



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ – ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ**

**ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ**

*Διπλωματική εργασία*

**Αποτίμηση της αξίας των νερών της λεκάνης του Ασωπού  
ποταμού με τη μέθοδο της υποθετικής αξιολόγησης**



**Παπαδιόχου Όλγα**

**Τριανταφύλλου Μαρία**

**Επιβλέπων:**

**Δ. Δαμίγος, Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π.**

**ΜΑΡΤΙΟΣ 2011**



*Στους νικηφόρους αγώνες του χτες,  
αλλά κυρίως στις κατακτήσεις του αύριο...*

*Στον Α.Χ.Μ.ΜΕΤ.*

*«...αυτά τα πρόσωπα δε βολεύονται  
παρά μόνο στον ήλιο,  
αυτές οι καρδιές δε βολεύονται  
παρά μόνο στο δίκιο.»*

*Γ. Ρίτσος*

## Πρόλογος

Το παρόν κείμενο αποτελεί τη διπλωματική εργασία των τελειόφοιτων φοιτητριών της Σχολής Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργών (Μ.Μ.Μ.) Παπαδιόχου Όλγας και Τριανταφύλλου Μαρίας, το οποίο κατατέθηκε στην ακόλουθη Τριμελή Επιτροπή:

- Δαμίγος Δημήτριος, Επίκ. Καθηγητής Σχολής Μ.Μ.Μ. (Επιβλέπων)
- Καλιαμπάκος Δημήτριος, Καθηγητής Σχολής Μ.Μ.Μ.
- Διακουλάκη Δανάη, Καθηγήτρια Σχολής Χ.Μ.

Αντικείμενο της εργασίας αποτέλεσε η εκτίμηση της οικονομικής ζημιάς των υπόγειων νερών της λεκάνης του Ασωπού ποταμού με τη μέθοδο της Υποθετικής Αξιολόγησης. Η περιοχή μελέτης επιλέχθηκε λόγω των προβλημάτων ρύπανσης των επιφανειακών και υπογείων νερών που αντιμετωπίζει, σε μια προσπάθεια ανίχνευσης της ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του κόσμου για το πρόβλημα.

Η χρηματική αποτίμηση της οικονομικής αξίας των νερών στηρίχθηκε στην προθυμία των νοικοκυριών της Αττικής να συνεισφέρουν εθελοντικά μια μηνιαία εισφορά για τη δημιουργία ενός φορέα της επιλογής τους, ο οποίος θα αναλάβει τις απαραίτητες δράσεις ώστε να αποκατασταθεί το πρόβλημα μέσα σε 10 χρόνια. Για τις ανάγκες της εργασίας πραγματοποιήθηκε πρωτογενής έρευνα με ερωτηματολόγια, που συμπληρώθηκαν με τηλεφωνικές συνεντεύξεις σε ολόκληρη την Αττική από τυχαία επιλεγμένο δείγμα.

Παρουσιάζοντας συνοπτικά τη δομή της διπλωματικής εργασίας, στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αναλύεται η σημασία του νερού ως φυσικού πόρου, οι φυσικοί και ανθρωπογενείς μηχανισμοί ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδροφορέων, καθώς και οι τεχνολογίες αποκατάστασής τους.

Στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο περιγράφεται το φυσικό, κλιματολογικό και ανθρωπογενές περιβάλλον της περιοχής μελέτης και αναλύεται το πρόβλημα ρύπανσης που υπάρχει με βάση τα μέχρι τώρα διαθέσιμα δεδομένα.

Στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βασικές αρχές της περιβαλλοντικής οικονομίας, δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στη μέθοδο Υποθετικής Αξιολόγησης, καθώς αποτέλεσε τη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο δίνονται θεωρητικά στοιχεία και πρακτικές οδηγίες για την διενέργεια έρευνας με ερωτηματολόγιο, όπως η κατασκευή του ερωτηματολογίου, η επιλογή πληθυσμού, ο καθορισμός του δείγματος κ.λπ.

Στο 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο περιγράφεται η έρευνα που έγινε για την αποτίμηση της αξίας των νερών της λεκάνης του Ασωπού ποταμού. Αναλύονται η ταυτότητα της έρευνας και η δομή του ερωτηματολογίου και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων. Τέλος, στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρατίθενται τα συμπεράσματα.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Επιβλέποντα της διπλωματικής, κ. Δ. Δαμίγο, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής (Μ.Μ.Μ.) για την καθοδήγηση και τη βοήθεια καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής εργασίας μας. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Γ. Τέντε, Υ.Δ. Ε.Μ.Π. για την πολύτιμη συνεισφορά του. Ακόμα, όλους τους ανώνυμους κατοίκους της Αττικής που με προθυμία απάντησαν στις ερωτήσεις μας και βοήθησαν στην υλοποίηση της έρευνάς μας.

Τέλος, να ευχαριστήσουμε τους μεταλλειολόγους φίλους μας, νέους και παλιούς, για όλα!

*Αθήνα, Μάρτιος 2011*

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εκτίμηση της οικονομικής ζημιάς των υπογείων νερών της λεκάνης του Ασωπού ποταμού, η οποία πραγματοποιήθηκε με τη Μέθοδο Υποθετικής Αξιολόγησης. Πιο συγκεκριμένα, η οικονομική ζημιά υπολογίστηκε με βάση την προθυμία των νοικοκυριών του Λεκανοπεδίου Αττικής να συνεισφέρουν εθελοντικά, μέσω μιας ετήσιας εισφοράς, στη δημιουργία ενός φορέα δικής τους επιλογής, ο οποίος θα έχει ως αντικείμενο το σχεδιασμό και την υλοποίηση δράσεων αποκατάστασης του υδροφόρου ορίζοντα, σε ένα χρονικό ορίζοντα 10 ετών. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε με τηλεφωνική συνέντευξη, σε τυχαίο δείγμα 400 νοικοκυριών του Λεκανοπεδίου Αττικής το διάστημα Ιούνιος – Δεκέμβριος 2010.

Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τη σημαντική οικονομική διάσταση της περιβαλλοντικής ζημιάς, καθώς τα νοικοκυριά προτίθενται, με βάση τη συντηρητική μέση τιμή, να προσφέρουν ετησίως ένα ποσό της τάξης των 45 € περίπου για την υποστήριξη του φορέα. Λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των νοικοκυριών της περιοχής μελέτης, η ετήσια αθροιστική αξία κυμαίνεται σε 60 εκατ. € περίπου, ενώ για τη συνολική διάρκεια του συγκεκριμένου σχεδίου δράσης (10 χρόνια), η παρούσα αξία (με πραγματικό επιτόκιο προεξόφλησης 5%) της ετήσιας αυτής πληρωμής κυμαίνεται περί τα 470 εκατ. €.

Το εκτιμώμενο κόστος της περιβαλλοντικής ζημιάς είναι σημαντικά υψηλότερο από το κόστος υποκατάστασης του αγαθού που χάθηκε (πόσιμο νερό). Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι η προθυμία πληρωμής αφορά στο σύνολο των υπηρεσιών που προσφέρουν τα υπόγεια νερά και συμπεριλαμβάνει και αξίες μη-χρήσης, π.χ. εξασφάλιση καλής λειτουργίας του οικοσυστήματος. Σε αυτή τη βάση, η εγκυρότητα και αξιοπιστία της εκτιμώμενης αξίας θα πρέπει να αξιολογηθεί στη βάση ενός έργου αποκατάστασης της ποιότητας των υπόγειων νερών στο σύνολό τους, έργο που με βάση τη διεθνή εμπειρία είναι εξαιρετικά χρονοβόρο και δαπανηρό.

## **Abstract**

The thesis aims at estimating the economic damage of the pollution of the Asopos River basin aquifer by means of the Contingent Valuation Method (CVM). More specifically, the cost of the environmental damage was based on Attica households' willingness to pay a yearly contribution, in voluntary basis, to a new organization that will take measures and will remediate groundwater pollution in the next 10 years. CVM answers were collected from a sample of 400 households by telephone interviews between June – December 2010. The population of interest comprised all households of Attica basin and respondents were collected randomly.

The results indicate that there is a significant economic damage. Households are willing to pay, based on the lower bound average WTP, an annual contribution of 45 € approximately in order to support the organization. Taking into account the population of interest, the annual aggregated value is about 60 M€, which corresponds to a present value of 470 M€ (annual payments for 10 years, discounted at real interest rate of 5%).

The estimated cost of the environmental damage seems to be considerably higher than the substitution cost of the lost good (i.e. drinking water). Nevertheless, it is worth mentioning that households' WTP covers the total of the services provided by the aquifer in question, including non-use values such as the protection of the function of ecosystem services. For this reason, the validity and the reliability of the estimated value should be evaluated on the basis of the remediation of the aquifer in total, which is a costly and time-consuming task according to the experience in the field, so far.

## **Πίνακας Περιεχομένων**

<b>1. Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Εισαγωγή .....	1
1.2. Ρύπανση επιφανειακών νερών .....	2
1.2.1. Εισαγωγή .....	2
1.2.2. Ανθρωπογενείς παράγοντες.....	4
1.3. Μηχανισμοί μεταφοράς ρύπων.....	8
1.3.1. Φυσικές διαδικασίες.....	8
1.3.2. Χημικές διαδικασίες.....	9
1.3.3 Βιολογικές διαδικασίες.....	10
1.4. Ρύπανση υπογείων νερών .....	10
1.5. Αποκατάσταση ρυπασμένων υδροφόρων οριζόντων .....	11
1.5.2. Μέθοδοι και τεχνολογίες αποκατάστασης ρυπασμένων υδροφορέων .....	12
1.5.3. Εξυγίανση των υπόγειων υδάτων από εξασθενές χρώμιο Cr (VI).....	20
1.5.4. Μελέτες εξυγίανσης υπόγειων υδάτων και υδροφορέων.....	23
<b>2. Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....</b>	<b>28</b>
2.1. Εισαγωγή .....	28
2.2. Φυσικό περιβάλλον.....	28
2.2.1. Μορφολογία .....	28
2.2.2. Γεωλογικές – Υδρολιθολογικές συνθήκες .....	33
2.2.3. Τεκτονική .....	39
2.2.4. Υδροφόροι ορίζοντες .....	40
2.2.5. Κίνηση του υπόγειου νερού .....	43
2.2.6. Εδαφολογικά στοιχεία.....	45
2.2.7. Στοιχεία κοίτης - ροής Ασωπού .....	46



2.3. Κλιματολογικά στοιχεία .....	48
2.3.1. Θερμοκρασία - Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα .....	48
2.3.2. Άνεμοι .....	51
2.4. Ανθρωπογενές περιβάλλον .....	52
2.4.1. Πληθυσμιακή εξέλιξη - Δημογραφικά χαρακτηριστικά .....	53
2.4.2. Χρήσεις γης.....	56
2.4.3. Η βιομηχανία στη λεκάνη του Ασωπού .....	58
2.4.4. Η γεωργία στη λεκάνη του Ασωπού .....	71
2.4.5. Η κτηνοτροφία στη λεκάνη του Ασωπού.....	72
2.5. Υφιστάμενη ρύπανση .....	73
<b>3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ.....</b>	<b>76</b>
3.1. Εισαγωγή .....	76
3.2. Ιστορική αναδρομή .....	78
3.3. Περιβαλλοντική αποτίμηση .....	83
3.3.1. Μέθοδοι περιβαλλοντικής αποτίμησης.....	83
3.4. Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης.....	86
3.4.1. Εισαγωγή.....	86
3.4.2. Ιστορική αναδρομή .....	86
3.4.3. Μεθοδολογία.....	87
3.4.4. Επεξεργασία των δεδομένων .....	88
3.4.5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου .....	90
3.5. Αποτελέσματα συναφών ερευνών .....	92
<b>4. ΕΡΕΥΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....</b>	<b>104</b>
4.1. Εισαγωγή .....	104
4.2. Τα στάδια της έρευνας με ερωτηματολόγιο .....	106

<b>5. ΕΡΕΥΝΑ ΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΑΣ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΑΣΩΠΟΥ.....</b>	<b>118</b>
5.1. Το ερωτηματολόγιο της έρευνας .....	118
5.2. Καθορισμός πληθυσμού και δειγματοληψία .....	120
5.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων της έρευνας .....	121
5.3.1. Απαντήσεις στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου .....	121
5.3.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων των δημογραφικών ερωτήσεων .....	146
5.3.3. Έλεγχος $\chi^2$ για την ανεξαρτησία μεταξύ των κατηγορικών μεταβλητών ...	151
5.3.4. Εκτίμηση της προθυμίας πληρωμής.....	155
5.3.5. Συνολική οικονομική αξία.....	173
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>175</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....</b>	<b>177</b>

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1.1: Κυριότερες μέθοδοι και τεχνικές απορρύπανσης των υδροφόρων και του εδάφους.....	19
Πίνακας 1.2: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων των υπογείων νερών στην περιοχή Kom Hamada.....	24
Πίνακας 2.1: Ταξινόμηση του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης του Ασωπού κατά Strahler.....	32
Πίνακας 2.2: Μετεωρολογικά στοιχεία σταθμού Τανάγρας (1986-92).....	49
Πίνακας 2.3: Ετήσια συχνότητα διεύθυνσης και έντασης ανέμου στο Μ.Σ Τανάγρας .....	52
Πίνακας 2.4: Πληθυσμιακή Εξέλιξη περιόδου 1961-2001 .....	54
Πίνακας 2.5: Εκατοστιαία μεταβολή του πληθυσμού περιόδου 1961-2001.....	56
Πίνακας 2.6: Οι γεωργικές εκτάσεις ανά δήμο/κοινότητα 2005 .....	57
Πίνακας 2.7: Οι δασώδεις- ημιφυσικές εκτάσεις ανά δήμο/κοινότητα.....	57
Πίνακας 2.8: Οι τεχνητές περιοχές ανά δήμο/κοινότητα .....	57
Πίνακας 2.9: Αριθμός μονάδων ανά κλάδο.....	67
Πίνακας 3.1: Προθυμία των ερωτηθέντων να πληρώσουν για τις αστικές και αγροτικές περιοχές.....	97
Πίνακας 5.1: Εθελοντικές συνδρομές για την επίλυση του προβλήματος.....	144
Πίνακας 5.2: Ορισμοί και σχέσεις των παραμέτρων.....	156
Πίνακας 5.3: Εκτιμήσεις παραμέτρων Turnbull για το σύνολο του δείγματος.....	170
Πίνακας 5.4: Εκτίμηση παραμέτρων μοντέλου logit.....	172
Πίνακας 5.5: Μέσες τιμές των παραμέτρων του παλινδρομικού μοντέλου.....	172
Πίνακας 5.6: Ετήσια οικονομική αξία.....	173
Πίνακας 5.7: Συνολική αξία της προθυμίας πληρωμής σε όρους παρούσας αξίας.....	174

## **Κατάλογος Σχημάτων**

Σχήμα 1.1: Ανθρώπινες δραστηριότητες και οι ρύποι που παράγουν.....	4
Σχήμα 1.2: Μέθοδος Pump and Treat .....	13
Σχήμα 1.3: Αεροδιασπορά (Air sparging).....	14
Σχήμα 1.4: Βιολογική αποκατάσταση (Bioremediation) .....	15
Σχήμα 1.5: Φρεάτια παραγωγής στην Kom Hamada .....	24
Σχήμα 1.6: Το πείραμα στην Kom Hamada .....	25
Σχήμα 1.7: Αποτελέσματα από τους πρώτους 8 κύκλους .....	25
Σχήμα 2.1: Χάρτης Υδρογεωλογικών Ενοτήτων λεκάνης Ασωπού, Κλίμακα: 1:200.000.	42
Σχήμα 2.2: Πιεζομετρικές καμπύλες και ροή του υπόγειου νερού στους κοκκώδης υδροφόρους σχηματισμούς.....	44
Σχήμα 2.3: Ροή του υπόγειου νερού στους καρστικούς υδροφόρους σχηματισμούς .....	45
Σχήμα 2.4: Κατανομή μέσης θερμοκρασίας (°C).....	50
Σχήμα 2.5: Κατανομή μέσου ύψους βροχής (mm) .....	50
Σχήμα 2.6: Ορθορομβικό διάγραμμα περιόδου 1986 – 1992.....	51
Σχήμα 2.7: Πληθυσμιακή εξέλιξη της περιοχής μελέτης .....	53
Σχήμα 2.8: Εκατοστιαία μεταβολή του πληθυσμού της περιοχής ενδιαφέροντος.....	55
Σχήμα 2.9: Κατανομή των χρήσεων γης .....	58
Σχήμα 2.10: Αναλογία των αποβλήτων ανά βιομηχανικό κλάδο.....	59
Σχήμα 2.11: Εκατοστιαία μεταβολή του αριθμού μονάδων (Πηγή: Μασούρα Γ., 2008)...	68
Σχήμα 2.12 Βιομηχανική εξέλιξη δεκαετίας .....	69
Σχήμα 5.1 Πηγές ενημέρωσης για τα υπόγεια νερά .....	122
Σχήμα 5.2: Χρήση υπόγειων νερών κατά το παρελθόν.....	123
Σχήμα 5.3: Χρήσεις υπογείων νερών .....	124
Σχήμα 5.4: Χρήση υπόγειων νερών σήμερα .....	125
Σχήμα 5.5: Αρνητικές επιπτώσεις από τη ρύπανση των υπογείων νερών .....	126

Σχήμα 5.6: Χαρακτηρισμός της γεωγραφικής σημασίας του προβλήματος.....	127
Σχήμα 5.7: Σχέση με την περιοχή μελέτης.....	128
Σχήμα 5.8: Είδος σχέσης με την περιοχή μελέτης .....	128
Σχήμα 5.9: Πληροφόρηση για το πρόβλημα του Ασωπού .....	129
Σχήμα 5.10: Πηγή ενημέρωσης για το πρόβλημα του Ασωπού.....	130
Σχήμα 5.11: Πτυχές του προβλήματος της περιοχής του Ασωπού .....	131
Σχήμα 5.12: Χαρακτηρισμός μεγέθους του προβλήματος.....	132
Σχήμα 5.13: Λόγοι για τους οποίους θεωρείται η υποβάθμιση των νερών της περιοχής πρόβλημα.....	133
Σχήμα 5.14: Ενημέρωση για τις δράσεις της Πολιτείας.....	134
Σχήμα 5.15: Ικανοποίηση από τις δράσεις της Πολιτείας (μόνο για όσους είναι ενήμεροι) .....	135
Σχήμα 5.16: Συμβολή των πολιτών στην αντιμετώπιση του προβλήματος .....	136
Σχήμα 5.17: Επιπτώσεις στο οικοσύστημα .....	137
Σχήμα 5.18: Επιπτώσεις στη δημόσια υγεία .....	137
Σχήμα 5.19: Επιπτώσεις στην οικονομία της περιοχής.....	138
Σχήμα 5.20: Επιπτώσεις στο κόστος διαβίωσης των νοικοκυριών .....	139
Σχήμα 5.21: Επιπτώσεις στην ποιότητα των αγροτικών προϊόντων .....	140
Σχήμα 5.22: Επιπτώσεις στην ποιότητα των αγροτικών προϊόντων .....	141
Σχήμα 5.23: Αναγκαιότητα μέτρων προστασίας των υπόγειων νερών.....	142
Σχήμα 5.24: Καταλληλότεροι φορείς για την αντιμετώπιση του προβλήματος .....	143
Σχήμα 5.25: Λόγοι αποδοχής της χρηματικής συνεισφοράς.....	145
Σχήμα 5.26: Λόγοι μη αποδοχής της χρηματικής συνεισφοράς.....	146
Σχήμα 5.27: Ηλικιακή κατανομή.....	147
Σχήμα 5.28: Οικογενειακή κατάσταση.....	147
Σχήμα 5.29: Μέλη νοικοκυριών .....	148
Σχήμα 5.30: Μορφωτικό επίπεδο .....	149

Σχήμα 5.31: Επαγγελματική κατάσταση.....	150
Σχήμα 5.32: Εισοδηματική κλάση.....	150

### **Κατάλογος Εικόνων**

Εικόνα 1.1: Σημειακή πηγή ρύπανσης .....	3
Εικόνα 1.2: Μεταβολές των συγκεντρώσεων αζώτου στις μεγάλες λεκάνες απορροής του πλανήτη (%) και ανά περιοχή (συγκέντρωση): 1979-1990 και 1991-2005 .....	5
Εικόνα 2.1: Οι συνθήκες ροής του ποταμού κατά τους θερινούς μήνες - Αγ.Θωμάς.....	46
Εικόνα 2.2: Η κοίτη του Ασωπού ποταμού- Γέφυρα Ασωπίας.....	47
Εικόνα 2.3: Οι συνθήκες ροής κατά την ξηρή περίοδο.....	48
Εικόνα 2.4: Ποιοτική υποβάθμιση των υδάτων του Ασωπού.....	60
Εικόνα 2.5: Επιβάρυνση του ποταμού με υγρά απόβλητα .....	61
Εικόνα 2.6: Ανεξέλεγκτη διάθεση των στερεών αποβλήτων .....	61
Εικόνα 2.7: Ατμοσφαιρική ρύπανση από βιομηχανίες .....	62
Εικόνα 2.8: Απόρριψη υγρών αποβλήτων στον Ασωπό ποταμό .....	64
Εικόνα 2.9: Επιφανειακή διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων .....	65
Εικόνα 2.10: Επιφανειακή διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων .....	65
Εικόνα 2.11: Συνύπαρξη βιομηχανικών μονάδων - γεωργικής γης .....	72

# 1. Η ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

## 1.1. Εισαγωγή

Η βάση για κάθε μορφή ζωής στον πλανήτη είναι το νερό. Η μεγαλύτερη επιφάνεια της Γης (περίπου 70%) καλύπτεται από ωκεανούς, οι οποίοι ρυθμίζουν το κλίμα και είναι βιότοποι για πολλούς ζωντανούς οργανισμούς. Το 50-65% του συνολικού βάρους το ζωικών οργανισμών, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου, αποτελείται από νερό.

Από το συνολικό διαθέσιμο νερό στη Γη, το 97% βρίσκεται στους ωκεανούς, ενώ από το υπόλοιπο 3%, το 2,997% είναι παγιδευμένο σε παγόβουνα και παγετώνες ή πολύ βαθιά στο εσωτερικό της Γης. Συνεπώς μόλις το 0,003% είναι άμεσα διαθέσιμο.

Τα ποτάμια αποτελούν μόλις το 1% του διαθέσιμου νερού στον πλανήτη, όμως έχουν αποτελέσει για πολλά χρόνια την κύρια πηγή γλυκού νερού για τον άνθρωπο.

Οι κυριότερες χρήσεις των υδάτων που αφορούν τον άνθρωπο είναι οι εξής (Charpman 1996):

- Πόσιμο νερό
- Οικιακή χρήση
- Βιομηχανική χρήση
- Αρδευτική χρήση
- Υποδοχή βιομηχανικών και αστικών υγρών αποβλήτων
- Ναυσιπλοΐα
- Δραστηριότητες αναψυχής (κολύμπι, ψάρεμα κ.λπ.)
- Αισθητική αξία

Εκτός από τον άνθρωπο βέβαια, το νερό χρησιμοποιείται και για διάφορες φυσικές διεργασίες του οικοσυστήματος, όπως:

- Ανάπτυξη της χλωρίδας και της πανίδας
- Βιότοπος ανάπτυξης υδρόβιων οργανισμών
- Ροή των θρεπτικών συστατικών
- Μετακίνηση οργανισμών και μικροοργανισμών
- Ρύθμιση της θερμοκρασίας στην βίοςφαιρα
- Ομαλή ροή στους κύκλους του αζώτου (N) και του άνθρακα (C)

## **1.2. Ρύπανση επιφανειακών νερών**

### **1.2.1. Εισαγωγή**

«Ρύπανση υδάτων ονομάζεται οποιαδήποτε μεταβολή των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων του νερού (θαλασσών, ποταμών, λιμνών), λόγω της παρουσίας σε αυτό ουσιών σε ποσότητα που υπερβαίνει τα φυσιολογικά όρια.». Με βάση την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/EK και τα καθοδηγητικά κείμενα που τη συνοδεύουν, η ρύπανση είναι το αποτέλεσμα μιας κινητήριας (ρυπαίνουσας) δραστηριότητας η οποία λειτουργεί ως πηγή ρύπων, δημιουργεί περιβαλλοντική πίεση στο νερό και εν τέλει δημιουργεί περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Η ποιότητα των επιφανειακών νερών επηρεάζεται εκτός από ανθρωπογενείς παράγοντες, και από φυσικούς.

Στους τελευταίους συγκαταλέγονται οι εξής:

- Χημική αποσάθρωση επιφανειακών πετρωμάτων και σχηματισμών
- Ατμοσφαιρικές αποθέσεις φυσικής προέλευσης
- Αποστράγγιση οργανικών εδαφών
- Υδρολογικό καθεστώς



Στους ανθρωπογενείς παράγοντες, οι οποίοι σχετίζονται με την επέμβαση του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον, συγκαταλέγονται οι εξής:

- Εκπομπή σκόνης και μικροσωματιδίων
- Υδρομορφολογικές επεμβάσεις
- Διάθεση στερεών αποβλήτων
- Διάθεση υγρών αποβλήτων

Οι πηγές ρύπανσης των επιφανειακών υδάτων γενικά, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Σημειακές πηγές ρύπανσης – αυτές που εκπέμπουν ρύπους σε συγκεκριμένα σημεία (άκρα αγωγών, τάφρων, αποχετευτικών δικτύων που καταλήγουν σε υδάτινους αποδέκτες κ.α.). Παραδείγματα τέτοιων πηγών είναι οι βιομηχανικές μονάδες, τα ορυχεία και οι πετρελαιοπηγές.



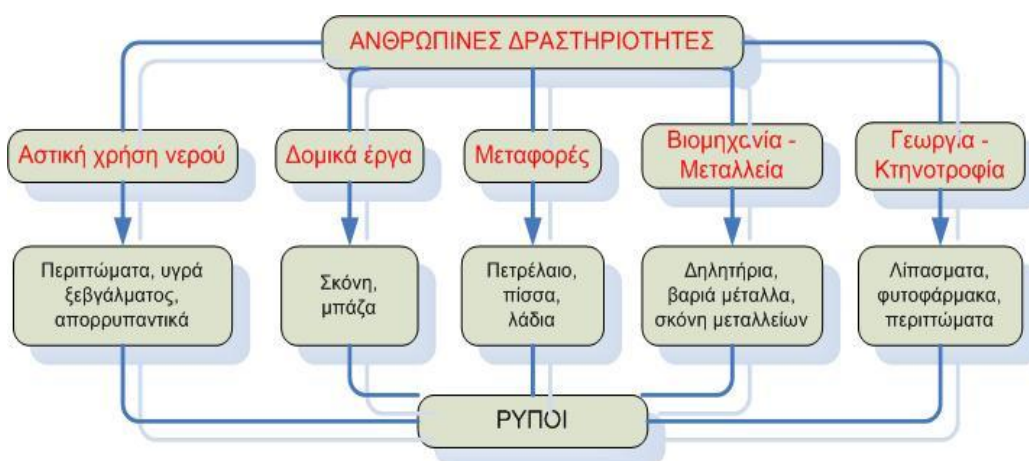
Εικόνα 1.1: Σημειακή πηγή ρύπανσης

- Μη σημειακές πηγές ρύπανσης – αυτές που δε μπορούν να εντοπιστούν σε κανένα ειδικό σημείο απορροής (μεγάλες περιοχές που ρυπαίνουν το νερό με επιφανειακή απορροή ή υπόγεια ροή). Τέτοιες είναι η απορροή θρεπτικών στα επιφανειακά ή υπόγεια νερά από αρδευόμενες γεωργικές εκτάσεις, καθώς και η ρύπανση από υλοτομημένα δάση, απόβλητα ελεύθερης κτηνοτροφίας κ.α.

Στις παραγράφους που ακολουθούν, αναλύονται οι επιπτώσεις από τους ανθρωπογενείς παράγοντες στα υδατικά περιβάλλοντα, καθώς αυτοί είναι που μας απασχολούν περισσότερο στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

## 1.2.2. Ανθρωπογενείς παράγοντες

Η ανθρωπογενής δραστηριότητα είναι αυτή που προκαλεί κυρίως τη ρύπανση των υδάτων καθώς, εκτός από τους ρύπους που παράγονται και καταλήγουν συχνά στο υδατικό περιβάλλον, επιταχύνει και τις φυσικές διαδικασίες του νερού οδηγώντας σε αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητά του. Στο Σχήμα 1.1 φαίνονται οι ρύποι που παράγονται από τις διάφορες ανθρωπογενείς δραστηριότητες και καταλήγουν σε υδάτινους αποδέκτες.



Σχήμα 1.1: Ανθρώπινες δραστηριότητες και οι ρύποι που παράγουν

Γίνεται λοιπόν φανερό, ότι σχεδόν κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα στη σύγχρονη εποχή, έχει αρνητικές επιπτώσεις στην ποιότητα των υδάτινων πόρων. Η αγροτική δραστηριότητα εξαιτίας των φυτοφαρμάκων, η βιομηχανική δραστηριότητα μέσω των αέριων ρύπων που παγιδεύονται από τα σύννεφα και καταλήγουν σε όξινη βροχή αλλά και μέσω των υγρών και στερεών αποβλήτων τα οποία απορρίπτονται ανεξέλεγκτα, ακόμα και τα αστικά λύματα, όλα ρυπαίνουν τα επιφανειακά αλλά και τα υπόγεια νερά.

### Διάθεση υγρών αποβλήτων

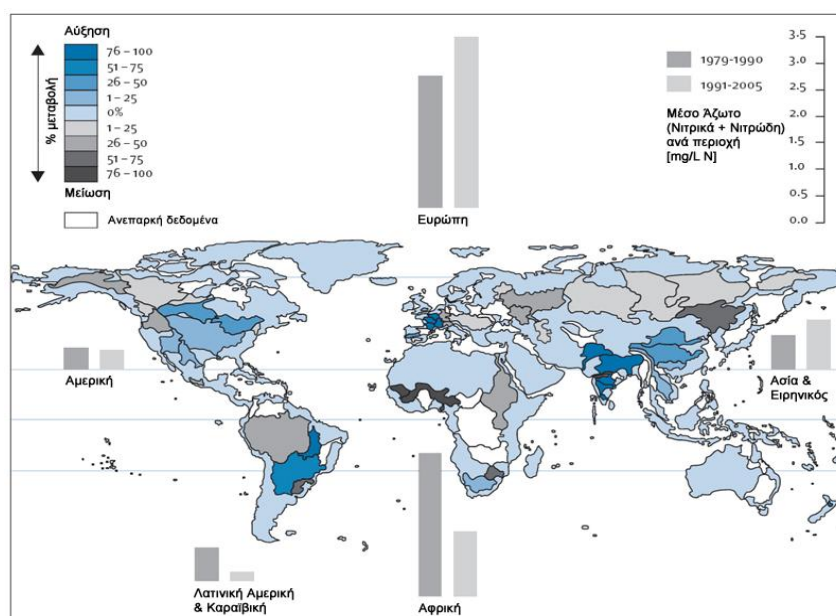
Η ανεξέλεγκτη διάθεση υγρών αποβλήτων εγκυμονεί σημαντικούς κινδύνους για τη δημόσια υγεία και για το φυσικό περιβάλλον. Συχνά οι κρίσιμες περιοχές εντοπίζονται είτε κοντά ή μέσα σε αστικές περιοχές είτε σε ευαίσθητα υδατικά σώματα.

Τα κυριότερα προβλήματα που προκαλεί η διάθεση υγρών αποβλήτων παρουσιάζονται ακολούθως.

- *Μόλυνση από βιολογικά λύματα* – εμφανίζεται στις αναπτυσσόμενες χώρες και κυρίως σε αυτές που ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού ξεπερνά τη δυνατότητα

ανάπτυξης τεχνολογίας και υποδομών διαχείρισης των αποβλήτων (Meybeck et al, 1989).

- *Αλλαγή φυσικών ιδιοτήτων* όπως είναι η θερμοκρασία, η θολερότητα και το διαλελυμένο οξυγόνο
- *Ρύπανση από απόβλητα υψηλής περιεκτικότητας σε οργανικές ουσίες* – έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση της συγκέντρωσης του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο (DO) και παράλληλα την έκλυση αμμωνίας κατόπιν του σημείου έκχυσης των αποβλήτων. Η διεργασία αυτή ονομάζεται αποξυγόνωση (deoxygenation). Παράλληλα με τη διεργασία αυτή λαμβάνει χώρα και αναπλήρωση του DO των υδάτων. Η διεργασία αυτή ονομάζεται επαναερισμός (re-aeration) και επηρεάζεται από παράγοντες όπως η θερμοκρασία των υδάτων, η ταχύτητα και το βάθος ροής, οι στροβιλισμοί του νερού και το αρχικό έλλειμμα σε οξυγόνο.
- *Ευτροφισμός* – προκαλείται εξαιτίας της υπερσυσσώρευσης θρεπτικών συστατικών στα φυσικά ύδατα (λίμνες, ποτάμια). Είναι μια φυσική διαδικασία η οποία επιταχύνεται από την ανθρώπινη παρέμβαση. Ο ευτροφισμός σε ρέοντα ύδατα (ποτάμια) ξεκίνησε τη δεκαετία του 70' στις ανεπτυγμένες χώρες, ως συνέπεια των αυξημένων εισροών φωσφορικών και νιτρικών. Στα μικρά ποτάμια ο ευτροφισμός οδηγεί στην ανάπτυξη μακρόφυτων, ενώ στα μεγάλα αναπτύσσεται φυτοπλαγκτόν και τα επίπεδα της χλωροφύλλης μπορούν να φτάσουν πάνω από 200 mg/m<sup>3</sup>.



Εικόνα 1.2: Μεταβολές των συγκεντρώσεων αζώτου στις μεγάλες λεκάνες απορροής του πλανήτη (%) και ανά περιοχή (συγκέντρωση): 1979-1990 και 1991-2005 (Πηγή: UNEP 2006)

- *Αλάτωση* – οφείλεται στα βιομηχανικά απόβλητα, στα απόβλητα ορυχείων, στις συνθήκες εξατμισο-διαπνοής και εξάτμισης στη λεκάνη απορροής.
- *Οξίνιση* – στα ποτάμια οφείλεται κυρίως στην άμεση εισροή όξινων απορροών (π.χ. από μεταλλεία) και στην έμμεση εισροή μέσω όξινων ατμοσφαιρικών αποθέσεων (εκπομπές αυτοκινήτων, καύση πετρελαίου).
- *Ανόργανοι τοξικοί ρυπαντές* – κυριότερα θεωρούνται τα βαρέα μέταλλα. Προέρχονται από βιομηχανικά απόβλητα, απόβλητα μεταλλείων και ορυχείων, επιφανειακή απορροή από αστικές περιοχές, στράγγιση αγροτικών εκτάσεων και ατμοσφαιρικών αποθέσεων. Στα επιφανειακά νερά, υπό κατάλληλες συνθήκες pH, τα αιωρούμενα σωματίδια είναι αυτά που προσροφούν το μεγαλύτερο ποσοστό βαρέων μετάλλων.
- *Οργανικοί μικρορυπαντές (συνθετικά υλικά, οργανικοί διαλύτες, φυτοφάρμακα)* – παρουσιάζουν υπολειμματική δράση στα εδάφη και τα νερά και είναι σύνηθες να βιοσυσσωρεύονται στους υδρόβιους οργανισμούς.

#### Διάθεση στερεών αποβλήτων

Σήμερα, στις χώρες της Ε.Ε. τα περισσότερα στερεά απόβλητα διατίθενται σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ), συνεπώς αυτά δεν καταλήγουν σε υδάτινους αποδέκτες. Όμως, τα στραγγίσματα που δημιουργούνται, μετά από επεξεργασία είναι πιθανό να καταλήξουν σε κάποιο ποτάμι ως υγρά απόβλητα.

Παράλληλα, σε κάποιες χώρες όπως και στην Ελλάδα, συνεχίζεται η παράνομη και ανεξέλεγκτη διάθεση στερεών αποβλήτων σε κοίτες ποταμών και έτσι οι υδάτινοι αποδέκτες ρυπαίνονται από διάφορα υλικά (ξύλο, πλαστικό, μέταλλα, οργανικά στερεά). Αν τα υλικά είναι ευδιάλυτα, συμπεριφέρονται και έχουν τις ίδιες επιπτώσεις όπως τα υγρά απόβλητα. Αν τα υλικά είναι δυσδιάλυτα παρουσιάζονται οι ακόλουθες αρνητικές επιπτώσεις:

- Κίνδυνος για κάποια είδη ζώων από την διασπορά μικροσωματιδίων τοξικών ουσιών (π.χ. πλαστικό)
- Εμφράξεις στον πυθμένα των ποταμών, συνοδευόμενες από καταστροφή της βενθικής χλωρίδας και πανίδας

- Χαμηλό διαλελυμένο οξυγόνο
- Υψηλή περιεκτικότητα αιωρούμενων στερεών.

#### Υδρομορφολογικές επεμβάσεις

Ως τέτοιες αναφέρονται οι παρεμβάσεις του ανθρώπου στις κοίτες και στις συνθήκες ροής του νερού σε ποτάμια και λίμνες. Πιο συγκεκριμένα τέτοιες παρεμβάσεις είναι η διευθέτηση, η επένδυση, η διακοπή συνέχειας και η εκβάθυνση της κοίτης, η εκτροπή ενός ποταμού, η αποστράγγιση μιας λίμνης, η επίχωση της όχθης καθώς και η λήψη υλικών από τα ποτάμια και τις λίμνες. Οι επιπτώσεις που προκαλούν όλες αυτές οι παρεμβάσεις είναι οι ακόλουθες:

- Αύξηση της ταχύτητας ροής του ποταμού
- Αύξηση της διαβρωτικής δράσης του νερού
- Αύξηση της περιεκτικότητας στερεών σε λίμνες και ποτάμια
- Αυξομείωση της τύρβης κατά θέσεις
- Αλλοίωση των οικοσυστημικών διεργασιών εντός του ποταμού ή της λίμνης
- Αλλαγή της πορείας της κοίτης
- Αλλαγή της στερεομεταφοράς
- Αλλαγή της μορφή του δέλτα του ποταμού
- Αλλαγή στη ροή θρεπτικών προς το δέλτα του ποταμού

#### Ατμοσφαιρικές εκπομπές σκόνης και μικροσωματιδίων

Οι εκπομπές αυτές προέρχονται από την καύση ορυκτών καυσίμων, την ανεξέλεγκτη διάθεση στερεών αποβλήτων, την καμίνευση για παραγωγή μετάλλων και από την αλλαγή στη χρήση της γης. Εκτός από τα εδάφη, επικάθονται και στις υδάτινες επιφάνειες, με αποτέλεσμα να εμπλουτίζουν τα επιφανειακά νερά ανάλογα με τις ποσότητες που παρασύρονται.

### 1.3. Μηχανισμοί μεταφοράς ρύπων

Οι ρύποι διακρίνονται ανάλογα με το αν μένουν αναλλοίωτοι όταν εισέρχονται σε ένα υδάτινο περιβάλλον ή αν η μορφή ή η σύστασή τους υφίσταται ή όχι αλλαγές, οπότε κατατάσσονται αντίστοιχα σε *μη συντηρητικούς* ή *ενεργούς* και *συντηρητικούς* ρύπους, αντίστοιχα.

Μια σειρά διαδικασιών που διακρίνονται σε φυσικές, χημικές και βιολογικές, καθορίζουν τη μεταφορά των ρύπων μέσα στα υδατορεύματα. (Singh 1995).

#### 1.3.1. Φυσικές διαδικασίες

Οι κυριότερες φυσικές διαδικασίες που καθορίζουν τη μεταφορά των ρύπων είναι η γεωμετρία του χώρου ροής, η κλίση της κοίτης, η τραχύτητα του πυθμένα, η παροχή και τα χαρακτηριστικά διασποράς των διάφορων ρύπων. Οι διαδικασίες αυτές περιλαμβάνουν του παρακάτω μηχανισμούς:

- *Μαζική ροή* – η διαλυτή ουσία μεταφέρεται λόγω της κίνησης του διαλύτη
- *Διάχυση* – οφείλεται στη μοριακή κίνηση από περιοχές υψηλής συγκέντρωσης σε περιοχές χαμηλής συγκέντρωσης
- *Υδροδυναμική διασπορά* – οφείλεται στην ετερογένεια των ταχυτήτων του νερού κατά μήκος της διεύθυνσης ροής (διαμήκης διασπορά) αλλά και στο κάθετο επίπεδο στη διεύθυνση ροής (εγκάρσια διασπορά).

Αξίζει να αναφερθεί και η παροδική εναποθήκευση, η οποία είναι σημαντική κυρίως στα μικρά ποτάμια. Η διαδικασία αυτή συμβαίνει όταν οι διαλυτές ουσίες συγκρατούνται για λίγο σε μικρούς στροβίλους και ζώνες στασιμότητας του νερού. Αυτό σε συνδυασμό με το ποσοστό που κινείται δια μέσου του πορώδους του πυθμένα παρατείνει το χρόνο μεταφοράς των διαλυτών ουσιών.

Μια εξίσωση βασισμένη στην αρχή διατήρησης της μάζας, μπορεί να περιγράψει τη συνδυασμένη επίδραση των παραπάνω μηχανισμών στη μεταφορά των διαλυτών ουσιών:

$$\text{Συσώρευση μάζας} = \text{Εισερχόμενη μάζα} - \text{Εξερχόμενη μάζα}$$

Η εξίσωση αυτή εφαρμόζεται για υπολογιστικούς λόγους με τις εξής παραδοχές (Fisher et al, 1979):

- ✓ Πλήρης ανάμειξη της διαλυμένης ουσίας με το διαλύτη σε όλη την έκταση της διατομής του ποταμού
- ✓ Σταθερή, μονοδιάστατη ροή κατά μήκος του ποταμού
- ✓ Σταθερή ταχύτητα

### 1.3.2. Χημικές διαδικασίες

Οι αλληλεπιδράσεις που υφίστανται οι διαλυτές ουσίες μετά την εισροή τους σε ένα υδάτινο σώμα, διακρίνονται γενικά στις εξής δύο κατηγορίες:

1. Ομογενείς αντιδράσεις (μεταξύ ουσιών που βρίσκονται στην ίδια φάση)
2. Ετερογενείς αντιδράσεις (μεταξύ ουσιών που βρίσκονται σε διαφορετικές φάσεις)

Οι κύριες χημικές διαδικασίες που συμβαίνουν από τη στιγμή εισόδου ανόργανης διαλυτής ουσίας σε ένα υδάτινο σώμα αναφέρονται ακολούθως.

- *Προσρόφηση – Εκρόφηση*: Προσρόφηση ή απλά ρόφηση είναι η διαδικασία που συμβαίνει όταν μια αέρια ή μια υγρή διαλυτή ουσία συσσωρεύεται στην επιφάνεια ενός στερεού (προσροφητικό μέσο), διαμορφώνοντας μια ταινία των μορίων ή των ατόμων (προσροφημένη ουσία). Διαφέρει από την απορρόφηση, κατά την οποία μια ουσία διασκορπίζεται σε ένα στερεό. Ο όρος προσρόφηση καλύπτει και τις δύο διαδικασίες, ενώ εκρόφηση είναι μόνο η αντίστροφη διαδικασία και συνήθως είναι μη αναστρέψιμη.
- *Κατακρήμνιση – Διάλυση*: Είναι διεργασίες που εξαρτώνται από τη σχετική αναλογία μεταξύ των ουσιών στη διαλυτή και στερεά φάση. Όταν το διάλυμα (υδάτινο σώμα) έχει υπερκορεστεί από τις διαδικασίες διάβρωσης και διαλυτοποίησης που έχουν υποστεί οι γεωλογικοί σχηματισμού του υποβάθρου, λαμβάνει χώρα η κατακρήμνιση ενώ, στην αντίθετη περίπτωση λαμβάνει χώρα η διάλυση.

### 1.3.3 Βιολογικές διαδικασίες

Αντίθετα με τις χημικές διαδικασίες που ελέγχουν την τύχη των ανόργανων ουσιών σε ένα υδατόρευμα, οι βιολογικές διαδικασίες καθορίζουν τη μεταφορά των οργανικών ουσιών. Μέσα στο ποτάμι, τα ετερότροφα αερόβια βακτήρια επιδρούν στους οργανικούς ρυπαντές και τους χρησιμοποιούν σαν υπόστρωμα για την ανάπτυξή τους.

Έτσι η οργανική ουσία υφίσταται βιολογική αποδόμηση με ρυθμό που είναι ανάλογος της ποσότητάς της και εξαρτάται από:

- τη φύση της διαλελυμένης ουσίας
- τα χαρακτηριστικά του διαλύτη
- τον τύπο και το πλήθος των μικροοργανισμών που βρίσκονται στο νερό

### 1.4. Ρύπανση υπογείων νερών

Τα υπόγεια νερά είναι πολύ ευαίσθητα στη ρύπανση και έχουν περιορισμένη ικανότητα αυτοκαθαρισμού. Η κατάληξη αστικών λυμάτων, ξεπλυμάτων εδάφους από εντατική χρήση χημικών λιπασμάτων, αλλά και κτηνοτροφικών αποβλήτων στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα έχει ως κύριο αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών αλάτων. Εξαιτίας αυτής της ρύπανσης, τα υπόγεια νερά γίνονται επικίνδυνα για τον άνθρωπο και τους ζωικούς οργανισμούς.

Η ρύπανση του εδάφους με τοξικές ουσίες ή βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων ή άλλων τοξικών ουσιών στα υπόγεια νερά.

Μια άλλη μορφή επιβάρυνσης των επιφανειακών και των υπόγειων νερών είναι η μόλυνσή τους, δηλαδή η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στα νερά. Αυτή οφείλεται κατά κανόνα σε αστικά ή κτηνοτροφικά λύματα. Η ανίχνευση των παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό μπορεί να γίνει και έμμεσα, μέσω της μέτρησης, για παράδειγμα, των βακτηριδίων *E.coli*, τα οποία όταν βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες αποτελούν ένδειξη της πιθανής μόλυνσης των νερών από διαρροές βόθρων.



Τέλος, η εντατική άντληση των υπόγειων νερών με ρυθμό, που δεν επιτρέπει την ανανέωση τους, προκαλεί την εισβολή αλμυρού νερού από τη θάλασσα στους υδροφορείς. Όταν η στάθμη του υπόγειου νερού υποχωρήσει κάτω από την στάθμη που εξασφαλίζει την απόθεση του θαλάσσιου νερού με το οποίο συνδέεται, τότε αντί να έχουμε ροή από τον υπόγειο υδροφορέα στη θάλασσα, έχουμε αντιστροφή του φαινομένου και νερό από την θάλασσα εισέρχεται στο υπόγειο νερό.

Η ρύπανση του υπόγειου νερού είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και υποχρεωτικά συνυπάρχει με τη ρύπανση του εδάφους και αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες απειλές στον πλανήτη καθώς τα αποθέματα γλυκού νερού περιορίζονται δραστικά από τις ολοένα μεγαλύτερες πιέσεις που προέρχονται από τον υπερπληθυσμό και την κλιματική αλλαγή. Σήμερα περισσότερο από το μισό του παγκόσμιου ανθρώπινου πληθυσμού εξαρτάται άμεσα από τα υπόγεια αποθέματα για πόσιμο νερό.

Τα υπόγεια νερά παίζουν πια κρίσιμο ρόλο και στην πρωτογενή παραγωγή (γεωργία και κτηνοτροφία), όπου παρατηρείται ότι αυξάνεται διαρκώς το ποσοστό χρήσης των υπόγειων νερών σε βάρος των επιφανειακών. Αυτό συμβαίνει σε επίπεδα υπεράντλησης, όπου δηλαδή η ετήσια χρήση υπερβαίνει την μέση ετήσια ανατροφοδότηση των υπόγειων υδροφορέων (ρυθμιστικά αποθέματα) με αποτέλεσμα τη σταδιακή υποχώρηση της στάθμης του υδροφόρου ορίζοντα και την εξάντληση των μονίμων αποθεμάτων.

Η ανθρωπογενής ρύπανση αφορά και την ουσιαστικά ανεξέλεγκτη στην Ελλάδα εδαφική διάθεση αστικών, βιομηχανικών (συμπεριλαμβανομένης και της παραγωγής ενέργειας), μεταλλευτικών και άλλων ειδικών αποβλήτων. Επιπρόσθετα αφορά περιπτώσεις ρύπανσης από πετρελαιοειδή, πυρκαγιές σε ανεξέλεγκτες χωματερές, αλλά και από παθογόνους μικροοργανισμούς.

## **1.5. Αποκατάσταση ρυπασμένων υδροφόρων οριζόντων**

Η εξυγίανση και αποκατάσταση ενός ρυπασμένου υδροφορέα είναι μια διαδικασία εξαιρετικά πολύπλοκη. Πολλές μέθοδοι έχουν σχεδιαστεί και χρησιμοποιούνται για την εξυγίανση από πολλούς τύπους ρύπων σε πολλούς τύπους υδροφορέων, διότι κάθε περίπτωση πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά και να σχεδιάζεται ο καλύτερος δυνατός τρόπος

δράσης. Όλες οι μέθοδοι είναι αρκετά δαπανηρές και αυτός είναι ένας από τους κυριότερους λόγους που στη χώρα μας σπάνια ξεκινάει μια τέτοια προσπάθεια.

Η επιλογή μεθόδου για την αποκατάσταση/ εξυγίανση ενός υδροφορέα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες:

- Υδρογεωλογικές συνθήκες
- Χαρακτηριστικά των ρυπαντών
- Φυσικές ιδιότητες (κατακάθεται ή επιπλέει)
- Χημικές ιδιότητες (διαλυτότητα, ρόφηση)
- Πρόσβαση στο υπέδαφος, χρήση γης
- Κίνδυνος τοξικότητας
- Κόστος

Η αποκατάσταση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων σε αποδεκτά πρότυπα ποιότητας είναι μια διαδικασία η οποία περιλαμβάνει, στις περισσότερες περιπτώσεις, την εφαρμογή διαφόρων μεθόδων σε συνδυασμό για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης της συνολικής διαδικασίας επεξεργασίας. Η αποκατάσταση των υπόγειων υδάτων μπορεί να επιτευχθεί κυρίως με τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις:

1. Απομάκρυνση των υπόγειων υδάτων, που συνήθως ακολουθείται από περαιτέρω επεξεργασία καθαρισμού τους
2. Επιτόπια επεξεργασία καθαρισμού
3. Καθαρισμό του νερού σε μια περιορισμένη περιοχή γύρω από το φρεάτιο άντλησης.

Στις παραγράφους που ακολουθούν παρουσιάζονται οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται συνήθως για την αποκατάσταση ρυπασμένων υδάτων.

### **1.5.2. Μέθοδοι και τεχνολογίες αποκατάστασης ρυπασμένων υδροφορέων**

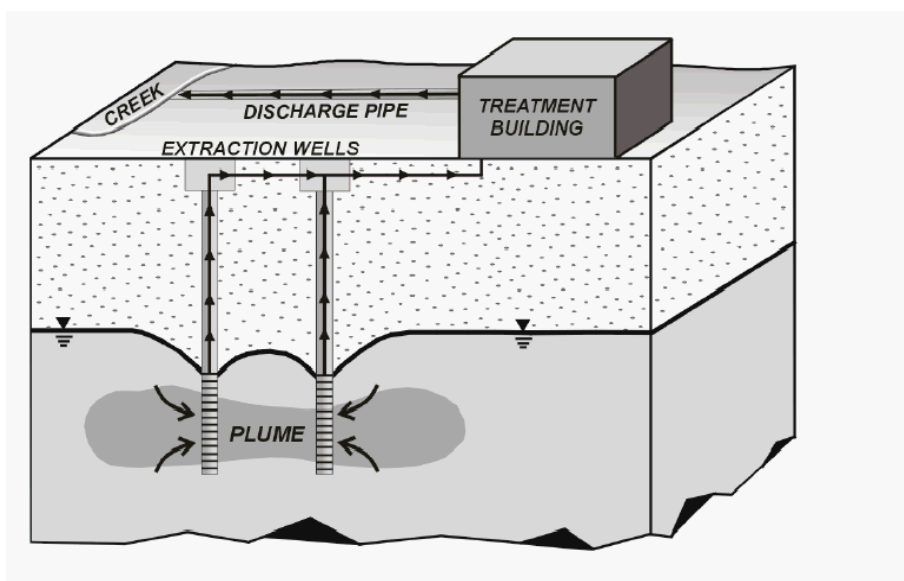
*Μέθοδος άντλησης και απορρύπανσης διαλυμένων ρυπαντών (pump and treat)*

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου στην περίπτωση διαλυμένων ρυπαντών που αναμειγνύονται με το υπόγειο νερό, γίνεται άντληση του υπόγειου νερού με σύστημα γεωτρήσεων και στη συνέχεια οδηγείται σε μονάδα επεξεργασίας. Μετά την επεξεργασία είναι δυνατή η επανατοποθέτηση του επεξεργασμένου νερού στον υδροφόρο ορίζοντα ή η διάθεση στο έδαφος ή η διοχέτευσή του σε γειτονικό υδατόρευμα.

Η βέλτιστη απόσταση των γεωτρήσεων απορρύπανσης είναι συνάρτηση

- της ταχύτητας ροής του υπόγειου νερού
- του πάχους του υδροφορέα
- της μεταβιβαστικότητας (ή μεταφορικότητας) του υδροφορέα
- του συνολικού αριθμού γεωτρήσεων
- της παροχής άντλησης καθεμιάς εξ' αυτών.

Ο συνδυασμός γεωτρήσεων άντλησης-εισπίεσης (εμπλουτισμού) δίνει καλύτερα αποτελέσματα, ιδιαίτερα όταν διατάσσονται κατάλληλα. Η πλέον αποτελεσματική διάταξη είναι αυτή στην οποία υπάρχουν δύο γεωτρήσεις άντλησης και μία γεώτρηση εισπίεσης στο μέσο των δύο πρώτων, όλες σε ευθεία γραμμή (κεντροαξονική διάταξη). Η επεξεργασία του αντλούμενου ρυπασμένου νερού μπορεί να γίνει με προσρόφηση σε φίλτρο ενεργού άνθρακα.



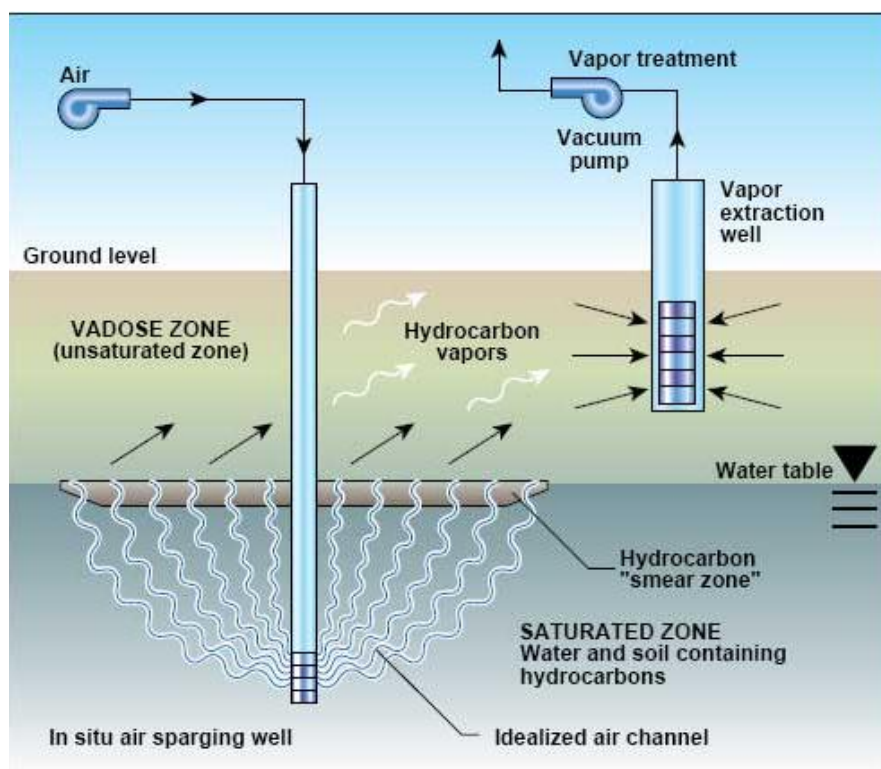
Σχήμα 1.1: Μέθοδος Pump and Treat

Η μέθοδος έχει διάφορους περιορισμούς.

- Η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από τη γεωλογία του υδροφόρου στρώματος και τον τύπο του ρυπαντή.
- Είναι αργή, αφού μπορεί να διαρκέσει από δεκαετίες μέχρι αιώνες για να απομακρυνθεί το ρυπασμένο νερό και συχνά αποτυγχάνει να το αφαιρέσει όλο.
- Είναι πολύ δαπανηρή.
- Δεν λειτουργεί πάντα. Μερικοί ρυπαντές απορροφώνται από το χώμα και τα πετρώματα και δεν μπορούν εύκολα να απομακρυνθούν.

#### Αεροδιασπορά (Air sparging)

Κατά την αεροδιασπορά ο ρυπαντής εξαερώνεται μετά από διαβίβαση αέρα από αεροσυμπιεστή. Η διαβίβαση αέρα γίνεται μέσα από κατακόρυφο σωλήνα στην κορεσμένη και ακόρεστη ζώνη. Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι η ταυτόχρονη απορρύπανση κορεσμένης και ακόρεστης ζώνης.

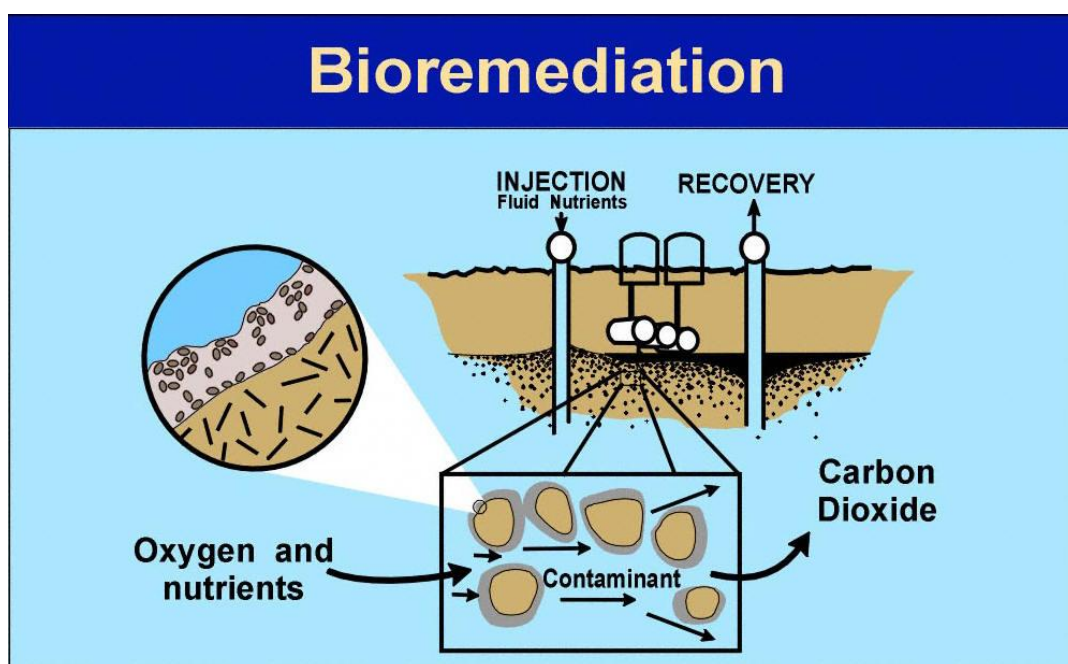


Σχήμα 1.2: Αεροδιασπορά (Air sparging)

Όταν χρησιμοποιείται κατάλληλα, η αεροδιασπορά είναι πολύ αποτελεσματική στη μείωση της συγκέντρωσης των πτητικών οργανικών ενώσεων που υπάρχουν στα πετρελαιοειδή. Είναι γενικά καταλληλότερη για τα ελαφρύτερα πετρελαιοειδή (βενζόλιο, αιθυλοβενζόλιο, τολουόλιο) επειδή μεταφέρονται πολύ εύκολα από την διαλυμένη στην αέρια φάση. Αντίθετα, δεν είναι τόσο κατάλληλη για το πετρέλαιο που χρησιμοποιείται σαν καύσιμο και την κηροζίνη.

#### Βιολογική αποκατάσταση (Bio-remediation)

Ανήκει στις μη συμβατικές (εναλλακτικές) τεχνικές επεξεργασίας που εφαρμόζονται επιτόπου και στηρίζεται στην αποδόμηση των οργανικών ουσιών με τη δράση μικροοργανισμών (βακτήρια, μύκητες). Βασικό κριτήριο για την εφαρμογή της μεθόδου αποτελεί η επιδεκτικότητα του ρυπαντή στη βιοδιάσπαση από τους μικροοργανισμούς που ενδημούν ή εισάγονται στη θέση της ρύπανσης.



Σχήμα 1.3: Βιολογική αποκατάσταση (Bioremediation)

Οι μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν ως καταλύτες κατάλληλα ένζυμα, που παράγουν οι ίδιοι. Η δράση των μικροοργανισμών εξαρτάται από το είδος και την πυκνότητα της μικροβιακής κοινότητας, καθώς και τις συνθήκες που ευνοούν ή αναστέλλουν την ανάπτυξή τους (τοξικότητα, pH, θερμοκρασία κ.ά). Η βιοαποκατάσταση εφαρμόζεται

σήμερα στην απορρύπανση των υδρογονανθράκων, αν και οι μικροοργανισμοί μπορούν να διασπάσουν όλους τους οργανικούς ρυπαντές. Το τελικό προϊόν είναι ανόργανες ουσίες (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, νιτρικά και θειικά άλατα). Για να γίνει αερόβια αποσύνθεση διαβιβάζεται αέρας, μέσω βαθιών γεωτρήσεων. Η μέθοδος έχει μικρό κόστος και για να είναι πιο αποτελεσματική χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους απορρύπανσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις απαιτείται η τεχνητή δημιουργία συνθηκών που θα εξασφαλίσουν τα απαραίτητα υλικά για τροφή και παροχή ενέργειας στους μικροοργανισμούς (μηχανική βιοαποκατάσταση-engineered bioremediation). Αν η βιοαποκατάσταση γίνεται χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου ονομάζεται ειδική βιοαποκατάσταση-intrinsic bioremediation). Η μηχανική είναι ταχύτερη από την ειδική.

Μειονέκτημα της μεθόδου είναι η πιθανή απόφραξη (clogging) των γεωτρήσεων από τη συγκέντρωση των μικροοργανισμών σε μια θέση. Για την αντιμετώπιση της απόφραξης χρησιμοποιούνται πρωτόζωα, τα οποία καταστρέφουν τα βακτήρια ή γίνεται χρήση υπεροξειδίου του υδρογόνου αντί οξυγόνου.

#### *Άντληση επιπλέοντων ρυπαντών*

Η απορρύπανση από επιπλέοντες ρυπαντές γίνεται με το σύστημα της διπλής άντλησης του επιπλέοντος ρυπαντή (dual pump free product recovery).

Αρχικά γίνεται άντληση υπόγειου νερού, οπότε διαμορφώνεται ένας κώνος κατάπτωσης. Ο ρυπαντής λόγω υδραυλικής κλίσης κινείται προς τη γεώτρηση, απ' όπου γίνεται άντλησή του με δεύτερη αντλία. Η πτώση της στάθμης πρέπει να γίνεται με τρόπο ώστε να μην ρυπανθεί ο υδροφορέας σε όλο το πάχος του.

#### *Αφαίρεση βαρέων μετάλλων με εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος*

Τα βαρέα μέταλλα απομακρύνονται κυρίως με την προσρόφιση των ιόντων τους στην επιφάνεια των αργιλικών ορυκτών (φυσική απορρύπανση). Επιπλέον για την αφαίρεση βαρέων μετάλλων εφαρμόζεται τάση μέσω ηλεκτροδίων και τα ιόντα των μετάλλων οδεύουν και συλλέγονται στην άνοδο.

### *Φυτοθεραπεία*

Ορισμένα φυτά συσσωρεύουν βαρέα μέταλλα και μεταλλικά στοιχεία, όπως, το αρσενικό, ο μόλυβδος, το ουράνιο, το σελήνιο, το κάδμιο, καθώς και άλλες τοξίνες, όπως θρεπτικές ουσίες, υδρογονάνθρακες, και χλωριωμένους υδρογονάνθρακες. Η Κινέζικη φτέρη *Vittata Pteris*, επίσης γνωστή ως η φτέρη "φρένο", είναι ένας πολύ αποτελεσματικός συσσωρευτής του αρσενικού. Τα γενετικά τροποποιημένα δένδρα *Cottonwood* απορροφούν τον υδράργυρο από το μολυσμένο έδαφος στο Danbury του Connecticut. Διαγονιδιακά φυτά της Ινδικής Μουστάρδας απορροφούν τις υψηλές αποθέσεις σεληνίου στην Καλιφόρνια. Η εξυγίανση συνίσταται στην καλλιέργεια τέτοιων φυτών μέχρις ότου οι ρίζες τους να φτάσουν τα υπόγεια ύδατα. Στη συνέχεια, τα φυτά που θερίζονται και απορρίπτονται. Η μέθοδος αυτή περιορίζεται στην εξυγίανση των υπόγειων υδάτων που είναι αρκετά κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και μπορεί να επιτευχθεί από τις ρίζες των φυτών.

### *Φυσική εξασθένιση της ρύπανσης*

Μερικές φορές φυσικές διεργασίες αφαιρούν τους ρυπαντές χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση. Η αφαίρεση των ρυπαντών μπορεί να περιλαμβάνει την αραίωση, την ραδιενεργό διάσπαση, την ρόφηση (προσκόλληση των ρυπαντών σε γεωλογικά υλικά από φυσική ή χημική έλξη), πτητικοποίηση, φυσικές κι χημικές αντιδράσεις που σταθεροποιούν, καταστρέφουν, ή μετατρέπουν τους ρυπαντές.

### Μέθοδοι για τον περιορισμό της επέκτασης της ρύπανσης

- *Μέθοδοι εγκιβωτισμού (διαφράγματα)* - τα διαφράγματα κατασκευάζονται από υλικά στεγανοποίησης (μπετονίτη, τσιμέντο), από σιδερένιους πασσάλους ή από γεωμεμβράνες. Τα διαφράγματα μπορεί να τοποθετηθούν υπόγεια ή και επιφανειακά για να εμποδίσουν τη διήθηση της βροχής. Αρχικά είναι απαραίτητη η οριοθέτηση της ρυπασμένης περιοχής και αυτό γίνεται με γεωτρήσεις δειγματοληψίας σε διαφορετικά βάθη.
- *Υδραυλικές μέθοδοι αναστροφής κίνησης του υπογείου νερού* - Περιλαμβάνουν ρύθμιση της στάθμης ώστε να αποφευχθεί εκφόρτιση των ρυπασμένων νερών σε υδάτινους αποδέκτες (λίμνες, ποτάμια) ή αραίωση των ρύπων. Οι υδραυλικοί

φραγμοί δημιουργούνται με τον συνδυασμό γεωτρήσεων άντλησης και εμπλουτισμού.

- *Μέθοδοι σταθεροποίησης του εδάφους (soil stabilization, solidification)* - Η εφαρμογή της μεθόδου βασίζεται στην ανάμειξη του ρυπασμένου εδάφους με κάποιο υλικό, ώστε το μείγμα (κονίαμα) να στερεοποιηθεί. Με αυτόν τον τρόπο τα ρυπαντικά φορτία εγκλωβίζονται μέσα στην στερεοποιημένη εδαφική μάζα. Επιπλέον η σταθεροποιημένη εδαφική μάζα έχει μικρή υδροπερατότητα και έτσι δεν ευνοείται η κίνηση του υπόγειου νερού και κατά συνέπεια η επέκταση της ρύπανσης. Τα κυριότερα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση των εδαφών είναι το τσιμέντο, η άσβεστος (CaO), συνθετικές ουσίες (πολυμερή) και ασφαλτικά υλικά.

Στον Πίνακα 1.1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι διάφορες μέθοδοι καθώς και ο στόχος της κάθε μεθόδου.



Πίνακας 1.1: Κυριότερες μέθοδοι και τεχνικές απορρύπανσης των υδροφόρων και του εδάφους (Καλλέργης, 2000)

<b>ΜΕΘΟΔΟΣ</b>	<b>ΣΤΟΧΟΣ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>
Έλεγχος της πηγής ρύπανσης με μείωση του όγκου του ρυπαντή και φυσική χημική εξουδετέρωσή του.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ελαχιστοποίηση ή πρόληψη της ρύπανσης των υδροφόρων.</li> <li>– Μείωση του όγκου του ρυπαντή ή εξουδετέρωση του φυσικού ή χημικού του χαρακτήρα.</li> </ul>
<p>Συστήματα υδρογεωτρήσεων:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Συστοιχίες ρηχών γεωτρήσεων</li> <li>– Βαθιές γεωτρήσεις</li> <li>– Υδραυλικός φραγμός</li> <li>– Σύνθετα συστήματα</li> <li>– Συστήματα αφαίρεσης μη αντιδρώντων ρυπαντών (υδρογονάνθρακες).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Έλεγχος της υδραυλικής κλίσης και μέσω αυτής της υπόγειας ροής με άντληση ή έκχυση νερού.</li> <li>– Απόληψη του μολυσμένου νερού ή/και του επιπλέοντος ρυπαντή (υδρογονάνθρακες).</li> </ul>
<p>Συστήματα σύλληψης (interception systems):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Στραγγιστήρια (συλλεκτήρια συστήματα στραγγιδιών-στραγγιστήρια εκτόνωσης)</li> <li>– Τάφρος συλλογής με άντληση ή με βαρυτική ροή.</li> </ul>	<p>Τα συστήματα σύλληψης, είναι εκσκαφές στην κορεσμένη ζώνη, εξοπλισμένες με σωλήνα. Η εκσκαφή μπορεί να είναι ανοιχτή (interceptor trench) ή πληρωμένη με χαλίκι, πάνω από το σωλήνα (collector drain). Οι ανοιχτές εκσκαφές μπορεί να είναι ενεργές (άντληση) ή παθητικές (βαρυτική ροή). Προσομοιώνονται με συστοιχίες γεωτρήσεων άντλησης, που δημιουργούν έναν εκτεταμένο κώνο κατάπτωσης σε όλο το μήκος της εκσκαφής.</p>
Έλεγχος των επιφανειακών νερών (φυσική εξουδετέρωση, επένδυση, αποχέτευση και συνδυασμός).	Ελαχιστοποίηση των αβίξεων επιφανειακών νερών και της κατείσδυσης, μέσω αποχέτευσης, επένδυσης - στεγανοποίησης ή/και εξουδετέρωση του ρυπαντή με προσρόφηση.
<p>Φραγμοί (στεγανοί):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– πασσαλοσανίδες</li> <li>– κουρτίνες στεγανοποίησης</li> <li>– διαφράγματα από υδαρές υλικό.</li> </ul>	Διοχέτευση υλικού μικρής υδροπερατότητα στο υπέδαφος, όπως πασσαλοσανίδες (άμεση στεγανοποίηση), τσιμεντενέσεις, διοχέτευση ενέματος σε πηγάδια ή τάφρους (απαιτείται περίοδος στερεοποίησης).
<p>Επιτόπια επεξεργασία:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Χημική</li> <li>– Βιολογική</li> </ul>	Εισαγωγή στο υπέδαφος υλικών που προκαλούν ή ενισχύουν το ρυθμό των χημικών αντιδράσεων, που ακινητοποιούν ή απομακρύνουν το ρυπαντή ή δημιουργούν περιβάλλον ευνοϊκό για την ανάπτυξη μικροοργανισμών, που χρησιμοποιούν το ρυπαντή ως πηγή ενέργειας.
Επεξεργασία του υπόγειου νερού στην επιφάνεια ή στο υπέδαφος.	Αερο-διαχωρισμός, αερο-διασπορά, βιο-απορρύπανση, προσρόφηση από ενεργό άνθρακα. Για την αφαίρεση μετάλλων και ανόργανων ρυπαντών χρησιμοποιείται η χημική καθίζηση.

