



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:
**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΤΗΝ
ΕΞΟΔΟ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ
ΒΡΩΜΟΛΙΜΝΩΝ**

ΤΟΡΝΙΔΟΥ ΚΥΡΙΑΚΗ
ΑΕΜ:4204

Επιβλέπων καθηγητής: Γεώργιος Σούλιος

Θεσσαλονίκη, 2011



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.Πρόλογος.....	3
2.Εισαγωγή.....	5
2.1 Ορισμοί.....	6
2.2 Γεωγραφία.....	8
2.3 Γεωμορφολογία.....	9
2.4 Υδρογραφικό δίκτυο.....	11
2.5 Γεωτεκτονική θέση - Γεωλογία.....	13
3.Μετρήσεις.....	19
3.1 Τρόπος μέτρησης.....	19
3.2 Διαδικασία μέτρησης.....	21
3.3 Μετρήσεις.....	27
4.Αξιολόγηση μετρήσεων.....	37
4.1 Ανάλυση επιφανειακού-υπόγειου νερού.....	37
4.2 Καμπύλη Maillet.....	41
5.Συμπεράσματα.....	44
6.Βιβλιογραφία.....	45

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Μετρήσεις παροχής στην έξοδο της λεκάνης των Βρωμολιμνών» συντάχθηκε στα πλαίσια του προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών του τμήματος Γεωλογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσ/νίκης, στον τομέα της Εφαρμοσμένης Γεωλογίας. Αποτελεί μελέτη που εκπονήθηκε κατά το χρονικό διάστημα Μάρτιο έως και Ιούνιο του ακαδημαϊκού έτους 2009-2010 στην περιοχή Βρωμολίμνες του δήμου Βόλβης, στον νομό Θεσσαλονίκης. Κατά την διάρκεια της μελέτης οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν κάθε 15 ημέρες. Στο τέλος αξιολογήθηκαν τα αποτελέσματα και προέκυψαν συμπεράσματα σχετικά με την υπάρχουσα ποσοτική κατάσταση των υδατικών πόρων της εξεταζόμενης λεκάνης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αυτής της εργασίας περιγράφονται κάποιες εισαγωγικές έννοιες καθώς επίσης η γεωγραφία, η γεωμορφολογία, η γεωλογία. Δίνονται ακόμη οι γεωλογικοί χάρτες και στοιχεία για την γεωτεκτονική τοποθέτηση της περιοχής των Βρωμολιμνών σε σχέση με τις Ελληνικές γεωτεκτονικές ζώνες.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναπτύσσονται ο τρόπος μέτρησης της παροχής στην εξεταζόμενη λεκάνη, η διαδικασία και οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια των 4 μηνών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η επεξεργασία των αποτελεσμάτων και η αξιολόγηση των μετρήσεων με υπολογισμούς, αναλύσεις και διαγράμματα.

Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την μελέτη στην λεκάνη των Βρωμολιμνών.

Τέλος στο έκτο κεφάλαιο παρατίθεται η βιβλιογραφία και οι πηγές με τις οποίες συντάχθηκε η παρούσα εργασία.

Μετά την ολοκλήρωση αυτής της εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή του τμήματος Γεωλογίας, κ. Γεώργιο Σούλιο για την ανάθεση του θέματος και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε καθώς και τον επιστημονικό συνεργάτη του, κ. Χρήστο Μάττα για την πολύτιμη βοήθεια του και την συνεργασία του κατά την διάρκεια της μελέτης και της σύνταξης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

2.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

Πριν την ανάλυση των γεωγραφικών, γεωμορφολογικών και γεωλογικών στοιχείων της περιοχής κρίνεται απαραίτητο να δοθούν οι ορισμοί λέξεων που θα χρησιμοποιηθούν ευρέως στην παρούσα εργασία.

❖ Ως **λεκάνη απορροής** ή **υδρολογική λεκάνη** ορίστηκε από τον Σούλιο(1986) το τμήμα εκείνο της επιφάνειας του εδάφους πάνω στο οποίο τα νερά που ρέουν επιφανειακά φέρονται με το υδρολογικό σύστημα στην κοίτη ενός ποταμού ή μιας λίμνης που τα οδηγεί στη θάλασσα.

