδατος (δηλ. συνολική απόσυρση ύδατος για τους διάφορους τομείς της οικονομίας) παρουσιάζει τη χρήση ύδατος σε σχέση με την παραγωγή μέσα σε ένα έθνος. Το υδατικό αποτύπωμα όχι μόνο παρουσιάζει τη χρήση ύδατος μέσα στην εξεταζόμενη χώρα, αλλά και τη χρήση ύδατος έξω από τα σύνορα χωρών. Αναφέρεται σε όλα τα έντυπα της χρήσης ύδατος που συμβάλλουν στην παραγωγή των αγαθών και των υπηρεσιών που καταναλώνονται από τους κατοίκους μιας ορισμένης χώρας.

Το υδατικό αποτύπωμα ενός έθνους είναι ο συνολικός ετήσιος όγκος του γλυκού ύδατος, που χρησιμοποιείται για να παραγάγει τα αγαθά και τις υπηρεσίες που καταναλώνονται από τους κατοίκους του. Γενικά, ένα μέρος του υδατικού αποτυπώματος ενός έθνους μειώνεται μέσα στη χώρα (εσωτερικό υδατικό αποτύπωμα) και ένα άλλο μέρος πιέζει άλλες χώρες στον κόσμο (εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα). Για αυτόν τον σκοπό ποσοτικοποιούμε τις εισερχόμενες και εξερχόμενες εικονικές ροές ύδατος των χωρών. Επιπλέον, υπολογίζουμε την αποταμίευση ή τις απώλειες ύδατος που προκύπτουν από το διεθνές εικονικό εμπόριο ύδατος.

Το υδατικό αποτύπωμα ενός έθνους ( $m^3/έτος$ ) έχει δύο συστατικά: το εσωτερικό και εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα. Το εσωτερικό υδατικό αποτύπωμα ( $W_i$ ) ορίζεται ως η χρήση των εσωτερικών υδατικών πόρων για να παραγάγει τα αγαθά που καταναλώνονται από τους κατοίκους μιας χώρας. Είναι το ποσό του συνολικού όγκου ύδατος που χρησιμοποιείται από τους εσωτερικούς υδατικούς πόρους στην εθνική οικονομία, μείον τον όγκο της εικονικής εξαγωγής ύδατος σε άλλες χώρες, σχετικών με την εξαγωγή των εσωτερικά παραχθέντων προϊόντων (Hoekstra and Chapagain, 2007).

Το υδατικό αποτύπωμα παρουσιάζει την έκταση της χρήσης ύδατος σε σχέση με την κατανάλωση ανθρώπων. Οι τέσσερις σημαντικοί άμεσοι παράγοντες που καθορίζουν το υδατικό αποτύπωμα μιας χώρας είναι:

- Όγκος της κατανάλωσης (σχετικής με το ακαθάριστο εθνικό εισόδημα).

- Σχέδιο κατανάλωσης (π.χ. μεγάλη εναντίον μικρής κατανάλωσης κρέατος).
- Κλίμα (όροι αύξησης) και,
- η γεωργική πρακτική (αποδοτικότητα χρήσης ύδατος), (Α. Υ. Hoekstra, Α. Κ. Charagain, 2006).

Το εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα μιας χώρας ( $W_e$ ) ορίζεται ως ο ετήσιος όγκος των υδατικών πόρων, που χρησιμοποιείται σε άλλες χώρες, για να παραχθούν τα αγαθά που καταναλώνονται από τους κατοίκους της ενδιαφερόμενης χώρας. Είναι ίσο με την αποκαλούμενη εικονική εισαγωγή ύδατος στη χώρα, μείον τον όγκο του εικονικού ύδατος που εξάγεται σε άλλες χώρες, ως αποτέλεσμα της επανεξαγωγής των εισαγόμενων προϊόντων (Hoekstra and Charagain, 2007).

Και το εσωτερικό και το εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα περιλαμβάνει τη χρήση του μπλε ύδατος (προερχόμενο από το έδαφος και το επιφανειακό ύδωρ) και τη χρήση του πράσινου ύδατος (εδαφολογική υγρασία που προέρχεται από τη βροχή), (Hoekstra and Charagain, 2007).

Και το εσωτερικό και εξωτερικό υδατικό αποτύπωμα έχουν τρία συστατικά: Το μπλε, πράσινο και γκρίζο υδατικό αποτύπωμα (Falkenmark, 2003).

### 1.4.3 ΜΠΛΕ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

Το μπλε υδατικό αποτύπωμα αναφέρεται στην κατανάλωση των μπλε υδατικών πόρων (επιφανειακών και υπογείων υδάτων) κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού ενός προϊόντος. «Η κατανάλωση» αναφέρεται στην απώλεια ύδατος από τη διαθέσιμη στο έδαφος, η οποία λαμβάνει χώρα όταν το ύδωρ εξατμίζεται και επιστρέφει σε κάποια άλλη λεκάνη ή στη θάλασσα ή ενσωματώνεται σε κάποιο προϊόν. Είναι ένας δείκτης της «μη ανακτήσιμης χρήσης ύδατος» του αποκαλούμενου «μπλε ύδωρ». Ο όρος «μη ανακτήσιμη χρήση ύδατος» αναφέρεται σε μια από τις ακόλουθες τέσσερις περιπτώσεις: το ύδωρ εξατμίζεται, το ύδωρ έχει ενσωματωθεί στο προϊόν, το ύδωρ δεν επιστρέφει στην ίδια περιοχή λεκάνης απορροής, π.χ. θα επιστραφεί σε άλλη λεκάνη ή στη θάλασσα, και τέλος το ύδωρ δεν επιστρέφει στο ίδιο χρονικό διάστημα, π.χ. έχει χαθεί σε μια περίοδο ξηρασίας και έχει επιστρέψει σε μια υγρή περίοδο (Hoekstra et al., 2009).

Το μπλε υδατικό αποτύπωμα μετά από μια ακολουθία βημάτων υπολογίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned} & \text{Εξάτμιση Μπλε Ύδατος} \\ & + \\ & \text{ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΜΠΛΕ} = \text{Ενσωμάτωση Μπλε Ύδατος} \\ & + \\ & \text{Χαμένη Επιστροφή Ροής} \end{aligned}$$

Το τελευταίο στοιχείο αφορά το τμήμα της επιστρεφόμενης ροής, που δεν είναι δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθεί στην ίδια λεκάνη απορροής εντός της ίδιας προθεσμίας υπαναχώρησης, είτε επειδή έχει επιστρέψει σε κάποια άλλη λεκάνη (ή έχει απορρεύσει στη θάλασσα), ή επειδή πρόκειται να επιστρέψει σε κάποια άλλη χρονική στιγμή. Η μονάδα του μπλε υδατικού αποτύπωματος είναι ο όγκος ύδατος ανά μονάδα χρόνου, π.χ. ανά ημέρα, μήνα ή έτος. Όταν χωριστεί η ποσότητα του προϊόντος που προέρχεται από την παραγωγική διαδικασία, τότε το υδατικό αποτύπωμα μπορεί επίσης να εκφραστεί σε όγκο ύδατος ανά μονάδα προϊόντος (Hoekstra et al., 2009).

#### 1.4.4 ΠΡΑΣΙΝΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

Το πράσινο υδατικό αποτύπωμα αναφέρεται στην κατανάλωση των πράσινων υδάτινων πόρων (το ύδωρ από τις βροχοπτώσεις αποθηκεύεται στο έδαφος ως υγρασία). Είναι ένας δείκτης της ανθρώπινης χρήσης των λεγόμενων πράσινων υδάτων. Το πράσινο ύδωρ αναφέρεται στη βροχόπτωση που καταλήγει στο έδαφος και δεν απορρέει, ούτε τροφοδοτεί τα υπόγεια ύδατα, αλλά αποθηκεύεται στο έδαφος ή παραμένει προσωρινά στην επιφάνειά του ή στη βλάστηση. Τελικά, αυτό το μέρος της βροχόπτωσης εξατμίζεται ή διαχέεται μέσω των φυτών. Το πράσινο ύδωρ μπορεί να γίνει παραγωγικό για την ανάπτυξη των καλλιεργειών (αν και δεν είναι δυνατόν όλος ο όγκος των πράσινων υδάτων να απορροφηθεί από τις καλλιέργειες, γιατί πάντα θα υπάρχει η εξάτμιση από το έδαφος και γιατί δεν είναι όλες οι περιόδους του έτους ή οι περιοχές κατάλληλες για την ανάπτυξη των καλλιεργειών) (Hoekstra et al., 2009).

Το πράσινο υδατικό αποτύπωμα είναι ο όγκος του ύδατος της βροχόπτωσης που καταναλώνεται κατά τη διαδικασία παραγωγής. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα γεωργικά και δασοκομικά προϊόντα (προϊόντα που βασίζονται σε καλλιέργειες ή ξύλο), όπου αναφέρεται στη



συνολική εξατμισοδιαπνοή του ύδατος της βροχόπτωσης, συν το ύδωρ που έχει ενσωματωθεί στη συγκομιδή των καλλιεργειών. Το πράσινο υδατικό αποτύπωμα μετά από μια ακολουθία βημάτων υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΠΡΑΣΙΝΟ} = \begin{array}{l} \text{Εξάτμιση Πράσινου Ύδατος} \\ + \\ \text{Ενσωμάτωση Πράσινου Ύδατος} \end{array}$$

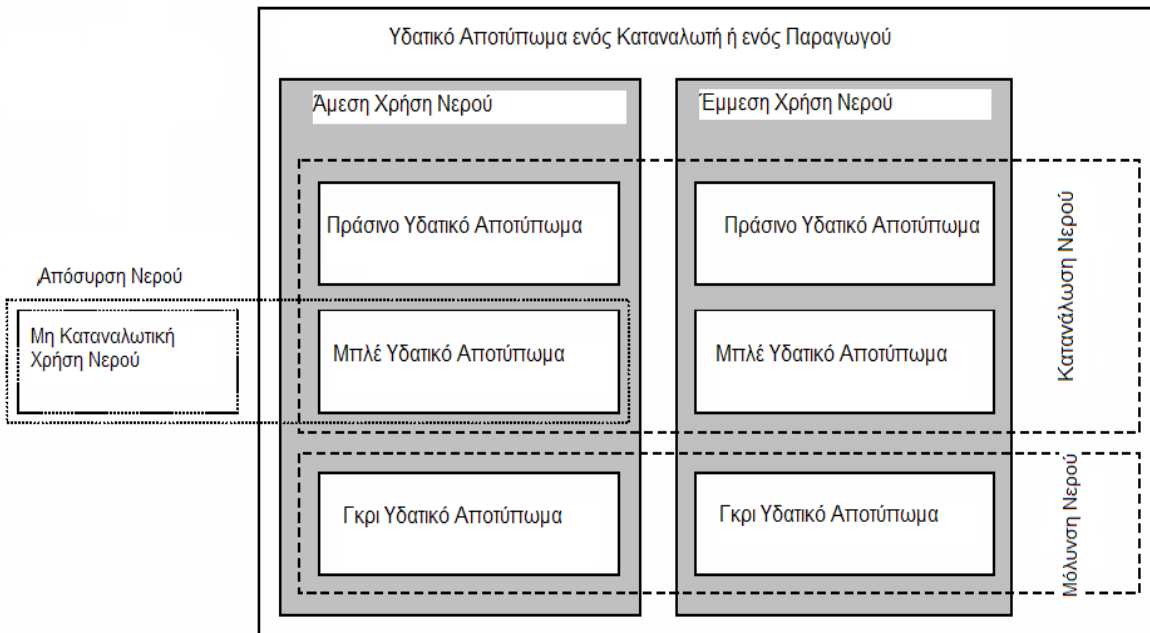
Η διάκριση μεταξύ του μπλε και του πράσινου υδατικού αποτυπώματος είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι οι υδρολογικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις, καθώς και το οικονομικό κόστος ευκαιρίας της χρήσης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων για παραγωγή, διαφέρουν αισθητά από τις επιπτώσεις και το κόστος της χρήσης του ύδατος της βροχόπτωσης. Η κατανάλωση πράσινου ύδατος στη γεωργία μπορεί να μετρηθεί ή να εκτιμηθεί με μια σειρά εμπειρικών τύπων ή με κάποιο κατάλληλο μοντέλο καλλιεργειών για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής, βάσει των στοιχείων που θα δοθούν για το κλίμα, το έδαφος και τα χαρακτηριστικά των καλλιεργειών (Hoekstra & Chapagain, 2008).

#### 1.4.5 ΓΚΡΙΖΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ

Το γκρίζο υδατικό αποτύπωμα σε κάποιο στάδιο μιας διαδικασίας αποτελεί δείκτη του βαθμού της ρύπανσης του γλυκού ύδατος, που μπορεί να σχετίζεται με το στάδιο της διαδικασίας αυτής, (Hoekstra et al., 2009). Υπολογίζεται ως ο όγκος του ύδατος που απαιτείται για την αραίωση των ρύπων σε τέτοιο βαθμό, ώστε η ποιότητα του να συμφωνεί με τα εκάστοτε περιβαλλοντικά πρότυπα ποιότητας των υδάτων. Ο όρος γκρίζο υδατικό αποτύπωμα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τους Hoekstra και Chapagain (2008).

Το γκρίζο υδατικό αποτύπωμα υπολογίζεται διαιρώντας το φορτίο ρύπων (L, σε μάζα/χρόνο) με τη διαφορά μεταξύ του περιβαλλοντικού προτύπου ποιότητας των υδάτων για το ρύπο αυτό (η μέγιστη αποδεκτή συγκέντρωση  $c_{max}$ , σε βάρος/όγκο) και φυσικά της συγκέντρωσής του στο κύριο σώμα του ύδατος ( $c_{nat}$ , σε βάρος/όγκο) (Hoekstra et al., 2009).

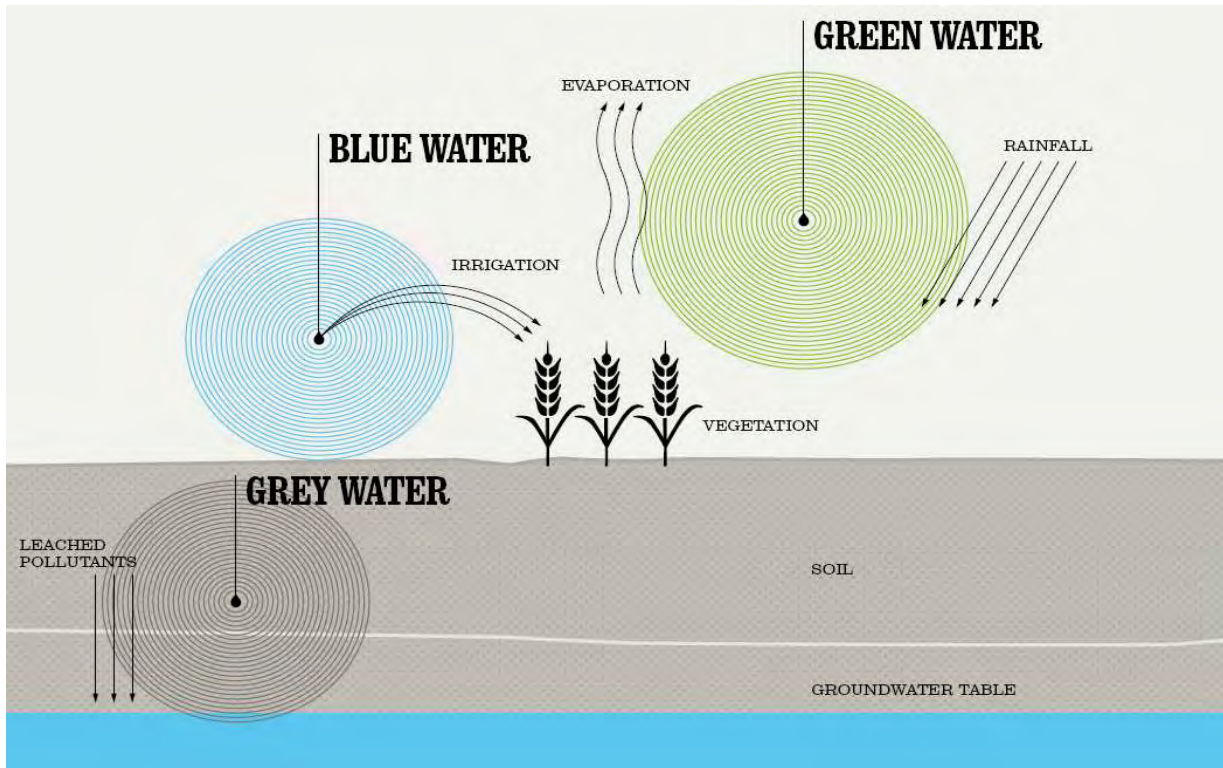
$$\text{ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΓΚΡΙΖΟ} = \frac{L}{c_{max} - c_{nat}}$$



Σχήμα 1: Σχηματική Αναπαράσταση των Στοιχείων του Υδατικού Αποτυπώματος

Πηγή : SABMiller plc, WWF-UK, 2009, Water Footprinting Identifying and Addressing Water Risks in the Value Chain.

Το παραπάνω σχήμα δείχνει ότι το μη καταναλωτικό μέρος των υδάτινων αποσύρσεων (επιστρεφόμενη ροή) δεν είναι μέρος του υδατικού αποτυπώματος. Επιπλέον δείχνει ότι συγκριτικά με τη μέθοδο μέτρησης των αποσύρσεων, το υδατικό αποτύπωμα περιλαμβάνει επίσης το πράσινο και το γκριζό ύδωρ καθώς και το στοιχείο της έμμεσης χρήσης ύδατος.



Σχήμα 2: Σχηματική Αναπαράσταση των Κύριων Συστατικών του Υδατικού Αποτυπώματος  
Πηγή : SABMiller plc, WWF-UK, 2009, Water Footprinting, Identifying and Addressing Water Risks in the Value Chain.

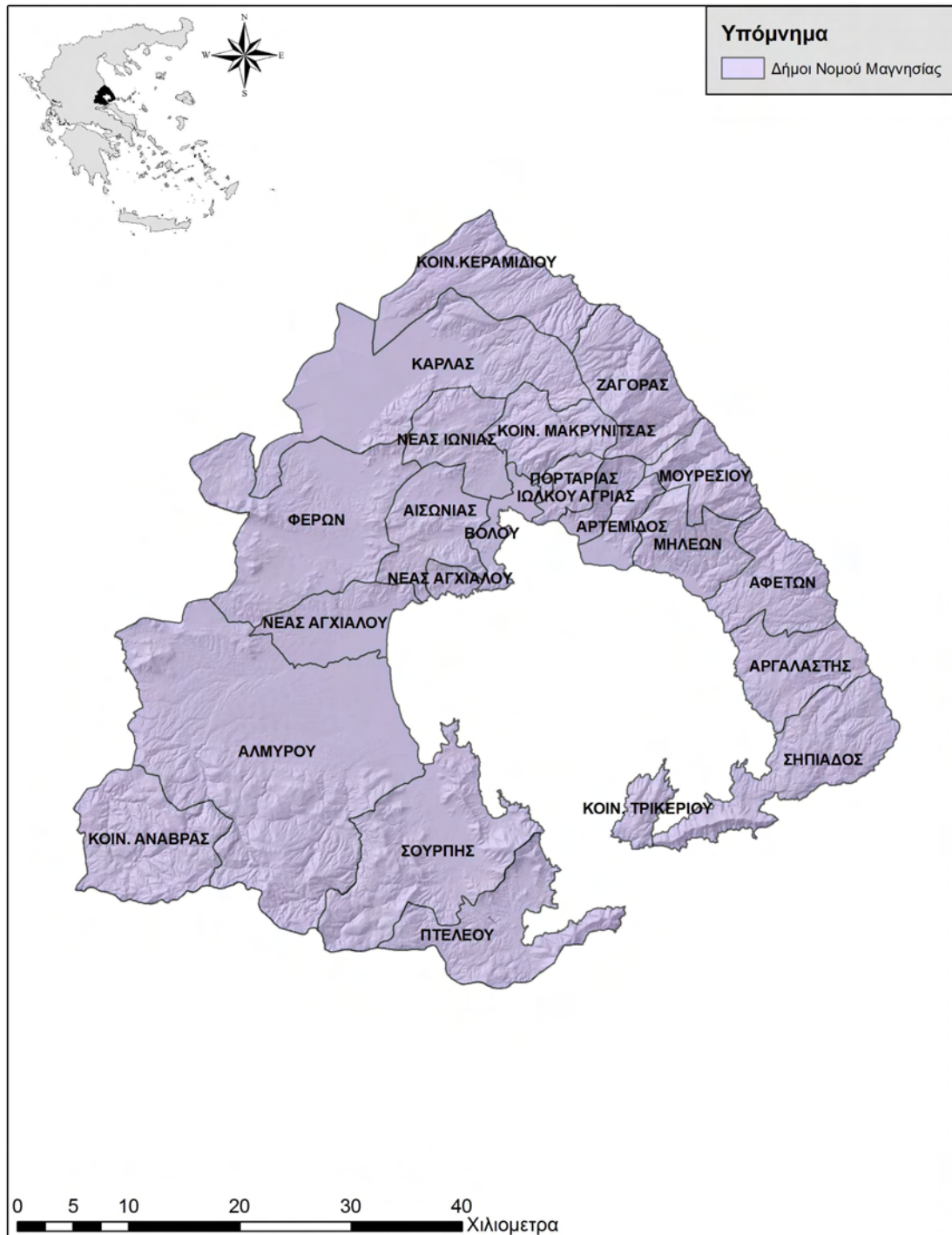
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

## **2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ**

### **2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ**

Ο Νομός Μαγνησίας καταλαμβάνει το βόρειο-ανατολικό τμήμα της Θεσσαλίας, συνορεύοντας βόρεια-βορειοδυτικά με το νομό Λάρισας και νότια με το νομό Φθιώτιδος. Το ανατολικό χερσαίο όριο του Νομού βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος, ενώ η γεωγραφία της περιοχής διαμορφώνεται σε μεγάλο βαθμό από τον Παγασητικό Κόλπο. Επιπλέον ο Νομός συμπεριλαμβάνει τις νήσους Σκιάθο, Σκόπελο και Αλόνησο, καθώς και μια σειρά από μικρότερες νήσους και βραχονησίδες οι οποίες δεν κατοικούνται, που στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία δεν συμπεριλαμβάνονται.

Χαρακτηριστικό στοιχείο της μορφολογίας του Νομού αποτελεί ο ορεινός όγκος του Πηλίου, ο οποίος διαμορφώνει τον ανατολικό βραχίονα του Παγασητικού Κόλπου. Μεγάλο μέρος του Νομού (45%) είναι ορεινό, καθώς εκτός από το Πήλιο, στα δυτικά του Νομού βρίσκεται το όρος Όθρυς και βορειότερα το όρος Μαυροβούνι, που αποτελεί το φυσικό όριο του Νομού.



Χάρτης 1: Καποδιστριακοί Δήμοι/Κοιότητες του Ν. Μαγνησίας

## **2.2 Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ**

### **2.2.1 Η ΜΑΓΝΗΣΙΑ ΣΤΟ ΧΘΕΣ ΚΑΙ ΣΤΟ ΣΗΜΕΡΑ**

Ο Αχιλλέας, ο Ιάσοντας, οι Αργοναύτες, οι Κένταυροι είναι χαρακτηριστικές μορφές της πλούσιας μυθολογίας της περιοχής, που συναντούν στην πορεία του χρόνου τους "σύγχρονους μύθους" του Ρήγα Φεραίου - Βελεστινλή, του ζωγράφου Θεόφιλου, του Ευαρίστο και του Τζόρτζιο ντε Κίρικο και άλλων πολλών επώνυμων και ανώνυμων μορφών της ελληνικής ιστορίας, επιστήμης και τέχνης.

Οι σημαντικότεροι - σε ευρωπαϊκό επίπεδο - νεολιθικοί οικισμοί του Σέσκλου και Διμηνίου, οι μυκηναϊκές θέσεις στα Παλιά και στα Πευκάκια του Βόλου, το αρχαίο θέατρο της Δημητριάδος, οι παλαιοχριστιανικές Βασιλικές των Φθιώτιδων Θηβών στη Νέα Αγχίαλο, αποτελούν ιστορικά μνημεία παγκόσμιου ενδιαφέροντος (Χουρμουζιάδου κ.ά., 1982). Σ' αυτά έρχονται να προστεθούν βιομηχανικά κτίρια που χρονολογούνται από το τέλος του 19ου αιώνα και σηματοδοτούν τη μακρά βιομηχανική και εμπορική παράδοση του Νομού. Στη δεκαετία του 1880 έκαναν την εμφάνιση τους οι πρώτες βιομηχανίες, με αντικείμενο τις μεταλλικές κατασκευές, τη μεταποίηση αγροτικών προϊόντων, την υφαντουργία και βυρσοδεψία. Στην περίοδο 1910-1920 το λιμάνι του Βόλου ήταν πρώτο σε εξαγωγές καπνού στην Ελλάδα (Κορδάτος, 1960). Προπολεμικά ο Βόλος, συγκεντρώνοντας όλες τις προϋποθέσεις, κεφάλαια, εργατική δύναμη, διευρυμένη εσωτερική αγορά, πρόσβαση στις πρώτες ύλες, εξελίσσεται σε βιομηχανικό και εμπορικό κέντρο (Κολιού, 1988). Σ' αυτό συνετέλεσε σε πολύ μεγάλο βαθμό, η εγκατάσταση των προσφύγων από τη Μικρά Ασία. Με την εγκατάσταση των προσφύγων, ο Βόλος παίρνει μια νέα ώθηση. Γίνεται η μεγαλύτερη πόλη της Θεσσαλίας και μια από τις πιο μεγάλες της Ελλάδας. Παράλληλα διασφαλίζει μια νέα δύναμη για την οικονομική ανάπτυξη, ως κέντρο εμπορικό και βιομηχανικό.

Φυσικά, υπήρχε ήδη μια αξιόλογη παράδοση στο Βιομηχανικό τομέα και είχε αποκτήσει σημαντικές μονάδες στη Βιομηχανία, ιδιαίτερα στη μηχανουργία, τις κατασκευές και σε άλλους κλάδους. Με τη λήξη του πρώτου παγκοσμίου πολέμου, όταν η Ελλάδα πέρασε στην ανάπτυξη, στο Βόλο αναπτύσσονται ραγδαία η υφαντουργία και άλλοι κλάδοι, οι οποίοι έχουν ανάγκη από πολλά εργατικά χέρια, κυρίως εργάτριες. Την ανάγκη αυτή καλύπτουν οι πρόσφυγες της Νέας Ιωνίας (Κέντρο Μικρασιατικών Σπουδών, 1993).

Μόνον τα εργοστάσια Παπαγεωργίου και Μουρτζούκου απορροφούν 2.000 εργάτες, βρίσκοντας στο προσφυγικό στοιχείο τα απαραίτητα εκείνα χέρια να αναπτύξουν την παραγωγή, σε τέτοιο σημείο, ώστε να καταλάβουν εξέχουσα θέση στην ελληνική υφαντουργία. Κάτι παρόμοιο συνέβη και σε άλλους κλάδους που είχαν ανάγκη πολλά χέρια, όπως τα καπνεργοστάσια, οι καπναποθήκες, κλπ. (Κατσιρέλος, 1985). Χωρίς όμως τους πρόσφυγες, ασφαλώς θα ήταν δύσκολο να εξασφαλισθούν χιλιάδες εργάτες και προπαντός υφάντριες και καπνεργάτριες, γιατί από τη μια οι Ελληνίδες των πόλεων δεν είχαν χειραφετηθεί να δίνουν σε τέτοιο μαζικό βαθμό εργάτριες, και από την άλλη, ήταν αδύνατο να τροφοδοτηθεί ο Βόλος με χέρια εργατικά από τη Θεσσαλία, γιατί και εκεί υπήρξε καθυστέρηση. Δεν είχε πραγματοποιηθεί ακόμα η απαλλοτρίωση των τσιφλικιών, οι αγρότες ήταν δεμένοι ακόμα με τον τσιφλικά, όπως την περίοδο της τουρκοκρατίας (Πανταζοπούλου, 1969). Με λίγα λόγια τον αστικό μετασχηματισμό που συντελούνταν στις πόλεις και ειδικά στο Βόλο, μέσω της ιδιωτικής πρωτοβουλίας δεν τον ακολουθούσε και η απαραίτητη διαφοροποίηση της Θεσσαλικής κοινωνίας, γιατί το κράτος δεν λάμβανε μέτρα, όπως η απαλλοτρίωση των τσιφλικιών (Καταφυγιώτου, 1947). Το κενό αυτό που δεν επέτρεπε να μεγαλώσει το γηγενές εργατικό δυναμικό, το κάλυψε το προσφυγικό στοιχείο, που έδωσε χιλιάδες χέρια στην αναπτυσσόμενη Βιομηχανία του Βόλου να πραγματοποιήσει το άλμα, όπως και το πραγματοποίησε. Έτσι, η Βιομηχανία του Βόλου στο προσφυγικό στοιχείο βρήκε την ακένωτη πηγή εργατικής δύναμης που ήταν απαραίτητη για την απρόσκοπτη ανάπτυξή της (Λεφούσης, 1985). Και αν ο Βόλος στο διάστημα του μεσοπολέμου εξελίχθηκε σε ένα αυτοδύναμο βιομηχανικό - εμπορικό κέντρο από τα μεγαλύτερα της Ελλάδος, μετά την Αθήνα-Πειραιά- Θεσσαλονίκη, σ' αυτό συνέβαλε ανάλογα και το προσφυγικό στοιχείο. Σύμφωνα με τη βιομηχανική απογραφή του 1930, την περίοδο εκείνη λειτουργούσαν στο Βόλο 984 βιομηχανικές επιχειρήσεις με περίπου 6.000 εργαζόμενους.

Μετά από μια μακρά περίοδο κρίσης και προσαρμογής στα νέα τεχνολογικά και οικονομικά δεδομένα, το 1960 ξεκινάει νέα φάση ανάκαμψης της τοπικής βιομηχανίας, που σηματοδοτείται από τη δημιουργία της πρώτης βιομηχανικής περιοχής. Στη συνέχεια ιδρύεται η δεύτερη βιομηχανική περιοχή και τα τελευταία χρόνια το βιομηχανικό πάρκο (χώρος εγκατάστασης μικρών βιοτεχνιών). Δυστυχώς η αναπτυξιακή αυτή πορεία δεν συνεχίζεται μέχρι σήμερα, λόγω των δυσμενών οικονομικών συγκυριών, με αποτέλεσμα τη συρρίκνωση πολλών εύρωστων κάποτε επιχειρήσεων.



### 2.2.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι διεθνείς τάσεις παγκοσμιοποίησης των αγορών, η ελεύθερη διακίνηση ανθρώπων και εμπορευμάτων, η προοπτική της οικονομικής και νομισματικής ένωσης, καθώς και η δημιουργία του κοινού ευρωπαϊκού νομίματος οριοθέτησαν το νέο περιβάλλον στο οποίο η Ελλάδα εισήλθε δυναμικά, διεκδικώντας - ως ισότιμο μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης - την κατάκτηση μιας ισχυρής θέσης στη διεθνή σκηνή. Στην προσπάθεια αυτή συμμετείχε δυναμικά η Μαγνησία, ένας από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους ελληνικούς Νομούς προσελκύοντας ελληνικά και διεθνή επενδυτικά κεφάλαια (ΑΝ.Ε.Μ., 2002). Και ενώ όλα σηματοδοτούσαν την ανάπτυξη στη Μαγνησία, ήδη από το 2006, μια σειρά εξωγενών παραγόντων άσκησαν και συνεχίζουν να ασκούν πίεση στο παραγωγικό του σύστημα. Σε αυτούς θα πρέπει να συμπεριληφθούν η αναμενόμενη μείωση των πόρων της ΕΕ οι οποίοι κατευθύνονται προς την Ελληνική οικονομία, λόγω της ένταξης στην ΕΕ-27 πολύ φτωχότερων χωρών. Αν και η Θεσσαλία εξακολουθεί να ανήκει στις περιφέρειες που δικαιούνται χρηματοδότηση από το Στόχο της Συνοχής των Διαρθρωτικών Ταμείων στην περίοδο 2007-2013, είναι βέβαιο ότι μακροχρόνια η μείωση των Κοινοτικών πόρων θα επηρεάσει αρνητικά τις δυνατότητες χρηματοδότησης αναπτυξιακών έργων και δράσεων. Στους δυνητικά δυσμενείς παράγοντες θα πρέπει να συμπεριληφθεί επίσης η αυξανόμενη απελευθέρωση των αγορών και των διεθνών ανταλλαγών (τόσο στην Ευρωπαϊκή, όσο και στην Παγκόσμια οικονομία) και μια συνεχής υποβάθμιση και συρρίκνωση των εθνικών πολιτικών προστασίας ευάλωτων ή στρατηγικών κλάδων παραγωγής. Η κοινή πλέον, στάση της διεθνούς κοινότητας ότι οι χώρες, οι περιφέρειες και οι επιχειρήσεις θα πρέπει να εξειδικεύονται σε προϊόντα και υπηρεσίες, που στηρίζονται σε υπαρκτά ή εν δυνάμει συγκριτικά πλεονεκτήματα και όχι στην εύνοια ή την υποστήριξη του κράτους, έχει δημιουργήσει ένα διεθνές περιβάλλον το οποίο περιλαμβάνει όχι μόνο ευκαιρίες, αλλά και απειλές για το σύνολο των Ευρωπαϊκών οικονομιών. Οι απειλές αυτές είναι πιο έντονες για τις λιγότερο ανεπτυγμένες περιφέρειες.

Για τη χώρα μας και ασφαλώς και για τη Μαγνησία το πρόβλημα είναι ακόμα πιο σοβαρό, καθώς συνοδεύεται από μια δυσκολία προσαρμογής σε ένα από τα δύο κυρίαρχα πρότυπα βιομηχανικής οργάνωσης, δηλαδή των ανεπτυγμένων και των αναπτυσσόμενων χωρών. Το μεν πρότυπο των ανεπτυγμένων χωρών στηρίζεται στην υψηλή τεχνολογία, την υψηλή παραγωγικότητα και τη συνεχή καινοτομία για την αντιστάθμιση του υψηλού κόστους εργασίας και την εξασφάλιση ανταγωνιστικής θέσης σε μια σειρά κλάδους στις διεθνείς

αγορές, το δε πρότυπο των αναπτυσσόμενων χωρών στηρίζεται στο χαμηλό κόστος εργασίας, την απομίμηση και την τυποποίηση για τη βελτίωση της θέσης τους διεθνώς.

Επιπλέον, στους εξωγενείς παράγοντες που ασκούν μια πιθανά δυσμενή επίδραση στην περιοχή, θα πρέπει να συμπεριληφθούν η αυξανόμενη χωρική πόλωση της οικονομίας με τη συγκέντρωση των σύγχρονων υπηρεσιών του νέου τριτογενή τομέα στην Αθήνα και τη συγκέντρωση μεγάλου μέρους της εξαγωγικής βιομηχανίας στη Θεσσαλονίκη. Έτσι, η μεν Αθήνα αποτελεί τον κύριο πόλο ανάπτυξης της οικονομίας και - μέσω του αεροδρομίου - την κύρια πύλη επικοινωνίας της Χώρας με την Ευρωπαϊκή Ένωση. Αντίστοιχα, η Θεσσαλονίκη αναδεικνύεται σταδιακά ως βιομηχανικό, εμπορικό και διαμετακομιστικό κέντρο των Βαλκανίων, αυξάνοντας τα συγκριτικά της πλεονεκτήματα και την ελκυστικότητα της, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρύτερο επίπεδο. Οι τάσεις ενίσχυσης των δύο ισχυρών πόλων της Ελλάδας δημιουργούν πιέσεις στον ενδιάμεσο χώρο, τον οποίο είτε συμπιέζουν, είτε, στην καλύτερη περίπτωση αφήνουν χωρίς αναγνωρίσιμη "ταυτότητα" και σε αναζήτηση αναπτυξιακής στρατηγικής.

Αν και η Μαγνησία βρίσκεται στον κεντρικό χώρο της Ελλάδας, πάνω στον αναπτυξιακό άξονα Βορρά-Νότου και πάνω στα υπό κατασκευή σημαντικά δίκτυα μεταφορών της χώρας, η έλλειψη αποτελεσματικών διεθνών διασυνδέσεων, όπως ένα διεθνές Θεσσαλικό αεροδρόμιο, σχεδόν εξαιρούν την περιοχή από τις λίστες επιλογής, ως τόπου εγκατάστασης μεγάλων Ευρωπαϊκών επιχειρήσεων. Στην εποχή των υψηλών ταχυτήτων και της ελαχιστοποίησης του χρόνου μετακινήσεων και μεταφορών, η Μαγνησία φαίνεται ότι βρίσκεται από άποψη συνολικού χρόνου μεταφοράς πιο μακριά από την Ευρώπη, από ότι η Αίγυπτος ή άλλες χώρες της Β. Αφρικής, κάτι που ασφαλώς επιδρά αρνητικά σε κάθε προσπάθεια "διεθνοποίησης" των πλεονεκτημάτων της τοπικής οικονομίας.

Από την άλλη πλευρά, θα πρέπει να είναι σαφές ότι το μεταβαλλόμενο περιβάλλον δεν εγκυμονεί μόνο πιθανούς κινδύνους, αλλά επίσης παρουσιάζει και σημαντικές ευκαιρίες, οι οποίες θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν προς όφελος του νομού. Επιπλέον, η διεύρυνση της ΕΕ-27 δεν θα πρέπει να γίνεται αντιληπτή μόνο ως πιθανός κίνδυνος. Οι νέες αγορές στην Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη αποτελούν μια μοναδική ευκαιρία για την Μαγνησία να διευρύνει τις εξαγωγικές της δυνατότητες και να προσελκύσει τουρισμό.

Μένει λοιπόν στη Μαγνησία μία θέση στον τομέα των υπηρεσιών – τριτογενής τομέας, που είναι συνεπώς καθοριστικός, τόσο στην οικονομική ανάπτυξη, (σήμερα κυρίαρχη σε όλες τις εθνικές και περιφερειακές οικονομίες) (αύξηση του ΑΕΠ), όσο και στην

απασχόληση.

## **2.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ & ΓΕΩΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ**

### **2.3.1 ΦΥΣΙΚΟ ΤΟΠΙΟ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ**

Το ανάγλυφο στη χερσόνησο της Μαγνησίας χαρακτηρίζεται ως ορεινό και ημιορεινό, με εξαίρεση τις εκτάσεις της πεδιάδας της Κάρλας. Το τοπίο εμφανίζεται ποικιλόμορφο, ακολουθώντας τις μεταβολές του ανάγλυφου και επηρεάζεται από τις ανθρώπινες παρεμβάσεις.

Οι μεταβολές του ανάγλυφου και οι μεγάλες υψομετρικές διαφορές της περιοχής διαμορφώνουν 4 μεγάλες κατηγορίες τοπίου (Βαβίζος κ.ά., 1997):

- Ορεινό τοπίο, με κυρίαρχη τη δασική βλάστηση (silva).
- Ημιορεινό, με ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τη μίξη της χαμηλής και αραιής δασικής φυσικής βλάστησης, με φρυγανότοπους και με καλλιέργειες (saltus και ager). Η χωρική κατανομή των χρήσεων γης, δεν ακολουθεί το συνήθη κανόνα διαχωρισμού των γεωργικών καλλιεργειών, από τις περιοχές με φυσική βλάστηση. Οι καλλιέργειες π.χ. της μηλιάς, όπως και οι καστανιές, που κυριαρχούν στην περιοχή της Ζαγοράς, αποτελούν εκχερσωμένα τμήματα δάσους, τα οποία εμπλέκονται χωρικά με τις καλλιέργειες. Αυτό το μωσαϊκό της βλάστησης, δημιουργεί μια μοναδική τοπολογική εικόνα, χαρακτηριστική των ημιορεινών περιοχών της χερσονήσου της Μαγνησίας.
- Αγροτικό τοπίο, με κυρίαρχες τις διαχωρισμένες από άνθηρα, δενδρώδεις κυρίως καλλιέργειες (περίφρακτα ager).
- Αγροτικό τοπίο, με κυρίαρχες τις χωρίς διαχωρισμούς (φυσικούς ή τεχνητούς) αροτριάιες κυρίως καλλιέργειες (πεδινό ager).

Η χερσόνησος της Μαγνησίας, με την Υπουργική Απόφαση 54512/1858/3-5-76 (ΦΕΚ 652 Β713-5-76), χαρακτηρίζεται ως περιοχή ιδιαίτερου φυσικού κάλλους. Ο χαρακτηρισμός αυτός αναφέρεται κυρίως στο ορεινό τοπίο και προκύπτει από τις όμορφες όψεις των εδαφικών εξάρσεων και από τις οπτικές εντυπώσεις, που δημιουργεί η σύνθεση των

επιμέρους τοπίων της περιοχής καθώς και από την ύπαρξη στο αγροτικό και το δασικό τοπίο μνημείων, λιθόστρωτων μονοπατιών, γεφυριών κ.λπ.