### 1.5.3. Εξυγίανση των υπόγειων υδάτων από εξασθενές χρώμιο Cr (VI)

Το χρώμιο είναι ευρέως διαδεδομένο στη φύση με φυσική αφθονία στο φλοιό της Γης 100 ppm. Τα φυσιολογικά επίπεδά του στα μη ρυπασμένα επιφανειακά ύδατα κυμαίνονται στην περιοχή 1-10 µg/L, ενώ στο πόσιμο νερό οι συγκεντρώσεις του βρίσκονται στην περιοχή 0,4-8 µg/L. Στον αέρα βρίσκεται σε συγκεντρώσεις <0,1 µg/m<sup>3</sup>. Η περιεκτικότητα των περισσότερων πετρωμάτων σε χρώμιο κυμαίνεται από 5 έως 1800 mg/kg. Στα περισσότερα εδάφη υπάρχει σε χαμηλές περιεκτικότητες (2-60 mg/kg). Μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό είναι διαθέσιμο στα φυτά (μέχρι 0,19 mg/kg) και δεν έχει διευκρινιστεί επαρκώς το κατά πόσο το χρώμιο είναι γι' αυτά ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο (INCHEM, 1988). Σχεδόν όλο το χρώμιο στη φύση βρίσκεται ως τρισθενές χρώμιο, Cr(III). Το εξασθενές χρώμιο, Cr(VI), που συναντάται στο περιβάλλον, είναι σχεδόν αποκλειστικά ανθρωπογενές (προέρχεται από δραστηριότητες του ανθρώπου). Διάφορες βιομηχανίες εκπέμπουν στον αέρα, στο νερό και στο έδαφος πλήθος ενώσεων του Cr(VI). Το Cr(VI) είναι σταθερό στον αέρα και στο καθαρό νερό, αλλά ανάγεται ταχύτατα προς Cr(III), όταν έρθει σε επαφή με οργανική ύλη στο νερό, στο έδαφος και σε ζωντανούς οργανισμούς (INCHEM 1998, IPCS WHO, 1988).

Στην περίπτωση διάθεσης από βιομηχανίες ανεπεξέργαστων αποβλήτων που περιέχουν Cr(VI) σε υδάτινους αποδέκτες, τα επίπεδα του στα ύδατα του αποδέκτη και στα υπόγεια ύδατα μπορεί να φτάσουν μερικές δεκάδες µg/L, όπως ανακοινώθηκε στον ημερήσιο τύπο (Καθημερινή 4/9/07, Ελευθεροτυπία 17/9/07) για τα νερά της ευρύτερης περιοχής του Ασωπού. Έφτασε όμως και τα 580 µg/L, τα οποία μετρήθηκαν σε σημείο ελέγχου υπογείων υδάτων της πόλης Hinkley των ΗΠΑ.

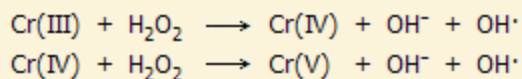
Το Cr(VI) θεωρείται ευκίνητο στο υδάτινο περιβάλλον, παραμένει στη διαλυτή φάση και είναι βιοδιαθέσιμο. Επίσης είναι ισχυρά τοξικό και οι τιμές τοξικότητας LC50 (LC50: Lethal Concentration 50, η συγκέντρωση που θανατώνει το 50% του πληθυσμού του εξεταζόμενου είδους) του Cr(VI) σε διάφορους μικροοργανισμούς κυμαίνονται από 0,032 - 6,4 mg/L (IPCS WHO, 1988). Αντίθετα το Cr(III) θεωρείται "μη ευκίνητο", καθώς έχει τάση να προσροφάται στα αιωρούμενα σωματίδια και στο ίζημα και για τον λόγο αυτό θεωρείται ως σχετικά αδρανές, λιγότερο βιοδιαθέσιμο και μειωμένης τοξικότητας ως προς τους υδρόβιους οργανισμούς. Είναι προφανές ότι ο προσδιορισμός του ολικού χρωμίου

στα περιβαλλοντικά δείγματα ελάχιστες πληροφορίες μπορεί να δώσει, ενώ επιβάλλεται ο προσδιορισμός των χημικών ειδών του χρωμίου (IPCS, WHO, 1988).

Μελέτες έδειξαν ότι η πόση νερού επιβαρυσμένου με Cr(VI) μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του γαστρεντερικού συστήματος. Ωστόσο, δεν είναι σαφές αν τα επίπεδα που προσδιορίζονται σε πόσιμα ύδατα είναι ικανά να προκαλέσουν καρκίνο. Σύμφωνα με την IARC10, το Cr(VI) που προσλαμβάνεται με το νερό μετατρέπεται σε μεγάλο ποσοστό σε Cr(III) στο όξινο περιβάλλον του στομάχου, γεγονός που δεν επιτρέπει την περαιτέρω απορρόφηση του χρωμίου από τον οργανισμό, καθώς το Cr(III) δεν μπορεί να διαπεράσει την κυτταρική μεμβράνη.

Το Cr(VI), ως χρωμικά ιόντα, λόγω δομικής ομοιότητας με τα θειικά και τα φωσφορικά ιόντα, εισέρχεται σαν "Δούρειος Ίππος" στα κύτταρα μέσω της κυτταρικής μεμβράνης χρησιμοποιώντας το φυσιολογικό σύστημα διακίνησης αυτών των ιόντων. Στο εσωτερικό των κυττάρων αντιδρά με τις αναγωγικές ουσίες που θα βρει εκεί και ανάγεται σε Cr(III) το οποίο φαίνεται ότι είναι και ο "πραγματικός κίνδυνος" (Environmental Health Perspectives, 2000). Αντίθετα, οι οκταεδρικής σύνταξης ενώσεις του Cr(III), λόγω του όγκου και της δυσδιαλυτότητας πολλών από αυτές, διαπερνούν την κυτταρική μεμβράνη αργά ή και καθόλου (Fan et al., 1987). Γι' αυτό το λόγο το Cr(VI) είναι η επικίνδυνη μορφή του χρωμίου και όχι το Cr(III). Οι Bridgwater et al (1994), Xu et al. (1996), De Flora et al. (1997), Voitkun et al. (1998) αναφέρονται σε μηχανισμούς δράσης του Cr(VI), όταν εισέρχεται στο κύτταρο και του Cr(III), που παράγεται μέσα στο κύτταρο με αναγωγή του Cr(VI). Η πορεία αναγωγής Cr(VI) σε Cr(III) εντός του κυττάρου μπορεί να προκαλέσει καταστροφή του DNA, όπως οξειδωτικές βλάβες, θραύση των κλώνων του, σχηματισμό ενώσεων προσθήκης Cr(III)-DNA, διακλωνικές συνδέσεις και συνδέσεις πρωτεϊνών-DNA.

Έρευνες έδειξαν ότι με την είσοδο του Cr(VI) στο κύτταρο, αυτό ανάγεται από το πλήθος των αναγωγικών ουσιών και ενζύμων (όπως η γλουταθειόνη) κατά στάδια σε χαμηλότερο επίπεδο σθένους. Τα ενδιάμεσα προϊόντα αναγωγής του χρωμίου με το υπεροξειδίου του υδρογόνου ( $H_2O_2$ ), ενός φυσικού συστατικού του κυτταροπλάσματος (σε πολύ μικρές βέβαια συγκεντρώσεις), παράγουν δραστικές οξυγονούχες ρίζες (ιδιαίτερα τη ρίζα υδροξυλίου,  $OH\cdot$ ). Οι έρευνες έδειξαν ότι το Cr(V), Cr(IV) και Cr(III) με το  $H_2O_2$  μπορούν να δημιουργήσουν τις ρίζες  $OH\cdot$  με αντιδράσεις (τύπου αντίδρασης Fenton, δηλ. της αντίδρασης  $Fe(II)$  με το  $H_2O_2$ ) όπως:



Οι ρίζες  $\text{OH}\cdot$  προκαλούν οξειδωτικές βλάβες στο DNA και συγκεκριμένα παρέχουν την οξειδωμένη μορφή της γουανοσίνης, την 8-υδροξυδεοξυ-γουανοσίνη (8-OHdG). Οι δημοσιεύσεις των Molyneux et al. (1995), Shi et al. (1994), Tsou et al. (1996), είναι ενδεικτικές μόνο από το πλήθος των δημοσιεύσεων για πιθανούς μηχανισμούς επίδρασης του Cr(VI) στο DNA.

Πρόσφατα, ερευνητές από το Πανεπιστήμιο Brown ανακοίνωσαν ένα μάλλον παράδοξο εύρημα. Διαπίστωσαν ότι η αναγωγή του Cr(VI) από το ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C) στο εσωτερικό των πνευμονικών κυττάρων προκαλεί μαζικές βλάβες στο DNA. Μικρές δόσεις Cr(VI) σε συνδυασμό με τη βιταμίνη C προκαλούν 15 φορές περισσότερες θραύσεις στα χρωμοσώματα και 10 φορές περισσότερες μεταλλάξεις σε σχέση με τις αντίστοιχες βλάβες που προκαλεί το Cr(VI) απουσία βιταμίνης C. Έτσι, σύμφωνα με τη μελέτη αυτή, η κατά τα άλλα ευεργετική για την υγεία βιταμίνη C δρα ως ενισχυτής της τοξικής δράσης του Cr(VI) (Brown University, 2007). Από την εργασία αυτή, αλλά και από πολλές άλλες ανάλογες, διαφαίνεται ότι οι επικίνδυνα δραστικές μορφές του χρωμίου μπορεί να εμφανίζονται κατά την πορεία της αναγωγής του Cr(VI) προς Cr(III).

Ο στόχος των προγραμμάτων εξυγίανσης είναι να μειώσει το καρκινογόνο, διαλυτό, και ευκίνητο εξασθενές χρώμιο Cr (VI) στο λιγότερο τοξικό και λιγότερο κινητό τρισθενές χρώμιο Cr (III), το οποίο σχηματίζει ελάχιστα διαλυτά κατακρημνίσματα (ιζήματα). Η επιτυχής απομάκρυνση του Cr (VI) εξαρτάται από το σχηματισμό και τη σταθερότητα των ιζημάτων τρισθενούς χρωμίου Cr (III).

Οι τεχνολογίες επεξεργασίας νερού εκτός θέσης (Ex situ) συνήθως χρησιμοποιούν χημική αναγωγή (μείωση) και σταθεροποίηση (fixation) του εξασθενούς χρωμίου Cr (VI) σε τρισθενές χρώμιο Cr (III) ακολουθούμενη από καθίζηση. Το επεξεργασμένο νερό διηθείται και τα πλούσια σε χρώμιο ιζήματα απορρίπτονται όπως πρέπει.

Οι διαθέσιμες επιτόπιες (in situ) τεχνολογίες ή προσεγγίσεις επεξεργασίας χρησιμοποιούν χημική αναγωγή (μείωση) και σταθεροποίηση (fixation) για εξυγίανση (π.χ., γεωχημική στερέωση, διαπερατά αντιδραστικά διαφράγματα (PRBs) και δραστικές ζώνες). Άλλοι τύποι επιτόπιων (in situ) προσεγγίσεων που είναι υπό ανάπτυξη περιλαμβάνουν ενισχυμένη εξαγωγή, ηλεκτροκινητική (electrokinetics), βιολογικές

διαδικασίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαπερατά αντιδραστικά διαφράγματα (PRBs) και δραστικές ζώνες, φυτοθεραπεία, και η φυσική εξασθένηση της ρύπανσης.

#### **1.5.4. Μελέτες εξυγίανσης υπόγειων υδάτων και υδροφορέων**

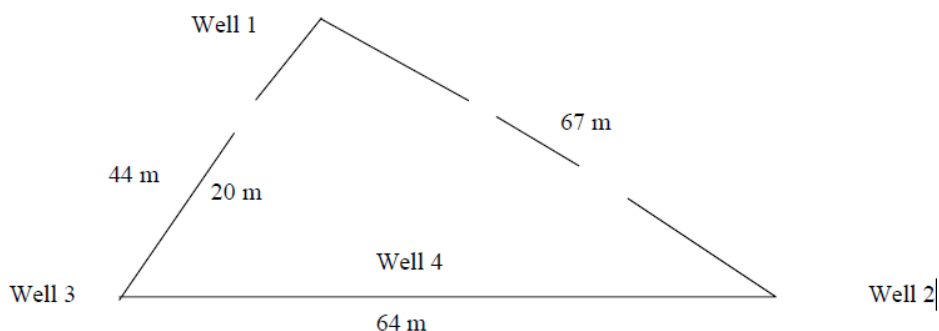
Ακολουθούν μελέτες που έγιναν σε διάφορες περιοχές των ηνωμένων εθνών ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia).

##### *Μελέτη 1: Removal Of Manganese From Groundwater In Beheira, Egypt*

Τα υπόγεια νερά που προέρχονται από τον υδροφόρο ορίζοντα του Δέλτα του Νείλου, περιέχουν σίδηρο ( $Fe^{2+}$ ) και μαγγάνιο ( $Mn^{2+}$ ). Στο Com Hammed και στο Tay al-Barred που είναι περιοχές της Beheira (Βόρεια Αίγυπτος) η μέση συγκέντρωση είναι 0,41 και 1,1 mg/L αντίστοιχα. Δεδομένου ότι η χλωρίωση ξεκίνησε το 1990, τα προβλήματα άρχισαν να προκύπτουν από την κατακρήμνιση των οξειδίων του μαγγανίου στα συστήματα διανομής. Ήταν απαραίτητο λοιπόν να δημιουργηθεί ένα σύστημα για τον καθαρισμό (έκπλυση) του συστήματος σε μηνιαία βάση. Το καλοκαίρι ο καθαρισμός είναι απαραίτητος δύο φορές το μήνα, προκειμένου να συντηρείται η βακτηριδιακή ποιότητα και η εγγύηση ότι η συγκέντρωση του χλωρίου είναι στα επιτρεπτά επίπεδα για πόσιμο νερό.

Η έρευνα επικεντρώθηκε στο να βρεθεί η ποσότητα σιδήρου και μαγγανίου που μπορεί να απομακρυνθεί από τα υπόγεια νερά με φυσικές διεργασίες. Γι' αυτό έγινε μια δοκιμή στα υπόγεια νερά στην περιοχή Kom Hamada. Η δοκιμή ήταν επιτυχής και τώρα εφαρμόζεται και σε άλλα μέρη (Warda, 2000).

Ο σταθμός επεξεργασίας της Kom Hamada βρίσκεται στο Δέλτα του Νείλου, 35 km νοτιοανατολικά της Damanhur ( $30^{\circ} 45' 50''N$  και  $30^{\circ} 42' 30''E$ ). Η περιοχή έχει τέσσερα φρεάτια παραγωγής, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.5.



Σχήμα 1.4: Φρεάτια παραγωγής στην Kom Hamada

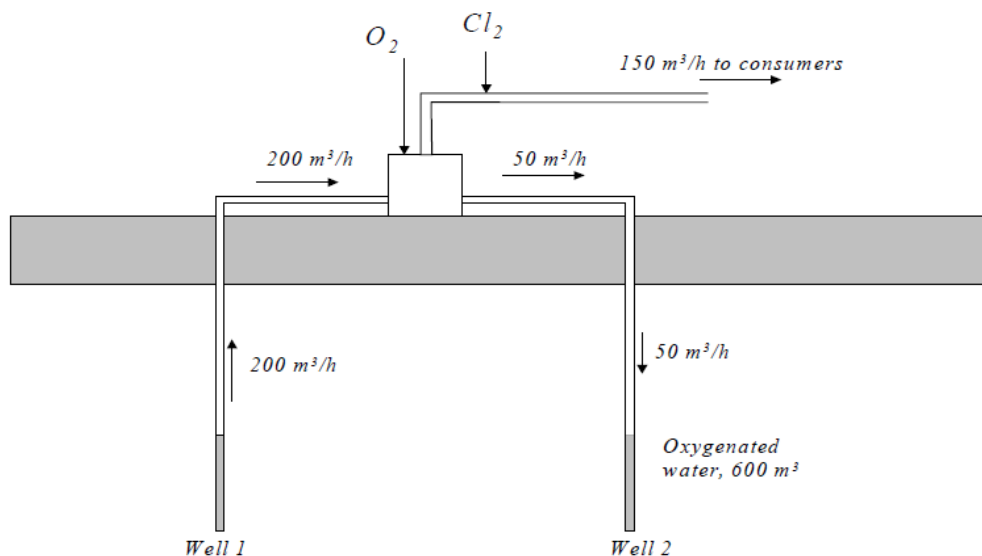
Η διάτρηση των φρεατίων 1 και 2 έγινε το 1987 και έχουν βάθος 50 m, ενώ των φρεατίων 3 και 4 έγινε το 1958 και έχουν βάθος 55 m. Τα φρεάτια αντλούν από τον υδροφόρο ορίζοντα του Δέλτα του Νείλου ο οποίος στην Kom Hamada φτάνει τα 350 m κάτω από τη μέση στάθμη της θάλασσας. Ο υδροφόρος ορίζοντας αποτελείται από άμμο και χαλίκια με επιχώσεις από χωμάτινα στρώματα διαφορετικής σύνθεσης.

Οι δοκιμές άντλησης στην περιοχή, ανέδειξαν μεταβιβάσεις της τάξης 7500 m<sup>2</sup>/d. Ο υδροφορέας καλύπτεται από ένα στρώμα που αποτελείται από άργιλο, μάργες και άμμο, το οποίο φτάνει τα 6 m πάχος στην Kom Hamada. Τυπικές χημικές αναλύσεις των υπογείων νερών της περιοχής δίνονται στον Πίνακα 1.2.

Πίνακας 1.2: Αποτελέσματα χημικών αναλύσεων των υπογείων νερών στην περιοχή Kom Hamada

Well name	NH <sub>4</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	EC mg/l	TDS mg/l	pH
Zawyet Mo	0.34	18.6	87	37	0.02	0.46	48	20	609	406	7.53
Ebioka	0.26	14.6	62	47	0.1	0.92	42.5	18.5	725	486	7.49
El Tod 2	0.19	22	82	60	0.1	0.36	295	36.5	1 088	728	7.36
El Tod 1	0.25	17.2	67	108	0.12	0.73	36	?	678	453	7.34
K.Zeyada	0.17	17	37	60	0.66	0.25	325	17	510	340	7.37
K.Zeyada	0.23	17	27	25	1.3	0.25	48	7.5	540	361	7.34

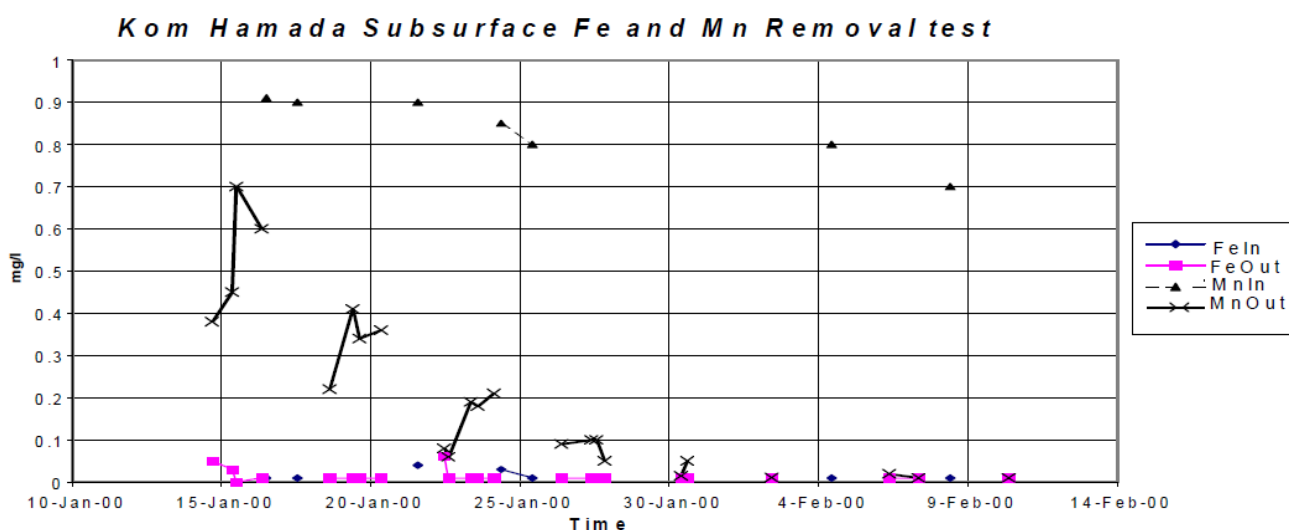
Ενώ στις περισσότερες περιοχές του κόσμου οι συγκεντρώσεις σιδήρου τείνουν να είναι πολύ μεγαλύτερες από αυτές του μαγγανίου, στην συγκεκριμένη περιοχή συμβαίνει το αντίθετο. Το πείραμα που έγινε, είχε σκοπό την οξείδωση των δύο κατιόντων Fe<sup>2+</sup> και Mn<sup>2+</sup> στο υπέδαφος, με την εισπίεση αεριούχου νερού (σταθερού όγκου) μέσα σε ένα φρεάτιο και κατόπιν εξάγοντας από το ίδιο φρεάτιο, μέχρι οι συγκεντρώσεις σιδήρου ή/και μαγγανίου να ανέλθουν σε ένα σταθερό πρότυπο. Όλα τα παραπάνω φαίνονται στο Σχήμα 1.6.



Source: Warda, 2000.

Σχήμα 1.5: Το πείραμα στην Kom Hamada

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε ένα παλιό φρεάτιο. Ξεκίνησε στις 12 Ιανουαρίου 2000, χρησιμοποιώντας αεριούχο νερό από το φρεάτιο 1, το οποίο έδωσε συγκέντρωση μαγγανίου 0,7 – 1 mg/L. Πραγματοποιήθηκε αρκετές φορές η κυκλική διαδικασία εισπίεση – εξαγωγή, με διακοπή αρκετών ωρών μεταξύ τους. Και στις δεκατρείς φορές που επαναλήφθηκε η κυκλική διαδικασία η εισπίεση γινόταν με ρυθμό 25 m<sup>3</sup>/h (συνολικά 1000m<sup>3</sup> σε κάθε κύκλο). Μετά από διακοπή αρκετών ωρών ξεκινούσε η εξαγωγή με ρυθμό 50m<sup>3</sup>/h. Από κάθε κύκλο πάρθηκε μια ποσότητα 2000 – 5000 m<sup>3</sup>. Τα αποτελέσματα από τους 8 πρώτους κύκλους φαίνονται στο Σχήμα 1.7.



Source: Warda, 2000.

Σχήμα 1.6: Αποτελέσματα από τους πρώτους 8 κύκλους

Το νερό της εισπίεσης είχε συγκέντρωση μαγγανίου 0,7 – 0,9 mg/L. Ήδη μετά τον πρώτο κύκλο παρατηρήθηκε μια σημαντική μείωση της συγκέντρωσης. Προφανώς και ο σίδηρος μειώθηκε, αλλά η πολύ χαμηλότερη συγκέντρωση δείχνει ότι ήταν σχετικά ασήμαντο σε αυτή την περιοχή. Όπως μπορεί να διαπιστωθεί από το σχήμα, η συγκέντρωση του μαγγανίου μειωνόταν συνεχώς σε κάθε κύκλο. Μετά από τέσσερις κύκλους σχεδόν εξαφανίστηκε, αφού η συγκέντρωσή του έφτασε 0,01 mg/L, δηλαδή σχεδόν εκατό φορές χαμηλότερη από αυτή των φυσικών υπόγειων νερών.

### *Μελέτη 2: Measures to control salt water intrusion, Sultanate of Oman*

Η διείσδυση θαλασσινού νερού στην Batinah (παράκτια πεδιάδα του βόρειου Oman) ξεκίνησε τα τέλη του 1970 και προκλήθηκε κυρίως από την ταχεία ανάπτυξη της αγροτικής δραστηριότητας που απαιτούσε την άντληση μεγάλων ποσοτήτων υπόγειων υδάτινων πόρων.

Οι επιπτώσεις της διείσδυσης θαλασσινού νερού ήταν ιδιαίτερα εμφανείς στις υδρολογικές λεκάνες της νότιας Batinah, με την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού, τη φθίνουσα στάθμη και την εγκατάλειψη των παραδοσιακών αγροκτημάτων κοντά στην ακτή.

Από τη δεκαετία του 1990, μια σειρά στρατηγικών έχουν εφαρμοστεί για τον περιορισμό της αυξημένης ζήτησης παροχής νερού και τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της χρήσης, συμπεριλαμβανομένων:

1. Θέσπιση άδειας γεώτρησης
2. Κατασκευή εννέα φραγμάτων ανατροφοδότησης στην Batinah με συνολική χωρητικότητα  $47 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
3. Περιορισμός της παραχώρησης νέων εκτάσεων για γεωργική χρήση.

Μια μελέτη του Wadi Taww, επεξηγεί την επίδραση του θαλασσινού νερού στη γεωργική παραγωγή και το εισόδημα καθώς και στην παροχή νερού οικιακής χρήσης στα παράκτια χωριά.

Το νότιο Batinah ειδικότερα έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών μελετών για τον ακριβέστερο προσδιορισμό του προβλήματος και την ανάπτυξη στρατηγικών για τη λύση του. Τα βασικά στοιχεία αυτών των στρατηγικών είναι η ανάπτυξη μέτρων για τη μείωση



της άντλησης νερού για άρδευση και εναλλακτικών πηγών νερού για τα παράκτια χωριά.

Τα συνιστώμενα μέτρα περιλαμβάνουν:

- ✓ Αγορά 4900 εκταρίων και κατάργησή τους από την καλλιέργεια
- ✓ Θέσπιση προγράμματος κατανομή υδάτινων πόρων, με την εγκατάσταση υδρομετρητών, για την παροχή αρδευτικού νερού από γεωτρήσεις και πηγάδια
- ✓ Μια αλλαγή από υψηλής ζήτησης νερού καλλιέργειες, σε χειμωνιάτικα λαχανικά, δίνει τη δυνατότητα τόσο να μειωθεί η ζήτηση νερού κατά περίπου 20% όσο και να αυξηθεί η παραγωγικότητα και η απόδοση ανά μονάδα όγκου νερού
- ✓ Σύγχρονες μέθοδοι άρδευσης μπορούν να συμβάλλουν σε μια συνολική μείωση της ζήτησης νερού κατά 14%
- ✓ Η ανάπτυξη της αφαλάτωσης θα μπορούσε να μειώσει το κόστος για τις παράκτιες περιοχές
- ✓ Η ανάπτυξη της υδροδότησης, συστήματος προστασίας που βασίζεται στις ανάντη γεωτρήσεις και δικτύου διανομής μέχρι την ακτή.

## 2. Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1. Εισαγωγή

Ο Βοιωτικός Ασωπός πηγάζει από το οροπέδιο των Λεύκτρων, στις βόρειες κλιτύες του Κιθαιρώνα. Η λεκάνη του Βοιωτικού Ασωπού έχει έκταση 690km<sup>2</sup> και περίμετρο 170km (Παπαϊωάννου κ.α., 1999). Νότια οριοθετείται από την ορεινή σειρά Πάρνηθας – Πάστρας – Κιθαιρώνα γενικής διεύθυνσης Α-Δ . Δυτικά από την λεκάνη της Άσκρης διεύθυνσης Β-N, βόρεια από το Αόνιον πεδίο στην περιοχή της Θήβας και ανατολικά από την λεκάνη της Μαροσουβάλας διεύθυνσης Β-N. Έχει μήκος 75km και αποχετεύει τα νερά του νότιου τμήματος της πεδιάδας των Θηβών, συνεχίζει με διεύθυνση από τα δυτικά προς τα ανατολικά, εισέρχεται στη βόρεια Αττική και τελικά εκβάλλει στον Ευβοϊκό Κόλπο, κοντά στον Ωρωπό.

Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφονται όλα εκείνα τα στοιχεία που είναι απαραίτητα προκειμένου να αναλυθεί η κατάσταση του περιβάλλοντος (ιδιαίτερα του υδατικού) της περιοχής μελέτης.

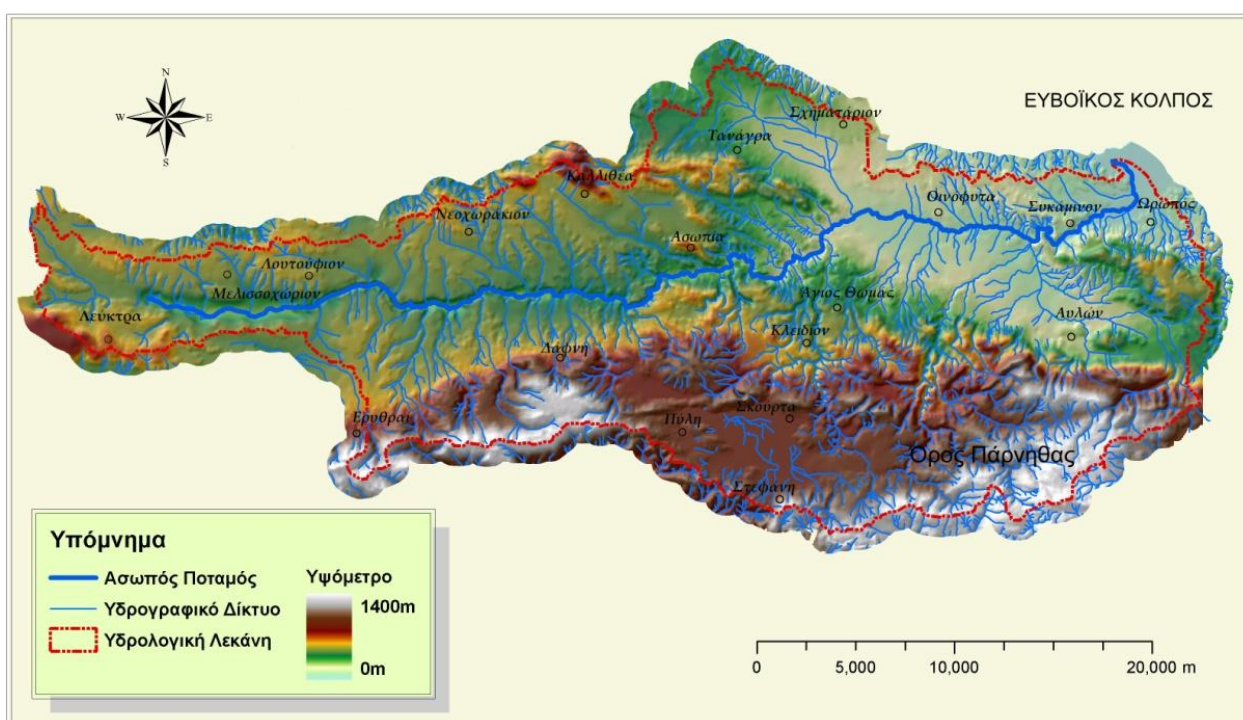
### 2.2. Φυσικό περιβάλλον

#### 2.2.1. Μορφολογία

Η περιοχή χαρακτηρίζεται από έντονο κατακόρυφο διαμελισμό. Γενικά, οι μορφολογικές μονάδες της περιοχής παρουσιάζουν χαρακτηριστική παράλληλη επέκταση και η δημιουργία τους οφείλεται σε τεκτονικά γεγονότα γι' αυτό και τα όρια τους είναι πολύ διακριτά.

Το νότιο τμήμα συγκροτεί τη βορειανατολική Πάρνηθα. Ψηλές κορυφές με απότομες κλιτύες διαδέχονται βαθιές κοιλάδες και μεμονωμένα υψίπεδα. Η μορφολογία ανέρχεται

ταχέως προς τα νότια και σε απόσταση 8 km από το χωριό Αυλώνα ως την υψηλότερη κορυφή της Πάρνηθας, την Όζα (1413 m), φθάνει στα 1250 m. Στον κύριο άξονα της οροσειράς της Πάρνηθας, που διευθύνεται από δυτικά προς ανατολικά, βρίσκονται οι ψηλότερες κορυφές, όπως το Παλιόκαστρο, το Μεγάλο Βουνό (886 m), ο Μονγκουλτός (959 m), το Ξεροβούνι (1125 m) και το Κατσιμίδι (Χατούπης κ.α., 2004). Ένα δεύτερο συγκρότημα κορυφών μικρότερων υψομέτρων, παράλληλο προς το πρώτο, σχηματίζεται 5-8 km βορειότερα. Χαρακτηριστικό γνώρισμα για το σύστημα αυτό είναι ο κάθετος διαμελισμός του από βαθιές χαράδρες. Μεταξύ των ραχιαίων σχηματισμών διαμορφώνονται ομαλά τμήματα. Μεγάλο ενδιαφέρον από γεωμορφολογική και γεωλογική άποψη παρουσιάζει η κοινότητα των Σκούρτων, που ξεχωρίζει στη δυτική περιοχή για την ομαλή της επιφάνεια. Ο μεγαλύτερος άξονας ανέρχεται στα 7 km και διατηρεί γενικά τη διεύθυνση της οροσειράς της Πάρνηθας. Προς τα ανατολικά, η πόλη των Σκούρτων παρουσιάζει χαρακτηριστικά υσιπέδου, ενώ η αποστράγγιση των υδάτων γίνεται δια της ομωνύμου καταβόθρας. Ως όριο του υσιπέδου μπορεί να θεωρηθεί η κοιλάδα του Μαυρορέματος ( Δούνας κ.α, 1978).

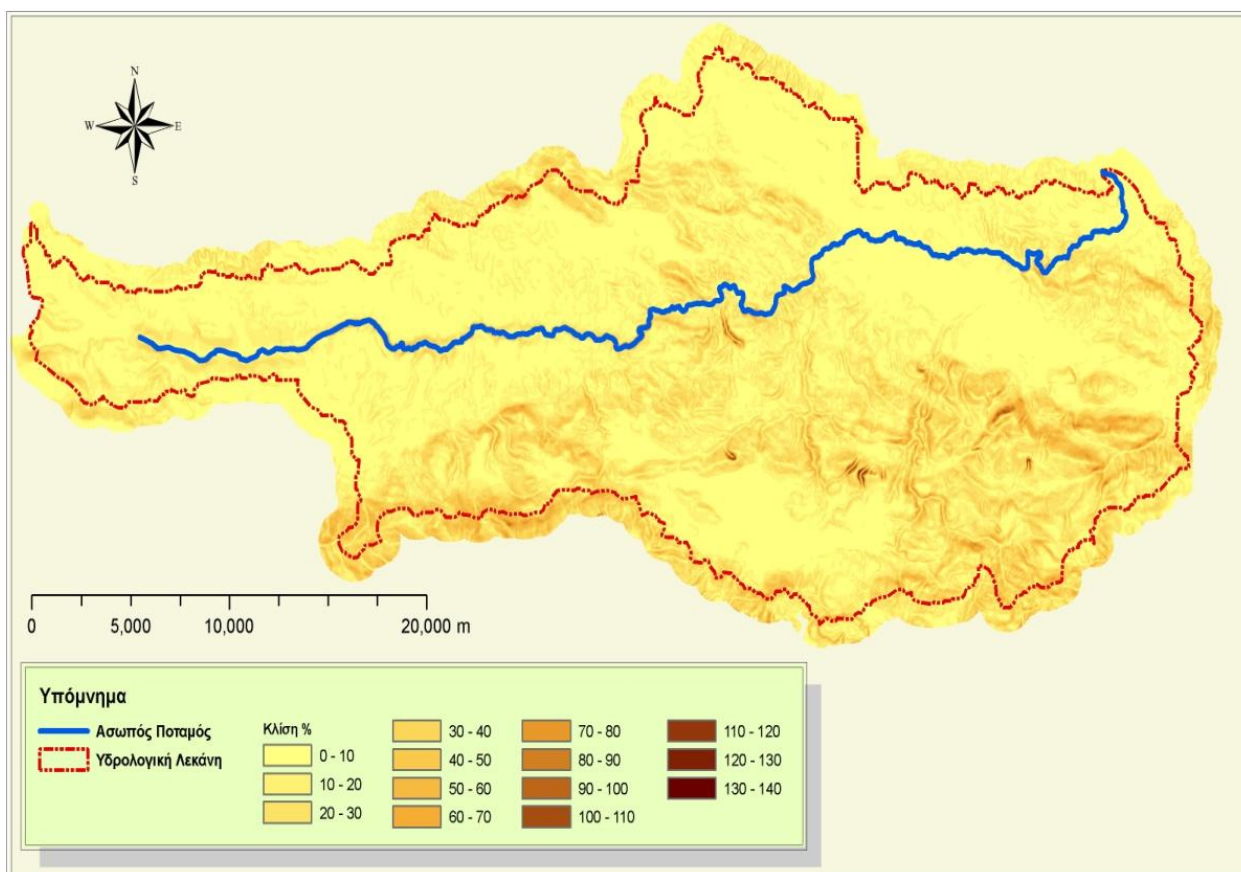


Σχήμα 2.1: Γεωμορφολογικός χάρτης της λεκάνης του Ασωπού

(Πηγή: Μασούρα Γ., 2008, κατά Δούνα κ.ά., 1978)

Το ορεινό τμήμα της Πάρνηθας διαδέχεται η λεκάνη Οινοφύτων – Μαλακάσας που τα όριά της διαγράφονται πολύ έντονα κατά μήκος του μεγάλου μορφολογικού τόξου Αγίου Θωμά – Αυλώνας – Μαλακάσας.

Γενικά η λεκάνη παρουσιάζει ομαλή μορφολογία. Μεμονωμένοι λόφοι παρατηρούνται στην περιοχή των Οινοφύτων και μεταξύ Αυλώνα και Μαλακάσας, των οποίων το απόλυτο ύψος κυμαίνεται από 130 έως 345 m. Το χαμηλότερο σημείο της λεκάνης βρίσκεται στη θέση Παλαιοκαντούντι, στην Κοιλάδα του Ασωπού και έχει υψόμετρο περίπου 70 m. Η λεκάνη επεκτείνεται από δυτικά προς ανατολικά, μειώνοντας σταθερά το πλάτος της, ιδιαίτερα στην περιοχή της Μαλακάσας, όπου ήδη παρατηρούνται τα μεγαλύτερα υψόμετρα. Η λεκάνη πληρώνεται από νεογενείς και τεταρτογενείς αποθέσεις.



Σχήμα 2.2: Κλίσεις του ανάγλυφου της λεκάνης του Ασωπού

(Πηγή: Μασούρα Γ., 2008, κατά Δούνα κ.ά., 1978)

Η σημερινή γεωμορφολογική εικόνα της λεκάνης οφείλεται κυρίως στις αποθέσεις των χειμάρρων και τη διαβρωτική ενέργειά τους, κυρίως του Ασωπού ποταμού. Η βάση της διάβρωσης του Ασωπού βρίσκεται περίπου 5 m κάτω από την επιφάνεια, ενώ σε μερικά σημεία αποκαλύπτεται το τριαδικό υπόβαθρο.

Στην έξοδο της κοιλάδας, στο ύψος του χωριού Αυλώνα, παρατηρείται κώνος χειμάρρου, μεγάλης εκτάσεως, αποτελούμενος από κροκαλοπαγή και κροκάλες.

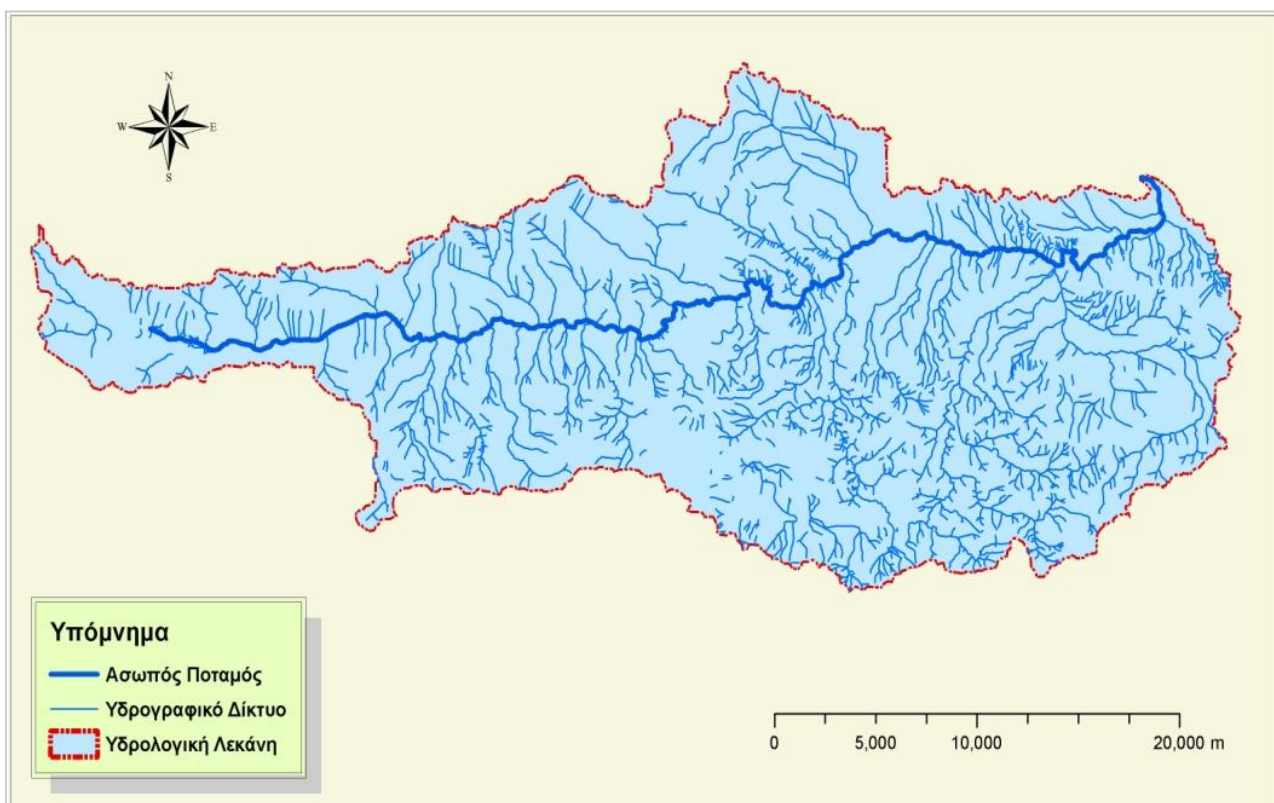
Βορειοανατολικά από τη λεκάνη Οινόφυτα – Μαλακάσα εκτείνεται η ομαλή οροσειρά Ωρωπός – Κάλαμος που καταλήγει στον Ευβοϊκό Κόλπο, όπου επικρατούν χαμηλά υψόμετρα, με το μεγαλύτερο να φτάνει περίπου 500 m. Στο ύψος της Μαλακάσας συνδέεται με την ορεινή περιοχή της Πάρνηθας.

Το επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο είναι ασήμαντο, διότι η περιοχή καλύπτεται σχεδόν στο σύνολό της από ανθρακικά πετρώματα, που συνήθως παρουσιάζουν υψηλό βαθμό αποκάρσωσης (Παπαϊωάννου κ.α., 1999). Μόνο σε περιοχές που αναπτύσσονται στεγανοί νεοπαλαιοζωϊκοί σχιστόλιθοι και νεώτερες αργιλικές αποθέσεις, παρατηρούνται μικροί χειμάρροι που διατηρούν τη ροή του νερού για μικρό διάστημα όπως είναι ο Λαντικός και ο Γκούρας, που διασχίζουν τους νεοπαλαιοζωϊκούς σχιστόλιθους βόρεια από το Πλατύ Βουνό. Τα νερά των χειμάρρων μόλις φθάνουν στην περιοχή, που η κοίτη τους διέρχεται από ασβεστόλιθους, εξαφανίζονται κατεισδύοντας εντός αυτών. Εποχική ροή παρουσιάζεται στο ρέμα Λιβέα βορειοδυτικά από τη Μαλακάσα, το οποίο διάνοιξε την κοίτη του μέσα στις τεταρτογενείς αργίλους αποστραγγίζοντας την περιοχή. Ακόμα και ο Ασωπός ποταμός, παρά τη μεγάλη επιφάνεια απορροής του, μόνο για ελάχιστο χρόνο διατηρούσε νερό στη κοίτη του, λόγω των αυξημένων κατεισδύσεων προς τους υδροφόρους ορίζοντες της λεκάνης. Όμως σήμερα, λόγω του υψηλού ρυπαντικού φορτίου που δέχεται ο ποταμός, υπάρχει σ' αυτόν νερό ακόμα και τους καλοκαιρινούς μήνες. Έτσι, από χείμαρρος έχει μετατραπεί σε ποταμοχείμαρρο (υδατόρευμα).

Σύμφωνα με την ταξινόμηση του υδρογραφικού δικτύου κατά Strahler ο κύριος κλάδος είναι 6ης τάξης, αναπτύσσονται 3 κλάδοι 5ης τάξης, 10 κλάδοι 4ης τάξης, ενώ αναπτύσσεται ένας μεγάλος αριθμός κλάδων 1ης τάξης (Πιν. 2.1).

Πίνακας 2.1: Ταξινόμηση του υδρογραφικού δικτύου της λεκάνης του Ασωπού κατά Strahler, (Χατούπης, 2003)

Τάξη κλάδων	Αριθμός κλάδων
1 <sup>η</sup>	1.036
2 <sup>η</sup>	241
3 <sup>η</sup>	49
4 <sup>η</sup>	10
5 <sup>η</sup>	3
6 <sup>η</sup>	1



Σχήμα 2.3: Το υδρογραφικό δίκτυο της λεκάνης του Ασωπού

(Πηγή: Μασούρα Γ., 2008, κατά Δούνα κ.ά., 1978)

## 2.2.2. Γεωλογικές – Υδρολιθολογικές συνθήκες

Η ευρύτερη περιοχή ενδιαφέροντος εντάσσεται γεωτεκτονικά στην Πελαγονική ενότητα (Παπανικολάου, 1986, κ.α.). Αναλυτικότερα, δομείται από ποικίλες λιθολογικές ενότητες που περιλαμβάνουν ιζήματα του Τεταρτογενούς και του Νεογενούς (Αν. Μειόκαινο), ενώ το αλπικό υπόβαθρο εντάσσεται στην ενότητα της Πελαγονικής. Οι γεωλογικές συνθήκες της περιοχής έχουν μελετηθεί συστηματικά από διάφορους ερευνητές (Δούνας κ.α., 1978, 1980, Παπανικολάου κ.α., 1988, Μέττος, 1992, Χατούπης, 2003, 2004).

### Τεταρτογενές:

- *Ολόκαινο*: Διακρίνεται σε επιμέρους σχηματισμούς όπως αλλουβιακές αποθέσεις, σύγχρονοι παράκτιοι σχηματισμοί άμμων, θίνων και ιλύς τεναγών, πρόσφατα ασύνδετα αργιλοαμμώδη και αργιλομιγή υλικά με κροκάλες και λατύπες ποικίλης σύστασης και μεγέθους καθώς και παλαιοί και νέοι κώνοι κορημάτων και πλευρικά κορήματα.

Γενικά οι σχηματισμοί αυτοί είναι υδροπερατοί με εξαίρεση τις λεπτομερείς αργιλικές ενστρώσεις. Συνήθως, αναπτύσσουν ελεύθερους υδροφόρους ορίζοντες αλλά σε μερικές περιπτώσεις λόγω της παρεμβολής αργιλικών ενστρώσεων αναπτύσσονται τοπικά υδροφορείς υπό πίεση.

- *Πλειστόκαινο (Pt)*: Περιλαμβάνει καστανόχρωμα ιζήματα που επίκεινται σε ασυμφωνία πάνω στις υποκείμενες Άνω-Μειοκαινικές αποθέσεις. Στην περιοχή Σχηματαρίου – Οινοφύτων αποτελούνται από μη συνεκτικά κροκαλοπαγή που εναλλάσσονται με αποθέσεις καστανόχρωμων άμμων και πηλών. Στην περιοχή της Ριτσώνας αποτελούνται από πάγκους κροκαλολατυποπαγών με αργιλοψαμμιτικό συνδετικό υλικό. Το συνολικό πάχος του σχηματισμού είναι 120-150 m.

Οι σχηματισμοί αυτοί είναι υδροπερατοί ως ημιπερατοί, ανάλογα με τη λιθολογική τους σύσταση και το ποσοστό ανάμιξης των λεπτομερέστερων φάσεων. Παρουσιάζουν ασθενείς υδροφορίες.

Νεογενές: Οι σχηματισμοί ανήκουν σχεδόν εξ ολοκλήρου στο Αν. Μειόκαινο. Διαφοροποιούνται από περιοχή σε περιοχή ανάλογα με τη τοποθεσία και τη λιθολογική τους σύσταση στις ακόλουθες ενότητες



- *Ποταμοχερσαίες αποθέσεις περιοχής Δήλεσι – Αυλίδας (Ms.t.):* Καταλαμβάνουν ολόκληρη την περιοχή από την Αυλίδα έως την περιοχή Ωρωπού – Μαρκόπουλου. Αποτελούν την πλευρική και την προς τα πάνω μετάβαση των υποκείμενων μαργών και μαργαϊκών ασβεστολίθων. Συνίστανται από κροκαλοπαγή, μικρής και μεγάλης συνεκτικότητας που εναλλάσσονται με ψαμμίτες και καστανέρυθρους πηλούς και αργίλους. Οι κροκάλες είναι ανθρακικής, ψαμμιτικής ή πηλητικής σύστασης, έχουν ποικίλο μέγεθος με αργιλικό, ψαμμιτικό ή κροκαλοψαμμιτικό συνδετικό υλικό και προέρχονται από το προ-Νεογενές υπόβαθρο της Πάρνηθας καθώς και από μεταμορφωμένα πετρώματα και βαθύτερα μέλη των Νεογενών. Το πάχος του σχηματισμού ανέρχεται περίπου στα 300m.
- *Μάργες, άργιλοι, πηλοί, κροκάλες και άμμοι περιοχής Σχηματαρίου – Οινοφύτων (Ms.m,l) :* Τα βαθύτερα μέλη του σχηματισμού αυτού αποτελούνται από πλακώδεις μάργες, αμμούχους πηλούς και λεπτά στρώματα αργίλων. Εντός των αποθέσεων αυτών αναπτύχθηκαν κοιτάσματα λιγνιτών. Η λιθολογική σύσταση των στρωμάτων αυτών ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Βόρεια του Σχηματαρίου, μεταβαίνουν προς τα πάνω σε υπόλευκες, τεφρές μάργες που εναλλάσσονται με πηλούχες μάργες, αμμούχους πηλούς, πλακώδεις μαργαϊκούς πηλίτες και φυλλώδεις μάργες. Δυτικότερα του Σχηματαρίου μεταβαίνουν σε αποθέσεις που συνίστανται από εναλλαγές χαλαρών κροκάλων με άμμους (Ms.c,l) εντός των οποίων παρεμβάλλονται πηλούχες – αργιλούχες ενστρώσεις. Στην περιοχή των Οινοφύτων, νοτιοανατολικά της περιοχής όπου αποκαλύπτεται το ανθρακικό υπόβαθρο απαντούν τα βαθύτερα μέλη των σχηματισμών που αποτελούνται από εναλλαγές κροκαλοπαγών, συνεκτικών αργίλων και πηλών (Ms.l,c). Το πάχος του σχηματισμού στο σύνολό του είναι της τάξης των 500-600 m.
- *Μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι (Ms.mk.tv):* Εμφανίζονται συνήθως σε μορφή φακοειδών ενστρώσεων ή και εκτεταμένων οριζόντων πάχους από λίγα έως και περισσότερα από 100 m.
- *Μάργες περιοχής Συκαμίνου (Ms.m):* Στους βαθύτερους ορίζοντες συνίσταται από λεπτοπλακώδεις, σκληρές κατακερματισμένες μάργες οι οποίες προς τα πάνω μεταβαίνουν σε μαργαϊκά υλικά. Τα ανώτερα μέλη του αποτελούνται από τραβερτίνες που εναλλάσσονται με μαργαϊκούς ασβεστολίθους.



- *Μάργες, άργιλοι, ψαμμίτες, άμμοι και κροκάλες περιοχής Θηβών – Τανάγρας – Ασωπίας (Ms.sq, Pli):* Πρόκειται για λιμναίας φάσης σχηματισμό που παρουσιάζει σημαντική ανάπτυξη με έντονες λιθοφασικές μεταβολές. Στην περιοχή της Τανάγρας απαντούν δελταϊκά κροκαλοπαγή τα οποία στα βαθύτερα τμήματά τους αποτελούνται από μάργες και πηλούς. Στη περιοχή της Ασωπίας απαντούν άργιλοι, πηλοί και αμμούχες μάργες με φακοειδείς ενστρώσεις λεπτόκοκκων ψαμμιτών. Το συνολικό πάχος του σχηματισμού είναι περίπου 200-250 m.

Όλοι οι παραπάνω σχηματισμοί του Νεογενούς χαρακτηρίζονται ως ημιπερατοί ενώ σε μερικές θέσεις, ανάλογα με τη λιθολογική τους σύσταση, χαρακτηρίζονται ως πρακτικά αδιαπέρατοι. Αξιόλογη υδροπερατότητα παρουσιάζουν οι μαργαϊκοί – τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθοι που απαντούν σε διάσπαρτες θέσεις από την περιοχή του Καλάμου έως το Μήλεσι και το Ασπροχώρι, οι αδρομερείς ενστρώσεις των Νεογενών και ιδιαίτερα αυτές που αναπτύσσονται σε βαθύτερους στρωματογραφικούς ορίζοντες. Οι εκμεταλλεύσιμες υδροφορίες αναπτύσσονται σε βάθη συνήθως μεγαλύτερα των 100-150 m στις περιοχές Σχηματαρίου – Οινοφύτων.

Ενότητα της Πελαγονικής: Η ενότητα αυτή απαντά στην ευρύτερη περιοχή σε όλη σχεδόν τη στρωματογραφική της στήλη και διακρίνεται στους ακόλουθους σχηματισμούς.

- *Φλύσχης (fg):* Συνίσταται από εναλλασσόμενα στρώματα αργιλικών σχιστόλιθων και ψαμιτών με ενστρώσεις ψαμμούχων και λεπτοστρωματοδών ασβεστολίθων καθώς και τεφρών ασβεστολίθων στα κατώτερα μέλη.

Χαρακτηρίζεται γενικά ως πρακτικά αδιαπέρατος σχηματισμός και δεν απαντά στη στενή περιοχή ενδιαφέροντος.

- *Ασβεστόλιθοι Κρητιδικού (K5-6.k):* Διακρίνονται σε δύο τμήματα, το ανώτερο και το κατώτερο. Το ανώτερο αποτελείται από λεπτο- έως μεσοστρωματώδεις και μερικές φορές φυλλώδεις ασβεστόλιθους πάχους από ελάχιστα έως και 100 m. Συχνά εναλλάσσονται με κλαστικούς ψαμμούχους και κρυσταλλικούς ασβεστόλιθους με συχνές ενστρώσεις πυριτολίθων. Απαντούν σε ασυμφωνία πάνω στου ασβεστόλιθους του κατώτερου στρώματος. Το κατώτερο τμήμα αποτελείται

κυρίως από νηριτικούς μεσοστρωματώδεις και κατά θέσεις παχυστρωματώδεις ασβεστόλιθους.

Οι ασβεστόλιθοι του κατώτερου τμήματος παρουσιάζουν αποκάρσωση από αυτούς του ανώτερου και κατά συνέπεια υψηλότερη υδροπερατότητα. Στο σύνολό τους χαρακτηρίζονται ως υδροπερατοί σχηματισμοί με αξιόλογη συμμετοχή στους μηχανισμούς λειτουργίας και την κίνηση του υπόγειου νερού στο καρστικό σύστημα της Πάρνηθας.

- *Σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα (Fe-Ni):* Αναπτύσσονται σε φακοειδή μορφή, κατά θέσεις και κατά μήκος της επαφής των Άνω-Κρητιδικών ασβεστολίθων με του υποκείμενους Τριαδικούς-Ιουρασικούς ασβεστόλιθους. Η περιεκτικότητά του σε νικέλιο είναι γενικά χαμηλή. Τα κοιτάσματα αυτά αναφέρονται και ως ‘πισολιθικός χρωμιονικελιούχος λειμωνίτης’ και είναι ανάλογα με αυτά της περιοχής Λάρυμνας-Λοκρίδας. Οι *μάζες υπερβασικών πετρωμάτων (O)* και οι *ηφαιστιοϊζηματογενείς σχηματισμοί (b.sh)*, αποτελούν το ‘Ηωελληνικό Τεκτονικό Κάλυμμα’ και βρίσκονται πάνω στην προ-Κρητιδική πλατφόρμα της Πελαγονικής. Τα υπερβασικά αυτά πετρώματα αποτελούνται από σερπεντινωμένους περιδοτίτες, οι οποίοι σε πολλές θέσεις εγκλείουν κοιτάσματα λευκόλιθου. Στη σύσταση του σχηματισμού συμμετέχει λίγος χρωμίτης, οξειδωμένος σε μαγνητίτη, κόκκοι μαγνητίτη και λίγα οξείδια σιδήρου. Διασχίζεται από άφθονα φλεβίδια ασβεστίτη και μερικά χρυσοτίλη.

Τόσο οι υπερβασικοί σχηματισμοί όσο και τα σιδηρονικελιούχα κοιτάσματα δεν εμφανίζουν ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον και χαρακτηρίζονται ως ημιπερατοί έως πρακτικά αδιαπέρατοι σχηματισμοί, ανάλογα με το δευτερογενές πορώδες. Από την άλλη μεριά, οι σχηματισμοί παρουσιάζουν υδρο-γεωχημικό ενδιαφέρον που εστιάζεται στα γύρω κοιτάσματα και ορυκτά χρωμίου τα οποία θα μπορούσαν ενδεχομένως να συμβάλλουν στον υδροχημικό χαρακτήρα των υπογείων νερών της ευρύτερης περιοχής.

- *Τριαδικοί – Ιουρασικοί ασβεστόλιθοι (Tm-Ji.k):* Είναι ασβεστόλιθοι, δολομιτικοί ασβεστόλιθοι και δολομίτες, μέσο- έως παχυστρωματώδεις, κατά θέσεις άστρωτοι και έντονα τεκτονισμένοι. Νότια της Τανάγρας και της Ασωπίας απαντούν ως μελανότεφροι δολομιτικοί ασβεστόλιθοι με κονδύλους κερατολίθων. Το συνολικό τους πάχος φτάνει έως 1000 m.

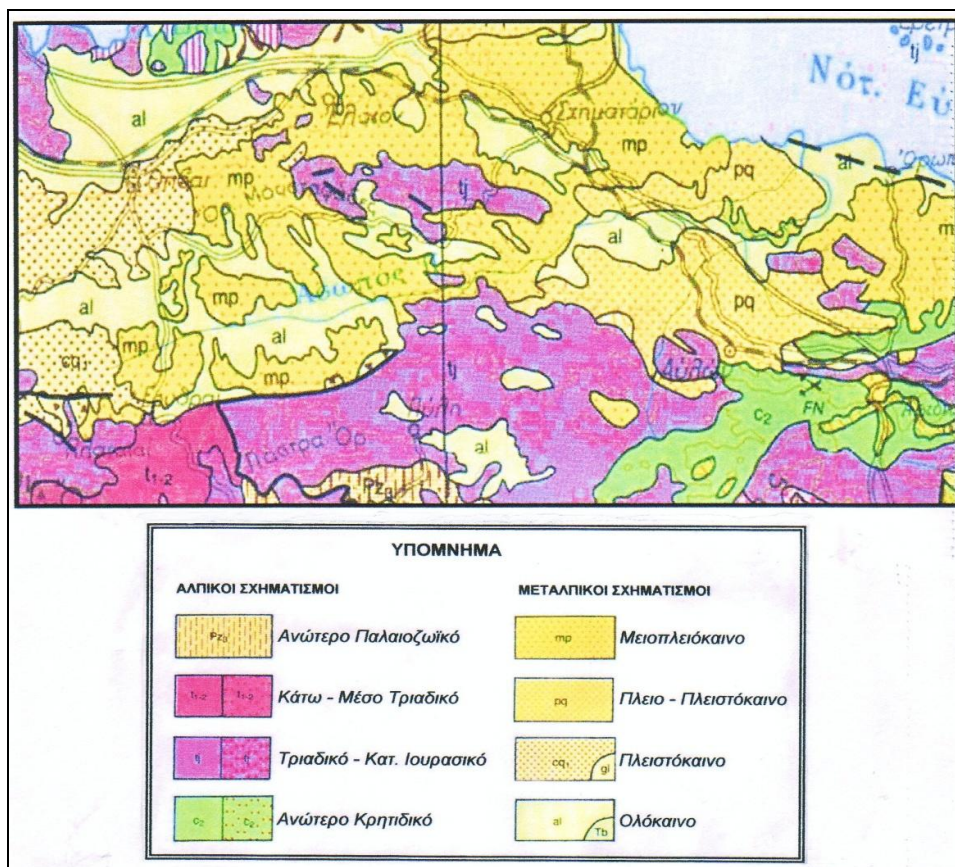
Ο σχηματισμός αυτός παρουσιάζει υψηλή σχετικά καθαρότητα με  $\text{CaCO}_3$  έως 99% και 100%, έντονο τεκτονισμό και υψηλό βαθμό καρστικοποίησης. Κατά συνέπεια χαρακτηρίζεται ως υδροπερατός έως πολύ υδροπερατός σχηματισμός εντός του οποίου αναπτύσσονται αξιόλογοι καρστικοί υδροφόροι σχηματισμοί.

- *Σχιστοκερατόλιθοι (Ti-m.sh)*: Πρόκειται για ένα σχηματισμό που περιλαμβάνει ψαμμίτες, μικροκροκαλοπαγή και αργιλικούς σχιστόλιθους. Είναι ελαφρά μεταμορφωμένη σειρά που περιλαμβάνει επίσης φακοειδείς ενστρώσεις ασβεστολίθων (*Ti-m.k*) και ηφαιστειακών σχηματισμών (*Ti-m.tf*), σπιλίτες, βασάλτες καθώς και διάφορους τοφίτες.

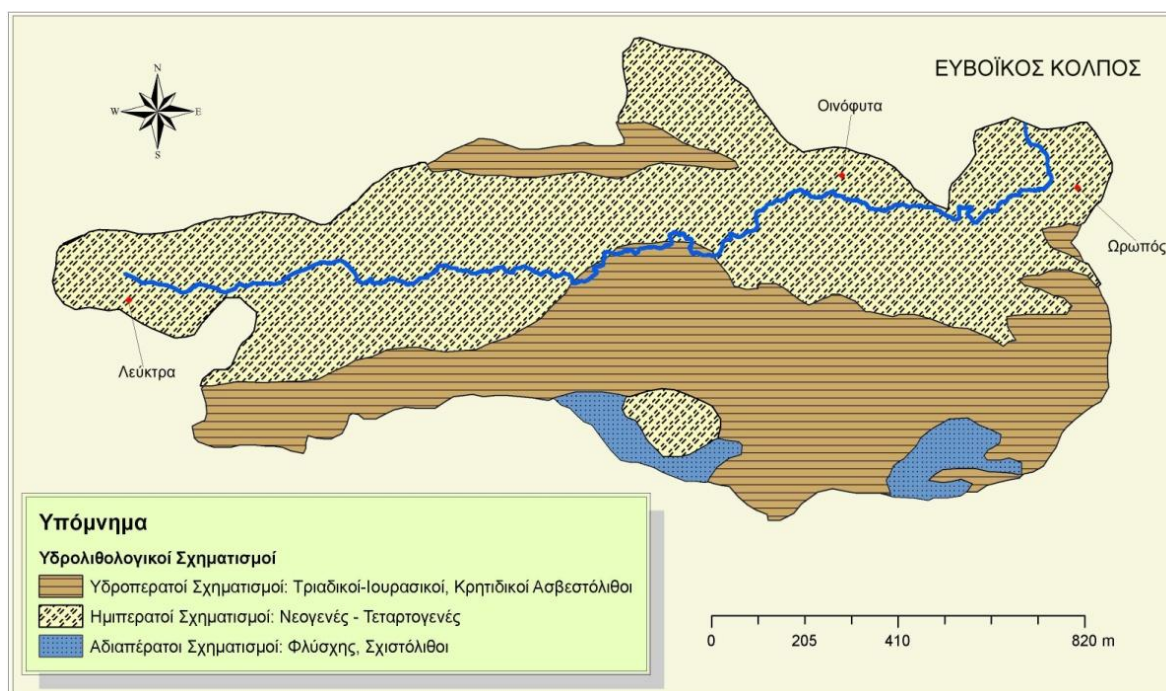
Η σχιστοψαμμιτοκερατολιθική διάπλαση αποτελεί το πρακτικά αδιαπέρατο υπόβαθρο των προηγούμενων σχηματισμών, το οποίο αναδύεται στις βόρειες παρυφές της περιοχής ενδιαφέροντος και εμφανίζεται στο βόρειο τμήμα του όρους Κτυπός έως την περιοχή της Ριτσώνας και της Χαλκίδας. Τοπικής σημασίας υδροφορίες αναπτύσσονται εντός των ανθρακικών τους ενστρώσεων οι οποίες ενισχύονται κατά μήκος ρηξιγενών ζωνών και διαρρήξεων.

- *Παλαιοζωικό υπόβαθρο (C-P-T)*: Περιλαμβάνει σχηματισμούς ηλικίας Αν. Λιθανθρακοφόρου έως Μέσου Τριαδικού. Συνίσταται από αρκόζες, γραουβάκες, αργιλικούς σχιστόλιθους και ψαμμίτες σε εναλλαγές με φυλλίτες και χαλαζιακά κροκαλοπαγή. Κατά θέσεις περιλαμβάνει ανθρακικές ενστρώσεις (*C-P-T.k*).

Ο σχηματισμός αυτός αποτελεί το πρακτικά αδιαπέρατο υπόβαθρο των Τριαδικο-Ιουρασικών ασβεστολίθων της Πελαγονικής και αναδύεται σε αντικλινική μορφή κατά μήκος της οροσειράς της Πάρνηθας αποτελώντας έτσι και το νότιο υδραυλικό όριο της υδρογεωλογικής λεκάνης του Ασωπού ποταμού. Υδρογεωλογικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η εμφάνιση ανθρακικών σχηματισμών, είτε σε μορφή φακοειδών ενστρώσεων είτε αυτόνομων εμφανίσεων η οποία σε συνδιασμό με την ρηξιγενή τεκτονική είναι δυνατό να συμβάλλει στη δημιουργία υδροφόρων οριζόντων, τοπικής όμως σημασίας.

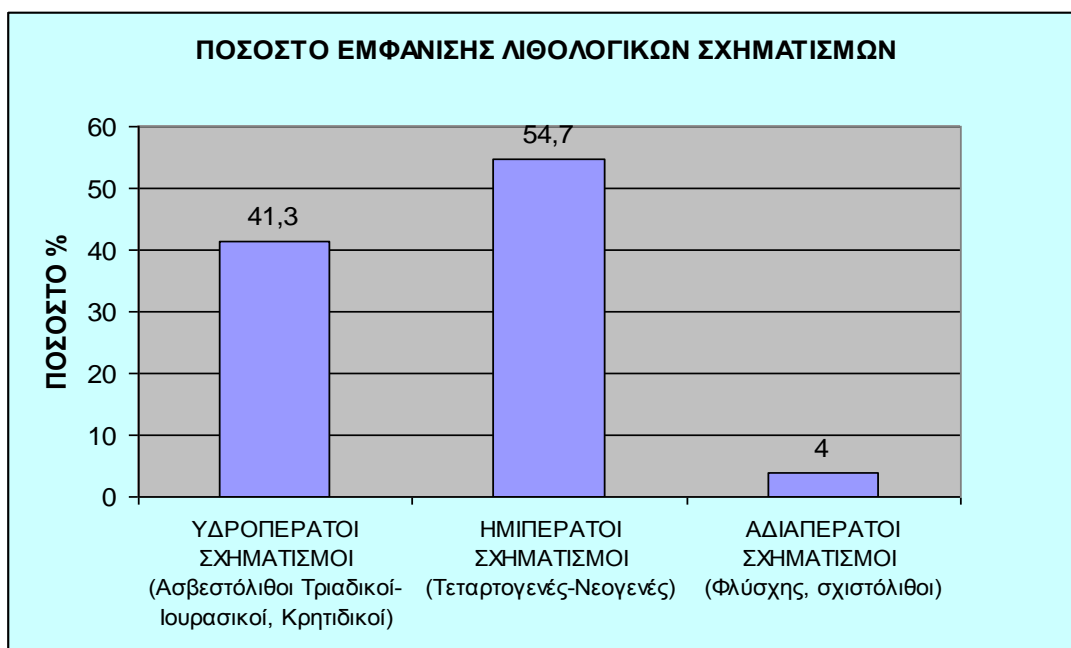


Σχήμα 2.4: Γεωλογικός χάρτης της ευρύτερης περιοχής μελέτης, Κλίμακα 1:500.000 (ΠΓΜΕ, 1983)



Σχήμα 2.5: Χάρτης Υδρολιθολογικών Σχηματισμών, Κλίμακα:1:200.000

(Πηγή: Μασούρα Γ., 2008, κατά Δούνα κ.ά., 1978)



Σχήμα 2.6: Ποσοστό εμφάνισης των λιθολογικών σχηματισμών στην λεκάνη του Ασωπού

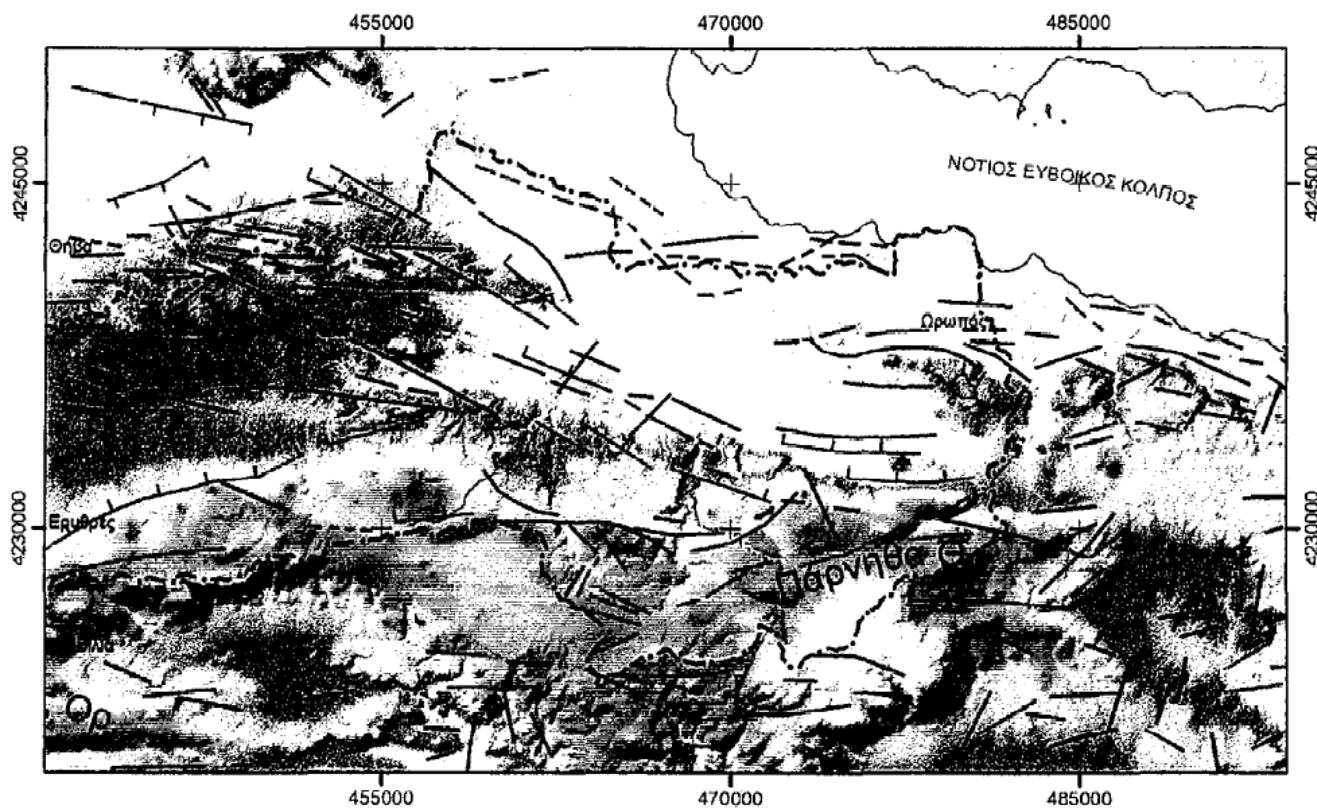
(Πηγή: Μασούρα Γ., 2008)

### 2.2.3. Τεκτονική

Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από ρηξιγενή και πτυχωσιγενή τεκτονική. Οι παραμορφωτικές φάσεις που οδήγησαν στην πτυχωσιγενή τεκτονική, είναι τουλάχιστον τρεις:

- Μια παλαιότερη με ισοκλινείς πτυχώσεις BA-NA
- Μια δεύτερη με μεγάλη ποικιλία πτυχώσεων
- Μια τρίτη με δομές θραυσιγενούς τύπου που αντιπροσωπεύεται αποκλειστικά από ρήγματα και διακλάσεις.