❖ Με τον όρο **παροχή** εννοούμε τον όγκο ενός υγρού ή γενικότερα ρευστού, που περνά από δοθείσα διατομή ανά μονάδα χρόνου.

❖ **Ολική απορροή** καλείται το νερό που εξέρχεται από μία λεκάνη, ανεξάρτητα αν είναι επιφανειακής ή υπόγειας προέλευσης.

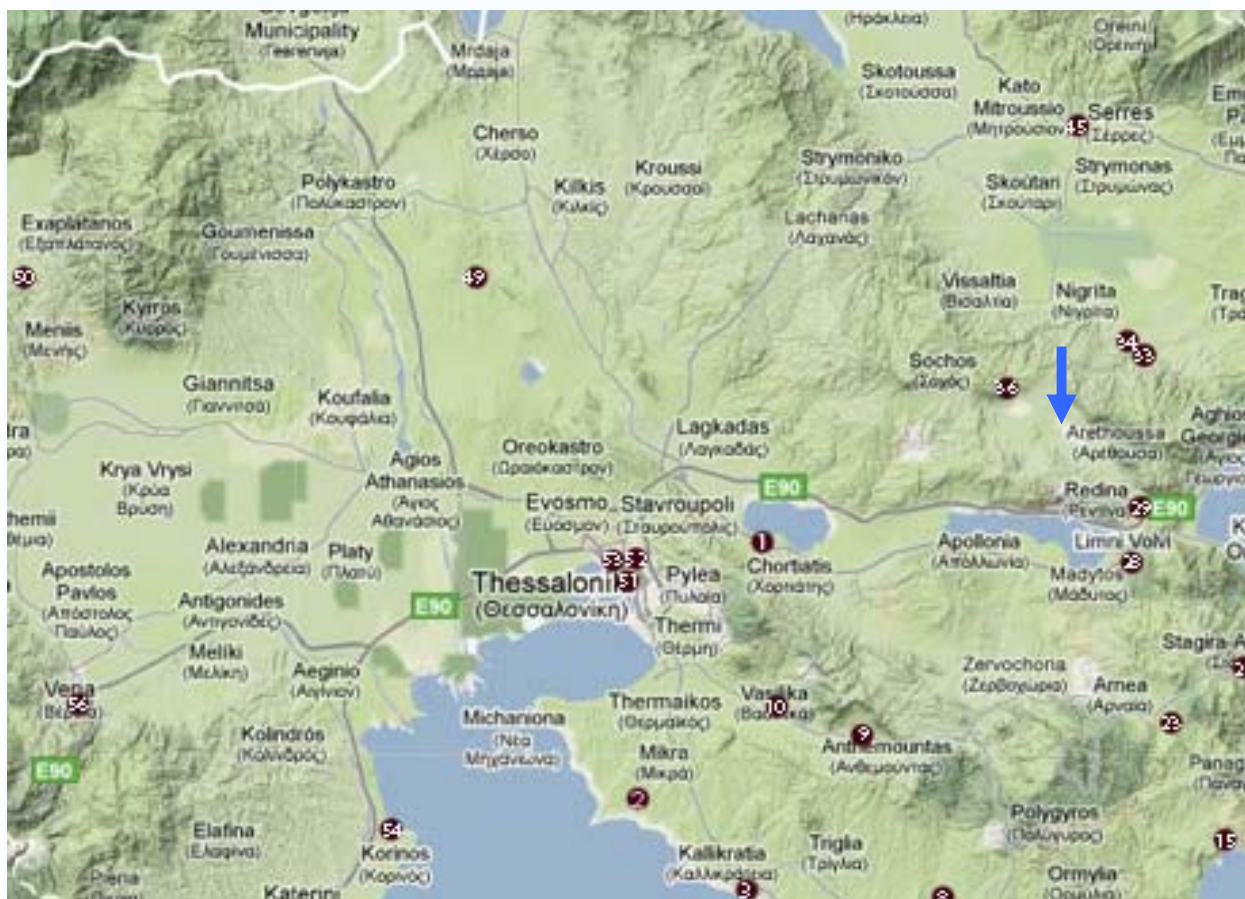
❖ **Επιφανειακή απορροή** ονομάζεται το τμήμα του νερού των κατακρημνισμάτων που μόλις πέσει στην επιφάνεια της γης ρέει επιφανειακά και εισέρχεται στο υδρογραφικό σύστημα από το οποίο απάγεται και φτάνει τελικά στη θάλασσα (ή σε λίμνη) όπου και εκχύνεται. Στην κατηγορία αυτή ανήκει και η υποδερμική απορροή, δηλαδή η ποσότητα νερού που διαπερνά την επιφάνεια του εδάφους, κινείται για λίγο στα επιπόλαια τμήματα εδάφους- υπεδάφους και επανέρχεται πάλι στο φως για να εισέλθει στο υδρογραφικό σύστημα, χωρίς προηγουμένως να φτάσει στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.