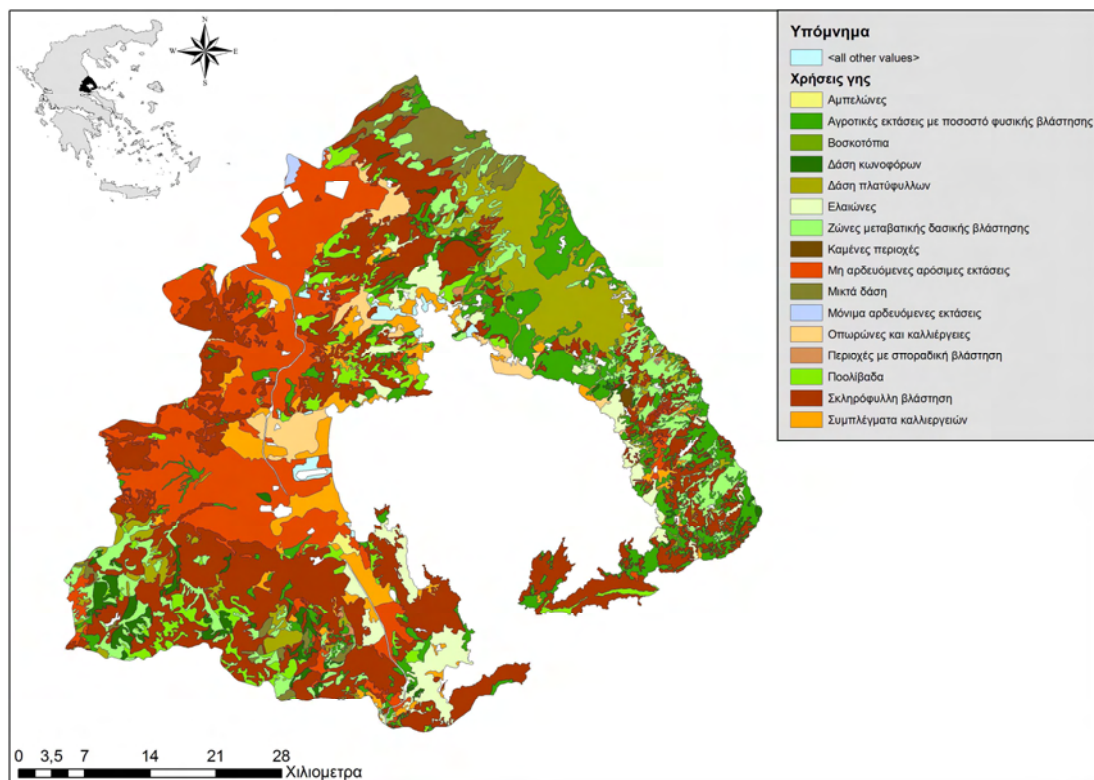
Πίνακας 1: Εκτάσεις στο Ν. Μαγνησίας

Εκτάσεις στο Νομό Μαγνησίας	
Καλλιεργήσιμες εκτάσεις	865.406 στρέμματα
Δάση	407.930 στρέμματα
Βοσκότοποι	837.300 στρέμματα
Αστικές περιοχές	554.900 στρέμματα
Σύνολο	2.665.536 στρέμματα
Μήκος ακτών	320 χλμ.

Στις εδαφικές εξάρσεις της χερσονήσου της Μαγνησίας επικρατούν η πυκνή φυσική βλάστηση, το έντονο ανάγλυφο, οι μεγάλες κλίσεις του εδάφους και η παραποτάμια βλάστηση, που αναπτύσσεται στις κοίτες και τις όχθες του πυκνού υδρογραφικού δικτύου της περιοχής.

Στις όψεις αυτές εντάσσονται αρμονικά τα αγροτεμάχια (ager), οι μικρής έκτασης βοσκότοποι (saltus), οι κήποι (hortus) και οι διάσπαρτοι οικισμοί (Αθανασιάδης, 1986).

Το τοπίο των ημιορεινών περιοχών χαρακτηρίζεται από τη θαμνώδη ή ημιθαμνώδη φυσική βλάστηση (saltus), τις μέσες και ομαλές κλίσεις του εδάφους, καθώς και από την εναλλαγή της φυσικής βλάστησης με τις καλλιέργειες (κυρίως ελιάς και αμπέλου αλλά και με μικρά αγροτεμάχια με αροτριαίες καλλιέργειες). Στις κοίτες και τις όχθες του υδρογραφικού δικτύου υπάρχουν σύνολα μεγάλης αισθητικής αξίας, που δημιουργούνται από την παραποτάμια βλάστηση. Στο τοπίο αυτό εντάσσονται αρμονικά οι οικισμοί.



Χάρτης 2: Χάρτης χρήσεων γης Ν. Μαγνησίας

Το τυπικό αγροτικό τοπίο (ager και hortus) καταλαμβάνει μικρή σχετικά έκταση στη χερσόνησο της Μαγνησίας. Οι διαχωρισμένες με άνθηρα καλλιέργειες (ager) επικρατούν στα επικλινή εδάφη και περιβάλλουν το σύνολο σχεδόν των οικισμών της περιοχής. Στις παραθαλάσσιες εκτάσεις οι διαχωρισμοί των αγροτεμαχίων οριοθετούνται με τεχνητούς φράκτες. Το αγροτικό τοπίο στις περιοχές αυτές χαρακτηρίζεται ακόμα από τις διελεύσεις του υδρογραφικού δικτύου με παραποτάμια βλάστηση. Οι χωρίς φυσικούς ή τεχνητούς διαχωρισμούς καλλιέργειες που αποτελούν τον τυπικό αγροτικό τύπο, αναπτύσσονται κυρίως στην περιοχή της Κάρλας, όπου μεταξύ των καλλιεργειών και των κήπων (hortus) παρεμβάλλονται το οδικό δίκτυο, οι τάφροι και οι διώρυγες του τεχνητού υδρογραφικού δικτύου (Χωροταξικό Σχέδιο Περιφέρειας Θεσσαλίας, 1998).

Οι τύποι των οικισμών της χερσονήσου της Μαγνησίας είναι κυρίως τρεις: ο απλός, ο σύνθετος και το επίνειο (Χωροταξική Μελέτη Πηλίου, 1980).

### 2.3.2 ΓΕΩΛΟΓΙΑ - ΣΤΡΩΜΑΤΟΓΡΑΦΙΑ

Από γεωλογικής - στρωματογραφικής πλευράς, η χερσόνησος της Μαγνησίας συνίσταται κυρίως από: α) ημιμεταμορφωμένα, μέχρι μεταμορφωμένα πετρώματα (γνεύσιοι,

μαρμαρυγικοί σχιστόλιθοι, μάρμαρα, κ.λπ.), β) σποραδικές εμφανίσεις οφιολιθικών, σχιστοκερατολιθικών και ασβεστολιθικών πετρωμάτων και φλύσχη και γ) μικρές επιφάνειες από σχετικά πρόσφατες ποταμολιμναίες αποθέσεις του Τεταρτογενούς. Στη συνέχεια δίνεται αναλυτικότερα η περιγραφή των κυριότερων γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, κατά σειρά από τα παλαιότερα προς τα νεότερα:

### **Μεταμορφωσιγενή πετρώματα υποβάθρου**

Ο σχηματισμός αυτός αποτελεί κυρίως το υπόβαθρο της περιοχής και συνίσταται πετρογραφικά από πολυφασικό σύστημα ορθο-παραμεταμορφωμένων πετρωμάτων, γνευσιακών μαρμαρυγικών σχιστόλιθων, φυλλιτών και πρασινιτών, στους οποίους παρεμβάλλονται μάρμαρα, σιπολίνες και χαλαζίτες.

### **Μάρμαρα**

Πρόκειται για σχηματισμό που είναι έντονα τεκτονισμένος και πτυχωμένος με άξονες πτυχών κυρίως ΒΑ-ΝΔ. Το πάχος του σχηματισμού φθάνει τα 800 m περίπου.

### **Σχιστόλιθοι - γνεύσιοι - γνευσιοσχιστόλιθοι**

Ο σχηματισμός αυτός απαντάται στη λεκάνη του Βόλου και το πάχος του δεν ξεπερνάει τα 200 m περίπου.

### **Σύμπλεγμα μεταμορφωμένων οφιολιθικών πετρωμάτων**

Πρόκειται για τεκτονικό κάλυμμα που αποτελείται από σύμπλεγμα πετρωμάτων και ειδικότερα από σερπεντινωμένους περιδοτίτες και σερπεντίνες, από αμφιβολιτικούς σχιστόλιθους και χλωρίτες, στους οποίους παρεμβάλλονται και ενστρώσεις μαρμάρων μικρού πάχους και τέλος από γνευσιοσχιστόλιθους έως οφθαλογνεύσιους. Το πάχος του σχηματισμού, εξαιτίας της τεκτονικής προέλευσης του, παρουσιάζει σημαντικές διαφορές από θέση σε θέση, είναι όμως της τάξης των 500 m περίπου.

### **Ασβεστόλιθοι**

Πρόκειται για αδροκρυσταλλικούς σκουρόχρωμους παχυστρωματώδεις, έως άστρωτους ασβεστόλιθους και δολομίτες. Το πάχος του σχηματισμού φθάνει τα 500 m περίπου με κυριότερη εμφάνιση στο Τρίκερι.

## **Φλύσσης**

Ο σχηματισμός αυτός στρωματογραφικά επικάθεται των ανωκρητιδικών ασβεστόλιθων και συνίσταται κυρίως από μεσόκοκκους έως αδρόκοκκους ψαμμίτες, στους οποίους παρεμβάλλονται ιλυόλιθοι, πηλίτες και τοπικά ψαμμιτικοί ασβεστόλιθοι. Το πάχος του σχηματισμού ξεπερνάει τα 300 m περίπου, με κυριότερη εμφάνιση στο νησί Παλιό Τρίκερι.

## **Κώνιοι κορημάτων**

Τα πλευρικά κορήματα οφείλουν τη δημιουργία τους στο απότομο ανάγλυφο, που εμφανίζεται σε πολλά σημεία της περιοχής, στα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της, καθώς και στη φύση των πετρωμάτων. Αυτά αναπτύσσονται κατά μήκος των επιπτώσεων, καθώς και των απότομων χαραδρών, όπου η αποσάθρωση των σχηματισμών ενισχύεται και από την τεκτονική καταπόνηση. Πρόκειται για συγκολλημένα ή χαλαρά και ασύνδετα γωνιώδη θραύσματα, ποικίλης σύστασης, που εξαρτάται από το μητρικό πέτρωμα προέλευσης. Καλύπτουν όλες τις κοκκομετρικές διαβαθμίσεις και φθάνουν το μέγεθος τεράστιων ογκόλιθων, έτσι ώστε να ανατρέχουμε ακόμη και σε αποκολλήσεις βράχων, ενώ το πάχος τους δεν ξεπερνά τα 20 m.

## **Ποταμοχειμάρρεις αποθέσεις**

Οι ποταμοχειμάρρεις αποθέσεις συνίστανται κυρίως από αποσαθρωμένα υλικά, που μεταφέρθηκαν από τα ψηλότερα τοπογραφικά σημεία σε μικρή ή μεγάλη απόσταση, έτσι ώστε η κοκκομετρία, η σύνθεση και σύστασή τους να εξαρτάται από την απόσταση, το είδος του μητρικού πετρώματος, κ.λ.π. Πρόκειται για ασύνδετες ή χαμηλής συνεκτικότητας αποθέσεις που αναπτύσσονται στις κοίτες των ποταμών, στους χώρους εκφόρτισης τους στη θάλασσα (περιοχή Βόλου) και στα πεδινά τμήματα (περιοχή Κάρλας). Καλύπτουν όλες τις κοκκομετρικές διαβαθμίσεις, από ιλύ, άμμο, χαλίκια μέχρι κροκάλες καθώς και τις ενδιάμεσες φάσεις, με διάφορες αναλογίες που ποικίλουν από θέση σε θέση. Το πάχος του σχηματισμού δεν ξεπερνάει τα 50 m περίπου.

## **Αποθέσεις λίμνης Κάρλας**

Στην περιοχή της πρώην λίμνης Κάρλας επικρατούν κυρίως αργιλομαργαϊκές αποθέσεις, πάχους μέχρι 60 m. Στη συνέχεια ακολουθούν λατυπο-κροκαλο-χαλικομιγείς αποθέσεις

πάχους 40-50 m.

## 2.4 ΚΛΙΜΑ

Το έντονο ανάγλυφο, οι σχετικά μεγάλες υψομετρικές διαφορές και οι διαφορετικές εκθέσεις διαμορφώνουν έντονες διαφοροποιήσεις στο κλίμα της χερσονήσου της Μαγνησίας, διαφορές, που εμφανίζονται εντονότερες στις μισγάγγειες των ρεμάτων, λόγω των μικροκλιματικών συνθηκών που επικρατούν στα σημεία αυτά (Καραπιπέρης, 1967).

Στη χερσόνησο της Μαγνησίας δεν λειτουργεί πυκνό δίκτυο σταθμών της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας. Έτσι, η ανάλυση των μετεωρολογικών δεδομένων γίνεται προσεγγιστικά από τα στοιχεία που προέρχονται από τους εξής σταθμούς:

α) Για τις βόρειες και ανατολικές εκθέσεις χρησιμοποιούνται τα στοιχεία από το μετεωρολογικό σταθμό Σκοπέλου της Ε.Μ.Υ. και από το μετεωρολογικό σταθμό της Ζαγοράς του Υπουργείου Γεωργίας.

β) Για τις νότιες και δυτικές εκθέσεις και για το ακρωτήριο Τρικεριού, χρησιμοποιούνται τα στοιχεία από το μετεωρολογικό σταθμό Βόλου της Ε.Μ.Υ. και το μετεωρολογικό σταθμό Λεχωνίων του Υπουργείου Γεωργίας, (που σήμερα δεν λειτουργεί).

### **Βόρειες και Ανατολικές Εκθέσεις προς το Θερμαϊκό**

Στη χερσόνησο της Μαγνησίας παρατηρούνται σημαντικές και απότομες μεταβολές του κλίματος, οι οποίες οφείλονται κατά κύριο λόγο στις μεγάλες μεταβολές του υψόμετρου, αλλά και των μικροκλιματικών συνθηκών που δημιουργούνται στις μισγάγγειες των πολλών ρεμάτων, που διατρέχουν την περιοχή. Το κλίμα που επικρατεί κυμαίνεται από παραθαλάσσιο ως ορεινό και καθορίζεται κύρια από τους επικρατούντες στο Αιγαίο, ανέμους.

Για την ανάλυση του κλίματος στο ανατολικό τμήμα της χερσονήσου χρησιμοποιούνται τα στοιχεία του Μ.Σ. Σκοπέλου, διότι προσεγγίζουν πλησιέστερα τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στα χαμηλά υψόμετρα, ενώ για την ανάλυση του κλίματος στα μεγάλα υψόμετρα χρησιμοποιούνται τα στοιχεία του Μ.Σ. Ζαγοράς.

### **Θερμοκρασία**

Από τα μετεωρολογικά στοιχεία του Μ.Σ. Σκοπέλου φαίνεται ότι ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Δεκέμβριος, με μέση μηνιαία θερμοκρασία 8,4 °C και οι θερμότεροι μήνες ο Ιούλιος και Αύγουστος, με μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες 25,4 και 25,0 °C αντίστοιχα. Η



μέση μέγιστη θερμοκρασία τον Ιανουάριο (ψυχρότερος μήνας) είναι 11,2 °C, τον Ιούλιο 28,6 °C και τον Αύγουστο 28,4 °C. Η μέση ελάχιστη τον Ιανουάριο είναι 4,9 °C, τον Ιούλιο 19,5 °C και τον Αύγουστο 19,4 °C. Οι απολύτως μέγιστες τιμές τους μήνες Ιανουάριο, Ιούλιο και Αύγουστο είναι 21,8 °C, 42,4 °C και 37,2 °C αντίστοιχα, ενώ οι απολύτως ελάχιστες είναι -6,4 °C, 12,4 °C και 12,8 °C αντίστοιχα.

Σύμφωνα με στοιχεία του Μ.Σ. Ζαγοράς ως ψυχρότερος μήνας καταγράφεται ο Φεβρουάριος (5,0 °C) και ως θερμότερος μήνας ο Ιούλιος (22,6 °C).

### **Σχετική υγρασία – Βροχόπτωση**

Η μέση σχετική υγρασία, σύμφωνα με στοιχεία του Μ.Σ. Σκοπέλου, κυμαίνεται από 65,1% το μήνα Ιούνιο και έως 79,3 % το μήνα Νοέμβριο. Ως ξηρότερος μήνας εμφανίζεται ο Ιούλιος με συνολικό ύψος κατακρημνισμάτων 23,5 mm, ενώ ως υγρότερος ο Δεκέμβριος με 130,5 mm. Σύμφωνα με στοιχεία του Μ.Σ. Ζαγοράς ως ξηρότερος μήνας εμφανίζεται ο Ιούλιος με μέσο μηνιαίο ύψος κατακρημνισμάτων 31,36 mm και ως υγρότερος ο Νοέμβριος με 277,4 mm.

Το μέσο ετήσιο ύψος υετού, σύμφωνα με στοιχεία του Μ.Σ. Σκοπέλου ανέρχεται σε 790,5 mm και σύμφωνα με στοιχεία του Μ.Σ. Ζαγοράς 1.517,2 mm, δηλαδή εμφανίζεται σημαντική αύξηση των κατακρημνισμάτων, με την αύξηση του υψομέτρου.

### **Άνεμοι**

Η διεύθυνση των ανέμων που επικρατούν στο ανατολικό τμήμα της χερσονήσου, είναι σύμφωνα με τις μετρήσεις του Μ. Σ. Σκοπέλου, οι βόρειοι.

### **Νότιες και Δυτικές εκθέσεις χερσονήσου της Μαγνησίας-Ακρωτήριο Τρικεριού**

Για τις περιοχές στις νότιες και δυτικές εκθέσεις της χερσονήσου της Μαγνησίας και για την περιοχή που διαμορφώνει το Τισαίο όρος και η χερσόνησος του Τρίκερι, χρησιμοποιούνται τα μετεωρολογικά στοιχεία του Μ.Σ. Βόλου της Ε.Μ.Υ. και του Μ.Σ. Λεχωνίων του Υπ. Γεωργίας.

### **Θερμοκρασία**

Από τα μετεωρολογικά στοιχεία του Μ.Σ. Βόλου φαίνεται ότι ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος, με μέση μηνιαία θερμοκρασία 7,8 °C και θερμότερος ο Ιούλιος με 27,0 °C. Η μέση μέγιστη τιμή καταγράφεται τον Ιούλιο (31,0 °C) και η μέση ελάχιστη τον Ιανουάριο

(4,5 °C). Η απόλυτη μέγιστη καταγράφεται τον Ιούλιο (44,2 °C), ενώ η απόλυτη ελάχιστη τον Ιανουάριο (-8,2 °C).

Από στοιχεία του Μ.Σ. Λεχωνίων ως ψυχρότερος μήνας καταγράφεται ο Ιανουάριος (8,2 °C) και ως θερμότερος ο Ιούλιος (25,6 °C).

### **Σχετική υγρασία – Βροχόπτωση**

Η μέση σχετική υγρασία, από στοιχεία του Μ.Σ. Βόλου κυμαίνεται από 60,1 % τον Αύγουστο, έως 74,0 % το Νοέμβριο. Ως ξηρότερος μήνας εμφανίζεται ο Αύγουστος, με συνολικό ύψος κατακρημνισμάτων 10,8 mm και ως υγρότερος ο Νοέμβριος με συνολικό ύψος 53,8 mm. Τον ίδιο μήνα, εμφανίζεται και το μεγαλύτερο ύψος 24ώρου (190,0 mm).

Σύμφωνα με στοιχεία του Μ.Σ. Λεχωνίων, ως ξηρότερος μήνας εμφανίζεται ο Ιούλιος με 8,7 mm βροχής και ως υγρότερος ο Νοέμβριος με 63,8 mm βροχής.

Το μέσο ετήσιο ύψος κατακρημνισμάτων, από στοιχεία του Μ.Σ. Βόλου ανέρχεται σε 420,4 mm ενώ, από στοιχεία του Μ.Σ. Λεχωνίων σε 462,1 mm.

### **Άνεμοι**

Η διεύθυνση των ανέμων που επικρατούν στο νότιο τμήμα της χερσονήσου της Μαγνησίας και τη χερσόνησο του Τρικεριού, είναι οι βόρειοι, από Οκτώβριο έως και Απρίλιο και οι νότιοι κατά τους θερινούς μήνες.

Από τη συσχέτιση των μετεωρολογικών παραμέτρων προκύπτει ότι το κλίμα που επικρατεί στη χερσόνησο της Μαγνησίας επηρεάζεται από τους ανέμους που επικρατούν στο Αιγαίο και τις υψομετρικές διαφορές.

Στις βόρειες και ανατολικές εκθέσεις η χερσόνησος της Μαγνησίας δέχεται την επίδραση των ανέμων που επικρατούν στο Αιγαίο, βόρειοι ως επί το πλείστον, οι οποίοι κατά τη διάρκεια των ψυχρών μηνών, δίνουν το μεγαλύτερο ποσοστό των κατακρημνισμάτων στα μεγαλύτερα υψόμετρα.

Στις νότιες και δυτικές εκθέσεις της χερσονήσου της Μαγνησίας και το ακρωτήριο του Τρικεριού, δέχεται την επίδραση των βορείων ανέμων του Αιγαίου κατά τη διάρκεια των ψυχρών μηνών, αλλά δέχεται μέρος μόνο των κατακρημνισμάτων, που δεν έχουν αποθεθεί στο ανατολικό τμήμα της χερσονήσου. Οι νότιοι άνεμοι που επικρατούν κατά τη διάρκεια του θέρους δεν δημιουργούν βροχοπτώσεις. Με βάση την προαναφερθείσα ανάλυση,

εξηγείται και η μεγάλη διαφορά στο μέσο ετήσιο ύψος υετού, ανάμεσα στους Μ. Σ. Βόλου (420,4 mm) και Σκοπέλου (790,5 mm), καθώς και η διαφορά ανάμεσα στους Μ.Σ. Σκοπέλου (790,5 mm) και Μ.Σ. Ζαγοράς (1.517,2 mm).

## **2.5 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ**

### **ΜΟΝΙΜΟΣ ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ**

Ο μόνιμος πληθυσμός του Νομού σύμφωνα με την τελευταία επίσημη απογραφή του 2001, ανέρχεται σε 206.995 κατοίκους.

Ο πληθυσμός αυτός είναι κατανεμημένος διοικητικά σε 22 πρωτοβάθμιους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ), και 4 Κοινότητες, όπως διαμορφώθηκαν κατά τη διοικητική αναδιοργάνωση που έλαβε χώρα βάσει του Νόμου 2539/97, (ΕΣΥΕ, 2002). Στον πίνακα καταγράφεται η διοικητική διάρθρωση του Νομού στους 22 Πρωτοβάθμιους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης μαζί με στοιχεία για τη χωρική και πληθυσμιακή κατανομή.

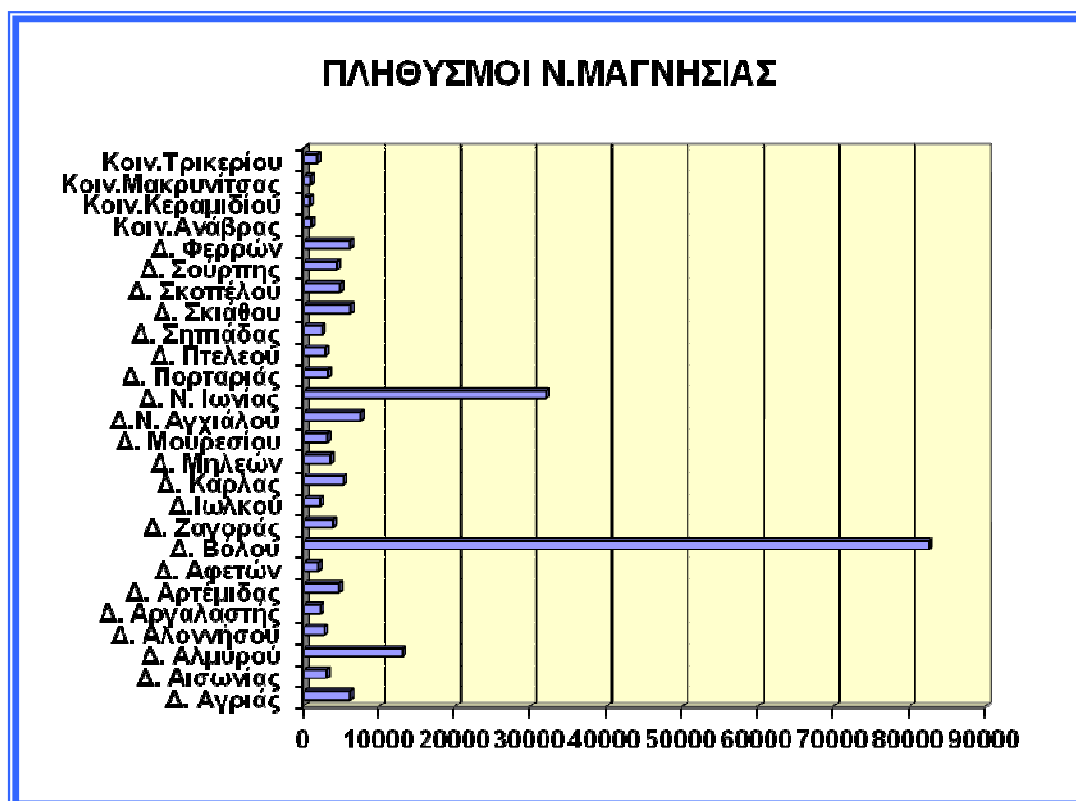
*Πίνακας 2: Πρωτοβάθμιοι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης Ν. Μαγνησίας*

Δήμος	Έκταση Δήμου (km <sup>2</sup> )	Ποσοστό έκτασης (%)	Πληθυσμός Δήμου
Αγριάς	25.2	1.0	6112
Αισωνίας	75.5	2.9	3031
Αλμυρού	473.9	18.0	12987
Αλονήσου	129.6	4.9	2700
Αργαλαστής	74.8	2.8	2158
Αρτέμιδος	28.7	1.1	4583
Αφετών	80.8	3.1	1838
Βόλου	26.6	1.0	82439
Ζαγοράς	96.1	3.6	3829
Ιωλκού	2.7	0.1	2071
Κάρλας	223.6	8.5	5198
Μηλεών	63.8	2.4	3513
Μουρεσίου	54.2	2.1	3107
Νέας Αγγιάλου	80.5	3.1	7411
Νέας Ιωνίας	63.3	2.4	31929
Πορταριάς	23.2	0.9	3201
Πτελεού	118.2	4.5	2881
Σηπιάδος	122.4	4.6	2358
Σκιάθου	49.9	1.9	6160
Σκοπέλου	96.3	3.7	4696
Σούρπης	191.4	7.3	4314
Φερών	215.6	8.2	6116

Κ. Ανάβρας	121.9	4.6	987
Κ. Κεραμιδίου	111.5	4.2	782
Κ. Μακρινίτσης	59.9	2.3	898
Κ. Τρικερίου	26.8	1.0	1698
Σύνολο	2636.3	100.0	206995

Πηγή: ΕΣΥΕ (ΦΕΚ 715/Β/12.6.2002)

Από πληθυσμιακή άποψη ο Δήμος Βόλου αποτελεί το μεγαλύτερο Δήμο (82.439), ενώ πληθυσμό που υπερβαίνει τους 30.000 κατοίκους εμφανίζει ακόμη ένας μόνο Δήμος, αυτός της Νέας Ιωνίας (31.929), με τον αμέσως μεγαλύτερο Δήμο Αλμυρού να έχει 12.987 κατοίκους. Οι υπόλοιποι Ο.Τ.Α, κυμαίνονται πληθυσμιακά από 650 έως 6800 κατοίκους. Από την κατανομή του πληθυσμού σε αστικές, ημιαστικές και αγροτικές περιοχές διαπιστώνεται ότι, το ποσοστό συμμετοχής του αγροτικού και του ημιαστικού πληθυσμού, κατά το χρονικό διάστημα 1961-1991 στο σύνολο βαίνει μειούμενο, με ταυτόχρονη αύξηση του αστικού πληθυσμού.



Γράφημα 3: Πληθυσμοί ΟΤΑ Ν. Μαγνησίας

Πηγή: ΕΣΥΕ (ΦΕΚ 715/Β/12.6.2002)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### **3. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΜΕΛΕΤΗΣ**

#### **3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ARCMAP 9.2**

Για την αποτύπωση της παρούσας εργασίας κρίθηκε απαραίτητη η χρήση προγράμματος Γεωγραφικού Συστήματος Αναφορών ArcGIS 9.

Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των Γ.Σ.Π. στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, συνοψίζονται στα παρακάτω:

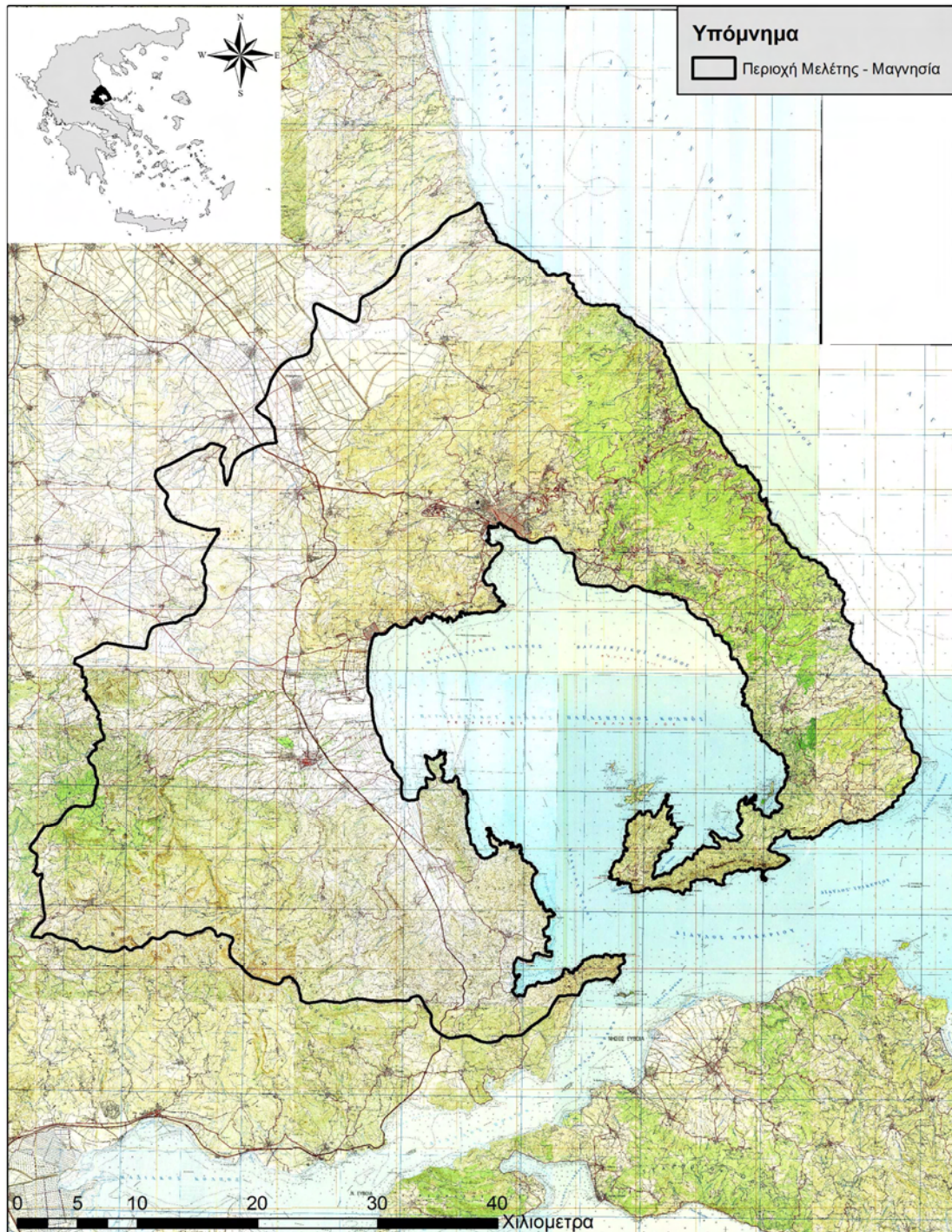
- Δυνατότητα γεωγραφικής ανάλυσης των πληροφοριών.
- Δυνατότητα ηλεκτρονικής χαρτογράφησης και παρουσίασης θεματικών χαρτών.

Αναλυτικά πραγματοποιήθηκαν οι παρακάτω εργασίες στο πρόγραμμα του Γεωγραφικού Συστήματος Αναφορών.

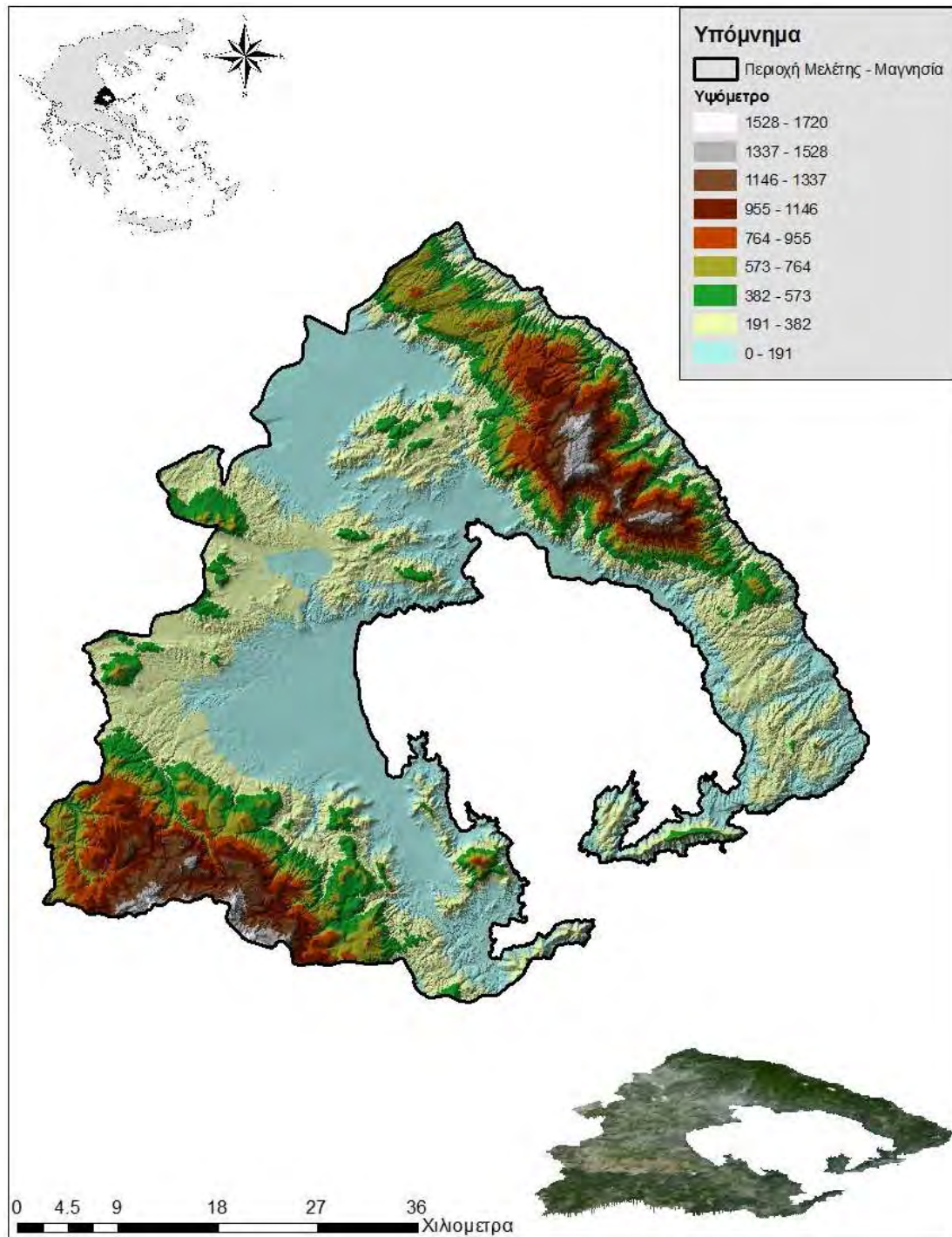
#### **3.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΨΗΦΙΑΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ**

Για την έναρξη των εργασιών του προγράμματος Γεωγραφικού Συστήματος Αναφορών απαιτήθηκαν τα ακόλουθα δεδομένα:

Ψηφιακός χάρτης Μαγνησίας, της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) σε κλίμακα 1:50.000 και ισοδιάσταση υψομετρικών καμπυλών 20m. Μετά τη δημιουργία της βάσης δεδομένων όλα τα δεδομένα ανοίχθηκαν σε ένα γεωγραφικό σύστημα αναφοράς που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι το ΕΓΣΑ '87 (Εθνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987), ώστε όλα τα στοιχεία που θα τοποθετούνται ή θα δημιουργούνται να έχουν ένα κοινό σύστημα αναφοράς. Με τη χρήση των ψηφιοποιημένων ισοϋψών και του προγράμματος ArcView - Spatia Analyst δημιουργήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DTM) της λεκάνης απορροής του Ν. Μαγνησίας. Ψηφιοποιήθηκαν δε όλες οι ισοϋψείς καμπύλες του χάρτη (1:50.000) Μαγνησίας. Στη συνέχεια με τη χρήση των ψηφιοποιημένων ισοϋψών και του προγράμματος ArcView – Spatia Analyst δημιουργήθηκε το Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους (DTM, TIN) του Ν. Μαγνησίας.



Χάρτης 3: Η περιοχή μελέτης - Ν. Μαγνησίας



Χάρτης 4: Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους Ν. Μαγνησίας



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

## 4. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

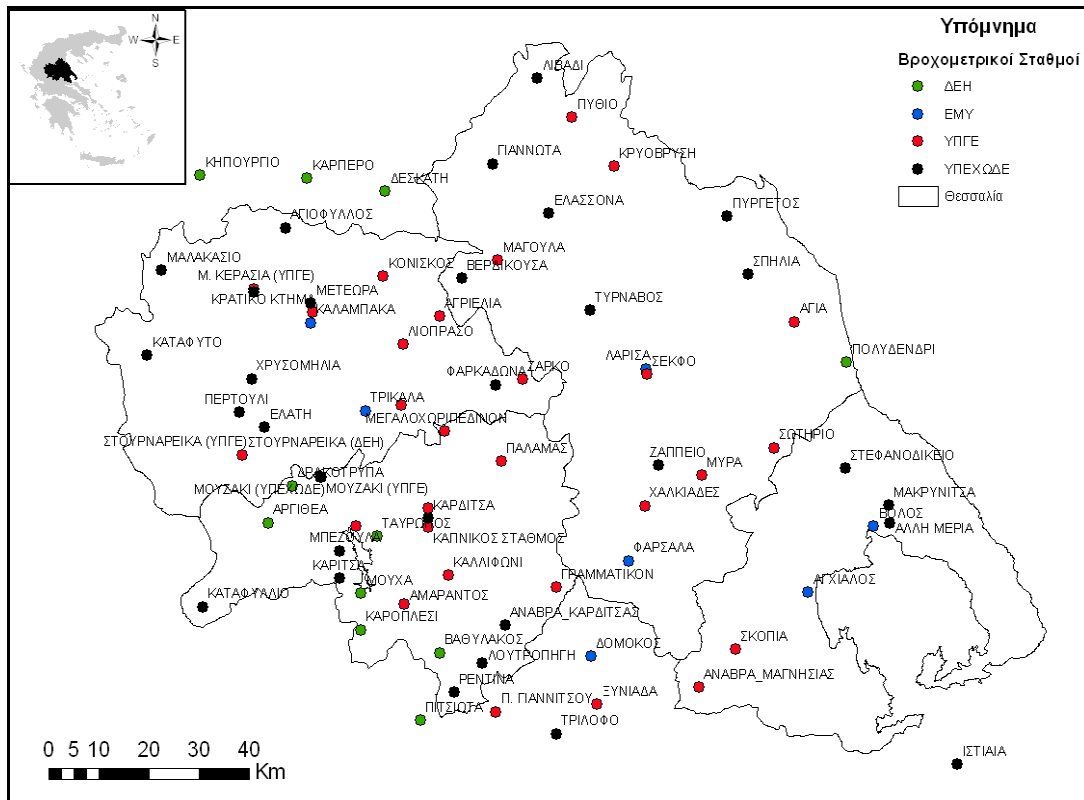
### 4.1 ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Για τον υπολογισμό της βροχόπτωσης στις ζώνες του Ν. Μαγνησίας αξιοποιήθηκαν οι μετρήσεις συνολικά 11 σταθμών. Οι τιμές των περισσότερων σταθμών αφορούσαν μηνιαίες υδατοπτώσεις. Στον παρακάτω Πίνακα παρουσιάζονται οι σταθμοί υετόπτωσης με τις κυριότερες γενικές πληροφορίες τους.