Οι κύριες ρηξιγενείς ζώνες διακρίνονται σε τρεις κύριες διευθύνσεις (BA-NA, A-Δ και ΒΔ-NA). Οι δύο πρώτες αντιστοιχούν στη δεύτερη φάση των πτυχώσεων ενώ η Τρίτη είναι πιθανώς Πλειστοκαινικής ηλικίας και συνεχίζει να είναι ενεργή έως σήμερα. Στο τέλος του Πλειστοκαινίου ακολούθησαν κατακόρυφες κινήσεις γενικής διεύθυνσης BA-NA έως Δ-A που οδήγησαν στη διάρρηξη των Διλουβιακών κροκαλοπαγών και των παλαιότερων πετρωμάτων και στη δημιουργία του Ευβοϊκού κόλπου.



Σχήμα 2.7: Κατανομή ρηγμάτων στην ευρύτερη περιοχή

(Πηγή: Γιαννουλόπουλος 2008, κατά Μέττο, 1992)

#### 2.2.4. Υδροφόροι ορίζοντες

Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία (Δούνας κ.α., 1978, Μόρφης, 1995) και από επί τόπου παρατηρήσεις που έχουν γίνει (Ι.Γ.Μ.Ε.) προκύπτει ότι οι υδροφόροι ορίζοντες που αναπτύσσονται στην περιοχή είναι οι εξής:

Υδροφόροι ορίζοντες χαλαρών αλλουβιακών αποθέσεων και προσχώσεων: Οι αποθέσεις αυτές αναπτύσσονται σε τρεις διαφορετικές ζώνες οι οποίες συνθέτουν και τους αντίστοιχους υδροφόρους ορίζοντες:

- *Εκατέρωθεν και κατά μήκος της κοίτης του Ασωπού ποταμού στην περιοχή των Οινόφυτων.* Οι αποθέσεις αυτές παρουσιάζουν μικρό σχετικά πάχος. Αξιόλογη φρεάτια υδροφορία παρουσιάζουν κατάντη (ανατολικά) της εθνικής οδού η οποία υφίσταται περιορισμένη εκμετάλλευση για αρδευτικές κυρίως χρήσεις δια μέσου φρεάτων. Στο τμήμα δυτικά της εθνικής οδού η εκμετάλλευση έχει πλέον μεταβεί

σε βαθύτερους υδροφόρους ορίζοντες υποκείμενων στρωμάτων (Νεογενών και καρστικών). Ο προσχωματικός αυτός υδροφορέας βρίσκεται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία με τον Ασωπό ποταμό.

- Αλλουβιακό – προσχωματικό πεδίο του Ωρωπού. Εντός των αποθέσεων και των προσχώσεων αυτών αναπτύσσεται ελεύθερος υδροφόρος σχηματισμός ο οποίος υφίσταται εκμετάλλευση για αρδευτικές χρήσεις διαμέσου πληθώρας φρεάτων και γεωτρήσεων. Ο υδροφορέας βρίσκεται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία με τον Ασωπό ποταμό.
- Αλλουβιακό – προσχωματικό πεδίο περιοχής Βαθέος – Φάρου Αυλίδας. Στην περιοχή αυτή αναπτύσσονται αλλουβιακές αποθέσεις οι οποίες φιλοξενούν ελεύθερο υδροφόρο ορίζοντα ο οποίος υφίσταται εκμετάλλευση διαμέσου φρεάτων για αρδευτική κυρίως χρήση.

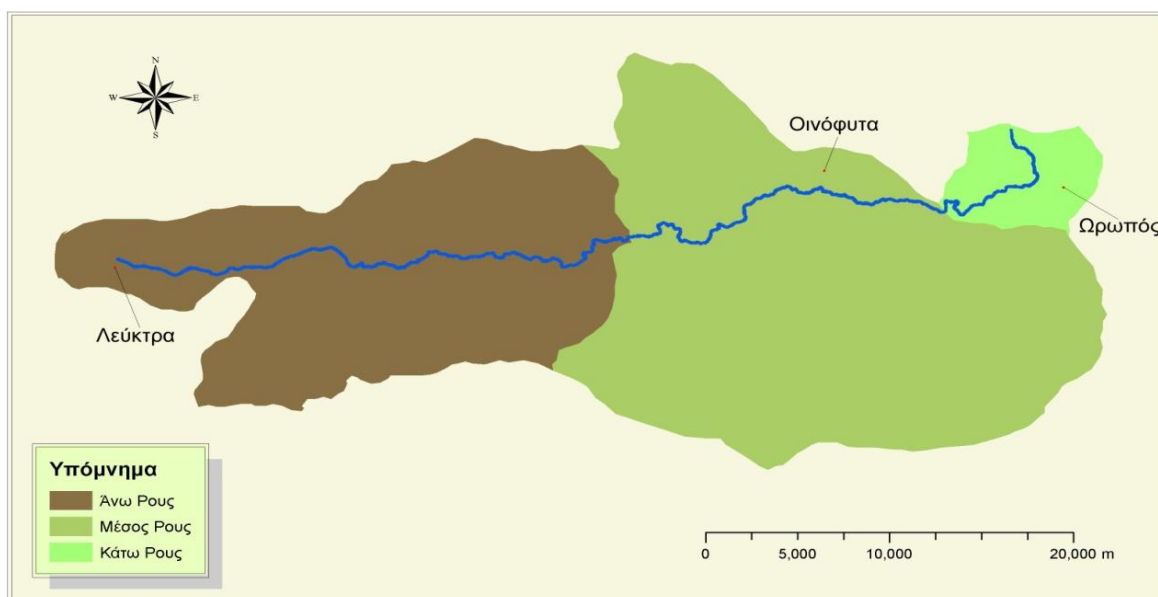
Υδροφόρος ορίζοντας των Πλειο-πλειστοκαινικών ψαμμιτοκροκαλοπαγών: Τα ιζήματα αυτά παρουσιάζουν σημαντική ανάπτυξη στις λοφώδεις περιοχές μεταξύ Αυλίδας – Ωρωπού – Καλάμου καθώς και στα βόρεια κράσπεδα της Πάρνηθας μεταξύ Οινοφύτων και Αυλώνας. Εντός των αποθέσεων αυτών αναπτύσσονται υδροφόροι ορίζοντες που έχουν υποστεί σημαντική εκμετάλλευση για την κάλυψη υδατικών αναγκών πολλών περιοχών ιδιαίτερα στη ζώνη Αυλίδας – Ωρωπού – Καλάμου. Πρόκειται κυρίως για ελεύθερο υδροφόρο σχηματισμό, ο οποίος υφίσταται εκμετάλλευση με γεωτρήσεις βάθους μεγαλύτερου των 100-150 m υποβιβάζοντας συνεχώς τη στάθμη του υπογείου νερού σε επίπεδα ακόμη και κάτω από τη στάθμη της θάλασσας (περιοχή Χρυσοπηγής Ωρωπού).

Υδροφόρος ορίζοντας των Νεογενών ιζημάτων: Έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο 2.2.2

Καρστικό υδροφόρο σύστημα Τριαδικών – Ιουρασικών και Κρητιδικών ασβεστολίθων: Πρόκειται κατά βάση για το καρστικό υδροφόρο σύστημα των μεσοζωικών ασβεστολίθων της ΒΑ Πάρνηθας. Το σύστημα των ασβεστολίθων αυτών στην περιοχή ενδιαφέροντος δεν περιορίζεται μόνο στην ΒΑ Πάρνηθα αλλά αποτελεί σε πολλές θέσεις το υπόβαθρο των Νεογενών σχηματισμών στην ευρύτερη περιοχή. Αναδύεται και παρουσιάζει επιφανειακή ανάπτυξη στην περιοχή των Οινοφύτων, στην περιοχή μεταξύ Τανάγρας και



Ασωπίας καθώς και βόρεια στις νότιες παρυφές του όρους Κτυπός. Ερωτήματα όπως η πιθανή φυσική και υδραυλική συνέχεια μεταξύ των εμφανίσεων αυτών, η υπόγεια διασύνδεσή τους καθώς και η ανάπτυξή τους στο γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής καθορίζουν αντίστοιχα και την έκταση του πιθανολογούμενου καρστικού υποβάθρου των Νεογενών της περιοχής και ως εκ τούτου παρουσιάζουν σημαντικό ενδιαφέρον. Ο υδροφορέας αυτός είναι από τους πιο σημαντικούς της περιοχής. Η κύρια περιοχή τροφοδοσίας του είναι οι επιφανειακές του εμφανίσεις στις βόρειες παρυφές της Πάρνηθας καθώς και μικρότερες εμφανίσεις του στην ευρύτερη περιοχή. Η ροή των υπόγειων νερών κατευθύνεται προς την περιοχή της Μαυροσουβάλας, όπου απαντά και το πεδίο γεωτρήσεων της ΕΥΔΑΠ και η τελική του φόρτιση γίνεται στις υφάλμυρες παρυφές του Καλάμου (Δούνας κ.α., 1978, Μόρφης, 1995). Σε ότι αφορά τα υδατικά του αποθέματα, αυτά αποτελούν στρατηγικά υπόγεια αποθέματα αφού σε περιόδους λειψυδρίας χρησιμοποιήθηκαν για την ενίσχυση της ύδρευσης του λεκανοπεδίου.



Σχήμα 2.1: Χάρτης Υδρογεωλογικών Ενοτήτων λεκάνης Ασωπού, Κλίμακα: 1:200.000

(Πηγή: Μασούρα Γ., 2008, κατά Δούνα κ.α., 1978)



### 2.2.5. Κίνηση του υπόγειου νερού

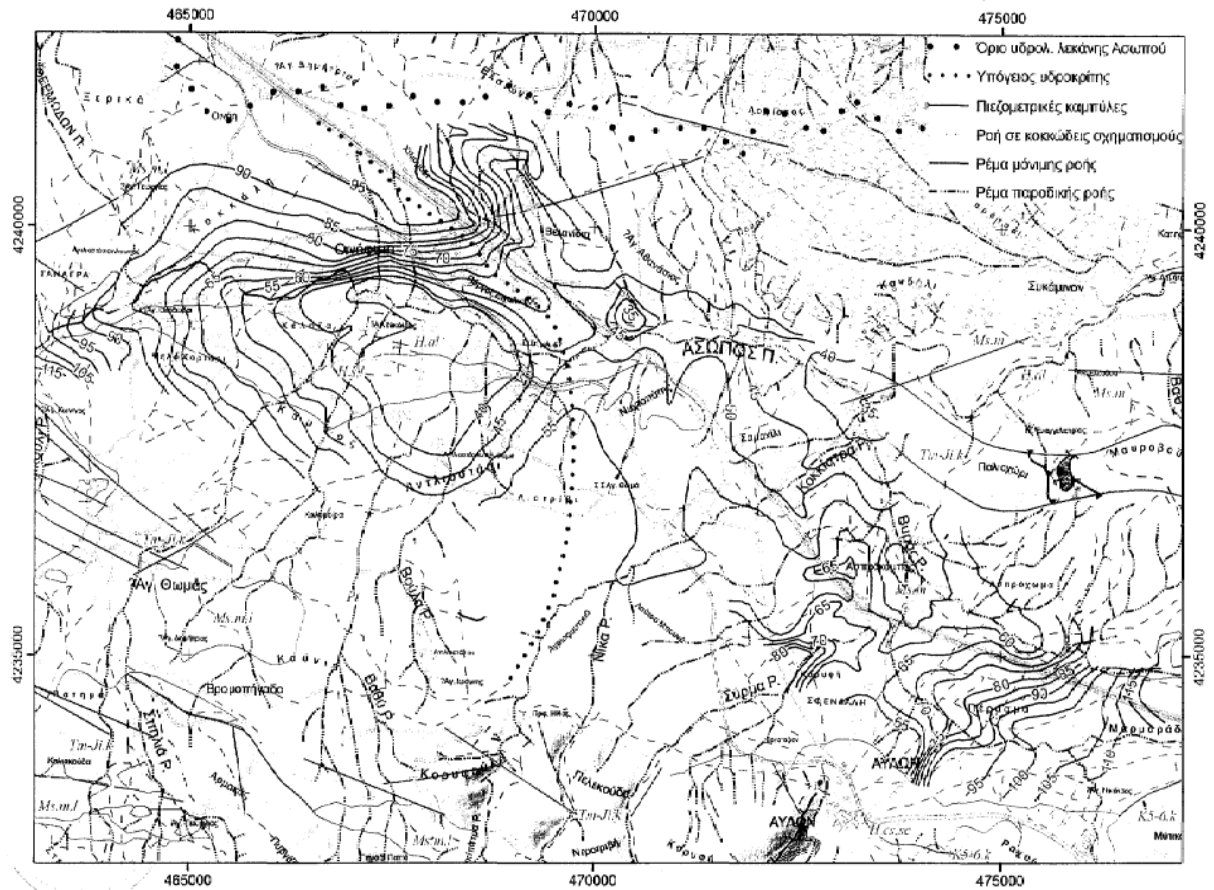
Η κίνηση του υπόγειου νερού στους επιμέρους υδροφόρους σχηματισμούς προκύπτει από τη σύνθεση και επεξεργασία ποικίλων γεωλογικών, υδρογεωλογικών και υδραυλικών χαρακτηριστικών τους. Από τα μέχρι τώρα στοιχεία προκύπτουν τα ακόλουθα:

Οι υδροφόροι ορίζοντες που συνθέτουν το υδρογεωλογικό σύστημα του Ασωπού οριοθετούνται βόρεια από το μεσοζωικό σχιστοψαμμιτικό υπόβαθρο που εμφανίζεται κατά μήκος του όρους Κτυπάς και νότια από την κορυφογραμμή της Πάρνηθας όπου αναδύεται σε αντικλινική μορφή το παλαιοζωικό υπόβαθρο. Το δυτικό του όριο δεν είναι με ακρίβεια γνωστό, αλλά σύμφωνα με τα πιεζομετρικά δεδομένα φαίνεται ότι διέρχεται βόρεια του άξονα Σχηματαρίου – Τανάγρας και οριοθετεί το υδροφόρο σύστημα του Ασωπού με αυτό του Βιωτικού Κηφισού. Το σύστημα του Βιωτικού Κηφισού εκφορτίζεται στον Ευβοϊκό κόλπο διαμέσου της Υλίκης και της Παραλίμνης ενώ το σύστημα του Καπαρελίου που αναπτύσσεται δυτικότερα εκφορτίζεται στον Κορινθιακό κόλπο. Στην περιοχή ενδιαφέροντος η κίνηση του υπογείου νερού διαφοροποιείται κατακόρυφα και οριζόντια μεταξύ των επιμέρους υδροφόρων οριζόντων.

Σε ότι αφορά στους υδροφόρους ορίζοντες των κοκκωδών Νεογενών και των Πλειοπλειστοκαινικών αποθέσεων της περιοχής Σχηματαρίου – Οινοφύτων, τα πιεζομετρικά δεδομένα δείχνουν ότι η επικρατέστερη κίνηση του υπόγειου νερού είναι ΒΑ διεύθυνσης. Επίσης δυτικά των Οινοφύτων παρατηρείται μια ‘κλειστή’ πτώση της πιεζομετρίας η οποία αποτελεί μια ‘υδραυλική καταβόθρα’. Εκτιμάται ότι η συγκεκριμένη καταβόθρα προκύπτει από την αναθόλωση του υποκείμενου καρστικού υποβάθρου των Τριαδικών – Ιουρασικών ασβεστολίθων οι οποίοι παρουσιάζουν επιφανειακή ανάπτυξη στη θέση ‘Πύργος Διχαλωτός’ των Οινοφύτων.

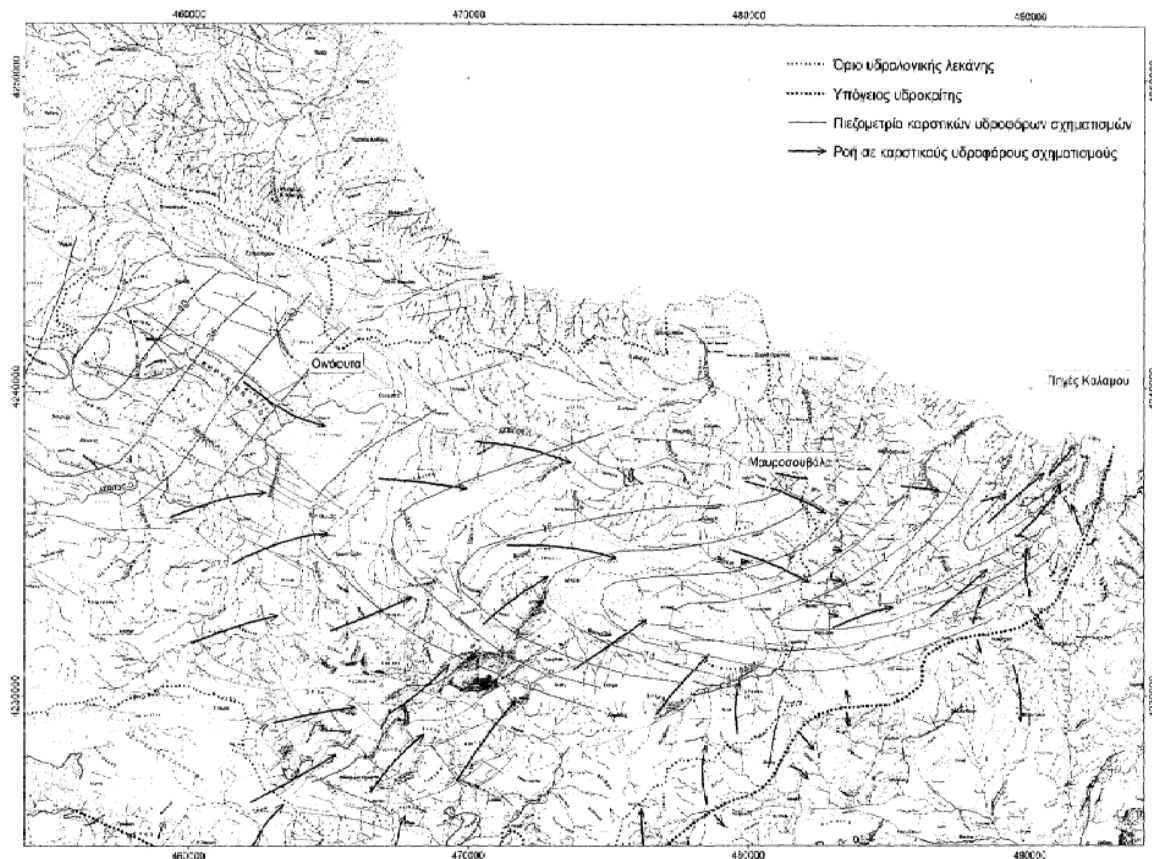
Ο κατώτερος καρστικός υδροφόρος των Τριαδικών – Ιουρασικών ασβεστολίθων, τροφοδοτείται από κατεισδύοντα όμβρια ύδατα στις βόρειες παρυφές της Πάρνηθας καθώς και σε επιφανειακές εμφανίσεις των ασβεστολίθων αυτών εντός της λεκάνης του Ασωπού. Στην προαναφερόμενη περιοχή, δυτικά των Οινοφύτων, βρίσκεται σε υδραυλική επικοινωνία με τον υπερκείμενο κοκκώδη υδροφόρο ορίζοντα των Νεογενών και Πλειοπλειστοκαινικών ιζημάτων. Τα υπόγεια νερά του καρστικού υδροφόρου συστήματος από τις περιοχές τροφοδοσίας τους ρέουν ανατολικά προς την περιοχή της Μαυροσουβάλας

και εκφορτίζονται στις υφάλμυρες πηγές του Καλάμου. Να σημειωθεί ότι σε ορισμένα τμήματα, ανατολικά της εθνικής οδού, ο Ασωπός ποταμός βρίσκεται σε άμεση υδραυλική επικοινωνία με τον καρστικό υδροφόρο ορίζοντα.



Σχήμα 2.2: Πιεζομετρικές καμπύλες και ροή του υπόγειου νερού στους κοκκώδεις υδροφόρους σχηματισμούς

(Πηγή: Γιαννουλόπουλος 2008, κατά Δούνα κ.α., 1978)



Σχήμα 2.3: Ροή του υπόγειου νερού στους καρστικούς υδροφόρους σχηματισμούς

(Πηγή: Γιαννουλόπουλος 2008, κατά Δούνα κ.α., 1978)

### 2.2.6. Εδαφολογικά στοιχεία

Σε αντιστοιχία με τη γεωλογική σύσταση της περιοχής συναντώνται οι ακόλουθες κατηγορίες εδαφών :

Τα Αλλουβιακά προέρχονται κυρίως από φερτές ύλες του Ασωπού ποταμού και των ρεμάτων. Είναι πλούσια σε άνθρακα και ασβέστιο και χαρακτηρίζονται σαν γεωργικά εδάφη υψηλής παραγωγικότητας (με λαχανικά ή αρδευόμενες μεγάλες καλλιέργειες). Τα εδάφη αυτά συναντώνται στις κοίτες του Ασωπού ποταμού και στην πεδινή περιοχή εκβολών του καθώς επίσης και νότια της Μαλακάσας.

Τα εδάφη των Πλειστοκαινικών αποθέσεων (Διλουβιακά) απαρτίζονται από μάργες, ψαμμίτες και κροκαλλοπαγή. Συναντώνται στη ζώνη των χαμηλών λόφων της παραλίας.

Χαρακτηρίζονται από καλλιέργειες οπωροφόρων, αμπελώνων ή συνδυασμό δενδρωδών και χαμηλών καλλιερειών. Η βλάστηση τους περιλαμβάνει αραιά δάση πεύκων.

Τα εδάφη του νεογενούς συστήματος συναντώνται κυρίως στην εγκάρσια ζώνη της γεωγραφικής ενότητας και απαρτίζονται από μαργαϊκούς, τραβερτινοειδείς ασβεστόλιθους και μάργες, ψαμμίτες, κροκαλοπαγή. Συναντώνται επίσης και ασβεστόλιθοι του μη μεταμορφωμένου συστήματος της Πάρνηθας. Τα εδάφη αυτά καλύπτονται από δασική βλάστηση ή δενδρώδεις καλλιέργειες.

### 2.2.7. Στοιχεία κοίτης - ροής Ασωπού

Ο ποταμός έχει ελάχιστη ροή πέρα από βρόχινα νερά και αποχετευόμενα λύματα και απόβλητα. Όσον αφορά στην κατάσταση της κοίτης του ποταμού, από μακροσκοπική παρατήρηση της περιοχής, το κύριο χαρακτηριστικό είναι τα υδροχαρή φυτά που την κατακλύζουν.



Εικόνα 2.1: Οι συνθήκες ροής του ποταμού κατά τους θερινούς μήνες - Αγ.Θωμάς

Προβλήματα κατάκλισης από πλημμύρες αναφέρονται μόνο στο ανάντη τμήμα του Ασωπού και ιδιαίτερα στο Λουτούφι. Θεωρείται όμως βέβαιο, λόγω της μικρής ποσότητας



υδάτων, ότι το πρόβλημα μπορεί να λυθεί μετά τον καθαρισμό της υδροχαρούς βλάστησης.



Εικόνα 2.2: Η κοίτη του Ασωπού ποταμού- Γέφυρα Ασωπίας

Στην εκβολή του ποταμού έχουμε την είσοδο της θάλασσας σε αρκετή απόσταση. Δεν υπάρχουν προβλήματα στην πλειοψηφία των διαβάσεων, πέραν ορισμένων αγροτικών δρόμων δευτερευούσης σημασίας, που δεν χρησιμοποιούνται μάλιστα το χειμώνα και βρίσκονται σε πολύ χαμηλό ύψος πάνω από τον πυθμένα του ποταμού.

Σε πολύ υψηλό ποσοστό τους θερινούς μήνες δεν υπάρχει νερό στον Ασωπό. Συνεπώς οι εισροές αστικών και βιομηχανικών λυμάτων έχουν μεγάλη συμβολή στην διαμόρφωση της υδρογραφίας κατά την ξηρή περίοδο.



Εικόνα 2.3: Οι συνθήκες ροής κατά την ξηρή περίοδο

### **2.3. Κλιματολογικά στοιχεία**

Τα όρη που περιβάλλουν τα χαμηλά λεκανοπέδια του νομού Βοιωτίας, εμποδίζουν να φτάσουν ως εκεί οι θαλάσσιες επιδράσεις. Για το λόγο αυτό, το κλίμα στο εσωτερικό του νομού προσεγγίζει το ηπειρωτικό, με κύριο χαρακτηριστικό το μεγάλο θερμοκρασιακό εύρος.

Για την εξέταση του μικροκλίματος και των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας που προήλθαν από τον ΜΣ Τανάγρας που λόγω της θέσης του και την τοπογραφία της περιοχής επηρεάζει περισσότερο την περιοχή μελέτης.

#### **2.3.1. Θερμοκρασία - Ατμοσφαιρικά Κατακρημνίσματα**

Από τα δεδομένα του Πίνακα 2.2 παρατηρείται ότι η μέση μέγιστη θερμοκρασία είναι το μήνα Ιούλιο με 31.9°C ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία είναι το μήνα Ιανουάριο με 3.2°C. Η μεγαλύτερη μέση μηνιαία θερμοκρασία παρατηρείται τον Ιούλιο (27.3°C) ενώ η

μικρότερη το μήνα Ιανουάριο (7.4°C). Την περίοδο 1986-1992 παρατηρούνται απόλυτες ελάχιστες θερμοκρασίες της τάξης των -16.6°C το μήνα Φεβρουάριο, ενώ απόλυτες μέγιστες θερμοκρασίες της τάξης των 46°C το μήνα Ιούλιο.

Η σχετική υγρασία κυμαίνεται από 47.5 % το καλοκαίρι (Ιούλιος) και φτάνει το 77,5 % το χειμώνα (Δεκέμβριος).

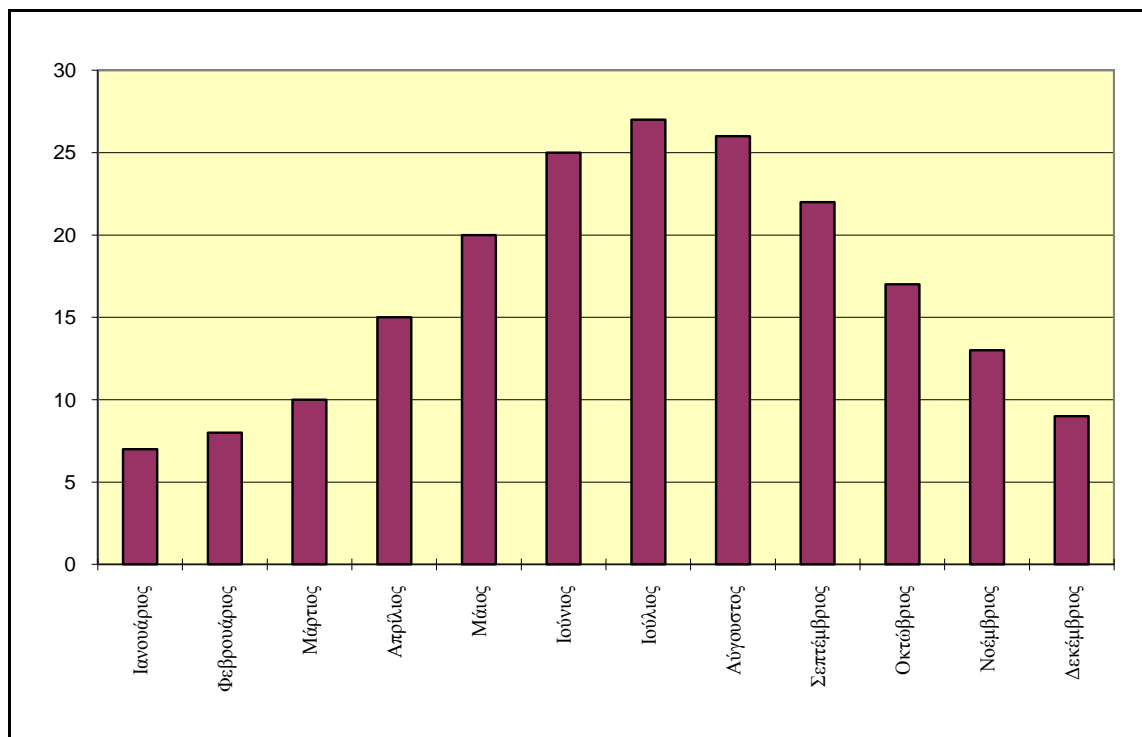
Ο μήνας με το μεγαλύτερο ύψος βροχής είναι ο Δεκέμβριος (74.9 mm), ενώ το καλοκαίρι παρατηρούνται τα μικρότερα ύψη βροχής (Ιούνιος 12.8 mm, Ιούλιος 6.9 mm, Αύγουστος 10.3 mm).

Στο Σχήμα 14 δίνεται η κατανομή της μέσης θερμοκρασίας (°C) και στο σχήμα 15 η κατανομή του μέσου ύψους βροχής (mm), βάσει στοιχείων του μετεωρολογικού σταθμού Τανάγρας, ενώ στο σχήμα 16 παρουσιάζεται το ομβροθερμικό διάγραμμα περιόδου 1986-1992.

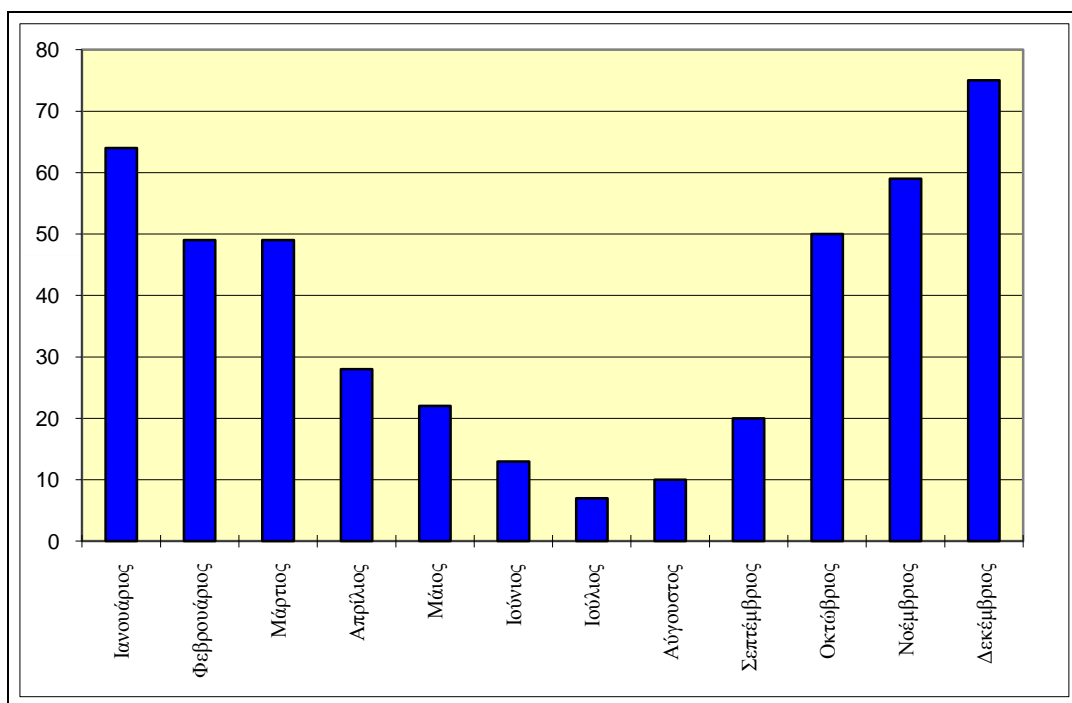
Πίνακας 2.2: Μετεωρολογικά στοιχεία σταθμού Τανάγρας (1986-92)

(Πηγή Ε.Μ.Υ)

Μήνες	Μέση Θερμοκρ	Μέση Μέγιστη Θερμοκρ	Μέση Ελάχιστη Θερμοκρ.	Απόλυτη Μέγιστη Θερμοκρ.	Απόλυτη Ελάχιστη Θερμοκρ.	Σχετική Υγρασία %	Συνολικό h βροχής mm	Μέγιστο h βροχής 24h mm
Ιαν.	7.4	11.7	3.2	23.4	-10.4	77.0	64.5	169.3
Φεβ.	8.2	12.7	3.4	26.0	-16.6	74.5	49.9	54.2
Μάρ.	10.3	14.9	4.6	26.6	-6.4	72.7	49.2	42.0
Απρ.	14.6	19.5	7.2	32.8	-6.0	66.3	27.9	47.3
Μάιος	19.9	24.9	11.1	38.2	1.1	58.9	21.7	56.0
Ιούνιος	25.1	30.0	15.5	42.4	7.0	49.4	12.8	58.0
Ιούλιος	27.3	31.9	18.1	46.0	11.0	47.5	6.9	27.0
Αύγ.	26.6	31.6	18.1	43.7	10.5	49.3	10.3	55.5
Σεπτέμ.	22.3	27.9	14.9	39.0	5.8	58.7	20.4	51.5
Οκτώβ.	17.2	22.4	11.4	37.2	0.0	68.7	50.5	67.0
Νοέμβ.	12.9	17.7	8.0	29.4	-3.0	75.7	58.8	52.2
Δεκέμβ.	9.4	13.6	4.9	23.8	-6.0	77.5	74.9	77.0

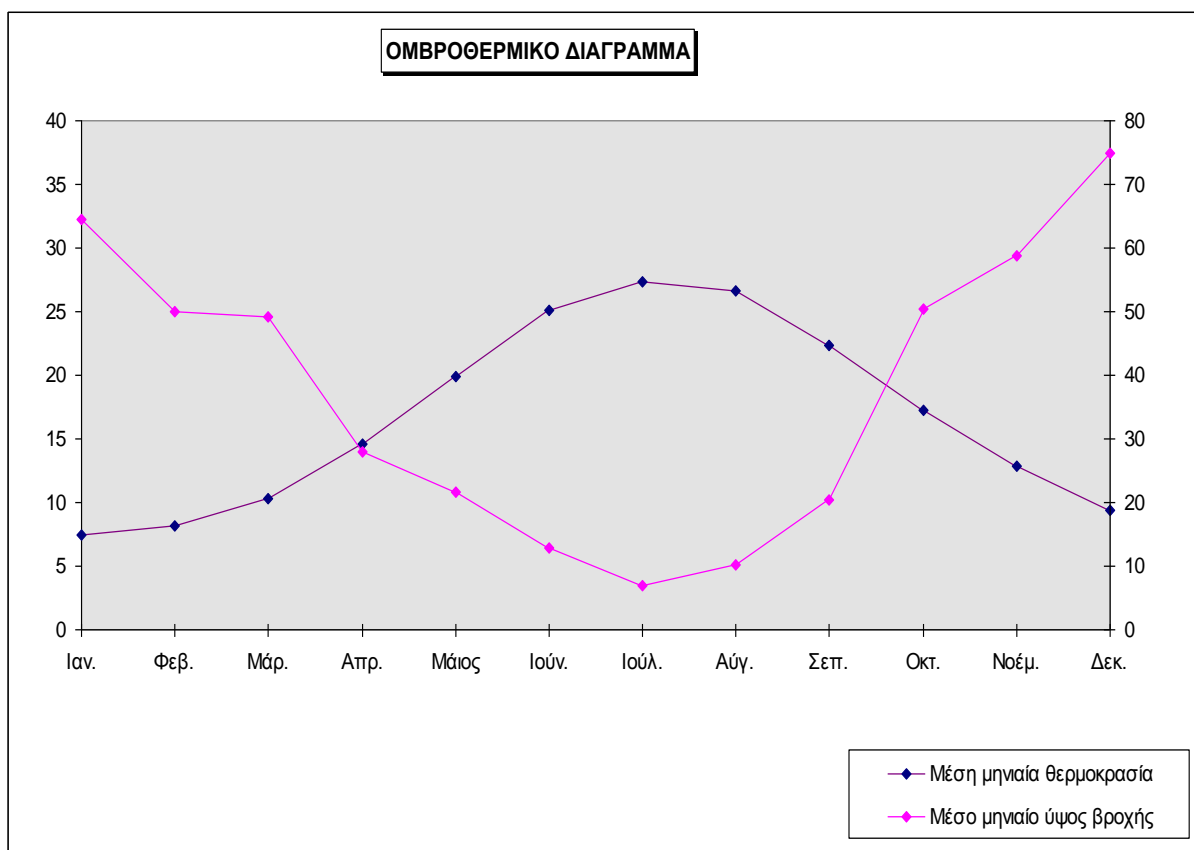


Σχήμα 2.4: Κατανομή μέσης θερμοκρασίας (°C), (Μετεωρολογικός Σταθμός Τανάγρας)



Σχήμα 2.5: Κατανομή μέσου ύψους βροχής (mm), (Μετεωρολογικός Σταθμός Τανάγρας)





Σχήμα 2.6: Ορθορομβικό διάγραμμα περιόδου 1986 – 1992 (Πηγή: Μασούρα Γ., 2008)

Από το ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής προκύπτει ότι η ξηρή περίοδος διαρκεί από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο. Το παραπάνω ομβροθερμικό απεικονίζει την πορεία για κάθε μήνα της μέσης θερμοκρασίας σε °C, ενώ του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής σε mm.

Για την καμπύλη των θερμοκρασιών έχει ληφθεί κλίμακα διπλάσια εκείνης των βροχοπτώσεων.

### 2.3.2. Άνεμοι

Η ένταση των ανέμων δεν ξεπερνάει τα όρια των μετρίων αφού σε ποσοστό 95% κυμαίνεται μεταξύ 0-4 B με το ποσοστό άπνοιας να είναι 35.879%. Οι ισχυροί έως και πολύ ισχυροί άνεμοι έντασης 5-7 B καλύπτουν ποσοστό μόνο 4.94% ενώ οι θυελλώδεις άνω των 7 B είναι σχεδόν ανύπαρκτοι.

Στην περιοχή μελέτης επικρατούν Βόρειοι και ΒΔ άνεμοι σε ποσοστό 16.25% και 13.87% αντίστοιχα. Έπονται οι Δυτικοί άνεμοι με ποσοστό 11.2%, οι ΒΑ με 6.32%, οι ΝΔ με 4.95%, οι Ανατολικοί με 4.57%, οι Νότιοι με 4.74% και οι ΝΑ με 2.21%.

Το Νοέμβριο εμφανίζεται το μεγαλύτερο ποσοστό άπνοιας ενώ τον Ιούλιο το μικρότερο με ποσοστό 42.8% και 25.62% αντίστοιχα.

Πίνακας 2.3: Ετήσια συχνότητα διεύθυνσης και έντασης ανέμου στο Μ.Σ Τανάγρας

(Πηγή : Ε.Μ.Υ)

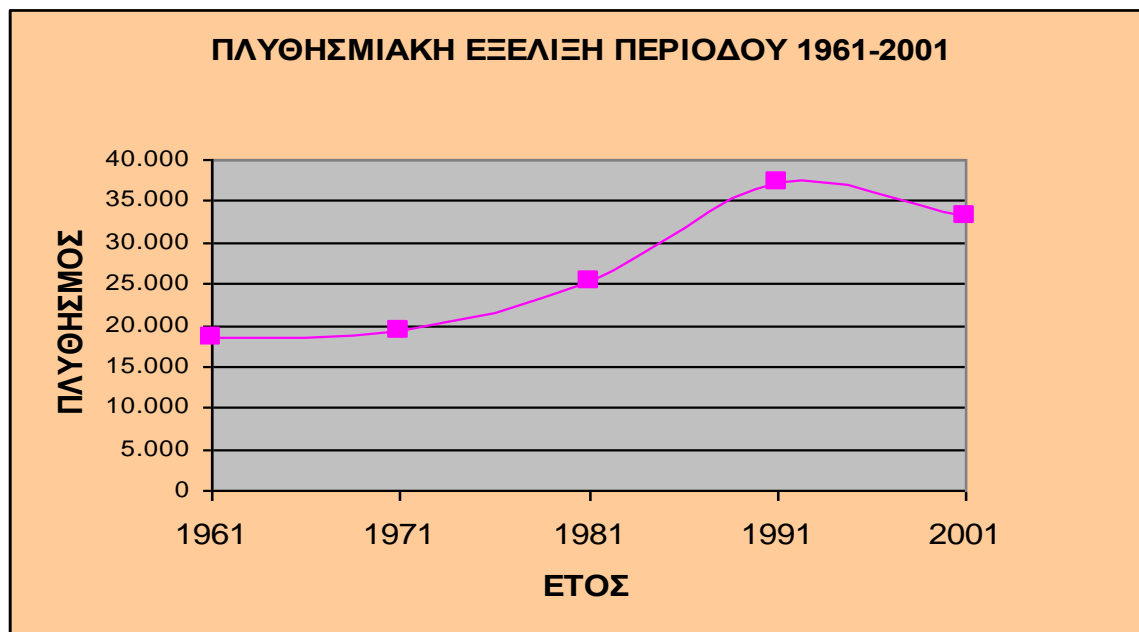
Ένταση ανέμου	Β	ΒΑ	Α	Α	Ν	Δ	Δ	ΒΔ	Νηνεμία	Σύνολο
0									35.879	35.879
1	0.252	0.120	0.197	0.077	0.077	0.055	0.449	0.340		1.567
2	3.023	1.807	1.851	0.690	0.843	0.898	4.162	4.491		17.765
3	5.422	2.903	1.796	0.745	1.413	1.380	4.042	5.246		22.947
4	5.794	1.391	0.646	0.504	1.654	1.829	1.939	3.067		16.824
5	1.413	0.088	0.055	0.120	0.537	0.591	0.427	0.581		3.812
6	0.296	0.011	0.011	0.055	0.164	0.153	0.131	0.110		0.931
7	0.044	0.000	0.011	0.011	0.044	0.033	0.033	0.022		0.198
8	0.011	0.000	0.000	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011		0.066
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000		0.011
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
<b>Σύν.</b>	<b>16.255</b>	<b>6.320</b>	<b>4.567</b>	<b>2.213</b>	<b>4.743</b>	<b>4.950</b>	<b>11.205</b>	<b>13.868</b>	<b>35.879</b>	<b>100.000</b>

## 2.4. Ανθρωπογενές περιβάλλον

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες επιταχύνουν τις φυσικές διαδικασίες όπως την διάβρωση και την στράγγιση των εδαφών. Αυξάνουν την εισροή φυσικών αλάτων και θρεπτικών συστατικών στα ποτάμια ύδατα λόγω της χρήσης ανόργανων λιπασμάτων αλλά και συνθετικών συστατικών, κυρίως οργανικών όπως διαλύτες, φυτοφάρμακα και αρωματικοί υδρογονάνθρακες. Επίσης ένα μεγάλο μέρος των ρυπαντών που εισέρχονται στα ποταμοχειμάρρια υδροσυστήματα, προέρχεται από σημειακές πηγές όπως τα βιομηχανικά και οικιακά απόβλητα. Στις παραγράφους που ακολουθούν περιγράφεται το ανθρωπογενές περιβάλλον και οι πιέσεις που επηρεάζουν την ποιότητα των υπογείων νερών της περιοχής ενδιαφέροντος.

### 2.4.1. Πληθυσμιακή εξέλιξη - Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Η πληθυσμιακή εξέλιξη των δήμων και κοινοτήτων που εντάσσονται στη λεκάνη του ποταμού Ασωπού σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν από την Ελληνική Στατιστική αρχή για την χρονική περίοδο 1961-2001 παρουσιάζονται στους πίνακες και τα σχήματα που ακολουθούν.



Σχήμα 2.7: Πληθυσμιακή εξέλιξη της περιοχής μελέτης

(Πηγή: Μασούρα Γ., 2008)

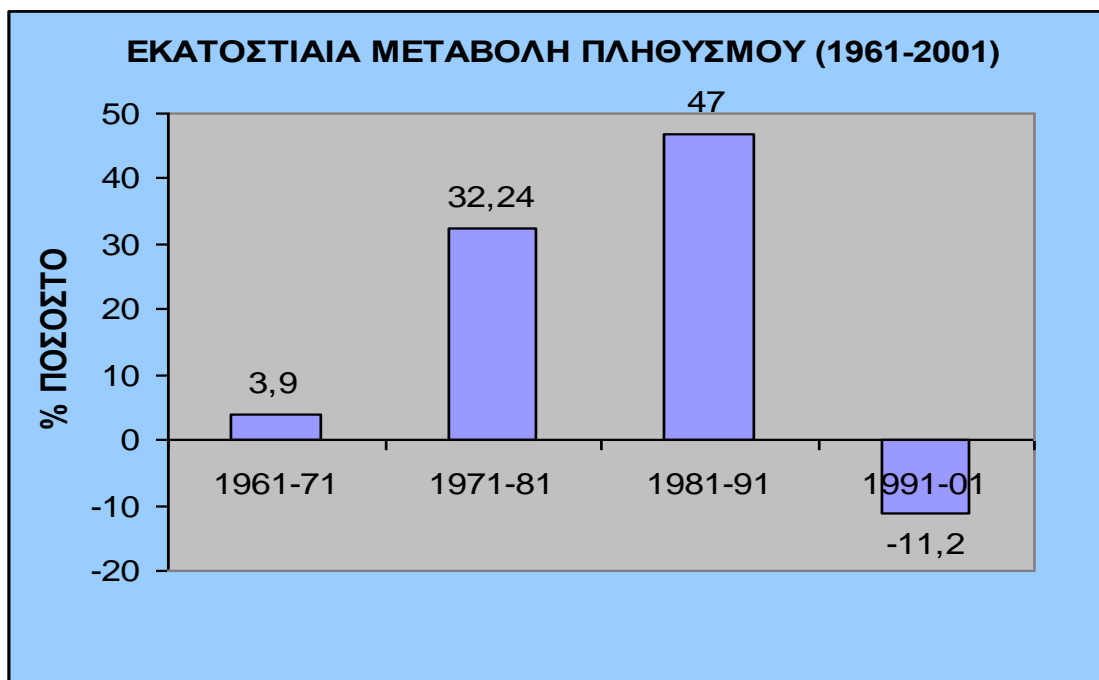
Πίνακας 2.4: Πληθυσμιακή Εξέλιξη περιόδου 1961-2001 (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)

ΔΗΜΟΤΙΚΑ - ΚΟΙΝΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1961	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1971	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1981	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 1991	ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ 2001
Δ.Δ.ΤΑΝΑΓΡΑΣ	1.305	1.985	1.097	1.085	1.121
Δ.Δ.ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	580	623	576	865	682
Δ.Δ.ΑΣΩΠΙΑΣ	1.054	1.094	1.087	1.038	1.192
Δ.Δ.ΔΑΦΝΗΣ	221	295	288	233	139
Δ.Δ.ΣΚΟΥΡΤΩΝ	633	693	766	816	907
Δ.Δ.ΔΙΠΥΛΗΣ	741	686	957	1.195	812
Δ.Δ.ΣΤΕΦΑΝΗΣ	213	404	230	453	261
Δ.Δ.ΛΟΥΤΟΥΦΙΟΥ	295	347	304	398	307
Δ.Δ.ΜΕΛΛΙΣΟΧΩΡΙΟΥ	633	751	731	800	594
Δ.Δ.ΛΕΥΚΤΡΩΝ	1.137	1.225	1.159	1.447	936
Δ.Δ.ΑΓΙΟΥ ΘΩΜΑ	1.183	1.222	1.398	1.628	1.425
Δ.Δ.ΚΛΕΙΔΙΟΥ	377	382	374	412	365
Δ.Δ.ΟΙΝΟΦΥΤΩΝ	915	523	2.535	7.051	6.079
Δ.Δ.ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ	1.848	1.389	3.287	7.302	7.092
Δ.Δ.ΝΕΟΧΩΡΑΚΙΟΥ	509	550	594	695	521
Κ.Δ.ΣΥΚΑΜΙΝΟΥ	501	464	589	1.045	1.299
Κ.Δ.ΩΡΩΠΟΥ	423	434	672	924	1.224
Δ.Δ.ΑΥΛΩΝΑ	2.608	2.681	5.215	6.441	5.085
Δ.Δ.ΕΡΥΘΡΩΝ	3.308	3.466	3.550	3.519	3.105
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>18.484</b>	<b>19.214</b>	<b>25.409</b>	<b>37.347</b>	<b>33.146</b>

Παρατηρείται ότι οι πρώην δήμοι Οινοφύτων, Σχηματαρίου και Αυλώνα παρουσιάζουν αξιοσημείωτη πληθυσμιακή ανάπτυξη ιδιαίτερα κατά την περίοδο 1971-1991 ενώ στους υπόλοιπους πρώην δήμους της λεκάνης δεν σημειώθηκε ιδιαίτερη μεταβολή. Το γεγονός αυτό σχετίζεται με την έντονη αναπτυξιακή τάση της ευρύτερης περιοχής Σχηματαρίου – Οινοφύτων – Αυλώνα που παρατηρήθηκε την περίοδο αυτή, οδηγώντας σε κύμα εσωτερικής μετανάστευσης μεγάλου ποσοστού πληθυσμού λόγω των εργασιακών δυνατοτήτων που δημιουργήθηκαν στην περιοχή.

Την τελευταία δεκαετία παρατηρείται ύφεση και τάση μείωσης του πληθυσμού τόσο στην στενή περιοχή της βιομηχανικής ζώνης, όσο και στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης. Αυτό ερμηνεύεται από την διαμόρφωση νέων τάσεων στην βιομηχανική παραγωγή, που εκτόπισαν σε ένα μεγάλο βαθμό το ανθρώπινο δυναμικό από τις παραγωγικές διαδικασίες.

Αντίστοιχα, βάσει της εκατοστιαίας μεταβολής του πληθυσμού της ευρύτερης περιοχής, παρατηρείται αλματώδης αύξηση κατά την περίοδο 1971-1991 στην ευρύτερη περιοχή των Οινοφύτων.



Σχήμα 2.8: Εκατοστιαία μεταβολή του πληθυσμού της περιοχής ενδιαφέροντος

(Πηγή: Μασούρα Γ., 2008)

Η βιομηχανική ανάπτυξη της περιοχής προσέλκυσε ένα μεγάλο ποσοστό πληθυσμού, επιφέροντας έντονη οικιστική δόμηση και σημαντικές μεταβολές στην κοινωνική δομή της περιοχής. Η πληθυσμιακή έξαρση, ωστόσο, στην περιοχή δεν συνδυάστηκε με αντίστοιχη δημιουργία κατάλληλων υποδομών και σχεδίων διαχείρισης, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν επιπρόσθετες πιέσεις στο οικοσύστημα και το υδατικό δυναμικό της ποτάμιας λεκάνης.

Πίνακας 2.5: Εκατοστιαία μεταβολή του πληθυσμού περιόδου 1961-2001 (ΕΛ.ΣΤΑΤ.)

ΔΗΜΟΤΙΚΑ - ΚΟΙΝΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΑ	1961-1971	1971-1981	1981-1991	1991-2001
Δ.Δ.ΤΑΝΑΓΡΑΣ	52,1	-44,7	-1,1	3,3
Δ.Δ.ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	7,4	-7,5	50,1	-26,8
Δ.Δ.ΑΣΩΠΙΑΣ	3,8	-0,6	-4,5	14,8
Δ.Δ.ΔΑΦΝΗΣ	33,4	-2,3	-19,1	-40,3
Δ.Δ.ΣΚΟΥΡΤΩΝ	9,5	10,5	6,5	11,1
Δ.ΔΙΠΥΛΗΣ	-7,4	39,5	24,8	-32
Δ.Δ.ΣΤΕΦΑΝΗΣ	89	-43,1	97	-42,4
Δ.Δ.ΛΟΥΤΟΥΦΙΟΥ	17,6	-12,4	30,9	-22,8
Δ.Δ.ΜΕΛΛΙΣΟΧΩΡΙΟΥ	18,6	-2,6	9,4	-25,7
Δ.Δ.ΛΕΥΚΤΡΩΝ	7,7	-5,3	24,8	-35,3
Δ.Δ.ΑΓΙΟΥ ΘΩΜΑ	3,2	14,4	16,4	-12,5
Δ.Δ.ΚΛΕΙΔΙΟΥ	1,3	-2,1	10,1	-11,4
Δ.Δ.ΟΙΝΟΦΥΤΩΝ	-42,8	384,7	178,1	-13,8
Δ.Δ.ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ	-24,8	136,6	122,1	-2,8
Δ.Δ.ΝΕΟΧΩΡΑΚΙΟΥ	8	8	17	-25
Κ.Δ.ΣΥΚΑΜΙΝΟΥ	-7,3	26,9	77,4	24,3
Κ.Δ.ΩΡΩΠΙΟΥ	2,6	54,8	37,5	32,4
Δ.Δ.ΑΥΛΩΝΑ	2,8	94,5	23,5	-21
Δ.Δ.ΕΡΥΘΡΩΝ	4,7	2,4	-0,8	-11,7
ΣΥΝΟΛΟ	3,9	32,24	47	-11,2

#### 2.4.2. Χρήσεις γης

Η κατανομή των χρήσεων γης στις βασικές κατηγορίες στο σύνολο της λεκάνης του ποταμού Ασωπού ανά κοινότητα/δήμο σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν από την Ελληνική Στατιστική αρχή για το έτος 2005 δίνεται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 2.6: Οι γεωργικές εκτάσεις ανά δήμο/κοινότητα (ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2005) (χιλ. στρέμματα)

ΔΗΜΟΙ-ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ	ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ					
	Αρόσιμη γη	Μόνιμες καλλιέργειες	Βοσκότοποι - Μεταβατικές δασώδεις / θαμνώδεις εκτάσεις	Βοσκότοποι - Συνδυασμοί θαμνώδους και / ή ποώδους βλάστησης	Βοσκότοποι – Εκτάσεις με αραή ή καθόλου βλάστηση	Ετερογενείς γεωργικές περιοχές
Δ.ΔΕΡΒΕΝΟΧΩΡΙΩΝ	21,6	3,7	0,0	14,5	0,3	33,0
Δ.ΠΛΑΤΑΙΩΝ	60,5	6,8	0,3	4,8	0,3	22,8
Δ.ΟΙΝΟΦΥΤΩΝ	23,5	8,7	0,0	4,2	0,0	25,6
Δ.ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ	9,5	2,2	0,0	0,0	0,0	15,8
Κ.ΣΥΚΑΜΙΝΟΥ	1,1	7,4	0,0	0,0	0,0	5,5
Κ.ΩΡΩΠΟΥ	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	4,6
Δ.ΑΥΛΩΝΟΣ	4,8	6,6	0,0	1,6	1,7	34,3
Δ.ΕΡΥΘΡΩΝ	28,9	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Δ.ΤΑΝΑΓΡΑΣ	76,1	7,9	0,0	3,9	0,2	9,5
Δ.Δ. ΝΕΟΧΩΡΑΚΙΟΥ	14,7	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0

Πίνακας 2.7: Οι δασώδεις- ημιφυσικές εκτάσεις ανά δήμο/κοινότητα (ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2005) (χιλ. στρέμματα)

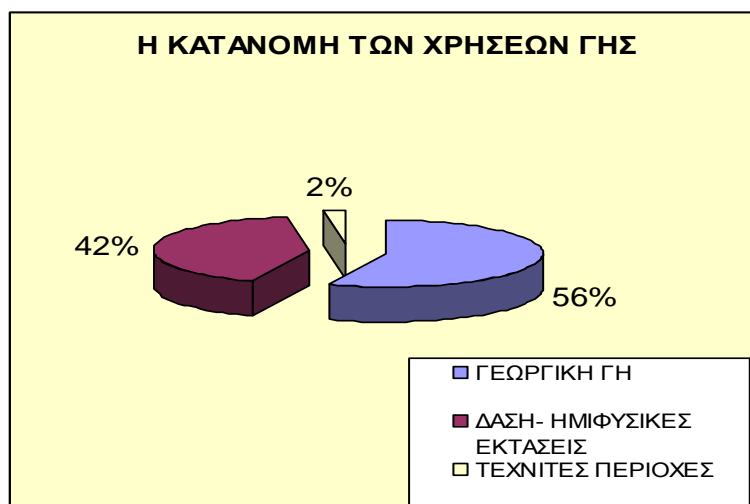
ΔΗΜΟΙ-ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ	ΔΑΣΗ ΗΜΙ-ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΚΤΑΣΕΙΣ			
	Δάση	Μεταβατικές δασώδεις-θαμνώδεις εκτάσεις	Συνδυασμοί θαμνώδους και / ή ποώδους βλάστησης	Εκτάσεις με αραή ή καθόλου βλάστηση
Δ.ΔΕΡΒΕΝΟΧΩΡΙΩΝ	39,5	26,6	81,8	0,3
Δ.ΠΛΑΤΑΙΩΝ	12,8	12,7	50,8	0,2
Δ.ΟΙΝΟΦΥΤΩΝ	4,3	0,0	8,4	0,0
Δ.ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ	0,0	0,6	4,1	0,0
Κ.ΣΥΚΑΜΙΝΟΥ	0,8	0,0	2,0	0,4
Κ.ΩΡΩΠΟΥ	0,0	0,0	3,3	0,0
Δ.ΑΥΛΩΝΟΣ	13,1	12,9	26,7	2,0
Δ.ΕΡΥΘΡΩΝ	3,4	0,1	18,2	0,8
Δ.ΤΑΝΑΓΡΑΣ	0,4	0,4	21,8	0,0
Δ.Δ. ΝΕΟΧΩΡΑΚΙΟΥ	0,4	0,1	1,0	0,0

Πίνακας 2.8: Οι τεχνητές περιοχές ανά δήμο/κοινότητα (ΕΛ.ΣΤΑΤ. 2005) (χιλ. στρέμματα)

ΔΗΜΟΙ-ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ	ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ			
	Αστική οικοδόμηση	Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες	Δίκτυα συγκοινωνιών	Ορυχεία, χώροι απόρριψης απορριμμάτων και εργοτάξια
Δ.ΔΕΡΒΕΝΟΧΩΡΙΩΝ	0,5	0,0	0,0	0,2
Δ.ΠΛΑΤΑΙΩΝ	1,2	0,0	0,0	0,0
Δ.ΟΙΝΟΦΥΤΩΝ	0,9	1,0	0,3	0,1
Δ.ΣΧΗΜΑΤΑΡΙΟΥ	0,5	0,0	4,7	0,0
Κ.ΣΥΚΑΜΙΝΟΥ	0,2	0,0	0,0	0,0
Κ.ΩΡΩΠΟΥ	0,2	0,0	0,0	0,0
Δ.ΑΥΛΩΝΟΣ	0,6	2,2	0,9	0,0
Δ.ΕΡΥΘΡΩΝ	0,6	0,0	0,0	0,1
Δ.ΤΑΝΑΓΡΑΣ	0,9	0,0	2,4	0,1
Δ.Δ. ΝΕΟΧΩΡΑΚΙΟΥ	0,2	0,0	0,1	0,0

Από τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι η μεγαλύτερη από την μισή έκταση της λεκάνης (56%) καλύπτεται από γεωργική γη, ένα σημαντικό ποσοστό (42%) από δάση και ημιφυσικές εκτάσεις ενώ οι αστικές περιοχές αποτελούν μόλις το 2% της συνολικής έκτασης.

Η βιομηχανική δραστηριότητα εντοπίζεται στους πρώην δήμους Οινοφύτων και Αυλώνα, δηλαδή στην λεκάνη του μέσου ρου του ποταμού Ασωπού. Στα ανάντη του ποταμού κύρια χρήση γης αποτελεί η γεωργία. Εκτεταμένο συγκοινωνιακό δίκτυο εντοπίζεται στους πρώην δήμους Σχηματαρίου, Τανάγρας και Οινοφύτων γεγονός που σχετίζεται άμεσα και με την βιομηχανική ανάπτυξη της περιοχής.



Σχήμα 2.9: Κατανομή των χρήσεων γης (Πηγή: Μασούρα Γ., 2008)

### 2.4.3. Η βιομηχανία στη λεκάνη του Ασωπού

#### Υφιστάμενη κατάσταση

Η γεωγραφική περιοχή που εκτείνεται Βορειοανατολικά της κοίτης του χειμάρρου Ασωπού χαρακτηρίζεται από έντονη βιομηχανική δραστηριότητα.

Η δραστηριότητα αυτή έχει ξεκινήσει από τα τέλη της δεκαετίας του 1960 και παρουσιάζεται ιδιαίτερα αυξημένη την τελευταία δεκαετία, όπου παρά το γεγονός ότι μεγάλος αριθμός από τις αρχικές βιομηχανικές μονάδες έχουν κλείσει για διάφορους λόγους, ο αριθμός των υφιστάμενων μονάδων στη περιοχή αυξάνεται συνεχώς.

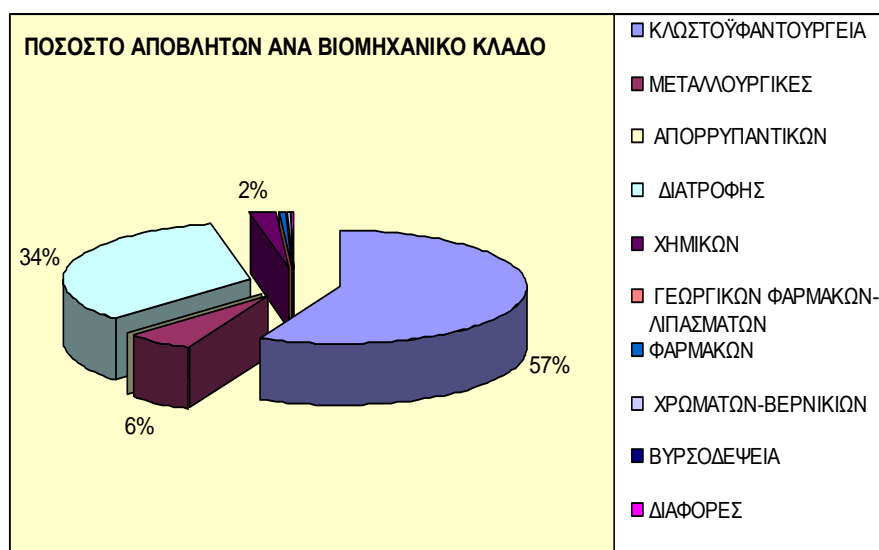
Συγκεκριμένα βάσει της καταγραφής (Μασούρα Γ.,2008) των βιομηχανικών και βιοτεχνικών μονάδων στην γεωγραφική περιοχή που εκτείνεται Βορειοανατολικά της κοίτης του ποταμού Ασωπού, σε ζώνη 7 km υπάρχουν περίπου 407 μονάδες, με ημερήσιο όγκο υγρών αποβλήτων που κυμαίνεται από 0.3 m<sup>3</sup>/day έως 3000 m<sup>3</sup>/day ανάλογα με την παραγωγική διαδικασία που ακολουθείται και το μέγεθος κάθε βιομηχανίας. Τα απόβλητα



αυτά παράγονται κυρίως από τα κλωστοϋφαντουργεία-βαφεία-φινιριστήρια, τις βιομηχανίες τροφίμων, τις μεταλλουργικές μονάδες, τις χημικές μονάδες καθώς επίσης και από τις κτηνοτροφικές μονάδες.

Σύμφωνα με προηγούμενη μελέτη στην περιοχή (Λοϊζίδου κ.α, 1997), ο συνολικός όγκος παραγόμενων βιομηχανικών αποβλήτων για το έτος 1997 ανερχόταν στα 9.500 m<sup>3</sup>/day, ενώ βάσει πρόβλεψης που είχε πραγματοποιηθεί για τα επόμενα 40 χρόνια εκτιμάται ότι ο όγκος αποβλήτων για το έτος 2008 ανέρχεται στα 12.150 m<sup>3</sup>/day, δηλαδή παρουσιάζει αύξηση της τάξεως του 30%.

Βάσει προσδιορισμού των παραγόμενων αποβλήτων, προέκυψε ότι σχεδόν το 57% των παραγόμενων αποβλήτων προέρχεται από τον κλάδο της κλωστοϋφαντουργίας, ακολουθεί ο κλάδος των μονάδων διατροφής με ποσοστό 34% και ο κλάδος της μεταλλουργίας με ποσοστό 6%, ενώ οι υπόλοιποι κλάδοι συμμετέχουν σε μικρό ποσοστό.



Σχήμα 2.10: Αναλογία των αποβλήτων ανά βιομηχανικό κλάδο (Πηγή: Μασούρα Γ., 2008)

Η απουσία ενός ολοκληρωμένου σχεδίου διαχείρισης των παραγόμενων υγρών, στερεών και αερίων αποβλήτων της περιοχής έχει σαν αποτέλεσμα τη πρόκληση σημαντικών περιβαλλοντικών προβλημάτων. Ένα από τα κύρια προβλήματα είναι η ανεξέλεγκτη διάθεση των επεξεργασμένων ή μη υγρών βιομηχανικών αποβλήτων στους διάφορους φυσικούς αποδέκτες και κυρίως τον Ασωπό ποταμό ή παραποτάμους του, γεγονός που έχει

οδηγήσει στην επιβάρυνση του χειμάρρου με υψηλά ρυπαντικά φορτία και σε σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας τους.



Εικόνα 2.4: Ποιοτική υποβάθμιση των υδάτων του Ασωπού

Ας σημειωθεί ότι ένας μικρός αριθμός βιομηχανιών διαθέτει ολοκληρωμένα συστήματα συλλογής και επεξεργασίας των αποβλήτων ενώ η πλειονότητα των βιομηχανικών μονάδων είτε δεν διαθέτει συστήματα επεξεργασίας ή στην περίπτωση που υπάρχουν η απόδοσή τους δεν είναι ικανοποιητική.



Εικόνα 2.5: Επιβάρυνση του ποταμού με υγρά απόβλητα

Ανάλογη είναι και η κατάσταση όσον αφορά στα στερεά απόβλητα. Στην περιοχή δεν υπάρχει κρατικός σχεδιασμός για ολοκληρωμένη διαχείριση των παραγόμενων στερεών βιομηχανικών αποβλήτων. Αποτέλεσμα αυτού είναι η απρογραμμάτιστη και πολλές φορές παράνομη διάθεση τους σε ρέματα, αυτοσχέδιες χωματερές καθώς και στη χωματερή των Λιοσίων. Η άτακτη διάθεση των στερεών αποβλήτων σε ανεξέλεγκτους χώρους αποτελεί σημαντικό παράγοντα διαφυγής ρύπων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά μέσω της επιφανειακής απορροής και της αποστράγγισης των εδαφών.



Εικόνα 2.6: Ανεξέλεγκτη διάθεση των στερεών αποβλήτων

Τέλος σημαντική είναι και η επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από τις αέριες εκπομπές των βιομηχανιών. Στην περιοχή δεν έχουν πραγματοποιηθεί συστηματικές μετρήσεις των

αερίων ρύπων. Από μακροσκοπική παρατήρηση επί σειρά ετών προκύπτει η συνεχής παρουσία νέφους ιδιαίτερα σε περιόδους νηνεμίας ή ελαφρών ανέμων. Παράλληλα δεν υπάρχει στην περιοχή κάποιος επίσημος μηχανισμός καταγραφής και ελέγχου των αερίων ρύπων.



Εικόνα 2.7: Ατμοσφαιρική ρύπανση από βιομηχανίες

Οι πηγές αέριας ρύπανσης στην αέρια περιοχή είναι (Λοϊζίδου κ.α., 1997):

- Καύση μαζούτ για παραγωγικές ανάγκες και για θέρμανση το χειμώνα
- Παραγωγικές διαδικασίες βιομηχανιών
- Βιομηχανίες ανάκτησης μολύβδου παλαιών συσσωρευτών
- Ανεξέλεγκτη καύση απορριμμάτων
- Καύση περιβλημάτων καλωδίων για ανάκτηση χαλκού

#### *Πρακτικές διάθεσης υγρών αποβλήτων*

Οι πρακτικές που ακολουθούνται από τις βιομηχανίες που δραστηριοποιούνται στην υπό μελέτη περιοχή, είναι ανεξάρτητες από το είδος της παραγωγικής διαδικασίας που



εφαρμόζεται από κάθε βιομηχανική μονάδα. Οι συνηθέστεροι τρόποι διάθεσης των παραγόμενων υγρών αποβλήτων, ανεξάρτητα από το αν αυτά επεξεργάζονται ή όχι πριν την τελική διάθεσή τους, είναι οι εξής (Λοϊζίδου κ.α, 1997):

- απόρριψη στον ποταμό Ασωπό και τους παραποτάμους του
- επιφανειακή διάθεση
- συγκέντρωση σε βόθρο

Το βασικό κριτήριο διάθεσης είναι η απόσταση από τον Ασωπό ή παραποτάμους αυτού, κάτι το οποίο βέβαια δεν ισχύει πάντα μιας και υπάρχουν περιπτώσεις βιομηχανιών που παρά την αρκετά μεγάλη απόσταση που έχουν από τον Ασωπό, είναι ο τελικός αποδέκτης των αποβλήτων τους. Επιπλέον σημαντικό κριτήριο είναι η ποσότητα των αποβλήτων που απορρίπτονται από κάποια μονάδα όπου στην περίπτωση που η ποσότητα είναι μεγάλη ο συνηθέστερος τρόπος διάθεσης είναι η απόρριψη στον Ασωπό ποταμό ακόμη και αν βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από τη βιομηχανία.

Στην περίπτωση που αποδέκτης είναι ο Ασωπός, συμπεριλαμβάνονται και βιομηχανίες οι οποίες αποχετεύουν σε επιφανειακούς αγωγούς όμβριων υδάτων οι οποίοι όμως έχουν ως τελικό προορισμό και πάλι τον Ασωπό.

Ειδικότερα, οι μονάδες που ανήκουν στο κλάδο των βαφείων - φινιριστηρίων λόγω του μεγάλου όγκου αποβλήτων που απορρίπτουν καθημερινά χρησιμοποιούν υπεδάφιους αγωγούς οι οποίοι καταλήγουν στον Ασωπό για την απόρριψη των αποβλήτων τους, τα οποία στις περισσότερες περιπτώσεις διατίθενται ανεπεξέργαστα. Αποτέλεσμα των πρακτικών αυτών είναι να δημιουργούνται εντονότατα περιβαλλοντικά προβλήματα στον ίδιο τον ποταμό Ασωπό και στις περιοχές που διασχίζει όσο και στη θαλάσσια περιοχή των εκβολών του που βρίσκεται στην ευρύτερη περιοχή Χαλκοντσίου-Ωρωπου.



Εικόνα 2.8: Απόρριψη υγρών αποβλήτων στον Ασωπό ποταμό

Άλλη πρακτική που ακολουθείται από μεγάλο ποσοστό βιομηχανιών είναι η επιφανειακή διάθεση των υγρών αποβλήτων τους. Στις περισσότερες των περιπτώσεων η επιφανειακή διάθεση λαμβάνει χώρα για τις στρατσώνες και τα νερά που προέρχονται από την αναγέννηση των αβιονιστών που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του νερού των γεωτρήσεων (Λοϊζίδου κ.ά, 1997). Η συγκεκριμένη πρακτική διάθεσης έχει ως αποτέλεσμα τόσο την επιβάρυνση του εδάφους με ανεπιθύμητες ρυπαντικές παραμέτρους (σε ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις όπως αναμένεται σε αρκετές περιπτώσεις) όσο και του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα λόγω της υδατοπερατότητας διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην περιοχή.