❖ **Υπόγεια απορροή** λέγεται το νερό της κατείσδυσης που αφού έχει κάνει μία περισσότερο ή λιγότερο μακροχρόνια υπόγεια διαδρομή, επανέρχεται στο φως από μία πηγή ή οποιαδήποτε φυσική ανάβλυση και προστίθεται στα επιφανειακά ρέοντα νερά.
(Σούλιος Γ., 1986)

2.2 ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ

Η λεκάνη απορροής των Βρωμολιμνών βρίσκεται στην Κεντρική Μακεδονία και συγκεκριμένα στον νομό Θεσσαλονίκης ανάμεσα στα βουνά Κερδύλλια, Βερτίσκος και Βόλβη και έχει έκταση 169 km². (G. Soulios – G. Dimopoulos, 1984)

Οι μετρήσεις παροχής πραγματοποιήθηκαν στην κοινότητα Αρέθουσας που ανήκει στο δημοτικό διαμέρισμα Αρέθουσας, του δήμου Βόλβης. Η κοινότητα έχει πληθυσμό 929 κατοίκων σύμφωνα με την απογραφή του 2001. Η γεωργία, η κτηνοτροφία και η αλιεία είναι οι βασικές παραγωγικές δραστηριότητες των κατοίκων της περιοχής. Το χωριό απέχει 83 χιλιόμετρα από την πόλη της Θεσσαλονίκης και βρίσκεται σε υψόμετρο 450 μέτρων. (www.el.wikipedia.org)