Πίνακας 3: Σταθμοί υετόπτωσης υδρολογικής λεκάνης του Ν. Μαγνησίας

Όνομα σταθμού	Υψόμετρο (m)	Νομός
Ανάβρα	700	Μαγνησίας
Αγχιάλος	15	Μαγνησίας
Βόλος	3	Μαγνησίας
Άλλη Μεριά	120	Μαγνησίας
Μακρυνίτσα	690	Μαγνησίας
Μύρα	320	Λάρισας
Ιστιαία	45	Ευβοίας
Σκοπιά	580	Λάρισας
Δομοκός	615	Φθιώτιδας
Στεφανοβίκειο	80	Μαγνησίας
Σωτήριο	51	Λάρισας

Οι σταθμοί δεν βρίσκονται όλοι μέσα στα όρια των περιοχών μελέτης, αλλά ορισμένοι και εκτός αυτής, με σκοπό την ακριβέστερη και πιο ολοκληρωμένη χωρική κάλυψη της περιοχής μελέτης. Οι θέσεις των σταθμών απεικονίζονται στο παρακάτω Σχήμα.



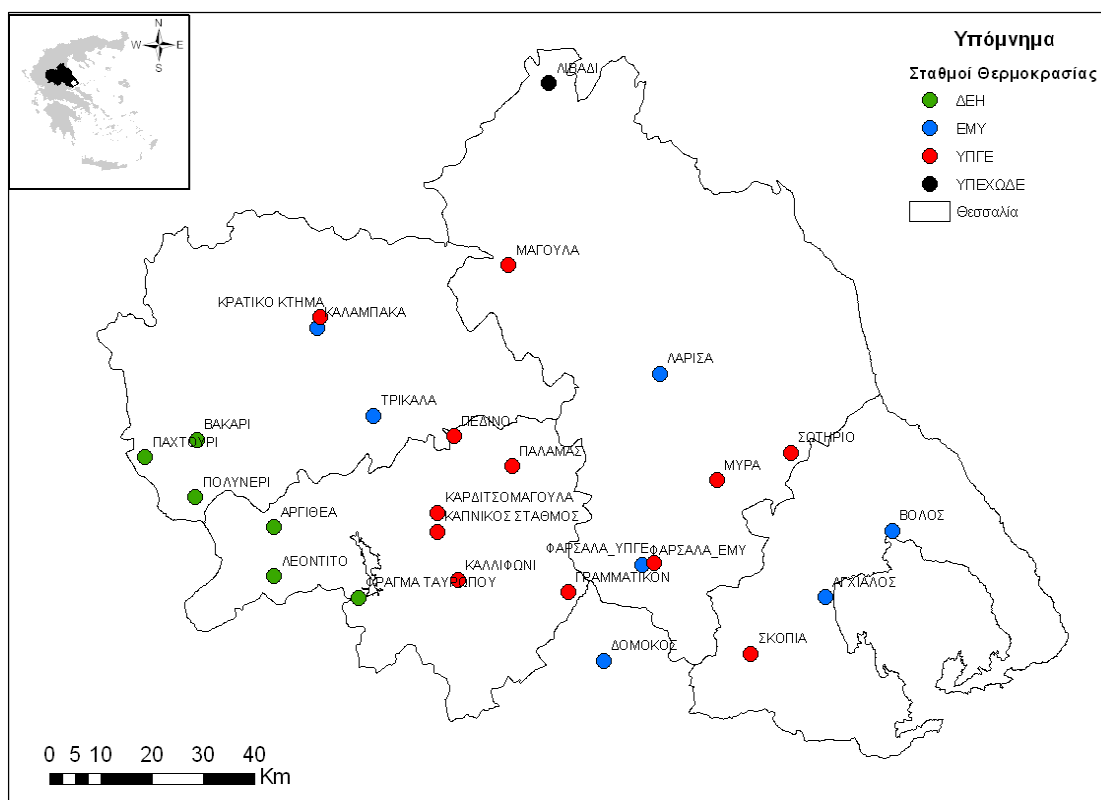
Σχήμα 3: Σταθμοί νετόπτωσης Θεσσαλίας

## 4.2 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Για την εκτίμηση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας από είκοσι έξι (26) σταθμούς, για το σύνολο των υδρολογικών ετών που υπήρχαν δεδομένα των σταθμών αυτών. Οι σταθμοί δεν βρίσκονται μόνο στους τέσσερις νομούς της Θεσσαλίας αλλά και στους γειτονικούς νομούς, ώστε το σύνολο των σταθμών να καλύπτουν χωρικά την περιοχή της Θεσσαλίας. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι σταθμοί μέτρησης θερμοκρασίας με τις κυριότερες γενικές πληροφορίες τους, και στο Σχήμα 4 παρουσιάζονται οι θέσεις των σταθμών αυτών.

Πίνακας 4: Σταθμοί θερμοκρασίας υδρολογικής λεκάνης του Ν. Μαγνησίας

Όνομα σταθμού	Νομός	Υψόμετρο (m)
Αγχιάλος	Μαγνησίας	15
Αργιθέα	Καρδίτσας	980
Βακάρι	Τρικάλων	1150
Βόλος	Μαγνησίας	3
Γραμματικόν	Καρδίτσας	95
Δομοκός	Φθιώτιδος	615
Καλαμπάκα	Τρικάλων	222
Καλλιφώνι	Καρδίτσας	100
Καπνικός Σταθμός	Καρδίτσας	110
Καρδιτσομαγούλα	Καρδίτσας	95
Κρατικό Κτήμα Καλαμπάκας	Τρικάλων	532
Λάρισα	Λάρισας	73
Λεοντίτο	Καρδίτσας	950
Λιβάδι	Λάρισας	1183
Μαγούλα	Λάρισας	180
Μύρα	Λάρισας	320
Παλαμάς	Καρδίτσας	95
Παχτούρι	Τρικάλων	950
Πεδινόν	Καρδίτσας	95
Πολυνέρι	Τρικάλων	730
Σκοπιά	Λάρισας	580
Σωτήριο	Λάρισας	51
Φράγμα Ταυρωπού	Καρδίτσας	850
Τρίκαλα	Τρικάλων	149
Φάρσαλα	Λάρισας	148
Φάρσαλα	Λάρισας	434



Σχήμα 4: Σταθμοί θερμοκρασίας Θεσσαλίας

### 4.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Στην εργασία μας ο Ν. Μαγνησίας παρουσιάζεται με βάση τη διοικητική διαίρεση, όπως ίσχυε με το Σχέδιο Καποδίστριας, από το 1992 έως το 2010. Ο νομός χωρίστηκε σε είκοσι τρεις περιοχές (ζώνες) μελέτης, από τις οποίες οι 19 περιοχές είναι οι Δήμοι και οι 4 Κοινότητες. Από τους Δήμους εξαιρέσαμε τη νησιωτική Μαγνησία που την απαρτίζουν οι 3 Δήμοι, Αλοννήσου, Σκιάθου και Σκοπέλου. Ο διαχωρισμός αυτός πραγματοποιήθηκε λόγω διαφορετικών και πολλαπλών κριτηρίων, με κυριότερο όμως κριτήριο την εύρεση και καταγραφή δεδομένων καλλιεργήσιμων στρεμμάτων και παραγωγής ανά έτος, όλων των Δήμων/Κοινοτήτων και αναλυτικά των ΟΤΑ τους. Άλλα κριτήρια ήταν:

- ✓ Η μορφολογία του αναγλύφου
- ✓ Οι υδατικοί πόροι της κάθε περιοχής
- ✓ Η διαφορετική διαχείριση των υδατικών πόρων
- ✓ Η μεγαλύτερη ακρίβεια στην αποτίμηση της κατάστασης των υπό μελέτη ζωνών

#### **4.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Από τους διαθέσιμους μετεωρολογικούς σταθμούς με κοινή περίοδο δεδομένων Οκτώβριος 1960 έως Σεπτέμβριος 2002 υπολογίστηκε η μέση επιφανειακή υετόπτωση, και η μέση επιφανειακή θερμοκρασία για κάθε λεκάνη απορροής (Δήμος ή Κοινότητα).

Παρακάτω θα παρουσιάσουμε όλη την παραπάνω διαδικασία για ένα Δήμο μόνο, που είναι ο Δ. Αλμυρού. Είναι σαφές ότι η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε για όλους τους υπόλοιπους Δήμους και Κοινότητες του Νομού Μαγνησίας.

##### **4.4.1 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Στη λεκάνη απορροής του Δήμου Αλμυρού δεν υπάρχουν διαθέσιμοι μετεωρολογικοί σταθμοί. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν επεξεργασμένα δεδομένα θερμοκρασίας και βροχόπτωσης από την ευρύτερη περιοχή της λεκάνης απορροής. Τα δεδομένα αυτά αναλύθηκαν για την ύπαρξη σημαντικών τάσεων καθώς και για την εκτίμηση της επιφανειακής βροχόπτωσης και θερμοκρασίας. Οι υπολογισμένες επιφανειακές μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης της υπό μελέτη λεκάνης απορροής θα χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του υδατικού ισοζυγίου της λεκάνης απορροής του Δ. Αλμυρού, όπως αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο.

##### **4.4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

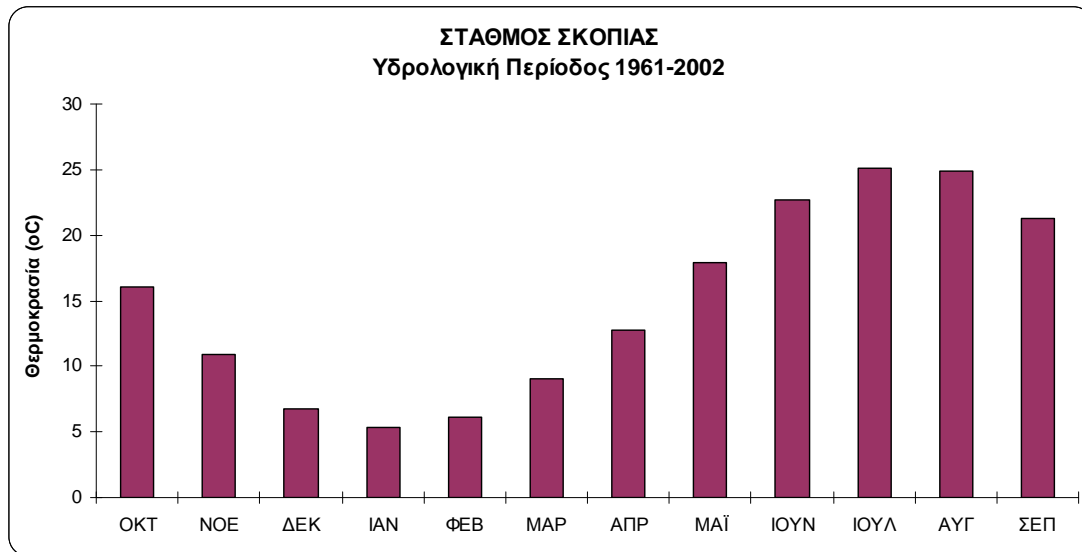
Στη λεκάνη απορροής του Δ. Αλμυρού δεν υπάρχουν διαθέσιμοι μετεωρολογικοί σταθμοί με δεδομένα θερμοκρασίας. Για το λόγο αυτό τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής βασίζονται σε μετεωρολογικούς σταθμούς της ευρύτερης περιοχής της Θεσσαλίας. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των μετεωρολογικών σταθμών που χρησιμοποιήθηκαν. Η περίοδος των δεδομένων ήταν από το 1960 μέχρι το 2002.

Πίνακας 5: Μετεωρολογικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση

Σταθμός	Πίνακας	Υψόμετρο (m)	Νομός	Φορέας
Αργιθέας	H2	980	Καρδίτσας	ΔΕΗ
Βακάρι	H3	1150	Τρικάλων	ΔΕΗ
Νέα Αγχίαλος	H1	15	Μαγνησίας	ΕΜΥ
Βόλος	H4	3	Μαγνησίας	ΕΜΥ
Γραμματικόν	H5	95	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Δομοκός	H6	615	Φθιώτιδος	ΕΜΥ
Καλαμπάκα	H7	222	Τρικάλων	ΕΜΥ
Καλλιφώνι	H8	100	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Καπνικός	H9	110	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Καρδίτσομαγούλα	H10	95	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Κρατικό Κτήμα	H11	532	Τρικάλων	ΥΠΓΕ
Λάρισα	H12	75	Λάρισας	ΕΜΥ
Λεοντίτο	H13	950	Καρδίτσας	ΔΕΗ
Λιβάδι	H14	1183	Λάρισας	ΥΠΕΧΩΔΕ
Μαγούλα	H15	180	Λάρισας	ΥΠΓΕ
Μόρα	H16	320	Λάρισας	ΥΠΓΕ
Παλαμάς	H17	95	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Παχτούρι	H18	950	Τρικάλων	ΔΕΗ
Πεδινό	H19	95	Καρδίτσας	ΥΠΓΕ
Πολυνέρι	H20	730	Τρικάλων	ΔΕΗ
Σκοπιά	H21	580	Λάρισας	ΥΠΓΕ
Σωτήριο	H22	51	Λάρισας	ΥΠΓΕ
Ταυρωπός	H23	850	Καρδίτσας	ΔΕΗ
Τρίκαλα	H24	149	Τρικάλων	ΕΜΥ
Φάρσαλα (ΕΜΥ)	H25	148	Λάρισας	ΕΜΥ
Φάρσαλα (ΥΠΓΕ)	H26	434	Λάρισας	ΥΠΓΕ

Για την επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκε ως σταθμός βάσης ο μετεωρολογικός σταθμός της Σκοπιάς. Οι λόγοι είναι γιατί η λεκάνη απορροής του Αλμυρού και ο μετεωρολογικός σταθμός της Σκοπιάς γειτνιάζουν και δεύτερον το υψόμετρο του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπιάς (580 m) είναι ανάλογο με το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Αλμυρού (406 m). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται επεξεργασμένα τα πρωτογενή δεδομένα των μηνιαίων

τιμών θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπιάς. Σύμφωνα με τα δεδομένα αυτά η μέση ετήσια θερμοκρασία για τον σταθμό της Σκοπιάς ανέρχεται σε 14,9 °C με διακύμανση από 5,3 °C μέχρι 25,0 °C. Οι μηνιαίες θερμοκρασίες, για τον μετεωρολογικό σταθμό της Σκοπιάς, κυμαίνονται από 0,6 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιανουαρίου 1981) έως 28,8 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου 1988). Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για την περίοδο 1961-2002 για το μετεωρολογικό σταθμό της Σκοπιάς παρουσιάζονται στα παρακάτω σχήματα.



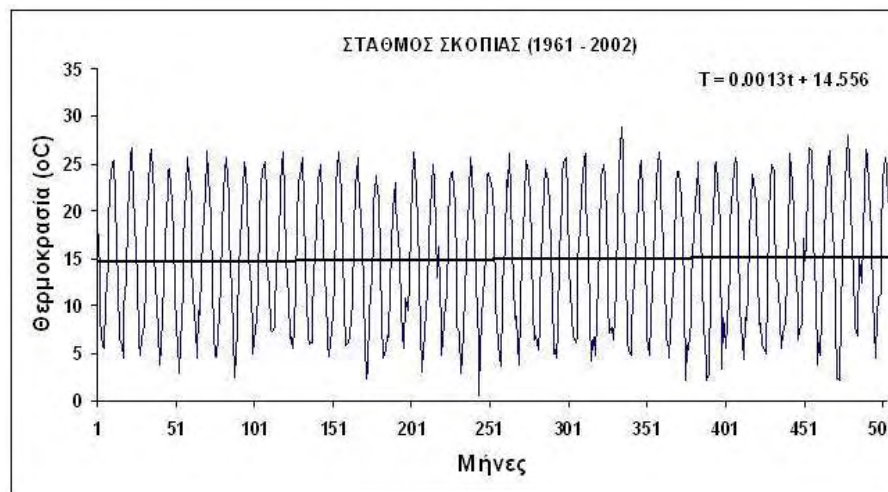
Γράφημα 4: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για το μετεωρολογικό σταθμό της Σκοπιάς (ΥΠΓΕ) για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.





Γράφημα 5: Μέσος όρος θερμοκρασιών για το μετεωρολογικό σταθμό της Σκοπιάς (ΥΠΓΕ) για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002.

Για το σταθμό της Σκοπιάς έγινε ανάλυση για τον προσδιορισμό των γραμμικών τάσεων στη μηνιαία σειρά θερμοκρασιών για ολόκληρη την περίοδο, δηλαδή για 42 συνεχόμενα χρόνια. Για την περίοδο αυτή παρατηρείται τάση αύξησης της μηνιαίας θερμοκρασίας η οποία όμως δεν είναι σημαντική.



Γράφημα 6: Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπιάς (ΥΠΓΕ).

### Αναγωγή της Θερμοκρασίας στην Περιοχή του Δ. Αλμυρού

Για την αναγωγή των μηνιαίων τιμών θερμοκρασίας του μετεωρολογικού σταθμού της Σκοπιάς (ΥΠΓΕ), στη λεκάνη απορροής του Αλμυρού, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της θερμοβαθμίδας.

#### Μέθοδος Θερμοβαθμίδας

Η μέθοδος της θερμοβαθμίδας βασίζεται στην παρατήρηση ότι η θερμοκρασία μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου και χρησιμοποιεί την ετήσια θερμοβαθμίδα, που περιγράφει τη μείωση της ετήσιας θερμοκρασίας ανά 100 m αύξηση υψομέτρου. Χρησιμοποιώντας ως σταθμό βάσης το μετεωρολογικό σταθμό της Σκοπιάς (580 m), η γενική θερμοβαθμίδα για τη λεκάνη απορροής του Αλμυρού βρέθηκε ότι είναι ίση με μείωση 0,46 °C ανά 100 m. Η διαδικασία υπολογισμού της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας για τη λεκάνη απορροής του Αλμυρού έχει ως εξής:

Υπολογίζεται με γραμμική παλινδρόμηση η γραμμική σχέση μεταξύ του υψομέτρου  $z$  και της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας των σταθμών που βρίσκονται στην ευρύτερη ζώνη επιρροής της λεκάνης. Οπότε προκύπτει μια εξίσωση της μορφής:

$$T = -\chi \cdot z + y \quad (4.4.2.1)$$

από την (4.4.2.1) προκύπτει ότι η αύξηση του  $z$  κατά 100m προκαλεί μείωση της  $T$  κατά (100<sup>α</sup>) που αποτελεί και τη θερμοβαθμίδα.

Είναι γνωστό το μέσο υψόμετρο της υδρολογικής λεκάνης. Για την εκτίμηση της θερμοκρασίας της λεκάνης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα εκείνου του σταθμού με το πλησιέστερο υψόμετρο στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης (σταθμός βάσης).

Υπολογίζεται η μέση ετήσια  $T$  στη λεκάνη για το έτος  $i$ :

$$T_i = T_{Ti} - (\Delta z \cdot \alpha) \quad (4.4.2.2)$$

όπου  $T_i$  = η μέση ετήσια θερμοκρασία στην υδρολογική λεκάνη για το έτος  $i$

$T_{Ti}$  = η μέση ετήσια θερμοκρασία στον σταθμό βάσης για το έτος  $i$

$\Delta z$  = το μέσο υψόμετρο της λεκάνης μείον το υψόμετρο του σταθμού βάσης

Υπολογίζεται η μέση μηνιαία θερμοκρασία στη λεκάνη:

$$T_{i\kappa} = T_{T(i)\kappa} \cdot \left( \frac{T_i}{T_{T(i)}} \right) \quad (4.4.2.3)$$

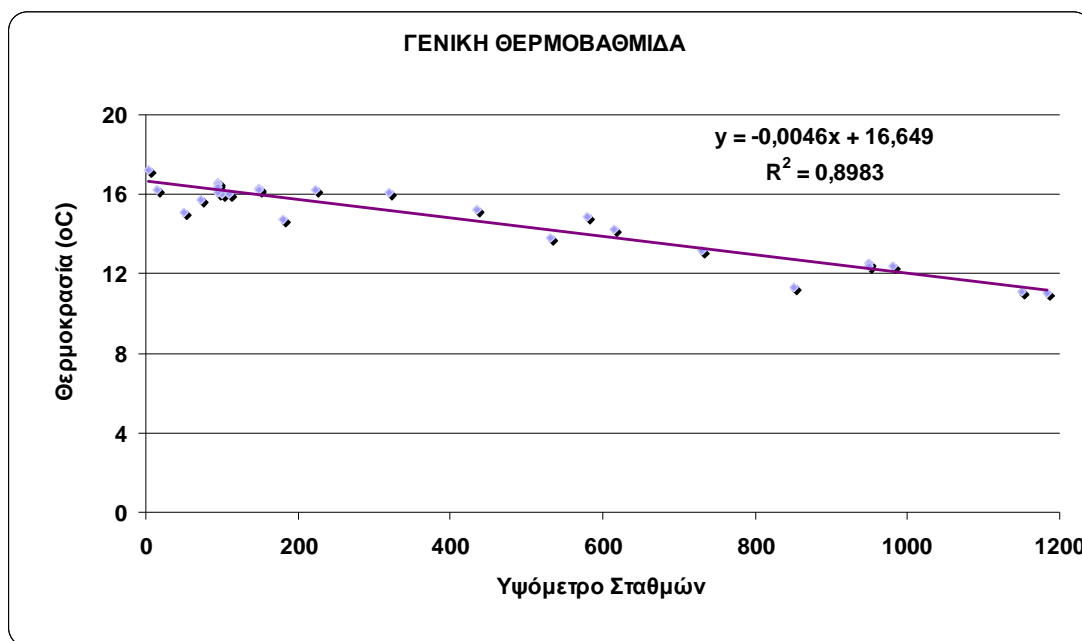
όπου  $T_{i\kappa}$  = η μέση μηνιαία θερμοκρασία στη λεκάνη για τον μήνα  $\kappa$  του

έτους  $i$

$T_{T(i)κ}$  = η μέση μηνιαία θερμοκρασία στον σταθμό βάσης για τον μήνα  $κ$   
του έτους  $i$

Με την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων υπολογίζονται για τη λεκάνη απορροής του Αλμυρού οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες από τον Οκτώβριο 1960 έως τον Σεπτέμβριο του 2002.

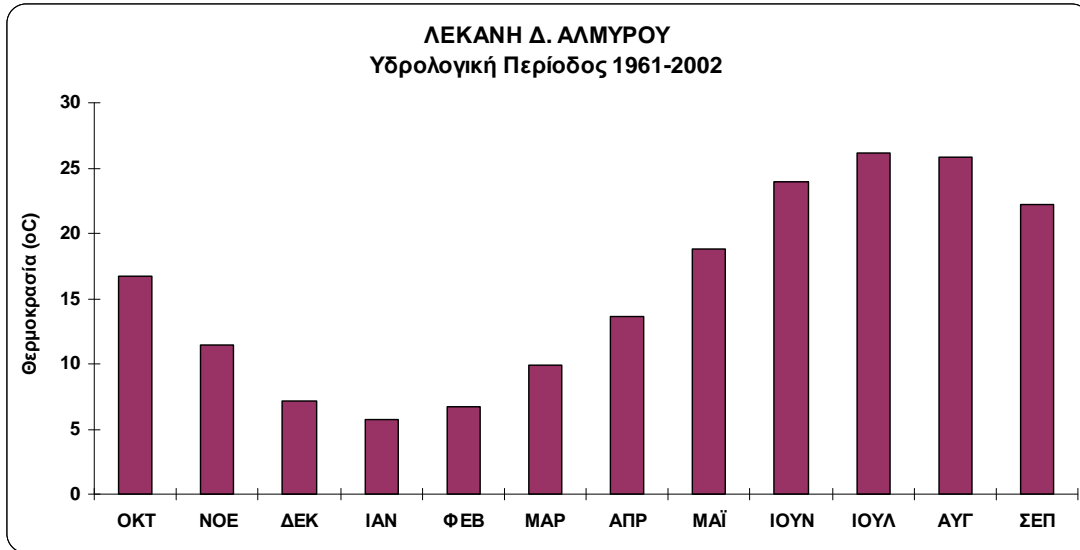
Για καθένα από τους 26 θερμομετρικούς σταθμούς, για τους οποίους υπάρχουν δεδομένα θερμοκρασίας, υπολογίστηκε η μέση ετήσια θερμοκρασία και βάσει των 26 ζευγών (υψόμετρο σταθμού, θερμοκρασία) προέκυψε η γραμμική σχέση  $T = f(z)$  και ο αντίστοιχος συντελεστής προσδιορισμού. Μετά την εκτέλεση της παραπάνω εργασίας προέκυψε για τη γενική θερμοβαθμίδα:  $T = -0,0046 \cdot z + 16,649$  και  $R^2 \cong 0,9$ .



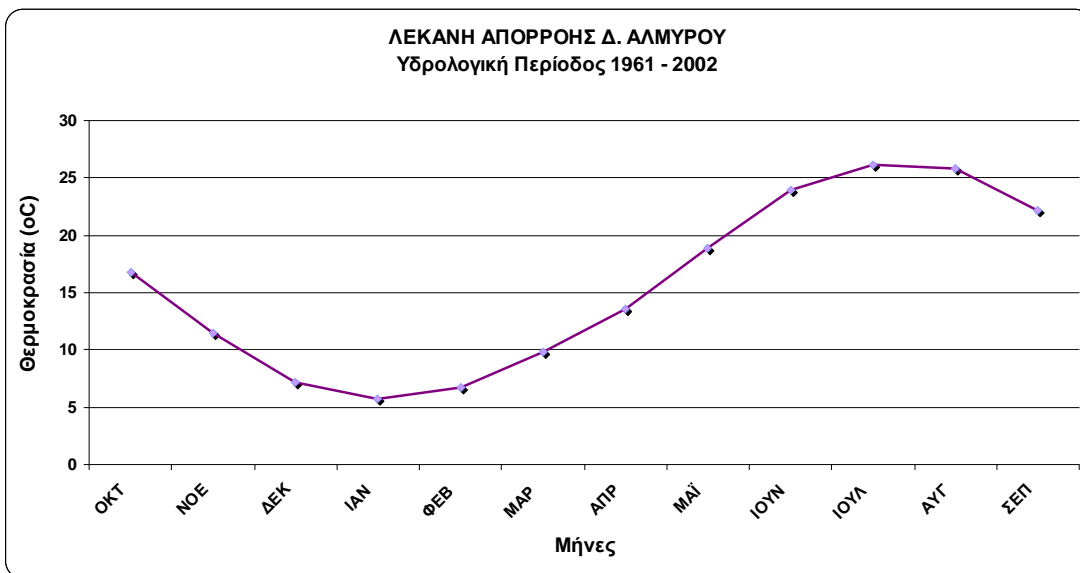
Γράφημα 7: Εξίσωση γενικής θερμοβαθμίδας λεκάνης απορροής Αλμυρού

Με την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Αλμυρού. Οι μέσες επιφανειακές θερμοκρασίες που υπολογίστηκαν με τη μέθοδο της θερμοβαθμίδας στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Αλμυρού, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία για τη λεκάνη απορροής του Αλμυρού ανέρχεται σε 16,02 °C με διακύμανση από 5,94 °C έως 26,62 °C. Οι ακραίες μέσες μηνιαίες

θερμοκρασίες της λεκάνης απορροής του Αλμυρού κυμαίνονται από 1,22 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιανουαρίου 1981) έως 30,40 °C (μέση μηνιαία θερμοκρασία Ιουλίου 1988).



Γράφημα 8: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες για τη λεκάνη απορροής του Αλμυρού για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002



Γράφημα 9: Μέσος όρος θερμοκρασιών για τη λεκάνη απορροής Αλμυρού για την περίοδο Οκτώβριος 1960 – Σεπτέμβριος 2002

Για τη λεκάνη απορροής του Αλμυρού έγινε ανάλυση για τον προσδιορισμό των γραμμικών τάσεων στη μηνιαία σειρά θερμοκρασιών για ολόκληρη την περίοδο, δηλαδή για 42 συνεχόμενα χρόνια. Για την περίοδο αυτή παρατηρείται τάση αύξησης της μηνιαίας θερμοκρασίας, η οποία όμως δεν είναι σημαντική.

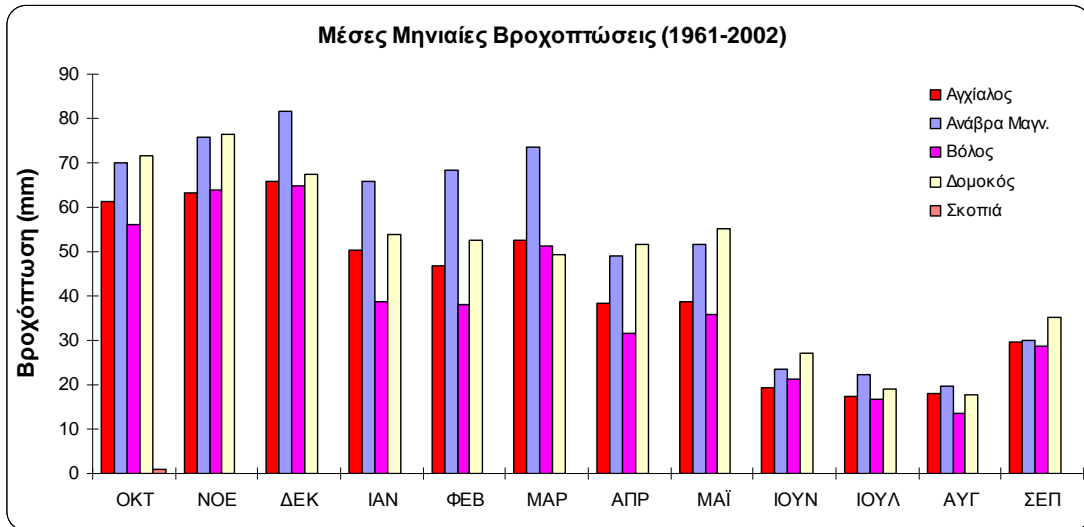
#### 4.4.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στη λεκάνη απορροής του Αλμυρού δεν υπάρχουν διαθέσιμοι μετεωρολογικοί σταθμοί με δεδομένα βροχόπτωσης. Για το λόγο αυτό τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της βροχόπτωσης, στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής, βασίζονται στα επεξεργασμένα πρωτογενή δεδομένα βροχόπτωσης γειτονικών μετεωρολογικών σταθμών εκτός της λεκάνης απορροής του Αλμυρού. Οι βροχομετρικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

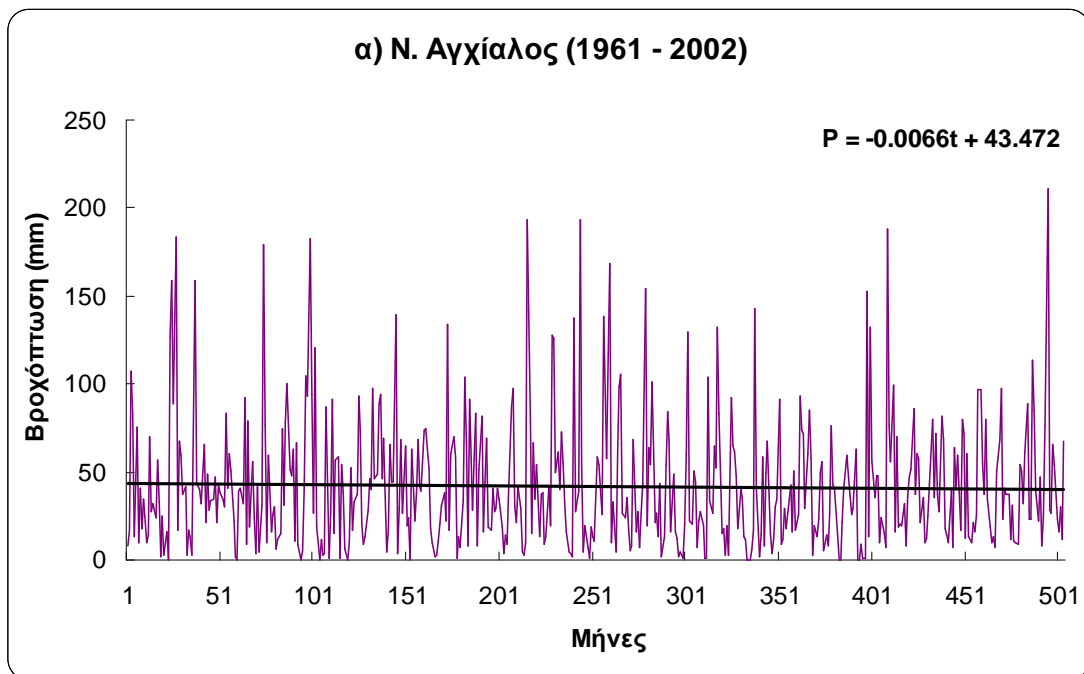
Πίνακας 6: Βροχομετρικοί σταθμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση

Σταθμός	Πίνακας	Υψόμετρο (m)	Νομός	Φορέας
Νέα Αγχίαλος	E4	15	Μαγνησίας	ΕΜΥ
Ανάβρα	E8	700	Μαγνησίας	ΥΠΓΕ
Βόλος	E12	3	Μαγνησίας	ΕΜΥ
Δομοκός	E16	615	Φθιώτιδος	ΕΜΥ
Σκοπιά	E65	580	Λάρισας	ΥΠΓΕ

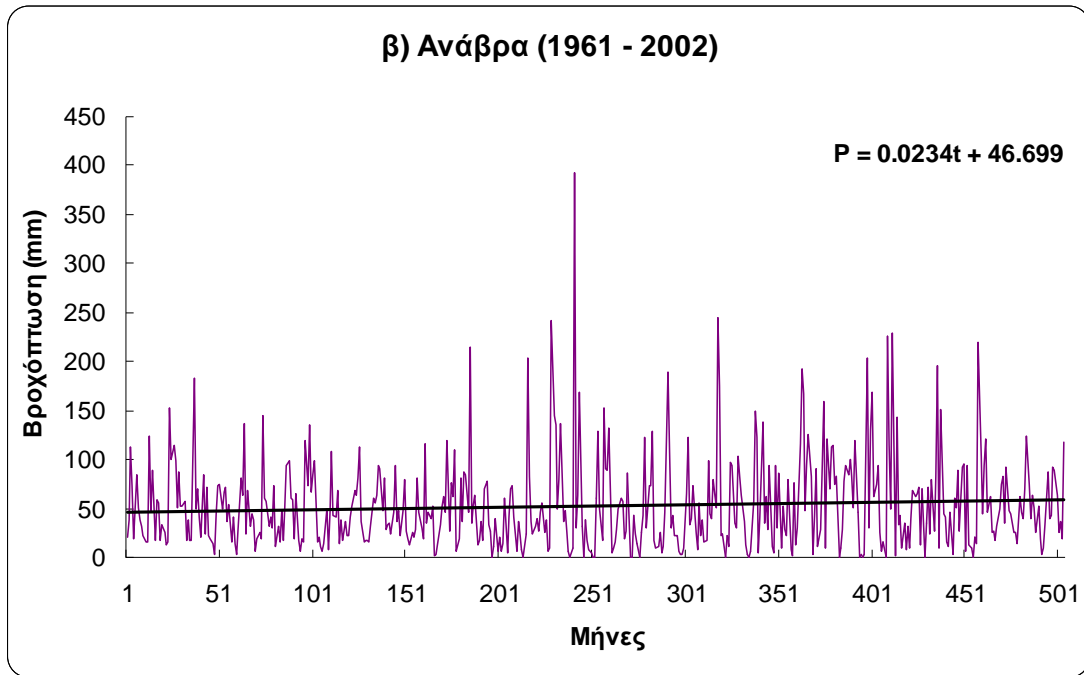
Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις για τους πέντε (5) σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση για 42 υδρολογικά έτη φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα. Ως υδρολογικό έτος νοείται η χρονική περίοδος η οποία είναι ίση με το ημερολογιακό έτος, αλλά με διαφορετική από αυτό ημερομηνία έναρξης και κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η αρχή του υδρολογικού έτους να συμπίπτει με την έναρξη της υγρής (βροχερής) περιόδου. Το υδρολογικό έτος αρχίζει την 1<sup>η</sup> Οκτωβρίου και λήγει την 30<sup>η</sup> Σεπτεμβρίου.