Εικόνα 2.9: Επιφανειακή διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων



Εικόνα 2.10: Επιφανειακή διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων

Επίσης ιδιαίτερα διαδομένη πρακτική διάθεσης είναι η συγκέντρωση των αποβλήτων σε βόθρους. Οι βόθροι αυτοί αν και στην πλειονότητα τους είναι απορροφητικοί, λόγω τόσο του μεγάλου όγκου υγρών αποβλήτων που παράγονται καθημερινά και διοχετεύονται σε αυτούς, όσο και της ποιότητας των αποβλήτων (π.χ. αυξημένα λιπαρά με αποτέλεσμα την επιφανειακή επίστρωση των τοιχωμάτων), γεμίζουν σχετικά γρήγορα και η εκκένωση τους γίνεται από βυτιοφόρα. Τονίζεται ότι τελικός χώρος διάθεσης είναι φυσικά lagoons που δεν είναι ελεγχόμενα. Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι η επιλογή της διάθεσης των αποβλήτων σε βόθρο δεν δίνει ουσιαστική λύση στο πρόβλημα αυτό, αλλά απλά αποτελεί

ένα ενδιάμεσο στάδιο διάθεσης. Επιπλέον, λόγω του ότι οι βόθροι είναι απορροφητικοί αναμένεται η ποιότητα του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα να έχει επιβαρυνθεί σε αρκετά μεγάλο βαθμό από τις ρυπαντικές παραμέτρους που συναντώνται στα απόβλητα αυτά.

#### *Οι βιομηχανικές και βιοτεχνικές μονάδες*

Η περιοχή ενδιαφέροντος περιλαμβάνει τις περιοχές Οινόφυτα, Σχηματάρι, Οινόη, Άγιος Θωμάς, Αυλώνας και Δερβενοχώρια. Ο αριθμός των ενεργών μονάδων για το έτος 2007 προέκυψε από το Μητρώο Αδειών που τηρεί η Πυροσβεστική Υπηρεσία Οινοφύτων. Πραγματοποιήθηκε διαχωρισμός των μονάδων σε κύριους βιομηχανικούς κλάδους και στη συνέχεια για κάθε κλάδο πραγματοποιήθηκε ομαδοποίηση των μονάδων σε ομοειδείς παραγωγικές διαδικασίες προκειμένου να εκτιμηθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων αποβλήτων. (Μασούρα Γ., 2008)

Οι μονάδες αυτές καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα βιομηχανικών δραστηριοτήτων, ενώ πολλές απ' αυτές είναι δύσκολο να ενταχθούν σε συγκεκριμένους κλάδους. Οι κύριοι βιομηχανικοί κλάδοι που αντιπροσωπεύουν την περιοχή είναι:

- Κλωστοϋφαντουργεία - Βαφεία - Φινιριστήρια
- Μεταλλουργικές βιομηχανίες
- Βιομηχανίες παραγωγής τροφίμων
- Βιομηχανίες παραγωγής ανόργανων λιπασμάτων
- Βιομηχανίες παραγωγής γεωργικών φαρμάκων
- Βιομηχανίες παραγωγής φαρμακευτικών προϊόντων
- Βιομηχανίες παραγωγής χρωμάτων
- Βιομηχανίες παραγωγής χημικών ουσιών
- Βιομηχανίες παραγωγής απορρυπαντικών
- Βιομηχανίες παραγωγής προϊόντων χαρτιού
- Βυρσοδεψεία
- Βιομηχανίες παραγωγής πλαστικών προϊόντων
- Βιομηχανίες παραγωγής σκυροδέματος

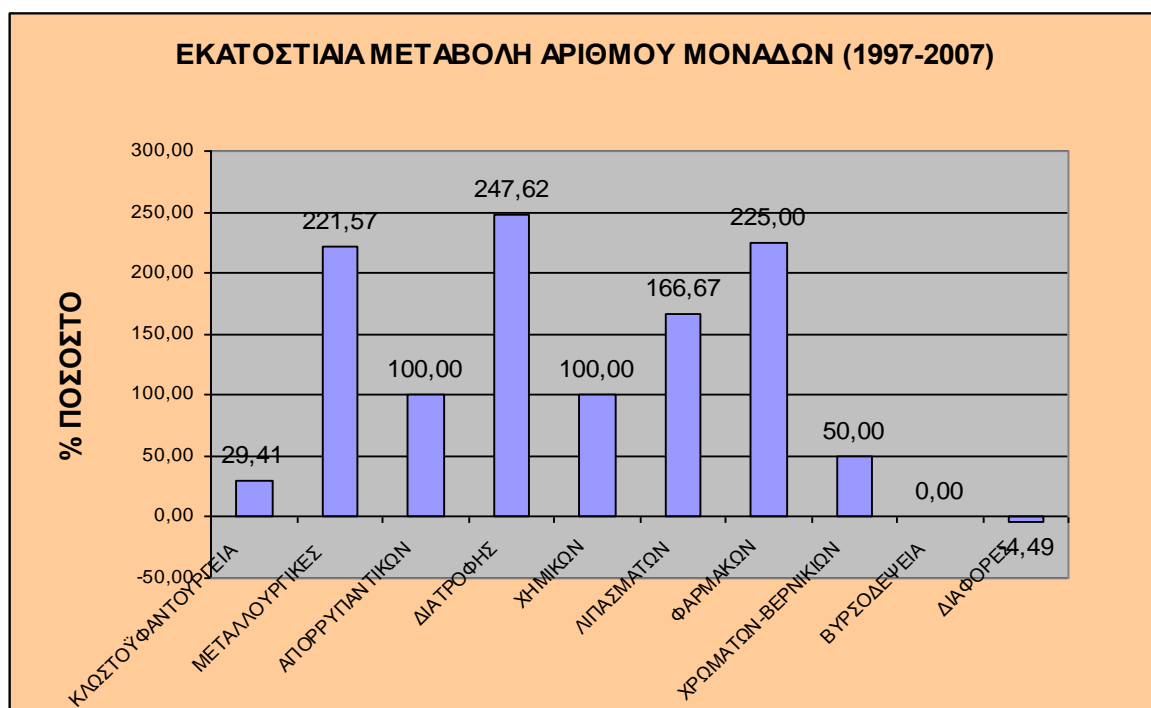


- Βιομηχανίες κατασκευής μηχανημάτων
- Βιομηχανίες παραγωγής ιατρικών ειδών

Το 1997 είχαν καταμετρηθεί στην περιοχή συνολικά 281 μονάδες από τις οποίες καθαρά βιομηχανική - βιοτεχνική δραστηριότητα είχαν οι 208 (Ε.Μ.Π., 1997).

Πίνακας 2.9: Αριθμός μονάδων ανά κλάδο (Πηγή: Μασούρα Γ., 2008)

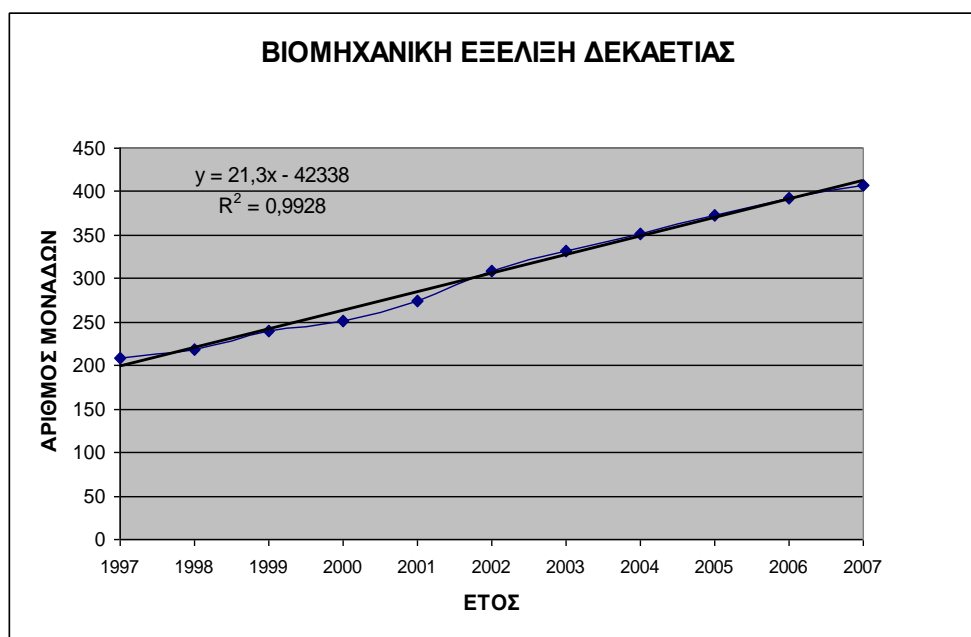
	1997	2007
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΛΑΔΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΩΝ
ΚΛΩΣΤΟΪΦΑΝΤΟΥΡΓΕΙΑ	17	22
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ	51	164
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΤΙΚΩΝ	6	12
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΙΔΩΝ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ	21	73
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	10	20
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ ΚΑΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ	3	8
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	4	13
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΕΡΝΙΚΙΩΝ	6	9
ΒΥΡΣΟΔΕΨΕΙΑ	1	1
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ	89	85
ΣΥΝΟΛΟ	208	407



Σχήμα 2.11: Εκατοστιαία μεταβολή του αριθμού μονάδων (Πηγή: Μασούρα Γ., 2008)

Παρατηρείται ότι ο συνολικός αριθμός μονάδων έχει αυξηθεί την τελευταία δεκαετία κατά 95,7 % ενώ αξιοσημείωτη ανάπτυξη παρουσιάζουν ο κλάδος της μεταλλουργίας με αύξηση του αριθμού των μονάδων κατά 221,5% και ο κλάδος προϊόντων διατροφής με αύξηση κατά 247,6 %. Σταθερότητα παρατηρείται στον τομέα της βυρσοδεψείας ενώ και ο κλάδος της κλωστοϋφαντουργίας δεν σημείωσε ιδιαίτερη ανάπτυξη.

Η ετήσια καταγραφή των εν ενεργεία μονάδων οδηγεί στη διαπίστωση ότι η βιομηχανική εξέλιξη της περιοχής κατά την τελευταία δεκαετία ακολούθησε ανοδική πορεία.



Σχήμα 2.12

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα αυτό, κατά τη τελευταία δεκαετία συντελέστηκε στην περιοχή μια ανεμπόδιστη βιομηχανική ανάπτυξη, που οδήγησε σε πολλαπλασιασμό των αντίστοιχων παραγομένων αποβλήτων και λυμάτων, χωρίς ωστόσο να δημιουργηθούν οι κατάλληλες υποδομές ώστε να αντέξει το ήδη επιβαρυσμένο οικοσύστημα την αυξανόμενη πίεση.

#### *Η σημασία του εξασθενούς χρωμίου*

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης που εντοπίζονται στην ευρύτερη περιοχή του Ασωπού, εξαιτίας της βιομηχανικής δραστηριότητας, είναι η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων και ειδικότερα εξασθενούς χρωμίου Cr(VI) σε υδατικά δείγματα που ελήφθησαν τόσο από γεωτρήσεις όσο και από τον ποταμό.

Ορισμένα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα (όπως το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, το ΕΜΠ), Επιστημονικοί Φορείς (όπως το ΙΓΜΕ, η Ένωση Ελλήνων Χημικών, η Πανελλήνια Ένωση Ιατρών Δημόσιας Υγείας) και μεγάλος αριθμός μεμονωμένων επιστημόνων που ασχολήθηκαν με το πρόβλημα της ρύπανσης του Ασωπού και των υπόγειων νερών της ευρύτερης περιοχής των Οиноφύτων, συμφωνούν, με τον ένα ή τον άλλο τρόπο, σε μερικά βασικά συμπεράσματα:

1) **α.** Οι υψηλές συγκεντρώσεις Cr(VI) στα υπόγεια νερά της εν λόγω περιοχής οφείλονται στην επιβάρυνσή τους με επικίνδυνα απόβλητα (υγρά, ιλύες και λοιπά επικίνδυνα απόβλητα) από την ανεξέλεγκτη βιομηχανική δραστηριότητα της περιοχής. Ενοχοποιούνται κυρίως μονάδες επιμεταλλώσεων και χρωμάτων-χρωστικών. Σύμφωνα με την Ένωση Ελλήνων Χημικών (Ε.Ε.Χ.) πέραν αυτών, ρύπανση των υδάτων με Cr(III) όσο και με Cr(VI) μπορεί επίσης να προκληθεί από βυρσοδεψεία και κλωστοϋφαντουργεία (Australian Government, "Chromium (VI) compounds fact sheet", σελ.13).

**β.** Η επικινδυνότητα όχι μόνο του εισπνεόμενου αλλά και του καταπινόμενου Cr(VI) είναι εξαιρετικά πιο επικίνδυνη από αυτή του Cr(III). Θα πρέπει συνεπώς να θεσπιστούν ξεχωριστά όρια, και γενικότερα να υπάρξει ξεχωριστή αντιμετώπιση για το εξασθενές χρώμιο σε σχέση με το τρισθενές.

**γ.** Το ισχύον όριο των 50μg/l (ή 50ppb) που αναφέρεται στο «ολικό χρώμιο», συνεπώς και στο εξασθενές, είναι εξαιρετικά υψηλό, και θα πρέπει να μειωθεί δραστικά. Τούτο προκύπτει τόσο με βάση σχετικές μελέτες και έρευνες, όσο και από το γεγονός ότι στους φυσικούς υδατικούς πόρους, μαζί και στη θάλασσα, η περιεκτικότητα σε Cr(VI) δεν ξεπερνάει το 1μg/L (μέση τιμή). Ειδικότερα το ολικό χρώμιο στα φυσικά νερά των ΗΠΑ κυμαίνεται από <1 έως 30mg/L με ενδιάμεση τιμή 10mg/L ενώ στη θάλασσα η μέση συγκέντρωση είναι 0,3μg/L (Toxicological Profile for Chromium – ATSDR, ΗΠΑ, σελ.3). Η Ε.Ε.Χ. σημειώνει ότι το (ολικό) χρώμιο υπάρχει στα (φυσικά) πόσιμα νερά σε συγκεντρώσεις 2 έως 5μg/L . Παρουσία (ολικού) χρωμίου πάνω από 10μg/L υποδηλώνει ανθρωπογενή ρύπανση ή/και φυσική ρύπανση από την έκλυση πετρωμάτων.

2) Από την άλλη πλευρά, για τα νερά τα ρυπασμένα με βιομηχανικά υγρά απόβλητα η παράμετρος «ολικό χρώμιο» ή αλλιώς «χρώμιο» είναι παραπλανητική καθώς, όπως διαπιστώθηκε από αναλύσεις στην ευρύτερη περιοχή των Οινοφύτων, το 80% έως 90% του χρωμίου είναι εξασθενές. Τούτο επιβεβαιώνεται και από την εργασία της Ε.Ε.Χ. σύμφωνα με την οποία, στις περιπτώσεις της ανθρωπογενούς ρύπανσης το εξασθενές χρώμιο βρίσκεται σε ποσοστό 85-90% του συνολικού (Australian Government, "Chromium (VI) compounds fact 48 sheet", σελ.3). Το φαινόμενο εξηγείται από το γεγονός ότι στα φυσικά νερά, όπου η περιεκτικότητα των αναγωγικών παραγόντων είναι

πολύ χαμηλή, οι ενώσεις του εξασθενούς χρωμίου είναι σταθερές, δεν ανάγονται δηλ. σε ενώσεις τρισθενούς χρωμίου.

#### **2.4.4. Η γεωργία στη λεκάνη του Ασωπού**

Στην ευρύτερη περιοχή της λεκάνης του ποταμού Ασωπού έχει αναπτυχθεί εδώ και δεκαετίες έντονη γεωργική δραστηριότητα που περιλαμβάνει αροτραίες και δενδρώδεις καλλιέργειες. Η κύρια πρακτική άρδευσης που εφαρμόζεται είναι η μέθοδος τεχνητής βροχής, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται μεγάλες απώλειες ύδατος προς τους υπόγειους υδροφόρους και τους επιφανειακούς αποδέκτες. Γενικά παρατηρείται έντονη γεωργική δραστηριότητα στο ανάντη τμήμα του Ασωπού, με το δημοτικό διαμέρισμα των Ερυθρών να κατέχει την μεγαλύτερη έκταση καλλιεργειών. Όσον αφορά στον μέσω ρου του ποταμού, τα πρώην δημοτικά διαμερίσματα του Αυλώνα, των Σκούρτων και του Αγίου Θωμά καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο ποσοστό των γεωργικών εκτάσεων, με τις αροτραίες καλλιέργειες να αποτελούν την κύρια μορφή καλλιέργειας.

Η παραγωγική δραστηριότητα της περιοχής χαρακτηρίζεται κυρίως από σιτηρά (σκληρό σιτάρι), βρώμη, βαμβάκι και ορισμένες κατηγορίες κτηνοτροφικών φυτών (κριθάρι για σανό).

Οι κυριότερες καλλιέργειες που απαντώνται στην συνολική έκταση της λεκάνης, με τα αντίστοιχα εκατοστιαία ποσοστά είναι το σκληρό σιτάρι με 43%, τα ελαιόδεντρα με 15%, ακολουθούν οι άμπελοι οινοπαραγωγής με 6,8%, το βαμβάκι με 6,7% (ποτιστικό και ξηρικό) και η κηπευτική γη με 6,6%. Μεγάλο επίσης είναι και το ποσοστό αγρανάπαυσης που αγγίζει το 10% επί του συνόλου των καλλιεργούμενων εκτάσεων.

Χαρακτηριστικό της υπολεκάνης του μέσου ρου του ποταμού είναι η συνύπαρξη των γεωργικών εκτάσεων με τις υπάρχουσες βιομηχανικές μονάδες (Εικόνα 2.11), με όλες τις συνέπειες που μπορεί να έχει αυτό στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων.



Εικόνα 2.11: Συνύπαρξη βιομηχανικών μονάδων - γεωργικής γης

#### 2.4.5. Η κτηνοτροφία στη λεκάνη του Ασωπού

Στην ευρύτερη περιοχή μελέτης υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων μικρής, μεσαίας και μεγάλης δυναμικότητας. Οι κύριοι τύποι εκμεταλλεύσεων είναι οι εξής :

- Χοιροστάσια
- Πτηνοτροφεία
- Βουστάσια
- Προβατοτροφεία

Από τα απόβλητα των πτηνο-κτηνοτροφικών μονάδων, εκείνα που παρουσιάζουν ενδιαφέρον από την άποψη ρυπαντικού φορτίου είναι τα απόβλητα χοιροστασίων δεδομένου ότι στα πτηνοτροφεία και στα βουστάσια δεν παράγονται αξιόλογες ποσότητες υγρών αποβλήτων εξαιτίας της στερεάς φύσης των αποβλήτων αυτών .

Στις χοιροτροφικές μονάδες της περιοχής πραγματοποιείται αναερόβια επεξεργασία των αποβλήτων σε ανοιχτές χωμάτινες δεξαμενές και στη συνέχεια διάθεση σε εδαφικούς αποδέκτες. Με την παραπάνω επεξεργασία επιτυγχάνεται μείωση του ρυπαντικού φορτίου των αποβλήτων μέχρι και 80%. Ωστόσο σε πολλές μονάδες δεν υπάρχει η κατάλληλη

υποδομή με αποτέλεσμα η απόρριψη εντελώς ανεπεξέργαστων αποβλήτων σε υδατικούς και εδαφικούς αποδέκτες να αποτελεί συνήθη πρακτική.

Τα πτηνο-κτηνοτροφικά απόβλητα χαρακτηρίζονται από υψηλές συγκεντρώσεις σε θρεπτικά συστατικά και συγκεκριμένα σε αμμωνιάκα ( $\text{NH}_4^+$ ), φωσφορικά ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) και κάλιο ( $\text{K}^+$ ), ενώ περιέχουν σε μικρότερες ποσότητες S, Ca, Mg και ιχνοστοιχεία. Επιπλέον χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε αιωρούμενα στερεά (SS) και διαλυτά στερεά (TDS) και υψηλές τιμές BOD και COD.

## 2.5. Υφιστάμενη ρύπανση

Με βάση όσα αναλύθηκαν στις ανωτέρω παραγράφους και σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες που έγιναν στην λεκάνη του Ασωπού ποταμού (Γιαννουλόπουλος, 2008) προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα για την υφιστάμενη ρύπανση στην ευρύτερη περιοχή.

Για την κατανομή των κύριων ιόντων:

- Οι επικρατέστεροι χημικοί τύποι είναι  $\text{Ca-HCO}_3$ ,  $\text{Mg-HCO}_3$ ,  $\text{Cl-Na}$  καθώς και μικτού τύπου νερά. Ο τύπος  $\text{Ca-HCO}_3$  αντιστοιχεί σε υπόγεια νερά άμεσης φυσικής τροφοδοσίας (fresh Waters) και απαντά κυρίως στους πρόποδες της Πάρνηθας από τον Άγιο Θωμά έως τον Αυλώνα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα υδροχημικά χαρακτηριστικά των νερών αυτής της περιοχής, στην πλειοψηφία τους αποτελούν σημείο αναφοράς της σύστασης των υπογείων νερών της ευρύτερης περιοχής. Η παρουσία του συγκεκριμένου υδροχημικού τύπου στην περιοχή επιβεβαιώνει τα πορίσματα αναφορικά με την κίνηση του υπογείου νερού και τους μηχανισμούς λειτουργίας των υδροφόρων σχηματισμών που αναλύθηκαν σε παραπάνω παράγραφο (2.2.4)
- Τόσο κατά μήκος και εκατέρωθεν του Ασωπού όσο και ανατολικότερα στη ζώνη Οινοφύτων – Σχηματαρίου – Αυλίδας παρατηρείται σταδιακή αύξηση του TDS των υπογείων νερών καθώς και μετάβαση σε μικτού τύπου και σε τύπου  $\text{Mg-HCO}_3$  νερά. Το φαινόμενο αυτό αποδίδεται ως επί το πλείστον σε ρυπογόνους εστίες ενώ

στις παράκτιες ζώνες της Αυλίδας και του Ωρωπού υπεισέρχεται επιπλέον και ο μηχανισμός της υφαλμύρωσης.

- Σε δείγματα νερού φρεάτων τα οποία ήταν σε άμεση υδραυλική επικοινωνία με τον Ασωπό, οι συγκεντρώσεις των χλωριόντων ήταν ήδη υψηλές χωρίς να υπάρχει δυνατότητα υδραυλικής επικοινωνίας με τη θάλασσα.
- Όσο αφορά στη συγκέντρωση διάφορων ιόντων, οι σημαντικότερες υπερβάσεις παρατηρούνται στα νιτρικά ιόντα και στα χλωριόντα, ενώ αξιόλογη είναι και η παρουσία φωσφορικών ιόντων σε συγκεκριμένες περιοχές ιδιαίτερα πλησίον του Ασωπού.
- Συγκεκριμένα, στα νιτρικά ιόντα παρατηρούνται συγκεντρώσεις έως και διπλάσιες από το όριο ποσιμότητας των 50 mg/l. Οι συγκεντρώσεις αυτές παρατηρούνται σε όλες σχεδόν τις περιοχές, χωρίς ιδιαίτερη αύξηση των συγκεντρώσεών τους εκατέρωθεν της κοίτης του Ασωπού. Στον κάμπο Αυλίδας παρατηρήθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση νιτρικών ιόντων ίση με 186 mg/l η οποία αποδίδεται σε ποικίλες εστίες ρύπανσης. Το γεγονός δεν παρατηρήθηκαν αυξημένες συγκεντρώσεις ρυπαντικών δεικτών (NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>) στην περιοχή αυτή, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων οφείλονται σε αγροτικές δραστηριότητες.
- Αυξημένες τιμές ρυπαντικών δεικτών παρατηρούνται κυρίως δυτικά της περιοχής των Οινοφύτων, στη γεώτρηση της Χρυσοπηγής Ωρωπού. Η περιοχή αυτή χαρακτηρίζεται ως υψηλής ρυπαντικής επικινδυνότητας και φαίνεται να επηρεάζεται άμεσα από τον Ασωπό, ενώ η περιοχή του Σχηματαρίου βρίσκεται πλησίον του ομώνυμου Χ.Α.Δ.Α..
- Οι αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων τόσο σε ποιοτικά βεβαρημένο νερό του Ασωπού όσο και σε συγκεκριμένες γεωτρήσεις πλησίον του Ασωπού και κοντά στο Σχηματάρι καταδεικνύουν ότι τα συγκεκριμένα ιόντα είναι αποτέλεσμα αστικής και βιομηχανικής ρύπανσης.

Σε ότι αφορά στην κατανομή των επιμέρους ιχνοστοιχείων προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- *Ολικό χρώμο* - Οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στην περιοχή της Αυλίδας (180 ppb) και ακολουθούν οι περιοχές εκατέρωθεν του Ασωπού, η ευρύτερη



περιοχή του Ωρωπού καθώς και η περιοχή νοτιοανατολικά του Ασωπού έως τον Αυλώνα. Η μέγιστη τιμή εξασθενούς χρωμίου (156 ppb) βρέθηκε σε περιοχή πλησίον της κοίτης του Ασωπού, βόρεια του Αγ. Θωμά, ενώ ανάλογες τιμές καταγράφηκαν στην περιοχή της Αυλίδας και στην ευρύτερη περιοχή του Αυλώνα. Εκτιμάται με βεβαιότητα ότι, οι αυξημένες συγκεντρώσεις του εξασθενούς χρωμίου οφείλονται στην πλειοψηφία τους σε βιομηχανική ρύπανση.

- *Ολικός σίδηρος* – Υψηλές τιμές παρατηρήθηκαν δυτικά του Ωρωπού, νότια των Οινόφυτων, καθώς και μεταξύ Σχηματαρίου και Αυλίδας. Εκτιμάται ότι, οι αυξημένες συγκεντρώσεις του ολικού σιδήρου οφείλονται στην πλειοψηφία τους σε βιομηχανική ρύπανση, αφού συνδέονται και με άλλους ρυπαντικούς δείκτες και αυξημένες συγκεντρώσεις μετάλλων. Η αυξημένη συγκέντρωση που παρατηρήθηκε σε συγκεκριμένη περιοχή του Αυλώνα μπορεί να σχετίζεται με την παρουσία σιδηρονικελιούχου κοιτάσματος που εμφανίζεται επιφανειακά στην περιοχή.
- *Νικέλιο* – Αυξημένες τιμές παρατηρούνται εκατέρωθεν της κοίτης του Ασωπού και νοτιοδυτικά της Οινόης. Η συγκεκριμένη κατανομή και παρουσία του νικελίου εκτιμάται με βεβαιότητα ότι προέρχεται από βιομηχανική εστία ρύπανσης.
- *Ολικός οργανικός άνθρακας (TOC)* – Η παρουσία και κατανομή του ολικού οργανικού άνθρακα αποτελεί δείκτη ρύπανσης των υπογείων νερών από οργανικές ενώσεις. Παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές, έως και 7,5 mg/l στα νερά του Ασωπού καθώς και αυξημένες συγκεντρώσεις σε γεωτρήσεις εκατέρωθεν της κοίτης του.
- *Άλλα μέταλλα, αρσενικό (As), μόλυβδος (Pb)* – Αυξημένες τιμές συγκεντρώσεων αρσενικού και μόλυβδου παρατηρήθηκαν σε μεμονωμένες γεωτρήσεις πλησίον του Ασωπού καθώς και στις περιοχές Σχηματάρι, Οινόφυτα και Αυλώνας. Οι περιπτώσεις αυτές αποδίδονται στην πλειοψηφία τους σε σημειακές και διάχυτες εστίες βιομηχανικής ρύπανσης.

## 3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

### 3.1. Εισαγωγή

Ως Περιβαλλοντική Οικονομία (Environmental Economics), ορίζεται ο επιστημονικός κλάδος που έχει ως αντικείμενο τη μελέτη περιβαλλοντικών προβλημάτων, υπό το πρίσμα και τις αναλυτικές τεχνικές της οικονομίας (Field, 1994). Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό, γίνεται σαφές πως κάποια στοιχεία της Οικονομικής επιστήμης προσαρμόζονται στα δεδομένα της επιστήμης του Περιβάλλοντος. Όμως, εξαιτίας της άμεσης σύνδεσης της Οικονομικής επιστήμης με την έννοια της αγοράς, αυτή δεν είναι εκ πρώτης όψεως συμβατή με τα δεδομένα που χαρακτηρίζουν τα περιβαλλοντικά αγαθά και τους φυσικούς πόρους. Αυτό οφείλεται κυρίως στην έννοια της εξωτερικότητας (externality).

Εξωτερική επίδραση παρατηρείται όταν η παραγωγή ή κατανάλωση ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας, επιβάλλει κόστος ή αποφέρει κέρδος σε άλλους. Αναλυτικότερα, η εξωτερικότητα είναι η επίπτωση από τη συμπεριφορά ενός παραγωγού ή καταναλωτή στην ευημερία κάποιου άλλου, η οποία δεν αντανακλάται στις αγοραίες συναλλαγές. Οι εξωτερικές επιδράσεις μπορεί να είναι θετικές ή αρνητικές (Samuelson – Nordhaus, 2000). Αντίστοιχα, το εξωτερικό κόστος ορίζεται ως το κόστος μιας δραστηριότητας, που δεν επιβαρύνει την ίδια αλλά εξωτερικεύεται προς άλλες δραστηριότητες.

Από τα παραπάνω γίνεται εύκολα κατανοητό, ότι σε μια υποθετική αγορά περιβαλλοντικών αγαθών ή φυσικών πόρων, λαμβάνουν χώρα δραστηριότητες με έντονες εξωτερικές επιδράσεις. Αυτό συμβαίνει λόγω της ύπαρξης ενός συνόλου Δημόσιων Αγαθών (Public Goods) τα οποία, σε αντίθεση με τα ιδιωτικά αγαθά, (που κατανέμονται και παρέχονται ατομικά χωρίς να επιφέρουν εξωτερικό κόστος σε άλλους) είναι τα αγαθά εκείνα που τα οφέλη τους απλώνονται αδιαίρετα σε όλη την κοινότητα ανεξάρτητα από το αν τα άτομα επιθυμούν να τα αγοράσουν. Τέτοια παραδείγματα είναι η εθνική άμυνα ή η έκθεση ενός εθνικού μνημείου.

Η εφαρμογή των αναλυτικών τεχνικών της οικονομίας είναι σαφώς δυσκολότερο να εφαρμοστεί στην περίπτωση των δημόσιων αγαθών, καθώς υπάρχει μεγάλη διαφορά

ανάμεσα στην χρηματική τιμή τους και στην οικονομική αξία τους για την κοινωνία. Η ανάγκη προσδιορισμού της διαφοράς αυτής οδήγησε στην εισαγωγή των εννοιών της αξίας χρήσης (use value) και της αξίας μη χρήσης (non-use value).

«Αξία χρήσης (use value) ενός περιβαλλοντικού αγαθού καλείται η οικονομική αξία που προκύπτει από την πραγματική χρήση του αγαθού, όπως για παράδειγμα η πληρωμή εισιτηρίου για την επίσκεψη ενός πάρκου, οι απολαβές από την αλιεία, τη δασοκομία κ.λ.π.» Ο προσδιορισμός της αξίας κάθε περιβαλλοντικού αγαθού, σύμφωνα με τον ορισμό μπορεί να οδηγήσει στην υποτίμηση της χρηματικής αξίας του εν λόγω αγαθού, δηλαδή σε υποτίμηση και της ανταλλακτικής του αξίας (Pearce & Turner, 1990; Turner et al., 1994; Coller & Harrison, 1995). Η υποτίμηση αυτή συμβαίνει για δύο βασικούς λόγους:

- άμεση χρήση ενός περιβαλλοντικού αγαθού χωρίς την καταβολή αντιτίμου, (π.χ. επίσκεψη ελευθέρων χώρων)
- έμμεση απόλαυση χρησιμότητας από την ύπαρξη ενός περιβαλλοντικού αγαθού του οποίου οι υπηρεσίες είναι διαθέσιμες σε όλη το κοινωνικό σύνολο ανά πάσα στιγμή, (π.χ. σημαντικά οικοσυστήματα όπως αυτό του Αμαζονίου).

Από την άλλη μεριά, η αξία μη χρήσης ενός περιβαλλοντικού αγαθού περιλαμβάνει τις ακόλουθες κατηγορίες αξιών, εκφραζόμενες με χρηματικούς όρους (Coller & Harisson 1995):

- *Αξία επιλογής (Option Value)*: Εκφράζει την προθυμία του ατόμου να διαθέσει ένα χρηματικό ποσό για να διατηρήσει ένα περιβαλλοντικό αγαθό, για το ενδεχόμενο μιας μελλοντικής χρήσης του.
- *Αξία κληροδοτήματος (Bequest Value)*: Εκφράζει την προθυμία του ατόμου να καταβάλει ένα χρηματικό ποσό. Προκειμένου να διατηρήσει ένα αγαθό προς όφελος των μελλοντικών γενεών
- *Αξία ύπαρξης (Existence value)*: Εκφράζει το ποσό, που προτίθεται να καταβάλει κάποιος, προκειμένου να προστατεύσει απλώς ένα περιβαλλοντικό αγαθό, χωρίς να προσβλέπει στη χρησιμοποίησή του.

### 3.2. Ιστορική αναδρομή

Η περιβαλλοντική οικονομία, άρχισε να αναπτύσσεται από τον 18ο αιώνα. Όλοι οι μεγάλοι κλασσικοί οικονομολόγοι έχουν αναπτύξει, άμεσα ή έμμεσα, θεωρίες που διαμόρφωσαν σταδιακά την οικονομία του περιβάλλοντος ως αυτοτελή επιστημονικό κλάδο.

Ο Adam Smith (1723-1790) θεωρούσε ότι, οι διαδικασίες καπιταλιστικής συσσώρευσης, οι οποίες προκαλούσαν στην αρχή αύξηση των εργατικών εισοδημάτων και του βιοτικού επιπέδου και στη συνέχεια, εξαιτίας της αύξησης του πληθυσμού, μείωση των αμοιβών και του βιοτικού επιπέδου, θα επέτρεπαν την ανάπτυξη της οικονομίας, μακροχρόνια, μέχρι την εξάντληση των φυσικών πόρων, γεγονός που θα αποτελούσε το φραγμό της ανάπτυξης.

Λίγο αργότερα, ο Thomas Malthus (1798) υποστήριζε ότι, λόγω του νόμου της φθίνουσας απόδοσης, που προκαλείται από τη σταθερή προσφορά γης από τη φύση, η παραγωγή των τροφίμων δεν θα μπορούσε να αυξηθεί με γεωμετρική πρόοδο, όπως ο πληθυσμός. Η θεωρία αυτή, αν και ενείχε αδυναμίες, αφού δεν μπόρεσε να προβλέψει ούτε τη ραγδαία πρόοδο της τεχνολογίας, ούτε τη μείωση του ρυθμού γεννήσεων στις δυτικές χώρες, επηρέασε σημαντικά την οικονομική σκέψη.

Ο David Ricardo (1817) συνέβαλε ιδιαίτερα στην κατανόηση της σταδιακά αυξανόμενης στενότητας των φυσικών πόρων, με την ερμηνεία της «εγγείου προσόδου». Η μεγάλη του διαφορά με τον Smith βρισκόταν, ακριβώς, στο σημείο αυτό: ο Smith υποστήριζε την συνεχόμενη αύξηση του βιοτικού επιπέδου όλων των τάξεων μέχρι να εξαντληθούν μακροπρόθεσμα οι φυσικοί πόροι, ενώ ο Ricardo θεωρούσε ότι η διευρυνόμενη ανάγκη για χρησιμοποίηση περισσότερων φυσικών πόρων, η οποία οδηγούσε σε καλλιέργεια λιγότερο γόνιμων εδαφών, θα αύξανε το οριακό κόστος παραγωγής, το κόστος διατροφής και την αμοιβή, για να εξασφαλιστεί η ακριβότερη τροφή, και τελικά μόνο οι ιδιοκτήτες της γης θα

επωφελούνταν.

Ο John Stuart Mill (1857) παρουσίασε μια αρκετά πιο αισιόδοξη οικονομική θεωρία, σε σχέση με τους προγενέστερους οικονομολόγους. Υποστήριζε ότι, αφενός η εργατική τάξη δεν θα πολλαπλασιαζόταν με τους ρυθμούς του Malthus, φοβούμενη μείωση του βιοτικού

της επιπέδου, αφετέρου η μετατόπιση του ορίου παραγωγικότητας, τόσο από γεωγραφικής πλευράς, όσο και από πλευράς έντασης της καλλιέργειας, αλλά και η βελτίωση της τεχνολογίας και του θεσμικού πλαισίου, θα συνέβαλαν, ώστε να μην καταλήξει η κοινωνία στο σημείο, που προέβλεπε η θεωρία του Malthus. Συνέκρινε, επίσης, την αύξηση του πλούτου, που δημιουργείται από την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων και την ευχαρίστηση, που λαμβάνει ο άνθρωπος από το περιβάλλον, υποστηρίζοντας ότι, ο πληθυσμός μπορεί να υποφέρει από υπερβολική συμφόρηση, ακόμη και αν υπάρχει επάρκεια τροφής και άλλων αγαθών.

Κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα, έγιναν σημαντικές αλλαγές στην κλασική οικονομική θεωρία, από τις νέες ιδέες και αντιλήψεις, που εισήγαγαν η Μαρξιστική και η νεοκλασική θεωρία (Pearce & Turner, 1990).

Ο Karl Marx (1867) πίστευε, αναφορικά με το περιβάλλον, ότι η πρόοδος ήταν συνυφασμένη με την εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Ο Marx έδινε έμφαση στο γεγονός ότι, μια βιώσιμη βάση, για την κοινωνία, είναι εφικτή μόνο όταν το παραγωγικό σύστημα μπορεί να αναπαράγει τον εαυτό του. Σύμφωνα, με σύγχρονους μελετητές, με την προσέγγιση αυτή ο Marx υπονοούσε, ότι τα φυσικά συστήματα, όπως επίσης και τα οικονομικά και τα πολιτικά, είναι περιορισμένης «αναπαραγωγικότητας», λαμβάνοντας υπόψη, έστω κι έμμεσα, αυτό που σήμερα καλείται «Μοντέλο Ισορροπίας της Ύλης» (Materials Balance Approach), κατά την παραγωγική διαδικασία (Pearce & Turner, 1990).

Η νεοκλασική θεωρία αναπτύχθηκε περί το 1870, προωθώντας, κυρίως, την «οριακή ανάλυση» και την υπόθεση ότι η συμπεριφορά των οικονομικών μονάδων διέπεται από την αρχή της μεγιστοποίησης.

Αρχικά, ο Ιταλός οικονομολόγος Vilfredo Pareto (1848-1923), διαμόρφωσε μεταξύ άλλων οικονομικών κανόνων, ένα κριτήριο για τη μεγιστοποίηση του κοινωνικού οφέλους κατά τη διαδικασία λήψης αποφάσεων μεταξύ των μελών του κοινωνικού συνόλου, γνωστό ως «κριτήριο αριστοποίησης κατά Pareto». Σύμφωνα με αυτό, μία κατάσταση χαρακτηρίζεται βέλτιστη, όταν δεν μπορεί να βελτιωθεί η θέση κάποιου ατόμου χωρίς να επιδεινωθεί, ταυτόχρονα, η θέση κάποιου άλλου. Με τον όρο «βελτίωση» νοείται μια πιο ελκυστική επιλογή και με τον όρο «επιδείνωση» νοείται μια λιγότερο ελκυστική επιλογή από την υπάρχουσα. Σε μια ανταγωνιστική αγορά, το σημείο ισορροπίας της αποτελεί μια

βελτιστοποίηση κατά Pareto και κάθε βέλτιστο σημείο κατά Pareto αποτελεί σημείο ισορροπίας, εφόσον πληρούνται μια σειρά αυστηρών παραδοχών (π.χ. υπάρχει τέλεια

πληροφόρηση για τις επιλογές, δεν υπάρχουν φαινόμενα εξωτερικών οικονομιών, κ.ά.) (Pearce & Turner, 1990). Το κριτήριο αυτό αποτέλεσε το βασικό θεώρημα των «οικονομικών της ευημερίας» (welfare economics).

Η πρώτη σημαντική συμβολή των νεοκλασικών, σε θέματα οικονομίας του περιβάλλοντος, προήλθε από την προσέγγιση του Arthur C. Pigou. Ήταν ο πρώτος οικονομολόγος, ο οποίος έγραψε, έστω και συνοπτικά, για το πρόβλημα του καταμερισμού του φυσικού πλούτου, όχι μόνο μεταξύ ατόμων της ίδιας γενιάς, αλλά και μεταξύ της υφιστάμενης και των μελλοντικών γενεών. Ο Pigou είχε προτείνει συγκεκριμένες πολιτικές, μεταξύ των οποίων την προστασία των μη-ανανεώσιμων φυσικών πόρων από το Κράτος με την θέσπιση νομοθεσίας, που θα αποτρέπει την ασυνείδητη εκμετάλλευσή τους, την παροχή κινήτρων για επενδύσεις σε τομείς όπως η δασοκομία (Kula, 1994), την επιβολή φόρου ρύπανσης (Pearce & Turner, 1990; Κώττης, 1994), κ.ά. Ο Pigou, επίσης, ανέπτυξε το θέμα των εξωτερικών οικονομιών, παρουσιάζοντάς το, ως την κύρια αιτία διαφοράς μεταξύ «ιδιωτικού καθαρού προϊόντος» και «κοινωνικού καθαρού προϊόντος» (Κώττης, 1994). Πάντως, στο θέμα των εξωτερικών οικονομιών είχε αναφερθεί αρχικά ο Alfred Marshall (1842-1924), όταν ασχολήθηκε με τη μείωση του παραγωγικού κόστους μιας επιχείρησης, που προκαλείται από εξωγενείς προς αυτήν παράγοντες (Κώττης, 1994).

Την ίδια περίπου χρονική περίοδο με τον Pigou, δύο άλλοι οικονομολόγοι ο Gray (1914) και, αργότερα, ο Hotelling (1931), έθεσαν τα θεμέλια της οικονομίας των μη-ανανεώσιμων φυσικών πόρων (Turner et al., 1994), μολονότι, αναφορές στο θέμα, και ειδικότερα στην εκμετάλλευση μεταλλείων, είχαν κάνει όλοι, σχεδόν, οι προηγούμενοι μεγάλοι οικονομολόγοι Smith, Ricardo, Mill, Marx, Sorley, Marshal (Robinson, 1989). Οι Gray και Hotelling απέδειξαν ότι, η εκμετάλλευση των ορυκτών πόρων, σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, δεν είναι ανεξάρτητη από την εκμετάλλευσή τους σε οποιαδήποτε άλλη χρονική περίοδο. Επομένως, επειδή η σημερινή εκμετάλλευση μη-ανανεώσιμων πόρων επηρεάζει τη μελλοντική τους διαθεσιμότητα, στο κόστος παραγωγής τους θα έπρεπε να προστεθεί ένα επιπλέον ποσό, το οποίο ο Gray ονόμασε «κόστος χρήσης». Η εργασία του Hotelling τόνισε και μια άλλη, σημαντική για την περιβαλλοντική οικονομία, παράμετρο: την ελεύθερη πρόσβαση των φυσικών αγαθών, εξαιτίας του προβλήματος της απουσίας δικαιωμάτων ιδιοκτησίας, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τον υψηλό βαθμό εκμετάλλευσής τους.

Με το θέμα της βέλτιστης χρήσης των ανανεώσιμων φυσικών πόρων, μέσα στο χρόνο, ασχολήθηκε και ο Gordon (1954), συγκρίνοντας την εκμετάλλευση αλιευμάτων υπό καθεστώς ελεύθερης πρόσβασης και υπό συνθήκες ενός μόνο ιδιοκτήτη. Στην περίπτωση των ανανεώσιμων φυσικών πόρων, οι αποφάσεις σχετικά με το βέλτιστο επίπεδο «αποκομιδής» και τη χρονική στιγμή της «αποκομιδής» είναι αλληλοεξαρτώμενες. Οι ανανεώσιμοι φυσικοί πόροι αυτο-αναπαράγονται και, επομένως, όσο καθυστερεί η χρονική στιγμή της συλλογής τους, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η συλλεγόμενη ποσότητα (Turner et al., 1994).

Αργότερα, ο Boulding (1966) γράφει ένα δοκίμιο για το «Διαστημόπλοιο Γη», συνδυάζοντας την οικονομική με άλλες επιστήμες, ώστε να παρουσιάσει την οικονομία ως ένα κυκλικό σύστημα ροής πόρων και το περιβάλλον ως ένα σύνολο, περιορισμένων δυνατοτήτων, φυσικών πηγών και αποθηκευτικών ικανοτήτων για τα απόβλητα. Με τον τρόπο αυτό ο Boulding θέλησε να τονίσει την αναγκαιότητα της ανακύκλωσης των χρησιμοποιούμενων υλικών, της μείωσης των παραγόμενων αποβλήτων, της διατήρησης των μη-ανανεώσιμων πηγών και της εκμετάλλευσης ανεξάντλητων πηγών ενέργειας, όπως η ηλιακή.

Η εργασία αυτή συνετέλεσε στη διαμόρφωση του «μοντέλου ισορροπίας της ύλης» από τους Ayres & Kneese και Kneese et al. (1970), οι οποίοι ανέδειξαν, επιπρόσθετα, τη σημασία της ρύπανσης στο οικονομικό μοντέλο. Εφόσον τα απόβλητα έχουν «ζημιογόνο» χαρακτήρα στο οικονομικό μοντέλο και η εκπομπή τους προς το περιβάλλον είναι αναπόφευκτη, τότε η ρύπανση ίσως παράγει εξωτερικότητες, που είναι, επίσης, ζημιογόνες. Επομένως, οι κυβερνήσεις θα έπρεπε να λάβουν μέτρα για να ελέγξουν το βαθμό και την έκταση της ρύπανσης. Το μοντέλο ανέδειξε τις τρεις βασικές λειτουργίες του φυσικού περιβάλλοντος:

- την παροχή πρώτων υλών (ανανεώσιμων και μη),
- την αποθήκευση των αποβλήτων (αέριων, υγρών, στερεών)
- τις διάφορες υπηρεσίες, όπως η αναψυχή, η απόλαυση ενός καλαίσθητου τοπίου, ακόμη και η πνευματική ικανοποίηση.

Σύμφωνα με τους Cummings και Harrison (1995), η συμβολή αρχικά του Weisbrod (1964) και αργότερα του Krutilla (1967), ως προς τις παρεχόμενες περιβαλλοντικές υπηρεσίες, ήταν καθοριστική. Ο Weisbrod είχε αναφέρει ότι, η διακοπή λειτουργίας των Εθνικών

Πάρκων, εφόσον δεν καλύπτουν τα έξοδα συντήρησής τους από τα εισιτήρια, μπορεί να είχε ως αποτέλεσμα τη μετατροπή τους σε χώρους εμπορικής/βιομηχανικής ή οικιστικής χρήσης. Επομένως, η εκ των υστέρων επαναδημιουργία τους θα είχε απαγορευτικό κόστος. Κατά συνέπεια, η απόφαση να κλείσει το Πάρκο ενέχει μη αναστρέψιμο χαρακτήρα, άρα το Πάρκο αποτελεί ένα αναντικατάστατο αγαθό. Ο Weisbrod συνέχισε το συλλογισμό του, αναφέροντας ότι, μπορεί να υπάρχει ένας αριθμός νοικοκυριών, τα οποία αν και δεν χρησιμοποιούν το Πάρκο ή το επισκέπτονται σπάνια (και ως εκ τούτου τα έσοδα του Πάρκου από αυτά τα νοικοκυριά είναι ελάχιστα), θα ήταν πρόθυμα να καταβάλουν ένα χρηματικό ποσό για να κρατήσουν το Πάρκο ανοιχτό. Χαρακτήρισε το μέγιστο χρηματικό ποσό, που θα κατέβαλαν τα νοικοκυριά ως «αξία επιλογής» (option value), επισημαίνοντας ότι, δεν υπήρχε μηχανισμός αγοράς για να υπολογιστεί η αξία αυτή (Cummings & Harrison, 1995).

Ο Krutilla υποστήριξε ότι, η πραγματική αξία των περιβαλλοντικών αγαθών υποτιμάται, αν λαμβάνεται υπόψη μόνο η αξία από την χρήση τους, καθώς ορισμένοι άνθρωποι διαθέτουν οικονομικούς πόρους για μερικά αναντικατάστατα αγαθά. Δύο σημαντικά σημεία στην ανάλυση του Krutilla ήταν η εισαγωγή των κινήτρων «ύπαρξης» και «κληροδοτήματος» ενός αγαθού. Αναγνώρισε ότι ορισμένα άτομα έχουν κίνητρα, επιθυμίες ή προτιμήσεις, διαφορετικές από αυτές της μελλοντικής χρήσης, όπως της διατήρησης του αγαθού για τις επόμενες γενιές ή απλά για την ύπαρξή του. Παρόλα αυτά, στην εργασία δεν προτεινόταν κάποια μέθοδος για την οικονομική αξιολόγηση αυτών των κινήτρων, θεωρώντας τις απόψεις αυτές ως μια a priori υπόθεση (Cummings & Harrison, 1995).

Στις Η.Π.Α. τις δεκαετίες 1960-1970 ξέσπασε το πρώτο κύμα οικολογικής ανησυχίας, οπότε και ξεκίνησε η συστηματική ανάπτυξη και εφαρμογή των θεωριών της περιβαλλοντικής οικονομίας. Στην Ευρώπη και σε αρκετές αναπτυσσόμενες χώρες της Ασίας και της Λατινικής Αμερικής ξεκίνησε τις δεκαετίες 1980-1990 (Navrud, 1992 ; Navrud & Pruckner, 1997).



### 3.3. Περιβαλλοντική αποτίμηση

Το οικονομικό μέγεθος της μεταβολής της κοινωνικής ευημερίας εξαιτίας μιας αλλαγής στην ποιότητα του περιβάλλοντος καλείται Ολική Οικονομική Αξία της περιβαλλοντικής μεταβολής (Total Economic Value). Η αξία αυτή είναι ανάλογη των υπηρεσιών που παρέχει το περιβαλλοντικό αγαθό και μπορεί να διακριθεί στην Αξία χρήσης και Αξία μη χρήσης. Οι δύο αυτοί όροι αναλύθηκαν παραπάνω. Συμπερασματικά, η Ολική Οικονομική Αξία ενός προϊόντος ορίζεται:

$$\text{Ολική Οικονομική Αξία} = \text{Αξία Χρήσης} + \text{Αξία μη Χρήσης}$$

ή

$$\text{Ολική Οικονομική Αξία} = \text{Αξία Χρήσης} + \text{Αξία Επιλογής} + \text{Αξία Κληροδοτήματος} + \text{Αξία Ύπαρξης}$$

Είναι λοιπόν σαφές, ότι χωρίς μια αυστηρώς ορισμένη αγορά, δεν είναι δυνατή η άμεση παρατήρηση των ποσών που είναι διατεθειμένος να πληρώσει κάποιος για ένα περιβαλλοντικό αγαθό. Έτσι δημιουργείται η ανάγκη για κάποιες τεχνικές που θα αποκαλύψουν τις συνθήκες ζήτησης και αξίας κάποιων δημοσίως παρεχόμενων φυσικών πόρων ή γενικότερων μη εμπορεύσιμων αγαθών (Loomis-Helfand, 2001).

#### 3.3.1. Μέθοδοι περιβαλλοντικής αποτίμησης

Η οικονομική έννοια της αξίας έχει τα θεμέλια της στη νεοκλασική θεωρία των «οικονομικών της ευημερίας» (welfare economics) βάση της οποίας αποτελεί η θεώρηση ότι ο σκοπός της οποιασδήποτε οικονομικής δραστηριότητας είναι να αυξήσει την ευεξία (well-being) του κάθε ανθρώπου στην κοινωνία, καθώς και το ότι ο ίδιος ο άνθρωπος είναι ο καταλληλότερος για να αποφασίσει πόσο ικανοποιημένος είναι από την εκάστοτε κατάστασή του. Η ευημερία του κάθε ανθρώπου εξαρτάται από την κατανάλωση αγαθών της αγοράς και τη χρήση κρατικών υπηρεσιών αλλά και από την ποσότητα και την ποιότητα λήψης μη εμπορεύσιμων αγαθών καθώς και υπηρεσιών που προκύπτουν από το ίδιο το περιβάλλον. Κατά συνέπεια, το κριτήριο από το οποίο προκύπτει η αποτίμηση της

αξίας κάποιων αγαθών καθώς και το κόστος κάποιων μεταβολών στο φυσικό περιβάλλον, είναι το κατά πόσο επηρεάζουν την ανθρώπινη ευημερία.

Η προσέγγιση των περιβαλλοντικών ζητημάτων από μια οικονομική οπτική γωνία προϋποθέτει την αποτίμηση των αγαθών και υπηρεσιών του περιβάλλοντος σε χρηματικές μονάδες. Σε αυτή την κατεύθυνση, χρησιμοποιούνται εξειδικευμένες μέθοδοι της Περιβαλλοντικής Οικονομίας, με την εφαρμογή των οποίων καθίσταται εφικτή η «διόρθωση» των τιμών της αγοράς (ιδιωτικά κόστη και οφέλη), έτσι ώστε αυτές να αντικατοπτρίζουν το πραγματικό κόστος που δημιουργεί μια παραγωγική διαδικασία στην κοινωνία (κοινωνικά κόστη και οφέλη).

Η οικονομική θεωρία της μέτρησης των αλλαγών στην ευημερία του ατόμου, αναπτύχθηκε αρχικά για να γίνει η αποτίμηση της επίδρασης της αλλαγής των τιμών σε εμπορεύσιμα αγαθά, στην ευημερία του ανθρώπου. Κατά τα τελευταία τριάντα χρόνια, η θεωρία αυτή επεκτάθηκε και σε αλλαγές που αφορούν την ποσότητα δημοσίως παρεχομένων αγαθών και άλλων μη εμπορεύσιμων υπηρεσιών. Η οικονομική αυτή θεωρία βασίζεται στις ακόλουθες υποθέσεις:

- ✓ οι άνθρωποι έχουν σαφώς ορισμένες προτιμήσεις ανάμεσα σε εναλλακτικά «πακέτα» αγαθών (όπου κάθε πακέτο αποτελείται από έναν συνδυασμό ποσοτήτων εμπορεύσιμων αλλά και μη εμπορεύσιμων αγαθών)
- ✓ οι άνθρωποι γνωρίζουν τις προτιμήσεις τους
- ✓ οι προτιμήσεις αυτές έχουν την ιδιότητα της ανταλλαξιμότητας.

Η ανταλλαξιμότητα περιγράφει πως εάν η ποσότητα ενός στοιχείου κάποιου πακέτου αγαθών μειωθεί, τότε είναι δυνατόν να εξισορροπηθεί αυτή η απώλεια από την αύξηση της ποσότητας κάποιου άλλου αγαθού χωρίς να μεταβληθεί η ευημερία του ατόμου. Έτσι είναι δυνατός ο υπολογισμός του κόστους μείωσης ενός αγαθού σε μονάδες εξισορροπητικής αύξησης ενός άλλου αγαθού.

Στη κοινωνία του σήμερα, μια ποικιλία μη εμπορεύσιμων αγαθών προσφέρουν πολλά οφέλη που συμβάλλουν στην ευημερία του ανθρώπου. Όμως πολλά από αυτά τα αγαθά προϋποθέτουν τη χρήση κάποιας τοποθεσίας ή θέρετρου όπως για παράδειγμα ψυχαγωγική εκδρομή ή ακόμα και αγορά εξοχικής κατοικίας σε κάποια περιοχή. Η αξία που σχετίζεται με τις χρήσεις αυτές μπορεί κάποιες φορές να υπολογιστεί από παρατηρήσεις γύρω από τη σχετική συμπεριφορά των ανθρώπων, υπό την έννοια ότι

πολλές φορές οι άνθρωποι αποκαλύπτουν την προτίμησή του για κάποια μη εμπορεύσιμα αγαθά μέσω των δραστηριοτήτων τους (π.χ. πόσο συχνά επισκέπτονται μια ελεύθερη παραλία).

Από αυτή τη θεώρηση προκύπτουν οι «μέθοδοι αποκαλυπτόμενης προτίμησης» (Revealed Preference Methods). Σε αυτή την οικογένεια μεθόδων, που ονομάζονται και έμμεσες μέθοδοι αποτίμησης, ανήκουν:

- η Ανάλυση Κόστους Ταξιδιού (Travel Cost Method)
- η Ανάλυση Αγορών Ωφελμιστικών Χαρακτηριστικών (Hedonic Pricing Method)
- η Μέθοδος Αποτρεπτικής Συμπεριφοράς (Averting Behavior Method)
- η Μέθοδος Τιμής Αγορά (ή πλεονάσματος καταναλωτή/παραγωγού)
- η Μέθοδος Συνάρτησης Παραγωγής

Αντίστοιχα, η αποτίμηση των μη εμπορεύσιμων αγαθών που είναι δύσκολο να συνδυαστούν με κάποια χρηστική αξία υπολογίζεται μέσω της χρήσης «μεθόδων δεδηλωμένης προτίμησης» (Stated Preference Methods). Οι μέθοδοι αυτές στηρίζονται στις δηλώσεις ενός αριθμού ερωτώμενων (δείγμα) ως προς το πόση αξία θεωρούν ότι εμπεριέχεται σε κάποιο αγαθό ή σε κάποια περιβαλλοντική παράμετρο και χρησιμοποιούνται στην αποτίμηση μη εμπορεύσιμων φυσικών πόρων, καθώς και στην αποτίμηση της ψυχαγωγίας ή της βελτίωσης της ποιότητας του περιβάλλοντος, όταν υφίστανται και μη χρηματικές αξίες. Τα πλεονεκτήματα των μεθόδων αυτών είναι η ευελιξία και η δυνατότητα εφαρμογής τους σε ex ante περιπτώσεις αξιολόγησης (Loomis-Helfand, 2001). Οι μέθοδοι δεδηλωμένης προτίμησης, λέγονται και άμεσες μέθοδοι αποτίμησης, είναι οι εξής:

- Μέθοδος των Μοντέλων Επιλογής (Choice Modeling)
- Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης (Contingent Valuation Method)

Στη συγκεκριμένη έρευνα εφαρμόστηκε η Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης, γι' αυτό και παρουσιάζεται αναλυτικότερα ακολούθως.

### **3.4. Μέθοδος Υποθετικής Αξιολόγησης**

#### **3.4.1. Εισαγωγή**

Η Μέθοδος της Υποθετικής ή Εξαρτημένης Αξιολόγησης (Contingent Valuation Method) εκτιμά με άμεσο τρόπο την οικονομική αξία ενός περιβαλλοντικού αγαθού, εξαρτώντας την από τις εκφρασμένες προτιμήσεις των μελών μιας κοινωνίας (ατόμων ή νοικοκυριών). Η μέθοδος λειτουργεί, εξ ορισμού, με δεδομένα μιας υποθετικής αγοράς, σε αντίθεση με τις μεθόδους Ανάλυσης Κόστους Ταξιδιού και Αγορών Ωφέλιμων Χαρακτηριστικών, οι οποίες στηρίζονται στην πραγματική συμπεριφορά του καταναλωτή και εκτιμούν την αξία του περιβαλλοντικού αγαθού συνδέοντάς το με πραγματικά καταναλωτικά αγαθά. Πιο συγκεκριμένα, η μέθοδος στηρίζεται στην κατασκευή μιας υποθετικής αγοράς, μέσω της οποίας επιδιώκεται να υπολογιστεί η διάθεση του ερωτώμενου να πληρώσει ή να αποζημιωθεί (Willingness To Pay – WTP or Willingness To Accept – WTA) για τις μεταβολές στην παρεχόμενη ποιότητα ή/και ποσότητα μη εμπορεύσιμων αγαθών και υπηρεσιών του περιβάλλοντος.

#### **3.4.2. Ιστορική αναδρομή**

Οι πρώτες εφαρμογές της μεθόδου απαντούν στους Davis (1963), Bohm (1972), Hammack & Brown (1974), Randal et al. (1974) και Brookshire et al. (1976). Έκτοτε, η μέθοδος, παρά τα όποια προβλήματα, γνώρισε ευρεία αναγνώριση και εφαρμογή και είναι το πιο ενεργό πεδίο της περιβαλλοντικής οικονομίας τα τελευταία χρόνια (Johansson et al., 1995; Bjornstad & Kahn, 1996). Οι Mitchell και Carson (1989) ανέφεραν ότι είχαν ήδη καταγράψει 100 μελέτες Υποθετικής Αξιολόγησης στις Η.Π.Α., ενώ, οι Green et al. (1990), ανέφεραν ότι στο Ηνωμένο Βασίλειο είχαν εκπονηθεί 26 σχετικές μελέτες. Μόλις 5 χρόνια αργότερα, οι Carson et al. (1995) παραθέτουν λίστα με 2000 μελέτες από όλο τον κόσμο, αν και στην πλειοψηφία τους από τις Η.Π.Α.

Στην Ευρώπη, εκτιμάται ότι ο συνολικός αριθμός των μελετών αποτίμησης περιβαλλοντικών αγαθών (και για τις τρεις μεθόδους) υπερβαίνει τις 200 (Navrud &

Pruckner, 1997). Αν και περισσότερες έχουν εκπονηθεί στη Βόρεια Ευρώπη (Navrud, 1992), υπάρχουν αναφορές για σχετικές μελέτες από την Ιταλία (Merlo & Delia Puppa, 1994), την Ισπανία και την Πορτογαλία, αλλά και χώρες της Ανατολικής Ευρώπης, όπως την Ουγγαρία και την Πολωνία (Zylicz et al., 1995). Αντίστοιχες έρευνες αναφέρονται και στον ελληνικό χώρο (π.χ. Βάκρου & Παγγύ, 1997; Σκούρτος & Κοντογιάννη, 1999; Λατινόπουλος & Μάλλιος, 2001; Damigos & Kaliampakos, 2003).

### 3.4.3. Μεθοδολογία

Η μέθοδος αξιοποιεί στοιχεία έρευνας με ερωτηματολόγια, τα οποία συγκεντρώνονται με τρεις τρόπους:

- ✓ τηλεφωνικά,
- ✓ ταχυδρομικά (με συμβατικό και τελευταία με ηλεκτρονικό ταχυδρομείο)
- ✓ με προσωπικές συνεντεύξεις είτε σε σπίτια είτε σε ανοικτούς χώρους.

Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει ορισμένες προσπάθειες υλοποίησης ερευνών μέσω του διαδικτύου. Ιδιαίτερης σημασίας για την εφαρμογή της μεθόδου είναι:

- ο καθορισμός του πληθυσμού,
- η επιλογή του δείγματος και της μεθόδου δειγματοληψίας,
- ο καθορισμός του «σεναρίου»,
- ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου,
- η ορθή αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της δειγματοληπτικής εργασίας.

Η «καρδιά» της μεθόδου είναι το ερωτηματολόγιο και ειδικά η ερώτηση για την επιθυμία χρηματικής συνεισφοράς ή αποζημίωσης σε σχέση με το υπό διερεύνηση σενάριο.

Συνήθως το ερωτηματολόγιο παρέχει πληροφορίες στον ερωτώμενο σχετικά με ένα υποθετικό σχέδιο, ή αποκατάστασης μιας υφιστάμενης περιβαλλοντικής επίπτωσης είτε προστασίας του περιβάλλοντος από μια μελλοντική ζημιά. Ο βασικός κορμός της συνέντευξης πραγματεύεται το χρηματικό ποσό που προτίθεται να πληρώσει κάποιος προκειμένου να διαφυλάξει ή να αποκαταστήσει ένα περιβαλλοντικό αγαθό.

Η ερώτηση αναφορικά με το διατιθέμενο χρηματικό ποσό, εφόσον προτίθεται να πληρώσει κάποιος, μπορεί να τεθεί με πέντε διαφορετικούς τρόπους (Bateman et al., 1999):

- σε ελεύθερη μορφή (*open-ended*). Η ερώτηση έχει τη μορφή: «Πόσα χρήματα θέλετε να διαθέσετε για ...?» και ο ανταποκρινόμενος προσδιορίζει ελεύθερα το ποσό των χρημάτων.
- σε απλή προκαθορισμένη επιλογή (*single-bound dichotomous-choice*). Η ερώτηση λαμβάνει τη μορφή: «Προτίθεστε να πληρώσετε X € για ...?» με το επίπεδο X να διαφοροποιείται μέσα στο δείγμα.
- σε διπλή προκαθορισμένη επιλογή (*double-bound dichotomous-choice*). Ο ερωτώμενος εφόσον απαντήσει θετικά στην μια ερώτηση της παραπάνω μορφής, ερωτάται εάν προτίθεται να πληρώσει ένα μεγαλύτερο, προκαθορισμένο πάντα, ποσό Y. Εάν απαντήσει αρνητικά στην πρώτη ερώτηση, ερωτάται αν προτίθεται να πληρώσει ένα ποσό Z, μικρότερο από το X.
- σε τριπλή προκαθορισμένη επιλογή (*triple-bound dichotomous-choice*). Αποτελεί επέκταση της προηγούμενης διαδικασίας κατά ένα γύρο.
- σε επαναληπτική προσφορά (*iterative bidding*). Η διαδικασία των επαναληπτικών επιλογών που δημιουργείται από τις, προκαθορισμένου ποσού, ερωτήσεις, επεκτείνεται από μια συμπληρωματική, αλλά ανοιχτής μορφής, ερώτηση. Η ελεύθερη ερώτηση τίθεται σε όλους τους ερωτώμενους, ανεξάρτητα από την απάντησή τους στις προκαθορισμένες επιλογές.

#### 3.4.4. Επεξεργασία των δεδομένων

Εκτός από τη βασική ερώτηση για την πρόθεση χρηματικής συνεισφοράς στην περιβαλλοντική δράση, τα ερωτηματολόγια συγκεντρώνουν πληροφορίες για άλλα συναφή κατηγορικά δεδομένα, όπως: το οικογενειακό εισόδημα, τα μέλη που απαρτίζουν το νοικοκυριό, την ηλικία, το φύλλο, το επίπεδο μόρφωσης, το επάγγελμα, την ελκυστικότητα του σχεδίου, την οικειότητα με το θέμα, κ.λπ. (Diamond et al., 1993).

Στη βάση αυτών των ερωτήσεων, μπορεί να πραγματοποιηθεί μια ανάλυση παλινδρόμησης δίνοντας μια εξίσωση της προθυμίας για πληρωμή του ερωτώμενου  $i$ , της γενικής μορφής (Cummings et al., 1986; Hanley, 1988; Kula, 1994):

$$WTP_i = f(Q_i, Y_i, T_i, S_i)$$

όπου,

$WTP_i$  = το προτιθέμενο ποσό πληρωμής

$Q_i$  = η ποσότητα ή η ποιότητα του χαρακτηριστικού

$Y_i$  = το εισόδημα

$T_i$  = ο δείκτης προτίμησης

$S_i$  = ομάδα σχετικών κοινωνικο-οικονομικών παραμέτρων

Η μέση προθυμία για πληρωμή υπολογίζεται, στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας τους μερικούς συντελεστές παλινδρόμησης του μοντέλου και τις μέσες τιμές των παραμέτρων που συμμετέχουν σε αυτό.

Στη συνήθη εφαρμογή της μεθόδου υπολογίζεται ο μέσος όρος της υποθετικής χρηματικής συνεισφοράς, ο οποίος πολλαπλασιάζεται με τον συνολικό αριθμό των ενδιαφερομένων (π.χ. των νοικοκυριών μιας περιοχής), και εκτιμάται η ολική οικονομική αξία του περιβαλλοντικού αγαθού (Turner et al., 1994, Collier & Harrison, 1995). Το τελευταίο αποτελεί σήμερα ένα από τα σημαντικότερα πεδία αναζήτησης και προστριβής. Ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν πως όταν ο στόχος είναι η εκτίμηση της συνολικής αξίας μιας περιβαλλοντικής αλλαγής δεν υπάρχει άλλη επιλογή πέραν από την αποκλειστική χρήση του μέσου όρου. Συχνά όμως η κατανομή των τιμών είναι ασύμμετρη και η διαφορά μεταξύ της μέσης και της διαμέσου τιμής μπορεί να είναι σημαντική (Diamond et al., 1993; Harrison & Kriström, 1994; Collier & Harrison, 1995). Επομένως, η επιλογή της μέσης τιμής των δεδομένων θα υπερεκτιμήσει την αθροιστική αξία, ενώ η διάμεσος θα την υποτιμήσει. Μια λύση για την αντιμετώπιση του προβλήματος αποτελεί η εκτίμηση της μέσης τιμής προσαρμόζοντας στα δεδομένα μια θεωρητική κατανομή όπως η Weibull ή η λογαριθμοκανονική (Log-Normal).

### 3.4.5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της μεθόδου

Ως βασικά πλεονεκτήματα της μεθόδου Υποθετικής Αξιολόγησης θεωρούνται (Pearce & Turner, 1990; Diamond & Hausman, 1993; Shavell, 1993; Coller & Harrison, 1995; Bateman & Willis, 1999):

- η δυνατότητα εφαρμογής στην αποτίμηση όχι μόνο της «αξίας χρήσης» αλλά και της «αξίας μη-χρήσης» ενός περιβαλλοντικού αγαθού
- το ευρύ πεδίο εφαρμογής στην ανάλυση περιβαλλοντικών θεμάτων
- η δυνατότητα ex ante εφαρμογής για την αξιολόγηση προτεινόμενων επεμβάσεων στο περιβάλλον, αποτελώντας ουσιαστικό βοήθημα στη χάραξη περιβαλλοντικής πολιτικής
- η ικανότητα εξαγωγής συμπερασμάτων, υπό προϋποθέσεις, αναφορικά με την εκτίμηση των διαφορετικών τύπων αξιών ενός αγαθού.