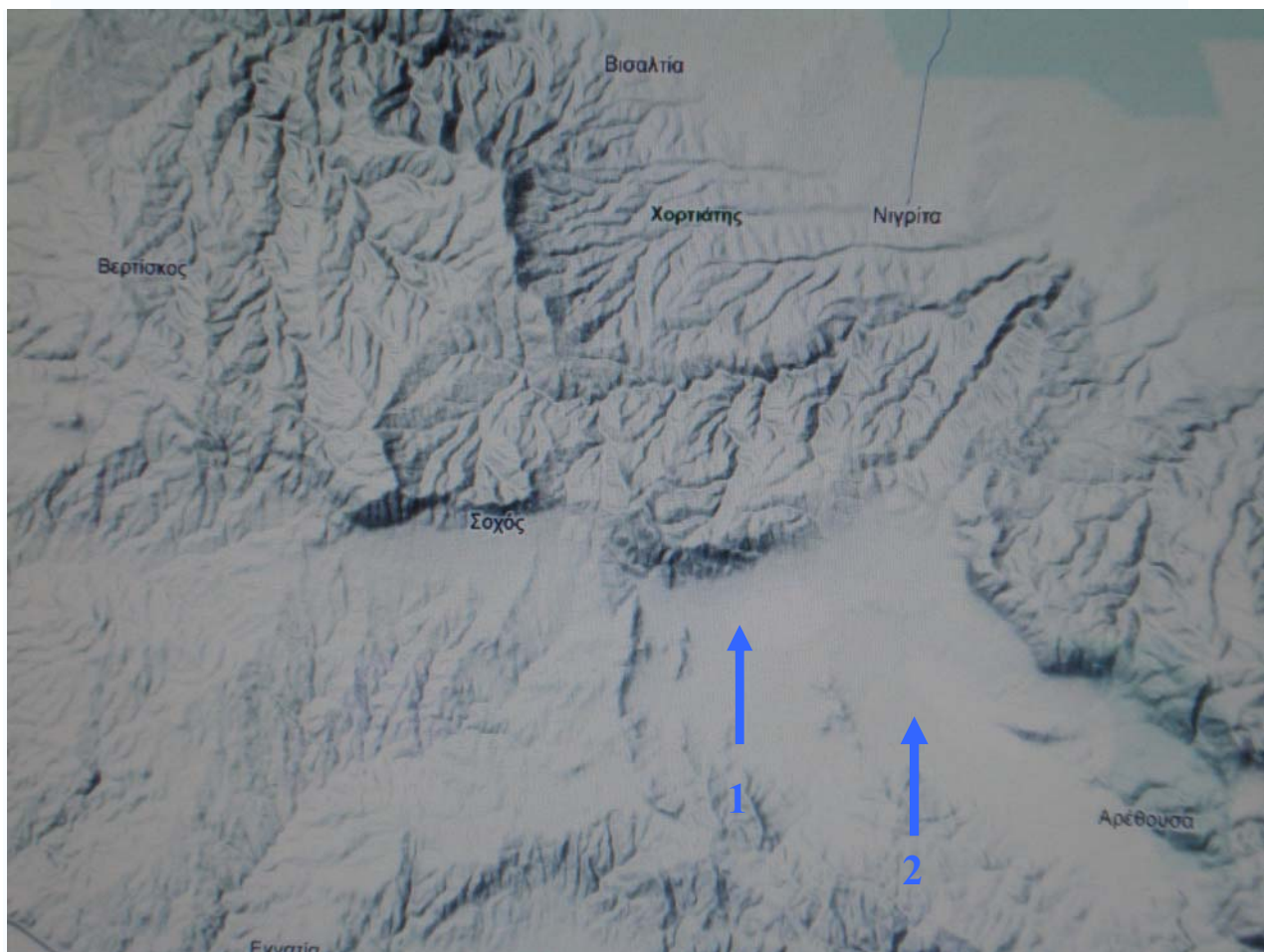


Σχήμα 2.2.1: Θέση πραγματοποίησης μετρήσεων παροχής (πηγή: www.ecocity.gr)

2.3 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Το κεντρικό τμήμα της λεκάνης που εξετάστηκε είναι σχεδόν επίπεδο. Σύμφωνα με τους Σούλιο και Δημόπουλο που μελέτησαν την περιοχή το 1984, λόφοι όπως τα Μελίσσια και ο Τρίλοφος διακόπτουν την εικόνα της πεδιάδας και διαιρούν την λεκάνη σε 2 υπολεκάνες: αυτή της λίμνης Μαυρούδα και αυτή της λίμνης Λάντζα, που αποξηράνθηκαν το 1957 και ήταν γνωστές ως Βρωμολίμνες από την ελαφριά δυσοσμία που ανέδιδαν τα λασπόνερα όταν αναδεύονταν.

Περιφερειακά το ανάγλυφο είναι πολύ έντονο κυρίως στα νότια της λεκάνης. Το μέγιστο υψόμετρο φτάνει τα 1091 m, ενώ το ελάχιστο τα 391 m. Το μέσο υψόμετρο είναι περίπου 440 m.



Σχήμα 2.3.1: Τρισδιάστατη απεικόνιση τοπογραφικού αναγλύφου (πηγή: www.google-maps.gr)

Τα βέλη 1 και 2 δείχνουν τις δύο Βρωμολίμνες, Μαυρούδα και Λάντζα αντίστοιχα.