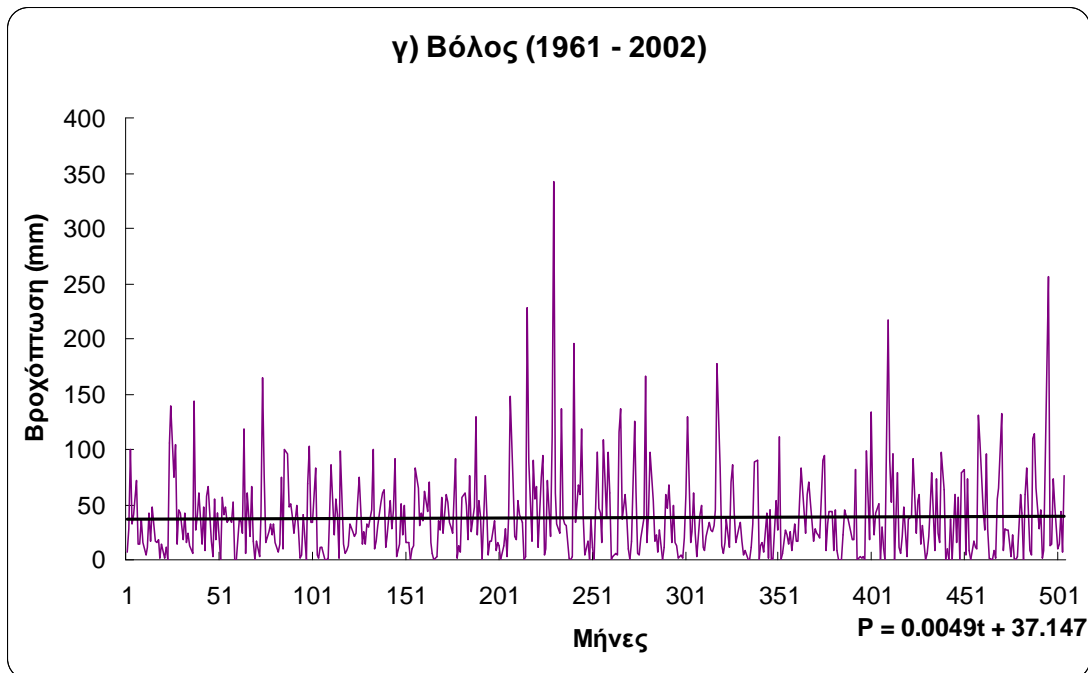
Γράφημα 10: Μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις για τους πέντε (5) βροχομετρικούς σταθμούς



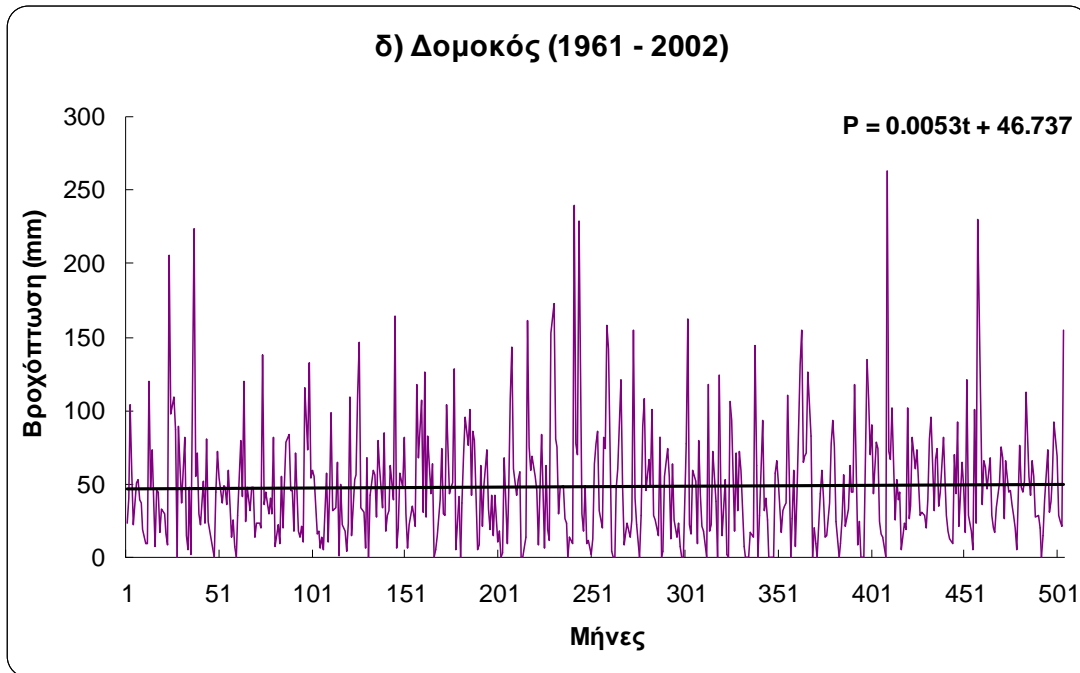
Γράφημα 11: Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχοπτώσης του βροχομετρικού σταθμού της Ν. Αγχιάλου



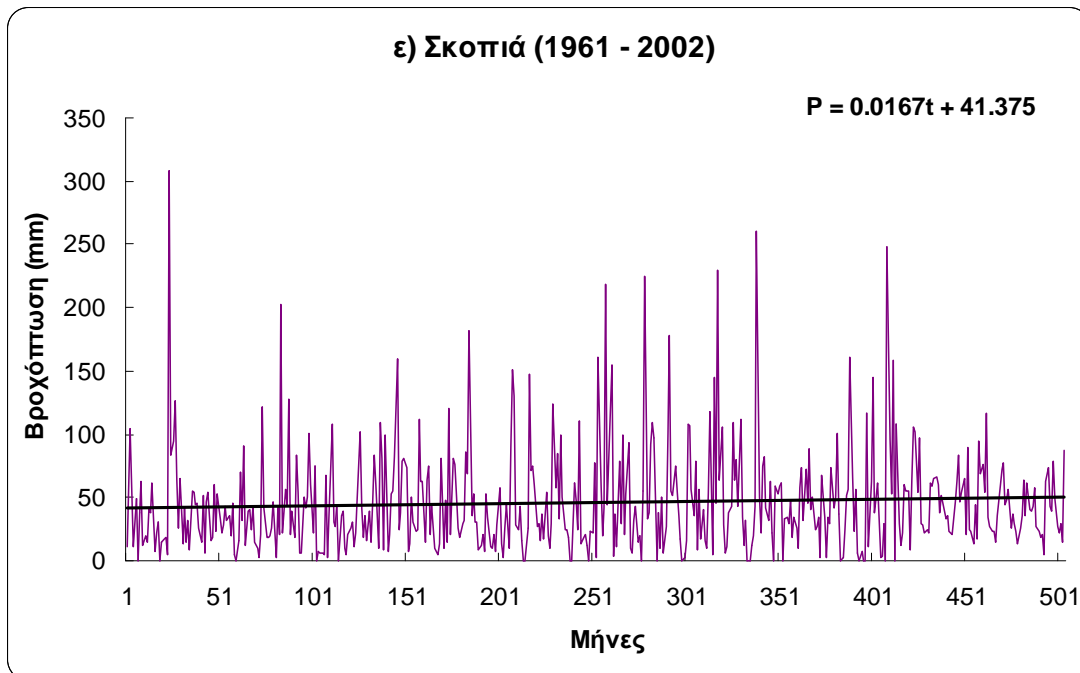
Γράφημα 12: Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού της Ανάβρας



Γράφημα 13: Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού του Βόλου



Γράφημα 14: Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού του Δομοκού



Γράφημα 15: Τάση και διακύμανση της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης του βροχομετρικού σταθμού της Σκοπιάς



#### 4.4.4 ΑΝΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΒΡΟΧΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η εύρεση της μέσης επιφανειακής βροχόπτωσης πραγματοποιήθηκε με τη Μέθοδο της Βροχοβαθμίδας.

##### Μέθοδος Βροχοβαθμίδας

Η υψομετρική μέθοδος ή μέθοδος της βροχοβαθμίδας βασίζεται στην παρατήρηση ότι, το ύψος βροχής αυξάνει με την αύξηση του υψομέτρου και χρησιμοποιεί τη βροχοβαθμίδα, που είναι όρος που περιγράφει την αύξηση του ετήσιου βροχομετρικού ύψους ανά 100m αύξηση του υψομέτρου. Η μέθοδος χρησιμοποιεί μια απλή γραμμική σχέση που συσχετίζει τα υψόμετρα των σταθμών με το μέσο ετήσιο ύψος βροχής κάθε σταθμού και εφόσον υπάρχει ικανοποιητική συσχέτιση (συντελεστής συσχέτισης  $r > 0,70$ ), η σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση του ύψους βροχής σε οποιοδήποτε υψόμετρο.

Από την εξέταση των μέσων όρων των ετήσιων βροχοπτώσεων και των κοινών υδρολογικών ετών παρατηρήσεων (1960-61 μέχρι 2001-2002) των πέντε βροχομετρικών σταθμών, προκύπτει ότι ο σταθμός της Ανάβρας που βρίσκεται σε υψόμετρο 700 m δέχεται τη μεγαλύτερη βροχόπτωση από τους υπόλοιπους σταθμούς, οι οποίοι έχουν μικρότερο υψόμετρο.

Πίνακας 7: Μέση ετήσια βροχόπτωση για τους πέντε (5) βροχομετρικούς σταθμούς που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη

Βροχομετρικοί Σταθμοί	Υψόμετρο (m)	Μέση Ετήσια Βροχόπτωση (mm)
Νέα Αγχιάλος	15	501,72
Ανάβρα Μαγνησίας	700	631,31
Βόλος	3	460,68
Δομοκός	615	577,02
Σκοπιά	580	547,24

Με τη χρήση των δεδομένων του παραπάνω πίνακα βρέθηκε η σχέση μεταβολής της μέσης ετήσιας βροχόπτωσης με το υψόμετρο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, που είναι η εξής:

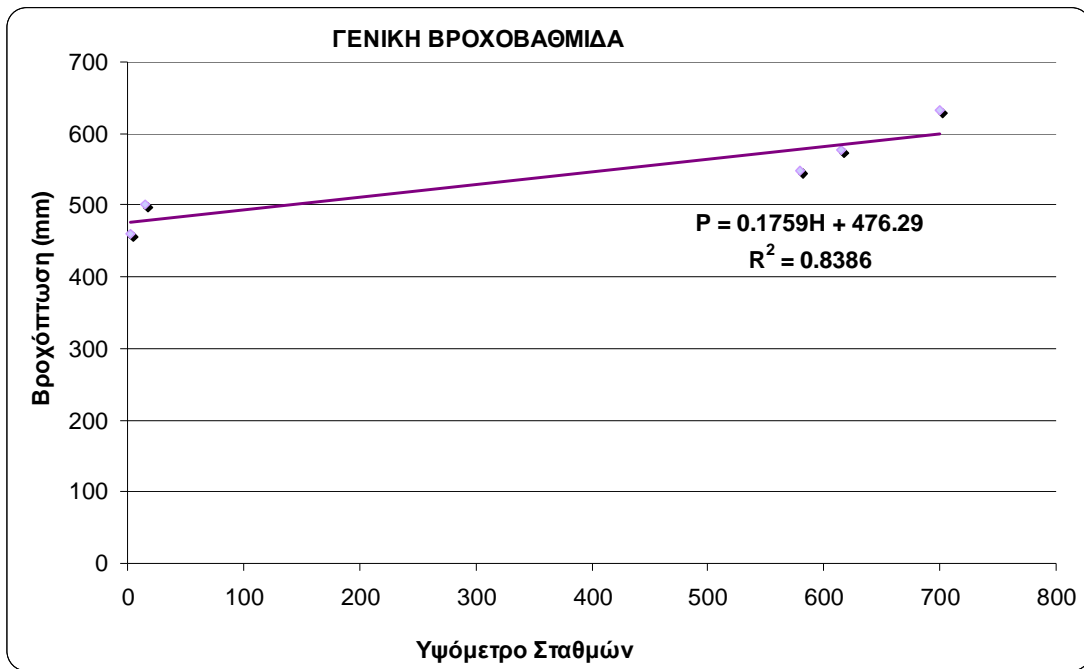
$$P = 0.1759H + 476.29 \quad R^2 = 0.8386 \quad (4.4.4.1)$$

όπου

P = ετήσιο ύψος βροχής σε mm και

H = υψόμετρο του σταθμού σε m

Σύμφωνα με τη σχέση (4.4.4.1), για κάθε αύξηση του υψομέτρου κατά 100m το ετήσιο ύψος βροχής αυξάνεται κατά 17,59 mm.



Γράφημα 16: Γραμμική σχέση μέσης ετήσιας βροχόπτωσης με το υψόμετρο των πέντε (5) βροχομετρικών σταθμών

Για την εκτίμηση της μέσης βροχόπτωσης της λεκάνης απορροής του Αλμυρού, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του σταθμού της Σκοπιάς, γιατί είναι ο πλέον πλησιέστερος σταθμός στην υπό μελέτη λεκάνη απορροής, και το υψόμετρο του δεν διαφέρει σημαντικά από το μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Αλμυρού (406m). Τα μηνιαία ύψη της βροχόπτωσης που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο (406m) της λεκάνης απορροής του Αλμυρού, για κάθε υδρολογικό έτος, εκτιμώνται ως εξής.

$$P = x \cdot z + y \quad (4.4.4.2)$$

Υπολογίζεται η μέση ετήσια  $P$  στη λεκάνη για το έτος  $i$ :

$$P_i = P_{T_i} - (\Delta z \cdot \alpha) \quad (4.4.4.3)$$

όπου  $P_i$  = ετήσιο ύψος βροχής στην υδρολογική λεκάνη για το έτος  $i$

$P_{T_i}$  = ετήσιο ύψος βροχής στο σταθμό βάσης για το έτος  $i$

$\Delta z$  = το μέσο υψόμετρο της λεκάνης μείον το υψόμετρο του σταθμού  
βάσης

$\alpha$  = ο συντελεστής της παραπάνω εξίσωσης

Υπολογίζεται η μέση μηνιαία βροχόπτωση στη λεκάνη:

$$P_{i\kappa} = P_{T(i)\kappa} \cdot \left( \frac{P_i}{P_{T(i)}} \right) \quad (4.4.4.4)$$

όπου  $P_{i\kappa}$  = μηνιαίο ύψος βροχής στη λεκάνη απορροής για τον μήνα  $\kappa$  του  
έτους  $i$

$P_{T(i)\kappa}$  = μηνιαίο ύψος βροχής στο σταθμό βάσης για τον μήνα  $\kappa$  του  
έτους  $i$

Με την εφαρμογή των παραπάνω σχέσεων υπολογίζονται οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις, που αντιστοιχούν στο μέσο υψόμετρο της λεκάνης απορροής του Αλμυρού. Η μέση μηνιαία βροχόπτωση που υπολογίστηκε με τη μέθοδο της βροχοβαθμίδας για τη λεκάνη απορροής του Αλμυρού παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα. Η μέση ετήσια βροχόπτωση για τη λεκάνη απορροής του Αλμυρού ανέρχεται σε 505,34 mm, με διακύμανση από 227,23 mm μέχρι 859,64 mm. Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις κυμαίνονται από 16,56 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Αυγούστου) μέχρι 66,8 mm (μέση μηνιαία βροχόπτωση Νοεμβρίου) και ο συντελεστής μεταβλητότητας (Coefficient of Variation, CV) για το ξηρότερο μήνα (Αύγουστο) είναι 80,98 %, ενώ για τον υγρότερο μήνα (Νοέμβριο) είναι 52,87 %.

Οι μέσες μηνιαίες βροχοπτώσεις της λεκάνης απορροής του Αλμυρού παρουσιάζονται στο επόμενο σχήμα.



Γράφημα 17: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της περιοχής Αλμυρού που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την υδρολογική περίοδο 1961-2002



Γράφημα 18: Μέση μηνιαία βροχόπτωση της περιοχής Αλμυρού που υπολογίστηκε με την μέθοδο της βροχοβαθμίδας για την υδρολογική περίοδο 1961-2002

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

## **5. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

### **5.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ**

Στο Κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η διαδικασία υπολογισμού των υδατικών αναγκών ανά χρήση, στο επίπεδο της κάθε περιοχής μελέτης. Οι υδατικές ανάγκες, οι οποίες αναφέρονται στις χρήσεις ύδατος, διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:

- Γεωργική χρήση.
- Βιομηχανική χρήση.

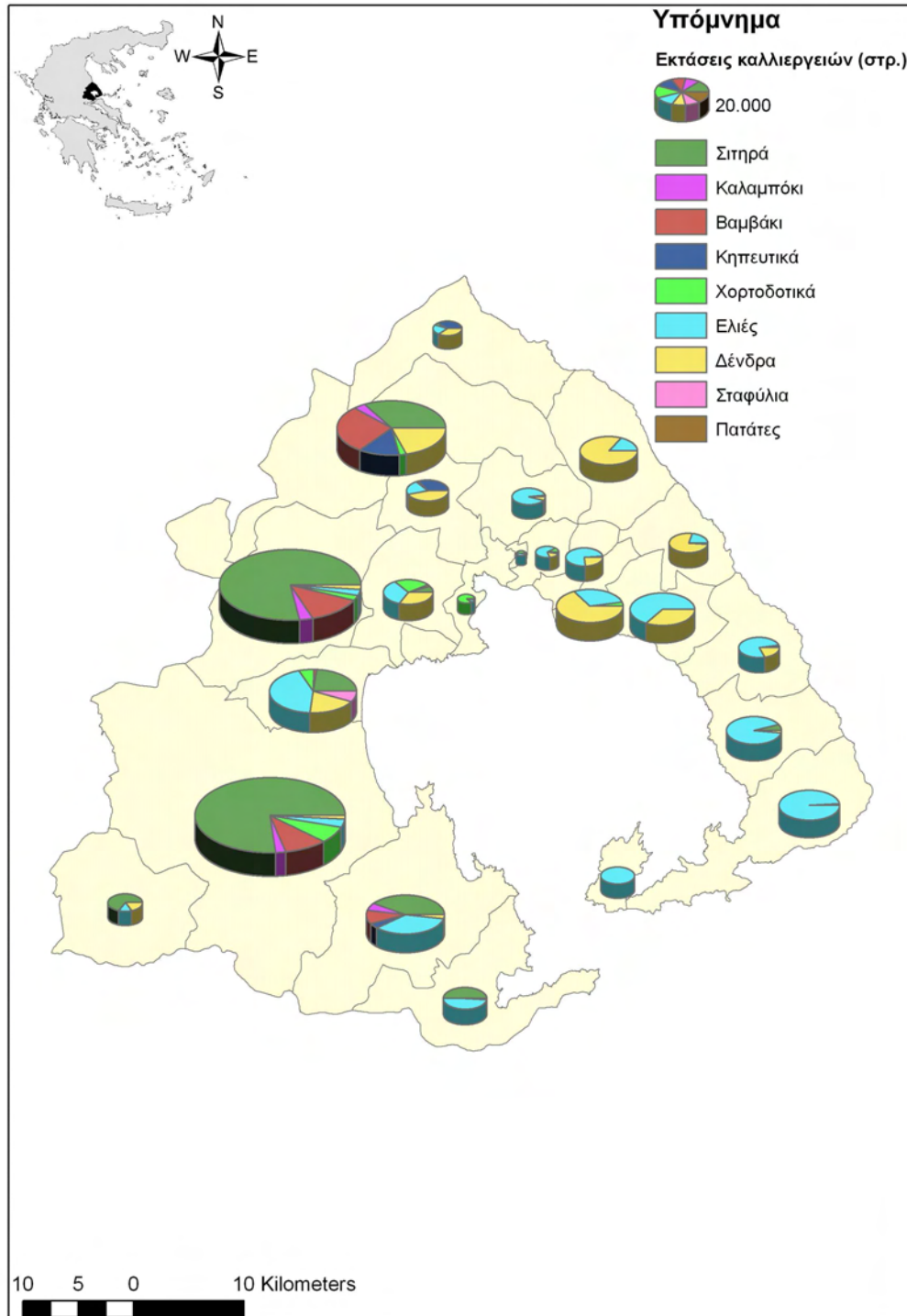
#### **5.5.1 ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ**

Οι αγροτικές υδατικές ανάγκες υπολογίστηκαν με βάση:

- Την ανάλυση μετρήσεων της γεωργικής κατανάλωσης και χρήσης ύδατος. Τον καθορισμό ειδικής κατανάλωσης για κάθε είδος καλλιέργειας και απωλειών του συστήματος μεταφοράς και διανομής ύδατος, και μεθόδων άρδευσης.
- Την έμμεση εκτίμηση των υδατικών αναγκών.
- Τη χρήση καταγραφών και απογραφών των αρδευομένων εκτάσεων ανά είδος καλλιέργειας.
- Την εκτίμηση των μηνιαίων αναγκών των καλλιεργειών.
- Την εκτίμηση των υδατικών απωλειών του συστήματος μεταφοράς και διανομής ύδατος καθώς και της εφαρμογής ύδατος στον αγρό.
- Την εκτίμηση των υδατικών αναγκών (κατανάλωση + απώλειες).
- Τους υπολογισμούς σε μηνιαία βάση.

#### **5.5.2 ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ**

Στους παρακάτω χάρτες αποτυπώνονται οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις σε στρέμματα, ανά Δήμο και Κοινότητα.

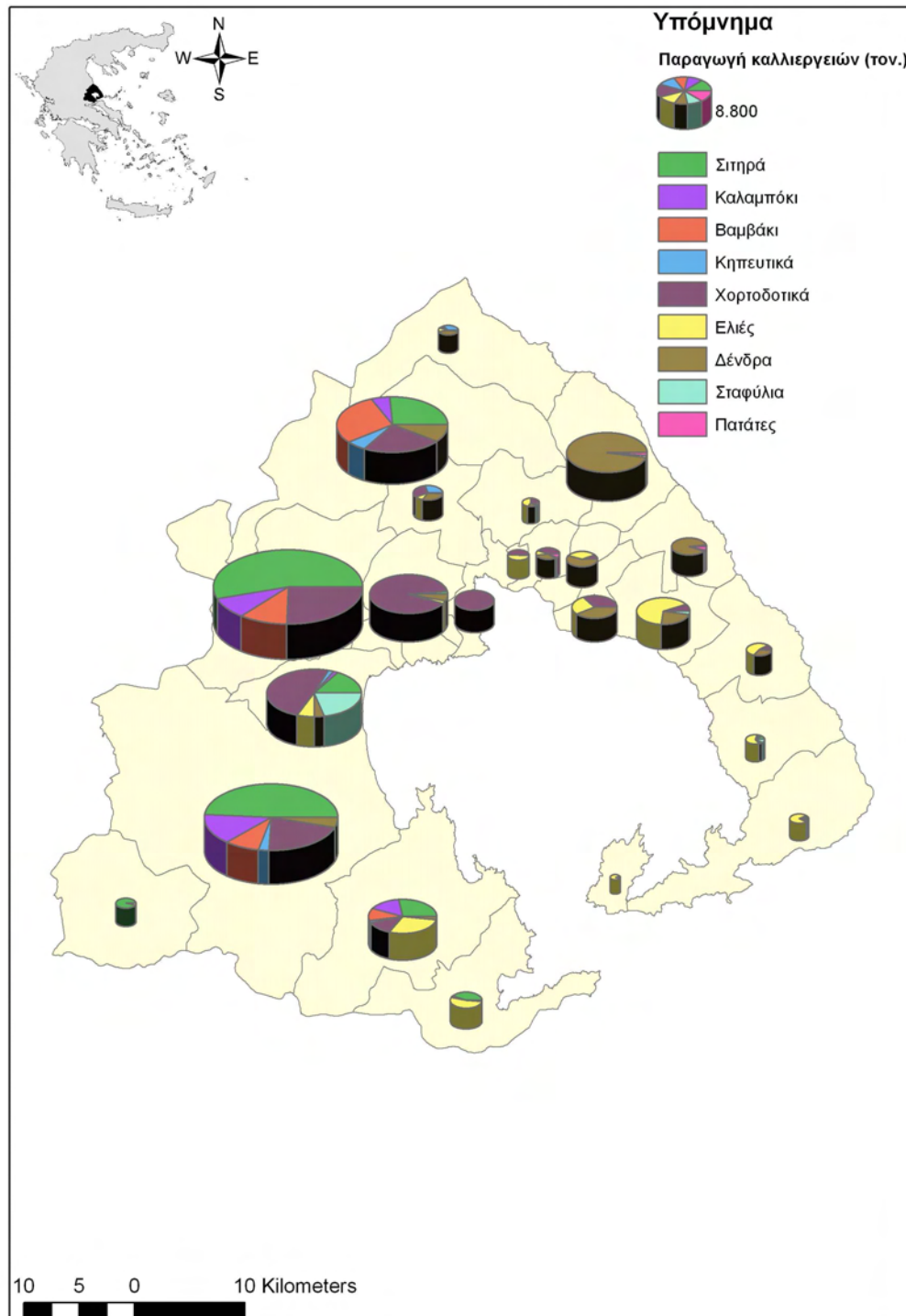


Χάρτης 5: Εκτάσεις καλλιεργειών (στρ.) ανά Δήμο/Κοινότητα στο Ν. Μαγνησίας

Τις μεγαλύτερες εκτάσεις τις καταλαμβάνουν τα σιτηρά, στους Δ. Αλμυρού, Φερών, Κάρλας, Σούρπης και Ν. Αγχιάλου. Αμέσως μετά συναντάμε τις δενδρώδεις καλλιέργειες όπου υπερισχύουν οι ελιές στους Δ. Σηπιάδος, Ν. Αγχιάλου, Αργαλαστής και Μηλεών και τα οπωροφόρα στο Δ. Αρτέμιδας. Τα βαμβάκια στους Δ. Κάρλας, Φερών και Αλμυρού, τα κηπευτικά στο Δ. Κάρλας, και τα χορτοδοτικά στο Δ. Αλμυρού.

Στον παρακάτω χάρτη αποτυπώνεται η παραγωγή καλλιεργειών (τον.) ανά Δήμο και Κοινότητα στο Ν. Μαγνησίας.





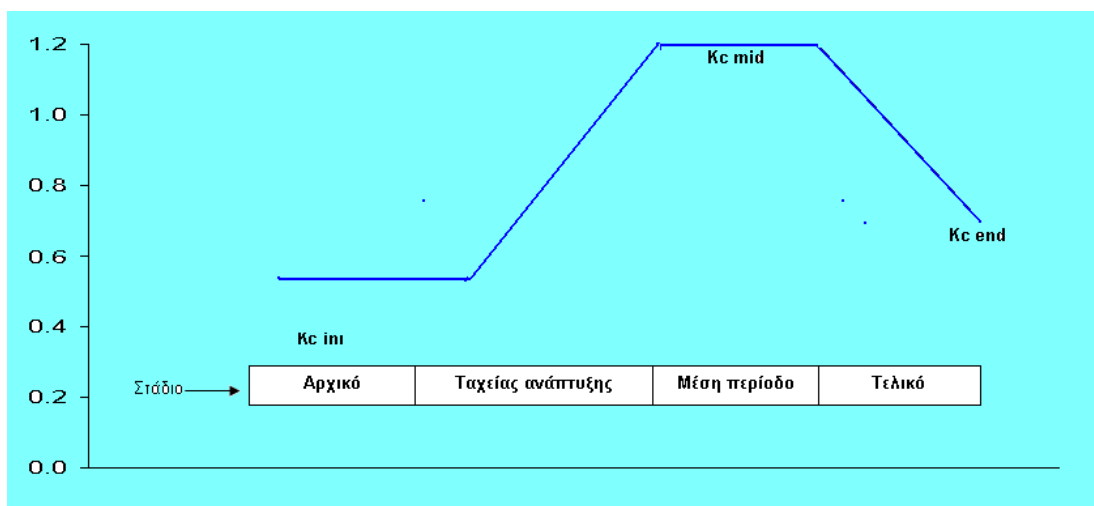
Χάρτης 6: Παραγωγή καλλιεργειών (τον.) ανά Δήμο/Κοινότητα στο Ν. Μαγνησίας, (1992-2002)

Από τις παραπάνω αγροτικές καλλιέργειες, οι ετήσιες είναι τα βαμβάκια, το καλαμπόκι, τα σιτηρά, τα χορτοδοτικά (μηδική, κλπ.), και τα κηπευτικά. Στις υπό μελέτη περιοχές, παρατηρούμε την κυριαρχία των σιτηρών, των βαμβακιών και καλαμποκιών, κατά αποκλειστικότητα στα πεδινά, ενώ στις περιοχές του Πηλίου, αλλά και της δυτικής Μαγνησίας υπερτερούν οι δενδρώδεις καλλιέργειες με μεγάλες παραγωγές ελιάς.

### 5.5.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ

Ο υπολογισμός των αναγκών των καλλιεργειών έγινε με το δείκτη Near Irrigation Requirement (NIR), (USDA, 1970). Με τον όρο βλαστική περίοδο εννοούμε την περίοδο από την σπορά έως την συγκομιδή της καλλιέργειας και για μόνιμες καλλιέργειες, όπως τα δέντρα, την περίοδο από την ανάπτυξη του φυλλώματος έως την συγκομιδή. Κατά την περίοδο αυτή οι καλλιέργειες απαιτούν ύδωρ, για τη σωστή ανάπτυξη τους.

Ο συντελεστής  $K_c$  είναι ένας εμπειρικός εποχιακός συντελεστής που μας δίνει τη σχέση μεταξύ των αναγκών της καλλιέργειας αναφοράς και των άλλων καλλιεργειών. Με τον όρο καλλιέργεια αναφοράς εννοείται μια καλλιέργεια με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, με βάση την οποία υπολογίζουμε τις ανάγκες όλων των υπόλοιπων καλλιεργειών. Στην καλλιέργεια αναφοράς το  $K_c$  είναι ίσο με την τιμή 1 και η τιμή του είναι διαφορετική για κάθε καλλιέργεια και ανάλογη με τη βλαστική περίοδο στην οποία βρίσκεται αυτή. Η βλαστική περίοδος όπως φαίνεται στο σχήμα χωρίζεται σε τέσσερα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Η αναλυτική περιγραφή των σταδίων γίνεται παρακάτω.



Σχήμα 5: Εξέλιξη του συντελεστή βλάστησης ( $K_c$ ) της καλλιέργειας

όπου:

**Kc1 : Αρχικό στάδιο**

Το στάδιο αυτό αρχίζει από τη σπορά ή φύτευση της καλλιέργειας και φτάνει μέχρι την οριστική εγκατάσταση της. Στο διάστημα αυτό ο φυτικός συντελεστής Kc παραμένει σταθερός.

**Kc1-Kc2 : Στάδιο ταχείας ανάπτυξης**

Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από την έντονη ανάπτυξη των φυτών, ξεκινάει με το τέλος του αρχικού και τελειώνει με την πλήρη κάλυψη του εδάφους από την καλλιέργεια, δηλαδή όταν το ποσοστό φυτοκάλυψης υπερβαίνει το 70%. Το Kc παρουσιάζει μια συνεχή αύξηση.

**Kc2 : Στάδιο μέσης περιόδου**

Το στάδιο αυτό ξεκινάει με την πλήρη κάλυψη του εδάφους, όπως ορίστηκε στο προηγούμενο στάδιο, και περιλαμβάνει την περίοδο της ανθοφορίας και του σχηματισμού των καρπών, με την τιμή του Kc να παραμένει σταθερή.

**Kc2-Kc3 : Τελικό στάδιο**

Σε αυτό το στάδιο συντελείται η ωρίμανση των καρπών και τερματίζεται με τη συγκομιδή. Στις διαδικασίες αυτές οι καλλιέργειες έχουν συγκεκριμένες απαιτήσεις σε ύδωρ. Κατά τη διάρκεια αυτού του σταδίου παρατηρείται μια συνεχής πτώση του Kc.

**Kc3 : Στιγμή συγκομιδής**

Η μέση τιμή του Kc κατά τη στιγμή της συγκομιδής ή στο τέλος της εποχής χρήσης ύδατος.

#### **5.5.4 ΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΕ ΥΔΩΡ**

Για τον υπολογισμό των αναγκών των καλλιεργειών σε ύδωρ, αντικειμενικός σκοπός είναι να υπολογισθεί το απαραίτητο ύδωρ για τον ανεφοδιασμό των καλλιεργειών, ώστε να εξασφαλιστεί η σωστή ανάπτυξη και βελτιστοποίηση της απόδοσης τους, σε συνδυασμό με την υψηλή ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.

Για τη ζήτηση αυτή πρέπει να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, δηλαδή η εξάτμιση από το έδαφος, το φυτό και το φύλλωμα. Η εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται από την περίοδο ανάπτυξης, την πυκνότητα του φυλλώματος, την πυκνότητα του ριζικού συστήματος και τις αποστάσεις μεταξύ των φυτών μέσα στην καλλιέργεια (Παπαζαφειρίου, 1999).

### 5.5.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗΣ ΤΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

#### Μέθοδος Blaney – Criddle

Η μέθοδος Blaney – Criddle προτιμήθηκε για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής των καλλιεργειών, λόγω των περιορισμένων μετεωρολογικών δεδομένων (θερμοκρασία, βροχόπτωση) που υπάρχουν για την περιοχή μελέτης, και των καλών αποτελεσμάτων που μας δίνει με λίγα δεδομένα. Οι άλλες μέθοδοι που θα μπορούσαν να δώσουν μεγαλύτερη ακρίβεια αποτελεσμάτων, δεν μπορούν να εφαρμοστούν, λόγω έλλειψης δεδομένων όπως ένταση και διεύθυνση ανέμων, ενώ σύμφωνα με διάφορες μελέτες η μέθοδος που επιλέχθηκε δίνει ικανοποιητικά αποτελέσματα εξατμισοδιαπνοής (Κουτσογιάννης, 2002, Loukas et al, 2004). Ο υπολογισμός της εξατμισοδιαπνοής στην μέθοδο Blaney – Criddle γίνεται με βάση τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας αναφοράς και το φυτικό συντελεστή.

Αναλυτικά για τον υπολογισμό με την μέθοδο Blaney – Criddle της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας απαιτείται μόνο η μέση μηνιαία θερμοκρασία και το γεωγραφικό πλάτος της κάθε λεκάνης.

Ο τύπος της μεθόδου που δίνει την τιμή  $f$ , δηλαδή την αναγκαία κατανάλωση της καλλιέργειας αναφοράς είναι ο εξής:

$$f = (0.46 \cdot T + 8.13) \cdot p \quad (5.5.5.1)$$

όπου:  $T$  η μέση μηνιαία θερμοκρασία σε °C

$p$  το μέσο μηνιαίο ποσοστό ωρών ημέρας (βάσει του γεωγραφικού πλάτους)

Παρακάτω ακολουθεί το παράδειγμα με τις τιμές του  $p$  για τις υπολεκάνες της λεκάνης απορροής του Αλμυρού. Στον ίδιο πίνακα αναφέρονται και τα γεωγραφικά πλάτη των περιοχών.

Πίνακας 8: Συντελεστής  $p$  βάσει του γεωγραφικού πλάτους της περιοχής του Κόμβου Δ. Αλμυρού – Ν. Μαγνησίας

CITY-TOWN	NAME	ACRES	HECTARES	X_COOR	Y_COOR	ΓΕΩΓ. ΠΛΑΤΟΣ
ΑΛΜΥΡΟΣ	ΑΛΜΥΡΟΥ	117217,396	47436,387	386741,223	4335113,641	39,09

Πίνακας 9: Διάφορα γεωγραφικά πλάτη και αντίστοιχος συντελεστής *p* της περιοχής του Αλμυρού

ΓΕΩΓΡ. ΠΛ.	39,09	38	40	<i>p</i>
ΟΚΤ	31	7,8	7,78	7,7891
ΝΟΕ	30	6,82	6,73	6,77095
ΔΕΚ	31	6,66	6,53	6,58915
ΙΑΝ	31	6,87	6,73	6,7937
ΦΕΒ	28	6,79	6,73	6,7573
ΜΑΡ	31	8,34	8,3	8,3182
ΑΠΡ	30	8,9	8,92	8,9109
ΜΑΙ	31	9,92	9,99	9,95815
ΙΟΥΝ	30	9,95	10,08	10,02085
ΙΟΥΛ	31	10,1	10,34	10,2308
ΑΥΓ	31	9,47	9,56	9,51905
ΣΕΠ	30	8,38	8,41	8,39635

Μηνιαίο ποσοστό ωρών ημέρας (*p*) το χρόνο για βόρειο πλάτος.

Για τον υπολογισμό των μηνιαίων αναγκών της κάθε καλλιέργειας ξεχωριστά, πρέπει να πολλαπλασιαστεί η τιμή της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας με το συντελεστή *K<sub>c</sub>*.

$$ET_o = (0.46 \cdot T + 8.13) \cdot p \cdot K_c \quad (5.5.5.2)$$

Τα στοιχεία για τις τιμές *K<sub>c</sub>* προέρχονται από την Οδηγία FAO 24 (Allen et al, 1998) και από τις τιμές που έχουν οριστεί από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, με βάση την Οδηγία. Στις περιπτώσεις στις οποίες δεν υπήρχαν τιμές για το *K<sub>c</sub>*, ανοιγμένες στους μήνες, υπολογίστηκαν αυτές με βάση την αρχή και το τέλος των σταδίων ανάπτυξης των φυτών, τη διάρκεια τους και τις τιμές *K<sub>c1</sub>*, *K<sub>c2</sub>* και *K<sub>c3</sub>* οι οποίες υπήρχαν για κάθε καλλιέργεια. Για τα σιτηρά, τα κηπευτικά και τα δέντρα θεωρήθηκαν ενιαίες τιμές της *K<sub>c</sub>*, ανά είδος καλλιέργειας. Οι τιμές της *K<sub>c</sub>* που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα.

*Πίνακας 10: Τιμές του Kc ανοιγμένες για κάθε μήνα και για κάθε καλλιέργεια*

KC /DAYS	BAMBAKI	ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	ΔΕΝΤΡΑ	ΜΗΔΙΚΗ	ΑΜΠΕΛΙΑ	ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	ΣΙΤΗΡΑ	ΠΑΤΑΤΕΣ
ΟΚΤ	0,18	0	0	0	0	0	0	0,98
ΝΟΕ	0	0	0	0	0	0	0,31	0
ΔΕΚ	0	0	0	0	0	0	0,48	0
ΙΑΝ	0	0	0	0	0	0	0,71	0
ΦΕΒ	0	0	0	0	0	0	0,93	0
ΜΑΡ	0	0	0	0	0	0	1,12	0
ΑΠΡ	0	0,058	0	1,05	0	0,34	1,13	0
ΜΑΙ	0,3	0,37	0,6	1,14	0,4	0,66	0,68	0
ΙΟΥΝ	0,45	0,66	0,7	1,18	0,45	0,85	0	0
ΙΟΥΛ	0,75	0,85	1	1,2	0,6	0,5	0	0,41
ΑΥΓ	0,9	0,85	0,85	1,18	0,6	0	0	0,79
ΣΕΠ	0,83	0,33	0,8	1,15	0,45	0	0	1,15

### 5.5.6 ΩΦΕΛΙΜΗ (ΕΝΕΡΓΟΣ) ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗ

Ένα ποσοστό της ζήτησης των καλλιεργειών ικανοποιείται από τη βροχόπτωση, το σύνολο της οποίας όμως, δεν μπορεί να θεωρηθεί πως καταλήγει στο φυτό, εφόσον υπάρχουν απώλειες από την εξατμισοδιαπνοή, την απορροή και τη βαθιά διήθηση. Η ποσότητα της βροχόπτωσης που είναι εκμεταλλεύσιμη ονομάζεται ενεργός ή ωφέλιμη βροχόπτωση.

Γνωρίζοντας τις απαιτήσεις των καλλιεργειών σε ύδωρ για κάθε μήνα του έτους, και με βάση την ενεργό βροχόπτωση υπολογίζουμε ποιες από τις ανάγκες μας μπορούν να ικανοποιηθούν από αυτήν και ποιές από την άρδευση. Συνήθως τους χειμερινούς μήνες και κατά δεύτερο λόγο τους μήνες της άνοιξης και του φθινοπώρου, η βροχόπτωση ικανοποιεί ένα μεγάλο μέρος, εάν όχι το σύνολο των απαιτήσεων.

Το πρώτο βήμα είναι ο υπολογισμός της ωφέλιμης νετόπτωσης  $P_{eff}$ , δηλαδή το ύψος του νετού, μετά από την αφαίρεση των απωλειών που έχουμε από την επιφανειακή απορροή και τη βαθιά διήθηση κάτω από το ρίζωμα.

Η  $P_{eff}$  υπολογίζεται με βάση το μηνιαίο ύψος της υετόπτωσης με τους παρακάτω τύπους της USDA Soil Conservation Service (USDA, 1970 & Dastane, 1974).

$$P_{eff} = \frac{P \cdot (125 - 0.2 \cdot P)}{125} \quad \text{για } P < 250mm \quad (5.5.6.1)$$

και

$$P_{eff} = 125 + \frac{1}{10}P \quad \text{για } P > 250mm \quad (5.5.6.2)$$

όπου  $P$  η μηνιαία υετόπτωση.

Επιλέγεται η  $P_{eff}$  με όριο τα 250mm μηνιαίας υετόπτωσης, εφόσον για τόσο υψηλή βροχόπτωση οι απώλειες είναι μεγαλύτερες.

Η τιμή NIR είναι οι επιπλέον ανάγκες σε ύδωρ των καλλιεργειών, εκφράζεται σε ύψος ύδατος σε mm/m<sup>2</sup> και υπολογίζεται σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

$$\text{Εάν } NIR = ET_o - P_{eff} > 0 \quad \text{τότε } NIR = ET_o - P_{eff} \quad (5.5.6.3)$$

$$\text{Εάν } NIR = ET_o - P_{eff} < 0 \quad \text{τότε } NIR = 0 \quad (5.5.6.4)$$

όπου  $ET_o$  είναι η αναγκαία κατανάλωση και  $P_{eff}$  η ωφέλιμη (χρήσιμη) βροχόπτωση.

Οι τελικές ανάγκες της κάθε καλλιέργειας σε ύδωρ εκφράζονται από την τιμή  $Q$  σε hm<sup>3</sup>

$$Q = \frac{NIR \cdot E}{1000} \quad (5.5.6.5)$$

όπου NIR η ανάγκη σε ύδωρ εκφρασμένη σε mm/m<sup>2</sup> και E το συνολικό εμβαδόν της κάθε καλλιέργειας.

Οι συνολικές ανάγκες σε ύδωρ μηνιαίως για την κάθε υπο-περιοχή  $\Sigma Q_{καλλ.}$  εκφράζεται ως το άθροισμα των επιμέρους αναγκών των καλλιεργειών και είναι:

$$\Sigma Q_{καλλ.} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_x \quad (5.5.6.6)$$

Με  $Q_{1-x}$  η απαίτηση σε ύδωρ των επιμέρους καλλιεργειών.

Οι ανάγκες υπολογίστηκαν για κάθε μήνα και για κάθε καλλιέργεια της περιοχής μελέτης, για το χρονικό διάστημα 1960/61 – 2001/2002.

### 5.5.7 ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ

Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε ύδωρ δεν προσδιορίζουν την τελική αναγκαία ποσότητα από την πηγή απόληψης, διότι δεν συνυπολογίζονται οι απώλειες στη μεταφορά και εφαρμογή, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα. Ο όρος αποδοτικότητα της άρδευσης εισάγει ορισμένους συντελεστές απόδοσης με τους οποίους προσδιορίζεται και υπολογίζεται η προσαύξηση του απαιτούμενου ύδατος, για τους διάφορους τύπους μεταφοράς και άρδευσης, ώστε η τελική ποσότητα ύδατος που φτάνει στον αποδέκτη να είναι αυτή που υπολογίστηκε παραπάνω.

Στις περιοχές μελέτης (Δήμοι/Κοινότητες) του νομού Μαγνησίας οι τύποι μεταφοράς των υδάτων ποικίλλει. Στις πεδινές περιοχές κατ’ εξοχήν χρησιμοποιείται δίκτυο ύδατος υπό πίεση, ενώ στις ορεινές επιφανειακό δίκτυο.