Παρά τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η μέθοδος, δέχεται αρκετές κριτικές ως προς την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της αναφορικά με τα ακόλουθα σημεία (Schuman, 1996):

- *Στρεβλώσεις στρατηγικής (Strategic biases)*. Το πρόβλημα αυτό παρουσιάζεται επειδή ο ερωτώμενος σκόπιμα υποβαθμίζει ή αυξάνει το ποσό που είναι διατεθειμένος να πληρώσει, πιστεύοντας ότι θα επηρεάσει προς όφελός του το αποτέλεσμα της έρευνας (Pearce & Turner, 1990; Turner et al, 1994; Kula, 1994; Fisher, 1996). Ορισμένοι ερευνητές (Bohm, 1972; Schultze et al., 1996) προτείνουν ως λύση να πληροφορείται ο ερωτώμενος ότι δεν θα χρεωθεί με το ποσό που θα δηλώσει αλλά με τον μέσο όρο που θα προκύψει από την έρευνα. Όμως, ακόμη και αυτό το τέχνασμα δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι ο ερωτώμενος δεν θα δηλώσει μεγαλύτερη ή μικρότερη τιμή προκειμένου να επηρεάσει τον μέσο όρο (Kula, 1994).
- *Στρεβλώσεις υπόθεσης (Hypothetical biases)*. Η υποθετική φύση της μεθόδου δημιουργεί αμφιβολίες σχετικά με την πραγματική καταναλωτική συμπεριφορά των ατόμων ή των νοικοκυριών. Στον τομέα αυτό έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές πειραματικές εργασίες (Cummings et al, 1986; Neill et al., 1994; Schulze et al.,



- 1996). Οι Turner et al. (1994) αναφέρουν ότι σε σχετικές έρευνες στις οποίες οι υποθετικές ερωτήσεις ακολουθήθηκαν από πραγματικές απαιτήσεις πληρωμών, το ποσό που συγκεντρώθηκε ήταν μεταξύ 70-90% αυτού που είχε υποθετικά δηλωθεί.
- *Στρεβλώσεις πληροφορίας (Information biases)*. Οι ερωτώμενοι μπορεί να μην καταλαβαίνουν ή να μην εμπιστεύονται πλήρως τις πληροφορίες που παρέχονται από την έρευνα. Έτσι, μπορεί να αντιδρούν με βάση μία γενική αντίληψη που έχουν για το θέμα και η οποία δεν συμφωνεί πλήρως με τα στοιχεία της έρευνας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, μπορεί να μη δώσουν απαντήσεις στις ερωτήσεις ή να οδηγήσουν σε μία ανακριβή εκτίμηση του ποσού που είναι πρόθυμοι να πληρώσουν. Σε άλλες περιπτώσεις, μπορεί ορισμένες πληροφορίες που παρέχονται από το ερωτηματολόγιο ή προφορικά κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, να επηρεάσουν την κρίση του ερωτώμενου (π.χ. όταν πληροφορηθεί ότι μια ενδεχομένως χαμηλή οικονομική αξία του περιβαλλοντικού αγαθού θα προκαλέσει την εκμετάλλευσή του). Όπως έχουν δείξει σχετικές έρευνες, ο ερωτώμενος αναθεωρεί, συχνά, την άποψή του, και προτίθεται να καταβάλει μεγαλύτερο ποσό (Rowe et al., 1980; Schultze et al., 1996).
  - *Σχεδιαστικές στρεβλώσεις (Design biases)*. Προέρχονται από τα σχεδιαστικά χαρακτηριστικά της έρευνας, όπως π.χ. η δομή του ερωτηματολογίου, η επιλογή του δείγματος, ο τύπος της ερώτησης, (Schulze et al., 1996; Bateman et al., 1999), κ.λπ. Η πιο συνήθης στρέβλωση στις έρευνες αυτές προέρχεται από την προτεινόμενη τιμή εκκίνησης για την αποτίμηση του αγαθού (starting bid) για τις ερωτήσεις περιορισμένων επιλογών (Green et al., 1998).
  - *Στρεβλώσεις του τρόπου πληρωμής (Vehicle ή Payment biases)*. Η προτεινόμενη μέθοδος πληρωμής (π.χ. άμεση, έμμεση μέσω φορολογίας ή τιμολογίων δημοσίων υπηρεσιών, κ.λπ.), μπορεί να επηρεάσει την προθυμία του ερωτώμενου για πληρωμή (Pearce & Turner, 1990; Kula, 1994; Turner et al., 1994).
  - *Πρόβλημα αποτίμησης τμήματος και συνόλου ενός περιβαλλοντικού αγαθού (Part-whole bias)*. Συχνά, οι ερωτώμενοι όταν τους ζητηθεί να αποτιμήσουν αρχικά το τμήμα ενός περιβαλλοντικού αγαθού (π.χ. μια λίμνη, που ανήκει σε ένα σύμπλεγμα λιμνών και, γενικά, υδάτινων μορφών), και στη συνέχεια το σύνολο του αγαθού (π.χ. το σύμπλεγμα των λιμνών) δίνουν παραπλήσιες απαντήσεις. Η αιτία του φαινομένου βρίσκεται στον τρόπο με τον οποίο οι καταναλωτές κατανέμουν το

εισόδημά τους για να καλύψουν διάφορες ανάγκες και επιθυμίες τους (Turner et al., 1994).

- *Στρεβλώσεις λόγω διαφορετικής συμπεριφοράς στην επιθυμία πληρωμής για απόκτηση ή για απώλεια ενός περιβαλλοντικού αγαθού (WTP vs. WTA bias).* Η ερώτηση που αφορά στο ποσό πληρωμής μπορεί να διατυπωθεί με δύο τρόπους:

(α) Τι ποσό προτίθεστε να πληρώσετε προκειμένου να αποκτήσετε αυτό το περιβαλλοντικό αγαθό;

(β) Τι ποσό προτίθεστε να δεχτείτε σαν αποζημίωση για την απώλεια αυτού του περιβαλλοντικού αγαθού;

Η χρηματική καταβολή για την απόκτηση ενός αγαθού θα έπρεπε να ισούται με την καταβολή αποζημίωσης για την απώλεια του ίδιου αγαθού. Στην πράξη όμως, έχει παρατηρηθεί ότι οι δύο διαφορετικές διατυπώσεις της ίδιας ερώτησης, παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές. Εμπειρικές έρευνες έχουν διαπιστώσει ότι η επιθυμία για καταβολή χρηματικού ποσού είναι συνήθως το 1/3 ή το 1/5 της επιθυμίας αποδοχής χρηματικού ποσού ως αποζημίωση (Bishop & Heberlein, 1979; Winpenny, 1991). Το φαινόμενο αυτό δημιουργεί αβεβαιότητα για τα αποτελέσματα των σχετικών ερευνών (Fisher, 1996), αφού υπάρχει ενδεχόμενο η αξία ενός περιβαλλοντικού αγαθού είτε να υποτιμάται (στην περίπτωση της επιθυμίας για πληρωμή) είτε να υπερεκτιμάται (στην περίπτωση της επιθυμίας για αποζημίωση).

### **3.5. Αποτελέσματα συναφών ερευνών**

Παρατίθενται μελέτες περιβαλλοντικής αποτίμησης από τη διεθνή βιβλιογραφία, παρεμφερείς με το αντικείμενο της έρευνας που εκπονήθηκε για την παρούσα διπλωματική.

*Μελέτη 1: Aulong S., Rinaudo J-D. (2008). Assessing the benefits of different groundwater protection levels: results and lessons learnt from a contingent valuation survey in the Upper Rhine valley aquifer, France.*

Η μελέτη αυτή παρουσιάζει τα αποτελέσματα μίας έρευνας υποθετικής αξιολόγησης για τον υπολογισμό της προθυμίας των νοικοκυριών να πληρώσουν για την προστασία του υπόγειου υδροφορέα του Upper Rhine Valley (URV) στη Γαλλία. Πρόκειται για έναν διασυνοριακό αλλούβιο υδροφορέα μεταξύ της Γερμανίας και της Γαλλίας, με έκταση μεγαλύτερη από 4.200 km<sup>2</sup>. Με αποθέματα 45 δισεκατομμυρίων m<sup>3</sup> νερού, που είναι περίπου ο μισός όγκος της λίμνης της Γενεύης, αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες αποθήκες φρέσκου νερού στην Ευρώπη. Τα υπόγεια νερά του καλύπτουν το 75% των αναγκών σε πόσιμο νερό και περίπου το 50% των αναγκών σε βιομηχανικό. Περισσότεροι από τρία εκατομμύρια κάτοικοι στην περιοχή της Αλσατίας (Γαλλία) και του Baden - Wurttemberg (Γερμανία) εξαρτώνται άμεσα από αυτόν τον πόρο για την παροχή νερού. Αν και ήταν δυνατή η χρησιμοποίηση του νερού για πόση, χωρίς προγενέστερη επεξεργασία στις περισσότερες θέσεις, τα υπόγεια νερά έχουν αρχίσει από τη δεκαετία του '70 να επηρεάζονται σταδιακά από τη διάχυτη αλλά και σημειακή ρύπανση. Ο υπόγειος υδροφορέας του URV επηρεάζεται σοβαρά από: νιτρικά άλατα, φυτοφάρμακα, χλωρίδιο και πτητικές οργανικές ενώσεις (VOCs).

Οι αντιλήψεις για τα ζητήματα ρύπανσης των υπόγειων νερών περιγράφονται αρχικά μέσω ενός δείγματος 668 ερωτηματολογίων. Οι αξίες αποσπώνται σε δύο σενάρια που αφορούν στην αποκατάσταση της ποιότητας του πόσιμου νερού (σενάριο 1) και εξάλειψη κάθε ίχνους ρυπογόνων ουσιών (αποκατάσταση της φυσικής ποιότητας, σενάριο 2). Η μέση ετήσια προθυμία για πληρωμή ανά νοικοκυριό είναι ίση με 42,6 € για το σενάριο 1 και 77 € για το σενάριο 2 (για μια περίοδο δέκα ετών κατά τη διάρκεια της οποίας εφαρμόζονται τα μέτρα επανόρθωσης). Οι παράγοντες που καθορίζουν την προθυμία για πληρωμή, ερευνώνται χρησιμοποιώντας διάφορες αναλύσεις πολλών μεταβλητών.

*Μελέτη 2: Rinaudo D. J. (2003). Economic assessment of groundwater protection: groundwater restoration in the potash mining fields of Alsace, France*

Η περιοχή που μελετάται αποτελείται από ένα συγκεκριμένο κομμάτι ενός μεγάλου υδάτινου σώματος (τον ανώτερο υδροφόρο ορίζοντα της υδρολογικής λεκάνης του Rhine), το οποίο επηρεάζεται από την έντονη σημειακή ρύπανση, που προέρχεται από μεταλλευτικά απόβλητα. Δύο μεγάλα ρυπαντικά πλούμια έχουν προοδευτικά αναπτυχθεί και επηρεάζει μία περιοχή μεγαλύτερη από 180 km<sup>2</sup>, από τα οποία 80 εκτάρια χαρακτηρίζονται από συγκεντρώσεις χλωριόντων.

Σημαντικά μέτρα αποκατάστασης και προστασίας των υπόγειων νερών έχουν ήδη εφαρμοστεί από τα τέλη του 1970, οδηγώντας σε μία αντιστροφή της τάσης της ρύπανσης και μία προοδευτική απορρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα. Το κόστος αυτών των μέτρων υπολογίζεται γύρω στα 67 εκ. € από το 1976 μέχρι το 2001. Επιπρόσθετα μέτρα προστασίας και αποκατάστασης θα κόστιζαν άλλα 43 εκ. € μεταξύ του 2002 και του 2010. Συνολικά, περισσότερα από 82 εκ. € έχουν σπαταληθεί σε μέτρα που αποσκοπούν στη μείωση της ρύπανσης στην πηγή και 28 εκ. € σε μέτρα που έχουν ως στόχο την απομάκρυνση των ρύπων από τον υδροφόρο ορίζοντα.

Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι έχουν γίνει αυτές οι προσπάθειες, εφαρμόστηκαν καθυστερημένα με αποτέλεσμα η ρύπανση να έχει προκαλέσει σημαντικές οικονομικές ζημιές, οι οποίες μπορεί να διακριθούν σε τρεις διαφορετικούς τύπους:

- Ζημιές που σχετίζονται με καταναλωτικές χρήσεις του νερού, όπως η γεωργία, η βιομηχανία και το νερό ύδρευσης για τις οποίες η ρύπανση με χλωριόντα αναπαριστά ένα επιπρόσθετο κόστος παραγωγής (διαχειριστικά κόστη, νέες επενδύσεις κ.λπ.)
- Περιβαλλοντικές ζημιές που προκαλούνται από τη ρύπανση των υπόγειων νερών σε άλλο οικοσυστήματα (υγροβιότοποι, δάση, ποτάμια).
- Απώλεια αξιών μη χρήσης του υδροφόρου ορίζοντα από τους κατοίκους που τον θεωρούν σαν ένα κομμάτι της φυσικής κοινής τους κληρονομιάς.

Η αξία των οικονομικών ζημιών υπολογίζεται γύρω στα 17,5 εκ. € στον τομέα του νερού ύδρευσης (60% του συνολικού κόστους) και γύρω στα 5,5 εκ. € στη γεωργία. Επίσης, η ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα, που συνεπάγεται μία υποβάθμιση της κοινής κληρονομιάς του πληθυσμού, αποτελεί ζημιά της οποίας η οικονομική αξία εκτιμάται από τον κόσμο γύρω στα 6,6 εκ. με τη μέθοδο της υποθετικής αξιολόγησης.

Η συγκεκριμένη μελέτη στη συνέχεια, αναλύει την επίδραση των μέτρων που έχουν πρόσφατα εφαρμοστεί. Χρησιμοποιώντας ένα υδρολογικό μοντέλο προσομοίωσης, φαίνεται ότι αυτά τα μέτρα δεν θα είναι επαρκή ώστε να επιτευχθεί η καλή χημική κατάσταση του υδροφόρου ορίζοντα μέχρι το 2015. Έτσι, ορίζεται ένα καινούριο σενάριο εντατικών μέτρων καθαρισμού, το κόστος του οποίου υπολογίζεται στα 50 εκ. €. Η μελέτη, στη συνέχεια, καθορίζει τα οφέλη που παράγονται από αυτό το επιταχυνόμενο πρόγραμμα καθαρισμού και η συνολική οικονομική τους αξία εκτιμάται στα 16 με 21 εκ.

€ (εξαρτάται από το ποσοστό έκπτωσης που χρησιμοποιείται). Η εκτίμηση αυτή, ωστόσο, είναι μόνο τμηματική μιας και άλλα οφέλη δεν έχουν υπολογιστεί σε χρηματικές μονάδες. Συγκεκριμένα, το γεγονός ότι η ποιότητα των υπόγειων νερών έχει αποκατασταθεί μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του κόστους παραγωγής κάποιων βιομηχανιών. Επίσης μπορεί να αυξήσει την ελκυστικότητα της περιοχής και να επιταχύνει την οικονομική της ανάπτυξη. Τελικά, αυτά τα οφέλη μπορούν να συγκριθούν με το υπολογισμένο κόστος του εντατικού σεναρίου καθαρισμού (50 εκ. €).

Γνωρίζοντας ότι η παραπάνω εκτίμηση των οφελών αποτελεί ένα χαμηλότερο όριο της αξίας, η απόφαση για το αν τα οφέλη από την εφαρμογή του σεναρίου ισοσταθμίζουν τα κόστη παραμένει ένα ανοιχτό ερώτημα προς περαιτέρω διερεύνηση.

*Μελέτη 3: Hasler B. , Lundhede T., Martinsen L (2005). Valuation of Benefits from Groundwater Protection and Purification by Choice Experiment.*

Σκοπός αυτής της μελέτης είναι να υπολογιστούν τα οφέλη που προκύπτουν από την προστασία των υπόγειων υδάτων με τη βοήθεια Πειραμάτων Επιλογής ώστε να γίνει διερεύνηση για το αν υπάρχουν κέρδη που συνδέονται με την αυξανόμενη προστασία των υπόγειων υδάτων, σε σύγκριση με τον καθαρισμό τους προκειμένου να είναι κατάλληλα για πόση και το τρέχον επίπεδο προστασίας (βασική γραμμή / καθεστώς).

Το μεγαλύτερο ποσοστό του πόσιμου νερού που χρησιμοποιείται στη Δανία προέρχεται από τα υπόγεια νερά που έχουν υποβληθεί σε μια πολύ απλή διαδικασία και καμία περαιτέρω επεξεργασία. Αυτό αποτελεί ένα πολύ ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της Δανίας σε σχέση με άλλες χώρες, όπου διαχειρίζονται επιφανειακά νερά, π.χ. από τις λίμνες και τους ποταμούς. Τα υπόγεια νερά στη Δανία είναι, σε πολλές περιοχές, ρυπασμένα με επικίνδυνες ουσίες που προέρχονται, μεταξύ άλλων πηγών, από τη γεωργία, τη βιομηχανία, τα νοικοκυριά και τους υπονόμους. Η ρύπανση από τα φυτοφάρμακα και νιτρικά αποτελούν τους συνηθέστερους λόγους για το «κλείσιμο» πολλών γεωτρήσεων καθώς το νερό που αντλούν δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πόσιμο χωρίς να προηγηθούν διαδικασίες επεξεργασίας.

Η ρύπανση από τη γεωργία, τα νοικοκυριά, τη βιομηχανία, κ.λπ. έχει επιπτώσεις τόσο στα ζώα όσο και στα φυτά που βρίσκονται στις λίμνες και τους ποταμούς. Μαζί με μια σειρά από φυσικές συνθήκες, η ρύπανση αντιπροσωπεύει έναν σημαντικό παράγοντα στον

καθορισμό της κατάστασης των κοιτών και των λιμνών της Δανίας και, επομένως, των ζώων και των φυτών που βρίσκονται στο νερό και στις παρακείμενες περιοχές. Η μη-εμπορική αξία των αποτελεσμάτων της προστασίας των υπόγειων νερών υπολογίζεται περιλαμβάνοντας τόσο την αξία της προστασίας του πόσιμου νερού όσο και τα αποτελέσματα της προστασίας του γλυκού νερού προς όφελος της χλωρίδας και της πανίδας.

Οι εναλλακτικές λύσεις, μεταξύ των οποίων καλούνται να επιλέξουν οι συμμετέχοντες στο πλαίσιο των Πειραμάτων Επιλογής, αντιπροσωπεύουν τις διαφορετικές προτάσεις σχετικά με τις μελλοντικές πολιτικές διαχείρισης των υπόγειων νερών. Οι εναλλακτικές αυτές λύσεις καθορίζονται από τρεις ιδιότητες: δύο ποιοτικές ιδιότητες που αφορούν στα αποτελέσματα των διαφορετικών πολιτικών διαχείρισης σε σχέση με την ποιότητα του πόσιμου νερού και του υδάτινου περιβάλλοντος, αντίστοιχα, και μια ποσοτική ιδιότητα που διευκρινίζει το κόστος/τιμή της επιλογής.

Κατά μέσον όρο, ο καταναλωτής πληρώνει 35 κορώνες Δανίας ανά κυβικό m<sup>3</sup> νερού (1.000 λίτρα) και κάθε οικογένεια στη Δανία πληρώνει κατά μέσον όρο 4.000 κορώνες Δανίας ετησίως στους λογαριασμούς νερού (1.500 κορώνες Δανίας ανά άτομο). Αυτή η τιμή περιλαμβάνει και την ύδρευση και την αποχέτευση.

Το ποσό το οποίο οι ερωτώμενοι είναι πρόθυμοι να πληρώσουν για τα προστατευμένα υπόγεια νερά, τα οποία είναι φυσικά καθαρά και όχι μετά από επεξεργασία, είναι 1.837 κορώνες Δανίας/έτος, που πρέπει να εκφραστούν ως πρόσθετη πληρωμή στο μέσο λογαριασμό νερού ενός νοικοκυριού, που είναι περίπου 4.000 κορώνες Δανίας/έτος.

Το ποσό το οποίο οι ερωτώμενοι είναι πρόθυμοι να πληρώσουν για την καλή κατάσταση της χλωρίδας και της πανίδας στις υδάτινες οδούς και στις λίμνες είναι 1.139 κορώνες Δανίας/έτος, ενώ για τα επεξεργασμένα καθαρά υπόγεια νερά είναι 856 κορώνες Δανίας/έτος. Η υπόθεση ότι η προθυμία των ερωτηθέντων να πληρώσουν για την προστασία των νερών υπερβαίνει την προθυμία τους για τον καθαρισμό τους ισχύει, το ίδιο και η υπόθεση ότι η προθυμία τους να πληρώσουν για την ποιότητα πόσιμου νερού υπερβαίνει την επιθυμία για την ποιότητα του επιφανειακού νερού.

Μετά την αφαίρεση των ερωτώμενων που επέλεξαν την υφιστάμενη κατάσταση, το ποσό που επιθυμούσαν οι υπόλοιποι να πληρώσουν για τα φυσικά προστατευμένα νερά και όχι τα επεξεργασμένα καθαρά νερά ήταν 1.899 κορώνες Δανίας/έτος. Το ποσό για την καλή

κατάσταση της χλωρίδας και της πανίδας στις υδάτινες οδούς και τις λίμνες ήταν 1.204 κορώνες Δανίας/έτος, και για το επεξεργασμένο καθαρό νερό 912 κορώνες Δανίας/έτος.

Το δείγμα έχει επίσης διαιρεθεί αναφορικά με την περιοχή της κατοικίας προκειμένου να υπολογιστεί το ποσό που υπάρχει προθυμία να δοθεί τόσο για τις αγροτικές όσο και τις αστικές περιοχές.

Πίνακας 3.1: Προθυμία των ερωτηθέντων να πληρώσουν για τις αστικές και αγροτικές περιοχές

	Περιοχή	Παράμετρος	Πρότυπο Σφάλμα	Προθυμία να πληρώσουν (κορώνες Δανίας)
Εναλλακτική Συγκεκριμένη Σταθερά		-	0,10191	
		0,72757	-	
Τιμή		-	0,00003	
		0,0059	-	
Φυσικά Καθαρά Υπόγεια Νερά	ΑΣΤΙΚΗ	1,17037	0,09230	1.976
	ΑΓΡΟΤΙΚΗ	0,89333	0,14942	1.508
Επεξεργασμένα Καθαρά Υπόγεια Νερά	ΑΣΤΙΚΗ	0,59154	0,08927	999
	ΑΓΡΟΤΙΚΗ	0,28570	0,15050	482
Πολύ καλές συνθήκες	ΑΣΤΙΚΗ	0,71361	0,06982	1.205
	ΑΓΡΟΤΙΚΗ	0,71098	0,12701	1.200
Κακές συνθήκες	ΑΣΤΙΚΗ	-	0,08079	-1.847
		1,09399	-	-
	ΑΓΡΟΤΙΚΗ	-	0,16845	-1.298
		0,76865	-	-

Μελέτη 4: Delavan W.A., Epp D. (2001). Valuing the Benefits of Protecting Groundwater from Nitrate Contamination in Southeastern Pennsylvania

Στην μελέτη αυτή υπολογίστηκε η προθυμία για πληρωμή προκειμένου να μειωθεί η ρύπανση σε νιτρικά άλατα από διαφορετικές πηγές ρύπανσης σε δύο νομούς στη νοτιοανατολική Πενσυλβανία. Μια ιδιαιτερότητα της έρευνας αυτής, ήταν ότι δεν παρουσίασαν την επιτυχία των προτεινόμενων μέτρων, αλλά περιέλαβαν τις προσδοκίες των κατοίκων για την αποτελεσματικότητα του προγράμματος ως μεταβλητή στην έρευνά τους. Ανάλογα με τον τύπο ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε, η μέση μηνιαία προθυμία για πληρωμή για το προτεινόμενο πρόγραμμα κυμάνθηκε από \$54 έως \$74 ανά νοικοκυριό. Αυτά τα αποτελέσματα δεν περιλαμβάνουν τις αρνήσεις διαμαρτυρίας. Σε αντίθετη περίπτωση, η μέση προθυμία για πληρωμή μειωνόταν αρκετά – στην πραγματικότητα δεν μπορούσε να βεβαιωθεί ότι η προθυμία για πληρωμή ήταν σημαντικά διαφορετική από το μηδέν.

Οι ερευνητές προσδιόρισαν μια σειρά από παράγοντες που επηρεάζουν την προθυμία για πληρωμή. Οι παράγοντες που έχουν θετικό αντίκτυπο είναι το οικογενειακό εισόδημα, η αντιληπτή αποτελεσματικότητα του προγράμματος και η προηγούμενη δράση σε οικιακό επίπεδο για να αποτραπεί η ρύπανση (π.χ. τα νοικοκυριά που είχαν χρησιμοποιήσει εμφιαλωμένο νερό ή φίλτρα νερού ήταν πιθανότερο να κάνουν μια υψηλότερη προσφορά).

Αν και δεν ήταν αναμενόμενο αποδείχτηκε ότι, η προθυμία για πληρωμή των νοικοκυριών που είχαν δικό τους πηγάδι για πόσιμο νερό, ήταν αρκετά χαμηλότερη από αυτή των νοικοκυριών που προμηθεύονταν από τη δημοτική υδρογεώτρηση, ακόμα κι αν όλοι έπαιρναν νερό από τον ίδιο υδροφορέα. Η θεωρητική εξήγηση που δόθηκε είναι ότι οι ιδιοκτήτες πηγαδιών είναι πιθανόν να είχαν την λανθασμένη εντύπωση ότι η προστασία των υπόγειων νερών θα ενέπιπτε στην ευθύνη τους. Επίσης αξιοσημείωτο, ήταν ότι η παρουσία παιδιών στο νοικοκυριό δεν είχε μια στατιστικά σημαντική επίδραση στην προθυμία για πληρωμή ούτε το φύλο ή η ηλικία του υπεύθυνου του νοικοκυριού.

Μελέτη 5: Press J., Söderqvist T. (1998). Estimating the Benefits of Groundwater Protection: a Contingent Valuation Study in Milan

Πρόκειται για μια μελέτη υποθετικής αξιολόγησης για την εκτίμηση της προθυμίας κάθε νοικοκυριού να πληρώσει για την προστασία των υπόγειων νερών του υδροφόρου που βρίσκεται κάτω από τη βόρεια ιταλική πόλη του Μιλάνου. Ο υπόγειος αυτός υδροφορέας έχει μολυνθεί με ατραζίνες από τις γεωργικές δραστηριότητες, αν και όχι σε κρίσιμα επίπεδα – πράγματι είναι ασαφές εάν οι παρατηρηθείσες συγκεντρώσεις θα υπονοούσαν έναν σημαντικό κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Η ανάλυση υπολόγισε την προθυμία κάθε νοικοκυριού να πληρώσει για την εισαγωγή ενός περιεκτικού διοικητικού σχεδίου των υπόγειων νερών. Οι ερωτώμενοι ενημερώθηκαν ότι μια αποτυχία να εφαρμοστεί ένα τέτοιο σχέδιο θα υπονοούσε μια περαιτέρω υποβάθμιση της ποιότητας νερού του υπόγειου υδροφορέα, και επομένως το νερό δεν θα ανταποκρινόταν στα ευρωπαϊκά πρότυπα πόσιμου νερού. Η ανάλυση συνδύασε τη διχοτομική επιλογή και τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Η ανάλυση είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα για δύο λόγους:

1. Η τιμή του πόσιμου νερού στο Μιλάνο (0,13 €/m<sup>3</sup>) είναι μια από τις χαμηλότερες στην Ευρώπη καθώς αντιστοιχεί στο 1/6 του ευρωπαϊκού μέσου όρου.



2. Εν τούτοις, η βόρεια Ιταλία είναι μία από τις περιοχές με τη μεγαλύτερη κατά κεφαλήν κατανάλωση εμφιαλωμένου ύδατος. Περισσότερο από το 70% των ερωτώμενων δήλωσε ότι χρησιμοποιούν το εμφιαλωμένο ύδωρ ως αποκλειστική πηγή πόσιμου νερού.

Με βάση τα διαφορετικά μέτρα υπολογισμού, η μέση ετήσια προθυμία για πληρωμή που προέκυψε από τη διχοτομική ανάλυση επιλογής από 144 παρατηρήσεις, ήταν μεταξύ 425 € και 559 € ανά νοικοκυριό. Οι ανοιχτές ερωτήσεις οδήγησαν σε μέση προθυμία πληρωμής ανά νοικοκυριό μεταξύ 215 € και 231 €. Τα αποτελέσματα αυτά είναι αρκετά υψηλά: υπονοούν ότι η μέση προθυμία για πληρωμή αντιστοιχεί στο 1.2 % του οικιακού εισοδήματος, ή 166 % των ετήσιων δαπανών για το εμφιαλωμένο πόσιμο νερό. Αυτό δείχνει μια προθυμία για πληρωμή που είναι υψηλότερη απ' ό,τι σε συγκρίσιμες μελέτες.

Οι εξηγήσεις που προσφέρονται από τους συντάκτες αυτής της μελέτης για αυτήν την απόκλιση περιλαμβάνουν μια υπερβάλλουσα αντίληψη για τους κινδύνους υγείας, καθώς και ανησυχία για την αξία μη χρήσης της προστασίας των υπόγειων νερών. Αυτό υποστηρίζεται από το γεγονός ότι το 96% των ερωτώμενων δήλωσε ότι βλέπουν ξεχωριστά την προστασία υπόγειων νερών ιδιαίτερα σημαντική, πέρα από τις ανησυχίες για την ασφάλεια της παροχής πόσιμου ύδατος.

*Μελέτη 6: Stenger A., Willinger M. (1998). Preservation value for groundwater quality in a large aquifer: a contingent-valuation study of the Alsatian aquifer*

Πρόκειται για μία μελέτη υποθετικής αξιολόγησης της προθυμίας για πληρωμή για τη συντήρηση του αλσατικού υδροφορέα, που αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους υδροφορείς στην Ευρώπη και βρίσκεται στα βορειοανατολικά της Γαλλίας. Το νερό του αλσατικού υδροφορέα είναι υψηλής ποιότητας – στα περισσότερα σημεία είναι πόσιμο χωρίς επεξεργασία – και είναι προσιτό με χαμηλό κόστος. Οι ερευνητές υπολογίζουν τις συνολικές οικονομικές υπηρεσίες του υδροφορέα σε 50,3 εκατομμύρια € ετησίως, με παροχή του 80% του πόσιμου νερού στην περιοχή, και 54% του βιομηχανικού. Είναι αξιοσημείωτο, ότι η βιομηχανική χρήση των υπόγειων νερών είναι τρεις φορές υψηλότερη από αυτή των νοικοκυριών, το οποίο σημαίνει ότι η βιομηχανική απαίτηση νερού είναι δύο φορές ο γαλλικός μέσος όρος. Εντούτοις, τα τελευταία χρόνια αυτός ο υδροφορέας απειλείται όλο και περισσότερο από τη ρύπανση από τα μεταλλεία, τη βιομηχανία, τη γεωργία και τις μεταφορές. Έτσι, εκτός από τις αυξανόμενες συγκεντρώσεις νιτρικών

αλάτων από τη γεωργία, τα άλατα ανθρακικού καλίου από τα μεταλλεία έχουν προσδιοριστεί ως σημαντικοί ρυπαντές.

Οι Stenger και Willinger εξέτασαν τρεις υποθέσεις από προηγούμενες, αμερικανικές μελέτες υποθετικής αξιολόγησης, δηλαδή ότι

1. η έκθεση στις αναφερθείσες επιπτώσεις της μόλυνσης αυξάνει την προθυμία για πληρωμή,
2. η προθυμία για πληρωμή συσχετίζεται θετικά με την αξιοπιστία του προγράμματος συντήρησης, και
3. οι πρόσθετες πληροφορίες για το λογαριασμό ύδατος αυξάνουν την προθυμία για πληρωμή.

Οι υποθέσεις εξετάστηκαν με μια έρευνα που έγινε σε 800 οικογένειες σε δέκα δήμους, τρεις από τους οποίους είχαν εκτεθεί στη μόλυνση υπόγειων νερών. Τα ταχυδρομημένα ερωτηματολόγια εξέτασαν την προθυμία για πληρωμή και ως διχοτομική επιλογή και ως ανοιχτή ερώτηση, για ένα πρόγραμμα που θα μείωνε τον κίνδυνο της ρύπανσης σχεδόν κατά 100% για μερικές οικογένειες, ή κατά 75% σε άλλες.

Ειδικότερα, τα προτεινόμενα προγράμματα δεν είχαν ως σκοπό να προστατεύσουν το πόσιμο νερό από έναν συγκεκριμένο μολυσματικό παράγοντα, αλλά να προστατεύσουν τον υπόγειο υδροφορέα από τη ρύπανση συνολικά. Οι ερευνητές, βρήκαν μία μέση προθυμία για πληρωμή ανά νοικοκυριό 94 € ετησίως. Από το δείγμα που εξετάστηκε με τις προτάσεις διχοτομικής επιλογής, λίγο κάτω από το 70% συμφώνησαν με τα προτεινόμενα προγράμματα, και ακόμη και στην υψηλότερη προσφορά των 152 € ετησίως, το 57% ψήφισε υπέρ του προγράμματος.

Σχετικά με τις υποθέσεις τους, οι Stenger και Willinger διαπίστωσαν ότι πράγματι η προθυμία για πληρωμή ήταν υψηλότερη στις κοινότητες που επηρεάζονταν από τη ρύπανση στο παρελθόν. Είναι ενδιαφέρον ότι η αξιοπιστία του προγράμματος (κατά 75% ή κατά 100%) δεν άσκησε σημαντική επίδραση στην προθυμία για πληρωμή, η οποία οδήγησε τους συντάκτες στο να απορρίψουν τη δεύτερη υπόθεσή τους. Τέλος, οι ερευνητές δεν βρήκαν κανένα σημαντικό στοιχείο ότι οι ερωτώμενοι θα δήλωναν μία υψηλότερη προθυμία για πληρωμή αν είχαν πληροφορηθεί για τον ετήσιο λογαριασμό νερού.

Μελέτη 7: Sun H., Bergstrom J.C., Dorfman J.H. (1992). Estimating the Benefits of Groundwater Contamination Control.

Η συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιήθηκε στο νομό Dougherty, στη νοτιοδυτική Georgia των ΗΠΑ, και υπολόγισε την προθυμία για πληρωμή για καθαρότερα υπόγεια νερά. Τα νοικοκυριά της περιοχής μελέτης ήταν πρόθυμα να δώσουν το 2% του ετήσιου εισοδήματός τους προκειμένου να μειωθεί η ρύπανση από τις γεωργικές χημικές ουσίες (λιπάσματα και φυτοφάρμακα) που αντιστοιχεί σε μέση ετήσια προθυμία για πληρωμή 641 US\$. Όπως αναμενόταν, η προθυμία για πληρωμή μεταβαλλόταν ανάλογα με τις διαφορές σε κρίσιμες παραμέτρους. Για παράδειγμα, ήταν υψηλότερη για τις οικογένειες που είχαν μεγαλύτερο επίπεδο έκθεσης ή για αυτές με μεγαλύτερη πιθανότητα να εκτεθούν στον κίνδυνο. Ακόμα, μεγάλη ήταν η προθυμία για πληρωμή των ατόμων που δήλωναν ότι ανησυχούν πολύ για την υγεία τους καθώς και των νέων. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η υψηλή αξία που δόθηκε στο καθαρότερο υπόγειο νερό υπέδειξε μια ανάγκη για πολιτική δράση. Επιπλέον, οι ερευνητές υπογραμμίζουν επίσης ότι τα συμπεράσματά τους εξαρτώνται από τις τοπικές συνθήκες της περιοχής που μελετάται, και αντί να μεταφερθούν σε άλλες περιοχές, θα ήταν προτιμότερο να διερευνηθούν οι κατάλληλες λύσεις για άλλες θέσεις με άλλες συνθήκες.

Μελέτη 8: Traore N., Amara N., Landry R. (1999). Households' Response to Groundwater Quality Degradation

Οι κύριοι στόχοι της μελέτης ήταν τρεις:

1. να καθορίσει τους παράγοντες που αναγκάζουν τα νοικοκυριά να πάρουν αποτρεπτικά μέτρα όταν αντιμετωπίζουν προβλήματα υποβάθμισης της ποιότητας του παρεχόμενου νερού
2. να υπολογίσει το κόστος αποτροπής σε επίπεδο νοικοκυριού και να καθορίσει τους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το κόστος αυτό και
3. να παρέχει στους δημόσιους φορείς εργαλεία που θα βοηθήσουν στο σχεδιασμό καλύτερων πολιτικών ενάντια στη ρύπανση των υπόγειων νερών.

Προκειμένου να τεκμηριωθούν οι συμπεριφορές των νοικοκυριών σχετικά με την αποτροπή της ποιοτικής υποβάθμισης των υπόγειων νερών δομήθηκε ένα ερωτηματολόγιο και έγιναν τηλεφωνικές συνεντεύξεις σε ένα τυχαίο δείγμα 2.333 νοικοκυριών από

τέσσερις κοινότητες της επαρχίας του Κεμπέκ. Συγκεκριμένα, 790 νοικοκυριά ήταν από το Portneuf, 802 από το Lanaudière, 352 από το Ile d'Orleans, και 389 από την περιοχή Nicolet Yamaska. Οι ερωτώμενοι, κλήθηκαν να δηλώσουν την πηγή πόσιμου νερού τους και να πουν εάν αντιμετώπιζαν οποιοδήποτε πρόβλημα με την ποιότητα του πόσιμου νερού, δηλαδή ρύπανση από χημικές ουσίες ή βακτηρίδια, προβλήματα οσμής ή και κακής γεύσης. Ακόμα υπήρχαν ερωτήσεις σχετικά με το αν οι ερωτώμενοι αγοράζουν εμφιαλωμένο νερό, ειδικές συσκευές που φιλτράρουν το νερό, καθώς και ποιο είναι το επίπεδο της ενημέρωσής τους για την υποβάθμιση της ποιότητας του πόσιμου νερού στις κοινότητές τους. Κλήθηκαν να δηλώσουν την προθυμία τους για πληρωμή, προκειμένου να ληφθούν οποιαδήποτε μέτρα αποτροπής της υποβάθμισης των υπόγειων νερών. Επιπλέον συλλέχθηκαν πληροφορίες για το οικογενειακό εισόδημα, το επίπεδο εκπαίδευσης, τον περιβαλλοντικό προσανατολισμό και την ηλικία του επικεφαλής της οικογένειας καθώς επίσης και του αριθμού νέων που ζουν στο σπίτι.

Το 67,7%, 66,3% και 68,3% των ερωτώμενων από το Portneuf, το Lanaudière, και το Nicolet Yamaska αντίστοιχα παίρνουν το πόσιμο νερό από το δημοτικό σύστημα παροχής νερού. Αντίθετα, το 98,6% των ερωτώμενων από την περιοχή Ile d'Orleans χρησιμοποιούν ιδιωτικά πηγάδια ως κύρια πηγή πόσιμου νερού.

Σε ετήσια βάση, τα νοικοκυριά που υποφέρουν από προβλήματα με βακτηρίδια ή χημική ρύπανση έχουν διάθεση για πληρωμή 226 \$CAN, σε σύγκριση με τα 156 \$CAN που είναι πρόθυμα να πληρώσουν τα νοικοκυριά που έχουν κάποιες ενοχλήσεις. Τα νούμερα αυτά είναι παρόμοια με τα συμπεράσματα από τον Abdalla (1990) στην κεντρική Πενσυλβανία (\$US 252/έτος/νοικοκυριό), από τους Collins και Steinback, (1993) στη δυτική Βιρτζίνια (\$US 320 and \$US 357 για τα βακτηρίδια και την ρύπανση από ορυκτά αντίστοιχα), και από Stenger-Letheux, (1997) στην Αλσατία στη Γαλλία (700 FF, περίπου 175 \$CAN. Είναι χαμηλότερα από \$US 2120 που υπολογίζονται από τους Abdalla et al. (1992) στην περιοχή Perkasio (νοτιοανατολική Πενσυλβανία) και \$US 1090 που υπολογίζονται από τους Collins και Steinback, (1993) στη δυτική Βιρτζίνια για την οργανική μόλυνση. Κατά μέσον όρο, οι κάτοικοι του Portneuf έχουν προθυμία για πληρωμή \$CAN 182 ανά νοικοκυριό, σε σύγκριση με \$CAN 181 στο Lanaudière, \$CAN 223 στο Nicolet-Yamaska και \$CAN 267 στο Ile d'Orleans. Οι παραπάνω διαφορές υποδεικνύουν ότι η γεωγραφική θέση μπορεί να έχει μια επιρροή στην προθυμία των νοικοκυριών για πληρωμή προκειμένου να προστατευθούν από την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού.

Επιπλέον, δεδομένου ότι σχεδόν όλα τα νοικοκυριά στο Ile d'Orleans παίρνουν το πόσιμο νερό τους από ιδιωτικά πηγάδια, η μεγαλύτερη προθυμία αυτής της κοινότητας για πληρωμή, ενισχύει τον ισχυρισμό ότι τα νοικοκυριά με ιδιωτικό σύστημα παροχής νερού έχουν υψηλότερη προθυμία να πληρώσουν από εκείνο με δημοτικό σύστημα παροχής (Abdalla, 1994). Στην πραγματικότητα, η τελευταία ομάδα μπορεί να στηριχθεί στον προμηθευτή ύδατος για να φροντίσει τα προβλήματα που προκύπτουν από την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού και επομένως μπορεί να μην είναι πρόθυμη να ξοδέψει όσα η πρώτη ομάδα.

Μελέτη 9: Abdalla C.W. (1990). Measuring Economic Losses from Groundwater Contamination: an Investigation of Household Avoidance Costs

Σε αυτήν τη μελέτη υπολογίστηκαν οι οικονομικές απώλειες από τη ρύπανση του υπόγειου νερού σε μια κεντρική κοινότητα της Πενσυλβανίας των ΗΠΑ. Πρόκειται για μία μελέτη υποθετικής αξιολόγησης, η οποία εφαρμόστηκε μέσω μιας ταχυδρομικής έρευνας που έγινε σε νοικοκυριά που το νερό που έπιναν περιείχε την πτητική οργανική χημική ουσία τετραχλωραιθυλένιο (perchloroethylene - PCE). Η μέση ετήσια προθυμία για πληρωμή υπολογίστηκε περίπου στα \$252 ανά νοικοκυριό (\$US σε τιμές 1987).

Αυτές οι εκτιμήσεις δεν αντιπροσωπεύουν τις πλήρεις οικονομικές απώλειες που προκύπτουν από τη ρύπανση του υπόγειου νερού δεδομένου ότι η μελέτη δεν εξέτασε το δημοτικό επίπεδο, τις επιχειρηματικές δαπάνες αποφυγής, τις πραγματικές επιπτώσεις στην υγεία, τον αυξανόμενο φόβο και την ανησυχία, τις οικολογικές ζημιές, και τις αξίες μη χρήσης του υπόγειου νερού. Τα συμπεράσματα δείχνουν ότι οι οικογένειες αναλαμβάνουν ουσιαστικές ενέργειες αποτροπής ως απάντηση στη ρύπανση του υπόγειου νερού και ότι τέτοιες ενέργειες μπορούν να έχουν σημαντικές οικονομικές συνέπειες. Η έκταση και το μέγεθος των δαπανών αποφυγής που τεκμηριώνονται, υποδεικνύουν στους λήπτες αποφάσεων πού πρέπει να δώσουν μεγαλύτερη προσοχή σε αυτήν την κατηγορία οικονομικών απωλειών.

## 4. ΕΡΕΥΝΑ ΜΕ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

### 4.1. Εισαγωγή

Το ερωτηματολόγιο επινοήθηκε από τον Sir Francis Galton (1822 – 1911) για τη συλλογή δεδομένων από ανθρώπους για να εξυπηρετήσει τις ανθρωπομετρικές, γενεαλογικές και βιογραφικές έρευνές του. Έκτοτε αποτελεί ερευνητικό εργαλείο για τη συλλογή πληροφοριών από τον ερωτώμενο και χρησιμοποιείται ευρέως στην κοινωνική έρευνα. Η χρήση του ερωτηματολογίου έναντι άλλων μεθόδων αξιολόγησης, έχει πλεονεκτήματα κυρίως οικονομικά, ενώ το γεγονός ότι αποτελείται κυρίως από ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής διευκολύνει τη λήψη δεδομένων και πληροφοριών καθώς και τη στατιστική ανάλυση.

Υπάρχουν δύο ειδών ερωτηματολόγια:

- Αυτά που συμπληρώνονται απευθείας από τον ερωτώμενο
- Αυτά που συμπληρώνει ο ερευνητής με βάση τις απαντήσεις του ερωτώμενου.

Οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να συμπληρωθεί ένα ερωτηματολόγιο είναι οι εξής τρεις:

- Δι' αλληλογραφίας (ταχυδρομική ή ηλεκτρονική αποστολή του ερωτηματολογίου)  
– ο ερωτώμενος συμπληρώνει μόνος του το ερωτηματολόγιο
- Με απευθείας συνέντευξη – ο ερευνητής καταγράφει τις απαντήσεις του ερωτώμενου
- Με τηλεφωνική συνέντευξη – ο ερευνητής συμπληρώνει το ερωτηματολόγιο και σε αυτή την περίπτωση, όμως είναι προϋπόθεση το ερωτηματολόγιο να είναι σύντομο.

Η έρευνα μέσω τηλεφωνικής συνέντευξης αναπτύχθηκε σημαντικά τις δεκαετίες 1970 – 1980. Με την εξέλιξη της πληροφορικής και των λογισμικών στατιστικών πακέτων, προσέφερε μεγαλύτερες δυνατότητες στους ερευνητές δίνοντας τη δυνατότητα συλλογής και επεξεργασίας μεγάλου όγκου δεδομένων.

Η νοηματική σύλληψη του αντικειμένου, αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της έρευνας, η οποία πρέπει α σχεδιάζεται με βάση τις ακόλουθες γενικές αρχές (Javeau 1996):

- Για να γίνει μελέτη ενός προβλήματος πρέπει να ερωτηθούν τα άτομα σχετικά με αυτό.
- Για να συγκεντρωθούν σημαντικές και ενδιαφέρουσες πληροφορίες, πρέπει να τεθούν οι κατάλληλες ερωτήσεις.
- Ένα αντιπροσωπευτικό μέρος του συνόλου των ατόμων που έχουν σχέση με την έρευνα, είναι αρκετό για να συλλεχθούν τα απαραίτητα δεδομένα. Το πλήθος των ατόμων που συμμετέχουν στη έρευνα καλείται δείγμα.
- Με κατάλληλη επεξεργασία των δεδομένων της έρευνας, μπορεί να γίνει μια ικανοποιητική παρουσίαση της θέσης του δείγματος σε σχέση με το υπό εξέταση πρόβλημα, με την προϋπόθεση ότι κατά το σχεδιασμό έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για την αποφυγή στρεβλώσεων.

Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων στην κοινωνική έρευνα χρήζει μεγάλης προσοχής, εξαιτίας της ενδεχόμενης έλλειψης ειλικρίνειας, κατανόησης και αξιοπιστίας από την πλευρά του ερωτώμενου, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για θέματα που αφορούν σε υποκειμενικές απόψεις, εκτιμήσεις, ηθικές αξίες, κοινωνικές προτιμήσεις και στάσεις. Επίσης σημαντικό ρόλο παίζουν οι συνθήκες κάτω από τις οποίες γίνεται η έρευνα, η φύση των ερωτήσεων ή του ίδιου του ερευνητή. Για να αποφευχθούν οι στρεβλώσεις, είναι απαραίτητο να:

- προσδιοριστεί με επιμέλεια το αντικείμενο,
- να διατυπωθεί με τη βοήθεια κατάλληλων τεχνικών και καλά επεξεργασμένων υποθέσεων εργασίας,
- να ληφθεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα του πληθυσμού και
- να αναλυθούν τα δεδομένα χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα στατιστικά εργαλεία.

## 4.2. Τα στάδια της έρευνας με ερωτηματολόγιο

Η εκτέλεση μιας έρευνας με ερωτηματολόγιο είναι μια σύνθετη διαδικασία και αποτελείται από τα στάδια που παρατίθενται και αναλύονται στη συνέχεια.

### 1ο Στάδιο: Προσδιορισμός του αντικειμένου της έρευνας

Για την έναρξη κάθε έρευνας είναι απαραίτητο να γίνει πρώτα προσδιορισμός του αντικειμένου. Με βάση το αντικείμενο διαμορφώνονται οι ερωτήσεις, το πλαίσιο των οποίων καθορίζεται ένα πλήθος παραγόντων (επίπεδο γνώσεων, ποιότητα των πηγών κ.α.) (Babbie, 1990). Το αντικείμενο μπορεί να είναι η μελέτη ή διερεύνηση μιας κοινωνικής άποψης, μιας τάσης (π.χ. προτίμηση σε κάποιο δημόσιο πρόσωπο) ή η εξέλιξη της άποψης επί ενός ζητήματος ευρέος ενδιαφέροντος. Ακόμη μπορεί να είναι η διερεύνηση οικονομικών στοιχείων του γενικού πληθυσμού ή απόψεων του πληθυσμού επί οικονομικών θεμάτων.

### 2ο Στάδιο: Επιλογή των υλικών μέσων της έρευνας

Στο στάδιο αυτό πρέπει να εξεταστούν παράμετροι που έχουν να κάνουν με τη διαθεσιμότητα σε:

- *Χρηματικούς πόρους.* Σημαντικότερο τμήμα του κόστους αποτελεί ο ερευνητικός ανθρωποχρόνος που απαιτείται και ο οποίος ανάλογα με τη φύση του αντικειμένου μπορεί να αφορά και εξειδικευμένο προσωπικό.
- *Χρόνο.* Η διάρκεια της έρευνας παίζει σπουδαίο ρόλο ιδιαίτερα όταν η περάτωσή της αναμένεται να απαιτήσει χρονικό διάστημα τόσο μεγάλο ώστε να υπάρχει πιθανότητα να επηρεαστεί το αποτέλεσμα της έρευνας. Εάν π.χ. η έρευνα αφορά την πρόθεση ψήφου στις επερχόμενες εκλογές, θα πρέπει να ολοκληρωθεί πριν αυτές γίνουν.
- *Προσωπικό.* Για τη διεξαγωγή μιας έρευνας το προσωπικό πρέπει να έχει ένα ελάχιστο επίπεδο μόρφωσης, να γνωρίζει το αντικείμενο κ.λπ.



- *Πηγές πληροφόρησης.* Πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμες πηγές ώστε να αντληθούν πληροφορίες σχετικά με το θεωρητικό υπόβαθρο του αντικειμένου, αλλά και το πρακτικό μέρος της έρευνας.
- *Διάφορα υλικά μέσα.* Τέτοια μπορεί να είναι υλικά εκτύπωσης και στοιχειοθεσίας, εποπτικό υλικό κ.α.

### 3ο Στάδιο: Συγκέντρωση δεδομένων από προηγούμενες έρευνες

Το γενικότερο πλαίσιο της έρευνας καθορίζεται από πληροφορίες που συλλέγονται από υφιστάμενες μελέτες, από τη συμμετοχή έμπειρων συμβούλων (experts), από την αξιολόγηση χρήσιμων αριθμητικών δεδομένων κ.λπ.. Όλα αυτά τα στοιχεία είναι πολύ σημαντικά για τη διεξαγωγή της έρευνας και μπορούν να χρησιμεύσουν για την ακριβή περιγραφή του πεδίου έρευνας, για την επεξεργασία των υποθέσεων εργασίας και τη συσχέτισή τους με συμπεράσματα άλλων ερευνητών πάνω στο ίδιο θέμα, καθώς και για τη δημιουργία συναφούς βιβλιογραφικής ύλης.

### 4ο Στάδιο: Καθορισμός του αντικειμενικού σκοπού της έρευνας και των υποθέσεων εργασίας

Προκειμένου να προσεγγιστεί επαρκώς το αντικείμενο της έρευνας, είναι απαραίτητο να τεθούν κάποιοι αντικειμενικοί στόχοι, άμεσοι ή έμμεσοι. Οι στόχοι αυτοί σχετίζονται με τις στρατηγικές επιλογές και τις παραδοχές που θα πρέπει να γίνουν προκειμένου να σχεδιαστεί η μεθοδολογία προσέγγισης του υπό μελέτη προβλήματος.

### 5ο Στάδιο: Καθορισμός του πληθυσμού και του πεδίου έρευνας

Ως πληθυσμός ορίζεται το βασικό σύνολο των μονάδων που πρόκειται να μελετηθούν ως προς μία ή περισσότερες χαρακτηριστικές μεταβλητές που σχετίζονται με το οριζόμενο αντικείμενο της έρευνας. Το σύνολο των ατόμων που θα συμμετάσχουν στην έρευνα καλείται δείγμα και αποτελεί μέρος του ευρύτερου πληθυσμού. Η επιλογή του πληθυσμού εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- *Το αντικείμενο της έρευνας*, το οποίο μπορεί να αφορά μικρό ή μεγάλο μέρος του πληθυσμού της χώρας. Μπορεί να σχετίζεται με τη διοικητική διαίρεση της χώρας ή με τη χωρική εξάπλωση του υπό μελέτη αντικειμένου.
- *Τις επιλεγμένες υποθέσεις εργασίας*, που μπορεί να σχετίζονται με θεωρίες περί της συμπεριφοράς του κοινωνικού συνόλου ή στοχευμένου τμήματος αυτού (π.χ. με βάση την ηλικία, τη μόρφωση κ.λπ.).
- *Τους υλικοτεχνικούς περιορισμούς*, οι οποίοι μπορούν να καθορίσουν τη χρονική ή και τη χωρική εξάπλωση της έρευνας, οπότε απαιτούν προσαρμογές του αντιπροσωπευτικού πληθυσμού.

#### 6ο Στάδιο: Σύνθεση του δείγματος

Η συγκρότηση του δείγματος, αποτελεί ένα σύνθετο πρόβλημα, που απαιτεί τη συνεκτίμηση των παρακάτω παραγόντων:

- *Τα διαθέσιμα δεδομένα για τον πληθυσμό*. Όσες περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν για τον πληθυσμό τόσο διευκολύνεται η επιλογή του δείγματος.
- *Το βαθμό ομοιογένειας του πληθυσμού*. Αν ο πληθυσμός δεν είναι ομοιογενείς είναι προτιμότερο να γίνει στοχευμένη επιλογή συγκεκριμένων υποκατηγοριών βάσει φύλου, ηλικίας, καταγωγής κ.λπ. (στρωμάτωση δείγματος).
- *Την έκταση του πεδίου έρευνας*. Έχει να κάνει έμμεσα με την ομοιογένεια του πληθυσμού.
- *Τις συνθήκες πραγματοποίησης της έρευνας*. Δηλαδή τα υλικά μέσα, το κόστος και ο χρόνος ολοκλήρωσης.
- *Την κατάρτιση και την προετοιμασία των ερευνητών*.
- *Την φύση της έρευνας*. Δηλαδή αν είναι έρευνα αγοράς, έρευνα που αφορά μόνο μια συγκεκριμένη κοινωνική ομάδα κ.λπ..

Τα βασικά σημεία κατά τη σύνθεση του δείγματος είναι δύο και αναλύονται αμέσως μετά.

#### **A. Μέγεθος του δείγματος**

Η δειγματοληψία στηρίζεται στη θεωρία των πιθανοτήτων και στο νόμο των μεγάλων αριθμών. Δηλαδή επιλέγεται ένα τμήμα από έναν συγκεκριμένο πληθυσμό, του οποίου τα

διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα επανεμφανίζονται με την ίδια συχνότητα. Παράλληλα, πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψιν και οι εξής παρατηρήσεις:

- Το δείγμα πρέπει να αποτελείται από τουλάχιστον 30 άτομα.
- Το δείγμα δεν προσδιορίζεται από ένα και μόνο χαρακτηριστικό του πληθυσμού.
- Το μέγεθος του δείγματος εξαρτάται από την ακρίβεια που επιθυμείται και από την ομοιογένεια του υπό μελέτη πληθυσμού.
- Οι στατιστικές υποδείξεις και εκτιμήσεις εφαρμόζονται αποκλειστικά στα δείγματα που έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με τους στατιστικούς νόμους.

## **B. Τεχνικές δειγματοληψίας**

Οι διάφορες τεχνικές δειγματοληψίας θα αναλυθούν στις επόμενες παραγράφους. Όμως, ανεξαρτήτως ποια από τις τεχνικές θα χρησιμοποιηθεί, εάν κάθε μονάδα του υπό μελέτη πληθυσμού έχει την ίδια πιθανότητα να συμπεριληφθεί στο δείγμα και εφόσον δοθεί στο δείγμα το μέγιστο δυνατό μέγεθος, τότε με την εφαρμογή του νόμου των μεγάλων αριθμών μπορεί να κατασκευαστεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα.

### *1. Απλή Τυχαία Δειγματοληψία*

Η τεχνική αυτή μπορεί να εφαρμοστεί με δύο τρόπους:

- Τυχαία κλήρωση – Όλα τα άτομα του πληθυσμού απαριθμούνται και είτε αναγράφεται κάθε άτομο σε ένα κλήρο από το σύνολο των οποίων λαμβάνεται ο απαιτούμενος αριθμός, είτε κατασκευάζεται ένας πίνακας με τυχαίους αριθμούς από τον οποίο επιλέγεται μια σειρά αριθμών στην τύχη. Έτσι η επιλογή είναι αμερόληπτη χωρίς να παρεμβαίνει κανένας άλλος παράγοντας πέραν της τύχης.
- Συστηματική δειγματοληψία – Τα άτομα ταξινομούνται, ανεξάρτητα από τα επιλεγμένα χαρακτηριστικά του πληθυσμού της έρευνας και κατόπιν γίνεται δειγματοληψία με απλό τρόπο ξεκινώντας από την κατασκευή ενός πρώτου δείγματος, ύστερα ενός δεύτερου και ούτω καθ' εξής, μέχρι την κατασκευή του τελικού επιθυμητού δείγματος.

### *2. Δειγματοληψία κατά Στρώματα*

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται σε περίπτωση που ο πληθυσμός δεν είναι ιδιαίτερα ομοιογενής. Ο πληθυσμός χωρίζεται σε μη επικαλυπτόμενες ομάδες (στρώματα) βάσει

κάποιων χαρακτηριστικών και στη συνέχεια επιλέγεται ένα τυχαίο δείγμα από κάθε ομάδα. Με τη μέθοδο αυτή, μπορούν να βγουν συμπεράσματα όχι μόνο για το σύνολο του πληθυσμού, αλλά και για κάθε στρώμα ξεχωριστά. Επιπλέον, η επιλογή τυχαίου δείγματος από κάθε στρώμα, οδηγεί στην κατασκευή ενός συνολικού δείγματος περισσότερο αντιπροσωπευτικού από αυτό της τυχαίας δειγματοληψίας.

### 3. Δειγματοληψία κατά Δεσμίδες

Σε αυτή την τεχνική, το δείγμα δεν κατασκευάζεται από μονάδες του πληθυσμού, αλλά από δεσμίδες ή σύνολα μονάδων με συγγενή χαρακτηριστικά. Η μέθοδος είναι πολύ αποτελεσματική, ειδικά σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει διαθέσιμη λίστα για τις μονάδες του πληθυσμού.

### 4. Δειγματοληψία κατά Κυψέλες

Οι περιοχές της έρευνας διαιρούνται σε έναν ορισμένο αριθμό τετραγώνων, από τα οποία επιλέγονται κάποια στην τύχη και ερωτώνται όλα τα άτομα του κάθε τετραγώνου, τα οποία ανταποκρίνονται στον προκαθορισμένο, από την έρευνα, πληθυσμό. Είναι μια παραλλαγή της προηγούμενης μεθόδου.

### 5. Δειγματοληψία πολλαπλών επιπέδων

Γίνεται συνδυασμός δύο ή και περισσότερων δειγματοληπτικών μεθόδων.

### 6. Ισομεγέθεις δειγματοληψίες

Κατασκευάζεται ένα μοντέλο του πληθυσμού σε σμίκρυνση, από το οποίο λαμβάνεται υπ' όψιν ένας περιορισμένος αριθμός κύριων χαρακτηριστικών (συνήθως όχι παραπάνω από 5). Με τη μέθοδο αυτή δε συντίθεται πραγματικά τυχαίο δείγμα, αφού δεν δίνεται σε κάθε μονάδα η ίδια πιθανότητα επιλογής

### 7. Δειγματοληψία πολλαπλών φάσεων

Στη συγκεκριμένη μέθοδο, συνδυάζονται διαδοχικές δειγματοληψίες, που αφορούν σε τμήματα του πληθυσμού. Αρχικά επιλέγεται εάν μεγάλο τμήμα του πληθυσμού, στο οποίο πραγματοποιείται μια σύντομη έρευνα και στη συνέχεια επιλέγεται από αυτό ένα μικρότερο τμήμα, το οποίο θα αποτελέσει το δείγμα της εμπειριστατωμένης έρευνας. Χρησιμεύει όταν δεν υπάρχει λίστα ή κατάλογος των ατόμων που αποτελούν τον υπό μελέτη πληθυσμό.

### 8. Συσσωρευτική δειγματοληψία ή «Χιονοστιβάδα»

Με τη μέθοδο αυτή, η έναρξη της έρευνας γίνεται με ένα μικρό δείγμα, στο οποίο προστίθενται σταδιακά μονάδες του πληθυσμού που σχετίζονται με κάποιο τρόπο με τις αρχικές μονάδες, μέχρι να συμπληρωθεί το απαιτούμενο μέγεθος του δείγματος. Είναι μια αρκετά οικονομική μέθοδος, αλλά μειονεκτεί όσο αφορά στις παρερμηνείες κατά το στάδιο παρατήρησης και σύλληψης των σχέσεων των μονάδων που αποτελούν το δείγμα.

#### 9. Συστηματική δειγματοληψία από περιοχές

Η τεχνική αυτή συνίσταται στη συλλογή δεδομένων από μονάδες που βρίσκονται κατανεμημένες σε ίσα χωρικά διαστήματα, με τη βοήθεια χαρτών για τις περιοχές ενδιαφέροντος.

Ανεξαρτήτως της δειγματοληπτικής μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί πάντα γίνονται τα λεγόμενα **σφάλματα δειγματοληψίας**. Για την αξιολόγηση της ακρίβειας μιας δειγματοληπτικής έρευνας, τα σφάλματα διακρίνονται σε *σφάλματα καταμέτρησης* και *δειγματοληπτικά σφάλματα*.

Τα σφάλματα καταμέτρησης μπορεί να είναι συμπτωματικά ή συστηματικά και οι συχνότερες αιτίες που τα προκαλούν είναι οι εξής:

- Σφάλματα των ερευνητών κατά τη συνέντευξη
- Ερωτηματολόγια με πολύπλοκες, δυσνόητες ερωτήσεις, κακώς διατυπωμένες ή σε λάθος σειρά.
- Διαστρεβλώσεις απαντήσεων (απόκρυψη αλήθειας, άγνοια, άρνηση απάντησης)

Τα δειγματοληπτικά σφάλματα, προκύπτουν από την επιλογή ακατάλληλης μεθόδου δειγματοληψίας και εσφαλμένης σύνθεσης δείγματος. Τα δειγματοληπτικά σφάλματα είναι συνάρτηση του ζητούμενου βαθμού ακριβείας. Κατά κανόνα με την αύξηση του μεγέθους του δείγματος τα δειγματοληπτικά σφάλματα μειώνονται.

#### 7ο Στάδιο: Σύνταξη του ερωτηματολογίου

Η βάση μιας επιτυχούς έρευνας είναι ο σωστός σχεδιασμός του ερωτηματολογίου. Αφού καθοριστεί ο σκοπός και το αντικείμενο της έρευνας καθώς και η στόχευση του

ερωτηματολογίου κάποια γενικά θέματα περιεχομένου και μορφής του ερωτηματολογίου τα οποία περιγράφονται ακολούθως.

#### **A. Ο τρόπος συμπλήρωσης**

- Δι' αλληλογραφίας
- Προσωπική συνέντευξη
- Τηλεφωνική συνέντευξη
- Συνδυασμός των παραπάνω.

#### **B. Ο τύπος ερωτήσεων**

- Ανοιχτές
- Κλειστές
- Ημι-ανοιχτές

Η επιλογή του τύπου της ερώτησης δεν είναι τυχαία αφού ο κάθε τύπος ανταποκρίνεται σε διαφορετικές ανάγκες της έρευνας.

1) *Ανοιχτές ερωτήσεις:* Επιτρέπουν στον ερωτώμενο να δώσει μια απάντηση κατά τη δική του κρίση. Βοηθούν στη συγκέντρωση πληροφοριών σε θέματα στα οποία δεν είναι δυνατή η πρόβλεψη των πιθανών απαντήσεων. Η διατύπωσή τους πρέπει να γίνεται με προσοχή, ενώ η διεξοδική ανάλυσή τους καθίσταται δύσκολη. Μειονέκτημά τους αποτελεί η δυνατότητα διατύπωσης απόψεων που έχουν στόχο να επηρεάσουν την έρευνα προς την πλευρά που θεωρεί ότι πρέπει να υποστηρίξει ο ερωτώμενος.

Οι ανοιχτές ερωτήσεις πρέπει να χρησιμοποιούνται όταν υπάρχουν πολλές κατηγορίες απαντήσεων που δε μπορούν να προβλεφθούν, όταν απαιτείται η ανεπηρέαστη απάντηση του ερωτώμενου, όταν ενδιαφέρει η τοποθέτηση σε κάποιο πολιτικό ή κοινωνικό φαινόμενο και όταν πρέπει να δοθεί στον ερωτώμενο η αίσθηση ότι έχει την ευκαιρία να εκφράσει ελεύθερα την άποψή του.

2) *Κλειστές ερωτήσεις:* Ο ερωτώμενος μπορεί να επιλέξει μόνο μεταξύ προκαθορισμένων απαντήσεων. Αυτός ο τύπος ερωτήσεων προσφέρεται για ευκολότερη στατιστική ανάλυση και ανίχνευση των δεδομένων. Ωστόσο παρουσιάζεται ο κίνδυνος να καθοδηγήσουν τον ερωτώμενο σε μια απάντηση που

δεν εκφράζει απόλυτα την προσωπική του άποψη (Schuman et al., 1986). Από την άλλη, οι ερωτήσεις αυτές γίνονται πιο κατανοητές και είναι πιο εύκολο να απαντηθούν. Σε αυτό τον τύπο ερωτήσεων, ιδιαίτερη σημασία έχει η χρησιμοποιούμενη κλίμακα βαθμονόμησης της άποψης. Στον τομέα των κοινωνικών επιστημών διακρίνονται τέσσερα είδη κλιμάκων:

- Ονομαστικές κλίμακες που επιτρέπουν μόνο τη σύγκριση μεταξύ απαντήσεων τύπου «όμοιος» ή «διαφορετικός». Καμία θέση στην κλίμακα αυτή δεν είναι ανώτερη ή κατώτερη από την άλλη και γι' αυτό δε χρησιμεύουν για τη μέτρηση τάσεων.
- Τακτικές κλίμακες που επιτρέπουν την ταξινόμηση των επιλογών που κάνει ο ερωτώμενος, δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα προσδιορισμού των ανώτερων ή κατώτερων θέσεων
- Διαστημικές κλίμακες που δίνουν τη δυνατότητα ταξινόμησης σε βαθμίδες και παράλληλα προσδιορίζουν το διάστημα μεταξύ δύο βαθμίδων
- Αναλογικές κλίμακες που επιτρέπουν την αποκάλυψη της σχέσης μεταξύ δύο θέσεων στην κλίμακα.

Όταν για την έρευνα είναι σημαντικότερο να υπάρχει μια σαφής και κωδικοποιημένη απάντηση απ' ότι να υπάρχει η ακριβής άποψη του ερωτώμενου, είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται κλειστού τύπου ερωτήσεις.

- 3) *Ημι-ανοιχτές ερωτήσεις*: Προβλέπονται οι κυριότερες πιθανές απαντήσεις ενώ παράλληλα ο ερωτώμενος έχει την δυνατότητα να προσθέσει και άλλες απαντήσεις εκτός των προκαθορισμένων. Τα κύρια χαρακτηριστικά αυτού του τύπου ερωτήσεων είναι ότι διευκολύνουν την αξιολόγηση του ερωτηματολογίου και επιτρέπουν ταυτόχρονα την ελεύθερη έκφραση στον ερωτώμενο.

Επίσης, οι ερωτήσεις ως προς τον τύπο τους διακρίνονται σε «ερωτήσεις απλής εκλογής» που παρέχουν τη δυνατότητα μόνο δύο απαντήσεων (π.χ. ΝΑΙ ή ΟΧΙ) και σε «ερωτήσεις πολλαπλής εκλογής» στις οποίες υπάρχει δυνατότητα επιλογής περισσότερων από δύο απαντήσεων.

### **Γ. Η γλώσσα του ερωτηματολογίου**

Επιλογή μεταξύ διάφορων επιστημονικών ή εκλαϊκευμένων όρων, χρήση ή αποφυγή κυρίων ονομάτων, ξένων λέξεων, εξεζητημένων όρων έκφρασης κ.λπ.

### **Δ. Ο τρόπος επεξεργασίας**

- Χειροτεχνικός
- Μηχανογραφικός με χρήση Η/Υ

### **Ε. Η αποφυγή πρόκλησης ακούσιων στρεβλώσεων στις απαντήσεις**

Είναι απαραίτητο να αποφεύγεται η χρήση λεξιλογίου που ενδεχομένως θα προκαλέσει αντίδραση του ερωτώμενου ότι ίσως κριθεί αρνητικά, ή αυτοάμυνα σε προσωπικές ερωτήσεις. Ακόμη, η έμμεση υποβολή του περιεχομένου των απαντήσεων, η έλξη της θετικής ερώτησης, ο φόβος ορισμένων λέξεων που προκαλούν αντιδράσεις άμυνας, η επιθυμία και η τάση των ερωτώμενων να προσαρμοστούν στα κοινωνικά πρότυπα αποτελούν πιθανές αντιδράσεις που θα πρέπει να αποφευχθούν.

Κάθε ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει συνήθως ένα εισαγωγικό κείμενο, με το οποίο παρέχονται συνοπτικές πληροφορίες για το αντικείμενο της έρευνας και εξετάζεται η επιθυμία συμμετοχής του ερωτώμενου. Οι πρώτες ερωτήσεις πρέπει να είναι σχετικά εύκολες, να μην απαιτούν ιδιαίτερες γνώσεις και σκέψη, να μη θίγουν λεπτά ζητήματα και να μην καταλήγουν σε προσωπική δεσμευτική τοποθέτηση. Οι δημογραφικές ερωτήσεις πρέπει να τοποθετούνται στο τέλος του ερωτηματολογίου. Γενικά πρέπει να αποφεύγονται ερωτήσεις οι οποίες

- Μπορούν να υποβάλλουν απαντήσεις
- Περιέχουν φορτισμένες λέξεις
- Αναφέρονται σε ονόματα προσωπικοτήτων
- Έχουν συνταχθεί με ασαφή τρόπο

### 8ο Στάδιο: Δοκιμή του ερωτηματολογίου σε ομάδες εργασίας

Κατά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου μπορεί να προκύψουν προβλήματα τα οποία δεν γίνονται αντιληπτά στη φάση της κατασκευής, όπως:



- Η δυσπιστία, η αμυντική ή και αρνητική στάση των ερωτώμενων
- Η αλληλεπίδραση των ερωτήσεων - ο ερωτώμενος προσπαθεί να δώσει ένα σύνολο απαντήσεων σχετικών και συναφών μεταξύ τους
- Η έλξη από την ταξινόμηση των ερωτήσεων - οι ερωτήσεις που βρίσκονται στην αρχή τυγχάνουν ιδιαίτερης προτίμησης
- Η τάση αναδίπλωσης - άρνηση του ερωτώμενου να απαντήσει αν οι αλλαγές στα θέματα γίνονται απότομα
- Το μέγεθος του ερωτηματολογίου - ένα μεγάλο ερωτηματολόγιο μπορεί να προκαλέσει δυσφορία ή πλήξη
- Το πολυσύνθετο του ερωτηματολογίου - δυσκολία κατανόησης όρων κ.ά.

Για τους παραπάνω λόγους είναι χρήσιμο να γίνουν πρώτα μερικά δοκιμαστικά ερωτηματολόγια, σε περιορισμένο αριθμό ατόμων, ώστε να υπολογιστεί ο βαθμός αποδοχής και αποτελεσματικότητας. Αυτά που πρέπει κυρίως να εξακριβωθούν μέσω των δοκιμαστικών ερωτηματολογίων είναι εάν:

- Η σειρά των ερωτήσεων προκαλεί τάση διαστρέβλωσης των πραγματικών απαντήσεων
- Ο τρόπος διατύπωσης των ερωτήσεων επιτρέπει τη συλλογή των επιθυμητών στοιχείων
- Το ερωτηματολόγιο προκαλεί αρνητική εντύπωση στον ερωτώμενο
- Οι όροι που χρησιμοποιούνται γίνονται εύκολα αντιληπτοί
- Τα εισαγωγικά και συνδετικά κείμενα είναι επαρκή και αποτελεσματικά

#### 9ο Στάδιο: Σύνταξη του τελικού ερωτηματολογίου

Στο στάδιο αυτό πρέπει να λυθούν τα εξής προβλήματα:

- Η οριστική σύνταξη των ερωτήσεων και των εισαγωγικών και συνδετικών κειμένων.
- Ο καθορισμός της σωστής σειράς των ερωτήσεων.
- Η τελική σελιδοποίηση, εκτύπωση κ.λπ.

- Ο καθορισμός της εισήγησης του ερωτηματολογίου στον εξεταζόμενο πληθυσμό.
- Η προετοιμασία για την κωδικοποίηση και επεξεργασία του ερωτηματολογίου

#### 10ο Στάδιο: Εκπαίδευση των ερευνητών

Οι ερευνητές, ανεξάρτητα από το βαθμό εμπειρίας, θα πρέπει να είναι ενήμεροι για:

- ✓ Το σκοπό της έρευνας
- ✓ Τις υποθέσεις εργασίας
- ✓ Το πλαίσιο αναφοράς της έρευνας
- ✓ Την επιλεγμένη μεθοδολογία δειγματοληψίας
- ✓ Τον τρόπο συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου
- ✓ Τα κρίσιμα σημεία που θα βασιστεί η μεταγενέστερη επεξεργασία
- ✓ Τα εισαγωγικά λόγια για την παρουσίαση της έρευνας
- ✓ Τον τρόπο συγκέντρωσης των ερωτηματολογίων

#### 11ο Στάδιο: Υλοποίηση της έρευνας

Τα κύρια θέματα που πρέπει να εξεταστούν στο στάδιο αυτό, είναι:

- *Η επίβλεψη των ερευνητών* - οι ερευνητές πρέπει να τηρούν το προβλεπόμενο ημερολόγιο, να καλύπτουν τον προβλεπόμενο αριθμό ερωτηματολογίων κ.λπ.
- *Η συγκέντρωση των ερωτηματολογίων* - πρέπει να επιστρέφονται το συντομότερο δυνατό στον υπεύθυνο της έρευνας.
- *Ο έλεγχος των ερωτηματολογίων* - προκειμένου να εξακριβωθεί η ορθότητα των απαντήσεων.

#### 12ο Στάδιο: Κωδικοποίηση των ερωτηματολογίων

Το στάδιο αυτό είναι πολύ σημαντικό να γίνει σωστά, γιατί παίζει σπουδαίο ρόλο στην μετέπειτα επεξεργασία. Η κωδικοποίηση των απαντήσεων είναι η μεταφορά τους σε έναν κώδικα που αποτελεί ειδικό γλωσσικό σύστημα, με σκοπό την καταχώρησή τους σε έναν

φορέα μηχανογραφικής ή ηλεκτρονικής επεξεργασίας. Η επιλογή του κώδικα εξαρτάται από τον τρόπο εκμετάλλευσης του ερωτηματολογίου. Τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετωπίζονται κατά την κωδικοποίηση είναι τα ακόλουθα:

- Κωδικοποίηση των διαφορετικών κατηγοριών ερωτήσεων
- Κωδικοποίηση πολλαπλών απαντήσεων

### 13ο Στάδιο: Ανίχνευση των ερωτηματολογίων

Η ανίχνευση έχει ως στόχο την έκδοση των αποτελεσμάτων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των υποθέσεων εργασίας. Ο σχεδιασμός της ανίχνευσης θα πρέπει να γίνεται πριν την εφαρμογή του επιλεγμένου τρόπου ανάλυσης, καθώς η σύνταξη ενός ορθολογικού σχεδίου αναλυτικής επεξεργασίας αποτελεί βασική προϋπόθεση για την επιτυχή ολοκλήρωση της έρευνας.

Στη συνέχεια γίνεται η καταμέτρηση, δηλαδή ο απλός υπολογισμός των απαντήσεων μιας συγκεκριμένης μορφής σε μια συγκεκριμένη ερώτηση και ο υπολογισμός κάθε πιθανής απάντησης (για τις κλειστού τύπου ερωτήσεις) και κάθε καταγεγραμμένης απάντησης (για τις ανοικτού τύπου ερωτήσεις) σε κάθε ερώτηση.

Τέλος, γίνεται συσχέτιση των απαντήσεων μεταξύ δύο ή περισσότερων διαφορετικών ερωτήσεων. Αυτό γίνεται για να ελεγχθεί η συνάφεια μεταξύ δύο ή περισσότερων συνόλων απαντήσεων.

### 14ο Στάδιο: Επαλήθευση του δείγματος και ανάλυση δεδομένων

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνήθως με τη μορφή πινάκων και γραφημάτων, τα οποία συνοδεύονται από διάφορους στατιστικούς ελέγχους.

## 5. ΕΡΕΥΝΑ ΝΟΙΚΟΚΥΡΙΩΝ ΛΕΚΑΝΟΠΕΔΙΟΥ ΑΤΤΙΚΗΣ

### 5.1. Το ερωτηματολόγιο της έρευνας

Το πρώτο βήμα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ήταν η κατασκευή του ερωτηματολογίου. Αρχικά προετοιμάστηκε ένα τελικό ερωτηματολόγιο, το οποίο ελέγχθηκε μέσα από 20 περίπου δοκιμαστικές συνεντεύξεις, χρησιμοποιώντας κατοίκους της Αττικής που επιλέχθηκαν τυχαία, ώστε να εντοπιστούν τα ασαφή και προβληματικά σημεία που χρειαζόνταν διόρθωση. Ύστερα από τις απαραίτητες διορθώσεις, το ερωτηματολόγιο πήρε την τελική του μορφή, όπως παρουσιάζεται στις επόμενες παραγράφους.

Το ερωτηματολόγιο, το οποίο δίνεται στο Παράρτημα I, αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει 16 ερωτήσεις που αφορούν στο κύριο αντικείμενο της έρευνας, ενώ το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει 9 δημογραφικές ερωτήσεις. Η κεντρική ερώτηση της έρευνας είναι η ερώτηση 14 του πρώτου μέρους, η οποία έχει ως στόχο να διερευνήσει αν είναι πρόθυμος ο ερωτώμενος να καταβάλλει μια προσδιορισμένη εθελοντική συνδρομή.

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου χωρίζεται ουσιαστικά σε τρία σκέλη και για να εξασφαλιστεί μια κατά το δυνατόν ειλικρινής απάντηση στη βασική ερώτηση, δόθηκε μεγάλη προσοχή στη δομή και στην κλιμάκωση των ερωτήσεων. Το πρώτο σκέλος απαρτίζεται από τις ερωτήσεις 1 έως 5 και διερευνά τη γενική γνώση του ερωτώμενου για τα υπόγεια νερά, αν έχει χρησιμοποιήσει ποτέ υπόγεια νερά, καθώς και ποιους τομείς πιστεύει ότι επηρεάζει αρνητικά η ρύπανση των υπογείων νερών. Πιο συγκεκριμένα, η ερώτηση 1 αφορά στην πληροφόρηση του ερωτώμενου για τα υπόγεια νερά και του ζητείται να διευκρινίσει τις πηγές ενημέρωσης και τις πληροφορίες που έχει ακούσει ή διαβάσει. Στην ερώτηση 2, ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει αν έχει χρησιμοποιήσει ποτέ υπόγεια νερά μέσω κάποιας γεώτρησης ή πηγαδιού, καθώς και αν ναι για ποιες χρήσεις, ενώ η ερώτηση 3 εξετάζει αν χρησιμοποιεί ο ερωτώμενος υπόγεια νερά σήμερα και αν ναι σε ποια περιοχή. Στην ερώτηση 4 ζητείται η γνώμη του ερωτώμενου για το αν η

ρύπανση των υπογείων νερών επηρεάζει κάποιους συγκεκριμένους τομείς (δημόσια υγεία, οικοσύστημα, οικονομία, κ.ά.), απαντώντας με ένα «ΝΑΙ» ή «ΟΧΙ». Στην ερώτηση 5, ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει αν κατά τη γνώμη του η ρύπανση των υπογείων νερών μιας περιοχής είναι πρόβλημα μόνο τοπικό ή ευρύτερο.

Το δεύτερο σκέλος του ερωτηματολογίου αποτελείται από τις ερωτήσεις 6 έως 12 και εστιάζει στα υπόγεια νερά της λεκάνης του Ασωπού ποταμού. Πιο αναλυτικά, στην ερώτηση 6 ο ερωτώμενος καλείται να απαντήσει αν έχει κάποια σχέση με τις περιοχές γύρω από τη λεκάνη του Ασωπού. Στην ερώτηση 7, εξετάζεται ο βαθμός ενημέρωσης του ερωτώμενου για το πρόβλημα ρύπανσης των υπόγειων νερών της περιοχής, η πηγή πληροφόρησης και τι ήταν αυτό που γνωρίζει για το πρόβλημα. Στην ερώτηση 8, ο ερωτώμενος καλείται να χαρακτηρίσει το πρόβλημα που υπάρχει στην περιοχή ως προς το μέγεθός του (μεγάλο, μικρό, καθόλου πρόβλημα) και να δικαιολογήσει την απάντησή του. Η ερώτηση 9 αφορά στην ενημέρωση του ερωτώμενου για τις ενέργειες της Πολιτείας προς την κατεύθυνση επίλυσης του συγκεκριμένου προβλήματος. Αν είναι ενημερωμένος αναφορικά με τις δράσεις της Πολιτείας, του ζητείται να διευκρινίσει τι ενημέρωση έχει και να προσδιορίσει το βαθμό ικανοποίησής του. Στην ερώτηση 10 εξετάζεται σε ποιο βαθμό θεωρεί ο ερωτώμενος ότι συμβάλλει η κινητοποίηση των πολιτών στην επίλυση του προβλήματος. Στην ερώτηση 11 ο ερωτώμενος καλείται να αξιολογήσει, χρησιμοποιώντας μια κλίμακα από «καθόλου» έως «πολύ», πόσο επηρεάζει η ρύπανση των υπογείων νερών κάποιους σημαντικούς τομείς της ζωής των κατοίκων, των δραστηριοτήτων και του οικοσυστήματος της περιοχής. Τέλος, η ερώτηση 12 εξετάζει κατά πόσο κρίνεται απαραίτητη η λήψη μέτρων για την προστασία των υπογείων νερών της λεκάνης του Ασωπού.

Το τρίτο και τελευταίο σκέλος του πρώτου μέρους του ερωτηματολογίου, περιλαμβάνει τις ερωτήσεις 13 έως 16. Αρχικά παρουσιάζεται στον ερωτώμενο το υποθετικό σενάριο αντιμετώπισης του προβλήματος:

*«Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες, τα υπόγεια νερά της περιοχής του Ασωπού θα μπορούσαν να αποκατασταθούν μέσα στα επόμενα 10 χρόνια, αν λαμβάνονταν τα απαραίτητα μέτρα. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένας ειδικός φορέας ο οποίος θα αναλάβει τις σχετικές ενέργειες»*

Με βάση το παραπάνω σενάριο, στην ερώτηση 13 ο ερωτώμενος καλείται αρχικά να επιλέξει το φορέα που θεωρεί καταλληλότερο και, ακολούθως, στην ερώτηση 14, ρωτάται

αν επιθυμεί να προσφέρει χρήματα για την ίδρυση και τη λειτουργία του φορέα που επέλεξε. Η οικονομική ερώτηση σε απλή προκαθορισμένη επιλογή λαμβάνοντας τη μορφή: «Προτίθεστε να πληρώσετε X € για το σκοπό αυτό;» με το επίπεδο X να διαφοροποιείται μέσα στο δείγμα μεταξύ € 10, € 20, € 50 και € 100 (για κάθε ομάδα ποσού συλλέχθηκαν 100 ερωτηματολόγια). Οι δύο τελευταίες ερωτήσεις (15 και 16) εξέταζαν τους λόγους αποδοχής ή άρνησης του ερωτώμενου να συνεισφέρει χρηματικά στο προτεινόμενο σχέδιο. Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλο που οι ερωτήσεις 15 και 16 ήταν κλειστού τύπου και πολλαπλής επιλογής, γινόντουσαν αρχικά στον ερωτώμενο ως ανοικτού τύπου ώστε να εκφράσει ανεπηρέαστα την άποψή του.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου απαρτίζεται από εννέα ερωτήσεις δημογραφικού τύπου, οι οποίες κατέγραψαν τα ακόλουθα στοιχεία των ερωτώμενων:

- Μόνιμος τόπος διαμονής
- Φύλο
- Χρονολογία γέννησης
- Οικογενειακή κατάσταση
- Μέλη νοικοκυριού
- Ανώτερο επίπεδο σπουδών
- Επαγγελματική κατάσταση
- Ετήσιο εισόδημα νοικοκυριού

## **5.2. Καθορισμός πληθυσμού και δειγματοληψία**

Ο πληθυσμός της παρούσας έρευνας καθορίστηκε ως το σύνολο των νοικοκυριών που διαμένουν στο Λεκανοπέδιο Αττικής. Για τη δειγματοληψία, πρώτο στάδιο αποτελεί ο καθορισμός του ελάχιστου μεγέθους δείγματος που θα παρέχει στατιστικώς αποδεκτά δεδομένα. Από στατιστικές μεθόδους προκύπτει ότι το μέγεθος του δείγματος που είναι αναγκαίο για την έρευνα προκύπτει από τον τύπο:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{e^2}$$

όπου, **n** = το απαραίτητο μέγεθος του δείγματος

**Z** = η τιμή της κανονικής κατανομής

**p** = η πιθανότητα επιλογής του στοιχείου στον πληθυσμό

**e** = το πεδίο εμπιστοσύνης

Το μέγεθος του δείγματος της έρευνας επιλέχτηκε στις 400 μονάδες (νοικοκυριά), τα οποία όπως αναφέρθηκε διαχωρίστηκαν σε 4 ομάδες των 100 μονάδων (μία ομάδα ανά προτεινόμενο ποσό). Η μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν αυτή της τυχαίας δειγματοληψίας. Οι τηλεφωνικές συνεντεύξεις υλοποιήθηκαν κατά το δεύτερο εξάμηνο του 2010. Τα τηλέφωνα πραγματοποιούνταν μόνο καθημερινές και μόνο κατά τις απογευματινές ώρες (17:00 – 20:00 μμ) ώστε να ελαχιστοποιηθεί η όχληση των συμμετεχόντων στην έρευνα και να καταστεί εφικτή η επικοινωνία και με εργαζόμενα μέλη του νοικοκυριού.

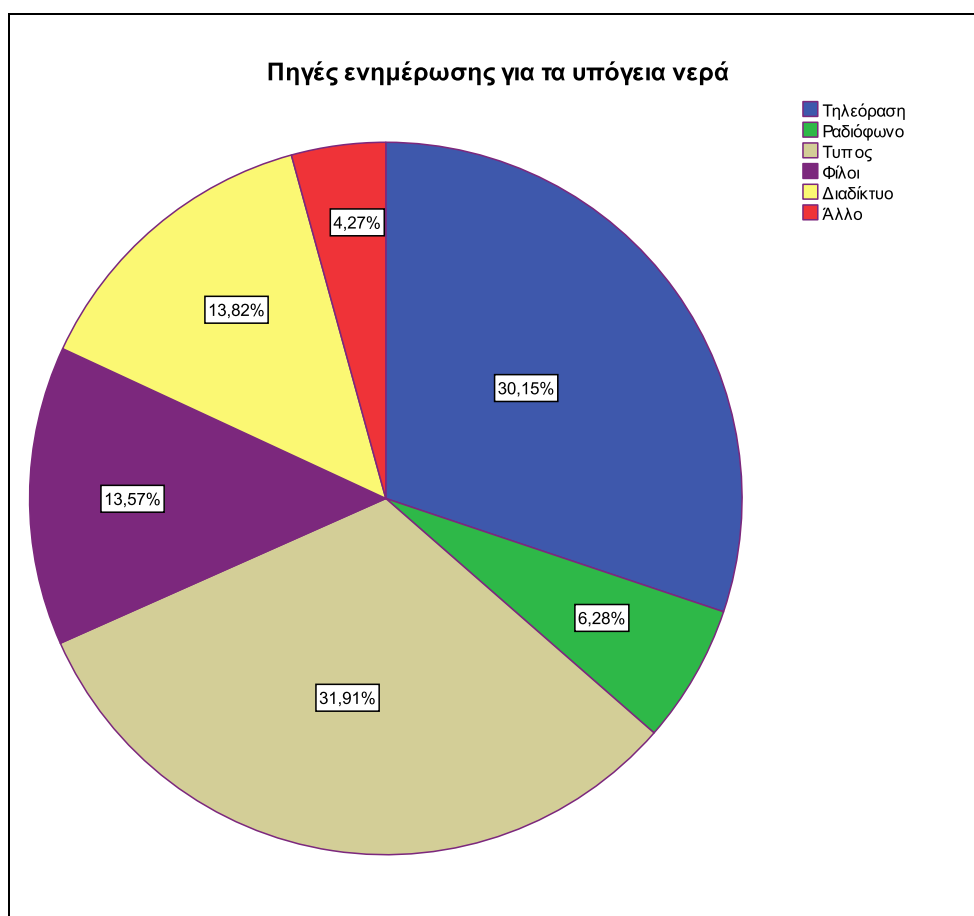
Τα ερωτηματολόγια που συγκεντρώθηκαν κωδικοποιήθηκαν αναλόγως ώστε να καταστεί δυνατή η ανάλυση και η στατιστική τους επεξεργασία.

### 5.3. Παρουσίαση αποτελεσμάτων της έρευνας

#### 5.3.1. Απαντήσεις στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου

**Ερώτηση\_1** Έχετε ακούσει ή διαβάσει κάτι σχετικά με τα υπόγεια νερά;

Σύμφωνα με τις απαντήσεις που δόθηκαν, το 67,75% των ερωτηθέντων γνωρίζει κάτι σχετικά με τα υπόγεια νερά, ενώ το 32,25% δεν γνωρίζει. Όσο αφορά στις πηγές πληροφόρησης, οι δύο πιο συνηθισμένες φαίνεται να είναι ο τύπος (31,91%) και η τηλεόραση (30,15%). Ακολουθούν το διαδίκτυο (13,82%) και οι φίλοι (13,57%) και με αρκετή διαφορά το ραδιόφωνο (6,28%) και οι διάφορες άλλες πηγές (4,27%) (Σχ. 5.1).



Σχήμα 5.1 Πηγές ενημέρωσης για τα υπόγεια νερά

Στο τρίτο σκέλος της ερώτησης, που αφορούσε στο τι ήταν αυτό που έχουν ακούσει ή διαβάσει, οι πιο συνηθισμένες απαντήσεις που ελήφθησαν είναι:

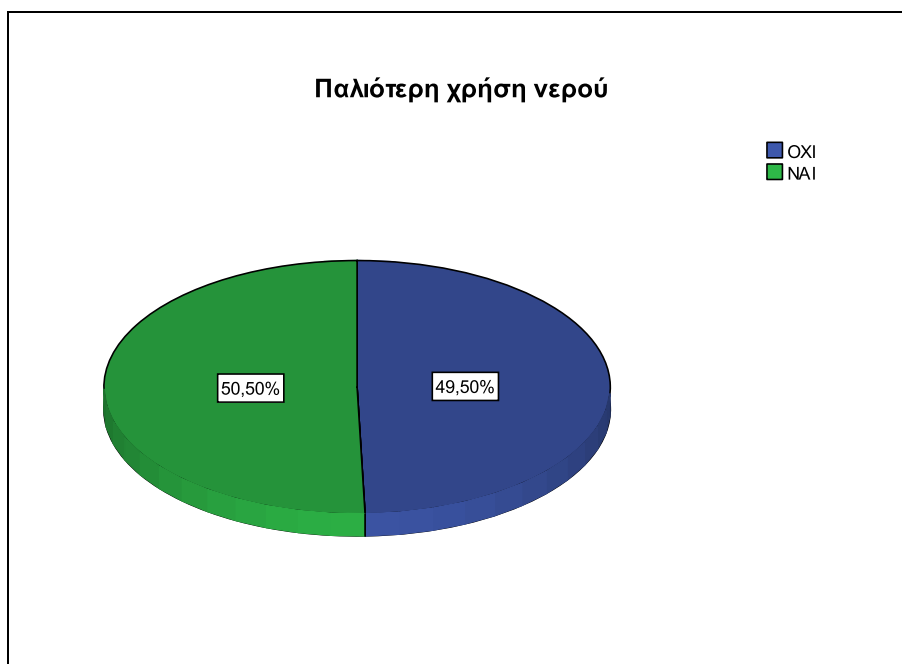
- η ρύπανση των νερών (27,25%)
- γενική πληροφόρηση (20,75%)
- το πρόβλημα του Ασωπού (7,25%)
- χρήση υπόγειων νερών για ύδρευση (5,25%)
- ρύπανση από φυτοφάρμακα (3,75%)
- πρόκληση προβλημάτων σε κατασκευές (1,75%)
- ρύπανση από χωματερές (1,25%)
- αλόγιστη χρήση – υπεράντληση των υπόγειων νερών και επιπτώσεις στο οικοσύστημα (0,25%)



**Ερώτηση\_2**

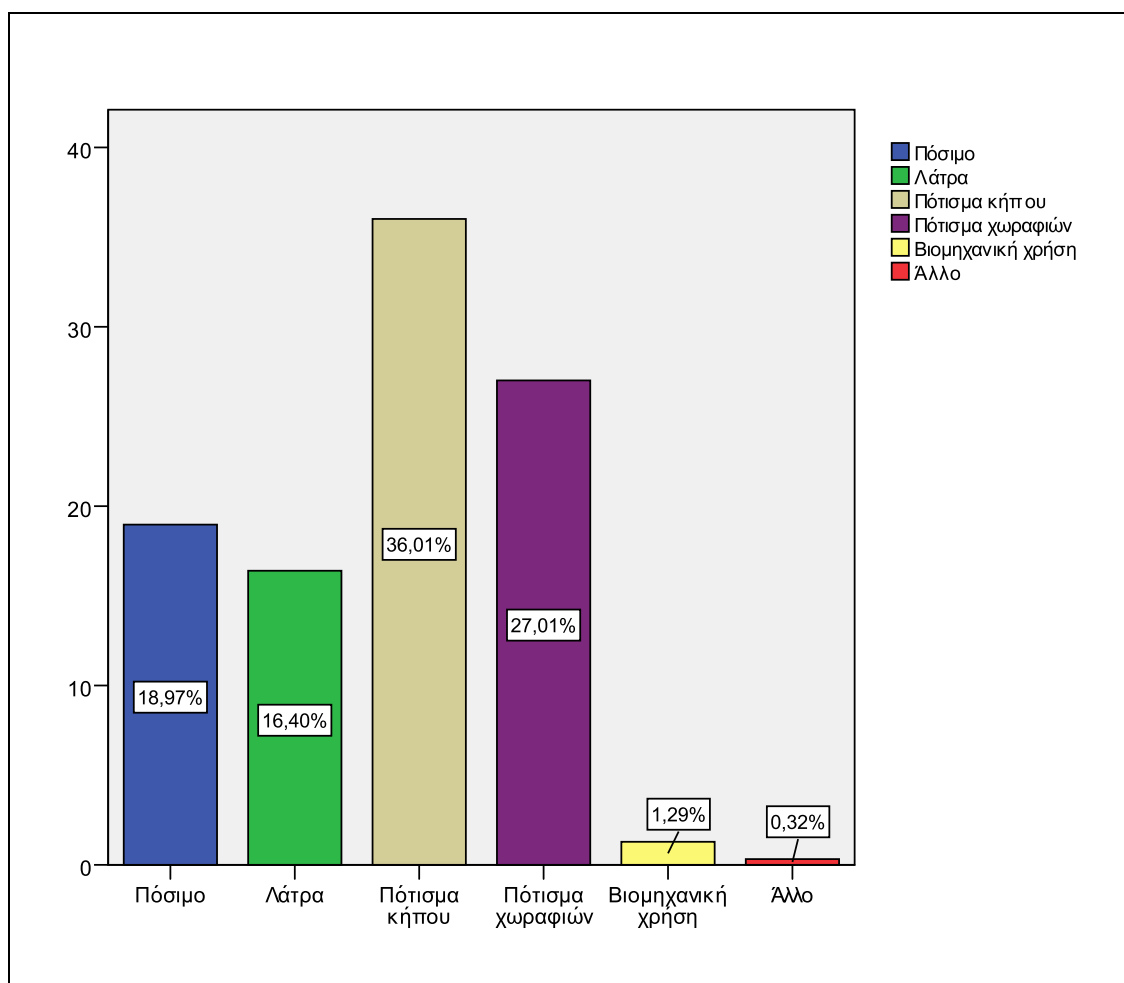
Εσείς ή η οικογένειά σας έχετε χρησιμοποιήσει ποτέ υπόγεια νερά, π.χ. νερό από πηγάδι ή από γεώτρηση;

Σχεδόν οι μισοί ερωτώμενοι (50,5%) χρησιμοποιούσαν στο παρελθόν υπόγεια νερά για διάφορες χρήσεις (Σχ. 5.2).



Σχήμα 5.2: Χρήση υπόγειων νερών κατά το παρελθόν

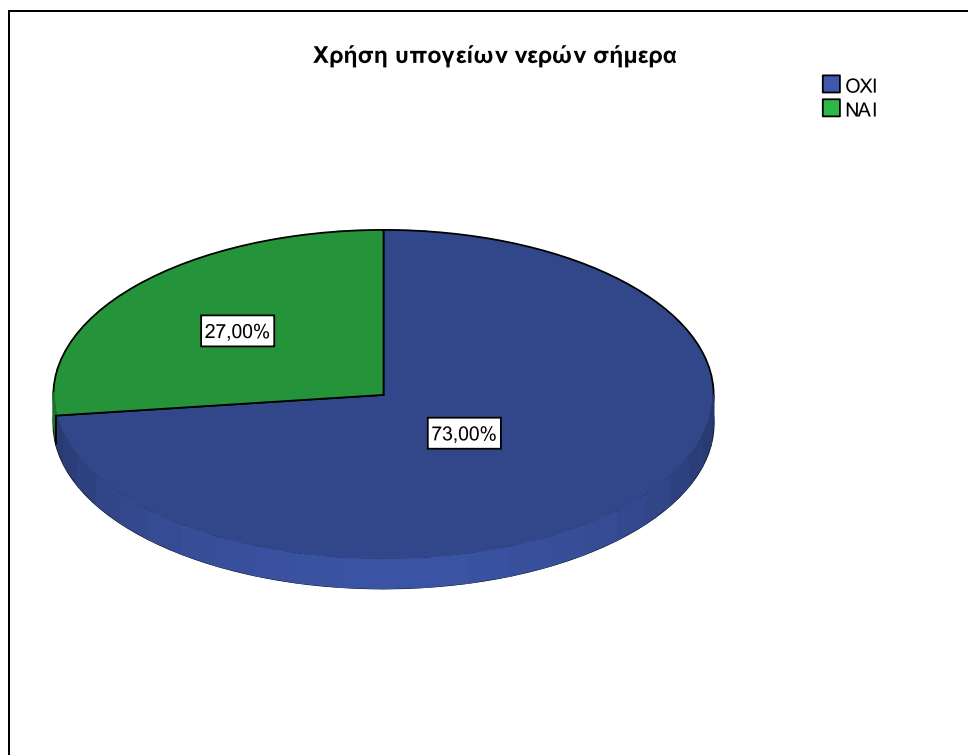
Όσο αφορά στις χρήσεις, η πλειοψηφία χρησιμοποιούσε τα υπόγεια νερά για άρδευση (36% για πότισμα κήπου και 27% για πότισμα χωραφιών), για ύδρευση (19%) και για λάτρα (16,4%). Ένα μικρό ποσοστό (1,3%) χρησιμοποιούσε υπόγεια νερά για βιομηχανική χρήση (Σχ. 5.3).



Σχήμα 5.3: Χρήσεις υπογείων νερών

Ερώτηση\_3 Χρησιμοποιείται σήμερα υπόγεια νερά;

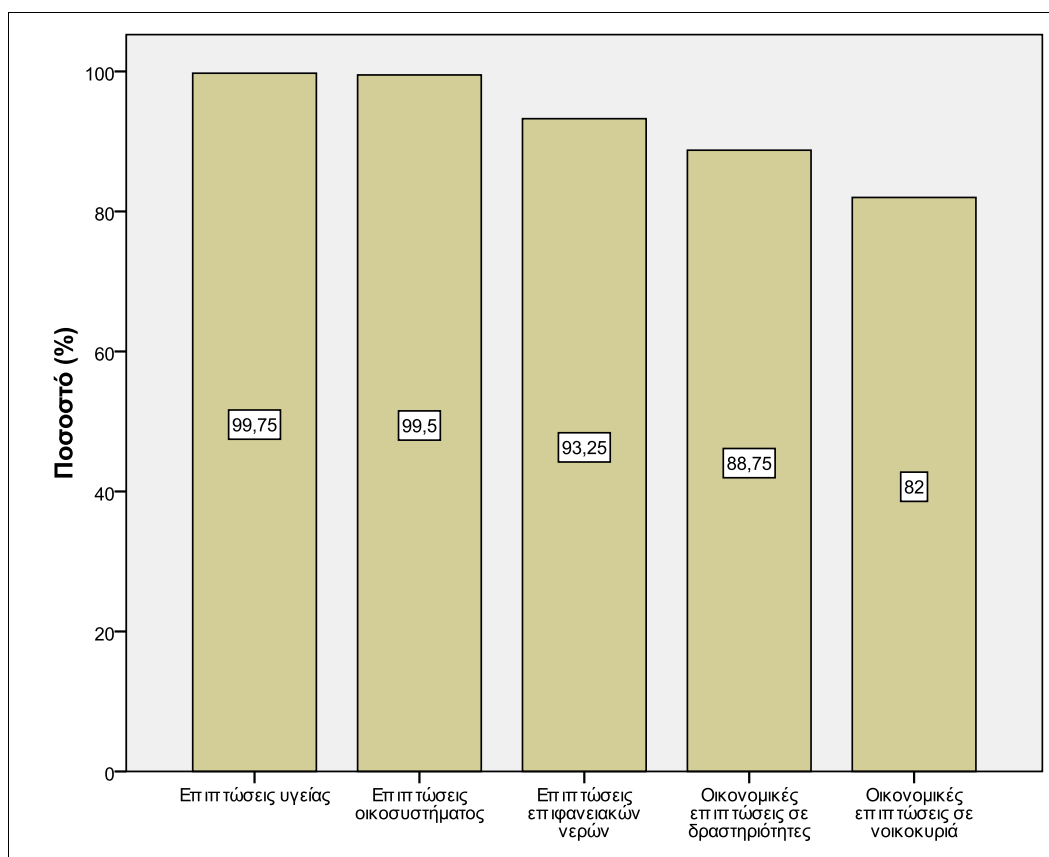
Περίπου 1 στους 4 ερωτώμενους (27%) δήλωσε ότι χρησιμοποιεί νερό από υπόγειους υδροφορείς ακόμη και σήμερα (Σχ. 5.4). Αξίζει να σημειωθεί ότι στην πλειοψηφία τους οι ερωτώμενοι χρησιμοποιούν υπόγειους υδροφορείς σε αγροτικές περιοχές.



Σχήμα 5.4: Χρήση υπόγειων νερών σήμερα

Ερώτηση_4	Κατά τη γνώμη σας η ρύπανση των υπογείων νερών μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις:
	- στη δημόσια υγεία;
	- στο οικοσύστημα;
	- σε επιφανειακά νερά;
	- σε οικονομικές δραστηριότητες;
	- στην οικονομική κατάσταση των νοικοκυριών;

Πρακτικά όλοι οι ερωτώμενοι πιστεύουν ότι η ρύπανση των υπογείων νερών έχει σοβαρές αρνητικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία (99,75%) και στο οικοσύστημα (99,5%). Επίσης, το 93,25% θεωρεί ότι η ρύπανση των υπογείων νερών επιβαρύνει τα επιφανειακά νερά, το 88,75% πιστεύει ότι επηρεάζει αρνητικά τις οικονομικές δραστηριότητες και το 82% αναγνωρίζει την επιβάρυνση στην οικονομική κατάσταση των νοικοκυριών. (Σχ. 5.5)

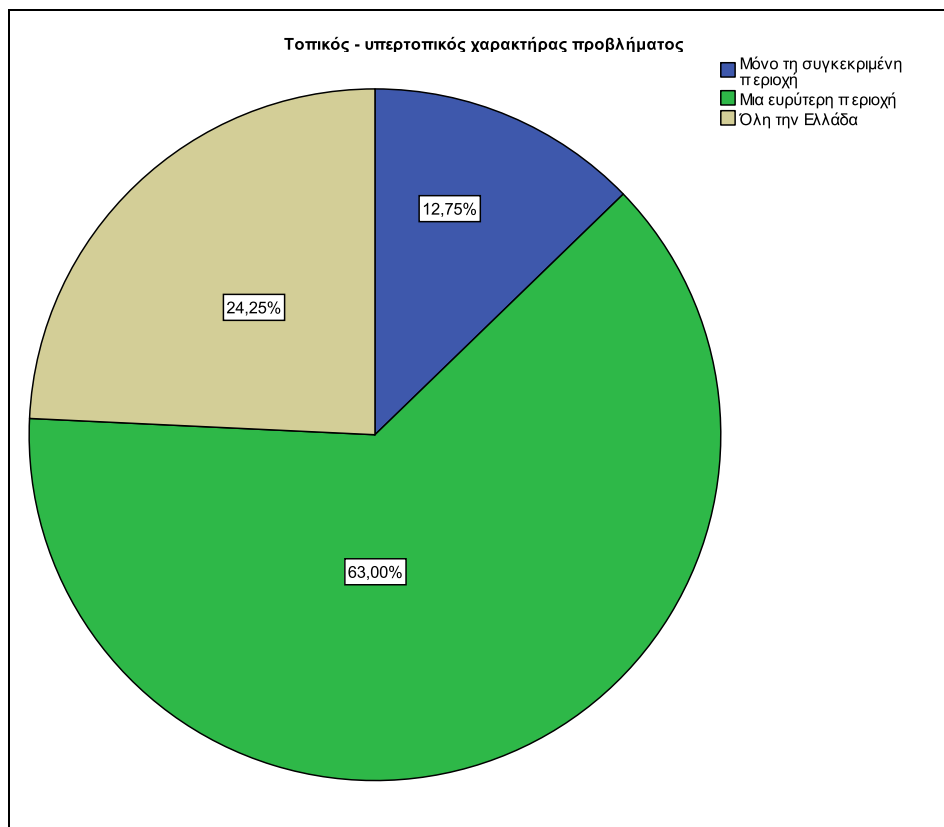


Σχήμα 5.5: Αρνητικές επιπτώσεις από τη ρύπανση των υπογείων νερών

**Ερώτηση\_5** Κατά τη γνώμη σας, οι επιπτώσεις από τη ρύπανση των υπογείων νερών μιας περιοχής, επηρεάζουν:

- μόνο τη συγκεκριμένη περιοχή;
- μια ευρύτερη περιοχή;
- όλη την Ελλάδα;

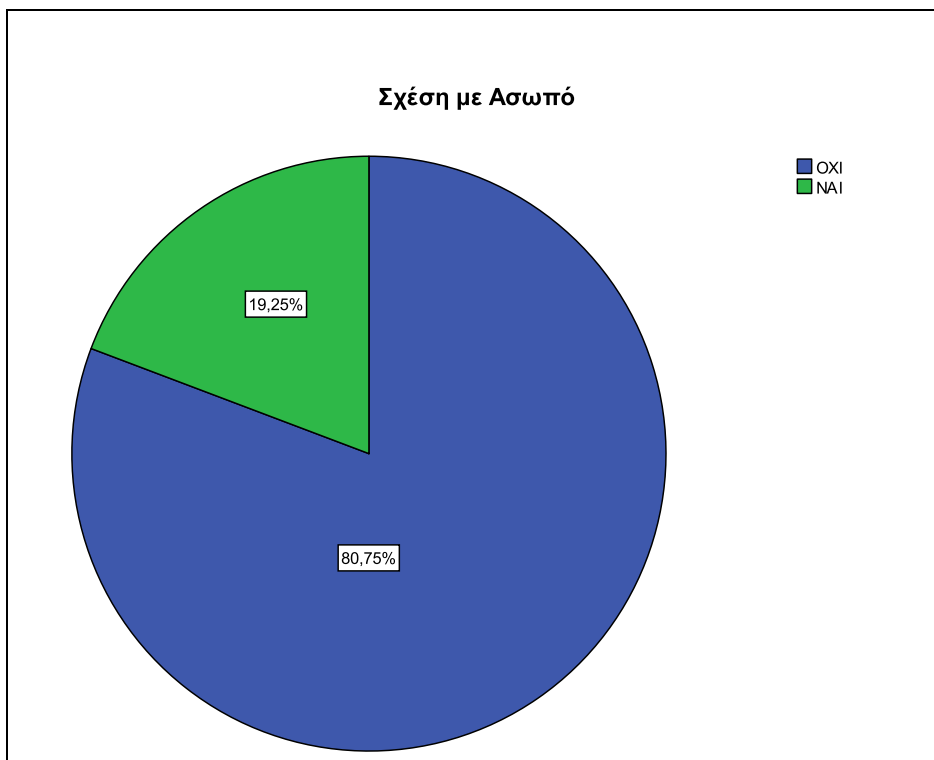
Οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες στην έρευνα θεωρούν ότι το πρόβλημα της ρύπανσης των υπόγειων νερών έχει υπερτοπικό χαρακτήρα, καθώς μόνο το 12,8% θεωρεί ότι το πρόβλημα επηρεάζει μόνο τη συγκεκριμένη περιοχή, στην οποία εντοπίζεται. Σε ποσοστό 63% θεωρούν ότι επηρεάζει την ευρύτερη περιοχή, ενώ 1 στους 4 περίπου (24,3%) πιστεύουν ότι η καταστροφή ενός υπόγειου υδροφορέα είναι πρόβλημα για όλη την Ελλάδα. (Σχ. 5.6)



Σχήμα 5.6: Χαρακτηρισμός της γεωγραφικής σημασίας του προβλήματος

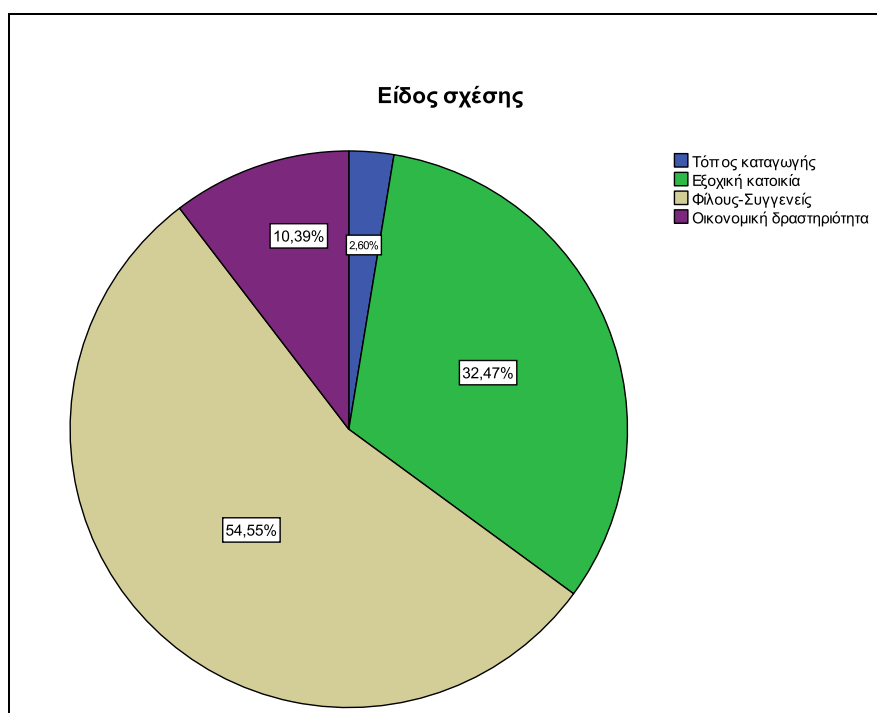
**Ερώτηση\_6** Έχετε κάποια σχέση με τις περιοχές Οινόφυτα, Δήλεσι, Χαλκούτσι και Ωρωπό;

Σχεδόν 4 στους 5 ερωτώμενους (80,75%) δεν έχουν καμία σχέση με την ευρύτερη περιοχή του Ασωπού, ενώ μόνο το 19,25% σχετίζεται με κάποια από τις περιοχές με κάποιο τρόπο (Σχ. 5.7).



Σχήμα 5.7: Σχέση με την περιοχή μελέτης

Από τους ερωτώμενους που έχουν κάποια σχέση με την περιοχή, πάνω από τους μισούς (54,55%) έχουν γνωστούς ή φίλους με κατοικία στην ευρύτερη περιοχή. Το 32,47% διατηρεί εξοχική κατοικία στην ευρύτερη περιοχή, το 10,39% έχει κάποιου είδους οικονομική δραστηριότητα, ενώ μόλις το 2,6% κατάγεται από εκεί (Σχ. 5.8).



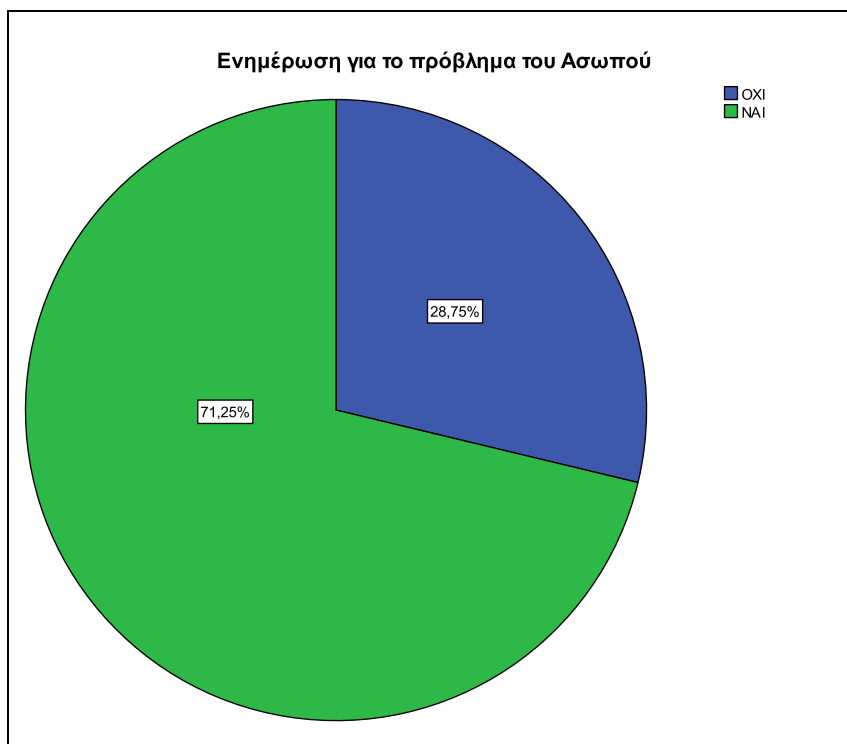
Σχήμα 5.8: Είδος σχέσης με την περιοχή μελέτης

Ερώτηση\_7

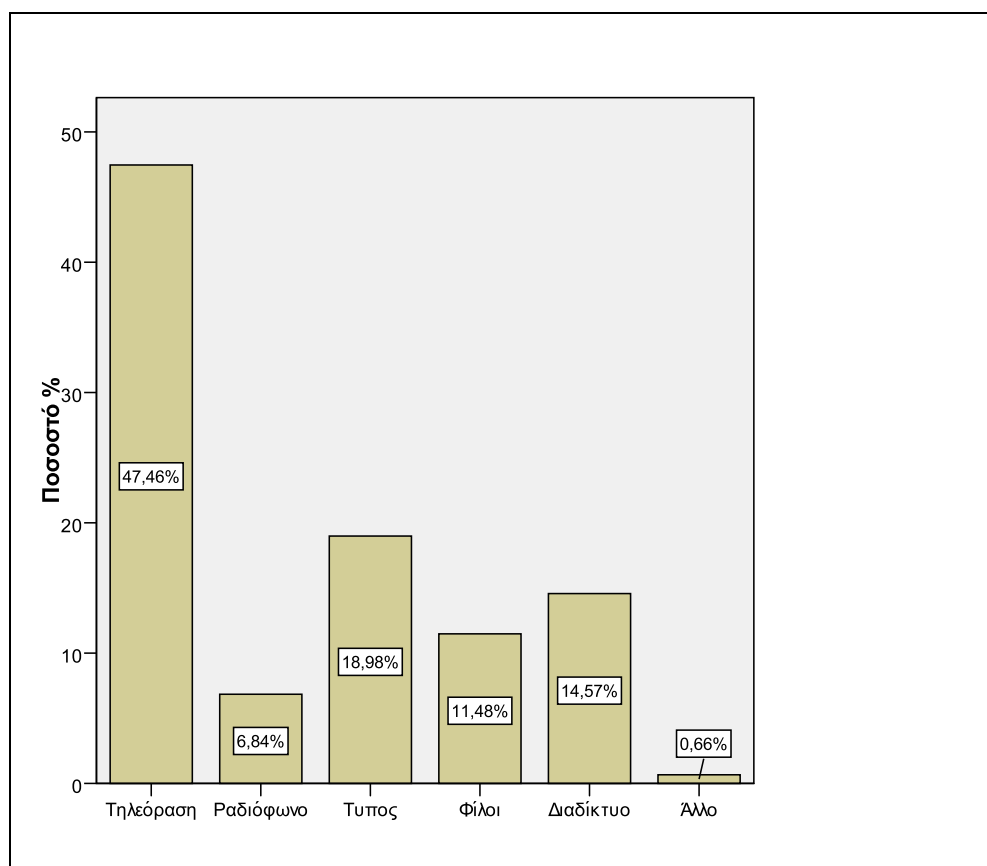
Έχετε ακούσει ή διαβάσει κάτι σχετικά με τη ρύπανση του Ασωπού ποταμού και των υπόγειων νερών της περιοχής;

Οι περισσότεροι ερωτώμενοι (71,25%) απάντησαν πως είναι ενήμεροι για το πρόβλημα που υπάρχει στην περιοχή, ενώ το 28,75% δε γνωρίζει τίποτα (Σχ. 5.9).

Όσο αφορά στην πηγή ενημέρωσης, φαίνεται ότι η πλειονότητα (47,46%) των ερωτηθέντων ενημερώθηκε για το πρόβλημα της ρύπανσης του Ασωπού από την τηλεόραση. Το 18,98% ενημερώθηκε από τον τύπο, το 14,57% από το διαδίκτυο, το 11,48% από γνωστούς και φίλους, το 6,84% από το ραδιόφωνο ενώ μόλις το 0,66% από άλλες πηγές (π.χ. σπουδές) (Σχ. 5.10).



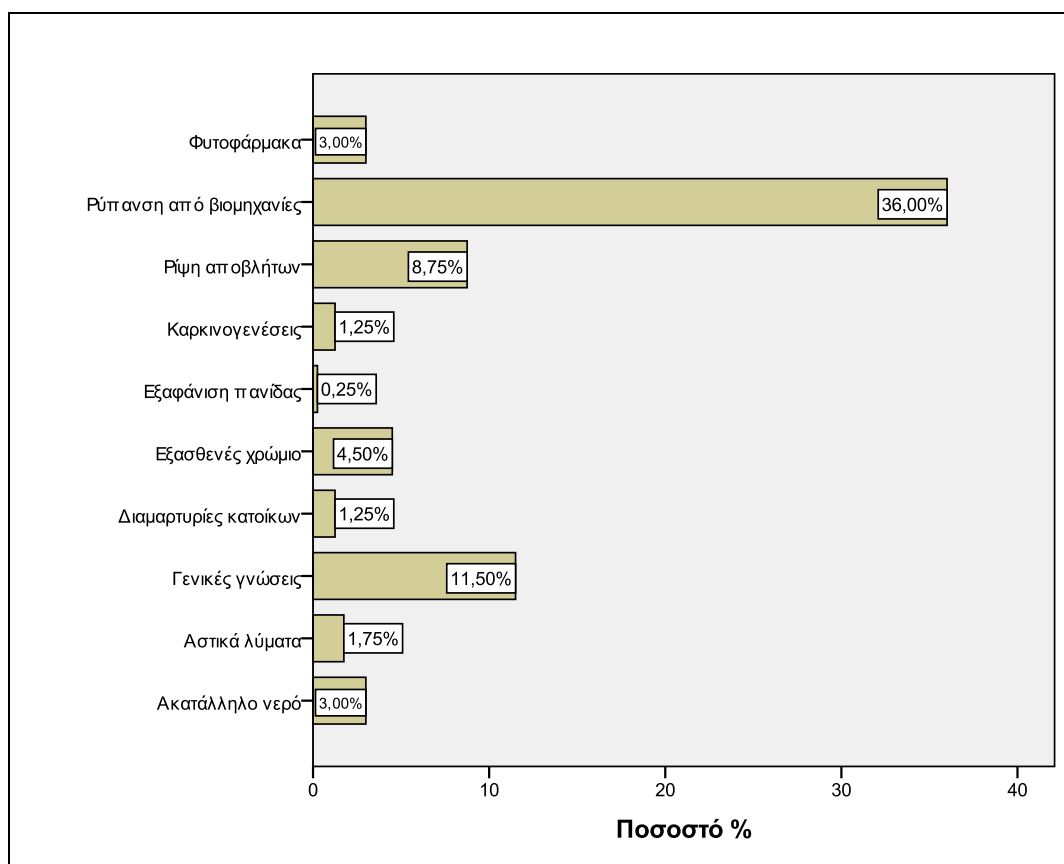
Σχήμα 5.9: Πληροφόρηση για το πρόβλημα του Ασωπού



Σχήμα 5.10: Πηγή ενημέρωσης για το πρόβλημα του Ασωπού

Τέλος ζητήθηκε από του ερωτώμενους να περιγράψουν συνοπτικά τι γνωρίζουν για το πρόβλημα. Η ρύπανση από βιομηχανίες με ποσοστό 36% είναι η πλέον αναγνωρίσιμη αιτία του προβλήματος. Το 11,5% των ερωτηθέντων έχουν μια γενική ενημέρωση για το πρόβλημα, το 8,75% πιστεύει ότι το πρόβλημα προκλήθηκε από τη ρίψη αποβλήτων στον ποταμό, ενώ μόλις το 4,5% γνωρίζει πως το πρόβλημα οφείλεται σε βαρέα μέταλλα με κυριότερο το εξασθενές χρώμιο. Ένα 3% έχει ακούσει πως τα φυτοφάρμακα από την αγροτική δραστηριότητα έχουν δημιουργήσει το πρόβλημα και ένα άλλο 3% γνωρίζει απλά ότι το νερό της περιοχής είναι ακατάλληλο για κάθε χρήση. Το 1,75% των ερωτηθέντων θεωρεί ότι τα αστικά λύματα των οικισμών της περιοχής ευθύνονται για τη μόλυνση, το 1,25% είναι απλά ενήμερο για τις διαμαρτυρίες των κατοίκων και ένα ίδιο ποσοστό έχει ακούσει για συχνές καρκινογενέσεις στους κατοίκους. Τέλος, ένα πολύ μικρό ποσοστό, της τάξης του 0,25% αναφέρθηκε στην εξαφάνιση της πανίδας (Σχ. 5.11).





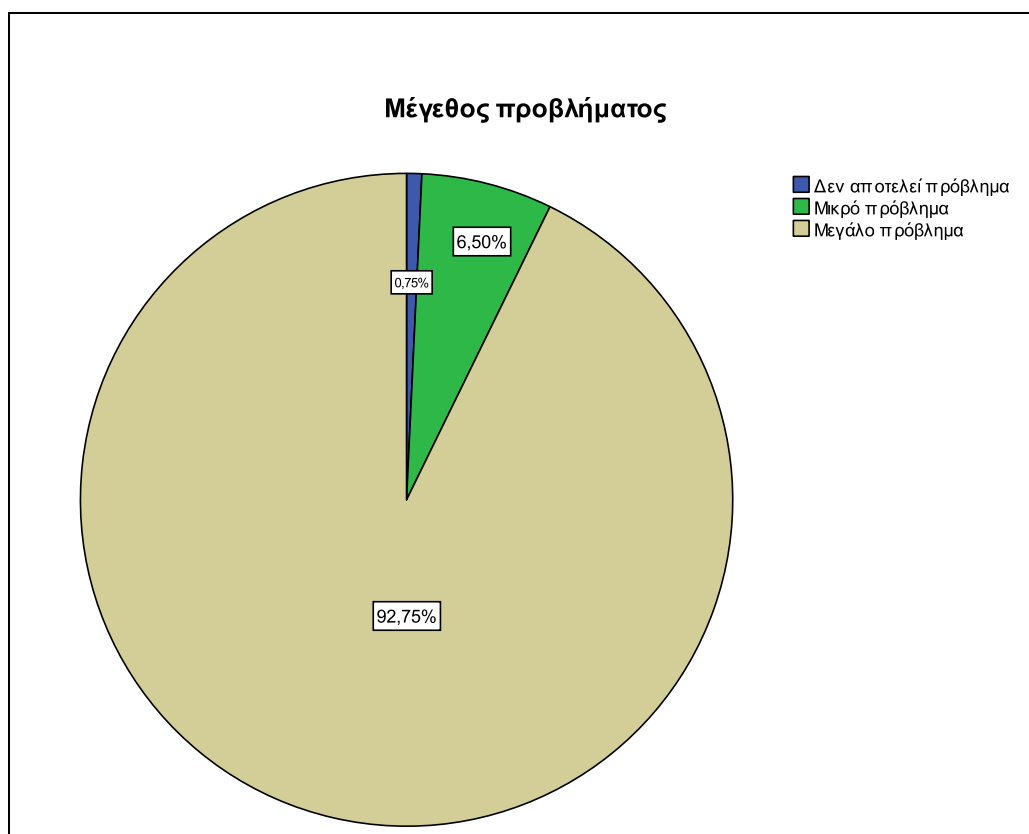
Σχήμα 5.11: Πτυχές του προβλήματος της περιοχής του Ασωπού

Ερώτηση\_8

Θα χαρακτηρίζατε την υποβάθμιση των νερών της περιοχής συνολικά ως:

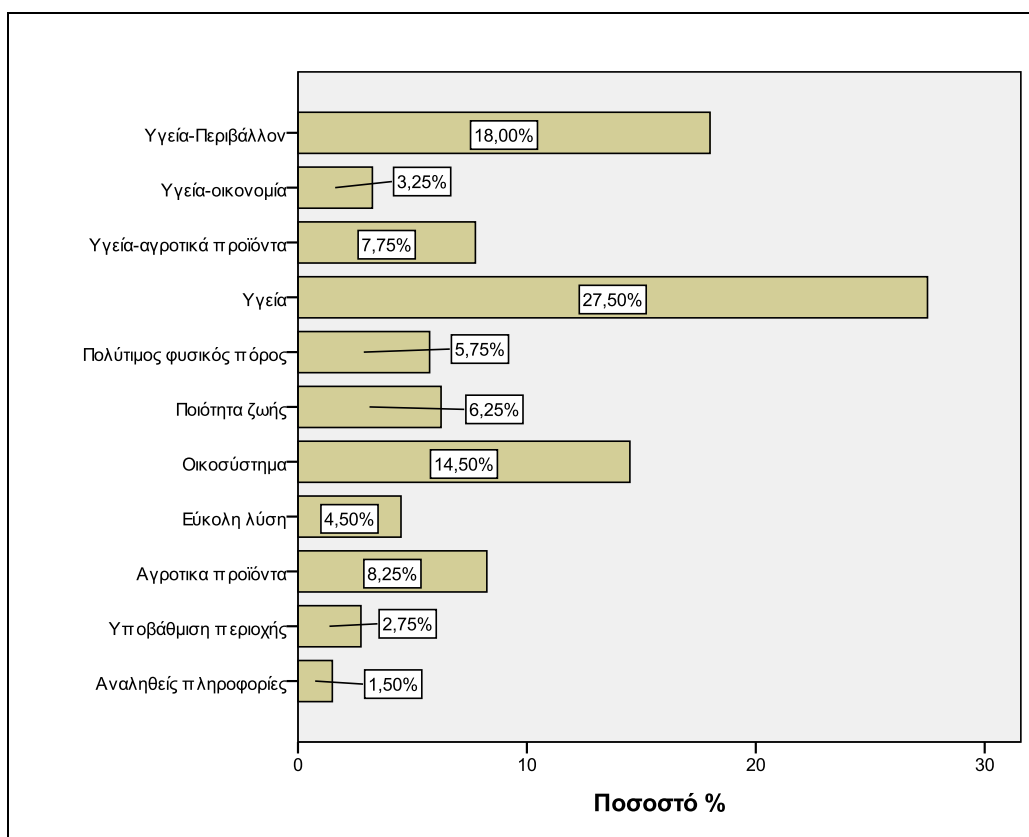
- μεγάλο πρόβλημα;
- μικρό πρόβλημα;
- δεν αποτελεί πρόβλημα;

Σχεδόν στο σύνολό τους (99,25%) οι ερωτώμενοι θεωρούν πως υπάρχει πρόβλημα στην περιοχή. Αναλυτικότερα, το 92,75% χαρακτηρίζει την υποβάθμιση των νερών της περιοχής συνολικά ως μεγάλο πρόβλημα, το 6,5% ως μικρό πρόβλημα, ενώ μόλις το 0,75% πιστεύει ότι δεν αποτελεί πρόβλημα (Σχ. 5.12).



Σχήμα 5.12: Χαρακτηρισμός μεγέθους του προβλήματος

Ως προς την αιτιολόγηση της βαρύτητας του προβλήματος, το 27,5% εκτιμά ότι η ρύπανση των υπογείων νερών της περιοχής επηρεάζει αρνητικά την υγεία των ανθρώπων. Το 18% θεωρεί ότι το πρόβλημα είναι μεγάλο τόσο για την υγεία όσο και για το περιβάλλον, ενώ το 14,5% πιστεύει ότι το οικοσύστημα είναι αυτό το οποίο επηρεάζεται περισσότερο. Το 8,25% των ερωτηθέντων θεωρεί πως τα αγροτικά προϊόντα είναι μη καταναλώσιμα και ένα 7,75% συνδέει το πρόβλημα των αγροτικών προϊόντων με την υγεία. Το 6,25% βλέπει την ποιότητα ζωής συνολικά να επηρεάζεται αρνητικά, το 5,75% πιστεύει τα υπόγεια νερά είναι πολύτιμος φυσικός πόρος συνεπώς η υποβάθμισή τους αποτελεί μεγάλο πρόβλημα. Το 3,25% πιστεύει ότι η ρύπανση επηρεάζει εξίσου την οικονομία και την υγεία και ένα 2,75% θεωρεί πως το μεγαλύτερο πρόβλημα είναι η συνολική υποβάθμιση της περιοχής. Τέλος, το 4,5% εκτιμά ότι η λύση του προβλήματος είναι εύκολη και το 1,5% πιστεύει ότι οι πληροφορίες που έχει για τη ρύπανση των υπόγειων νερών της περιοχής είναι υπερβολικές και δεν αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα. Αξίζει να σημειωθεί πως τέτοιες απαντήσεις έδωσαν μόνο όσοι χαρακτηρίζουν την υποβάθμιση των νερών της περιοχής ως μικρό πρόβλημα και όσοι θεωρούν πως δεν αποτελεί πρόβλημα (Σχ. 5.13).



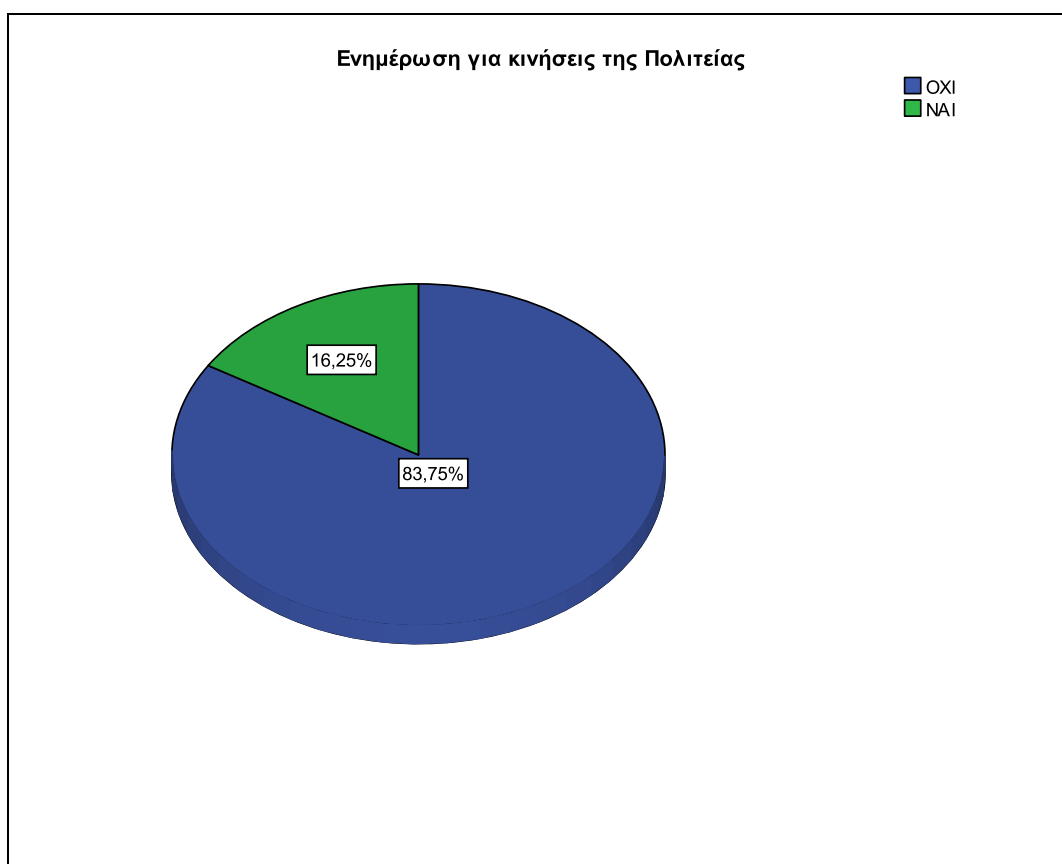
Σχήμα 5.13: Λόγοι για τους οποίους θεωρείται η υποβάθμιση των νερών της περιοχής πρόβλημα

#### Ερώτηση\_9

Είστε ενημερωμένος/η για τις μέχρι σήμερα ενέργειες της Πολιτείας για την αντιμετώπιση του προβλήματος;

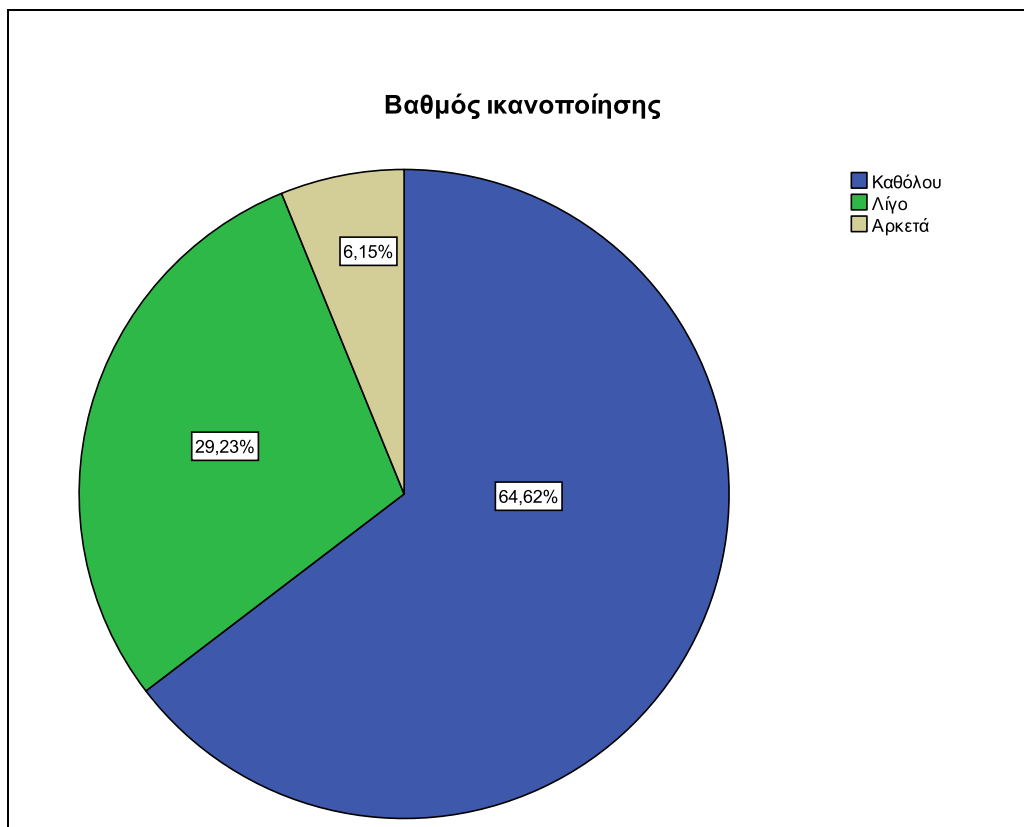
Στην πλειοψηφία τους (83,75%) οι ερωτώμενοι δήλωσαν ότι δεν γνωρίζουν για κάποια ενέργεια της Πολιτείας (Σχ.5.14). Το 16,25% που ήταν ενημερωμένο, έδωσε απαντήσεις όπως:

- η Πολιτεία έχει επιβάλλει πρόστιμα σε κάποιες επιχειρήσεις της περιοχής (56,92%)
- η Πολιτεία έχει ελέγξει όλες τις επιχειρήσεις και έχει επιβάλλει πρόστιμα σε όσες παρανομούσαν (21,54%).
- η Πολιτεία έχει ελέγξει αν τηρούνται οι προϋποθέσεις στα βιομηχανικά απόβλητα (12,31%).
- η Πολιτεία έχει διεξάγει έρευνες για τις καρκινογενέσεις που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή (6,15%).
- έχει γίνει αλλαγή δικτύου υδροδότησης (3,08%).



Σχήμα 5.14: Ενημέρωση για τις δράσεις της Πολιτείας

Όσο αφορά στο βαθμό ικανοποίησης των ερωτώμενων από τις όποιες δράσεις της Πολιτείας, οι περισσότεροι (64,62%) δηλώνουν πως δεν είναι καθόλου ικανοποιημένοι. Το 29,23% είναι λίγο ικανοποιημένο ενώ το 6,15% δηλώνει αρκετά ικανοποιημένο (Σχ. 5.15). Αξίζει να σημειωθεί πως κανένας ερωτώμενος δεν δήλωσε ότι είναι απολύτως ικανοποιημένος.

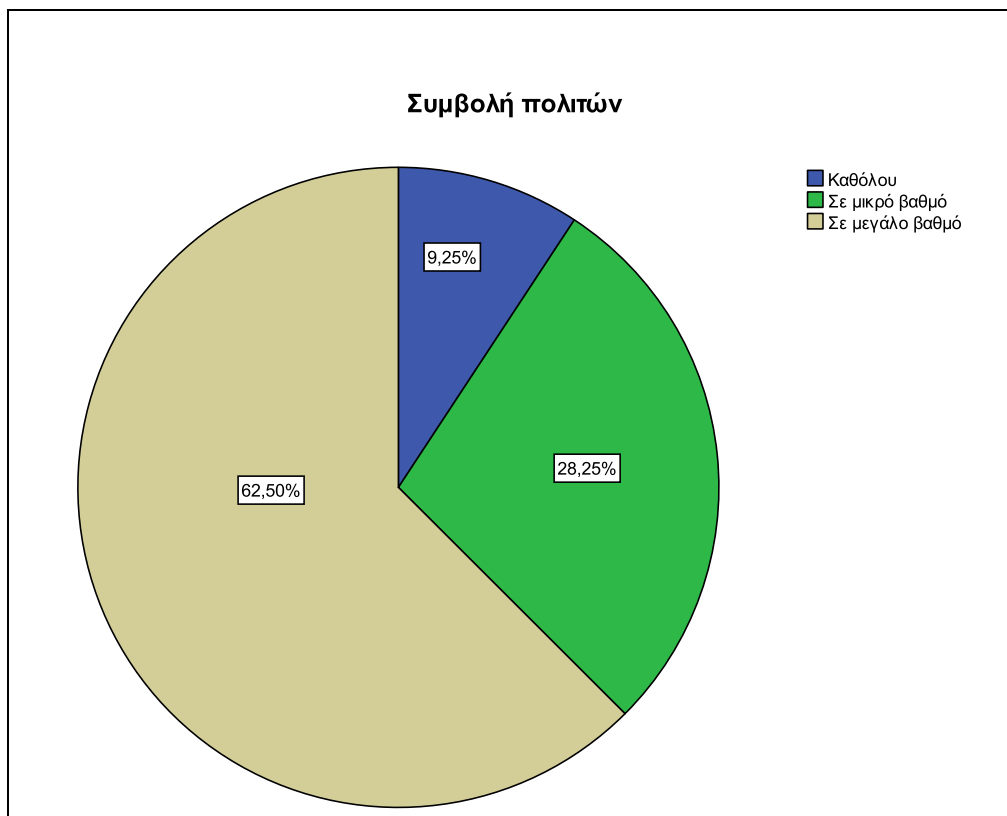


Σχήμα 5.15: Ικανοποίηση από τις δράσεις της Πολιτείας (μόνο για όσους είναι ενήμεροι)

**Ερώτηση\_10**

Κατά τη γνώμη σας, σε ποιο η κινητοποίηση των πολιτών, θα μπορούσε να συμβάλει στην επίλυση του προβλήματος;

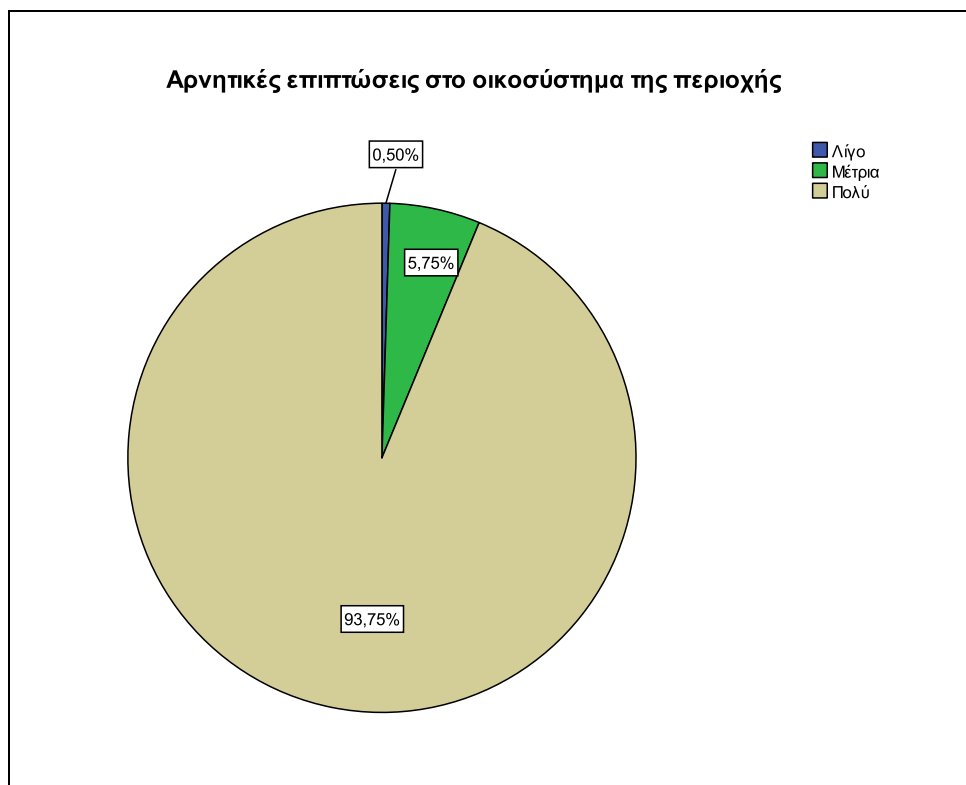
Πάνω από το 90% των ερωτώμενων εκτιμά ότι οι κινητοποιήσεις των πολιτών μπορούν να είναι αποτελεσματικές σε κάποιο βαθμό για την αντιμετώπιση του προβλήματος. Αναλυτικότερα, το 62,5% θεωρεί ότι η κινητοποίηση των πολιτών θα συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό, το 28,25% σε μικρό βαθμό ενώ αντίθετα το 9,25% πιστεύει ότι οι πολίτες δεν μπορούν να συμβάλλουν καθόλου στην επίλυση του προβλήματος (Σχ. 5.16).