- **Επιφανειακό δίκτυο**

Το επιφανειακό δίκτυο αποτελείται από χωμάτινης κατασκευής ανοικτούς τάφρους, τραπεζοειδούς διατομής, που μπορούν να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες ύδατος. Τα προβλήματα των τάφρων αυτών είναι η απαίτηση συνεχούς συντήρησης τους, λόγω της βλάστησης που εμφανίζεται, των απωλειών από τη διήθηση και την εξατμισοδιαπνοή, λόγω της μεγάλης ελεύθερης επιφάνειας τους.

- **Υπό πίεση δίκτυο**

Το υπό πίεση δίκτυο αποτελείται από κλειστούς αγωγούς, με ενδιάμεσα αντλιοστάσια με μεγάλο τους πλεονέκτημα τις ιδιαίτερα μικρές απώλειες. Μεγάλο τους μειονέκτημα είναι το ιδιαίτερα μεγάλο κόστος τους και ο προσεκτικός σχεδιασμός τους, ώστε οι πιέσεις σε κάθε σημείο να είναι κατάλληλες.

Η αποδοτικότητα του δικτύου μεταφοράς εξαρτάται από τον τύπο μεταφοράς και από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται, με τις τιμές της αποδοτικότητας να αναφέρονται παρακάτω.



Πίνακας 11: Συντελεστές απόδοσης τύπων μεταφοράς

ΤΥΠΟΣ ΔΙΚΤΥΟΥ	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ & ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ, $E_d$
<b>ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟ</b>	Πολύ καλή μέχρι άριστη	0.6 - 0.75
	Ικανοποιητική	0.5 - 0.6
	Ελλιπής	0.35 - 0.5
	Κακή	0.2 - 0.35
<b>ΥΠΟ ΠΙΕΣΗ</b>	Ικανοποιητική μέχρι άριστη	0.8 - 0.95

Πηγή: (Παπαζαφειρίου, 1999)

Η απόδοση του συστήματος μεταφοράς  $E_{\mu\mu}$  για κάθε περιοχή υπολογίστηκε σύμφωνα με τον τύπο :

$$E_{\mu\mu} = M_\epsilon * E_{d\epsilon\pi\phi} + M_\pi * E_{d\nu\pi\omicron} \quad (5.5.7.1)$$

όπου  $E_{\mu\mu}$  η μέση απόδοση των συστημάτων μεταφοράς,  $M$  το ποσοστό επί του συνολικού εμβαδού που αντιστοιχεί σε κάθε τύπο μεταφοράς και  $E$  οι αντίστοιχοι συντελεστές απόδοσης.

Για τα ποσοστά άρδευσης υιοθετήθηκε μια αναλογία, από παλιότερη μελέτη του Υπουργείου Γεωργίας, η οποία θεωρήθηκε αντιπροσωπευτική για τον Ελλαδικό χώρο και εφαρμόστηκε σε κάθε περιοχή (Δήμος/Κοινότητα) του νομού Μαγνησίας..

Οι μέθοδοι άρδευσης που εφαρμόζονται στις περιοχές μελέτης είναι η στάγδην άρδευση, και η άρδευση με κατάκλυση και καταιονισμό.

Αναλυτικά:

- **Στάγδην**

Στη στάγδην άρδευση, το ύδωρ εφαρμόζεται στο χωράφι σε μικρές ποσότητες με μορφή σταγόνων, έτσι ώστε κάθε φυτό να εφοδιάζεται χωριστά, με την απαιτούμενη ποσότητα ύδατος.

- **Με κατάκλυση**

Η κατάκλυση είναι μια στατική επιφανειακή μέθοδος που αναφέρεται και ως οριζόντια άρδευση. Εφαρμόζεται σε χωράφια με μηδενική κλίση, με διαμόρφωση λεκάνης, καλύπτοντας όλη την επιφάνεια με ύδωρ.

- **Καταιονισμός**

Στον καταιονισμό το ύδωρ εφαρμόζεται σε όλη την επιφάνεια του εδάφους, ως τεχνητή απομίμηση της βροχόπτωσης και διηθείται στο έδαφος κατακόρυφα, υπό ακόρεστες συνθήκες. Η μέθοδος εξασφαλίζει ομοιόμορφη κατανομή στην καλλιέργεια, χωρίς να εμφανίζει επιφανειακή απορροή και λίμανσμα ύδατος στην επιφάνεια.

*Πίνακας 12: Συντελεστές απόδοσης των τύπων άρδευσης*

<b>ΚΑΤΑΚΛΥΣΗ (ΛΕΚΑΝΕΣ)</b>	<b>0.6-0.8</b>
<b>ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ ΔΙΑΧΥΣΗ (ΛΩΡΙΔΕΣ)</b>	<b>0.6-0.75</b>
<b>ΑΥΛΑΚΙΑ</b>	<b>0.5-0.75</b>
<b>ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΣ:</b>	
<b>1. ΚΛΑΣΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ</b>	<b>0.6-0.8</b>
<b>2. ΑΥΤΟΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΕΚΤΟΞΕΥΤΗΡΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΚΑΡΟΥΛΙ)</b>	<b>0.55-0.75</b>
<b>3. ΑΥΤΟΚΙΝΟΥΜΕΝΗ ΓΡΑΜΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗΣ</b>	<b>0.75-0.9</b>
<b>4. ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ (PIVOT)</b>	<b>0.75-0.9</b>
<b>ΣΤΑΓΔΗΝ</b>	<b>0.8-0.95</b>

Πηγή: (Παπαζαφειρίου, 1999)

Με βάση τα στοιχεία που έχουμε για τους τύπους άρδευσης και με τη βοήθεια του παρακάτω τύπου υπολογίστηκαν οι συντελεστές απωλειών άρδευσης, που χρησιμοποιήθηκαν.

$$E_{\mu.a.} = A_{\sigma} * E_{\sigma} + A_{\kappa} * E_{\kappa} + A_{\epsilon} * E_{\epsilon} \quad (5.5.7.2)$$

όπου:  $E_{\mu,\alpha}$  είναι η μέση απόδοση των συστημάτων άρδευσης,  $A$  το ποσοστό επί του συνολικού εμβαδού που αντιστοιχεί σε κάθε τύπο άρδευσης και  $E$  οι αντίστοιχοι συντελεστές απόδοσης.

Πίνακας 13: Επιλεγθέντες συντελεστές τύπων άρδευσης

ΤΥΠΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ
Στάγδην	0,9
Καταιονισμός	0,8
Επιφανειακά	0,65

Με βάση τα ποσοστά που αντιστοιχούν σε κάθε τύπο μεταφοράς και άρδευσης και τους αντίστοιχους συντελεστές απόδοσης (Παπαζαφειρίου, 1999) υπολογίστηκε η προσαύξηση και τελικά η απαιτούμενη ποσότητα του ύδατος για την κάθε περιοχή και για κάθε έτος.

Έχοντας επιλέξει τους συντελεστές απόδοσης για τη μεταφορά και την άρδευση που θα εφαρμόζονται σε κάθε περιοχή, υπολογίστηκε ο τελικός συνδυαστικός συντελεστής προσαύξησης. Πολλαπλασιάζοντας τον με την απαιτούμενη ποσότητα του καθαρού ύδατος που πρέπει να φτάσει στην καλλιέργεια, βρίσκουμε την ποσότητα που πρέπει να απολείψουμε από τις πηγές τροφοδοσίας μας.

Ο τελικός συντελεστής προσαύξησης υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο :

$$E_{\tau} = \frac{1}{E_{\mu,\mu} * E_{\mu,\alpha}} \quad (5.5.7.3)$$

Στην περιοχή μελέτης του Δ. Αλμυρού η μεταφορά του ύδατος γίνεται με δίκτυο υπό πίεση. Το υπό πίεση δίκτυο αποτελείται από κλειστούς αγωγούς με ενδιάμεσα αντλιοστάσια και έχει το πλεονέκτημα των ιδιαίτερα μικρών απωλειών. Ο συντελεστής απόδοσης ενός υπό πίεση δικτύου είναι 0,9. Συνεπώς η απόδοση του συστήματος μεταφοράς  $E_{\mu,\mu}$  της περιοχής μελέτης δίνεται από τον τύπο:

$$E_{\mu.\mu.} = M_{\pi} \cdot E_{\pi} \quad (5.5.7.4)$$

όπου  $E_{\mu.\mu.}$  η μέση απόδοση του συστήματος μεταφοράς,  $M_{\pi}$  το ποσοστό επί του συνολικού εμβαδού, που αντιστοιχεί στον τύπο μεταφοράς και  $E_{\pi}$  ο αντίστοιχος συντελεστής απόδοσης.

Για τα ποσοστά άρδευσης υιοθετήθηκε η αναλογία που φαίνεται στον επόμενο πίνακα, από τα στοιχεία της Διεύθυνσης Αγροτικής Ανάπτυξης και εφαρμόστηκε στην περιοχή του Δ. Αλμυρού. Οι δε μέθοδοι άρδευσης που εφαρμόζονται στην περιοχή αυτή είναι η στάγδην άρδευση και η άρδευση με καταιονισμό.

*Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά ποσοστά στη χρήση των τύπων άρδευσης και απόδοσης για την περιοχή μελέτης (Δ. Αλμυρού)*

ΤΥΠΟΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ %	ΑΠΟΔΟΣΗ
ΣΤΑΓΔΗΝ	0.45	0,89
ΚΑΤΑΙΟΝΙΣΜΟΣ	0.55	0,70
ΕΠΦΑΝΕΙΑΚΑ	0	0

Με βάση τα παραπάνω υπολογίστηκε η απόδοση συστήματος μεταφοράς - άρδευσης και ο τελικός συντελεστής προσαύξησης, για τη λεκάνη του Δ. Αλμυρού.

*Πίνακας 15: Απόδοση συστήματος μεταφοράς, απόδοση συστήματος άρδευσης και τελικός συντελεστής προσαύξησης, για τη λεκάνη του Δ. Αλμυρού*

Απόδοση Συστήματος Μεταφοράς (Εμμ)	0.9
Απόδοση Συστημάτων Άρδευσης (Εμα)	0.7855
Τελικός Συντελεστής Προσαύξησης (Ετ)	1.41

Παρατηρείται πως η προσαύξηση είναι πολύ μεγάλη και οι απώλειες αποτελούν σχεδόν τη μισή ποσότητα ύδατος (~41%) που αντλούνται από τις πηγές τροφοδοσίας.

### 5.5.8 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΥΔΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ

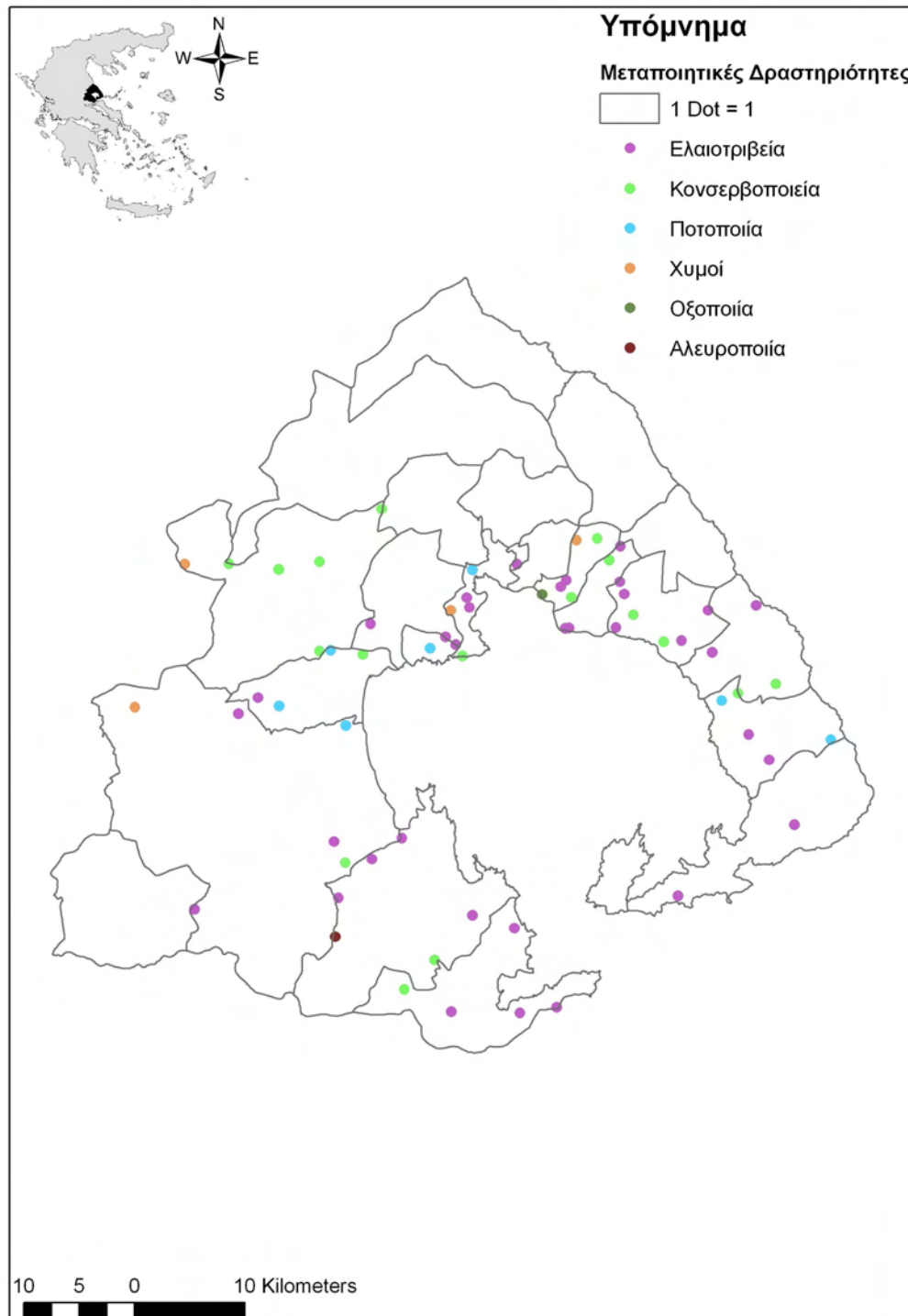
Οι βιομηχανικές υδατικές ανάγκες υπολογίστηκαν με βάση:

- Την ανάλυση μετρήσεων κατανάλωσης, ή
- με εκτιμήσεις.

Η εκτίμηση, συνήθως γίνεται με βιβλιογραφικά στοιχεία για κάθε είδος βιομηχανίας και συνδέεται με το ύψος της παραγωγής.

#### **Οι Μεταποιητικές Βιομηχανίες Αγροτικών Προϊόντων**

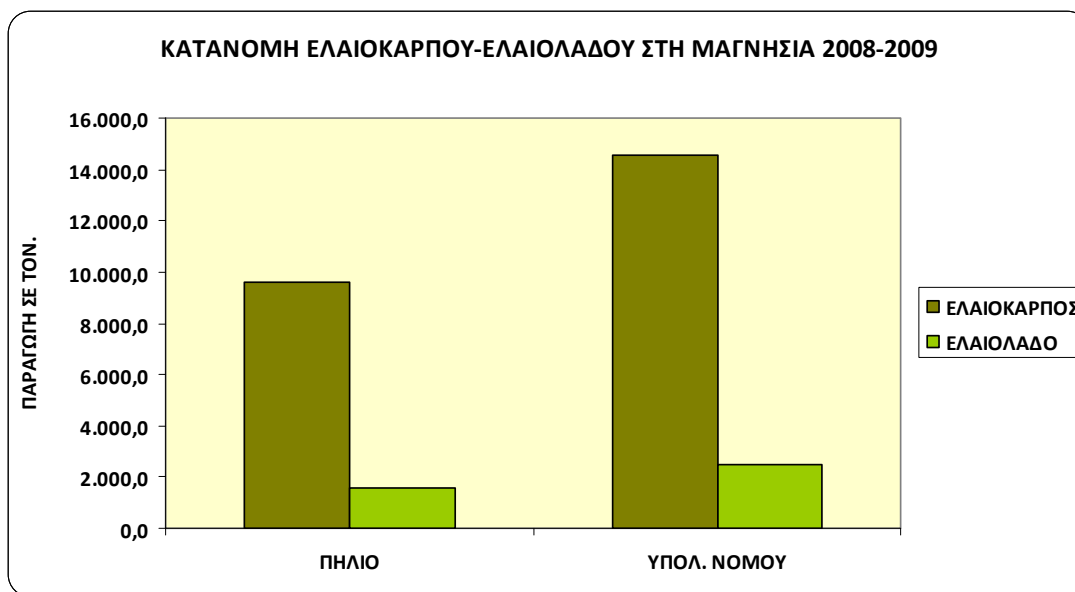
Στο νομό Μαγνησίας υπάρχουν 2 θεσμοθετημένες βιομηχανικές περιοχές για την εγκατάσταση και λειτουργία των βιομηχανιών, (Α΄ ΒΙ.ΠΕ. και Β΄ ΒΙ.ΠΕ.), ενώ τα τελευταία χρόνια λειτουργεί δίπλα από την Α΄ ΒΙ.ΠΕ. οργανωμένος χώρος (Βιοτεχνικό Πάρκο) για τις μικρές βιοτεχνίες. Στις παραπάνω ΒΙ.ΠΕ., όπως φαίνεται και στους χάρτες δραστηριοποιούνται: 1 βιομηχανία παραγωγής σιμιγδαλιού, 1 παραγωγής χυμών και αναψυκτικών, βιοτεχνίες τυποποίησης ελιάς, και ελάχιστα ελαιοτριβεία.



Χάρτης 7: Οι μεταποιητικές δραστηριότητες ανά Δήμο/Κοινότητα του Ν. Μαγνησίας

Αναλυτικότερα παρουσιάζονται πολλά διάσπαρτα ελαιοτριβεία στις περιοχές όπου ευδοκούν τα ελαιόδενδρα, όπως ο Δ. Μηλεών, ο Δ. Πτελεού, Σούρπη, Αισωνίας, Αλμυρού, Αφετών, Αγριάς και Αργαλαστής. Τα κονσερβολιά (τυποποιητήρια ελιάς) είναι λιγότερα σε αριθμό από τα ελαιοτριβεία, και συναντώνται κυρίως στη Β΄ ΒΙΠΕ Βόλου (Δ. Φερών), και ακολουθεί ο Δ. Μηλεών και Αγριάς. Οι μεγάλες οινοποιίες λειτουργούν κατά αποκλειστικότητα στη Ν. Αγχίαλο, ενώ μικρότερες μονάδες υπάρχουν στην Αργαλαστή και στη Α΄ ΒΙΠΕ Βόλου. Οι δύο κυλινδρόμυλοι του νομού λειτουργούν ο ένας στη Σούρπη, και ο δεύτερος στην Α΄ ΒΙΠΕ Βόλου. Τέλος στο Δ. Αγριάς λειτουργεί η μοναδική οξοποιία του νομού, ενώ στον ίδιο Δήμο λειτουργεί μία μονάδα χυμών – αναψυκτικών, με τις υπόλοιπες στους Δ. Αλμυρού, και Α΄ ΒΙΠΕ Βόλου.

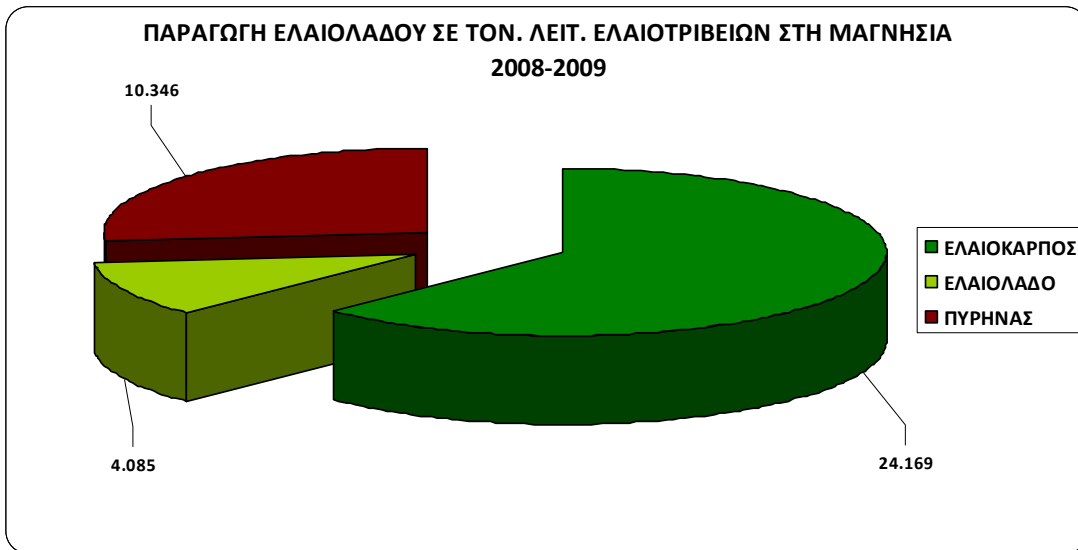
Στο παρακάτω γράφημα αποτυπώνεται χωροταξικά η κατανομή του ελαιόκαρπου και ελαιόλαδου στο Πήλιο και στον υπόλοιπο νομό.



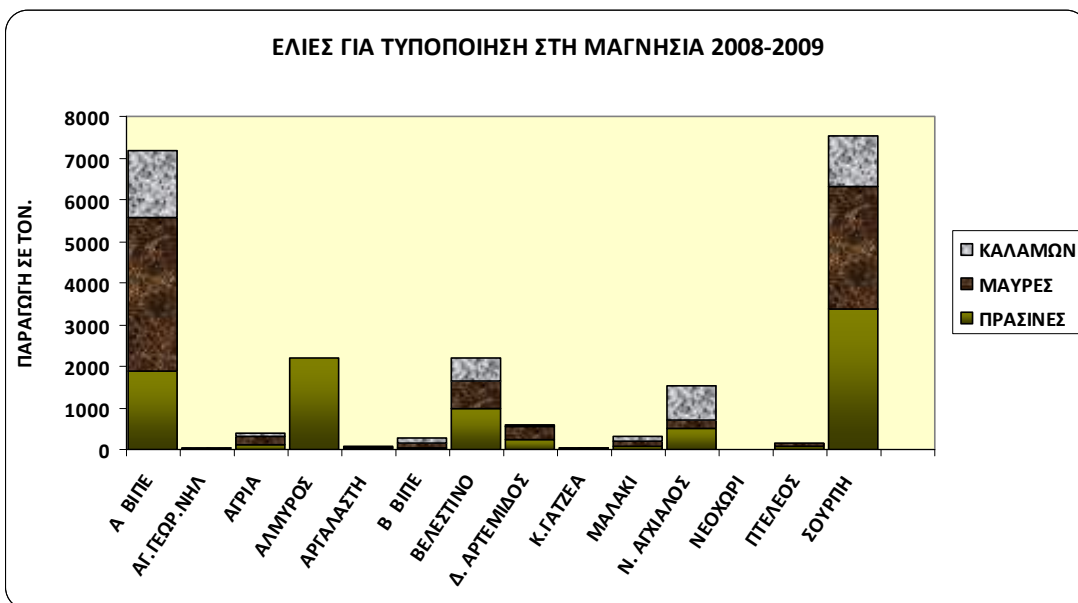
Γράφημα 19: Γεωγραφική κατανομή ελαιόκαρπου – ελαιόλαδου στη Μαγνησία

Όπως διαπιστώνεται οι ποσότητες ελαιόκαρπου & ελαιόλαδου στον υπόλοιπο νομό υπερτερεί έναντι των περιοχών του Πηλίου.

Στα παρακάτω γραφήματα αποτυπώνεται η συνολική παραγωγή ελαιόκαρπου & ελαιόλαδου στη Μαγνησία, και οι ποσότητες, και οι τύποι ελιάς προς τυποποίηση, ανά περιοχή.



Γράφημα 20: Παραγωγή ελαιόκαρπου (τον.) - ελαιόλαδου (τον.) και πυρήνα (τον.) στη Μαγνησία



Γράφημα 21: Διάφοροι τύποι ελιάς προς επεξεργασία, ανά περιοχή

Τα κονσερβολιά επεξεργάζονται και τους τρεις τύπους της ελιάς, καλαμών, μαύρες και πράσινες.



### 5.5.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Ο υπολογισμός της κατανάλωσης ύδατος από βιομηχανίες γίνεται με τον πολλαπλασιασμό της παραγωγής της κάθε βιομηχανίας με την τυπική ειδική κατανάλωση της, η οποία τις περισσότερες φορές, έχει μονάδες όγκου ύδατος ανά μονάδα μάζας/βάρους παραγόμενου προϊόντος (π.χ. m<sup>3</sup>/ton προϊόντος).

#### ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΠΟΤΩΝ

##### Κονσερβοποιία φρούτων και λαχανικών

Οι υδατικές ανάγκες της κονσερβοποιίας φρούτων και λαχανικών οφείλονται στα τέσσερα στάδια επεξεργασίας: α. Παραλαβή και πλύσιμο (απομάκρυνση χόματος, φυτοφαρμάκων, αποξηραμένων χυμών, υπολειμμάτων, κλπ.), β. Προετοιμασία (διαλογή, αφαίρεση μίσχων, κόψιμο, καθαρίσμα, ξεφλούδισμα, αφαίρεση πυρήνων), γ. Επεξεργασία (τεμαχισμός, ζεμάτισμα, απαέρωση, πολτοποιήση, στράγγιση, βράσιμο, κλπ.), και δ. Συσκευασία (πλύσιμο δοχείων ή βάζων, αποστείρωση). Η τυπική τιμή ειδικής κατανάλωσης είναι 11,3 m<sup>3</sup>/ ton προϊόντος, ενώ η διακύμανσή της είναι από 3-10 m<sup>3</sup>/ ton νωπών ειδών.

##### Ελαιοτριβεία

Ιδιαιτερότητα παρουσιάζουν οι υδατικές ανάγκες των ελαιοτριβείων, λόγω και του ρυπαντικού φορτίου που συνεπάγεται η λειτουργία τους. Η περίοδος λειτουργίας των ελαιοτριβείων εξαρτάται από το είδος του ελαιόκαρπου που επεξεργάζονται. Γενικά, η περίοδος λειτουργίας τους έχει διάρκεια τέσσερις - πέντε μήνες, αρχίζοντας το Νοέμβριο και τελειώνοντας το Μάρτιο.

Η κατανάλωση ύδατος των ελαιοτριβείων ποικίλλει ανάλογα με το είδος του (κλασικό ή φυγοκεντρικό), όπως επίσης και με την τεχνολογία του (φυγοκεντρικό 2 φάσεων ή 3 φάσεων). Ο όγκος του ύδατος που απαιτείται για τα μικρά κλασικά (με πιεστήρια) ελαιοτριβεία υπολογίζεται εντελώς προσεγγιστικά σε 1 m<sup>3</sup>/ton ελαιοκάρπου ή 5 m<sup>3</sup>/ton ελαίου. Για τα φυγοκεντρικά συγκροτήματα η κατανάλωση εκτιμάται σε 7,5-8,2 m<sup>3</sup>/ton ελαίου, λόγω της χρήσης μεγαλύτερης ποσότητας ύδατος στην κατεργασία. Στα φυγοκεντρικά ελαιοτριβεία 3 φάσεων, η κατανάλωση σε ύδωρ είναι ίση με 40% έως 60% της ποσότητας του ελαιοκάρπου προς επεξεργασία.

##### Επεξεργασία ελιάς

Η απαίτηση ύδατος στην επεξεργασία του ελαιόκαρπου κυμαίνεται ανάλογα με το είδος (πράσινες και μαύρες). Ο ελαιόκαρπος (στεγνές πράσινες και μαύρες) αφού υποστούν αποφύλλωση, απομίσχωση και προ-ταξινόμηση, τοποθετούνται σε κατάλληλες δεξαμενές

(συνήθως πολυεστερικές κλειστού τύπου). Στη συνέχεια υφίστανται την επεξεργασία της εκπίκρασης με αραιό διάλυμα καυστικού νατρίου, εκπλένονται με κρύο ύδωρ ώστε να απομακρυνθεί η περίσσεια του αλκάλειου από τη σάρκα τους και από τις δεξαμενές. Στη συνέχεια τοποθετούνται σε άλμη χλωριούχου νατρίου 9-11<sup>ο</sup> Be και υφίστανται γαλακτική ζύμωση. Στην επεξεργασία του πράσινου ελαιόκαρπου απαιτείται διπλάσια ποσότητα ύδατος, λόγω των πολλών νερών για την απόπλυση τους, μετά την εκπίκραση.

Λόγω του εποχιακού χαρακτήρα της συλλογής του ελαιόκαρπου και μάλιστα ανάλογα με το είδος του (πράσινες ή μαύρες), δεν υπάρχει συνεχής ροή του ύδατος καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Συγκεκριμένα, οι μέγιστες τιμές παρουσιάζονται κατά την περίοδο αιχμής Οκτωβρίου – Νοεμβρίου, οπότε γίνεται συλλογή και εκπίκραση του πράσινου ελαιόκαρπου. Στην περίοδο Δεκεμβρίου – Μαρτίου παράγονται μόνο μαύρος ελαιόκαρπος. Τέλος στην περίοδο Απριλίου – Σεπτεμβρίου δεν υπάρχει κατανάλωση.

### **Παραγωγή αναψυκτικών**

Η παραγωγική διαδικασία μπορεί να διαιρεθεί σε τρία στάδια/διεργασίες:

1. Επεξεργασία ύδατος – παραγωγή σιροπιού. Για την παραγωγή αναψυκτικών απαιτείται η διεργασία του ύδατος, κατά την οποία αρχικά βελτιώνεται η ποιότητα του στα κατάλληλα επίπεδα (από υγειονομικής και χημικής άποψης). Η επεξεργασία του ύδατος επιτυγχάνει τη μείωση σκληρότητας και την εξάλειψη τυχόν παθογόνων οργανισμών. Η απαίτηση ύδατος σε αυτό το στάδιο προκύπτει τόσο από την παραγωγή των αναψυκτικών, όσο και από την πλύση των μηχανημάτων παραγωγής. Στο χώρο παραγωγής σιροπιού γίνεται αραιώση του συμπυκνωμένου χυμού με επεξεργασμένο ύδωρ, εντός ειδικών ανοξείδωτων δεξαμενών.
2. Καθαρισμός κιβωτίων – φιαλών (πλυντήρια). Στο χώρο των πλυντηρίων διακρίνουμε δύο γραμμές πλύσης. Τη γραμμή που αφαιρεί τις φιάλες από τα κιβώτια και εν συνεχεία τις οδηγεί στο πλυντήριο φιαλών όπου πλένονται και απολυμαίνονται. Τη δεύτερη γραμμή που παραλαμβάνει τα κιβώτια και τα οδηγεί στο αντίστοιχο πλυντήριο κιβωτίων.
3. Εμφιάλωση – συσκευασία. Στο χώρο αυτό το σιρόπι αναμιγνύεται δοσομετρικά με την ανάλογη ποσότητα ύδατος στο οποίο έχει προστεθεί διοξείδιο του άνθρακα υπό πίεση (μόνο για τα αεριούχα προϊόντα).
4. Τέλος μεγάλες ποσότητες ύδατος απαιτούνται κατά τις πλύσεις των δεξαμενών, γεμιστικών μηχανών και τις πλύσεις διαπέδων.

### **Κυλινδρόμυλοι**

Η κατανάλωση ύδατος των κυλινδρόμυλων υπολογίζεται προσεγγιστικά σε 0,04 m<sup>3</sup>/τον σίτου. Τα στάδια παραγωγής είναι: καθαρισμός/διαβροχή με προσθήκη ύδατος 4%, άλεση με προσθήκη ύδατος 1% και απώλειες 1,5% και τέλος αποθήκευση/συσκευασία αλεύρου/σιμιγδαλιού 1%. Συμπερασματικά η μεγαλύτερη ποσότητα ύδατος καταναλίσκεται στη διαβροχή του σκληρού σίτου, και απορροφάται όλο από αυτό.

### **Ποτοποιία – Οινοποιία**

Μετά τη διαδικασία του τρύγου (συγκομιδής), ακολουθεί η γλυκοποίηση, η διαδικασία δηλαδή κατά την οποία εξάγεται το **γλεύκος** (ή συνήθως **μούστος**) από το σταφύλι. Για την έκθλιψη του μούστου χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, συνηθέστερα με χρήση ειδικών μηχανημάτων που λειτουργούν συνθλίβοντας το σταφύλι ανάμεσα σε περιστρεφόμενους κυλίνδρους. Κατά τη γλυκοποίηση, επιβάλλεται η αφαίρεση των κοτσανιών (αποβοστρύχωση) του σταφυλιού, καθώς είναι επιζήμια τόσο για την γεύση του τελικού κρασιού, όσο και για την υγεία του καταναλωτή.

Στη συνέχεια ακολουθεί η τελική διαδικασία της ζύμωσης. Το οινόπνευμα που περιέχει το κρασί παράγεται από τα σάκχαρα του μούστου με την αντίδραση της αλκοολικής ζύμωσης, που επιτελείται από ειδικά ένζυμα, τις ζυμάσες των ζυμομυκήτων. Οι ζυμομυκήτες υπάρχουν αδρανοποιημένοι στο φλοιό των σταφυλιών και καθώς έρχονται σε επαφή με το μούστο, πολλαπλασιάζονται και επιτελούν τη ζύμωση. Εκτός από την αιθυλική αλκοόλη παράγεται και διοξείδιο του άνθρακα, αλλά και μια σειρά δευτερευόντων προϊόντων και ενώσεων με καθοριστική σημασία πολλές φορές για την ποιότητα του οίνου. Η διαδικασία της ζύμωσης διαρκεί συνήθως 8-25 ημέρες. Είναι σύνηθες, να παρατείνεται ή να διακόπτεται η ζύμωση με τεχνητά μέσα, κυρίως μέσω της διατήρησης της θερμοκρασίας σε χαμηλά ή υψηλά επίπεδα αντίστοιχα. Ο χρόνος της ζύμωσης είναι καθοριστικός για το κρασί που θα παραχθεί τελικά. Επιπλέον γίνεται συνήθως λόγος για λευκή και ερυθρή οινοποίηση, ανάλογα με το χρώμα του παραγόμενου κρασιού.

### **Οι Βιομηχανικές Υδατικές Ανάγκες**

Ο υπολογισμός των βιομηχανικών υδατικών αναγκών εμφανίζεται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 16: Ενδεικτικές τιμές κατανάλωσης ύδατος βιομηχανιών του Ν. Μαγνησίας

A/A	Βιομηχανία	Μονάδα Μέτρησης	Ειδική Κατανάλωση (m <sup>3</sup> /μονάδα)
<b>ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ</b>			
1	Κονσερβοποιία φρούτων και λαχανικών	τον προϊόντος	11,3
2	Έκθλιψη ελαιολάδου	τον λάδι	5
3	Επεξεργασία ελιάς	τον ελιάς	1,6
<b>ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΟΤΩΝ</b>			
4	Οινοποιία	m <sup>3</sup> κρασί	4,8
5	Οξοποιία	m <sup>3</sup> ξύδι	0,30
6	Αναψυκτικά και ανθρακούχα ποτά	m <sup>3</sup> προϊόν	7,1
<b>ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΑΛΕΥΡΩΝ</b>			
7	Κυλινδρόμυλοι	τον αλεύρου ή σιμιγδαλιού	5,8

Στη συνέχεια παρατίθεται το παράδειγμα εφαρμογής των υδατικών καταναλώσεων ανά προϊόν στην περιοχή του Δ. Αλμυρού.

*Πίνακας 17: Κατανάλωση Ύδατος από Βιομηχανική Χρήση – Μεταποιητικές Δραστηριότητες Δ. Αλμυρού*

<b>ΕΙΔΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ</b>	<b>ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ (ton/yr)</b>	<b>ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΙΟΝ (ton/yr)</b>	<b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m<sup>3</sup>/μονάδα)</b>	<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (m<sup>3</sup>/yr)</b>	<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (hm<sup>3</sup>/yr)</b>
ΠΟΤΟΠΟΙΑ-ΟΙΝΟΠΟΙΑ		250,00	4,80	1.200,00	0,0012
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ		10.500,00	11,30	118.650,00	0,1187
ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	2183,918	2.183,79	1,60	3.494,07	0,0035
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΑ	2676,793	429,17	5,00	2.145,87	0,0021
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΒΙΟΜ. ΧΡΗΣΗΣ</b>		<b>13.362,96</b>		<b>125.489,93</b>	<b>0,1255</b>

Για όλες τις παραπάνω δραστηριότητες χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μετρήσεις χρήσης ύδατος, οι οποίες καταγράφηκαν είτε από το ελαιοκομικό μητρώο της Δ. Αγροτικής Ανάπτυξης Μαγνησίας, είτε από τα στοιχεία που τηρούσε η γράφουσα από τη Διεύθυνση Βιομηχανίας. Οι υδατικές ανάγκες όλων των παραπάνω δραστηριοτήτων καλύπτονται από ιδιόκτητες γεωτρήσεις, ενώ οι υδατικές ανάγκες των ελαιοτριβείων καλύπτονται από το δίκτυο ύδρευσης των δημοτικών διαμερισμάτων του Δήμου Αλμυρού.

Πίνακας 18: Μηνιαία κατανάλωση ύδατος του Δ. Αλμυρού σε (hm<sup>3</sup>/month)

<b>ΕΙΔΟΣ</b>	<b>ΟΚΤ</b>	<b>ΝΟΕ</b>	<b>ΔΕΚ</b>	<b>ΙΑΝ</b>	<b>ΦΕΒ</b>	<b>ΜΑΡ</b>	<b>ΑΠΡ</b>	<b>ΜΑΙ</b>	<b>ΙΟΥΝ</b>	<b>ΙΟΥΛ</b>	<b>ΑΥΓ</b>	<b>ΣΕΠ</b>
<b>ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ</b>												
ΠΟΤΟΠΟΙΑ- ΟΙΝΟΠΟΙΑ	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑΣ ΕΛΙΑΣ	0,0014	0,0014	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ΕΛΑΙΟΤΡΙΒΕΙΑ	0,0000	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0396	0,0396	0,0396
<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>	0,0014	0,0021	0,0008	0,0008	0,0008	0,0003	0,0001	0,0001	0,0001	0,0397	0,0397	0,0396

Όπως φαίνεται στους παραπάνω πίνακες η μηνιαία κατανάλωση ύδατος για τις ανάγκες της βιομηχανίας/βιοτεχνίας, παρουσιάζει διακύμανση, ανάλογα με το αν η παραγωγή είναι εποχιακή ή όχι.

Τα ελαιοτριβεία λειτουργούν περίπου 3-4 μήνες το χρόνο, από Νοέμβριο – Μάρτιο.

Τα κονσερβολιά λειτουργούν 3-4 μήνες το χρόνο επίσης, ενώ παρουσιάζουν μεγαλύτερη κατανάλωση ύδατος τους 2 πρώτους μήνες, κατά τους οποίους γίνεται η επεξεργασία της πράσινης ελιάς, που απαιτεί πολλά νερά για την εκπίκρυνση της.

Οι οινοποιίες-ποτοποιίες λειτουργούν από Νοέμβριο – Αύγουστο.

Τα εργοστάσια μεταποίησης φρούτων και λαχανικών 2-3 μήνες από Ιούλιο – Σεπτέμβριο.

Τέλος οι κυλινδρόμυλοι λειτουργούν όλο το χρόνο και σε 2-3 βάρδιες.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>**



## **6. ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

Στο κεφάλαιο αυτό κρίθηκε απαραίτητο να αναφερθούν αναλυτικά οι εφαρμογές της λιπαντικής αγωγής ανά καλλιέργεια, οι οποίες βασίζονται στα ΦΕΚ που έχουν εκδοθεί από τα αρμόδια υπουργεία, αλλά και στους κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής, που υιοθετήθηκαν, λόγω του χαρακτηρισμού του Θεσσαλικού πεδίου ως ευπρόσβλητη ζώνη από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης. Οι υπολογισμοί των μονάδων αζώτου, καλίου και φωσφόρου που περιέχονται στα λιπάσματα αποτελούν απαραίτητο εργαλείο για την εκτίμηση του γκρίζου υδατικού αποτυπώματος των καλλιεργειών, το οποίο και παρουσιάζεται σε επόμενα κεφάλαια.

### **6.1 ΝΟΜΟΛΟΓΙΑ**

Η εφαρμογή της λιπαντικής αγωγής στις καλλιέργειες της περιοχής μελέτης Ν. Μαγνησίας έγινε με βάση τα παρακάτω ΦΕΚ.

(α) Την αριθ. 25638/2905/18-10-2001 (ΦΕΚ 1422/22-10-01) απόφαση των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας - Οικονομικών - Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημ. Έργων - Γεωργίας - Υγείας και Πρόνοιας «Πρόγραμμα Δράσης για το Θεσσαλικό Πεδίο που έχει χαρακτηριστεί σαν ευπρόσβλητη ζώνη από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης».