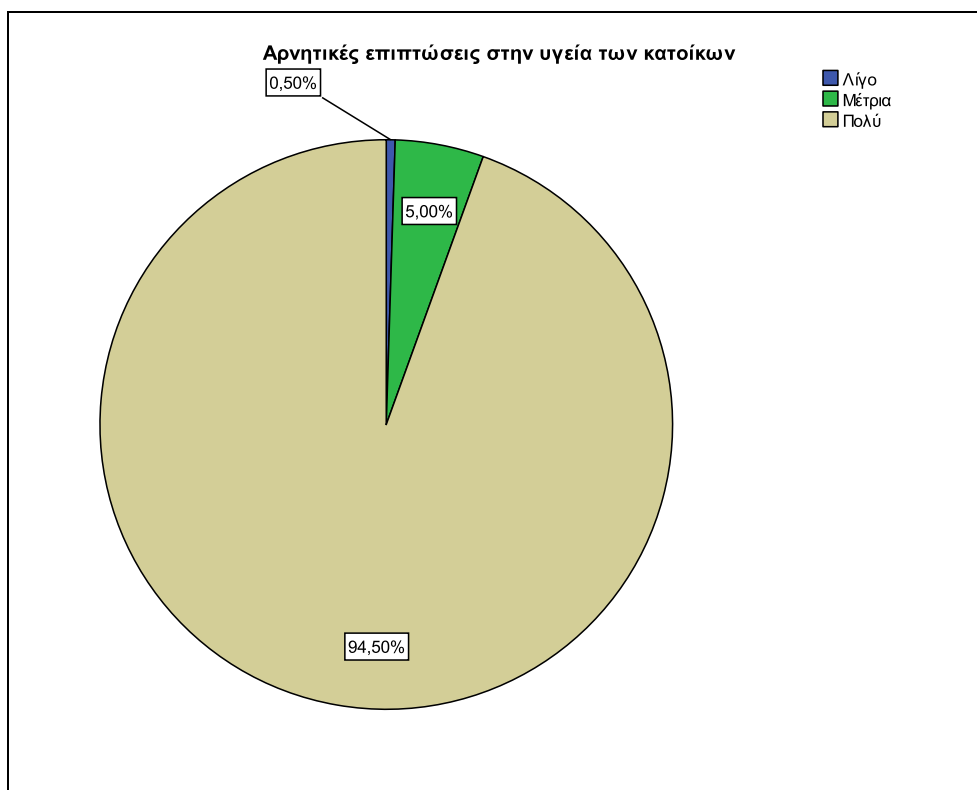
Σχήμα 5.16: Συμβολή των πολιτών στην αντιμετώπιση του προβλήματος

<b>Ερώτηση_11</b>	Πιστεύετε ότι η ρύπανση των υπογείων νερών της λεκάνης του Ασωπού, αποτελεί πρόβλημα για:
	<ul style="list-style-type: none"><li>- την ποιότητα των βιομηχανικών προϊόντων;</li><li>- το οικοσύστημα της περιοχής;</li><li>- την οικονομία της περιοχής;</li><li>- την ποιότητα των αγροτικών προϊόντων;</li><li>- την οικονομική κατάσταση των νοικοκυριών;</li><li>- την υγεία των κατοίκων;</li></ul>

Το οικοσύστημα της περιοχής (93,75%) και η υγεία των κατοίκων (94,5%) φαίνεται να είναι οι τομείς που επηρεάζονται περισσότερο, κατά τη γνώμη των ερωτώμενων (Σχ. 5.17 & 5.18).

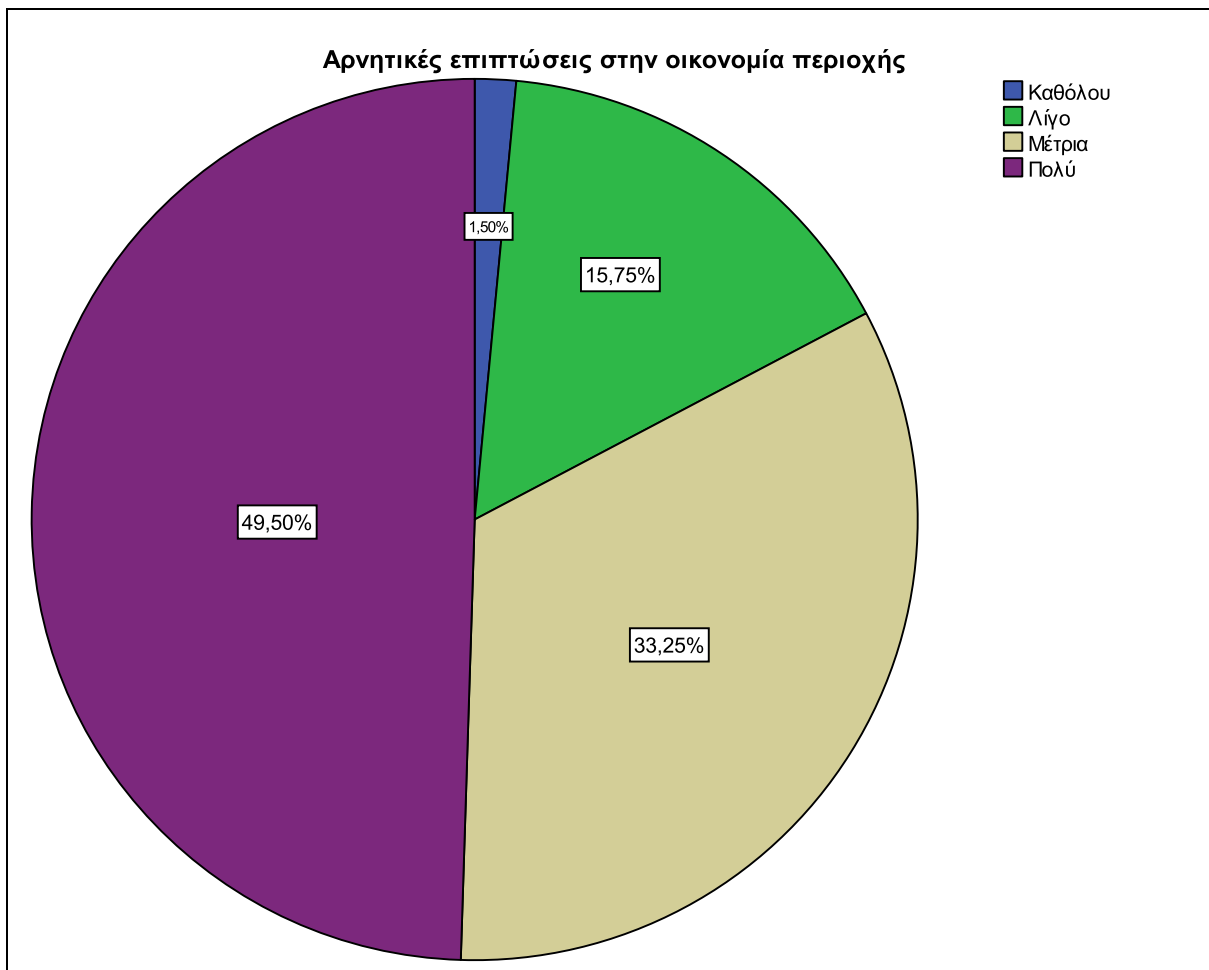


Σχήμα 5.17: Επιπτώσεις στο οικοσύστημα



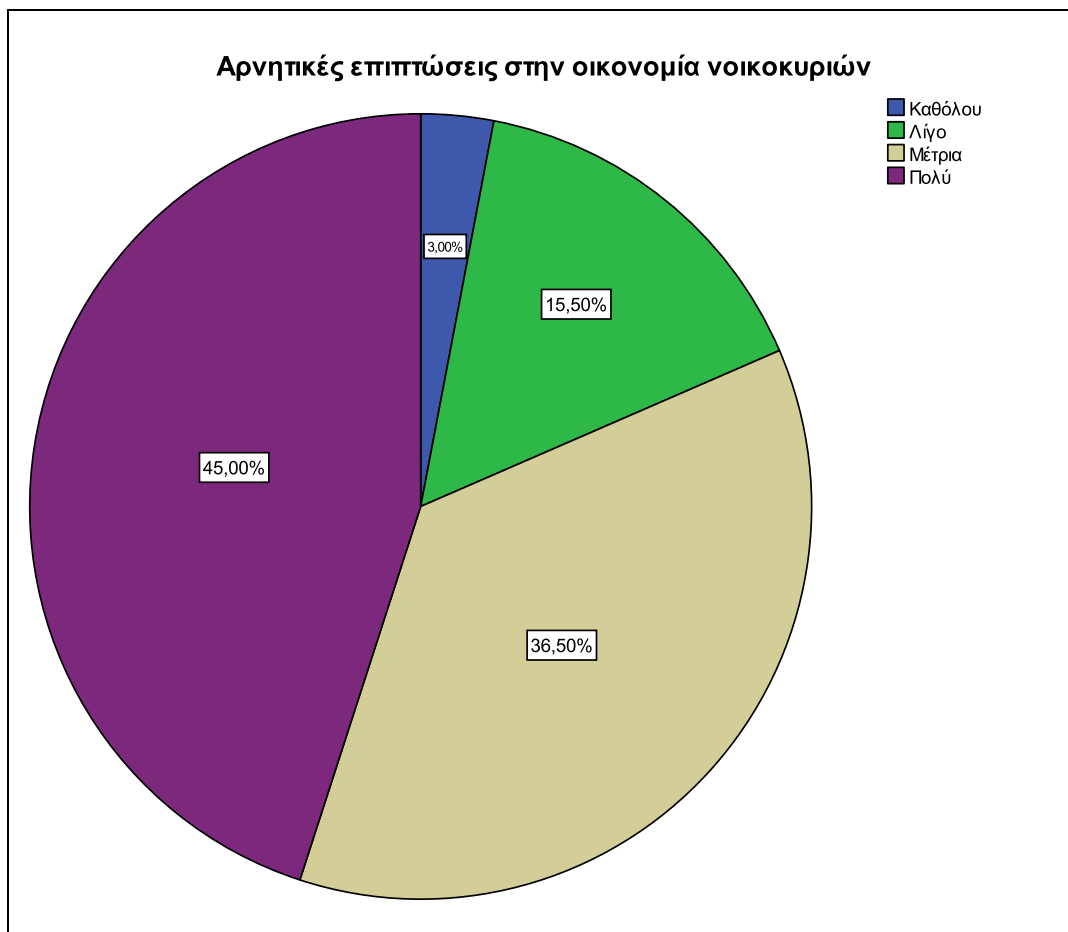
Σχήμα 5.18: Επιπτώσεις στη δημόσια υγεία

Επιπλέον, σχεδόν οι μισοί ερωτώμενοι πιστεύουν ότι η οικονομία της περιοχής γενικά (49,5%) αλλά και η οικονομική κατάσταση των κατοίκων (45%), πλήττονται πολύ από τη ρύπανση των υπογείων νερών της περιοχής (Σχ. 5.19 & 5.20).



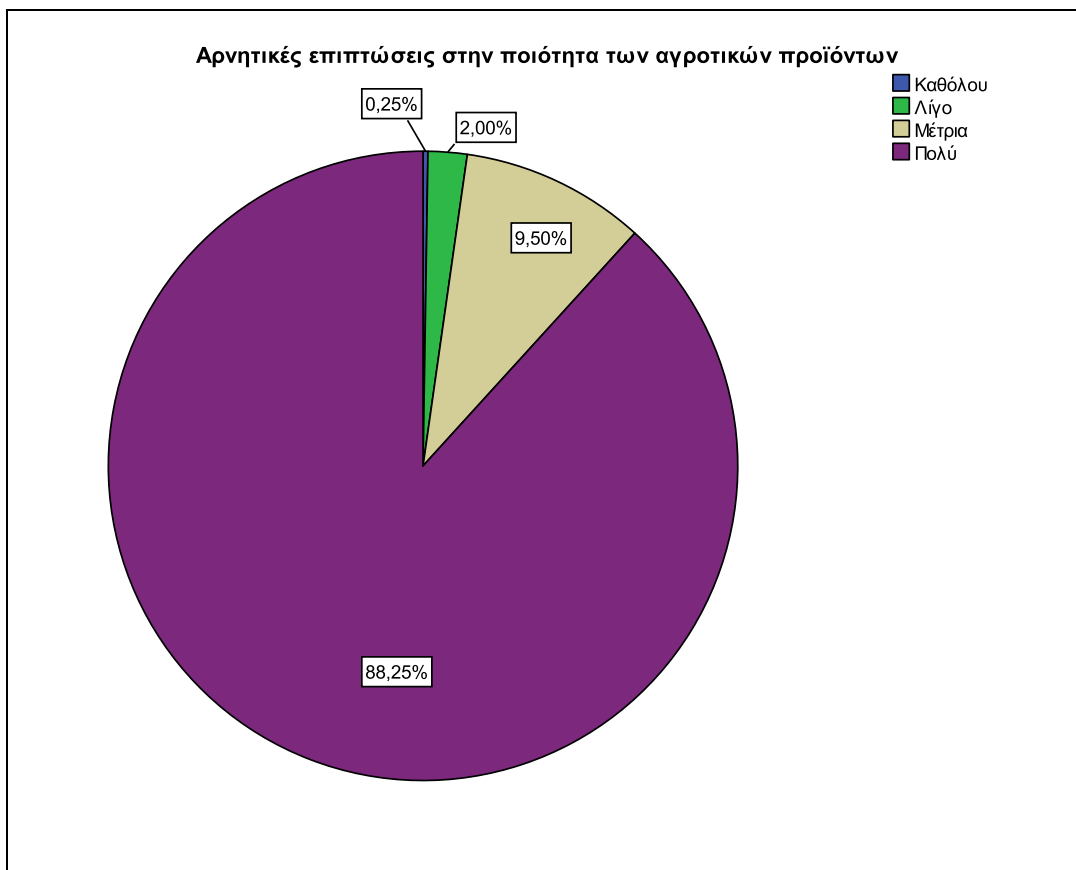
Σχήμα 5.19: Επιπτώσεις στην οικονομία της περιοχής





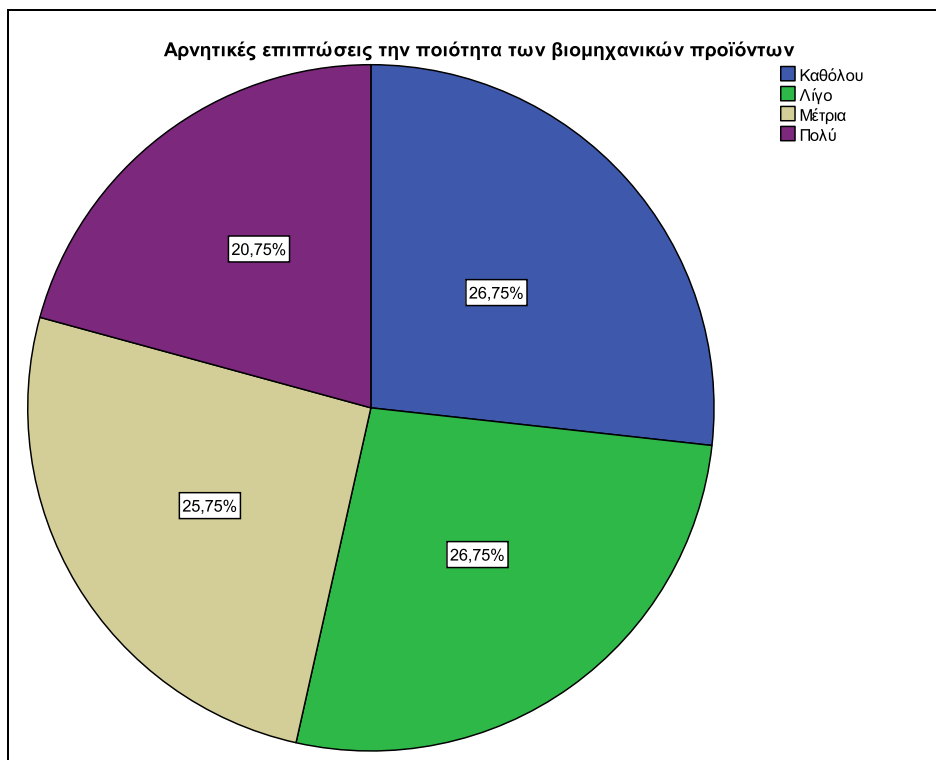
Σχήμα 5.20: Επιπτώσεις στο κόστος διαβίωσης των νοικοκυριών

Όσο αφορά στα αγροτικά προϊόντα, το 88,25% θεωρεί ότι η ποιότητά τους υποβαθμίζεται πολύ, το 9,5% μέτρια, το 2% λίγο και μόλις το 0,25% καθόλου (Σχ. 5.21).



Σχήμα 5.21: Επιπτώσεις στην ποιότητα των αγροτικών προϊόντων

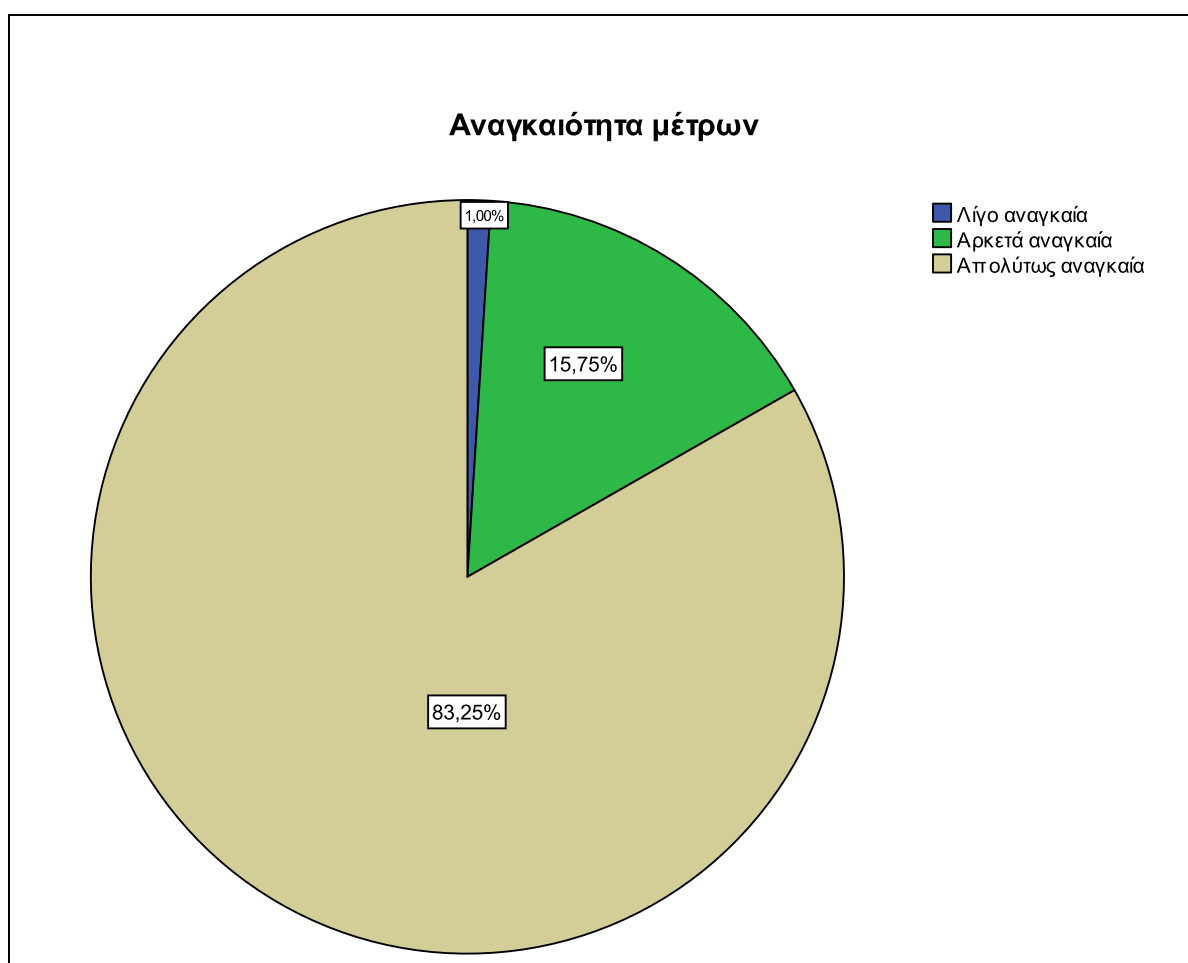
Τέλος, για τη ποιότητα των βιομηχανικών προϊόντων, το 20,75% πιστεύει ότι δεν επηρεάζεται καθόλου αρνητικά, το 25,75% λίγο, το 26,75% αρκετά, ενώ ένα άλλο 26,75% πολύ (Σχ. 5.22). Παρατηρείται ότι μόνο στο συγκεκριμένο τομέα οι ερωτώμενοι δε συγκλίνουν σε μια κοινή απάντηση.



Σχήμα 5.22: Επιπτώσεις στην ποιότητα των αγροτικών προϊόντων

Ερώτηση_12	Θεωρείτε ότι η λήψη μέτρων για την προστασία των υπογείων νερών της λεκάνης του Ασωπού είναι:
	- απολύτως αναγκαία;
	- αρκετά αναγκαία;
	- λίγο αναγκαία;
	- καθόλου αναγκαία;

Είναι αξιοσημείωτο ότι όλοι οι ερωτώμενοι θεωρούν αναγκαία τη λήψη μέτρων σε κάποιο βαθμό. Αναλυτικότερα, ένα ποσοστό της τάξης του 83,25% θεωρεί απολύτως αναγκαία τη λήψη μέτρων, το 15,75% αρκετά αναγκαία, ενώ μόλις το 1% λίγο αναγκαία (Σχ. 5.23).

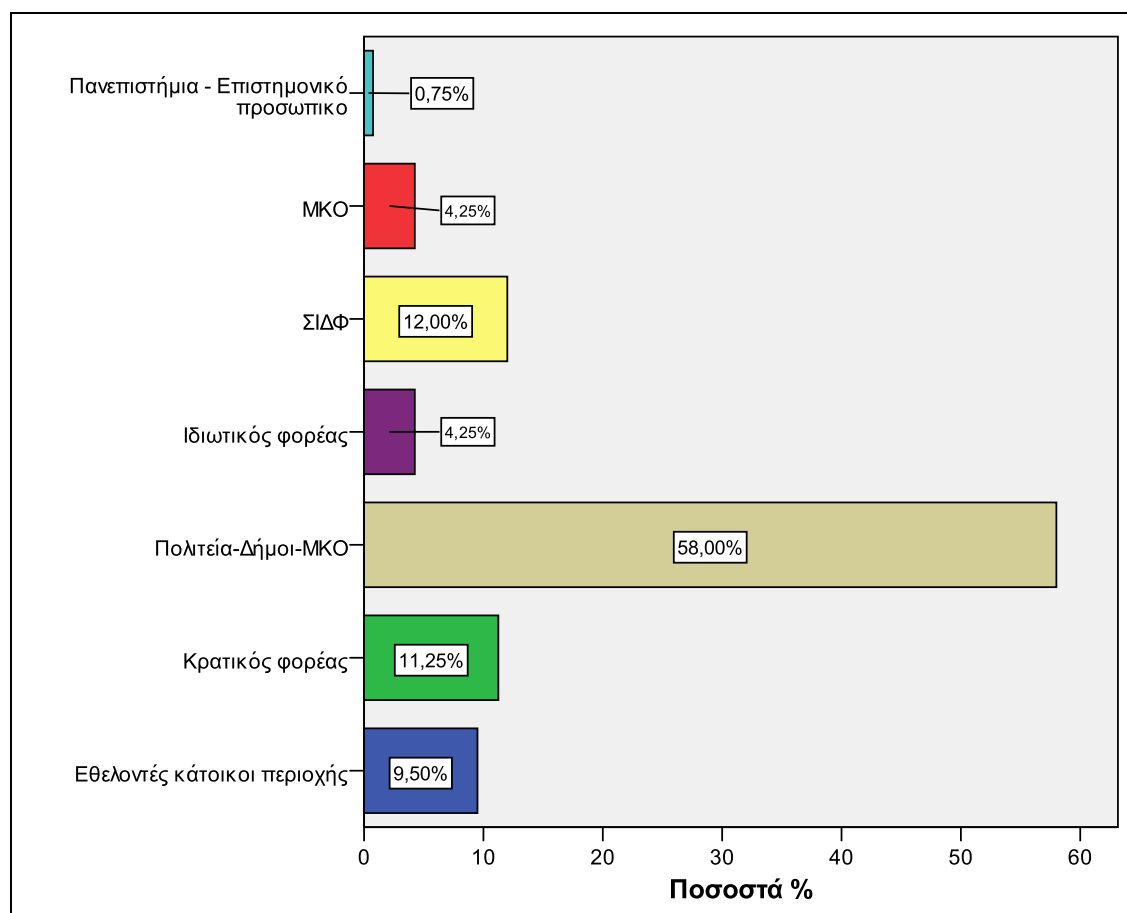


Σχήμα 5.23: Αναγκαιότητα μέτρων προστασίας των υπόγειων νερών

**Ερώτηση\_13**

Κατά τη γνώμη σας, ποιος φορέας θα ήταν καταλληλότερος να αναλάβει τις σχετικές ενέργειες, ώστε να λυθεί το πρόβλημα;

Πάνω από τους μισούς ερωτώμενους (58%) εκτιμούν πως καταλληλότερος θα ήταν ένας Φορέας Διαχείρισης, στον οποίο θα συμμετέχουν η Πολιτεία, οι τοπικοί δήμοι και κοινότητες και ΜΚΟ. Το 12% αξιολογεί ως καταλληλότερο έναν φορέα σύμπραξης μεταξύ ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, ενώ το 11,25% επιλέγει ένα κρατικό φορέα. Το 9,5% εμπιστεύεται τους εθελοντές κατοίκους της περιοχής, το 4,25% συνιστά έναν ιδιωτικό φορέα, ενώ ένα άλλο 4,25% μια ΜΚΟ. Τέλος, ενδιαφέρον παρουσιάζει ότι κάποιοι (0,75%) δεν επέλεξαν κανέναν από τους προτεινόμενους φορείς και υπέδειξαν τα Πανεπιστήμια ως καταλληλότερα για να αναλάβουν μια τέτοια πρωτοβουλία (Σχ. 5.24).



Σχήμα 5.24: Καταλληλότεροι φορείς για την αντιμετώπιση του προβλήματος

**Ερώτηση\_14**

Θα ήσασταν διατεθειμένος/η να καταβάλλει το νοικοκυριό σας στο φορέα που υποδείξατε μια εθελοντική συνδρομή για τα επόμενα 10 χρόνια για να βοηθήσετε στη λύση του προβλήματος;

Σε κάθε ερωτώμενο προτεινόταν ένα και μοναδικό ποσό που θα μπορούσε να καταβάλλει σαν εθελοντική συνδρομή και δεν μπορούσε να διαλέξει να καταβάλλει λιγότερα ή περισσότερα (απλή διχοτομική ερώτηση). Τα ποσά που προτάθηκαν ήταν 10€, 20€, 50€ και 100€. Συμπληρώθηκαν 100 ερωτηματολόγια για το κάθε ποσό.

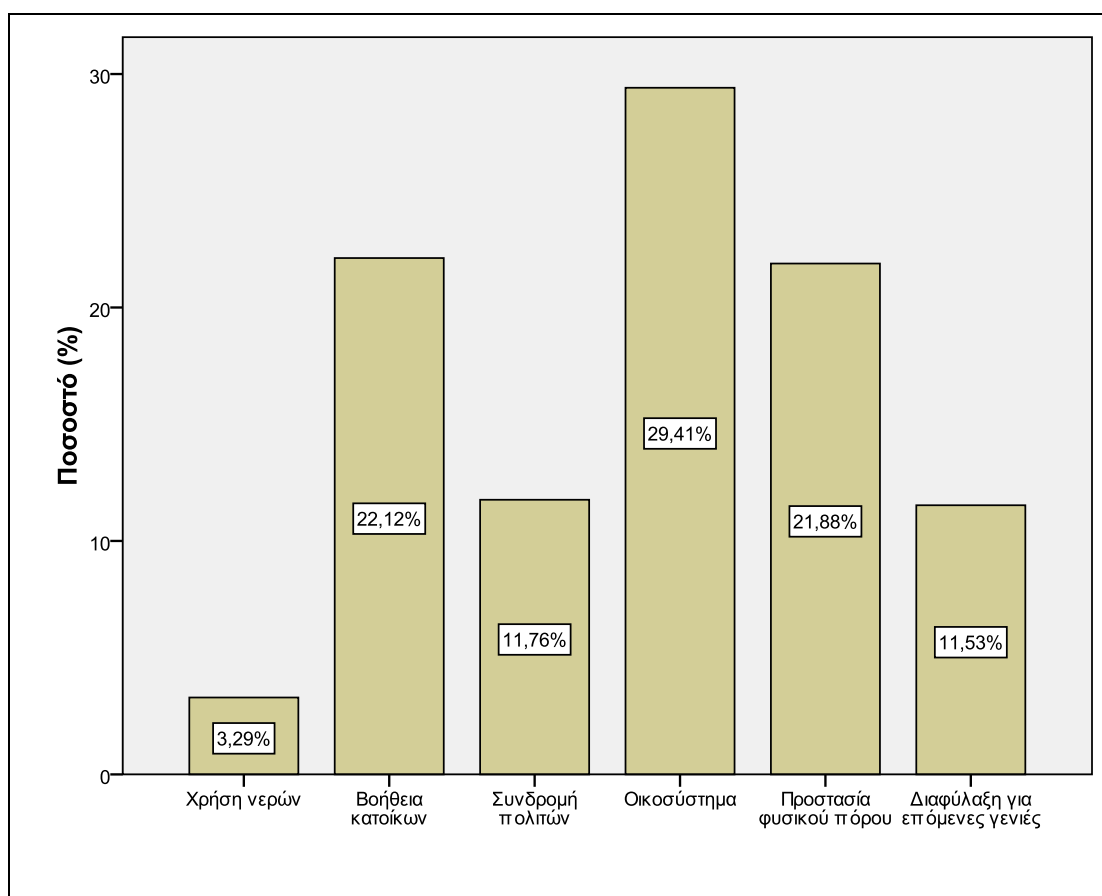
Κατά μέσο όρο στο σύνολο του δείγματος, το 54% των ερωτώμενων δέχονται να συνεισφέρουν οικονομικά, για τα επόμενα 10 χρόνια, για τη λύση του προβλήματος, ενώ το 46% αρνήθηκε. Όπως αναμενόταν, το ποσοστό άρνησης ήταν υψηλότερο όσο μεγαλύτερο ήταν το προτεινόμενο ποσό. Τα αποτελέσματα φαίνονται αναλυτικά στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1: Εθελοντικές συνδρομές για την επίλυση του προβλήματος

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΠΟΣΟ	ΑΠΟΔΟΧΗ ΠΛΗΡΩΜΗΣ		ΣΥΝΟΛΟ
	Όχι	Ναι	
10 €	37	63	100
%	37,0%	63,0%	100,0%
20€	36	64	100
%	36,0%	64,0%	100,0%
50€	51	49	100
%	51,0%	49,0%	100,0%
100€	60	40	100
%	60,0%	40,0%	100,0%
<b>Σύνολο</b>	<b>184</b>	<b>216</b>	<b>400</b>
%	<b>46,0%</b>	<b>54,0%</b>	<b>100,0%</b>

Ερώτηση\_15 Για ποιους λόγους κυρίως δέχεστε να συνεισφέρετε;

Οι τρεις πιο βασικοί λόγοι για τους οποίους δέχονται οι ερωτώμενοι να καταβάλλουν εθελοντική συνδρομή είναι η επιθυμία τους για την αποκατάσταση και καλή λειτουργία της φύσης (29,4%), η προθυμία τους να βοηθήσουν τους κατοίκους της περιοχής (22,1%) και η άποψη ότι τα υπόγεια νερά αποτελούν πολύτιμο φυσικό πόσο και πρέπει να προστατεύονται (21,9%). Το 11,8% των ερωτώμενων πιστεύει πως μόνο η συνδρομή των πολιτών μπορεί να λύσει τέτοια προβλήματα, οπότε δέχεται να συνεισφέρει. Το 11,5% θέλει να συμβάλει ώστε να προσφέρει ένα καλύτερο περιβάλλον στις επόμενες γενιές. Τέλος, μόλις το 3,3% δέχεται να καταβάλλει χρήματα επειδή χρειάζεται το καθαρό νερό της συγκεκριμένης περιοχής, επιβεβαιώνοντας τα αποτελέσματα προηγούμενης έρευνας στα νοικοκυριά του Ασωπού (Δημαράς και Μαστρογιάννης, 2010) ότι σημαντικό μέρος της προθυμίας πληρωμής αντανακλά αξίες μη χρήσης (Σχ. 5.25).

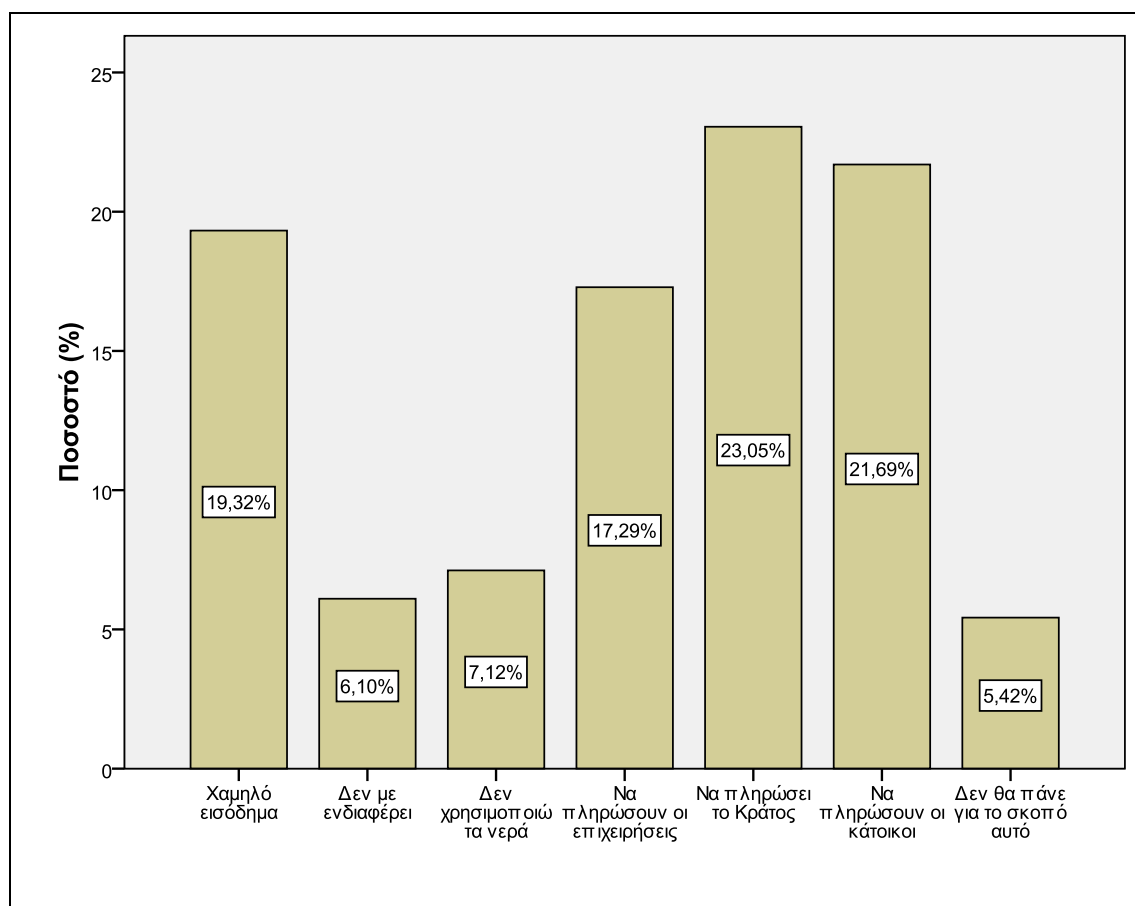


Σχήμα 5.25: Λόγοι αποδοχής της χρηματικής συνεισφοράς

**Ερώτηση\_16** Για ποιους λόγους κυρίως αρνείστε να συνεισφέρετε;

Οι λόγοι που προβλήθηκαν για να αιτιολογήσουν οι ερωτώμενοι τη μη αποδοχή της συμμετοχής τους στην προτεινόμενη δράση χαρακτηρίζονται, σε ποσοστό 67,5% περίπου, ως ‘αρνήσεις διαμαρτυρίας’ (‘δεν εμπιστεύομαι το κράτος’, ‘θα χαθούν τα χρήματα’, ‘να πληρώσουν οι εταιρείες’, κ.ά.). Πιο συγκεκριμένα, το 23,1% του δείγματος θεωρεί ότι πρέπει να πληρώσει το Κράτος και το 5,4% πιστεύει ότι τα χρήματα που θα καταβάλλει δεν θα πάνε για το συγκεκριμένο σκοπό. Μεγάλο ποσοστό των ερωτώμενων που έδωσαν αυτές τις δύο απαντήσεις, σχολίασαν ότι ήδη πληρώνουν πάρα πολλούς φόρους στο Κράτος και δεν βλέπουν αντίστοιχο έργο. Επιπλέον, το 17,3% θεωρεί ότι θα πρέπει να πληρώσουν οι επιχειρήσεις που έχουν δημιουργήσει το πρόβλημα, ενώ το 21,7% θεωρεί πως θα πρέπει να πληρώσουν οι κάτοικοι της περιοχής που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα.

Το 32,5% περίπου των αρνήσεων χαρακτηρίζονται ως ‘πραγματικές αρνήσεις’, καθώς το 19,3% δήλωσε ότι συμφωνεί με το σχέδιο αλλά αδυνατεί να συνεισφέρει λόγω χαμηλού εισοδήματος, το 7,1% δεν θεωρεί σκόπιμο να καταβάλει χρήματα εφόσον δεν χρησιμοποιεί τα νερά της περιοχής και το 6,1% ότι δεν ενδιαφέρεται για το συγκεκριμένο ζήτημα. (Σχ. 5.26).

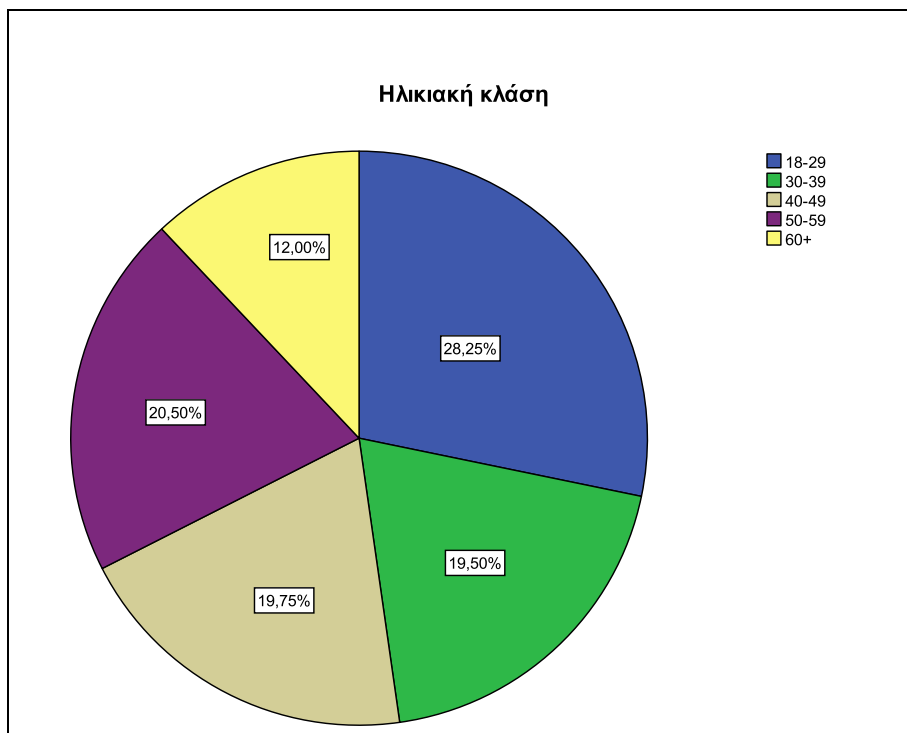


Σχήμα 5.26: Λόγοι μη αποδοχής της χρηματικής συνεισφοράς

### 5.3.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων των δημογραφικών ερωτήσεων

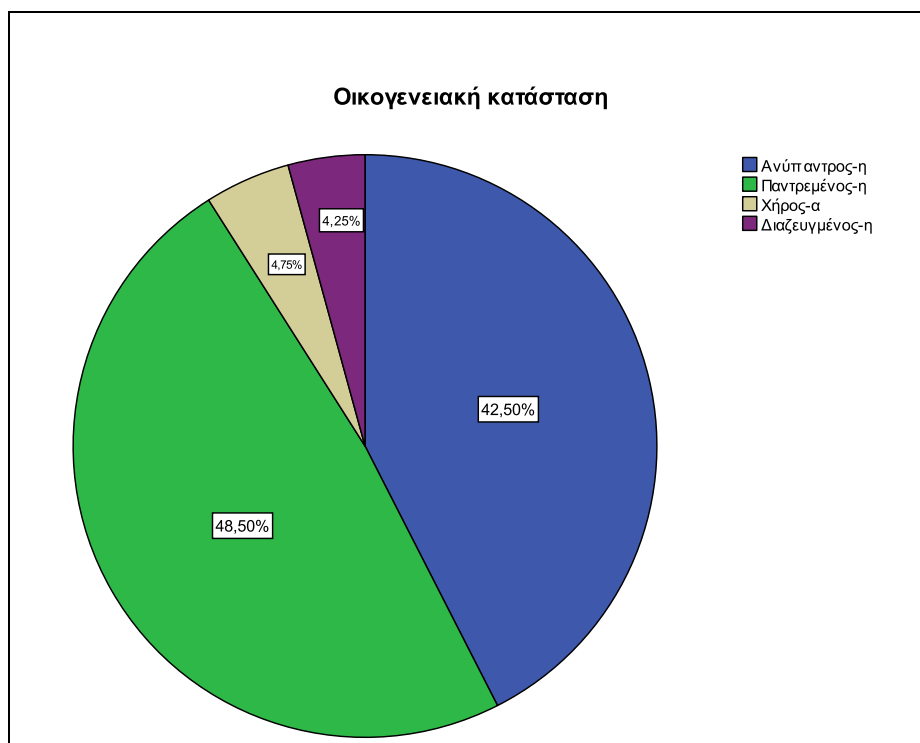
Από τους 400 ερωτώμενους, οι 200 ήταν άνδρες και οι 200 γυναίκες. Η ηλικιακή κατανομή του δείγματος παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.27.





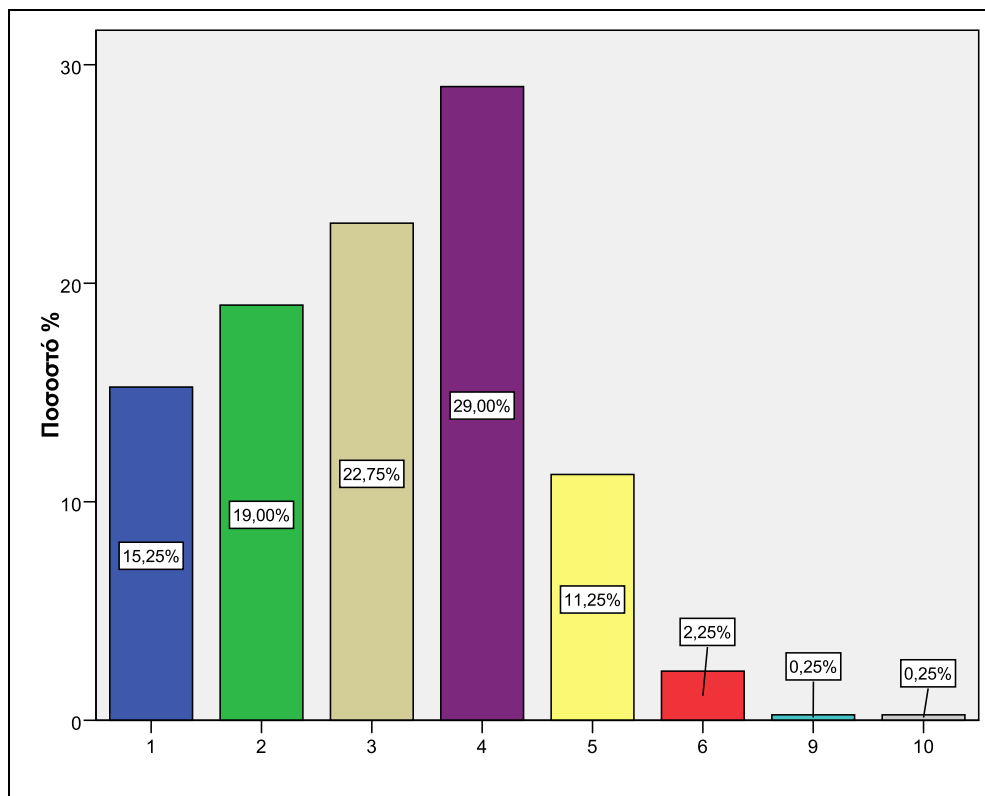
Σχήμα 5.27: Ηλικιακή κατανομή

Όσο αφορά στην οικογενειακή κατάσταση, το 48,5% δήλωσαν παντρεμένοι, το 42,5% ανύπαντροι, το 4,75% χήροι και το 4,25% διαζευγμένοι (Σχ. 5.28).



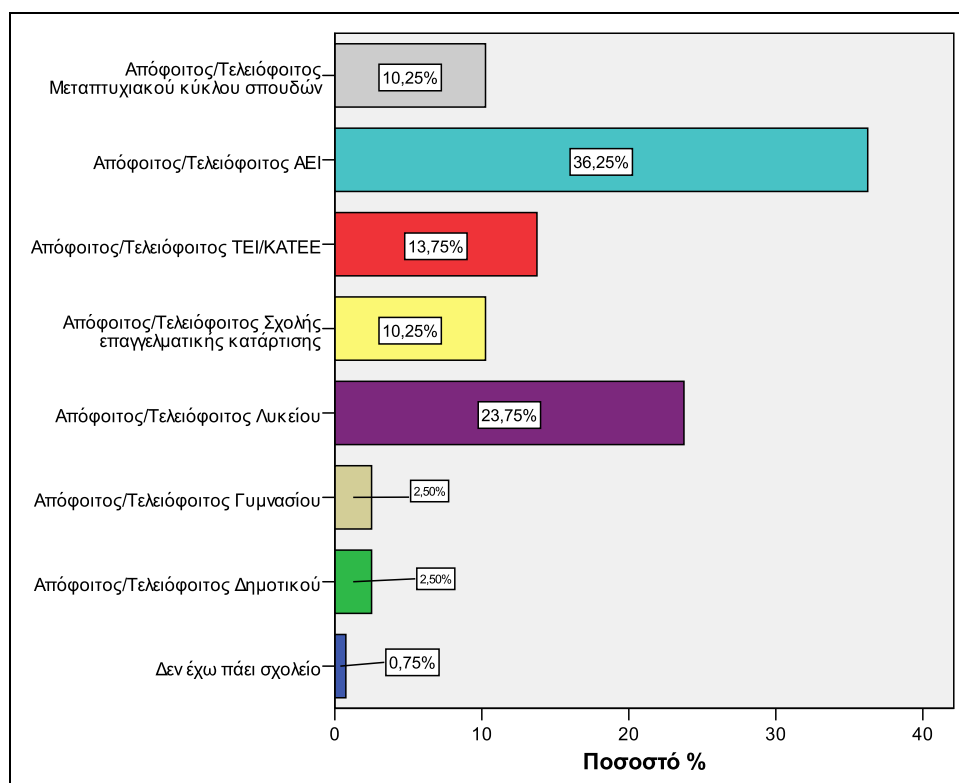
Σχήμα 5.28: Οικογενειακή κατάσταση

Η πλειοψηφία των νοικοκυριών αποτελείται από 1 έως 4 μέλη, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 5.29.



Σχήμα 5.29: Μέλη νοικοκυριών

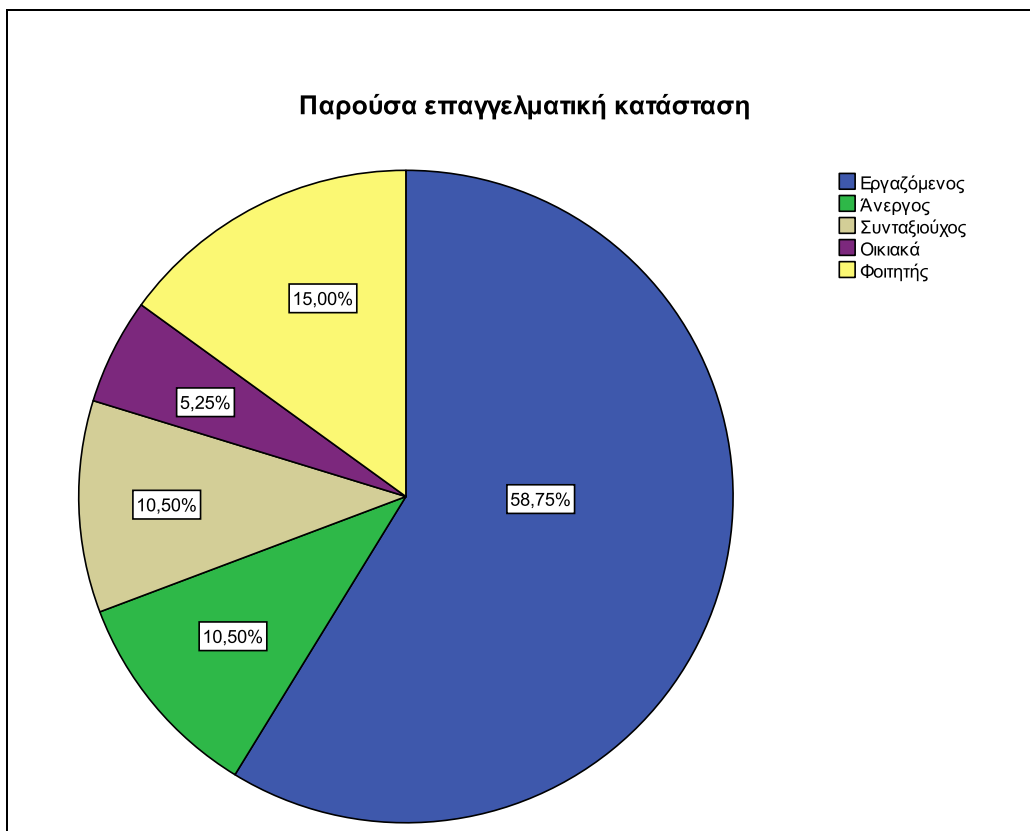
Το 60% των ερωτώμενων είναι απόφοιτοι της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (ΑΕΙ – ΤΕΙ), το 36,5% απόφοιτοι δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, το 2,5% είναι απόφοιτοι της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης ενώ ένα ελάχιστο ποσοστό (0,75%) δήλωσε ότι δεν έχει πάει σχολείο. Τα αποτελέσματα για το μορφωτικό επίπεδο φαίνονται στο Σχήμα 5.30.



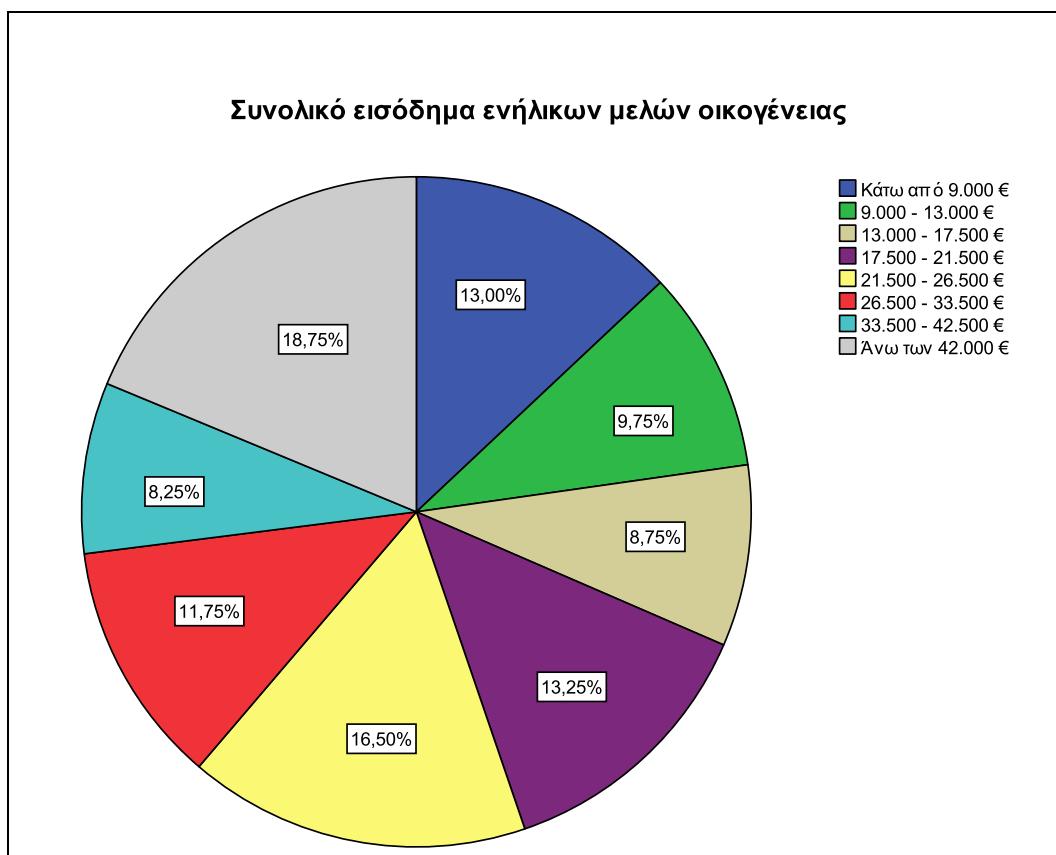
Σχήμα 5.30: Μορφωτικό επίπεδο

Σχετικά με την επαγγελματική κατάσταση, το 58,75% των ερωτηθέντων είναι εργαζόμενοι, το 15% φοιτητές, το 10,5% συνταξιούχοι και ένα άλλο 10,5% άνεργοι και το 5,25% ασχολείται με τα οικιακά (Σχ. 5.31).

Όσον αφορά στην εισοδηματική κλάση των νοικοκυριών, τα αποτελέσματα δίνονται στο Σχ. 5.32.



Σχήμα 5.31: Επαγγελματική κατάσταση



Σχήμα 5.32: Εισοδηματική κλάση

Μετά το τέλος της τηλεφωνικής συνέντευξης, υπήρχε ένα σύντομο ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπλήρωσαν οι συνεντευκτές, το οποίο αφορούσε στο ενδιαφέρον των ερωτώμενων, την ειλικρίνεια και το ενδεχόμενο της αδιαφορίας ή διαμαρτυρίας ως προς τις ερωτήσεις το θέμα της έρευνας.

### 5.3.3. Έλεγχος $\chi^2$ για την ανεξαρτησία μεταξύ των κατηγορικών μεταβλητών

Με τη βοήθεια στατιστικού κριτηρίου  $\chi^2$  πραγματοποιήθηκε έλεγχος μεταξύ κάποιων κατηγορικών μεταβλητών ανά ζεύγη, προκειμένου να εξεταστεί αν υπάρχει μεταξύ τους σχέση εξάρτησης (συνάφειας).

Το κριτήριο  $\chi^2$  εφαρμόζεται, εξετάζοντας ως μηδενική υπόθεση  $H_0$  ότι υπάρχει ανεξαρτησία μεταξύ των κατηγοριών και απορρίπτεται όταν:

$$\chi^2 = \sum_{ij} \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} > \chi^2_{v,\alpha}$$

όπου,

$O_{ij}$  οι παρατηρούμενες συχνότητες,

$E_{ij}$  οι αναμενόμενες συχνότητες,

$\chi^2_{v,\alpha}$ , η κρίσιμη τιμή της κατανομής για  $v = (r-1)(s-1)$  με  $\alpha$  επίπεδο σημαντικότητας (r ο αριθμός γραμμών και s ο αριθμός στηλών του πίνακα συνάφειας και των αναμενόμενων συχνοτήτων).

Όταν η μηδενική υπόθεση  $H_0$  απορρίπτεται, οι δύο μεταβλητές σχετίζονται μεταξύ τους. Για όλες τις αναμενόμενες συχνότητες πρέπει να ισχύει:  $E_{ij} \geq 5$ .

Στην παρούσα διπλωματική, εξετάστηκε η συνάφεια μεταξύ των ερωτήσεων «Τοπικότητα – Υπερτοπικότητα επιπτώσεων από τη ρύπανση των υπογείων νερών», «Πληροφόρηση για το πρόβλημα του Ασωπού», «Ενημέρωση για κινήσεις της Πολιτείας», «Κινητοποίηση των πολιτών» και δημογραφικών μεταβλητών. Εξετάζοντας κάθε φορά για ένα ζεύγος

μεταβλητών την τιμή  $\chi^2$ , τους βαθμούς ελευθερίας και το επίπεδο σημαντικότητας, εμφανίστηκαν συσχετισμοί στα παρακάτω ζεύγη κατηγορικών δεδομένων:

- *Τοπικότητα – Υπερτοπικότητα επιπτώσεων από τη ρύπανση των υπογείων νερών - Γνώση γύρω από τα υπόγεια νερά*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ Τοπικότητας-Υπερτοπικότητας επιπτώσεων από τη ρύπανση των υπογείων νερών - Γνώσης γύρω από τα υπόγεια νερά ( $\chi^2=17,978$ ,  $df=2$ ,  $p=0,000$ ). Φαίνεται ότι οι περισσότεροι που είναι ενημερωμένοι γύρω από τα υπόγεια νερά καταλαβαίνουν πως η ρύπανσή τους δεν είναι μόνο τοπικό πρόβλημα.

- *Τοπικότητα – Υπερτοπικότητα επιπτώσεων από τη ρύπανση των υπογείων νερών - Φύλο*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ Τοπικότητας-Υπερτοπικότητας επιπτώσεων από τη ρύπανση των υπογείων νερών και του Φύλου ( $\chi^2=8,521$ ,  $df=2$ ,  $p=0,014$ ). Φαίνεται ότι υπάρχει μια μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση των γυναικών απέναντι στην υπερτοπικότητα του προβλήματος.

- *Τοπικότητα – Υπερτοπικότητα επιπτώσεων από τη ρύπανση των υπογείων νερών – Μορφωτικό επίπεδο*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ Τοπικότητας-Υπερτοπικότητας επιπτώσεων από τη ρύπανση των υπογείων νερών και του Μορφωτικού επιπέδου ( $\chi^2=21,368$ ,  $df=4$ ,  $p=0,000$ ). Όσο ανώτερο είναι το επίπεδο σπουδών τόσο περισσότερο αναγνωρίζεται η υπερτοπικότητα του προβλήματος.

- *Τοπικότητα – Υπερτοπικότητα επιπτώσεων από τη ρύπανση των υπογείων νερών – Ηλικία*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ Τοπικότητας-Υπερτοπικότητας επιπτώσεων από τη ρύπανση των υπογείων νερών και της ηλικιακής κλάσης ( $\chi^2=18,558$ ,  $df=8$ ,  $p=0,017$ ). Φαίνεται πως οι νέοι (18-29) στη μεγαλύτερη πλειοψηφία τους θεωρούν πως το πρόβλημα δεν είναι μόνο τοπικό.

- *Πληροφόρηση για το πρόβλημα του Ασωπού - Γνώση γύρω από τα υπόγεια νερά*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της πληροφόρησης για το πρόβλημα του Ασωπού και της γνώσης γύρω από τα υπόγεια νερά ( $\chi^2= 64,239$ ,  $df=1$ ,  $p=0,000$ ). Είναι φανερό πως η πλειοψηφία των ερωτώμενων που είναι ενήμερη για τον Ασωπό, έχει γνώσεις και για τα υπόγεια νερά γενικότερα.

- *Πληροφόρηση για το πρόβλημα του Ασωπού – Μορφωτικό επίπεδο*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της πληροφόρησης για το πρόβλημα του Ασωπού και του μορφωτικού επιπέδου ( $\chi^2= 15,239$ ,  $df=2$ ,  $p=0,000$ ). Όσο ανώτερο είναι το επίπεδο σπουδών τόσο πιο ενημερωμένοι είναι οι ερωτώμενοι γύρω από το πρόβλημα ρύπανσης της λεκάνης του Ασωπού.

- *Ενημέρωση για κινήσεις της Πολιτείας – Γνώση γύρω από τα υπόγεια νερά*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ενημέρωσης για τις κινήσεις της Πολιτείας και της γνώσεις γύρω από τα υπόγεια νερά γενικά ( $\chi^2= 16,390$ ,  $df=1$ ,  $p=0,000$ ).

- *Ενημέρωση για κινήσεις της Πολιτείας – Σχέση με τον Ασωπό*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ενημέρωσης για τις κινήσεις της Πολιτείας και της σχέσης των ερωτώμενων με την ευρύτερη περιοχή του Ασωπού ( $\chi^2= 34,140$ ,  $df=1$ , και  $p=0,000$ ).

- *Ενημέρωση για κινήσεις της Πολιτείας – Πληροφόρηση για το πρόβλημα του Ασωπού*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ενημέρωσης για τις κινήσεις της Πολιτείας και της ενημέρωσης για το πρόβλημα του Ασωπού ( $\chi^2= 31,317$ ,  $df=1$ ,  $p=0,000$ ). Το 100% των ερωτώμενων που έχει ακούσει για κάποια ενέργεια της Πολιτείας, γνωρίζει και για το πρόβλημα στην περιοχή του Ασωπού.

- *Ενημέρωση για κινήσεις της Πολιτείας – Φύλο*

Παρατηρείται μια οριακή συσχέτιση μεταξύ της ενημέρωσης για τις κινήσεις της Πολιτείας και του φύλου ( $\chi^2= 4,133$ ,  $df=1$ ,  $p=0,042$ ). Φαίνεται οι άντρες να είναι λίγο πιο ενημερωμένοι από τις γυναίκες όσο αφορά στις ενέργειες της Πολιτείας.

- *Ενημέρωση για κινήσεις της Πολιτείας – Μορφωτικό επίπεδο*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ενημέρωσης για τις κινήσεις της Πολιτείας και του μορφωτικού επιπέδου ( $\chi^2= 15,279$ ,  $df=2$ ,  $p=0,000$ ), με τους πιο μορφωμένους να είναι και πιο ενημερωμένοι για τις κινήσεις της Πολιτείας.

- *Ενημέρωση για κινήσεις της Πολιτείας – Ηλικία*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ενημέρωσης για τις κινήσεις της Πολιτείας και της ηλικιακής κλάσης ( $\chi^2= 19,340$ ,  $df=4$ ,  $p=0,001$ ), χωρίς ωστόσο να υπάρχει μια μονοτονική σχέση μεταξύ ηλικίας και ενημέρωσης.

- *Ενημέρωση για κινήσεις της Πολιτείας – Οικογενειακή κατάσταση*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ενημέρωσης για τις κινήσεις της Πολιτείας και της οικογενειακής κατάστασης ( $\chi^2= 10,267$ ,  $df=2$ ,  $p=0,006$ ). Όσοι έχουν οικογένεια δηλώνουν και πιο ενημερωμένοι για τις κινήσεις της Πολιτείας.

- *Ενημέρωση για κινήσεις της Πολιτείας – Συνολικό εισόδημα*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ενημέρωσης για τις κινήσεις της Πολιτείας και του συνολικού εισοδήματος ( $\chi^2= 41,485$ ,  $df=7$ ,  $p=0,000$ ). Φαίνεται πως οι ερωτώμενοι με υψηλό εισόδημα είναι οι πιο ενημερωμένοι για τις ενέργειες της Πολιτείας.

- *Συμβολή πολιτών – Γνώση γύρω από τα υπόγεια νερά*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συμβολής των πολιτών και της γνώσης γύρω από τα υπόγεια νερά γενικότερα ( $\chi^2= 11,037$ ,  $df=2$ ,  $p=0,004$ ). Φαίνεται ότι οι περισσότεροι ερωτώμενοι που θεωρούν πως οι κινητοποιήσεις των πολιτών συμβάλλουν σε κάποιο βαθμό στην επίλυση του προβλήματος, έχουν γνώσεις πάνω στα υπόγεια νερά.

- *Συμβολή πολιτών – Χρήση υπογείων νερών*

Παρατηρείται μια συσχέτιση μεταξύ της συμβολής των πολιτών και της χρήσης υπογείων νερών ( $\chi^2= 7,553$ ,  $df=2$ ,  $p=0,023$ ).

- *Συμβολή πολιτών – Τοπικότητα-Υπερτοπικότητα προβλήματος*

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συμβολής των πολιτών και της τοπικότητας του προβλήματος ( $\chi^2= 22,337$ ,  $df=4$ ,  $p=0,000$ ). Φαίνεται ότι οι περισσότεροι που θεωρούν πως οι κινητοποιήσεις των πολιτών συμβάλλουν σε κάποιο βαθμό στην



επίλυση του προβλήματος, πιστεύουν παράλληλα πως το πρόβλημα της ρύπανσης των υπογείων νερών έχει υπερτοπικό χαρακτήρα.

- Συμβολή πολιτών – Μέγεθος προβλήματος Ασωπού

Παρατηρείται μια σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συμβολής των πολιτών και του μεγέθους του προβλήματος που υπάρχει στην περιοχή ( $\chi^2= 19,449$ ,  $df=4$ ,  $p=0,001$ ). Φαίνεται ότι η συντριπτική πλειοψηφία όσων θεωρούν πως οι κινητοποιήσεις των πολιτών συμβάλλουν σε κάποιο βαθμό, πιστεύουν παράλληλα πως το πρόβλημα του Ασωπού είναι μεγάλο.

### 5.3.4. Εκτίμηση της προθυμίας πληρωμής

#### 5.3.4.1. Μη παραμετρική εκτίμηση

##### Α. Βασικά στοιχεία θεωρίας του εκτιμητή Turnbull

Η μη-παραμετρική εκτίμηση της μέσης τιμής ή της διαμέσου της προθυμίας πληρωμής σε οικονομικές ερωτήσεις προκαθορισμένης επιλογής πραγματοποιείται με τη βοήθεια του εκτιμητή Turnbull (Turnbull, 1976, Cosslett, 1982, Ayer et al., 1955), ο οποίος εφαρμόστηκε αρχικά από τους Carson et al. (1994) και Haab & McConnell (1997). Παραλλαγές του εκτιμητή Turnbull χρησιμοποιήθηκαν από τους Kriström (1990), Duffield (1991) και McFadden (1994).

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση Turnbull.

Πίνακας 5.2: Ορισμοί και σχέσεις των παραμέτρων

Παράμετρος	Ορισμός	Σχέση
$f_j$	$\Pr(\epsilon_{t_{j-1}} \leq \text{WTP} < \epsilon_{t_j})$	
$F_j$	$\Pr(\text{WTP} \leq \epsilon_{t_j})$	$F_j = \sum_{i=1}^j f_i$
$f_j$	$\{f_1, f_2, \dots, f_{M+1}\}$	$f_j = F_j - F_{j-1}$
$F_{M+1}$	CDF στο ανώτερο όριο του WTP Τυπικά $t_{M+1} = \infty$	$F_{M+1} = 1$
$F_0$	CDF στο κατώτερο όριο του WTP Τυπικά $t_0 = 0$	$F_0 = 0$
$M$	Αριθμός ποσών	
$Y_j$	Αριθμός αποκρίσεων 'ναι' στο ποσό $t_j$	
$N_j$	Αριθμός αποκρίσεων 'όχι' στο ποσό $t_j$	
$T_j$	Συνολικός αριθμός προσφερόμενου ποσού $t_j$	$T_j = N_j + Y_j$

Η συνάρτηση της λογαριθμικής πιθανοφάνειας για να εκτιμηθεί το  $F_j$ , όπου  $j = 1, 2, \dots, M$  και υπόκειται στον περιορισμό ( $F_j \leq F_{j+1} / \forall j$ ) είναι:

$$\ln L(F_1, F_2, \dots, F_M | Y, N, T) = \sum_{j=1}^M [N_j \ln(F_j) + Y_j \ln(1 - F_j)]$$

Επιβάλλοντας τον περιορισμό μονοτονίας ( $F_j \leq F_{j+1}$ ), η λογαριθμική εκτιμήτρια μέγιστης πιθανοφάνειας γίνεται:

$$\max_{F_1, F_2, \dots, F_M} \sum_{j=1}^M [N_j \ln(F_j) + Y_j \ln(1 - F_j)]$$

Για λόγους ευκολίας, το πρόβλημα μπορεί να παρουσιαστεί σε όρους σημείων μάζας πιθανότητας  $\{f_1, f_2, \dots, f_M, f_{M+1}\}$  αντί της συνάρτησης κατανομής  $\{F_1, F_2, \dots, F_M\}$ , όπου  $f_j =$

$F_j - F_{j-1}$  είναι η βαρύτητα της κατανομής μεταξύ της τιμής  $j$  και της τιμής  $j-1$ . Το  $f_j$  μπορεί να θεωρηθεί ως η αντίδραση στην αύξηση του ποσού. Θα πρέπει να είναι θετικό, διότι ένα μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων, συνήθως, θα απαντήσει 'όχι' σε υψηλότερη τιμή. Σε αυτή τη μορφή  $F_j = \sum_{i=1}^j f_i, F_0 = 0$  και  $F_{M+1}=1$ . Το διάνυσμα των πιθανοτήτων  $f = \{f_1, f_2, \dots, f_{M+1}\}$  αποτελεί μια διακριτή μορφή της συνάρτησης πυκνότητας. Ξαναγράφοντας τη συνάρτηση πιθανοφάνειας σε όρους αγνώστων παραμέτρων πυκνότητας και όχι σε παραμέτρους της συνάρτησης κατανομής, το πρόβλημα μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας γίνεται:

$$\max_f \ln L(f|Y, N, T) = \sum_{j=1}^M (N_j \ln \left( \sum_{k=1}^j f_k \right) + Y_j \ln \left( 1 - \sum_{k=1}^j f_k \right))$$

όπου πρέπει πάντα να ισχύει  $f_j \geq 0$  για όλα τα  $j$ .

Από τις συνθήκες πρώτης τάξης Kuhn-Tucker για την εξεύρεση του μεγίστου της συνάρτησης ισχύει:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial f_i} = \sum_{j=1}^M \left( \frac{N_j}{\sum_{k=1}^j f_k} - \frac{Y_j}{1 - \sum_{k=1}^j f_k} \right) \leq 0$$

$$f_i \leq 0$$

$$f_i \ln \frac{\partial L}{\partial f_i} = 0$$

Για να λυθεί το πρόβλημα μεγιστοποίησης της πιθανοφάνειας, το σύνολο των συνθηκών πρέπει να επιλυθεί βηματικά. Με αυτό τον τρόπο, εξασφαλίζεται ότι  $f_1 > 0$  εφόσον  $N_1 \neq 0$ . Ως εκ τούτου, η πρώτη προϋπόθεση ισχύει για την  $f_1$  εφόσον τουλάχιστον ενός ερωτώμενος απαντήσει 'όχι' για το ποσό  $t_1$  (δηλαδή τουλάχιστον ένα άτομο έχει WTP μικρότερη από την ελάχιστη τιμή που προσφέρεται). Αν υποθέσουμε ότι αυτή είναι η περίπτωση, το σύστημα λύνεται ως προς  $f_1$ , θεωρώντας ότι  $f_2 \neq 0$ . Έτσι, οι δύο πρώτες συνθήκες ισχύουν ισότιμα και μπορούν μέσω παραγώγισης να υπολογιστεί ότι:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial f_1} - \frac{\partial \ln L}{\partial f_2} = \frac{N_1}{f_1} - \frac{Y_1}{1 - f_1} = 0$$

Η εξίσωση αυτή λύνεται απευθείας ως προς  $f_1$ :

$$f_1 = \frac{N_1}{N_1 + Y_1}$$

Αν  $f_3 > 0$ , μπορεί να αφαιρεθεί το  $\frac{\partial \ln L}{\partial f_3}$  από το  $\frac{\partial L}{\partial f_2}$  και να υπολογιστεί το  $f_2$ :

$$f_2 = \frac{N_2}{Y_2 + N_2} - f_1$$

Επομένως, το  $f_2$  είναι θετικό αν ισχύει:

$$\frac{N_2}{Y_2 + N_2} > \frac{N_1}{N_1 + Y_1}$$

Αν το ποσοστό των ερωτώμενων που απαντάει 'όχι' στο ποσό  $t_2$  είναι αυστηρά μεγαλύτερο από το ποσοστό αυτών που απαντάει 'όχι' στο ποσό  $t_1$ , τότε η πιθανότητα, ότι η WTP βρίσκεται στο διάστημα  $(t_1, t_2]$ , είναι θετική και ίση με τη διαφορά ποσοστών.

Αυτή η επίλυση πραγματοποιείται σε όλο το διάστημα των εκτιμήσεων πυκνότητας  $\{f_1, f_2, \dots, f_M, f_{M+1}\}$ . Αν το ποσοστό των ερωτώμενων που απαντάει 'όχι' σε κάθε προσφερόμενο ποσό μειώνεται συνεχώς, τότε η μη-παραμετρική εκτιμήτρια μέγιστης πιθανοφάνειας του σημείου πυκνότητας στην τιμή  $j$  είναι το ποσοστό των αρνητικών απαντήσεων που παρατηρήθηκε στην τιμή  $j$  μείον το σύνολο της πυκνότητας εκτίμησης για όλες τις προηγούμενες τιμές:

$$f_j = \frac{N_j}{T_j} - \sum_{k=1}^{j-1} f_k$$

Με αντικατάσταση, διαπιστώνεται ότι η μη-παραμετρική εκτιμήτρια μέγιστης πιθανοφάνειας της συνάρτησης κατανομής σε κάθε σημείο είναι:

$$F_j = \sum_{k=1}^j f_k = \frac{N_j}{T_j}$$

Μετά από επαναλαμβανόμενες αντικαταστάσεις για  $f_k$ , η εκτιμήτρια μέγιστης πιθανοφάνειας τυχαίο  $f_j$  απλοποιείται σε:

$$f_j = \frac{N_j}{T_j} - \frac{N_{j-1}}{T_{j-1}}$$

Αυτές οι μέγιστες εκτιμήτριες πιθανοφάνειας έχουν μια διαισθητική ερμηνεία. Η καλύτερη εκτίμηση της πιθανότητας να δοθεί απάντηση 'όχι' στην τιμή  $j$  είναι το ποσοστό των απαντήσεων 'όχι' του δείγματος για την τιμή αυτή. Η εκτιμήτρια μέγιστης πιθανοφάνειας για την πιθανότητα να εμπίπτει η WTP μεταξύ δύο ποσών, είναι η διαφορά μεταξύ των ποσοστών των απαντήσεων 'όχι' για αυτές τις δύο τιμές, υπό τον όρο ότι οι αρνητικές απαντήσεις αυξάνονται μονοτονικά.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, ισχύει η παραδοχή πως το ποσοστό των αρνητικών απαντήσεων στο ποσό  $t_{j+1}$  είναι μεγαλύτερο από το ποσοστό των αρνητικών απαντήσεων στο ποσό  $t_j$  για όλες τις τιμές του  $j$ . Για παράδειγμα, αν  $\frac{N_2}{N_2 + I_2} < \frac{N_1}{N_1 + I_1}$  τότε το ποσοστό των αρνητικών

απαντήσεων για το ποσό  $t_2$  είναι μικρότερο από το ποσοστό των αρνητικών απαντήσεων για το ποσό  $t_1$ . Η μη περιοσμένη εκτιμήτρια μέγιστης πιθανοφάνειας του  $f_2$  θα είναι αρνητική, παραβιάζοντας την παραδοχή της έγκυρης αθροιστικής συνάρτησης κατανομής.

Αν επιβληθεί ως παραδοχή ο περιορισμός της μη-αρνητικότητας, τότε  $f_2 = 0$  και το  $\frac{\partial L}{\partial f_2}$

καθίσταται άνευ σημασίας. Θεωρώντας  $f_3 \neq 0$ , μπορούμε να αφαιρεθεί το  $\frac{\partial L}{\partial f_3}$  από το  $\frac{\partial L}{\partial f_1}$  με

$f_2 = 0$  για να εξασφαλιστούν οι συνθήκες του Turnbull:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial f_1} - \frac{\partial \ln L}{\partial f_3} = \frac{N_1 + N_2}{f_1^*} - \frac{Y_1 + Y_2}{1 - f_1^*} = 0$$

όπου το \* συμβολίζει την εκτίμηση Turnbull.

Λύνοντας ως προς  $f_1^*$  υπολογίζεται:

$$f_1^* = \frac{N_1 + N_2}{N_1 + N_2 + Y_1 + Y_2}$$

Ως εκ τούτου, η λύση Kuhn-Tucker για το πρόβλημα της παραβίασης στη μονοτονία της εμπειρικής συνάρτησης κατανομής από  $t_j$  σε  $t_{j+1}$  είναι ο συνδυασμός του  $j$ -οστού και  $(j+1)$ -οστού υπο-δειγμάτων σε ένα ενιαίο σύνολο για να μην ληφθεί υπόψη η  $(j+1)$ -οστή τιμή.

Ορίζοντας  $N_j^* = N_j + N_{j+1}$ ,  $Y_j^* = Y_j + Y_{j+1}$  επανεκτιμάται το  $f_j$ :

$$f_j^* = \frac{N_j^*}{Y_j^* + N_j^*} - \sum_{k=1}^{j-2} f_k^*$$

Αν το  $f_j$  παραμένει αρνητικό, επαναλαμβάνεται η διαδικασία μέχρι τη θέση  $f_1^* > 0$ . Τότε,

$$\text{ορίζεται } F_j^* = \frac{N_j^*}{T_j^*}.$$

#### B. Διαδικασία υπολογισμού του εκτιμητή Turnbull

1. Για τιμές  $j = 1, \dots, M$ , υπολογίζονται τα  $F_j = \frac{N_j}{N_j + Y_j}$
2. Ξεκινώντας με  $j=1$ , συγκρίνονται τα  $F_j$  και  $F_{j+1}$ .
3. Αν  $F_{j+1} > F_j$  η διαδικασία συνεχίζεται.
4. Αν  $F_{j+1} \leq F_j$  τότε συγκεντρώνονται τα ποσοστά  $j$  και  $j+1$  σε μια νέα και ενιαία κατηγορία με όρια  $(t_j, t_{j+2}]$  και υπολογίζεται το  $F_j^* = \frac{N_j + N_{j+1}}{T_j + T_{j+1}} = \frac{N_j^*}{T_j^*}$ . Δηλαδή εξαλείφεται το ποσό  $t_{j+1}$  ενσωματώνοντας τις απαντήσεις της συγκεκριμένης κατηγορίας στο ποσό  $t_j$ .
5. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι οι κατηγορίες να διαμορφώνουν μια μονοτονικά αύξουσα αθροιστική συνάρτηση πυκνότητας (CDF).
6. Ορίζεται  $F_{M+1}^* = 1$ .
7. Υπολογίζεται η συνάρτηση πυκνότητας-πιθανότητας (PDF) ως η βαθμιαία διαφορά της τελικής CDF:

$$f_j^* = F_j^* - F_{j-1}^*$$

Όταν γίνουν αυτά τα βήματα, διαμορφώνεται ένα σύνολο  $f_j^*, \dots, f_{M+1}^*$  και συναφών  $F_1^*, \dots, F_M^*$  που έχουν την ιδιότητα ότι το ποσοστό των αρνητικών απαντήσεων μεγαλώνει όσο το προτεινόμενο ποσό αυξάνεται.

#### 5.3.4.2. Κατώτερα όρια εκτίμησης της μέσης και διάμεσης τιμής WTP

##### A. Κατώτερο όριο εκτίμησης της διάμεσης τιμής WTP

Η διάμεσος αντιπροσωπεύει την τιμή στην οποία η πιθανότητα να δοθεί απάντηση ‘όχι’ ισούται με 0,5. Δεδομένου ότι ο εκτιμητής Turnbull δίνει μόνο σημειακές εκτιμήσεις σε ένα διακριτό αριθμό σημείων, η διάμεσος μπορεί να καθορίζεται μόνο μέσα σε ένα πεδίο τιμών. Εφόσον τα ποσοστά των αρνητικών απαντήσεων είναι συντηρητικές εκτιμήσεις της κατανομής των σημείων μάζας σε κάθε ποσό, η τιμή για την οποία η συνάρτηση κατανομής περνάει την πιθανότητα 0,5 είναι το κατώτερο όριο του εύρους της διαμέσου WTP. Η επόμενη υψηλότερη τιμή αντιπροσωπεύει το ανώτερο όριο για το εύρος της διάμεσου WTP. Για παράδειγμα, εάν το 30% των ερωτηθέντων λένε ‘όχι’ στα 10 €, και το 55% λέει ‘όχι’ σε 15 €, τότε η διάμεσος WTP βρίσκεται μεταξύ 15 και 20 €.

### B. Κατώτερο όριο εκτίμησης της μέσης τιμής WTP

- 1<sup>η</sup> περίπτωση: Μοναδικό προσφερόμενο ποσό

Για λόγους απλούστευσης, εξετάζεται η περίπτωση στην οποία σε όλα τα άτομα προσφέρεται το ίδιο ποσό  $t$ . Στην περίπτωση αυτή, μια συντηρητική εκτίμηση της αναμενόμενης WTP θα είναι το γινόμενο του προσφερόμενου ποσού επί την πιθανότητα η WTP των ερωτώμενων είναι πάνω από την τιμή:  $t \cdot (1 - F(t))$ .

Όπως επεξηγείται παρακάτω, αυτή είναι μια συντηρητική εκτίμηση. Έστω ότι η γενική έκφραση για την αναμενόμενη τιμή της τυχαίας μεταβλητής WTP, που βρίσκεται μεταξύ 0 και  $U$ , δίνεται από τη σχέση:

$$E(WTP) = \int_0^U W dF_W(W)$$

όπου το  $U$  είναι το ανώτερο όριο στο εύρος τιμών της WTP.

Χωρίζοντας το εύρος τιμών της WTP σε δύο υπο-ομάδες με βάση το προτεινόμενο ποσό  $[0, t)$  και  $[t, U]$ , η αναμενόμενη τιμή της WTP μπορεί να γραφτεί ως εξής:

$$E(WTP) = \int_0^t W dF_W(W) + \int_t^U W dF_W(W)$$

Επειδή το  $F_W(W)$  είναι μια συνάρτηση αθροιστικής κατανομής, η τιμή που λαμβάνει αυξάνεται. Αντικαθιστώντας τη μεταβλητή του ολοκληρώματος από το κατώτερο όριο, προκύπτει ως αποτέλεσμα μια εκτίμηση μικρότερη ή ίση της  $E(WTP)$ :

$$E(WTP) \geq \int_0^t 0 dF_W(W) + \int_t^U t dF_W(W) = t \cdot (1 - F_W(t))$$

Η ισότητα ισχύει υπό την παραδοχή ότι  $F_W(U)=1$ .

Η παραπάνω συνάρτηση περιγράφει ότι η αναμενόμενη WTP είναι τουλάχιστον όσο μεγάλο είναι το προτεινόμενο ποσό πολλαπλασιασμένο με την πιθανότητα να δοθεί απάντηση ‘ναι’ στο προτεινόμενο ποσό. Για παράδειγμα, αν το προτεινόμενο ποσό είναι 10€ και η πιθανότητα μιας απάντησης ‘ναι’ στο ποσό αυτό βάσει των απαντήσεων του δείγματος είναι 0,25, τότε η αναμενόμενη WTP πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,5€.

Σε αυτή τη βάση, μπορεί να προσδιοριστεί αυτό το κατώτερο όριο της αναμενόμενης WTP ως:

$$E_{LB}(WTP) = t \cdot (1 - F_W(t))$$

Αντικαθιστώντας στον τύπο του εκτιμητή Turnbull για  $F_W(t)$ , λαμβάνεται μια συντηρητική εκτίμηση του κατώτερου ορίου της αναμενόμενης WTP:

$$E_{LB}(WTP) = t \cdot \frac{Y}{T}$$

- 2<sup>η</sup> περίπτωση: Πολλαπλά προσφερόμενα ποσά

Με παρόμοια διαδικασία που αναπτύχθηκε από τους Carson et al. (1994) μπορεί να προσδιοριστεί το κατώτερο όριο της μέσης WTP όταν προτείνονται στους ερωτώμενους πολλαπλά ποσά  $M^*$  (με ‘\*’ συμβολίζονται οι παράμετροι των «ενοποιημένων» ομάδων του δείγματος, ώστε να ισχύει η μονοτονικότητα της αθροιστικής συνάρτησης).

Δεδομένης της συνάρτησης  $E(WTP) = \int_0^U W dF_W(W)$ , όπου το  $U$  είναι η ανώτερη τιμή που μπορεί να πάρει η WTP, το εύρος τιμών της WTP μπορεί να χωριστεί σε  $M^*+1$  υποσύνολα:  $\{0 - t_1, t_1 - t_2, \dots, t_M - U\}$ . Χρησιμοποιώντας αυτά τα όρια, η αναμενόμενη WTP μπορεί να γραφεί ως ακολούθως:

$$E(WTP) = \sum_{j=0}^{M^*} \left[ \int_{t_j}^{t_{j+1}} W dF_W(W) \right]$$

όπου  $t_0=0$  και  $t_{M+1}=U$ .



Επειδή η  $F_W(W)$  είναι μια αυξανόμενη συνάρτηση, ισχύει ότι  $\int_{t_j}^{t_{j+1}} W dF_W(W) \geq \int_{t_j}^{t_{j+1}} t_j dF_W(W)$ . Επομένως, η συνάρτηση  $E(WTP)$  μπορεί να γραφεί

ως:

$$E(WTP) \geq \sum_{j=0}^{M^*} t_j [F_W(t_{j+1}) - F_W(t_j)]$$

όπου χρησιμοποιείται το  $\int_{t_j}^{t_{j+1}} W dF_W(W) = t_j [F_W(t_{j+1}) - F_W(t_j)]$ .

Για τον υπολογισμό του αθροίσματος απαιτείται να οριστούν τα αποτελέσματα:  $F_W(0) = 0$  και  $F_W(U) = 1$ . Αντικαθιστώντας με  $F_W(t_j)$  και απλοποιώντας έτσι ώστε  $F_W(t_j) = F_j^*$ , μια ασφαλής εκτίμηση του κατώτερου ορίου της μέσης WTP δίνεται από τη συνάρτηση:

$$E_{LB}(WTP) = \sum_{j=0}^{M^*} t_j (F_{j+1}^* - F_j^*)$$

όπου  $F_j^* = \frac{N_j^*}{T_j^*}$ ,  $F_0^* = 0$  και  $F_{M^*+1}^* = 1$ .

Αυτό το κατώτερο όριο της εκτιμώμενης WTP μπορεί να έχει μια διαισθητική ερμηνεία. Πολλαπλασιάζοντας κάθε προτεινόμενο ποσό με την πιθανότητα ότι η WTP βρίσκεται μεταξύ του ποσού αυτού και του αμέσως μεγαλύτερου, λαμβάνεται μια ελάχιστη (κι επομένως συντηρητική) εκτίμηση της WTP, ορίζοντας ότι τα εκτιμώμενα ποσοστά του δείγματος έχουν WTP ίση ή μικρότερη αυτών των δύο ποσών. Αυτή η εκτίμηση είναι αποδεκτή γιατί προσφέρει ένα συντηρητικό κατώτερο όριο της WTP για όλες τις μη-αρνητικές κατανομές της WTP, ανεξάρτητα από την πραγματική κατανομή. Παρόλο που η πραγματική κατανομή της WTP είναι άγνωστη, η  $E_{LB}(WTP)$  ορίζει πάντα το κάτω όριο της αναμενόμενης μέσης WTP εφόσον η πραγματική κατανομή προσδιορίζεται μόνο στο μη-αρνητικό εύρος. Στην πράξη, η  $E_{LB}(WTP)$  αντιπροσωπεύει τη μικρότερη αναμενόμενη μέση WTP για όλες τις κατανομές από το 0 στο άπειρο.

Χρησιμοποιώντας μια παρόμοια διαδικασία, ο προσδιορισμός του ανώτερου ορίου της WTP γίνεται:  $E_{UB}(WTP) = \sum_{j=0}^{M^*} t_{j+1}^* (F_{j+1}^* - F_j^*)$ . Ωστόσο, το πρόβλημα εδώ βρίσκεται στον προσδιορισμό του  $t_{M^*+1}^*$ . Αφού το  $p_{M^*}$  είναι το ανώτερο προτεινόμενο ποσό είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί το ανώτερο όριο του εύρους τιμών της WTP χρησιμοποιώντας μια συγκεκριμένη γι' αυτό το σκοπό μέθοδο.

Ένα πλεονέκτημα της εκτίμησης του κατώτερου ορίου της WTP είναι η κατανομή του εκτιμητή. Αφού τα  $f_j^*$  είναι ομαλά και τα  $t_j$  διορθωμένα, η  $E_{LB}(WTP)$  είναι επίσης ομαλή.

Σε αυτή τη βάση μπορεί να υπολογιστεί η διασπορά της εκτίμησης. Ξαναγράφοντας τα αναμενόμενα κατώτερα όρια με όρους εκτιμήσεων μάζας πιθανότητας:

$$E_{LB}(WTP) = \sum_{j=0}^{M^*} t_j \cdot f_{j+1}^*$$

Η διασπορά της εκτίμησης κατώτερου ορίου είναι:

$$V(E_{LB}(WTP)) = \sum_{j=0}^{M^*} t_j^2 V(f_{j+1}^*) + \sum_{i=1}^{M^*} \sum_{j=1}^{M^*} t_j t_i \text{cov}(f_{j+1}^*, f_{i+1}^*)$$

Υπενθυμίζεται ότι  $V(f_j^*) = V(F_j^*) + V(F_{j-1}^*)$  και

$$\text{cov}(f_i^*, f_j^*) = \begin{cases} -V(F_i^*) & j-1 = i \\ -V(F_j^*) & i-1 = j \\ 0 & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

Η διαφορά της εκτίμησης του αναμενόμενου κατώτερου ορίου απλοποιείται σε:

$$\begin{aligned} V(E_{LB}(WTP)) &= \sum_{j=1}^{M^*} \frac{F_j^*(1-F_j^*)}{t_j^*} (t_j - t_{j-1})^2 \\ &= \sum_{j=1}^{M^*} V(F_j^*) (t_j - t_{j-1})^2 \end{aligned}$$

Η διασπορά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έλεγχο στατιστικών υποθέσεων και εκτίμηση διαστήματα με επίπεδα εμπιστοσύνης για το  $E_{LB}(WTP)$ . Επειδή η  $E_{LB}(WTP)$  είναι μια

γραμμική συνάρτηση της ασυμπτωτικής κανονικής συνάρτησης μέγιστης πιθανοφάνειας των εκτιμήσεων  $f_j^*$ , η  $E_{LB}(WTP)$  θα είναι κανονικά κατανοημένη, με τη μέση τιμή να προσδιορίζεται από την εξίσωση  $E_{LB}(WTP) = \sum_{j=0}^{M^*} t_j (F_{j+1}^* - F_j^*)$  και τη διασπορά από την εξίσωση  $V(E_{LB}(WTP)) = \sum_{j=1}^{M^*} \frac{F_j^*(1-F_j^*)}{T_j^*} (t_j - t_{j-1})^2$ , δηλαδή:

$$E_{LB}(WTP) \sim N \left( \sum_{j=0}^{M^*} t_j (F_{j+1}^* - F_j^*), \sum_{j=1}^{M^*} \frac{F_j^*(1-F_j^*)}{T_j^*} (t_j - t_{j-1})^2 \right)$$

Γ. Διαδικασία για τον υπολογισμό του κατώτερου ορίου WTP όταν υπάρχουν πολλά προτεινόμενα ποσά

1. Υπολογίζεται το ποσοστό των απαντήσεων 'όχι' σε κάθε προτεινόμενο ποσό διαιρώντας τον αριθμό των αρνητικών απαντήσεων στο ποσό X με το συνολικό αριθμό των ερωτηθέντων στους οποίους προτάθηκε το ποσό X. Αυτό ορίζεται ως  $F_j^*$ . Γίνεται ομαδοποίηση αν αυτό είναι απαραίτητο. Υπενθυμίζεται ότι  $F_0^* = 0$  και  $F_{M^*+1}^* = 1$ . Έτσι παρουσιάζονται συνεπείς εκτιμήσεις της πιθανότητας αρνητικής απάντησης για κάθε προτεινόμενο ποσό.
2. Υπολογίζεται το  $f_{j+1}^* = F_{j+1}^* - F_j^*$  για κάθε προτεινόμενο ποσό. Έτσι παρουσιάζονται συνεπείς εκτιμήσεις ότι η WTP παίρνει τιμές μεταξύ  $j$  και  $j+1$ . Για να υπολογιστεί η πιθανότητα να είναι η WTP μεταξύ του υψηλότερου προτεινόμενου ποσού ( $t_M$ ) και του ανώτερου ορίου ( $t_{M+1}$ ), ορίζεται η  $F_{M^*+1}^* = 1$ . Αυτό σημαίνει ότι κανένας ερωτώμενος δεν έχει WTP μεγαλύτερη από το ανώτερο όριο.
3. Πολλαπλασιάζεται κάθε προτεινόμενο ποσό ( $t_j$ ) με την πιθανότητα να παίρνει η WTP τιμές μεταξύ του ποσού αυτού και του αμέσως υψηλότερου ( $t_{j+1}$ ) από το βήμα 2. Δεν χρειάζεται να γίνει αυτός ο υπολογισμός για το διάστημα  $0-t_1$  αφού συνεπάγεται ότι το αποτέλεσμα θα είναι 0.
4. Αθροίζονται οι τιμές από το βήμα 3 για να ληφθεί μια εκτίμηση του κατώτερου ορίου της WTP:  $E_{LB}(WTP) = \sum_{j=0}^{M^*} t_j (F_{j+1}^* - F_j^*)$ .

5. Υπολογίζεται η διασπορά του κατώτερου ορίου:

$$V(E_{LB}(WTP)) = \sum_{j=1}^{M^*} \frac{F_j^*(1 - F_j^*)}{T_j^*} (t_j - t_{j-1})^2$$

#### 5.3.4.3 Εκτίμηση μη-παραμετρικής μέσης τιμής WTP μέσω παρεμβολής

Η εκτίμηση κατώτερου ορίου ορίζει ότι η μεγαλύτερη συγκέντρωση των σημείων κατανομής παρατηρείται στο κατώτερο όριο του εύρους τιμών για κάθε σημείο συγκέντρωσης. Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που αξιοποιούν την κατανομή των ενδιάμεσων σημείων, με την πιο απλή από αυτές να είναι η γραμμική παρεμβολή μεταξύ των δύο ορίων του διαστήματος, η οποία χρησιμοποιήθηκε από τον Kriström (1990). Με βάση αυτή την προσέγγιση, αντί να οριστεί το σημείο συγκέντρωσης στο κατώτερο όριο του εύρους τιμών, μπορεί να οριστεί μια τμηματική - γραμμική συνάρτηση κατανομής μεταξύ των σημείων-ποσών. Έτσι ο υπολογισμός της περιοχής κάτω από τη συνάρτηση επιβίωσης (survival function) γίνεται με γεωμετρική προσέγγιση. Η συνάρτηση επιβίωσης μεταξύ δυο οποιωνδήποτε ποσών  $t_j$  και  $t_{j+1}$  σχηματίζει ένα τραπέζιο με εμβαδόν:

$$\begin{aligned} \int_{t_j}^{t_{j+1}} (1 - F_w(w)) dw &= (1 - F_{j+1}^*)(t_{j+1} - t_j) + \frac{(F_{j+1}^* - F_j^*)}{2} (t_{j+1} - t_j) \\ &= (t_{j+1} - t_j) \left(1 - \frac{(F_j^* + F_{j+1}^*)}{2}\right) \end{aligned}$$

Το δεξιό τμήμα της παραπάνω εξίσωσης δείχνει ότι η εκτίμηση της αναμενόμενης μέσης WTP με την τμηματική-γραμμική συνάρτηση ορίζει ότι η WTP κατανέμεται ομοιόμορφα μεταξύ ποσών με πιθανότητα για θετική απάντηση ίση με το μέσο σημείο των εκτιμούμενων πιθανοτήτων στα δύο ποσά. Για παράδειγμα, αν το 25% απαντήσει 'ναι' στα 5€ και το 20% απαντήσει 'ναι' στα 10€ τότε η πιθανότητα ότι η WTP είναι μικρότερη για κάθε τιμή μεταξύ 5€ και 10€, είναι 22,5%.

Προσθέτοντας όλα τα προτεινόμενα ποσά προκύπτει η εκτίμηση της αναμενόμενης μέσης WTP:

$$E(WTP) = \sum_{j=0}^M \int_{t_j}^{t_{j+1}} (1 - F_w(w)) dw = \sum_{j=0}^M (t_{j+1} - t_j) \left(1 - \frac{(F_j^* + F_{j+1}^*)}{2}\right)$$

Δύο προβλήματα προκύπτουν στον υπολογισμό της αναμενόμενης WTP κατ' αυτό τον τρόπο. Οι τιμές  $t_0 = 0$  και  $t_{M+1} =$  το ανώτερο όριο της WTP, δεν αποτελούν προτεινόμενα ποσά, οπότε δεν μπορούν να οριστεί η συνάρτηση επιβίωσης σε αυτά τα σημεία. Αν υποτεθεί ότι η WTP λαμβάνει μη αρνητικές τιμές, τότε η συνάρτηση επιβίωσης στο σημείο 0 λαμβάνει τιμή ίση με 1. Εκτός αν υπάρχουν στοιχεία ότι η WTP μπορεί να είναι μικρότερη από μηδέν, είναι λογικό ότι η πιθανότητα η WTP να είναι μικρότερη από 0, είναι μηδενική. Επίσης, εξ ορισμού, η συνάρτηση κατανομής μπορεί να οριστεί μηδενική στο ανώτερο όριο της WTP. Ωστόσο, κάθε υπόθεση των άνω ορίων της WTP θα είναι αυθαίρετη, εκτός και εάν προτείνονται ποσά τέτοια ώστε όλοι οι ερωτώμενοι να απαντούν 'όχι' στην υψηλότερη τιμή.

Από το διαφορισμό της παραπάνω εξίσωσης ως προς το  $t_{M+1}^*$  προκύπτει η οριακή μεταβολή της αναμενόμενης WTP για κάθε € αύξηση στο άνω όριο:

$$\frac{\partial E(WTP)}{\partial t_{M+1}^*} = \frac{1 - F_M^*}{2}$$

Σύμφωνα με την παραπάνω εξίσωση, όταν το αυθαίρετο άνω όριο αυξάνει τότε αυξάνει και η εκτιμώμενη WTP.

#### 5.3.4.4 Παραμετρική εκτίμηση της WTP

Η παραμετρική εκτίμηση αποσκοπεί στη διερεύνηση της προθυμίας πληρωμής στη βάση των δημογραφικών και άλλων χαρακτηριστικών των ερωτώμενων. Σε αυτή τη βάση, η WTP αποτελεί εκείνο το τμήμα του εισοδήματος του ερωτώμενου, το οποίο αν καταβληθεί για την εφαρμογή του προτεινόμενου σχεδίου, καθιστά τον ερωτώμενο 'αδιάφορο' από πλευράς ευημερίας μεταξύ της υφιστάμενης κατάστασης ( $u_0$ ) και της τελικής ( $u_{01}$ ):

$$u_1(y_j - WTP(y_j, z_j, \varepsilon_j), z_j) + \varepsilon_{1j} = u_0(y_j, z_j) + \varepsilon_{0j}$$

Επιλύοντας την παραπάνω εξίσωση ως προς την WTP, προκύπτει ότι η WTP είναι συνάρτηση του εισοδήματος ( $y_j$ ), των δημογραφικών και λοιπών χαρακτηριστικών του

ερωτώμενου ( $\mathbf{z}_j$ ) και των μη παρατηρούμενων τυχαίων επιλογών (για τις οποίες γενικά ισχύει  $\varepsilon_j = f(\varepsilon_{1j}, \varepsilon_{0j})$ ). Συνεπώς, ο ερωτώμενος θα απαντήσει θετικά στο προσφερόμενο ποσό όταν η πραγματική προθυμία πληρωμής του είναι μεγαλύτερη από το ποσό:

$$WTP(y_j, \mathbf{z}_j, \varepsilon_j) > t_j$$

Εφόσον ισχύει η παραπάνω σχέση τότε:

$$u_1(y_j - t_j, \mathbf{z}_j) + \varepsilon_{1j} > u_0(y_j, \mathbf{z}_j) + \varepsilon_{0j}$$

Επομένως, χρησιμοποιώντας σχέσεις πιθανότητας προκύπτει:

$$\Pr[WTP(y_j, \mathbf{z}_j, \varepsilon_j) > t_j] =$$

$$\Pr [u_1(y_j - t_j, \mathbf{z}_j) + \varepsilon_{1j} > u_0(y_j, \mathbf{z}_j) + \varepsilon_{0j}]$$

Θεωρώντας ότι η σχέση μεταξύ της προθυμίας πληρωμής και του εισοδήματος και των λοιπών παραμέτρων που την επηρεάζουν είναι γραμμική προκύπτει η ακόλουθη εξίσωση, στην οποία συμπεριλαμβάνεται και ένας όρος για το στοχαστικό σφάλμα:

$$WTP(\mathbf{z}_j, \eta_j) = \gamma \mathbf{z}_j + \eta_j$$

όπου

$\gamma$  και  $\mathbf{z}_j$  είναι ν-διάστατα διανύσματα των παραμέτρων που σχετίζονται με τον ερωτώμενο j και πρέπει να υπολογιστούν

$\eta_j$  είναι το στοχαστικό σφάλμα, συμμετρικό και κανονικά κατανοημένο με μέση τιμή 0.

Σύμφωνα με το γραμμικό μοντέλο της προθυμίας πληρωμής, η πιθανότητα θετικής απάντησης είναι:

$$\Pr(\text{yes}_j) = \Pr(WTP > t_j) =$$

$$\Pr(\gamma \mathbf{z}_j + \eta_j > t_j) = \Pr(-(\gamma \mathbf{z}_j - t_j) < \eta_j) =$$

$$\Pr((\gamma \mathbf{z}_j - t_j) > \eta_j)$$

Εφόσον το στοχαστικό σφάλμα  $\eta$  είναι κανονικά κατανομημένο με  $N(0, \sigma^2)$  τότε η επίλυση μπορεί αν πραγματοποιηθεί με ένα τυπικό μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης διαιρώντας τα μέλη της εξίσωσης με το  $\sigma$ :

$$\Pr((\gamma z_j - t_j) > \eta_j) = \Pr(\gamma z_j - t_j / \sigma > \theta_j)$$

όπου το  $\theta$  κατανέμεται κανονικά με  $N(0, \sigma^2)$  και οι παράμετροι  $\mathbf{z}$  και  $t$  έχουν συντελεστές παλινδρόμησης  $\gamma/\sigma$  και  $-1/\sigma$ .

Σε αυτή τη βάση η αναμενόμενη WTP δίνεται από τη σχέση:

$$E_{\eta}(WTP|z_j, \gamma) = \gamma z_j$$

Επειδή η παράμετρος  $\gamma$  είναι άγνωστη, μία εκτίμησή της μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας τις παραμέτρους  $\gamma/\sigma$  και  $-1/\sigma$  από το μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης:

$$E_{\eta}(WTP|z_j, \gamma) = \frac{\hat{\gamma}}{\hat{\sigma}} z$$

Εφόσον το στοχαστικό σφάλμα  $\eta$  είναι κανονικά κατανομημένο με  $N(0, \sigma^2)$  η διάμεσος δίνεται από τη σχέση:

$$Median_{\eta}(WTP|z_j, \gamma) = \gamma z_j$$

και με τη χρήση των παραμέτρων  $\gamma/\sigma$  και  $-1/\sigma$ :

$$Median_{\eta}(WTP|z_j, \gamma) = \frac{\hat{\gamma}}{\hat{\sigma}} z$$

#### 5.3.4.5 Αποτελέσματα παραμετρικής και μη παραμετρικής ανάλυσης

##### A. Μη παραμετρική εκτίμηση

Η μη παραμετρική εκτίμηση των κεντρικών ροπών της προθυμίας πληρωμής των κατοίκων του Λεκανοπεδίου πραγματοποιήθηκε και με τις δύο προσεγγίσεις, ήτοι με τον υπολογισμό ενός κατώτερου συντηρητικού ορίου μέσης τιμής και διαμέσου και με τον υπολογισμό μιας μέσης τιμής με παρεμβολή.

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίν. 5.3) παρατίθενται οι εκτιμήσεις των παραμέτρων Turnbull για το συνολικό δείγμα. Επειδή η αρχή της μονοτονικότητας παραβιάζεται μεταξύ των προσφερόμενων ποσών των 10 € και 20 €, σύμφωνα με την υπολογιστική διαδικασία η ομάδα των απαντήσεων στα 20 € ενσωματώνεται στο μικρότερο ποσό.

Πίνακας 5.3: Εκτιμήσεις παραμέτρων Turnbull για το σύνολο του δείγματος

$t_j$	$N_j$	$T_j$	$F_j$	$F_j^*$	$f_j^*$
10	37	100	0,3700	0,365	0,3650
20	36	100	0,3600	-	-
50	51	100	0,5100	0,5100	0,1450
100	60	100	0,6000	0,6000	0,0900
100+	-	-	1	1	0,4000

Με βάση τα δεδομένα του πίνακα, η εκτίμηση της κατώτερης μέσης τιμής υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$E_{LB}(WTP) = 0,365*0 + 0,145*10 + 0,009*50 + 0,4*100 = 45,95 \text{ €}$$

Όσον αφορά στη διάμεσο κυμαίνεται, με βάση τα ποσοστά της στήλης  $F_j$ , μεταξύ 20 € και 50 €.

Τέλος, η αναμενόμενη μέση τιμή χρησιμοποιώντας την προσέγγιση της παρεμβολής, υπολογίζεται ως εξής:

$$\begin{aligned} E(WTP) &= (10 - 0) * \left(1 - \frac{0 + 0,365}{2}\right) + (50 - 10) * \left(1 - \frac{(0,365 + 0,51)}{2}\right) \\ &+ (100 - 50) * \left(1 - \frac{(0,51 + 0,60)}{2}\right) + (120 - 100) * \left(1 - \frac{(1 + 0,60)}{2}\right) \\ &= 56,9 \text{ €} \end{aligned}$$

Για να καταστεί εφικτός ο υπολογισμός, υιοθετήθηκε αυθαίρετα ένα ανώτατο ποσό πληρωμής ίσο προς 120 € (20% επιπλέον του μέγιστου ποσού που προσφέρθηκε στο πλαίσιο της έρευνας). Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, αν το ανώτερο ποσό αυξηθεί τότε θα αυξηθεί και η εκτιμώμενη WTP. Για παράδειγμα, αν το ανώτερο ποσό τεθεί ίσο προς 150 €, η αναμενόμενη WTP εκτιμάται σε 62,9 €, αυξάνεται δηλαδή κατά 6 €.



### B. Παραμετρική εκτίμηση

Η παραμετρική εκτίμηση της WTP πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια μοντέλου logit:

$$\text{logit}(p_i) = \ln\left(\frac{p_i}{1-p_i}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{1,i} + \beta_2 x_{2,i} + \dots + \beta_k x_{k,i}$$

Το αριστερό μέρος περιέχει τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (1 και 0) με τη μορφή του λογαρίθμου των εκβάσεων και εκφράζει την πιθανότητα να συμβεί το γεγονός που έχει ορισθεί ως επιτυχία του πειράματος (συνεισφορά χρημάτων στον φορέα για το συγκεκριμένο ύψος προσφοράς). Το δεξί μέρος της εξίσωσης δημιουργείται από ένα γραμμικό συνδυασμό των ανεξάρτητων μεταβλητών που συμμετέχουν στο μοντέλο παλινδρόμησης.

Οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξίσωση παλινδρόμησης εκτιμούνται με βάση τη μέθοδο μεγίστης πιθανοφάνειας. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, η τιμή των συντελεστών των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι αυτή που κάνει τις παρατηρηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής πιο πιθανές, βάσει του συνόλου (set) των ανεξαρτήτων μεταβλητών.

Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης δίνονται στον Πίν. 5.4, ενώ στον Πίν. 5.5 δίνονται οι μέσες τιμές των μεταβλητών, με βάση τις οποίες γίνεται η εκτίμηση της μέσης τιμής από τον ακόλουθο τύπο:

$$E_{\eta}(WTP|z_j, \gamma) = \frac{\left(\frac{\hat{\gamma}}{\hat{\sigma}}\right)}{\left(\frac{\hat{1}}{\hat{\sigma}}\right)} z$$

Πίνακας 5.4: Εκτίμηση παραμέτρων μοντέλου logit

		Εκτίμηση	Sig.
Προτεινόμενο ποσό	$-1/\sigma$	-,012	,000
Μέγεθος προβλήματος	$\beta_1/\sigma$	1,520	,001
Σχέση με Ασωπό	$\beta_2/\sigma$	,518	,066
Συνολικό εισόδημα ενήλικων μελών οικογένειας	$\beta_3/\sigma$	,124	,008
Ηλικιακή κλάση	$\beta_4/\sigma$	-,265	,001
Συμβολή πολιτών	$\beta_5/\sigma$	,302	,071
Σταθερά	$\beta_0/\sigma$	-2,662	,009
n=400 Nagelkerke R <sup>2</sup> =0,174 -2LL=496,213			

Πίνακας 5.5: Μέσες τιμές των παραμέτρων του παλινδρομικού μοντέλου

Μεταβλητή	Μέση τιμή
Προτεινόμενο ποσό	45,00
Μέγεθος προβλήματος	1,92
Σχέση με Ασωπό	,19
Συνολικό εισόδημα ενήλικων μελών οικογένειας	4,73
Ηλικιακή κλάση	2,6850
Συμβολή πολιτών	1,53

Στη βάση των αποτελεσμάτων της παραμετρικής ανάλυσης, η μέση αναμενόμενη WTP εκτιμάται σε 58,01 €.

Όπως παρατηρείται από τα πρόσημα των μεταβλητών του μοντέλου, η προθυμία πληρωμής μειώνεται όταν αυξάνεται το προσφερόμενο ποσό και η ηλικιακή κλάση του ερωτώμενου. Αντιθέτως, η προθυμία πληρωμής είναι πιο πιθανή όταν ο ερωτώμενος έχει

κάποια σχέση με την περιοχή του Ασωπού, πιστεύει ότι το πρόβλημα είναι σημαντικό, θεωρεί ότι η συμμετοχή των πολιτών μπορεί να συμβάλει στη λύση του προβλήματος και ανήκει σε ομάδα με υψηλότερο εισόδημα.

### 5.3.5. Συνολική οικονομική αξία

Στην προηγούμενη ενότητα υπολογίστηκε η μέση προθυμία πληρωμής των νοικοκυριών με μη παραμετρικές και παραμετρικές εκτιμήσεις. Λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των νοικοκυριών που διαβιούν στην Αττική (1.323.862) βάσει των στοιχείων της τελευταίας Απογραφής Πληθυσμού της ΕΛΣΤΑΤ (2001) και τις εκτιμήσεις της προθυμίας πληρωμής των νοικοκυριών για την αντιμετώπιση του προβλήματος, μπορεί να υπολογιστεί η ετήσια οικονομική ζημιά της ρύπανσης των υπόγειων νερών της περιοχής του Ασωπού, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα (Πιν.5.6).

Πίνακας 5.6: Ετήσια οικονομική αξία

Μέθοδος εκτίμησης	Μέση WTP ανά νοικοκυριό κι έτος (€)	Ετήσια αθροιστική αξία (€)
Μη-παραμετρική εκτίμηση - κάτω όριο	46,0	60.900.000
Μη-παραμετρική εκτίμηση - παρεμβολή	56,9	75.300.000
Παραμετρική εκτίμηση	58,0	76.800.000

Δεδομένου ότι η εθελοντική εισφορά θα πραγματοποιείται, σύμφωνα με το υποθετικό σενάριο, για μια περίοδο 10 ετών, προκειμένου να εκτιμηθεί η συνολική αξία υπολογίζεται η παρούσα αξία των ετήσιων εθελοντικών εισφορών, με πραγματικό επιτόκιο 5%. Τα αποτελέσματα δίνονται στον επόμενο πίνακα (Πιν. 5.7).

Πίνακας 5.7: Συνολική αξία της προθυμίας πληρωμής σε όρους παρούσας αξίας

Μέθοδος εκτίμησης	Συνολική (παρούσα) αξία σε (€)
Μη-παραμετρική εκτίμηση - κάτω όριο	470.300.000
Μη-παραμετρική εκτίμηση - παρεμβολή	581.400.000
Παραμετρική εκτίμηση	593.000.000

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης, η οικονομική ζημιά των υπόγειων νερών του Ασωπού, όπως αντανακλάται μέσα από την προθυμία πληρωμής των κατοίκων του Λεκανοπεδίου για την αποκατάσταση του προβλήματος, κυμαίνεται μεταξύ 470 – 590 εκατ. €, σε όρους παρούσας αξίας.

Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι σχεδόν το σύνολο της αξίας αυτής αφορά σε αξίες μη-χρήσης, βάσει των απαντήσεων που δόθηκαν στη σχετική ερώτηση (Ερώτ. 15), δεδομένου ότι μόνο το 6,5% των ερωτώμενων που δέχονται να συνεισφέρουν δήλωσαν ότι το κάνουν γιατί θέλουν να χρησιμοποιήσουν τα νερά της περιοχής (το σύνολο των απαντήσεων αυτών δόθηκαν από ερωτώμενους που ανέφεραν ότι έχουν κάποια σχέση με την περιοχή του Ασωπού και αποτελούσαν το 28% του συγκεκριμένης υποομάδας του δείγματος).

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μετά από δεκαετίες ανεξέλεγκτης απόρριψης βιομηχανικών λυμάτων και αποβλήτων στον Ασωπό ποταμό και στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες της περιοχής, αποκαλύφθηκε το 2007 η πραγματική έκταση του προβλήματος. Οι υψηλές συγκεντρώσεις επικίνδυνων στοιχείων για την ανθρώπινη υγεία και το οικοσύστημα, όπως το εξασθενές χρώμιο, κατέστησαν τα υπόγεια νερά της λεκάνης του Ασωπού ακατάλληλα για ύδρευση και άλλες χρήσεις, ενώ πρόσφατες επιδημιολογικές έρευνες φαίνεται να συσχετίζουν την ποιότητα των νερών με δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων της περιοχής.

Από το 2004, και κυρίως μετά την αποκάλυψη του προβλήματος το 2007, η Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Περιβάλλοντος (ΕΥΕΠ) προχώρησε σε αυτοψίες και ελέγχους των δραστηριοτήτων της περιοχής του Ασωπού και διαπίστωσε διάφορες παραβάσεις. Το συνολικό ύψος των προστίμων που εισηγήθηκε η ΕΥΕΠ (μέχρι το 2008) ανέρχεται σε 3,6 εκατ. € περίπου, ενώ είναι χαρακτηριστικό ότι μόνο το κόστος κατασκευής νέου αγωγού για την τροφοδοσία του Ωρωπού από τις πηγές της Μαυροσουβάλας, λόγω της κατάργησης των υδρογεωτρήσεων του Χαλκουτσίου, ανήλθε σε 9,5 εκατ. € περίπου. Η πραγματική οικονομική διάσταση της περιβαλλοντικής ζημιάς που έχει υποστεί η περιοχή, στο πνεύμα της Οδηγίας 2004/35/ΕΚ περί Περιβαλλοντικής Ευθύνης (η οποία ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία με το Π.Δ. 148/2009), παραμένει ένα αναπάντητο και κρίσιμο ερώτημα, δεδομένου ότι με την εφαρμογή της εν λόγω νομοθεσίας το κόστος της ζημιάς θα πρέπει να βαρύνει τους υπευθύνους της ρύπανσης.

Υπό αυτό το πρίσμα, αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας αποτέλεσε η εκτίμηση της οικονομικής ζημιάς της ρύπανσης των υπογείων νερών της λεκάνης του Ασωπού ποταμού. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε μια μέθοδος του επιστημονικού κλάδου της Περιβαλλοντικής Οικονομίας, η μέθοδος Υποθετικής ή Εξαρτημένης Αξιολόγησης. Ο εν λόγω επιστημονικός κλάδος αναπτύσσεται συστηματικά τις τελευταίες δεκαετίες, επιχειρώντας να συμβάλει στην ορθότερη διαχείριση των αγαθών και υπηρεσιών του περιβάλλοντος μέσα από την ανάδειξη της λανθάνουσας οικονομικής τους διάστασης.

Στην παρούσα έρευνα, η εκτίμηση της οικονομικής ζημιάς της ρύπανσης των υπόγειων νερών στηρίχθηκε στην προθυμία των νοικοκυριών του Λεκανοπεδίου Αττικής να συνεισφέρουν οικονομικά, σε εθελοντική βάση, στη δημιουργία ενός φορέα, ο οποίος θα

έχει ως αντικείμενο το σχεδιασμό και την υλοποίηση δράσεων αποκατάστασης του υδροφόρου ορίζοντα, σε ένα χρονικό ορίζοντα 10 ετών.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αναδεικνύουν ότι υπάρχει μια σημαντική λανθάνουσα οικονομική αξία, καθώς τα νοικοκυριά προτίθενται, με βάση τη συντηρητική μέση τιμή, να προσφέρουν ετησίως ένα ποσό της τάξης των 45 € περίπου για την υποστήριξη του φορέα. Λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των νοικοκυριών της περιοχής μελέτης, η ετήσια αθροιστική αξία κυμαίνεται σε 60 εκατ. € περίπου, ενώ για τη συνολική διάρκεια του συγκεκριμένου σχεδίου δράσης (10 χρόνια), η παρούσα αξία (με πραγματικό επιτόκιο προεξόφλησης 5%) της ετήσιας αυτής πληρωμής κυμαίνεται περί τα 470 εκατ. €.

Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι το ποσό που προσφέρουν οι ερωτώμενοι αφορά κατά βάση σε αξίες μη-χρήσης, αφού οι ερωτώμενοι σε ποσοστό άνω του 80% δηλώνουν ότι δέχονται να συνεισφέρουν χρηματικά προκειμένου να προσφέρουν καθαρό νερό στους κατοίκους της περιοχής, να αποκαταστήσουν το οικοσύστημα ή απλά να προστατέψουν έναν πολύτιμο φυσικό πόρο για τις επόμενες γενιές. Αμιγής αξία χρήσης δηλώνεται μόνο από το 3,5% των ερωτώμενων. Όσον αφορά σε αυτούς που αρνούνται τη συμμετοχή τους στο πρόγραμμα δράσης, ποσοστό άνω του 67,5% εξέφρασαν λόγους που χαρακτηρίζονται ως «αρνήσεις διαμαρτυρίας» (π.χ. «να πληρώσει το Κράτος», «να πληρώσουν οι εταιρείες», κ.ά.).

Το εκτιμώμενο κόστος της περιβαλλοντικής ζημιάς είναι σημαντικά υψηλότερο από το κόστος υποκατάστασης του αγαθού που χάθηκε (πόσιμο νερό). Ωστόσο, η προθυμία πληρωμής αφορά στο σύνολο των υπηρεσιών που προσφέρουν τα υπόγεια νερά και συμπεριλαμβάνει και αξίες μη-χρήσης, π.χ. εξασφάλιση καλής λειτουργίας του οικοσυστήματος. Σε αυτή τη βάση, η εγκυρότητα και αξιοπιστία της εκτιμώμενης αξίας θα πρέπει να αξιολογηθεί στη βάση ενός έργου αποκατάστασης της ποιότητας των υπόγειων νερών στο σύνολό τους, έργο που με βάση τη διεθνή εμπειρία είναι εξαιρετικά χρονοβόρο και δαπανηρό.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Γιαννόπουλος Π., Αναγνωριστική υδρογεωλογική – υδροχημική έρευνα ποιοτικής επιβάρυνσης των υπόγειων νερών της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης του Ασωπού Ν. Βοιωτίας. 2008, Αθήνα, Εκδόσεις ΙΓΜΕ.
- Δημαράς Α., Μαστρογιάννης Φ., Αποτίμηση του κόστους ρύπανσης του Ασωπού ποταμού. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2010, Αθήνα.
- Δούνας Α., Καλλέργης Γ., Μόρφης Α., Παγούνης Μ., Υδρογεωλογική έρευνα λεκάνης μέσου ρου του ποταμού Ασωπού. 1978, Αθήνα, Εκδόσεις ΙΓΜΕ.
- ΕΛ.ΣΤΑΤ., Δημογραφικά δεδομένα περιόδου 1961-2001. Εθνικός κατάλογος χρήσεων γης 2005.
- Ζιώγας Χ., Θεοχάρη Χ., Λειβαδάρος Ρ., Μπούρα Α., Παντελάρας Π., Παπαδοπούλου Μ., Στάμου Α., Το πρόβλημα του Ασωπού ποταμού – προτάσεις αντιμετώπισής του. 2009, Αθήνα, ΤΕΕ.
- Καλιαμπάκος Δ., Δαμίγος Δ., Περιβαλλοντική Οικονομία, Σημειώσεις: Περιβαλλοντικής Οικονομίας, Δ.Π.Μ.Σ του Ε.Μ.Π, Περιβάλλον και Ανάπτυξη.
- Λοιζίδου Μ., Σπανός Ι, Λαγούδη Α., Γεωργιοπούλου Μ., 1997. Προκαταρκτική έρευνα για το έργο «Ίδρυση και λειτουργία κεντρικής μονάδας επεξεργασίας βιομηχανικών αποβλήτων της περιοχής του Ασωπού και αστικών λυμάτων Αυλώνα». Ε.Μ.Π., Τμήμα Χημικών Μηχανικών.
- Μασούρα Γ., Ρυπαντική υδροχημεία της λεκάνης του ποταμού Ασωπού Ν. Βοιωτίας. 2008, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μόρφης Α., Υδρογεωλογική Έρευνα καρστικού υδροφόρου Συστήματος ΒΑ Πάρνηθας και ευρύτερης περιοχής Βορείου Αττικής, Διδακτορική Διατριβή υποβληθείσα στο Τμήμα Γεωλογίας του Πανεπιστημίου Πατρών. 1995
- Παπαϊωάννου Μ., Σπανός Ι, Λοιζίδου Μ., Mather J. Μελέτη της ποιότητας του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα στην περιοχή Οινοφύτων Βοιωτίας. Πρακτικά 6ου Διεθνούς Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Τόμος Β΄, 30/8/1999, Πυθαγόρειο Σάμου.

Τσώχος Γ., Χρυσομάλλης Μ., Τσανακτσίδης Δ., Οικονομική αποτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων οδικών μεταφορών. Βόλος, 2005, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας.

Χατούπης Θ., Φουντούλης Α., 2004. Νεοτεκτονική παραμόρφωση της Βόρειας Πάρνηθας. Δελτίο Ε.Γ.Ε, Τόμος XXXVI, Απρίλιος 2004, Πρακτικά 10ου Συνεδρίου Θεσ/κης.

Javeau C. (1996), Η έρευνα με το ερωτηματολόγιο, το εγχειρίδιο του καλού ερευνητή, Αθήνα, εκδ. Τυπωθήτω.

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Abdalla C.W. (1990). Measuring Economic Losses from Groundwater Contamination: an Investigation of Household Avoidance Costs. Pennsylvania.

Aulong S., Rinaudo J-D., Assessing the benefits of different groundwater protection levels: results and lessons learnt from a contingent valuation survey in the Upper Rhine valley aquifer. 2008, France.

Australian Government, Dept. Of the Environment and Water Resources: "Chromium (VI) compounds fact sheet".

Babbie E.: Survey research methods. 1990, Wadsworth, Belmont.

Bishop, R.C. and Heberlein, T.A. (1979). Measuring values of extra-market goods: Are indirect measures biased? American Journal of Agricultural Economics, 61, pp. 926-930.

Boyle, K. and Bergstrom, J. (1999). Doubt, doubts and doubters.. In: Valuing Environmental Preferences: Theory and Practice of the Contingent Valuation method in the US, EU and Developing countries. Bateman, I.J. and Willis, K.G.(eds.), Oxford University Press, New York, pp. 183-206.

Boyle, K.J., Bishop, R.C. (1985). The total value of wildlife resources: conceptual and empirical issues. Invited paper. Association of Environmental and Resource Economists Workshop on Recreation Demand Modeling, Boulder, Colorado, p.13.

Bridgewater LC, Manning FCR, Woo ES, Patierno SR (1994), DNA polymerase arrest by adducted trivalent chromium, Molecular Carcinogenesis, 9:122-133.

Brown University (2007) Chromium 6: A killer compound with an improbable trigger.



- De Flora S, Camoirano A, Bagnasco M, Bennicelli C, Corbett GE, Kerger BD (1997). Estimates of the chromium(VI) reducing capacity in human body compartments as a mechanism for attenuating its potential toxicity and carcinogenicity, *Carcinogenesis*, 18:531-537.
- Delavan W.A., Epp D., Valuing the Benefits of Protecting Groundwater from Nitrate Contamination in Southeastern Pennsylvania, 2001, SE. Pennsylvania
- Environmental Health Perspectives: "Focus: Reflections on Hexavalent Chromium" (2000)
- Fan AM, Harding-Barlow J, (1987). Chromium", in "Genotoxic and carcinogenic metals. Environmental and occupational occurrence exposure. Advances in modern environmental toxicology", Vol. XI. eds. Fishbein et al., Princetown, Princetown Scientific Publishing, 87-125.
- Hasler B., Lundhede T., Martinsen L, Valuation of Benefits from Groundwater Protection and Purification by Choice Experiment. 2005, Bremen.
- INCHEM, International Programme on Chemical Safety: "ENVIRONMENTAL HEALTH CRITERIA 61: CHROMIUM" (1988)
- IPCS, WHO, Metals and their compounds in the environment: occurrence, analysis and biological relevance, VCH, Weinheim, 1988, Germany.
- Kula, E. (1994). Economics of Natural Resources, the Environment and Policies. Chapman and Hall, London, U.K.
- Meybeck, M., Chapman, D., Helmer, R., (1989) Global fresh water quality: a first assessment. Blackwell Reference., Oxford.
- Molyneux MJ, Davies MJ (1995). Direct evidence for hydroxyl radical-induced damage to nucleic acids by chromium (VI)-derived species: implications for chromium carcinogenesis, *Carcinogenesis*, 16:875-882.
- Press J., Söderqvist T. (1998). Estimating the Benefits of Groundwater Protection: a Contingent Valuation Study in Milan.
- Rinaudo D. J., Economic assessment of groundwater protection: groundwater restoration in the potash mining fields of Alsace. 2003, France.

- Schuman, H. (1996). The sensitivity of CV outcomes to CV survey methods. In: The Contingent Valuation of Environmental Resources. Bjornstad, D. and Kahn, R. (eds.). Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK, pp. 75-96.
- Shi X, Mao Y, Knapton AD, Ding M, Rojanasakul Y, Gannett PM, Dalal N, Liu K (1994). Reaction of Cr(VI) with ascorbate and hydrogen peroxide generates hydroxyl radicals and causes DNA damage: role of Cr(IV)- mediated Fenton-like reaction", *Carcinogenesis*, 15:2475-2478.
- Stenger A., Willinger M. (1998). Preservation value for groundwater quality in a large aquifer: a contingent-valuation study of the Alsatian aquifer.
- Sun H., Bergstrom J.C., Dorfman J.H. (1992). Estimating the Benefits of Groundwater Contamination Control. Dougherty, Georgia.
- Toussaint B., Martin N., Schelkes, Warda H, Weingran Ch., implications of groundwater rehabilitation on water resources protection and conservation: artificial recharge and water quality improvement in the ESCWA region. 2001, W. Asia.
- Toxicological Profile for Chromium – ATSDR, ΗΠΑ, Σεπτέμβριος 2008.
- Traore N., Amara N., Landry R. (1999). Households' Response to Groundwater Quality Degradation. Québec.
- Tsou TC, Chen CL, Liu TY, Yang JL (1996)). Induction of 8- hydroxydeoxyguanosine in DNA by chromium(III) plus hydrogen peroxide and its prevention by scavengers, *Carcinogenesis*, 17:103-108.
- Voitkun V, Zhitkovich A, Costa M (1998). Cr(III)-mediated crosslinks of glutathione or amino acids to the DNA phosphate backbone are mutagenic in human cells, *Nucleic Acids Research*, 26:2024-2030
- Xu J, Bublely GJ, Detrick B, Blankenship LJ, Patierno SR (1996), Chromium(VI) treatment of normal human lung cells results in guaninespecific DNA polymerase arrest, DNA-DNA cross-links and S-phase blockade of cell cycle", *Carcinogenesis*, 17:1511-1517.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

<http://www.mbgnet.net>

<http://kireas.org>

<http://www.diaamath.gr>

<http://asopossos.wordpress.com>

<http://www.watersave.gr>

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι**

### **Ερωτηματολόγιο έρευνας**

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ-ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗΣ**

**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΠΟΛΙΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΝΕΡΩΝ ΤΗΣ  
ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΑΣΩΠΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ**

Κωδικός ερωτηματολογίου

--	--	--

Τηλέφωνο ερωτώμενου

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ποσό οικονομικής ερώτησης:.....

Καλησπέρα σας, ονομάζομαι..... και είμαι φοιτήτρια στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Κάνω μία έρευνα σχετικά με τη ρύπανση των υπόγειων νερών, με αφορμή το πρόβλημα του Ασωπού, στο πλαίσιο της διπλωματικής μου κι ελπίζω ότι θα αφιερώσετε λίγο χρόνο σας για να απαντήσετε σε ορισμένες ερωτήσεις.

Το ερωτηματολόγιο απευθύνεται σε όλους τους κατοίκους της Αθήνας και η επιλογή σας έγινε τυχαία μέσα από τον τηλεφωνικό κατάλογο. Θα θέλαμε να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου, γιατί η επιτυχία και η ακρίβεια της διπλωματικής μου εξαρτάται από εσάς.

Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων για το χρόνο σας.

1. Έχετε ακούσει ή διαβάσει κάτι σχετικά με τα υπόγεια νερά;

**Ναι**.....

Από πού;

A. Τηλεόραση .....

B. Ραδιόφωνο .....

Γ. Εφημερίδες ή περιοδικά .....

Δ. Φίλους .....

E. Διαδίκτυο .....

ΣΤ. Άλλο (προσδιορίστε): \_\_\_\_\_

Τι ήταν αυτό που έχετε ακούσει ή διαβάσει;

Απάντηση: \_\_\_\_\_

**Όχι**.....

2. Εσείς ή η οικογένειά σας έχετε χρησιμοποιήσει ποτέ υπόγεια νερά, π.χ. νερό από πηγάδι ή από γεώτρηση;

**Ναι**.....

Για ποιες χρήσεις;

A. Πόσιμο .....

B. Λάτρα .....

Γ. Πότισμα κήπου.....

Δ. Πότισμα χωραφιών.....

E. Βιομηχανική χρήση .....


ΣΤ. Άλλο (προσδιορίστε): \_\_\_\_\_

**Όχι**.....

3. Χρησιμοποιείτε υπόγεια νερά σήμερα;

ΝΑΙ .....

ΟΧΙ .....


Αν, ναι σε ποια περιοχή; \_\_\_\_\_

4. Κατά τη γνώμη σας η ρύπανση των υπογείων νερών μιας περιοχής μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις:

A. Στη δημόσια υγεία;

B. Στο οικοσύστημα (ζώα – φυτά);

Γ. Σε επιφανειακά νερά (λίμνες – ποτάμια);

Δ. Σε οικονομικές δραστηριότητες (γεωργία – βιομηχανία);

Ε. Στην οικονομική κατάσταση των νοικοκυριών (πλην γεωργίας, κ.ά.);

ΝΑΙ	ΟΧΙ

5. Κατά τη γνώμη σας οι επιπτώσεις από τη ρύπανση των υπογείων νερών μιας περιοχής επηρεάζουν:

A. Μόνο τη συγκεκριμένη περιοχή.....

B. Μια ευρύτερη περιοχή.....

Γ. Όλη την Ελλάδα.....


(Αν έχει πει σε όλες τις περιπτώσεις της Ερ. 4 ΟΧΙ, τότε παραλείπεται η Ερ. 5)

Ας περάσουμε τώρα στην περίπτωση της λεκάνης του Ασωπού ποταμού και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές Οινόφυτα, Δήλεσι, Χαλκούτσι και Ωρωπό.



6. Έχετε κάποια σχέση με τις παραπάνω περιοχές;

A. Τόπος καταγωγής

B. Δεύτερη - Εξοχική κατοικία

Γ. Γνωστούς ή φίλους που έχουν κατοικία στις περιοχές αυτές

Δ. Οικονομική δραστηριότητα

Είδος οικονομικής δραστηριότητας


---

Όχι.....

--

7. Έχετε ακούσει ή διαβάσει κάτι σχετικά με τη ρύπανση του Ασωπού ποταμού και των υπόγειων νερών της περιοχής;

Ναι.....

--

Από πού;

A. Τηλεόραση .....

B. Ραδιόφωνο .....

Γ. Εφημερίδες ή περιοδικά .....

Δ. Φίλους .....

E. Διαδίκτυο .....


ΣΤ. Άλλο (προσδιορίστε): \_\_\_\_\_

Τι ήταν αυτό που έχετε ακούσει ή διαβάσει;

Απάντηση: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Όχι.....

Σύμφωνα με πρόσφατες επιστημονικές έρευνες, ο Ασωπός ποταμός και τα υπόγεια νερά της περιοχής φαίνεται να έχουν ρυπανθεί από:

- Βαρέα μέταλλα όπως το εξασθενές χρώμιο, τα οποία προέρχονται από διάφορες βιομηχανίες,
- Αστικά λύματα των οικισμών της περιοχής και
- Φυτοφάρμακα και άλλα χημικά που χρησιμοποιούνται στην αγροτική δραστηριότητα.

8. Θα χαρακτηρίζατε την υποβάθμιση των νερών της περιοχής συνολικά ως:

Μεγάλο πρόβλημα

Μικρό πρόβλημα

Δεν αποτελεί πρόβλημα


Για ποιο λόγο;

Απάντηση: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

9. Είστε ενημερωμένος για τις μέχρι σήμερα ενέργειες της Πολιτείας για την αντιμετώπιση του προβλήματος;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

[Αν ναι] Τι γνωρίζετε για τις δράσεις της Πολιτείας;

Απάντηση: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

[Αν ναι] πόσο ικανοποιημένος είστε;

Απολύτως .....

Αρκετά .....

Λίγο .....

Καθόλου .....

10. Κατά τη γνώμη σας, σε ποιο βαθμό η κινητοποίηση των πολιτών, θα μπορούσε να συμβάλει στην επίλυση του προβλήματος;

Σε μεγάλο βαθμό.....

Σε μικρό βαθμό.....

Καθόλου .....

Στη συνέχεια, θέλουμε να εξετάσουμε μόνο το ζήτημα των υπόγειων νερών.

11. Επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον μας στα υπόγεια νερά του Ασωπού, πιστεύετε ότι η ρύπανση των υπογείων νερών αποτελεί πρόβλημα για:

Καθόλου    Λίγο    Μέτρια    Πολύ

Την ποιότητα των βιομηχανικών προϊόντων

Το οικοσύστημα της περιοχής.....

Την οικονομία της περιοχής.....

Την ποιότητα των αγροτικών προϊόντων...

Την οικονομική κατάσταση των νοικοκυριών

Την υγεία των κατοίκων.....


12. Θεωρείτε ότι η λήψη μέτρων για την προστασία των υπόγειων νερών της λεκάνης του Ασωπού είναι;

Απολύτως αναγκαία.....

Αρκετά αναγκαία .....

Λίγο αναγκαία.....

Καθόλου αναγκαία.....


13. Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες, τα υπόγεια νερά της περιοχής του Ασωπού θα μπορούσαν να αποκατασταθούν στα επόμενα 10 χρόνια, αν λαμβάνονταν τα απαραίτητα μέτρα. Για το σκοπό αυτό είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένας ειδικός φορέας, ο οποίος θα αναλάβει τις σχετικές ενέργειες.

Κατά τη γνώμη σας ποιος από τους παρακάτω φορείς θα ήταν ο καταλληλότερος;

Ένας φορέας αποτελούμενος από εθελοντές κατοίκους της περιοχής

Ένας αποκλειστικά κρατικός φορέας

Ένας Φορέας Διαχείρισης, στον οποίο θα συμμετείχαν η Πολιτεία, οι τοπικοί δήμοι και κοινότητες και μη κυβερνητικές περιβαλλοντικές οργανώσεις

Ένας ιδιωτικός φορέας

Ένας φορέας σύμπραξης μεταξύ ιδιωτικού και δημοσίου τομέα

Μία μη κυβερνητική οργάνωση

Άλλος:.....


14. Για την ίδρυση και λειτουργία του φορέα που υποδείξατε θα χρειαστούν κάποια χρήματα, τα οποία θα προέλθουν από εθελοντικές συνδρομές νοικοκυριών.

Θα ήσασταν διατεθειμένος να καταβάλλει το νοικοκυριό σας στο φορέα αυτόν μια εθελοντική συνδρομή ..... **€ το χρόνο για τα επόμενα 10 χρόνια** για να βοηθήσετε στη λύση του προβλήματος των υπόγειων νερών της περιοχής του Ασωπού;

α. ΝΑΙ →

Γιατί; [Ερώτηση 15]

β. ΟΧΙ →

Γιατί; [Ερώτηση 16]

15. Για ποιους λόγους κυρίως δέχεστε να συνεισφέρετε; (μέχρι 3)

Χρειάζομαι το καθαρό υπόγειο νερό της συγκεκριμένης περιοχής

Θέλω να βοηθήσω τους κατοίκους της περιοχής

Πιστεύω πως μόνο η συνδρομή των πολιτών μπορεί να λύσει τέτοια προβλήματα

Επιθυμώ την αποκατάσταση της καλής λειτουργίας της φύσης

Θεωρώ ότι τα υπόγεια νερά είναι ένας πολύτιμος φυσικός πόρος και πρέπει να προστατεύονται

Μπορεί τα παιδιά μου να χρειαστούν αυτό το καθαρό νερό στο μέλλον


Άλλος λόγος:

---

16. Για ποιους λόγους κυρίως αρνείστε να συνεισφέρετε; (μέχρι 3)

Συμφωνώ με το σχέδιο αλλά δεν μπορώ να διαθέσω χρήματα για το σκοπό αυτό λόγω χαμηλού εισοδήματος

Δεν αποτελεί το συγκεκριμένο ζήτημα προτεραιότητα κατά την άποψή μου / Δεν με ενδιαφέρει

Δεν χρησιμοποιώ τα υπόγεια νερά του Ασωπού και δεν θεωρώ σκόπιμο να διαθέσω χρήματα για το συγκεκριμένο σκοπό

Θα έπρεπε να πληρώσουν οι επιχειρήσεις

Θα έπρεπε να πληρώσει το Κράτος

Θα έπρεπε να πληρώσουν μόνο οι κάτοικοι της περιοχής

Πιστεύω ότι τα χρήματα δεν θα πάνε για το συγκεκριμένο σκοπό


**ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΡΩΤΩΜΕΝΟΥ**

Τελειώνοντας τις ερωτήσεις και αφού σας ευχαριστήσω πάλι για την ευγενική σας συνεργασία, θα ήθελα για στατιστικούς λόγους να σας ρωτήσω ορισμένα δημογραφικά στοιχεία.

1. Μόνιμος τόπος διαμονής: \_\_\_\_\_

2. Φύλο:

<input type="checkbox"/>	Ανδρας
<input type="checkbox"/>	Γυναίκα

3. Χρονολογία γέννησης:

--

4. Ποια είναι η οικογενειακή σας κατάσταση:

Ανύπαντρος-η

Παντρεμένος-η

Χήρος-α

Διαζευγμένος-η


5. Από πόσα μέλη αποτελείται το νοικοκυριό σας:

\_\_\_\_\_

6. Ποιό είναι το ανώτερο επίπεδο σπουδών που έχετε ολοκληρώσει;

Δεν έχω πάει σχολείο	
Απόφοιτος/Τελειόφοιτος Δημοτικού	
Απόφοιτος/Τελειόφοιτος Γυμνασίου	
Απόφοιτος/Τελειόφοιτος Λυκείου	
Απόφοιτος/Τελειόφοιτος Σχολής επαγγελματικής κατάρτισης	
Απόφοιτος/Τελειόφοιτος ΤΕΙ/ΚΑΤΕΕ	
Απόφοιτος/Τελειόφοιτος ΑΕΙ	
Απόφοιτος/Τελειόφοιτος Μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών	

7. Ποια είναι η παρούσα επαγγελματική σας κατάσταση;

Εργαζόμενος	
Άνεργος	
Συνταξιούχος	
Οικιακά	
Φοιτητής	

Άλλο (προσδιορίστε): \_\_\_\_\_

8. Ποιο είναι το επάγγελμά σας;

Απάντηση: \_\_\_\_\_



9. Ποιο είναι το συνολικό εισόδημα που έλαβε η οικογένειά σας από όλα τα ενήλικα μέλη της το περασμένο έτος;

<input type="checkbox"/>	Κάτω από 9.000 €
<input type="checkbox"/>	9.000 - 13.000 €
<input type="checkbox"/>	13.000 - 17.500 €
<input type="checkbox"/>	17.500 - 21.500 €
<input type="checkbox"/>	21.500 - 26.500 €
<input type="checkbox"/>	26.500 - 33.500 €
<input type="checkbox"/>	33.500 - 42.500 €
<input type="checkbox"/>	Άνω των 42.000 €

**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΗΤΗ**

Κωδικός Ερωτηματολογίου Πολιτών:

--	--	--

1. Έδειξε ο ερωτώμενος ενδιαφέρον για την έρευνα; \_\_\_\_\_ΝΑΙ\_\_\_\_\_ΟΧΙ

2. Πιστεύετε ότι το ενδιαφέρον του ήταν ειλικρινές; \_\_\_\_\_ΝΑΙ\_\_\_\_\_ΟΧΙ

3. Πιστεύετε ότι οι απαντήσεις του ήταν ειλικρινείς; \_\_\_\_\_ΝΑΙ\_\_\_\_\_ΟΧΙ

4. Ποια η θέση του ερωτώμενου στο νοικοκυριό; \_\_\_\_\_

5. Ψήφος διαμαρτυρίας ή αδιαφορίας; \_\_\_\_\_ΔΙΑΜΑΡΤΥΡΙΑ \_\_\_\_\_ΑΔΙΑΦΟΡΙΑ

1. Συστήνεται οι Ερευνητές να μην είναι αφοσιωμένοι στο να σημειώνουν τις απαντήσεις επί τόπου, αλλά να δείχνουν ενδιαφέρον για τις απαντήσεις προς τον συνομιλητή τους. Σημειώνουν μόνο τα νούμερα και κάποιες περιγραφικές απαντήσεις. Βγαίνοντας μπορεί να γίνει τελική συμπλήρωση από μνήμης.

2. Θα πρέπει οι Ερευνητές να έχουν μελετήσει πολύ καλά το ερωτηματολόγιο γιατί θα πρέπει να μπορούν να το απλοποιήσουν όταν οι ερωτώμενοι δεν μιλούν καλά ελληνικά

3. Με την έξοδό του, ο Ερευνητής πρώτα συμπληρώνει όλες απαντήσεις δεν έγραψε στο Ερωτηματολόγιο Πολιτών και αμέσως συμπληρώνει το Ερωτηματολόγιο Ερευνητή, χωρίς να ξεχάσει να γράψει τον κωδικό Ερωτηματολογίου Πολιτών για να μπορεί μετά να γίνει η συσχέτιση.