(β) Την αριθ. 568/125347/20-01-2004 (ΦΕΚ Β' 142/29-01-04) «Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής»

(γ) Την αριθ. 628/137354/30-08-2005 (ΦΕΚ 1248/Β/06-09-05) απόφαση των Υφυπουργών Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης - Οικονομίας - Οικονομικών - Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων «Εφαρμογή του Μέτρου 3.5 “Μείωση της Νιτρορύπανσης Γεωργικής Προέλευσης”»

(δ) Την αριθ. 138676/30-09-2005 (ΦΕΚ 1399/10-10-05) απόφαση του Υφυπουργού Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων «Λεπτομέρειες εφαρμογής της αριθ. 628/137354/30-08-2005 (ΦΕΚ Β' 1248/06-09-05)»

### **6.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΟΡΘΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ**

1. Η ορθολογιστική λίπανση πρέπει να στηρίζεται:

- Στη γνώση της περιεκτικότητας του εδάφους σε θρεπτικά στοιχεία.
- Στις ανάγκες της κάθε καλλιέργειας.

Αυτή την πολύτιμη γνώση, μας τη δίνει η ανάλυση εδάφους.

2. Με δεδομένη την ανάλυση και τη συνιστώμενη λιπαντική αγωγή πρέπει να επιλέξουμε τι τύπους λιπασμάτων θα χρησιμοποιήσουμε.

Για την επιλογή αυτή πρέπει να γνωρίζουμε:

- Τα βασικά λιπάσματα που κυρίως είναι, οι Φωσφορικές Αμμωνίες (20 - 10 - 0), (16 - 20 - 0) κ.λ.π., η Θεϊκή Αμμωνία, το απλό Υπερφωσφορικό (0 - 20 - 0), το Θεϊκό Κάλιο, το Θεϊκό Καλιομαγνήσιο και τα Φωσφοροκαλιούχα, χρησιμοποιούνται:
- Πριν τη σπορά ή τη φύτευση για τις ετήσιες καλλιέργειες.
- Πριν την έναρξη της ετήσιας βλάστησης για τις πολυετείς καλλιέργειες.

Τα βασικά λιπάσματα ενσωματώνονται στο έδαφος.

- Τα επιφανειακά λιπάσματα που είναι κυρίως η Νιτρική και Ασβεστούχος Νιτρική Αμμωνία, το Νιτρικό Κάλιο και το Νιτρικό Καλιομαγνήσιο, χρησιμοποιούνται για συμπλήρωση των μονάδων αζώτου ή και καλίου, που έχει ανάγκη η καλλιέργεια κατά τη διάρκεια της ανάπτυξής της. Η εφαρμογή τους γίνεται:
- Για τις αροτραίες καλλιέργειες μετά την εκβλάστηση ή κατά το σκάλισμα
- Για τις δενδρώδεις καλλιέργειες, κατά την Άνοιξη ή το Καλοκαίρι.

Για την επιλογή του κατάλληλου τύπου λιπάσματος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η μορφή και οι ιδιότητές του.

- Εάν η εφαρμογή γίνεται με λιπασματοδιανομέα πρέπει να προτιμούνται τα κοκκώδη.
- Εάν η εφαρμογή γίνεται με υδρολίπανση ή ψεκασμό θα πρέπει να επιλέγονται υδατοδιαλυτά λιπάσματα (Νιτρική Αμμωνία, Ουρία, Νιτρικό Κάλιο, Νιτρικό Καλιομαγνήσιο κ.λ.π.).

3. Μείωση της Αζωτούχου Λίπανσης.

Μείωση της εφαρμοζόμενης αζωτούχου λίπανσης κατά 20 % τουλάχιστον από τους δικαιούχους του προγράμματος για τις εκτάσεις που εντάσσονται στο Μέτρο 3.5 «Μείωση της Νιτρορύπανσης Γεωργικής Προέλευσης».

### 6.2.1 ΛΙΠΑΝΣΗ ΕΤΗΣΙΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Τα αζωτούχα λιπάσματα πρέπει να εφαρμόζονται σε δόσεις, ανάλογα με το βλαστικό στάδιο των φυτών. Ειδικότερα στις ετήσιες καλλιέργειες σε τουλάχιστον τρεις (3) δόσεις, ανάλογα με το είδος της καλλιέργειας και τις επικρατούσες συνθήκες.

Εξαιρούνται τα οργανικά λιπάσματα (κοπριάς, κομπόστ), που είναι αργής αποδέσμευσης, τα οποία θα πρέπει να εφαρμόζονται μόνο υπό την προϋπόθεση ότι είναι "χωνεμένα".

### Λίπανση Σιτηρών

#### Λίπανση Χειμερινών Σιτηρών

Στα χειμερινά σιτηρά συνιστάται να εφαρμόζονται κατά το μέγιστο 18 μονάδες Αζώτου ανά στρέμμα και να χορηγούνται σε τουλάχιστον δύο (2) δόσεις. Ο Φώσφορος χορηγείται μέχρι έξι (6) μονάδες ανά στρέμμα στη βασική λίπανση. Το Κάλιο χορηγείται μέχρι οκτώ (8) μονάδες ανά στρέμμα όταν είναι διαπιστωμένη η έλλειψη.

Πίνακας 19: Ανάγκες Χειμερινών Σιτηρών σε Θρεπτικά Στοιχεία

Καλλιέργεια	Θρεπτικά Στοιχεία σε κιλά/στρέμμα		
	N	P2O5	K2O
1. Σιτάρι Μαλακό (Βραχυστέλεχες ποικιλίες)	18	6	8
2. Σιτάρι Μαλακό (Μακροστέλεχες ποικιλίες)	13	5	8
3. Σιτάρι Σκληρό (Μέσου ύψους)	14	5	8
4. Σιτάρι Σκληρό (Μακροστέλεχες ποικιλίες)	12	5	8
5. Κριθάρι	12	5	8

#### Συνιστώμενη λίπανση Χειμερινών Σιτηρών

1. Σιτάρι Μαλακό (βραχυστέλεχες ποικιλίες)  
Βασική λίπανση: 8 - 6 - 8 μονάδες ανά στρέμμα  
Επιφανειακή λίπανση: Σε 1 - 2 δόσεις με δέκα (10) μονάδες αζώτου (N) ανά στρέμμα
2. Σιτάρι Μαλακό (μακροστέλεχες ποικιλίες)  
Βασική λίπανση: 8 - 5 - 8 μονάδες ανά στρέμμα  
Επιφανειακή λίπανση Σε 1 - 2 δόσεις με πέντε (5) μονάδες αζώτου (N) ανά στρέμμα.
3. Σιτάρι Σκληρό (μέσου ύψους)  
Βασική λίπανση: 7 - 5 - 8 μονάδες ανά στρέμμα  
Επιφανειακή λίπανση  
Σε 1 - 2 δόσεις με επτά (7) μονάδες αζώτου (N) ανά στρέμμα
4. Κριθάρι  
α. Φθινοπωρινής σποράς:  
Βασική λίπανση: (4 - 7) - (3 - 5) - (0 - 10) μονάδες ανά στρέμμα

Επιφανειακή λίπανση: Σε 1 - 2 δόσεις με τέσσερις έως πέντε (4- 5) μονάδες αζώτου (N) ανά στρέμμα

β. Ανοιξιάτικης σποράς:

Βασική λίπανση: (4 - 6) - (0 - 4) - 0 μονάδες ανά στρέμμα

Συνιστώμενη λίπανση Εαρινών Σιτηρών

Λίπανση Αραβοσίτου

Βασική λίπανση: 18 - 12 - (7.5 - 12) μονάδες ανά στρέμμα.

Επιφανειακή λίπανση

Η προσθήκη αζώτου σε 2 - 3 δόσεις, συνιστάται σε φτωχά σε άζωτο εδάφη με 12 μονάδες αζώτου (N) ανά στρέμμα.

Αρχίζουμε την 1<sup>η</sup> δόση, όταν τα φυτά έχουν ύψος 50 - 60 εκατ., και τελειώνουμε με την τελευταία δόση, όταν τα φυτά βρίσκονται στο στάδιο ανθοφορίας.

Καλιούχος λίπανση συνιστάται σε εδάφη που ποτίζονται επί πολλά χρόνια και το διαθέσιμο κάλιο έχει μειωθεί. Επίσης πολύ οργανικά εδάφη μπορούν να λιπανθούν μέχρι και 12 μονάδες Καλίου.

#### Λίπανση Βιομηχανικών Φυτών

Πίνακας 20: Λίπανση Βαμβακιού - Συνιστώμενη Λίπανση

Ποικιλίες Βαμβακιού	Θρεπτικά Στοιχεία σε μονάδες/στρέμμα		
	N	P2O5	K2O
1. Πρώιμες ποικιλίες			
α. Πρώιμα χωράφια	16 - 20	6 - 8	6 - 8
β. Όψιμα χωράφια	14 - 15	8 - 10	6 - 8
2. Όψιμες ποικιλίες			
α. Πρώιμα χωράφια	15 - 18	7 - 10	6 - 8
β. Όψιμα χωράφια	13 - 15	8 - 10	6 - 8

Ο χρόνος λίπανσης του βαμβακιού εξαρτάται:

α. Από το χρόνο αυξημένων αναγκών των βαμβακόφυτων.

β. Από τη σύσταση του χωραφιού στα αμμουδερά οι εκπλύσεις ή παρασύρσεις λιπασμάτων είναι μεγάλες, οπότε λιπαίνονται τμηματικά.

γ. Από τον τύπο του λιπάσματος και τη συμπεριφορά του στο έδαφος:

Τα Φωσφορικά, τα Καλιούχα και ορισμένα Αζωτούχα, χρησιμοποιούνται αρκετά νωρίς αφού δεν εκπλένονται εύκολα.

Όλες οι ποικιλίες βάμβακος αντιδρούν στη λίπανση του Καλίου, για αυτό σε εδάφη που εμφανίζουν αποδεδειγμένα έλλειψή του, συνιστάται η χορήγηση μέχρι οκτώ (8) μονάδες (Κ2Ο5) ανά στρέμμα κάθε δύο (2) χρόνια.

#### **Λίπανση του αμπελιού**

Στα αμπέλια η Φωσφοροκαλιούχος λίπανση είναι καλύτερα να εφαρμόζεται τους μήνες Νοέμβριο - Δεκέμβριο με ενσωμάτωση.

#### **Επιτραπέζιες ποικιλίες**

##### **Αρδευόμενοι αμπελώνες**

Άζωτο: μέχρι 15 μονάδες /στρέμμα

Φώσφορος: 5 μονάδες ετησίως ή 15 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

Κάλι: 8 μονάδες ετησίως ή 24 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

##### **Ξηρικοί αμπελώνες**

Άζωτο : μέχρι 8 μονάδες /στρέμμα

Φώσφορος : 4 μονάδες ετησίως ή 12 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια)

Κάλι : 7 μονάδες ετησίως ή 21 μονάδες/στρέμμα (κάθε 3 χρόνια).

#### **Λίπανση δενδρωδών καλλιέργειών**

Στις δενδρώδεις καλλιέργειες, τα αζωτούχα λιπάσματα συνιστάται να εφαρμόζονται σε τουλάχιστον δύο (2) δόσεις, ανάλογα με το είδος, τις επικρατούσες συνθήκες και το βλαστικό στάδιο των δένδρων. Οι φωσφοροκαλιούχες λιπάνσεις είναι καλύτερα να γίνονται τους μήνες Νοέμβριο - Δεκέμβριο με ενσωμάτωση. Εξαιρούνται τα οργανικά λιπάσματα (κοπριά - κομπόστ) που είναι αργής αποδέσμευσης, τα οποία θα πρέπει να εφαρμόζονται μόνο υπό την προϋπόθεση ότι είναι «χωνεμένα».

Πίνακας 21: Ανάγκες των ελαιόδενδρων σε λιπάσματα

	Άζωτο (N)	Φώσφορος (P)	Κάλιο (K)
Ελαιόδενδρα 1-3 ετών	0,1 - 0,3	0,1 - 0,3	0,1 - 0,2
Ελαιόδενδρα από 4 ετών έως το στάδιο παραγωγής	0,3 - 0,5	0,3 - 0,4	0,2 - 0,4

Οι Φωσφοροκαλιούχες λιπάνσεις αυξάνουν την αντοχή των ελαιόδένδρων στους παγετούς, γι’ αυτό θα πρέπει να γίνονται αμέσως με τη συγκομιδή του ελαιοκάρπου και κατά προτίμηση μέσα στο Δεκέμβριο με ενσωμάτωση.

Μικρές αζωτούχες λιπάνσεις το Δεκέμβριο - Ιανουάριο με Αμμωνιακό Άζωτο μαζί με τα Φωσφοροκαλιούχα λιπάσματα, βοηθούν τα δένδρα που έχουν εξαντληθεί από υπερβολική καρποφορία, κάτι όμως που πρέπει να αποφεύγεται στις παγετόπληκτες περιοχές. Σε αρδευόμενες ή ξηρικές καλλιέργειες με αρκετές βροχοπτώσεις, κατά τα έτη της υψηλής παραγωγής, θα πρέπει να γίνεται μια όψιμη αζωτούχος λίπανση με 0,3 - 0,4 μονάδες Αζώτου (N) κατά ελαιόδενδρο την εποχή σκλήρυνσης του κουκουτσιού, δηλαδή κατά τον Ιούλιο - Αύγουστο.

#### **Λίπανση κηπευτικών**

Ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία: (15 - 20) - (20 - 25) - 30 μονάδες/στρέμμα.

Βασική Λίπανση: (7,5 - 10) - (20 - 25) - 20 μονάδες/στρέμμα.

Το Άζωτο χορηγείται σε ποσοστό 50% της συνολικής ποσότητας.

Ο Φώσφορος χορηγείται σε ποσοστό 100% της συνολικής ποσότητας.

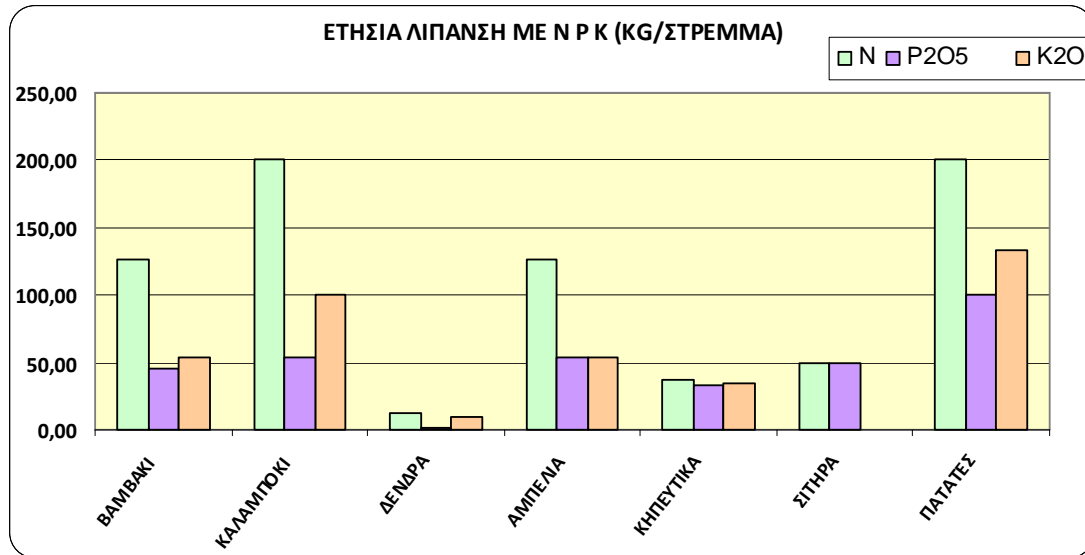
Το Κάλιο χορηγείται κατά τα 2/3 της συνολικής ποσότητας.

#### **6.2.2 ΛΙΠΑΝΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ**

Με βάση τις παραπάνω οδηγίες πραγματοποιήσαμε τις λιπάνσεις σε κάθε περιοχή (Δήμο/Κοινότητα) και σε κάθε τύπο καλλιέργειας.

#### **Παραδοχές - Αβεβαιότητες**

Λόγω του ότι δεν υπάρχουν διαθέσιμοι εδαφολογικοί ψηφιοποιημένοι χάρτες για κάθε περιοχή μελέτης, και παραβαίνοντας τον όρο ότι πρέπει να υπάρχει γνώση της σύστασης των εδαφών και της περιεκτικότητας τους σε θρεπτικά στοιχεία, θεωρήσαμε όλες τις περιοχές ίδιες και ως προς τη σύσταση τους και τα θρεπτικά στοιχεία που διαθέτουν.



Γράφημα 22: Λιπάνσεις ανά καλλιέργεια

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>



## 7. ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΤΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

Το υδατικό αποτύπωμα μέσα σε μια γεωγραφική περιοχή ορίζεται ως οι συνολικές καταναλώσεις του γλυκού ύδατος και η ρύπανση μέσα στα όρια της περιοχής.

### 7.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Το υδατικό αποτύπωμα μέσα στη γεωγραφικά σκιαγραφημένη περιοχή μας ( $WF_{area}$ ) υπολογίστηκε ως το άθροισμα των υδατικών αποτυπωμάτων, και προέκυψε από τη διαδικασία που εφαρμόσαμε για τον κάθε Δήμο/Κοινότητα χωριστά.

$$WF_{area} \rightarrow \sum WF_{proc}[q]$$

όπου  $WF_{proc}[q]$  αναφέρεται στο υδατικό αποτύπωμα της διαδικασίας  $q$  μέσα στη γεωγραφικά σκιαγραφημένη περιοχή, που είναι ο Δήμος/Κοινότητα.

#### 7.1.1 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ GREEN – BLUE – GREY WATER ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Το πράσινο, μπλε και γκριζό υδατικό αποτύπωμα των καλλιεργειών των περιοχών (Δήμος/Κοινότητα) του Ν. Μαγνησίας εκτιμήθηκε στο πλαίσιο υπολογισμού των Hoekstra et al (2011).

Η διαδικασία εκτίμησης του υδατικού αποτυπώματος των γεωργικών καλλιεργειών αφορά τις ετήσιες αλλά και τις πολυετείς καλλιέργειες. Το συνολικό υδατικό αποτύπωμα της διαδικασίας των καλλιεργειών ( $WF_{proc}$ ) είναι το άθροισμα των πράσινων, μπλε και γκριζών συστατικών:

$$WF_{proc} = WF_{proc,green} + WF_{proc,blue} + WF_{proc, grey}$$

Το υδατικό αποτύπωμα εκφράζεται ανά μονάδα προϊόντος, δηλαδή όγκος ύδατος ανά μάζα. Συνήθως εκφράζουμε το υδατικό αποτύπωμα ως  $m^3$ /τόνος, το οποίο είναι ισοδύναμο με το λίτρο/κιλό.

#### Πράσινο Υδατικό Αποτύπωμα Καλλιέργειας

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο ο υπολογισμός του πράσινου υδατικού αποτυπώματος πραγματοποιήθηκε για κάθε μήνα και για κάθε καλλιέργεια των Δήμων/Κοινοτήτων του Νομού Μαγνησίας για το χρονικό διάστημα 1960/61 – 2001/2002.

$$P_{eff}/m * Έκταση \text{ κάθε καλλιέργειας}/m^2 = P_{eff}/m^3$$

$Reff/m^3$  / Παραγωγή κάθε καλλιέργειας ton/στρ. = WATER FOOTPRINT GREEN σε  $m^3/ton$   
 Το πράσινο υδατικό αποτύπωμα κατά τη διαδικασία της ανάπτυξης – συγκομιδής μιας καλλιέργειας ( $WF_{proc, green} m^3 / ton$ ) υπολογίζεται ως το πράσινο συστατικό του ύδατος που απαιτήθηκε για την ανάπτυξη – συγκομιδή του ( $CWU_{green} m^3 / στρέμμα$ ) και διαιρείται με την παραγωγή συγκομιδών ( $Y$ , τόνος/στρ).

Για τον υπολογισμό του πράσινου και μπλε υδατικού αποτυπώματος χρησιμοποιούνται οι τύποι:

$$WF_{proc\ green} = \frac{CWU_{green}}{Y} \qquad WF_{proc\ blue} = \frac{CWU_{blue}}{Y}$$

$$CWU_{green} = 10 \times \sum_{d=1}^{IEP} ET_{green} \qquad CWU_{blue} = 10 \times \sum_{d=1}^{IEP} ET_{blue}$$

Όπου:

**$WF_{proc\ green/blue}$** : Το πράσινο ή μπλε αντίστοιχα στοιχείο της άρδευσης των καλλιεργειών ( $m^3/στρ.$ )

**$Y$** : Απόδοση καλλιεργειών (τόνος/στρέμμα)

**$ET$** : Η συσσώρευση της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής για τη συνολική περίοδο της καλλιέργειας (mm/μέρα)

Ακολουθεί το παράδειγμα του υπολογισμού του πράσινου υδατικού αποτυπώματος για το βαμβάκι στην περιοχή του Δ. Αλμυρού, και αφορά τους μέσους όρους της δεκαετίας 1992–2002.

Πίνακας 22: Υπολογισμός πράσινου υδατικού αποτυπώματος βαμβακιού στο Δ. Αλμυρού (δεκαετία 1992–2002)

<b>ΒΑΜΒΑΚΙ</b>							
<b>Peff/m</b>	<b>ΕΚΤΑΣΗ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ m<sup>2</sup></b>	<b>Peff/m<sup>3</sup></b>	<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ton</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ WATER FOOTPRINT GREEN m<sup>3</sup>/ton</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΗΣΙΟΥ WF GREEN m<sup>3</sup>/ton</b>	<b>AVERAGE ΕΤΗΣΙΟΥ WF GREEN m<sup>3</sup>/ton</b>	<b>AVERAGE ΜΗΝΙΑΙΟΥ WF GREEN FOR TEN YEARS m<sup>3</sup>/ton</b>
0,01	<b>16280000</b>	161456,63	<b>5290,00</b>	<b>30,52</b>	1159,67	96,64	<b>107,25</b>
0,05		875207,03		<b>165,45</b>			<b>186,70</b>
0,09		1387210,41		<b>262,23</b>			<b>164,32</b>
0,05		786825,48		<b>148,74</b>			<b>177,91</b>
0,01		106573,78		<b>20,15</b>			<b>155,21</b>
0,04		693616,96		<b>131,12</b>			<b>183,03</b>
0,00		0,00		<b>0,00</b>			<b>92,19</b>
0,03		537247,60		<b>101,56</b>			<b>110,73</b>
0,05		893228,05		<b>168,85</b>			<b>58,39</b>
0,01		176817,71		<b>33,42</b>			<b>64,64</b>
0,02		299603,43		<b>56,64</b>			<b>60,09</b>
0,01		216850,69		<b>40,99</b>			<b>95,57</b>

### **Μπλε Υδατικό Αποτύπωμα Καλλιέργειας**

Το μπλε υδατικό αποτύπωμα αναφέρεται στην κατανάλωση των μπλε υδατικών πόρων (επιφανειακών και υπογείων υδάτων). «Η κατανάλωση» αναφέρεται στην απώλεια ύδατος από το έδαφος (επιφανειακή υδάτινη μάζα), η οποία λαμβάνει χώρα όταν το ύδωρ εξατμίζεται και επιστρέφει σε κάποια άλλη λεκάνη ή στη θάλασσα ή ενσωματώνεται σε κάποιο προϊόν. Όπως έχει αναφερθεί και στο προηγούμενο κεφάλαιο ο υπολογισμός του μπλε υδατικού αποτυπώματος πραγματοποιήθηκε για κάθε μήνα και για κάθε καλλιέργεια των περιοχών του Νομού Μαγνησίας για το χρονικό διάστημα 1960/61 – 2001/2002.

Το μπλε υδατικό αποτύπωμα μετά από μια ακολουθία βημάτων υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Qγεωργ. m}^3/\text{μήνα} * \text{Απώλειες} - \text{Ζήτηση (Τελικός Συντελεστής Προσαύξησης (Ετ))} =$$
$$\text{ΖΗΤΗΣΗ ΜΕ ΑΠΩΛΕΙΕΣ m}^3/\text{μήνα}$$
$$\text{ΖΗΤΗΣΗ ΜΕ ΑΠΩΛΕΙΕΣ m}^3/\text{μήνα} / \text{Παραγωγή κάθε καλλιέργειας ton/στρ.} = \text{WATER}$$
$$\text{FOOTPRINT}_{\text{Blue}} \text{ σε m}^3/\text{ton}$$

Ακολουθεί το παράδειγμα του υπολογισμού του μπλε υδατικού αποτυπώματος για το βαμβάκι στην περιοχή του Δ. Αλμυρού, και αφορά τους μέσους όρους της δεκαετίας 1992–2002.

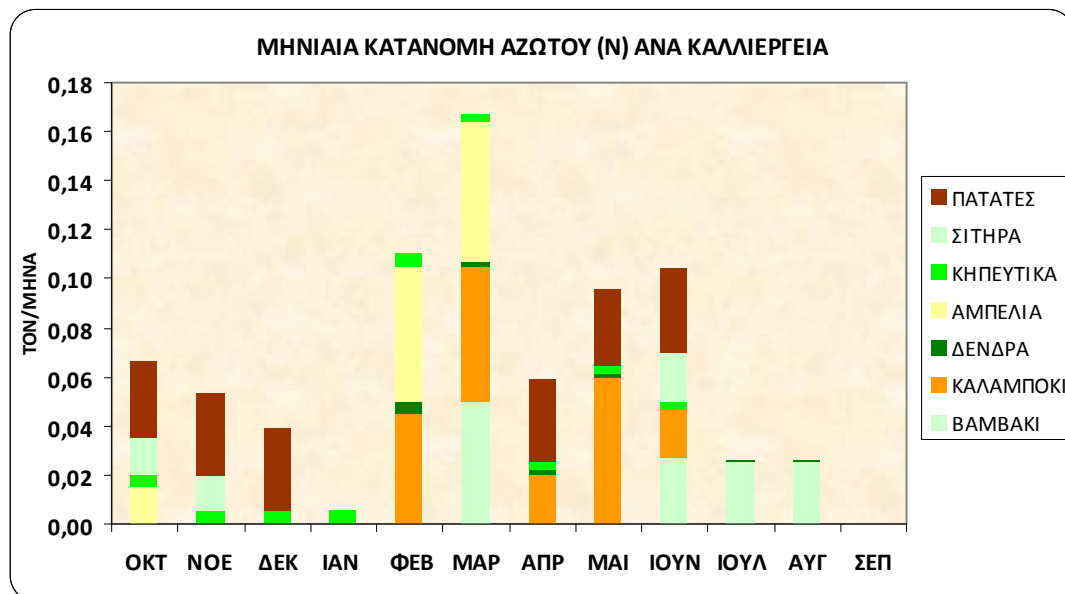
Πίνακας 23: Υπολογισμός μπλε υδατικού αποτυπώματος βαμβακιού στο Δ. Αλμυρού (δεκαετία 1992-2002)

<b>ΒΑΜΒΑΚΙ</b>							
<b>Q γεωργ.</b> <b>m<sup>3</sup>/μήνα</b>	<b>ΖΗΤΗΣΗ</b> <b>ΜΕ</b> <b>ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b> <b>m<sup>3</sup>/μήνα</b>	<b>ΑΠΩΛΕΙΕΣ</b> <b>m<sup>3</sup>/ μήνα</b>	<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ</b> <b>ton</b>	<b>MONTHLY</b> <b>WATER</b> <b>FOOTPRINT</b> <b>BLUE</b> <b>m<sup>3</sup>/ton</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b> <b>ΕΤΗΣΙΟΥ</b> <b>WATER</b> <b>FOOTPRINT</b> <b>BLUE</b> <b>m<sup>3</sup>/ton</b>	<b>AVERAGE</b> <b>ΕΤΗΣΙΟΥ</b> <b>WATER</b> <b>FOOTPRINT</b> <b>BLUE</b> <b>m<sup>3</sup>/ton</b>	<b>AVERAGE</b> <b>MONTHLY</b> <b>WATER</b> <b>FOOTPRINT</b> <b>BLUE FOR</b> <b>10 YEARS</b> <b>m<sup>3</sup>/ton</b>
215158,92	304348,14	89189,22	<b>5290,00</b>	57,53	2065,20	172,10	<b>37,66</b>
0,00	0,00	0,00		0,00			<b>0,00</b>
0,00	0,00	0,00		0,00			<b>0,00</b>
0,00	0,00	0,00		0,00			<b>0,00</b>
0,00	0,00	0,00		0,00			<b>0,00</b>
0,00	0,00	0,00		0,00			<b>0,00</b>
0,00	0,00	0,00		0,00			<b>0,00</b>
0,00	0,00	0,00		0,00			<b>0,00</b>
283508,21	401030,07	117521,86		75,81			<b>75,04</b>
510563,93	722206,56	211642,63		136,52			<b>295,99</b>
2335884,48	3304172,12	968287,64		624,61			<b>588,62</b>
2513887,79	3555962,64	1042074,85		672,20			<b>661,24</b>
1864359,63	2637187,40	772827,77		498,52			<b>419,19</b>

## Γκρίζο Υδατικό Αποτύπωμα

Το γκρίζο υδατικό αποτύπωμα, αποτελεί δείκτη του βαθμού της ρύπανσης του γλυκού ύδατος. Ορίζεται ως ο όγκος του γλυκού ύδατος που απαιτείται για να αφομοιωθεί το φορτίο των ρύπων και βασίζεται σε συγκεκριμένα περιβαλλοντικά πρότυπα ποιότητας του ύδατος (Hoekstra *et al.*, 2009). Υπολογίζεται ως ο όγκος του ύδατος που απαιτείται για την αραίωση των ρύπων σε τέτοιο βαθμό, ώστε η ποιότητα του ύδατος που θα απορρεύσει να συμφωνεί με τα εκάστοτε περιβαλλοντικά πρότυπα ποιότητας των υδάτων του αποδέκτη.

Τα συγκεκριμένα ποσά λίπανσης των λιπασμάτων αζώτου, φωσφόρου και καλίου που εφαρμόζονται στις καλλιέργειες μας έχουν υπολογιστεί με βάση τους πίνακες της «ορθής γεωργικής πρακτικής» του Υπουργείου Γεωργικής Ανάπτυξης, και αυτούς της Διεύθυνσης Γεωργικής Ανάπτυξης. Δεδομένου όμως ότι δεν υπάρχουν ακριβείς εδαφολογικοί χάρτες για τις περιοχές μελέτης, οι υπολογισμοί το γκρίζου υδατικού αποτυπώματος σχετίζονται με τη χρήση μόνο του αζώτου.



Γράφημα 23: Μηνιαία λίπανση με N ανά καλλιέργεια

Το γκρίζο συστατικό του υδατικού αποτυπώματος μιας καλλιέργειας ( $WF_{proc.grey} m^3/ton$ ) υπολογίζεται διαιρώντας το φορτίο ρύπων (L, σε μάζα/χρόνο) με τη διαφορά του περιβαλλοντικού προτύπου ποιότητας των υδάτων για το ρύπο αυτό (η μέγιστη αποδεκτή

συγκέντρωση  $c_{max}$ , σε βάρος/όγκο) και της φυσικής συγκέντρωσης του ύδατος που εισέρχεται ( $c_{nat}$ , σε βάρος/όγκο) (Hoekstra *et al.*, 2009), όπου:

- Το περιβαλλοντικό πρότυπο ποιότητας ύδατος για το ρύπο N (η μέγιστη αποδεκτή συγκέντρωση  $c_{max}=10$ )
- Επειδή η  $c_{nat}$  του ύδατος δεν είναι γνωστή, υποθέτουμε ότι ισούται με 0.

Για τον υπολογισμό του γκρίζου αποτυπώματος εφαρμόζεται ο εξής τύπος:

$$WF_{grey} = \frac{(a \times AR)/(C_{max} - C_{nat})}{Y}$$

Όπου:

**AR:** Ποσοστό χρήσης χημικών ανά εκτάριο (kg/στρέμμα)

**a:** Κλάσμα απόπλυσης

**$C_{max}$ :** Μέγιστη επιτρεπτή συγκέντρωση (μάζα/όγκο)

**$C_{nat}$ :** Φυσιολογική συγκέντρωση στον κύριο αποδέκτη ύδατος (μάζα/όγκο)

**Y:** Απόδοση καλλιεργειών (τόνους/στρέμμα)

Ακολουθεί το παράδειγμα του υπολογισμού του γκρίζου υδατικού αποτυπώματος για το βαμβάκι στην περιοχή του Δ. Αλμυρού, και αφορά τους μέσους όρους της δεκαετίας 1992–2002.

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**  
**“Η ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ**  
**ΣΤΗΝ ΑΓΡΟΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ.**  
**Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ”**

Πίνακας 24: Υπολογισμός γκρίζου υδατικού αποτυπώματος βαμβακιού στο Δ. Αλμυρού (δεκαετία 1992-2002)

<b>ΒΑΜΒΑΚΙ**</b>													
Αρδ.έκτ. (m <sup>2</sup> )	Στρέμματα	N* kg/στρεμ.	P* kg/στρεμ.	K* kg/στρεμ.	Σύνολο kg/στρ.N, K, P	Total fertilizer applied ton/year	N 10%	Max Συγκέντρωση mg/l	Total WFgrey 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /year	CWUgrey (m <sup>3</sup> /month) *10 <sup>6</sup>	Παραγωγή ton	WFgrey m <sup>3</sup> /ton	WFgrey m <sup>3</sup> /ton Total
16280000	16280	0	0	0		0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	5290,00	0,00	0,00
16280000		0	0	0		0,00	0,00	10,00	0,00	0,00		0,00	0,00
16280000		0	0	0		0,00	0,00	10,00	0,00	0,00		0,00	0,00
16280000		0	0	0		0,00	0,00	10,00	0,00	0,00		0,00	0,00
16280000		0	0	0		0,00	0,00	10,00	0,00	0,00		0,00	0,00
16280000		50	39	3		0,05	0,01	10,00	0,00	8,14		0,10	1538,75
16280000		0	0	0		0,00	0,00	10,00	0,00	0,00		0,00	0,00
16280000		0	0	0		0,00	0,00	10,00	0,00	0,00		0,00	0,00
16280000		27	0	0		0,03	0,00	10,00	0,00	4,40		0,10	830,93
16280000		25	0	0,5		0,03	0,00	10,00	0,00	4,07		0,00	769,38
16280000		25	0	0		0,03	0,00	10,00	0,00	4,07		0,00	769,38
16280000		0	0	0		0,00	0,00	10,00	0,00	0,00		0,00	0,00
		127	39	3,5	169,5	0,13	0,01		0,00	20,68		<b>0,20</b>	<b>3908,43</b>



## 7.2 ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗ

Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος ορίζεται ως ο συνολικός όγκος του γλυκού ύδατος που χρησιμοποιείται άμεσα ή έμμεσα για να παραχθεί το προϊόν. Υπολογίζεται με την εξέταση της κατανάλωσης ύδατος και της ρύπανσης σε όλα τα βήματα της αλυσίδας παραγωγής. Η λογιστική διαδικασία είναι παρόμοια για όλα τα είδη των προϊόντων, είτε πρόκειται για προϊόντα που παράγονται από το γεωργικό, βιομηχανικό ή τον τομέα των υπηρεσιών. Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος ταξινομείται σε πράσινο, μπλε και γκριζό συστατικό.

Ένας εναλλακτικός όρος για το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος είναι η περιεκτικότητα σε εικονικό-ύδωρ, αλλά η έννοια του τελευταίου όρου είναι στενότερη. Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος είναι παρόμοιο με αυτό που έχει κληθεί εναλλακτικά, ως η περιεκτικότητα σε εικονικό-ύδωρ του προϊόντος ή το ενσωματωμένο στο προϊόν, ή το εξωγενές ή ύδωρ σκιών (Hoekstra και Charagain, 2008). Ο όρος εικονικό ύδωρ περιέχει ενσωματωμένο ύδωρ, ωστόσο αναφέρεται μόνο στον όγκο ύδατος που ενσωματώνεται στο προϊόν, ενώ ο όρος υδατικό αποτύπωμα αναφέρεται όχι μόνο στον όγκο, αλλά και στο είδος του ύδατος που χρησιμοποιήθηκε (πράσινο, μπλε, γκριζό) και όταν και όπου χρησιμοποιήθηκε. Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος είναι έτσι ένας πολυδιάστατος δείκτης, ενώ η περιεκτικότητα σε εικονικό-ύδωρ ή το ενσωματωμένο ύδωρ αναφέρεται σε έναν όγκο μόνο. Άρα είναι σκόπιμο να χρησιμοποιήσουμε τον όρο «υδατικό αποτύπωμα», λόγω του ευρύτερου πεδίου της. Ο όγκος του ύδατος είναι μόνο μια πτυχή της χρήσης, το σημείο όμως και η χρονική στιγμή της χρήσης του και ο τύπος του ύδατος που χρησιμοποιούμε είναι όμως σημαντικοί.

Στην περίπτωση των γεωργικών προϊόντων, το υδατικό αποτύπωμα εκφράζεται γενικά ως  $m^3$  /τόνος ή λίτρα/κιλό. Σε πολλές περιπτώσεις, όταν τα γεωργικά προϊόντα είναι υπολογίσιμα, το υδατικό αποτύπωμα μπορεί επίσης να εκφραστεί ως όγκος ύδατος ανά τεμάχιο. Στην περίπτωση των βιομηχανικών προϊόντων, το υδατικό αποτύπωμα μπορεί να εκφραστεί από την άποψη του  $m^3$  /όγκος US\$ ή ύδατος ανά τεμάχιο. Άλλοι τρόποι να εκφραστεί ένα υδατικό αποτύπωμα προϊόντων είναι παραδείγματος χάριν όγκος ύδατος/kcal (για τα τρόφιμα στο πλαίσιο των διατροφών) ή όγκος ύδατος/τζάουλ (για την ηλεκτρική ενέργεια ή τα καύσιμα).

## 7.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Το υδατικό αποτύπωμα ενός προϊόντος μπορεί να υπολογιστεί με δύο εναλλακτικούς τρόπους: με την προσέγγιση αλυσίδας - αθροίσματος ή τη σταδιακή συσσωρευτική προσέγγιση. Και οι δύο από αυτές δίνουν το ίδιο αποτέλεσμα στο τέλος.

### Η Προσέγγιση Αλυσίδας - Αθροίσματος

Αυτή η προσέγγιση είναι απλούστερη, αλλά μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στην περίπτωση όπου ένα σύστημα παραγωγής παράγει μόνον ένα προϊόν παραγωγής. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, το υδατικό αποτύπωμα που μπορεί να συνδεθεί με τα διάφορα βήματα στο σύστημα παραγωγής, μπορεί να προσαρτηθεί πλήρως στο προϊόν που προκύπτει από το σύστημα παραγωγής.

Σε αυτό το απλό σύστημα παραγωγής, το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος  $\pi$  (όγκος/μάζα) είναι ίσο με το ποσό των αντίστοιχων υδατικών αποτυπωμάτων, που προκύπτει από τις διαδικασίες παραγωγής και διαιρούνται με την ποσότητα παραγωγής προϊόντος  $\pi$ .

$$WF_{prod}[\pi] = \frac{\sum_{s=1}^k WF_{proc}[s]}{P[\pi]}$$

Όπου:

$WF_{proc}[s]$ : Το υδατικό αποτύπωμα της διαδικασίας ενός βήματος  $s$  (όγκος/χρόνος)

$P[\pi]$ : Η ποσότητα παραγωγής ενός προϊόντος  $P$  (μάζα/χρόνος)

Στην πράξη, τα απλά συστήματα παραγωγής με μόνο ένα προϊόν παραγωγής υπάρχουν σπάνια, κατά συνέπεια ένας γενικότερος τρόπος της λογιστικής είναι απαραίτητος, μια που μπορεί να διανείμει το ύδωρ που χρησιμοποιείται σε όλο το σύστημα παραγωγής και στα διάφορα προϊόντα παραγωγής που προκύπτουν από εκείνο το σύστημα, χωρίς διπλό υπολογισμό.

### Η Σταδιακή Συσσωρευτική (Αθροιστική) Προσέγγιση

Αυτή η προσέγγιση είναι ένας γενικός τρόπος υπολογισμού του υδατικού αποτυπώματος ενός προϊόντος, και βασίζεται στα υδατικά αποτυπώματα των προϊόντων που εισάγονται (είναι απαραίτητα στο τελευταίο βήμα επεξεργασίας) για να παραγάγουν το προϊόν.

Γενικά κατά τη διαδικασία παραγωγής ενός προϊόντος χρησιμοποιούμε διάφορα προϊόντα εισαγωγής. Σε αυτήν την περίπτωση το υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος μας προκύπτει από το άθροισμα των υδατικών αποτυπωμάτων των προϊόντων εισαγωγής, με το υδατικό αποτύπωμα της παραγωγικής διαδικασίας.

Οι τύποι εφαρμογής είναι οι εξής:

$$WF_{prod}[p] = \left( WF_{proc}[p] + \sum_{i=1}^y \frac{WF_{prod}[i]}{f_p[p, i]} \right) \times f_v[p]$$

$$f_p[p, i] = \frac{w[p]}{w[i]}$$

$$f_v[p] = \frac{price [p] \times w[p]}{\sum_{p=1}^p (price [p] \times w[p])}$$

Όπου:

$WF_{prod}[p]$ : Το Υδατικό αποτύπωμα του εξαγόμενου προϊόντος P

$WF_{prod}[i]$ : Το Υδατικό αποτύπωμα του προϊόντος εισαγωγής i

$WF_{proc}[p]$ : Το Υδατικό αποτύπωμα της διαδικασίας μετατροπής του προϊόντος (όγκος/μάζα)

$f_p[p, i]$ : Παράμετρος προϊόντος

$f_v[p]$ : Παράμετρος αξίας

$w[p], w[i]$ : Η ποσότητα προϊόντος εισαγωγής και εξαγόμενου προϊόντος (μάζα)

$price[p]$ : Η τιμή του προϊόντος p

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>

## **8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Στην εργασία μας εκτιμήθηκε το πράσινο, μπλε και γκριζο ύδωρ των αγροτικών καλλιεργειών και στη συνέχεια το μέσο ετήσιο υδατικό αποτύπωμα καλλιεργειών, για κάθε περιοχή (Δήμο/Κοινότητα) του Ν. Μαγνησίας. Τα αποτελέσματα του υδατικού αποτυπώματος των αγροτικών καλλιεργειών παρουσιάζονται ως οι μέσοι όροι της δεκαετίας 1996–2002.

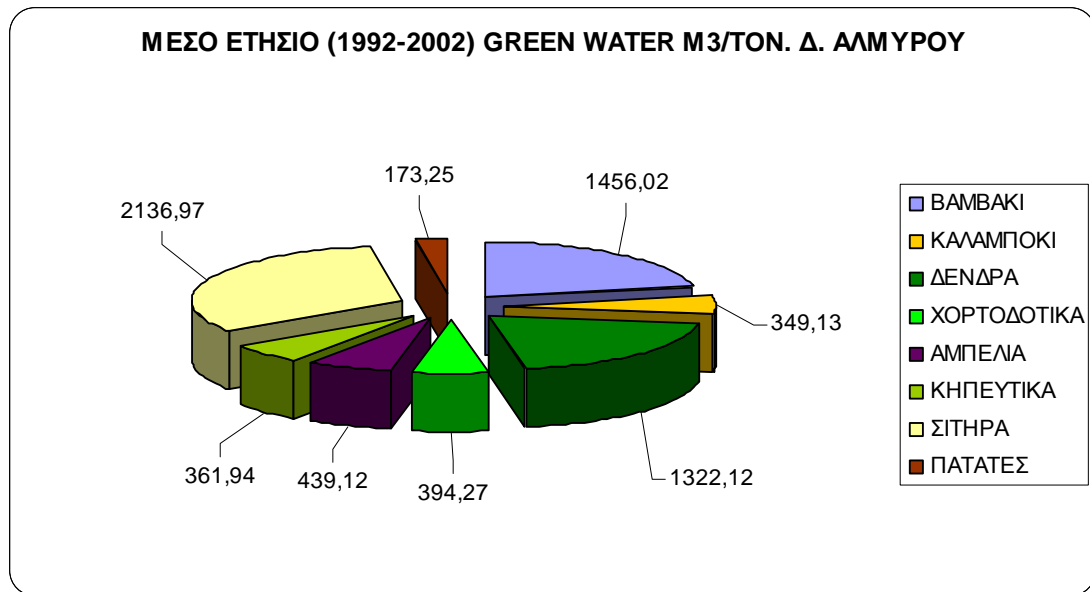
Η εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος των προϊόντων, που προκύπτει από τη μεταποίηση, δεν επετεύχθη και ως προς τα δύο συστατικά του (μπλε & γκριζο), εκτιμήθηκε όμως το μπλε ύδωρ, τα δε αποτελέσματα του παρουσιάζονται για το έτος 2002. Κρίνεται απαραίτητο να διασαφηνιστεί ότι οι καλλιέργειες ανά περιοχή στη Μαγνησία δεν παρουσιάζουν ομοιογένεια, όπως ήδη έχει επεξηγηθεί και σε άλλο κεφάλαιο, και τούτο λόγω της μεγάλης διαφορετικότητας του αναγλύφου των περιοχών μελέτης. Στις πεδινές περιοχές είναι αυτονόητο ότι επικρατούν τα σιτηρά, το καλαμπόκι, το βαμβάκι και τα χορτοδοτικά, ενώ στα ορεινά οι δενδρώδεις καλλιέργειες, τα αμπέλια, κλπ.

### **8.1 ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

#### **8.1.1 Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΑΣΙΝΟΥ ΥΔΑΤΟΣ (GREEN WATER) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ**

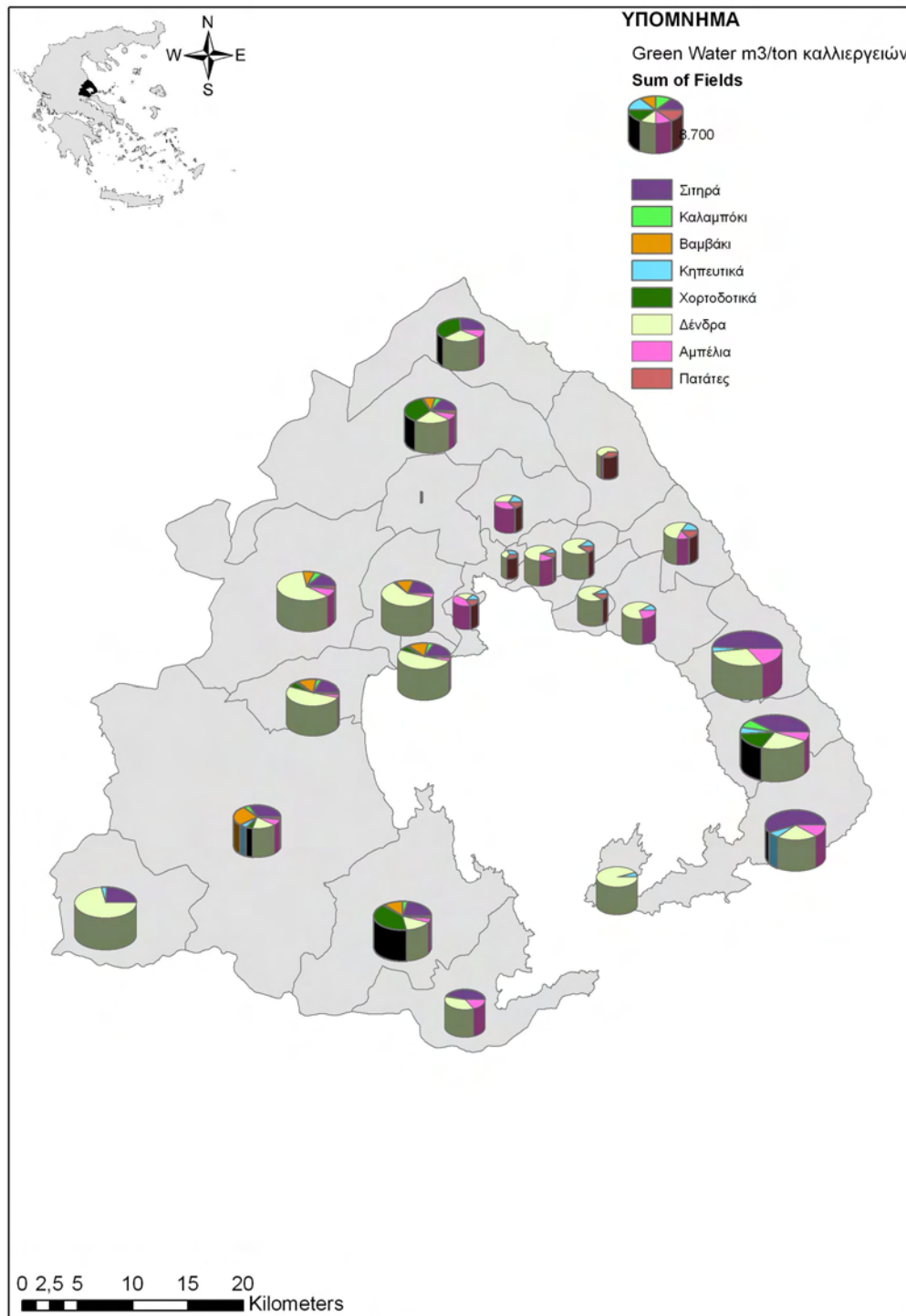
Το μέσο ετήσιο πράσινο ύδωρ εκτιμήθηκε χωριστά για κάθε περιοχή (Δήμο) του Ν. Μαγνησίας.

Παρακάτω παρατίθεται το γράφημα που αποτυπώνει τα  $m^3/ton$  του πράσινου ύδατος ξεχωριστά για κάθε καλλιέργεια και αφορά παράδειγμα της περιοχής του Δ. Αλμυρού.



Γράφημα 24: Μέσο ετήσιο πράσινο ύδωρ αγροτικών καλλιεργειών στο Δ. Αλμυρού

Το μέσο ετήσιο πράσινο ύδωρ (1992-2002) σε m<sup>3</sup>/ton καλλιεργειών για όλες τις περιοχές μελέτης εμφανίζεται στον παρακάτω χάρτη, όπου παρατηρείται κλιμάκωση του κυλινδρικού σχήματος ανάλογα με τα m<sup>3</sup>/ton.



Χάρτης 8: Εκτίμηση μέσου ετήσιου (1992-2002) πράσινου ύδατος σε m<sup>3</sup>/ton καλλιεργειών, ανά Δήμο/Κοινότητα του Ν. Μαγνησίας

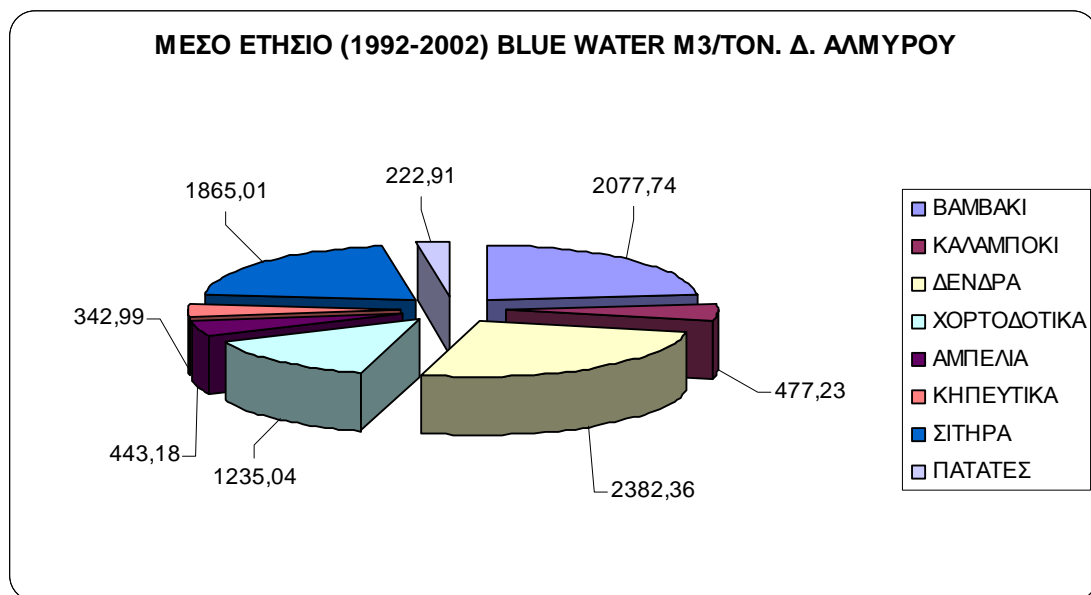
Διαπιστώνεται ότι η μεγαλύτερη ποσότητα πράσινου ύδατος καταναλώθηκε στο Δ. Αφετών, και στο Δ. Αργαλαστής, και ακολουθεί η Κ. Ανάβρας, ο Δ. Σηπιάδος, ο Δ. Φερών, κλπ. ενώ την τελευταία θέση καταλαμβάνει ο Δ. Ν. Ιωνίας.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του πράσινου ύδατος καταναλώθηκε από τα δένδρα, τα σιτηρά, τα αμπέλια, τα χορτοδοτικά, το βαμβάκι, τα κηπευτικά και ακολουθούν οι πατάτες και το καλαμπόκι.

### 8.1.2 Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΠΛΕ ΥΔΑΤΟΣ (BLUE WATER) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Το μέσο ετήσιο μπλε ύδωρ εκτιμήθηκε χωριστά για κάθε περιοχή (Δήμο/Κοινότητα) του Ν. Μαγνησίας.

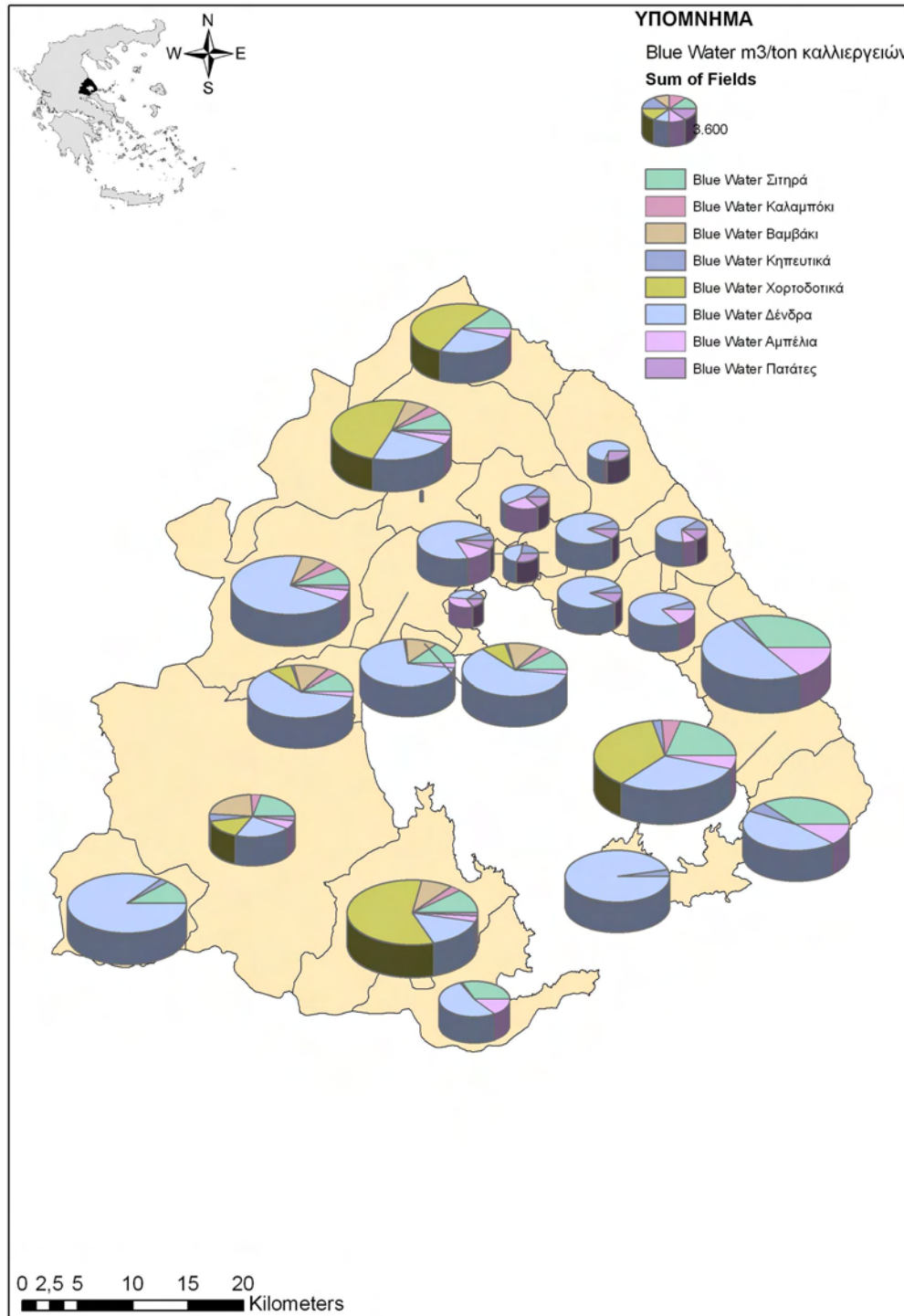
Παρακάτω παρατίθεται το γράφημα που αποτυπώνει τα  $m^3/ton$  του μπλε ύδατος ξεχωριστά για κάθε καλλιέργεια και αφορά την περιοχή του Δ. Αλμυρού.



Γράφημα 25: Μέσο ετήσιο μπλε ύδωρ αγροτικών καλλιεργειών στο Δ. Αλμυρού

Το μέσο ετήσιο μπλε ύδωρ (1992-2002) σε  $m^3/ton$  καλλιεργειών για όλες τις περιοχές μελέτης εμφανίζεται στον παρακάτω χάρτη, όπου παρατηρείται κλιμάκωση του κυλινδρικού σχήματος ανάλογα με τα  $m^3/ton$ :





Χάρτης 9: Εκτίμηση μέσου ετήσιου (1992-2002) μπλε ύδατος σε m<sup>3</sup>/ton καλλιεργειών, ανά Δήμο/Κοινότητα του Ν. Μαγνησίας

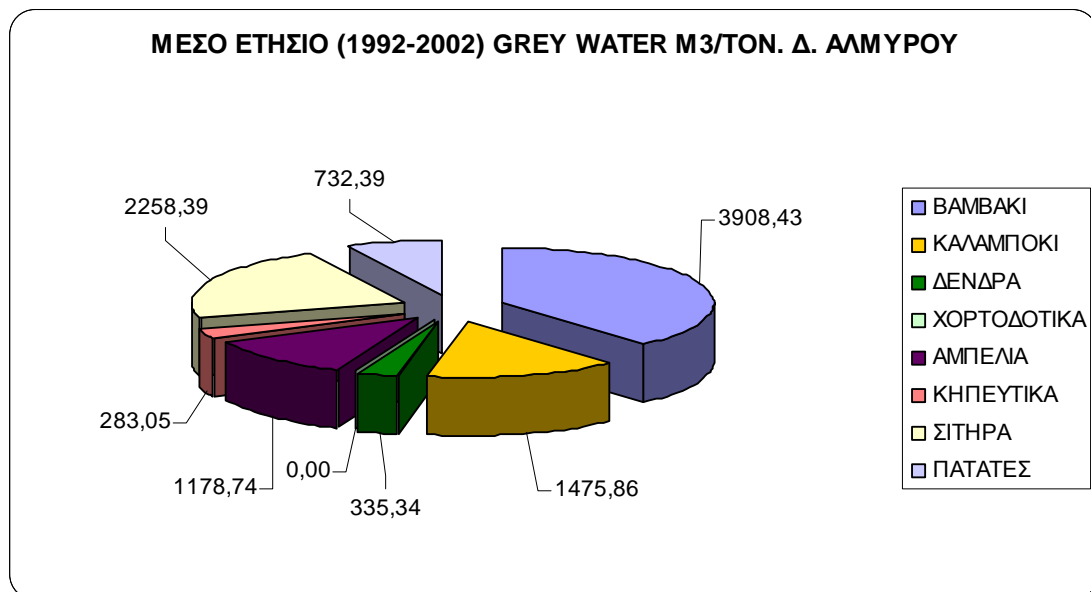
Διαπιστώνεται ότι η μεγαλύτερη ποσότητα μπλε ύδατος καταναλώθηκε στο Δ. Αργαλαστής, στο Δ. Σούρπης, Δ. Αφετών, Δ. Κάρλας, και ακολουθεί η Κ. Ανάβρας, ο Δ. Φερών, ο Δ. Σηπιάδος, κλπ. ενώ την τελευταία θέση καταλαμβάνει και πάλι ο Δ. Ν. Ιωνίας.

Το μεγαλύτερο ποσοστό του μπλε ύδατος καταναλώθηκε από τα δένδρα, τα χορτοδοτικά, τα σιτηρά, τα αμπέλια, το βαμβάκι, τα κηπευτικά και ακολουθούν το καλαμπόκι και οι πατάτες.

### 8.1.3 Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΓΚΡΙΖΟΥ ΥΔΑΤΟΣ (GREY WATER) ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

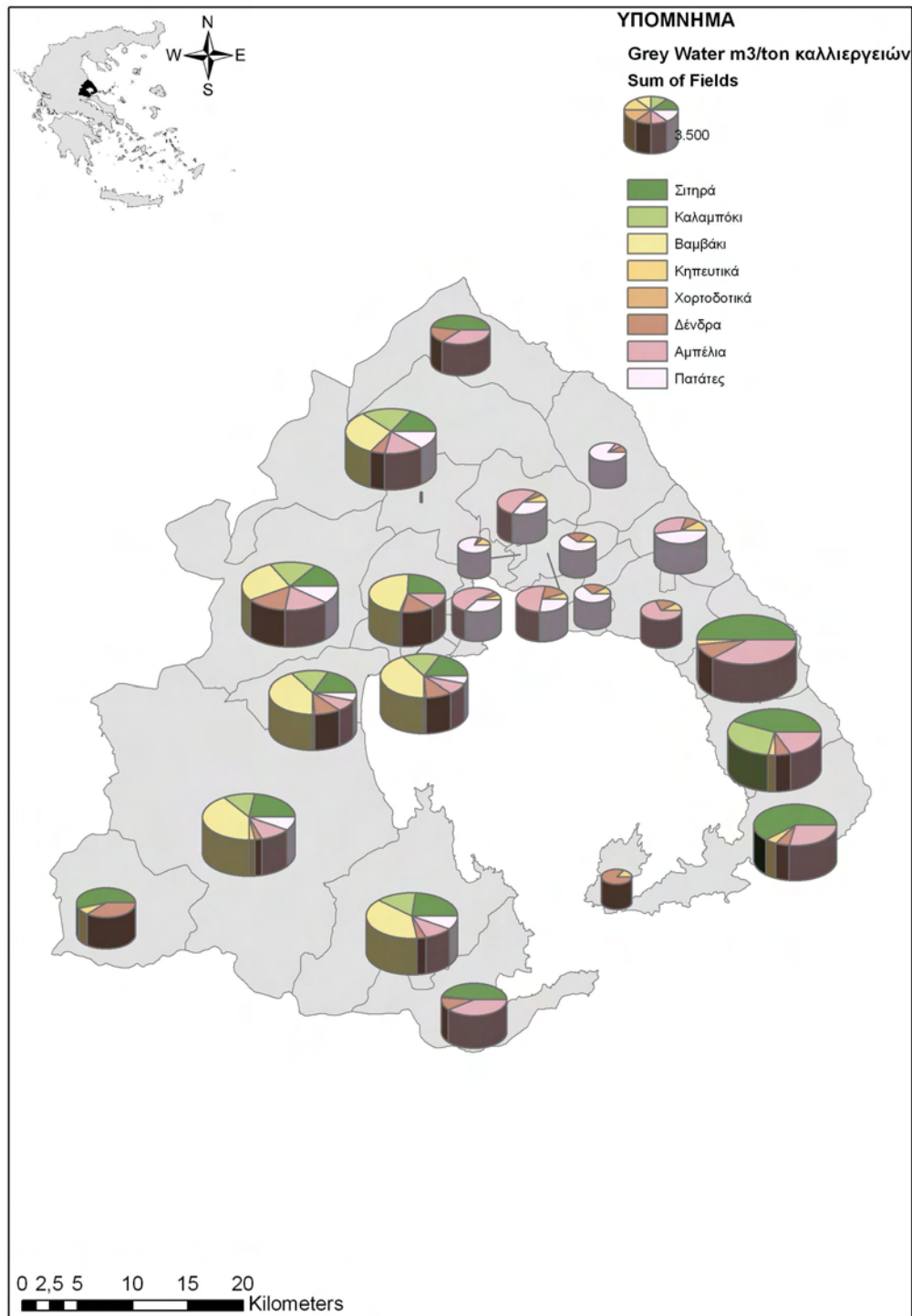
Το μέσο ετήσιο γκρίζο ύδωρ εκτιμήθηκε χωριστά για κάθε περιοχή (Δήμο/Κοινότητα) του Ν. Μαγνησίας.

Παρακάτω παρατίθεται το γράφημα που αποτυπώνει τα  $m^3/ton$  του γκρίζου ύδατος ξεχωριστά για κάθε καλλιέργεια και αφορά την περιοχή του Δ. Αλμυρού.



Γράφημα 26: Μέσο ετήσιο γκρίζο ύδωρ αγροτικών καλλιεργειών στο Δ. Αλμυρού

Το μέσο ετήσιο γκρίζο ύδωρ (1992-2002) σε  $m^3/ton$  καλλιεργειών για όλες τις περιοχές μελέτης εμφανίζεται στον παρακάτω χάρτη, όπου παρατηρείται κλιμάκωση του κυλινδρικού σχήματος ανάλογα με τα  $m^3/ton$ :



Χάρτης 10: Εκτίμηση μέσου ετήσιου (1992-2002) γκριζου ύδατος σε m<sup>3</sup>/ton καλλιεργειών, ανά Δήμο/Κοινότητα του Ν. Μαγνησίας

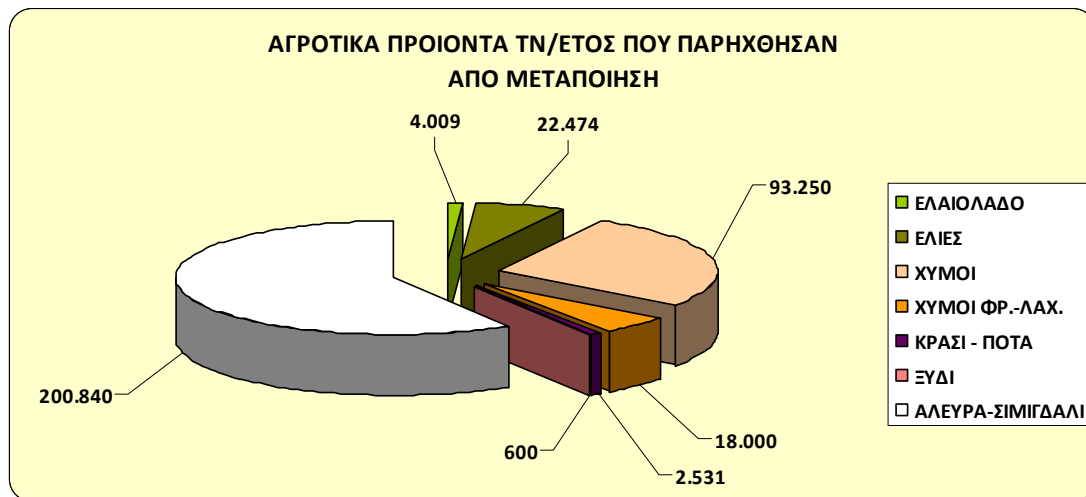
Διαπιστώνεται ότι η μεγαλύτερη ποσότητα γκρίζου ύδατος καταναλώθηκε στο Δ. Αφετών, στο Δ. Φερών, Δ. Αργαλαστής, στο Δ. Αλμυρού, Δ. Σούρης, Δ. Κάρλας, και ακολουθεί ο Δ. Ν. Αγχιάλου, ο Δ. Σηπιάδος, ο Δ. Αισωνίας, κλπ., ενώ την τελευταία θέση καταλαμβάνει και πάλι ο Δ. Ν. Ιωνίας.

Το δε μεγαλύτερο ποσοστό του γκρίζου ύδατος καταναλώθηκε από τα σιτηρά, τα αμπέλια, το βαμβάκι, τα δένδρα, πατάτες, και ακολουθούν το καλαμπόκι, και τα κηπευτικά, ενώ τα χορτοδοτικά παρουσιάζουν μηδενική κατανάλωση, διότι δεν λιπαίνονται.

## 8.2 Η ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΜΠΛΕ ΥΔΑΤΟΣ (BLUE WATER) ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

Η εκτίμηση του υδατικού αποτυπώματος των προϊόντων που προκύπτει από τη μεταποίηση δεν υπολογίστηκε και ως προς τα δύο συστατικά του (πράσινο δεν υπάρχει για τη μεταποίηση) και γκρίζο (υπολογίζεται από τα απόβλητα). Στην εργασία μας εκτιμήθηκε μόνον το μπλε υδατικό αποτύπωμα, τα δε αποτελέσματά του παρουσιάζονται για το έτος 2002.

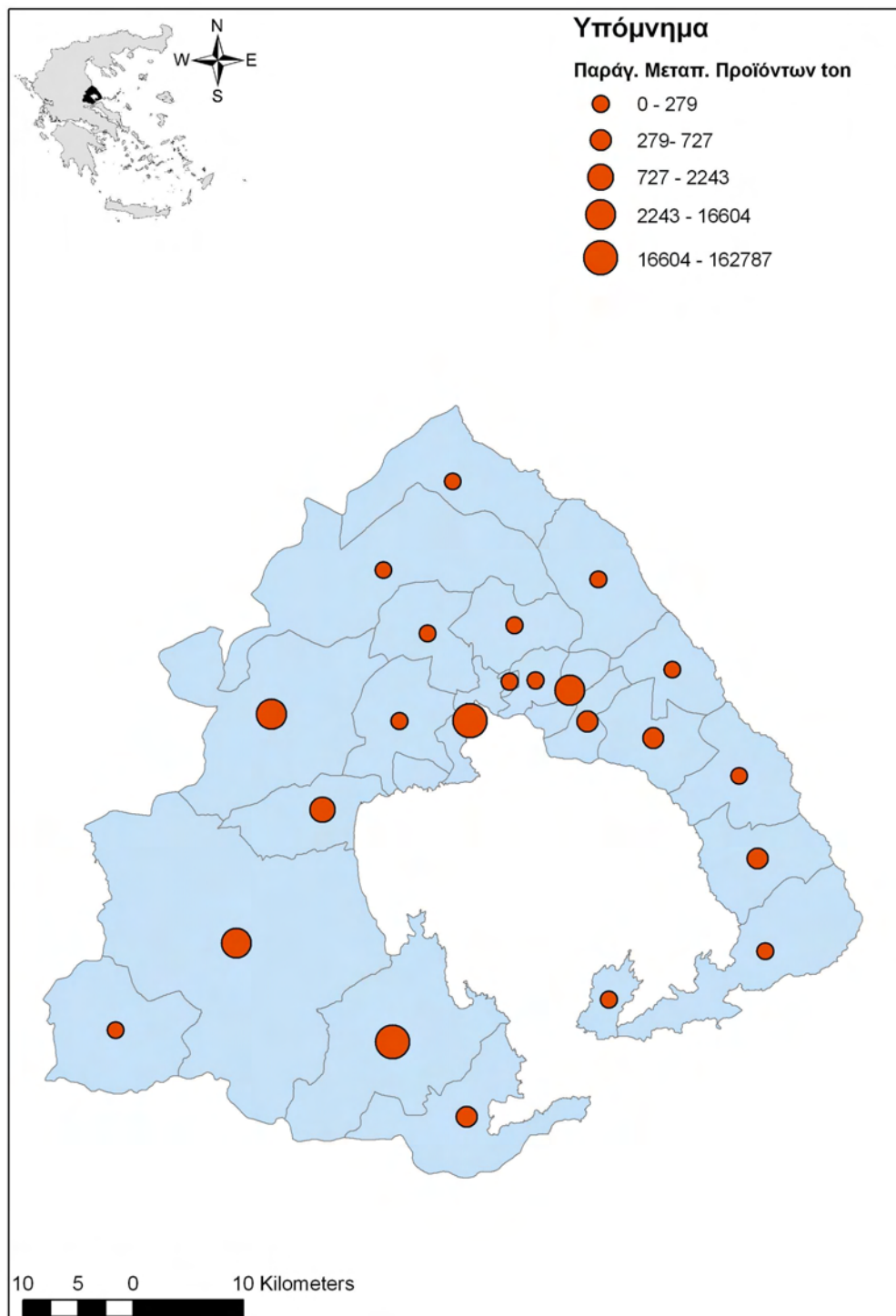
Το παρακάτω γράφημα απεικονίζει τους τόνους των προϊόντων που παρήχθησαν μετά από μεταποίηση, το έτος 2002, στο Ν. Μαγνησίας, ενώ ο επόμενος χάρτης απεικονίζει τους τόνους των προϊόντων που παρήχθησαν ανά Δήμο/Κοινότητα το ίδιο έτος.



Γράφημα 27: Αγροτικά προϊόντα που παρήχθησαν από μεταποίηση σε όλες τις περιοχές του Ν. Μαγνησίας (2002)

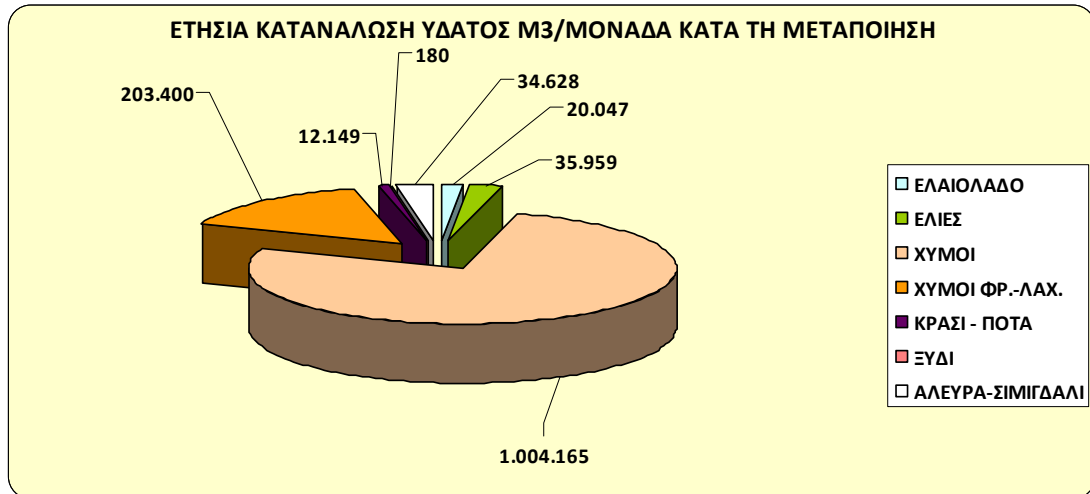
Παρατηρείται ότι η μεγαλύτερη παραγωγή σε προϊόντα μετά από μεταποίηση, προέρχεται από τους δύο κυλινδρόμυλους του νομού, ακολουθεί η παραγωγή των χυμών – αναψυκτικών, και η τυποποίηση ελιάς, ενώ την τελευταία θέση καταλαμβάνει η παραγωγή

οίνων-ποτών.



Χάρτης 11: Παραγωγή προϊόντων (ton) μετά από μεταποίηση, για το έτος 2002

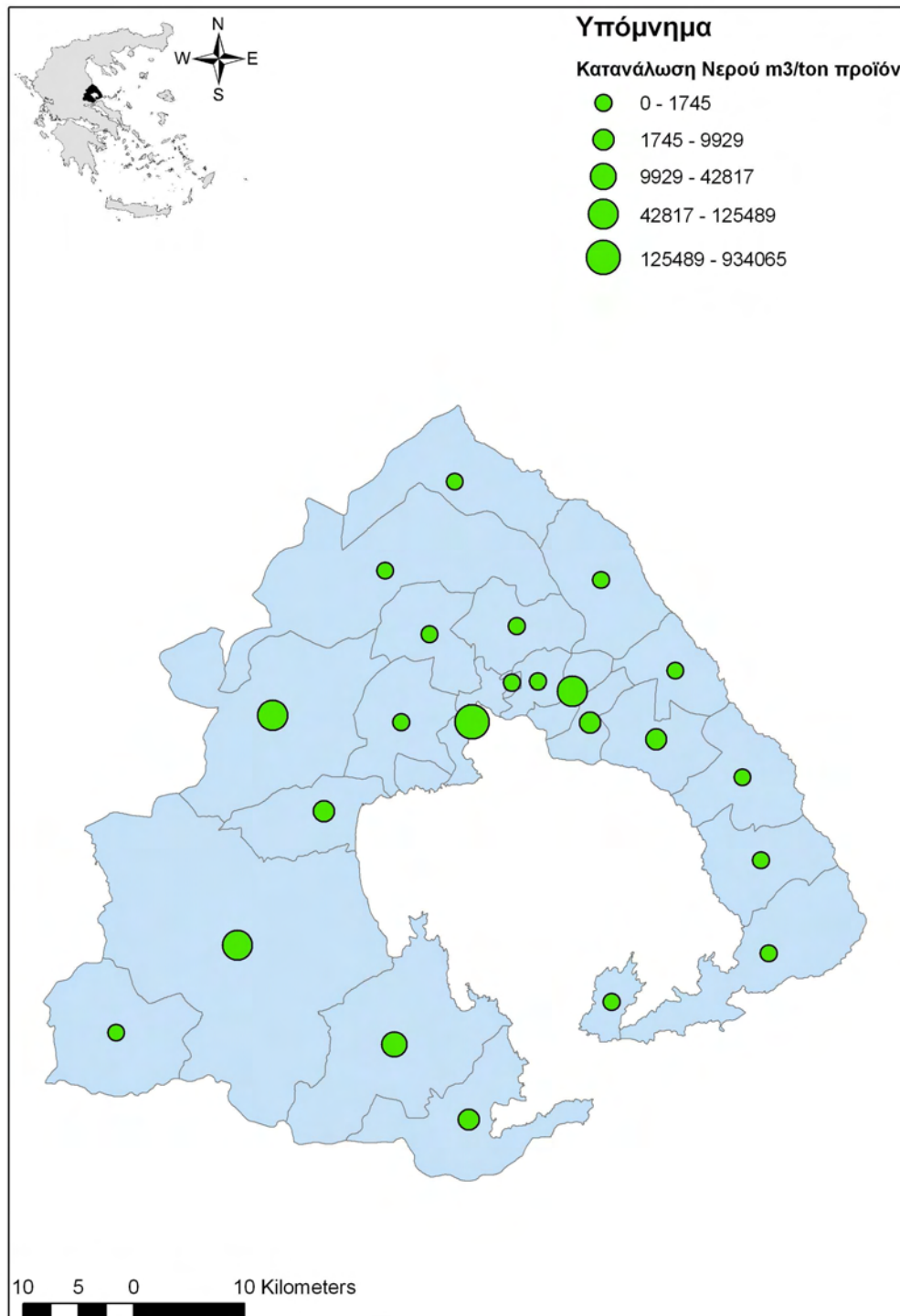
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η ετήσια κατανάλωση ύδατος για το έτος 2002 από τις μεταποιητικές μονάδες του Νομού, κατά τη διαδικασία της γραμμής παραγωγής των τελικών προϊόντων.



Γράφημα 28: Ετήσια κατανάλωση ύδατος (m<sup>3</sup>) κατά τη μεταποίηση των αγροτικών προϊόντων σε όλες τις περιοχές του Ν. Μαγνησίας, (2002)

Η μεγαλύτερη κατανάλωση ύδατος πραγματοποιείται από τις βιομηχανίες παραγωγής χυμών – αναψυκτικών, και χυμών λαχανικών – φρούτων και ακολουθεί η τυποποίηση ελιάς, η παραγωγή αλεύρων και σιμιγδαλιού, με τη μικρότερη κατανάλωση από την παρασκευή ξυδιού.

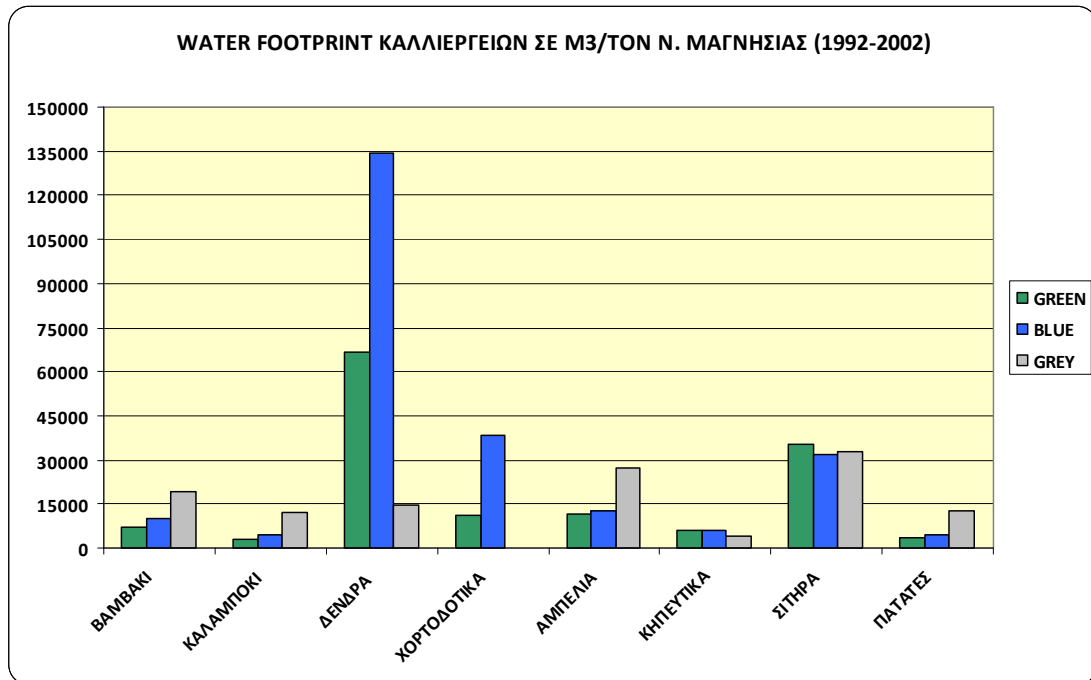
Στον παρακάτω χάρτη παρουσιάζονται οι καταναλώσεις (m<sup>3</sup> ύδατος) ανά είδος βιομηχανίας και περιοχής (Δήμους/Κοινότητες), για το έτος 2002.



Χάρτης 12: Απαιτούμενες καταναλώσεις ύδατος ( $m^3$ ) κατά τη διαδικασία της μεταποίησης, ανά Δήμο/Κοινότητα στο Ν. Μαγνησίας για το έτος 2002

### 8.3 ΤΟ ΥΔΑΤΙΚΟ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑ (WATER FOOTPRINT) ΤΟΥ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

Παρακάτω παρουσιάζεται το γράφημα με τους μέσους ετήσιους όρους (1992-2002) του υδατικού αποτυπώματος ανά αγροτική καλλιέργεια, όλων των περιοχών του Ν. Μαγνησίας.



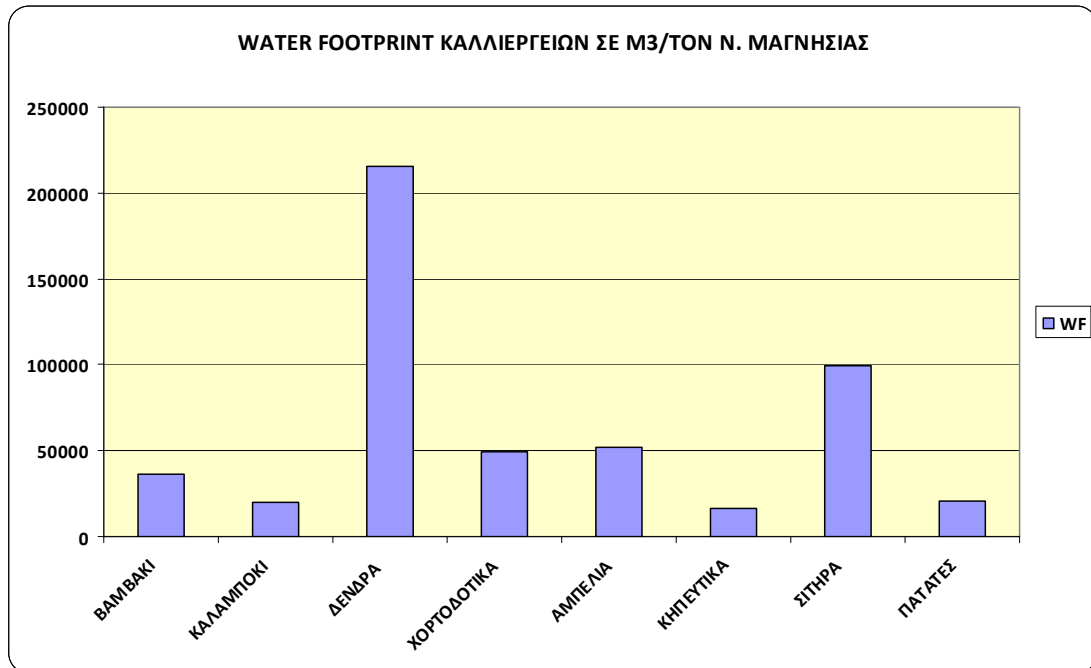
Γράφημα 29: Υδατικό αποτύπωμα (μπλε-πράσινο-γκρίζο) αγροτικών καλλιεργειών για το Ν. Μαγνησίας

Παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του πράσινου ύδατος καταναλώθηκε από τις δενδρώδεις καλλιέργειες (44,21%), και ακολουθούν τα σιτηρά με (25,27%), τα αμπέλια με (8,31%), τα χορτοδοτικά με (8,12%), το βαμβάκι με (5,02%), ενώ τις τελευταίες θέσεις καταλαμβάνουν τα κηπευτικά με (4,39%), οι πατάτες με (2,55%) και το καλαμπόκι με (2,13%).

Το μεγαλύτερο ποσοστό του μπλε ύδατος καταναλώθηκε από τις δενδρώδεις καλλιέργειες (53,18%), και ακολουθούν τα χορτοδοτικά (16,54%), τα σιτηρά (13,68%), τα αμπέλια (5,54%), το βαμβάκι (4,44%), ενώ τις τελευταίες θέσεις καταλαμβάνουν τα κηπευτικά (2,72%), το καλαμπόκι (1,97%) και οι πατάτες (1,93%).



Τέλος, το μεγαλύτερο ποσοστό του γκρίζου ύδατος καταναλώθηκε από τα σιτηρά (26,88%), τα αμπέλια (22,31%), το βαμβάκι (15,91%), τις δενδρώδεις καλλιέργειες (11,34%), και ακολουθούν οι πατάτες (10,38%), το καλαμπόκι (9,98%) και τα κηπευτικά (3,20%), ενώ την τελευταία θέση καταλαμβάνουν τα χορτοδοτικά. Τα χορτοδοτικά λόγω του ότι δεν λιπαίνονται, παρουσιάζουν μηδενικό ποσοστό γκρίζου ύδατος.



Γράφημα 30: Μέσο ετήσιο υδατικό αποτύπωμα αγροτικών καλλιεργειών για το Ν. Μαγνησίας (1992-2002)

Με το παραπάνω γράφημα αποσαφηνίζεται πλέον ποιά αγροτική καλλιέργεια καταλαμβάνει το μεγαλύτερο ποσοστό υδατικού αποτυπώματος. Την πρώτη θέση καταλαμβάνουν οι δενδρώδεις καλλιέργειες, και ακολουθούν τα σιτηρά, τα αμπέλια, τα χορτοδοτικά, το βαμβάκι, ενώ τις τελευταίες θέσεις καταλαμβάνουν το καλαμπόκι, οι πατάτες και τα κηπευτικά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>

## 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία μας εκτιμήθηκε το μέσο ετήσιο υδατικό αποτύπωμα της παραγωγής των αγροτικών καλλιεργειών σε κάθε περιοχή του Ν. Μαγνησίας, για την περίοδο 1992–2002.

Το μέσο ετήσιο υδατικό αποτύπωμα ανήλθε σε 510.141,04 m<sup>3</sup>/ton/year από το οποίο το 28,37% πράσινο, το 47,58% μπλε, και το 24,05% γκρίζο.

Το μεγαλύτερο ποσοστό υδατικού αποτυπώματος καταναλώθηκε από τις δενδρώδεις καλλιέργειες 215.623,21 m<sup>3</sup>/ton/year (30,95% πράσινο, 62,19% μπλε και 6,86% γκρίζο) και ακολουθούν τα σιτηρά με 99.773,99 m<sup>3</sup>/ton/year (35,40% πράσινο, 31,82% μπλε και 32,78% γκρίζο), τα αμπέλια και το βαμβάκι.

Προκειμένου να συγκριθούν οι εκτιμήσεις μας με μελέτες που έχουν γίνει σε όμορες περιοχές, επιλέξαμε εκείνες τις μελέτες με εκτιμήσεις των υδατικών αποτυπωμάτων των αγροτικών καλλιεργειών, όπου υπήρχε ρητή η διάκριση μεταξύ του πράσινου και μπλε ύδατος. Η σύγκριση των εκτιμήσεών μας όμως δεν φαίνεται ικανοποιητική, λόγω του ότι δεν υπάρχουν παρόμοια συγκρίσιμα μεγέθη. Οι διαφορές στα αποτελέσματα των μελετών οφείλονται σε ποικίλες αιτίες, που περιλαμβάνουν:

- Τον τύπο λογιστικού προτύπου,
- τις εκτιμήσεις για μεμονωμένες καλλιέργειες,
- τις καλλιεργητικές περιόδους,
- τις παραμέτρους συγκομιδών,
- το έδαφος και το κλίμα.

Οι Charagain και Hoekstra (2004), όπως και άλλοι ερευνητές, έχουν υπολογίσει το σφαιρικό υδατικό αποτύπωμα της παραγωγής συγκομιδών, μεταξύ πράσινου και του μπλε μόνο σε διεθνές επίπεδο, ή σε επίπεδο χώρας και ανά συγκομιδή.

Αν και υπάρχουν λοιπόν σημαντικές διαφορές στα εφαρμοσμένα λογιστικά πρότυπα και τις υποθέσεις, τα πρότυπα συμφωνούν σχετικά με τον κυρίαρχο ρόλο του πράσινου ύδατος στη σφαιρική παραγωγή συγκομιδών.

- Ακόμη και στην αρδευόμενη γεωργία, το πράσινο ύδωρ διαδραματίζει έναν προεξέχοντα ρόλο στην παραγωγή, και έχει συχνά μια πολύ σημαντική συμβολή στη συνολική κατανάλωση του ύδατος.

- Το ποσοστό του μπλε υδατικού αποτυπώματος είναι μεγαλύτερο στις ξηρές και ημιάγονες περιοχές, όπου υπάρχει υψηλή έλλειψη ύδατος.
- Το γκρίζο υδατικό αποτύπωμα υπολογίστηκε με μία καινοτόμο μέθοδο, η οποία δίνει μια κατά προσέγγιση εκτίμηση, ενώ φαίνεται να αγνοεί τους τοπικούς παράγοντες που επηρεάζουν τα ακριβή ποσοστά διύλισης και απορροών, όπως η ένταση βροχοπτώσεων, η εδαφολογική ιδιοκτησία, οι κλίσεις και το ποσό του ήδη συσσωρευμένου αζώτου στο ανώτερο εδαφολογικό στρώμα και η εδαφολογική αλατότητα.
- Επίσης λόγω του ότι έχουμε αναλύσει τον απαραίτητο όγκο αφομοίωσης μόνο για το άζωτο, και εξαιρέσαμε από τους υπολογισμούς μας τους σχετικούς ρύπους όπως ο φώσφορος, που ρυπαίνει τα επιφανειακά νερά και τα φυτοφάρμακα, το ποσοστό του γκρίζου ύδατος πιθανώς να παρουσιάζει μια υποεκτίμηση.

Τα αποτελέσματα μας, προέκυψαν από την επεξεργασία των τιμών παραγωγής (τόνοι) των αγροτικών προϊόντων στις περιοχές μελέτης της χρονικής περιόδου 2008-2009. Και λόγω του ότι δεν παρατηρούνται σημαντικές αποκλίσεις των τιμών των καλλιεργειών με τα χρόνια, χρησιμοποιήθηκαν για όλη τη δεκαετία 1992-2002. Εξαιρέση αποτελούν μόνον οι παραγωγές των δενδρώδων καλλιεργειών και ιδιαίτερα της ελιάς, οι οποίες παρουσιάζουν αυξημένη παραγωγή κάθε δύο χρόνια. Οι παραγωγές της χρονικής περιόδου 2008-2009 που χρησιμοποιήσαμε δεν αποτέλεσε καρποφόρα χρονιά. Πιθανώς λοιπόν το στοιχείο αυτό (οι μικρές παραγωγές) να αποτέλεσε μία από τις κύριες αιτίες της υπερεκτίμησης του μπλε και γκρίζου ύδατος, για τις δενδρώδεις καλλιέργειες.

Μία άλλη αιτία για την ίδια κατηγορία αποτέλεσε η συνθήκη ότι θεωρήσαμε πως οι πολυετείς καλλιέργειες, όπως είναι τα δένδρα, βρίσκονται στην ίδια ηλικία και άρα παρουσιάζουν παρόμοια συγκομιδή, και δεν εξαιρέσαμε τα νεαρά δενδρύλλια που χρειάζονται ίσως και 3-4 χρόνια για να καρποφορήσουν.

Σημαντικό στοιχείο επίσης της υπερεκτίμησης του μπλε ύδατος αποτελεί και ο τρόπος άρδευσης. Με τον ισχυρισμό πως η διαχείριση του ύδατος άρδευσης στη Μαγνησία παρουσιάζει σημαντικές διαφορές, θα μπορούσαμε να πούμε πως οι περιοχές μελέτης ταξινομούνται σε πεδινές και ορεινές. Και ενώ στις πεδινές περιοχές η άρδευση συνεχίζεται με τα χρόνια σχεδόν η ίδια, δηλαδή καταιονισμός και λίγα λάστιχα, σε καλλιέργειες ιδιαίτερα υδροβόρες, εφόσον μιλάμε για σιτηρά, βαμβάκια, καλαμπόκια, κλπ. και στα ορεινά και ημιορεινά με τις δενδρώδεις καλλιέργειες να καταλαμβάνουν το

μεγαλύτερο ποσοστό, η άρδευση επιτυγχάνεται με ανοιχτά αυλάκια, όπου η εξάτμιση παρουσιάζει τους καλοκαιρινούς μήνες μεγάλη άνοδο.

Το σενάριο να δείξουμε τα αποτελέσματά μας σε μία ξηρή και υγρή χρονοσειρά απορρίφθηκε, λόγω του ότι οι 23 περιοχές μελέτης που αναλύσαμε δεν παρουσίαζαν τα ίδια έτη ξηρά ή υγρά. Αυτός ήταν ο λόγος που δείξαμε τα αποτελέσματά μας ως τα μέσα της δεκαετίας 1992-2002.

Όσον αφορά το γκρίζο ύδωρ, παρατηρούμε ότι καλύπτει ένα μεγάλο ποσοστό, παρότι έγινε μόνον εφαρμογή του αζώτου στις καλλιέργειες και όχι των υπολοίπων λιπασμάτων (P, K). Στην περίπτωση αυτή προφανώς η υπερεκτίμηση του γκρίζου ύδατος οφείλεται στο προτεινόμενο από τον Hoekstra λογιστικό φύλλο, όπου η τιμή του γκρίζου ύδατος είναι το πηλίκο μιας διαίρεσης, όπου η παραγωγή είναι ο διαιρέτης. Στις περιπτώσεις λοιπόν κατά τις οποίες η παραγωγή είναι ιδιαίτερα χαμηλή τα  $m^3/ton$  του γκρίζου ύδατος παρουσιάζονται ιδιαίτερα αυξημένα.

Στον υπολογισμό του μπλε ύδατος για την παραγωγή των τελικών προϊόντων (ελαιόλαδο, αλεύρι, κρασί, κλπ.) δεν παρατηρείται υπερεκτίμηση. Αυτό οφείλεται στην παραγωγική διαδικασία που τηρείται σε όλα τα προϊόντα, πλην της παραγωγής ελαιόλαδου. Σε όλες τις μεταποιητικές διαδικασίες που εφαρμόζονται, σύμφωνα με τη νομοθεσία και τις μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων για κάθε βιομηχανία/βιοτεχνία, το ύδωρ που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία ανακυκλώνεται, όπου αυτό επιτρέπεται, και έτσι δεν παρατηρείται εξάτμιση, ενώ συγχρόνως επιτυγχάνεται οικονομία.

Επίσης με εξαίρεση τα 2-3 κονσερβοποιεία και όλα τα ελαιοτριβεία που βρίσκονται εκτός των θεσμοθετημένων περιοχών, το ύδωρ που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία του τελικού προϊόντος, λόγω του ότι ανήκει στις μεταποιητικές μονάδες υγειονομικού ενδιαφέροντος, είναι το ύδωρ της τοπικής ΔΕΥΑ, το οποίο φυσικά είναι μετρήσιμο.

Ο υπολογισμός του γκρίζου ύδατος μετά από τη μεταποίηση, δεν επετεύχθη για τους παρακάτω λόγους:

Οι βιομηχανίες/βιοτεχνίες που υπάγονται στις θεσμοθετημένες περιοχές διodeύουν τα απόβλητά τους στις εγκαταστάσεις του βιολογικού καθαρισμού της περιοχής. Απαίτηση του βιολογικού παραμένει η εκτίμηση της ποιότητας των αποβλήτων, η οποία ελέγχεται από τα σημεία δειγματοληψίας της κάθε επιχείρησης, προς αποφυγή ζημίας των εγκαταστάσεων του. Άρα ο υπολογισμός του γκρίζου ύδατος ουσιαστικά παραμένει αδύνατος, εφόσον οι μετρήσεις των BOD, COD κλπ. πραγματοποιείται δειγματοληπτικά και περιοδικά από το χημείο των εγκαταστάσεων του βιολογικού καθαρισμού, αλλά και

από την ίδια την επιχείρηση, είτε διατηρεί χημείο εντός των εγκαταστάσεών της, είτε χρησιμοποιεί εξωτερικό διαπιστευμένο χημείο. Στο εγγύς μέλλον θα μπορούμε να έχουμε καταγεγραμμένους όγκους των αποβλήτων των επιχειρήσεων, εντός των θεσμοθετημένων περιοχών, από τα παροχόμετρα τα οποία προτίθεται να εγκαταστήσει η ΔΕΥΑΜΒ.

Ο όγκος του γκρίζου ύδατος των ελαιοτριβείων και λιγότερο των κονσερβοποιείων, ο οποίος αποτελεί επικίνδυνο ρύπο στα σημεία απόρριψής του, παρουσιάζεται στις υποβληθείσες μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπου περιγράφεται με ασάφεια η περιεκτικότητά του σε Ν, κλπ., και ασφαλώς δεν κοινοποιούνται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Συνοψίζοντας:

Παρατηρείται μία υπερεκτίμηση των τιμών του μπλε ύδατος για όλες σχεδόν τις καλλιέργειες, έναντι των τιμών του πράσινου, αλλά και υπερεκτίμηση των τιμών του γκρίζου ύδατος.

Προφανώς στις περιοχές μελέτης δεν υπάρχουν αγροτικές καλλιέργειες αυτάρκειες στο πράσινο ύδωρ και μόνον.

Στις περιοχές μελέτης με χαμηλά ποσοστά βροχόπτωσης (green) το μπλε ύδωρ παρουσιάζεται αυξημένο.

Οι αυξημένες τιμές του μπλε ύδατος παρουσιάζονται στις περιοχές του όγκου του Πηλίου, όπου η άρδευση πραγματοποιείται με αυλάκια, με συνέπεια τις μεγάλες απώλειες λόγω εξάτμισης.

Στις περιοχές με μεγάλες εκτάσεις καλλιεργήσιμης γης και μικρής παραγωγικότητας υπάρχει υπερεκτίμηση του μπλε, αλλά και του γκρίζου ύδατος.

Σε μια μελέτη όπως αυτή, λόγω της έλλειψης αρκετών στοιχείων, έγιναν διάφορες υποθέσεις και εικασίες. Σε αυτή τη φάση φαίνεται δύσκολο να μειωθούν οι αβεβαιότητες. Επομένως, οι τιμές υδατικού αποτυπώματος πρέπει να ερμηνευθούν με τη δέουσα προσοχή.

## 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Aldaya, M.M. and Llamas, M.R. (2008) Water Footprint Analysis for the Guadiana River Basin, Value of Water Research Report Series No. 35, UNESCO-IHE.
2. Aldaya, M.M., Garrido, A., Llamas, M.R., Varela-Ortega, C., Novo, P. and Rodriguez Casado, R. (2010) Water Footprint and Virtual Water Trade in Spain, *Journal on Sustainable Water Management*, Vol. 3, pp.15-20.
3. Aldaya, M.M., Allan, J.A. and Hoekstra, A.Y. (2010) Strategic Importance of Green Water in International Crop Trade, *Ecological Economics*, Vol. 69(4), pp. 887-894.
4. Aldaya, M.M., Martinez-Santos, P. and Llamas, M.R. (2010) Incorporating the Water Footprint and Virtual Water Into Policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain, *Water Resources Management* Vol. 24(5), pp. 941-958.
5. Allan, J.A. (1993) Fortunately There are Substitutes for Water Otherwise our Hydro-Political Futures Would be Impossible. In: *Priorities for Water Recourses Allocation and Management*. London, United Kingdom: ODA, pp. 13-26.
6. Allan, J.A. (1998) Virtual Water: a Strategic Resource, *Global Solutions to Regional Deficits, Groundwater*, Vol. 36 (4), pp. 545–546.
7. Allan, J.A. (1998a) Watersheds and Problem Sheds: Explaining the Absence of Armed Conflict Over Water in the Middle East, *Middle East Review of International Affairs*, Vol. 2 (1), pp. 49–51.
8. Allan, J.A. (1998b) Virtual water: A Strategic Resource, *Global Solutions to Regional Deficits, Groundwater*, Vol. 36 (4), pp. 545–546.
9. Allan, J.A. (1999) Global Systems Ameliorate Local Droughts: Water, Food and Trade. Occasional paper 10. London: School of Oriental and African Studies.
10. Allan, J.A. (1999) Water Stress and Global Mitigation: Water, Food and Trade. *Arid Land Newsletter* 45.
11. Allan, J.A. (2001a) *The Middle East Water Question: Hydropolitics and the Global Economy*. London, United Kingdom, I.B. Tauris.
12. Allan, J.A. (2001b) Virtual Water Economically. Invisible and Politically Silent: A Way to Solve Strategic Water Problems. *International Water and Irrigation Journal*.
13. Allan, J.A. (2003) Virtual water — The Water, Food, and Trade Nexus: Useful Concept or Misleading Metaphor, *Water International* Vol. 28 (1), pp. 106–113.
14. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. and Smith, M. (1998), *Crop Evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirements*, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy.
15. Angelopoulos, K., Spiliopoulos, I.C., Mandoulaki, A., Theodorakopoulou, A. and Kouvelas, A. (2009) Groundwater Nitrate Pollution in Northern Part of Achaia Prefecture. *Desalination*, Vol. 248 (1-3) pp. 852-858.
16. Avraamides, M. and Fatta, D. (2008) Resource Consumption and Emissions from Olive Oil Production: A life Cycle Inventory Case Study in Cyprus. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 16 (7), pp. 809-821.
17. Benyon, R., England, J., Eastham, J., Polglase, P., White, D. (2007) *Tree Water Use in Forestry Compared to Other Dry-Land Agricultural Crops in the Victorian Context: Report Prepared for the Department of Primary Industries Victoria*. Ensis Technical Report No.159, pp.52.

18. Carpenter, S.R., Caraco, N.F., Correll, D.L., Howarth, R.W., Sharpley, A.N. and Smith V.H. (1998) Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen, *Ecological Applications*, Vol. 8 (3) pp. 559–568.
19. Chapagain, A.K., and Hoekstra, A.Y. (2004a) Water Footprints of Nations, Vol. 1: Main Report. Value of Water Research Report Series No. 16, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
20. Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G. and Gautam, R. (2006) The Water Footprint of Cotton Consumption: An Assessment of the Impact of Worldwide Consumption of Cotton Products on the Water Resources in the Cotton Producing Countries. *Ecological Economics* Vol. 60 (1), pp. 186–203.
21. Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y. and Savenije, H.H.G. (2006a-2006b) Water Saving Through International Trade of Agricultural Products, *Hydrology and Earth System Sciences* Vol. 10 (3), pp. 455–468.
22. Chapagain, A.K. and Hoekstra, A.Y. (2007) The Water Footprint of Coffee and Tea Consumption in the Netherlands, *Ecological Economics* Vol. 64 (1) pp. 109–118.
23. Chapagain A.K., and Hoekstra, A.Y. (2008) The Global Component of Freshwater Demand and Supply: An Assessment of Virtual Water Flows Between Nations as a Result of Trade in Agricultural and Industrial Products. *Water International* Vol. 33 (1), pp. 19-32.
24. Chapagain, A.K. and Orr, S. (2009) An Improved Water Footprint Methodology Linking Global Consumption to Local Water Resources: A Case Study of Spanish Tomatoes, *Journal of Environmental Management*, Vol. 90 (2), pp. 1219–1228.
25. CIAA, (2007) (Confederation of the Food and Drink Industries of the EU), Managing Environmental Sustainability in the European Food and Drink Industries. CIAA, Brussels.
26. Dabrowski, J.M., Murray, K., Ashton, P.J. and Leaner, J.J. (2009) Agricultural Impacts on Water Quality and Implications for Virtual Water Trading Decisions. *Ecological Economics*, Vol. 68 (4) pp. 1074-1082.
27. De Fraiture C., Cai X., Amarasinghe U., Rosegrant M. and Molden D. (2004) Does International Cereal Trade Save Water? The Impact of Virtual Water Trade On Global Water Use, Comprehensive Assessment Research Report, Vol. 4, International Water Management Institute, Colombo.
28. Earle, A., and Turton, A. (2003) The Virtual Water Trade amongst Countries of the SADC. In: A.Y. Hoekstra, Editor, *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series, No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, pp. 183-200.
29. Erkin, A.E, Aldaya, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2009) A Pilot in Corporate Water Footprint Accounting and Impact Assessment, ‘Value of Water Research Report Series No. 39’, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
30. EU (1991) Directive 91/676/EEC of the Council of the European Communities of 12 December 1991 Concerning the Protection of Waters Against Pollution Caused by Nitrates from Agricultural Sources.
31. EU (2006) Directive 2006/118/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the Protection of Groundwater Against Pollution and Deterioration.
32. Fader, M., Gerten, D., Thammer, M., Heinke, J., Lotze-Campen, H., Lucht, W. and Cramer, W. (2011) Internal and External Green-Blue Agricultural Water Footprints of Nations, and Related Water and Land Savings through Trade, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 15(5) pp. 1641-1660.



33. Falkenmark, M. (2003) Freshwater as Shared Between Society and Ecosystems: From Divided Approaches to Integrated Challenges, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. U.K. B 358, pp. 2037–2049.
34. Falkenmark, M. (2008) Water and Sustainability: A Reappraisal, *Environment*, Vol. 50 (2), pp. 4–16.
35. Falkenmark, M. and Molden, D. (2008) Wake Up to Realities of River Basin Closure, *Water Resources Development*, Vol. 24 (2), pp. 201–215.
36. FAO, (2003) Technical Conversion Factors for Agricultural Commodities, Rome, Italy.
37. FAO, (2003a) CROPWAT Model, Food and Agricultural Organization, Rome, Italy (2003).
38. FAO, (2003b) CLIMWAT Database, Food and Agricultural Organization, Rome, Italy.
39. FAO, (2005) FAOSTAT Database, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
40. FAO, (2005a) Fertilizer Use by Crops in South Africa, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
41. Gialis, S., Loukas A., and Laspidou, C. (2012) Regional Development and World Trade: A Review of Virtual Water and Water Footprint Concepts in Agriculture. XI Protection and Restoration of the Environment International Conference, 3-6 July 2012, Thessaloniki, Greece, pp. 243-252.
42. Haddadin, M.J. (2003) Exogenous Water: A Conduit to Globalization of Water Resources. In: A.Y. Hoekstra, Editor, *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series Vol. 12*, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, p.p. 159–169.
43. Hart, M.R., Quin, B.F. and Nguyen, M.L. (2004) Phosphorus Runoff From Agricultural Land and Direct Fertilizer Effects: A Review, *Journal of Environmental Quality*, Vol. 33 (6), pp. 1954–1972.
44. Hoekstra A.Y. and Hung, P.Q. (2002) Virtual Water Trade: A Quantification of Virtual Water Flows Between Nations in Relation to International Crop Trade, *Value of Water Research Report Series No. 11*, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
45. Hoekstra, A.Y., (2003) In: A.Y. Hoekstra, Editor, *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Delft, The Netherlands, 12–13 December 2002, Value of Water Research Report Series, No. 12*, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands.
46. Hoekstra A.Y. and Hung, P.Q. (2005) Globalisation of Water Resources: International Virtual Water Flows in Relation to Crop Trade, *Global Environmental Change*, Vol. 15 (1), pp. 45–56.
47. Hoekstra A.Y. and Chapagain, A.K. (2007) Water Footprints of Nations: Water Use by People as a Function of their Consumption Pattern, *Water Resources Management*, Vol. 21 (1), pp. 35–48.
48. Hoekstra, A.Y., (2008) Water Neutral: Reducing and Offsetting the Impacts of Water Footprints. UNESCO-IHE Value of Water Research Report Series No. 28, Delft, The Netherlands.
49. Hoekstra, A.Y. and Chapagain, A.K. (2008) *Globalization of Water. Sharing the Planet's Freshwater Resources*, Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK.

50. Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. (2009) Water Footprint Manual: State of the Art, Water Footprint Network, Enschede, the Netherlands.
51. Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. (2011) The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard, Earthscan, London, United Kingdom.
52. ITC (2004) PC-AS Version 1997–2001 in HS or SITC, CD-ROM. International Trade Centre, Geneva.
53. Jenerette, G.D., Larsen, L. (2006) A Global Perspective on Changing Sustainable Urban Water Supplies, *Global and Planetary Change*, Vol. 50 (3-4), pp. 202-211.
54. King, J. and Brown, C. (2006) Environmental Flows: Striking the Balance Between Development and Resource Protection, *Ecology and Society*, Vol. 11 (2), (art. 26).
55. Kumar, M.D. and Singh, O.P. (2005) Virtual Water in Global Food and Water Policy Making: Is There a Need for Rethinking, *Water Resources Management*, Vol. 19 (6), pp. 759–789.
56. Liu J. and Savenije, H.H.G. (2008) Food Consumption Patterns and their Effect on Water Requirements in China, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 12 (3) pp. 887–898.
57. Loukas, A., and Vasiliades, L. (2004) Probabilistic Analysis of Drought Spatiotemporal Characteristics in Thessaly Region, Greece. *National Hazards Earth System Sciences*, Vol. 4, pp.719-731.
58. Ma J., Hoekstra, A.Y., Wang, H., Chapagain, A.K. and Wang, D. (2006) Virtual Versus Real Water Transfers Within China, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B* 361 (1469), pp. 835–842.
59. Margaris, N., Galogiannis, C. and Grammatikaki, M. (2006) Water Management in Thessaly, Central Greece, In: A. Baba, K. Howard, O. Gunduz, ed. *Ground Water and Ecosystems. NATO Science Series, IV Earth and Environmental Sciences*, Vol. 70, Springer, Amsterdam, pp. 237-242.
60. Meissner, R. (2003) Regional Food Security and Virtual Water: Some Environmental, Political, and Economy Considerations. In: A.Y. Hoekstra, Editor, *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series, No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands*, pp. 201-215.
61. Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011) The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 15(5) pp. 1577-1600.
62. Merrett, S. (2003) Virtual water and Ocean's Razor, *Water International*, Vol. 28 (1), pp. 103–105.
63. Mishra, A., Benham, B.L., and Mostaghimi, S. (2006) Sediment and Nutrient Losses From Field-Scale Cropland Plots Treated With Animal Manure and Inorganic Fertilizer, *Water Air and Soil Pollution*, Vol. 175, pp. 61–76.
64. Nakayama, M. (2003) Implications of Virtual Water Concept on Management of International Water Systems: Cases of two Asian International River Basins. In: A.Y. Hoekstra, Editor, *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series, No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands*, pp. 237-239.
65. Oki T. and Kanae, S. (2006) Global Hydrological Cycles and World Water Resources, *Science*, Vol. 313 (5790), pp. 1068–1072.

66. Oki, T. and Kanae, S. (2004) Virtual Water Trade and World Water Resources, *Water Science and Technology*, Vol. 49 (7), pp. 203–209.
67. Oki, T., Sato, M., Kawamura, A., Miyake, M., Kanae, S. and Musiakke, K. (2003) Virtual Water Trade to Japan and in the World. In: A.Y. Hoekstra, Editor, *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series, No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, pp. 221–235.
68. Pfister, S., Koehler, A. and Hellweg, S. (2009) Assessing the Environmental Impacts of Freshwater Consumption in LCA, *Environmental Science and Technology*, Vol. 43 (11), pp. 4098–4104.
69. Pfister, S., Stoessel, F., Juraske, R., Koehler, A. and Hellweg, S. (2008) Regionalised LCIA of Vegetable and Fruit Production: Quantifying the Environmental Impacts of Freshwater Use, *Proceedings 6th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector Zurich, Switzerland*, pp. 3–4.
70. Postel, S.L., Daily, G.C. and Ehrlich, P.R. (1996) Human Appropriation of Renewable Fresh Water, *Science*, Vol. 271, pp. 785–788.
71. Prochaska, C., Dioudis, P., Papadopoulos, A., and Grohmann A. (2008) Applying the Virtual Water Concept at Regional Level: The example of Thessaly (Greece), *Fresenius Environmental Bulletin*, Vol. 17 (5) pp. 601-607.
72. Ramirez-Vallejo J., and Rogers, P. (2004) Virtual Water Flows and Trade Liberalization, *Water Science and Technology*, Vol. 49 (7), pp. 25–32.
73. Renault D. (2003) Value of Virtual Water in Food: Principles and Virtues. In: *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series No.12, ed. A.Y. Hoekstra, Unesco – IHE, Delft, the Netherlands.
74. Ridoutt B.G. and Pfister S. (2010) A New Approach to Water Footprinting to Make Transparent the Impacts of Consumption and Production on Global Freshwater Scarcity. *Global Environmental Change*, Vol. 20 (1), pp. 113-120.
75. Ridoutt, B.G., Eady, S.J., Sellahewa, J., Simons, L. and Bektash R. (2009) Water Footprinting at the Product Brand Level: Case Study and Future Challenges. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17 (13), pp.1228-1235.
76. Ridoutt, B.G., Juliano, P., Sanguansri, P. and Sellahewa, J. (2009b) Consumptive Water Use Associated with Food Waste: Case Study of Fresh Mango in Australia, *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, Vol. 6, pp. 5085–5114.
77. Rockström J. and Gordon, L. (2001) Assessment of Green Water Flows to Sustain Major Biomes of the World: Implications for Future Ecohydrological Landscape Management. *Physics and Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology, Oceans and Atmosphere*, Vol. 26 (11-12), pp. 843-851.
78. Rockström, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H., Rost, S. and Gerten, D. (2009) Future Water Availability for Global Food Production: the Potential of Green Water for Increasing Resilience to Global Change, *Water Resources Research*, Vol. 45 (7).
79. Romaguera, M., Hoekstra, A.Y., Su, Z., Krol, M.S. and Salama, M.S. (2010) Potential of Using Remote Sensing Techniques for Global Assessment of Water Footprint of Crops, *Remote Sensing*, Vol. 2(4) pp. 1177-1196.
80. Rost, S., Gerten, D., Bondeau, A., Lucht, W., Rohwer, J. and Schaphoff, S. (2008) Agricultural Green and Blue Water Consumption and its Influence on the Global Water System, *Water Resources Research*, Vol. 44 (9).

81. Salmoral, G., Aldaya, M. M., Chico, D., Garrido, A., Llamas R. (2011) The Water Footprint of Olives and Olive Oil in Spain, *Spanish Journal of Agricultural Research*, Vol. 9 (4), pp. 1089-1104.
82. Sharpley A.N. and Syers, J.K. (1983) Transport of Phosphorus in Surface Runoff as Influenced by Liquid and Solid Fertilizer Phosphate Addition, *Water Air Soil Pollution*, Vol. 19, pp. 321–326.
83. Shiklomanov, I.A. (2000) Appraisal and Assessment of World Water Resources, *Water International*, Vol. 25 (1), pp. 11–32.
84. Van Oel, P.R., Mekonnen M.M. and Hoekstra, A.Y. (2009) The external water footprint of the Netherlands: Geographically-Explicit Quantification and Impact Assessment, *Ecological Economics*, Vol. 69(1), pp. 82-92.
85. Vörösmarty C.J., Green, P., Salisbury, J. and Lammers, R.B. (2000) Global Water Resources: Vulnerability From Climate Change and Population Growth, *Science*, Vol. 289, pp. 284–288.
86. Vörösmarty, C.J. and Sahagian, D. (2000) Anthropogenic Disturbance of the Terrestrial Water Cycle, *BioScience*, Vol. 50 (9), pp. 753–765.
87. Wackernagel, M., and Rees, W.E. (1996) Our Ecological Footprint – Reducing Human Impact on the Earth. *Environment and Urbanization*, Vol. 8(2), pp. 216.
88. Wackernagel, M., Onisto, L., Bello, P., Linares, A.C., Falfan, I.S.L., Garcia, J.M., Guerrero, A.I.S., and Guerrero, C.S. (1999) National Natural Capital Accounting with the Ecological Footprint Concept. *Ecological Economics* Vol. 29(3) pp.375-390.
89. Wichelns, D. (2001) The Role of Virtual Water in Efforts to Achieve Food Security and other National Goals, with an Example from Egypt. *Agricultural Water Management*, Vol. 49(2) pp. 131-151.
90. Wichelns, D. (2003) The Role of Public Policies in Motivating Virtual Water Trade, with an Example from Egypt. In: A.Y. Hoekstra, Editor, *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series, No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, pp. 147-158.
91. Wichelns, D. (2004) The Policy Relevance of Virtual Water Can be Enhanced by Considering Comparative Advantages, *Agricultural Water Management*, Vol. 66, pp. 49–63.
92. WWC (2004) E-Conference Synthesis: Virtual Water Trade - Conscious Choices, WWC Publication Vol. 2, World Water Council, Marseille, France.
93. Yang, H., Reichert, P., Abbaspour, K.C. and Zehnder, A.J.B., (2003) A Water Resources Threshold and its Implications for Food Security. In: A.Y. Hoekstra, Editor, *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade*, Value of Water Research Report Series No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, pp. 111–117.
94. Yang, H., Wang, L., Abbaspour, K.C. and Zehnder, A.J.B. (2006) Virtual Water Trade: An Assessment of Water Use Efficiency in the International Food Trade, *Hydrology and Earth System Sciences* Vol. 10 (3), pp. 443–454.
95. Zeitoun, M., Allan J.A., and Mohieldeen, Y. (2012) Virtual Water ‘Flows’ of the Nile Basin: 1998–2004: A first Approximation and Implications for Water Security. *Global Environmental Change*, Vol. 20 (2) pp. 229-242.
96. Zimmer D. and Renault, D. (2003) Virtual Water in Food Production and Global Trade: Review of Methodological Issues and Preliminary Results. In: A.Y. Hoekstra, Editor, *Virtual Water Trade: Proceedings of the International Expert*

Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series No. 12, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands, pp. 93–109.

1. <http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8066.pdf>
  2. <http://www.fao.org/DOCREP/003/T0234E/T0234E00.HTM>
  3. <http://www.fao.org/docrep/003/T0234E/T0234E03.htm>
  4. <http://www.asch-online.eu/downloads/Theses/Master-thesis-Sutterer-webversion.pdf>
- 
1. Αριθ. 25638/2905/18-10-2001 (ΦΕΚ 1422/22-10-01) απόφαση των Υπουργών Εθνικής Οικονομίας - Οικονομικών - Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημ. Έργων - Γεωργίας - Υγείας και Πρόνοιας «Πρόγραμμα Δράσης για το Θεσσαλικό Πεδίο που έχει χαρακτηριστεί σαν ευπρόσβλητη ζώνη από τη Νιτρορύπανση Γεωργικής Προέλευσης».
  2. Αριθ. 568/125347/20-01-2004 (ΦΕΚ Β' 142/29-01-04) «Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής»
  3. Αριθ. 628/137354/30-08-2005 (ΦΕΚ 1248/Β/06-09-05) απόφαση των Υφυπουργών Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης - Οικονομίας - Οικονομικών - Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων «Εφαρμογή του Μέτρου 3.5 “Μείωση της Νιτρορύπανσης Γεωργικής Προέλευσης”»
  4. Αριθ. 138676/30-09-2005 (ΦΕΚ 1399/10-10-05) απόφαση του Υφυπουργού Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων «Λεπτομέρειες εφαρμογής της αριθ. 628/137354/30-08-2005 (ΦΕΚ Β' 1248/06-09-05)».
  5. Evaggelopoulos, A.A. (2005) Management Report for the Groundwater Recourses of the Areas under the Jurisdiction of the Local Organizations of Land Reclamation (T.O.E.B) of the Prefecture of Larissa. D.E.B. Larissa – Greece.