Σχήμα 2.3.2: Περιοχές όπου υπήρχαν οι δύο λίμνες Μαυρούδα (1) και Λάντζα (2)
(πηγή: www.espth.gr)

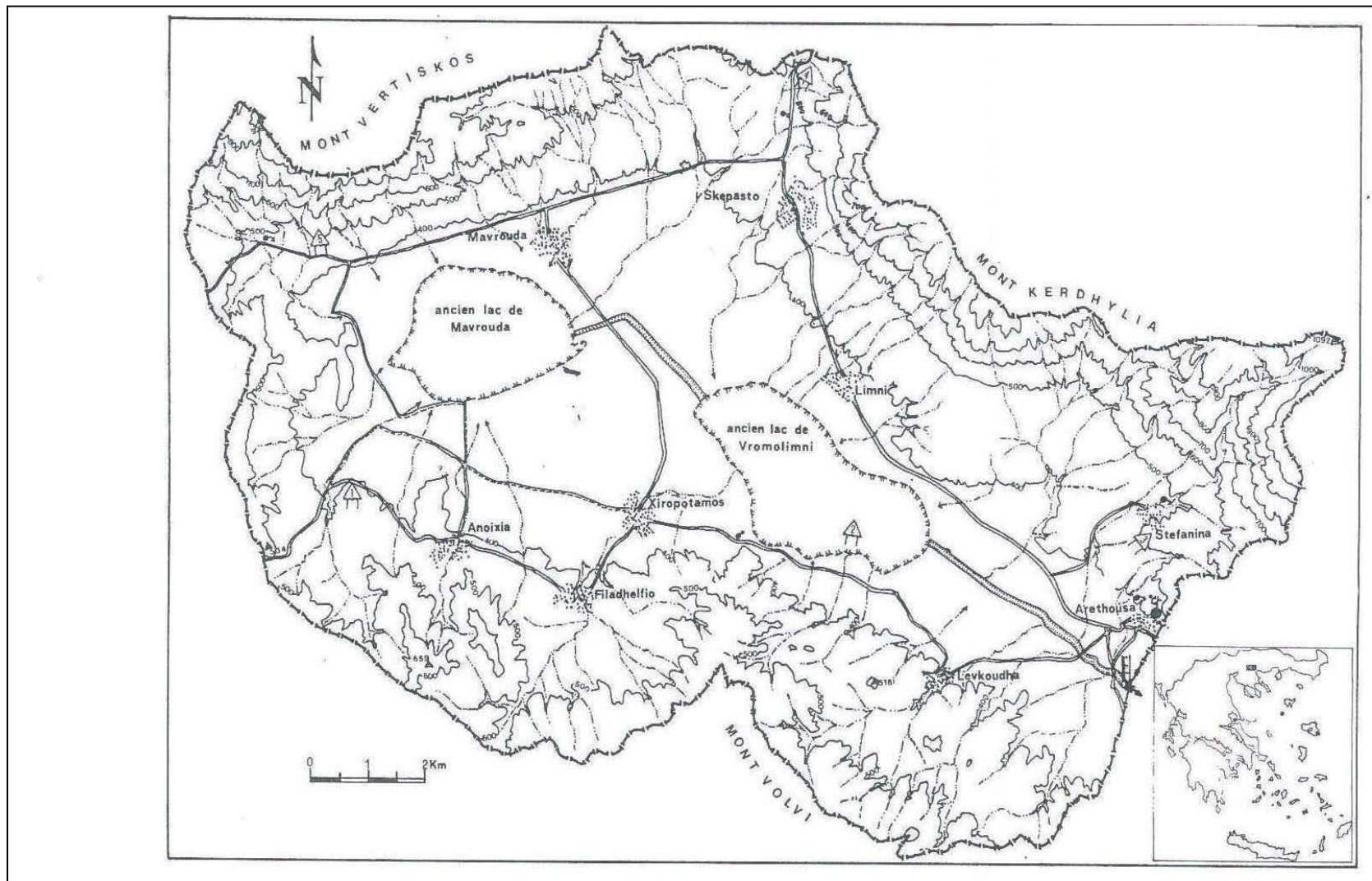
2.4 ΥΔΡΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ

Η σημερινή κατάσταση του υδρογραφικού δικτύου έχει μεταβληθεί από την ανθρώπινη παρέμβαση. Ωστόσο στην φυσική του μορφή είχε ακτινωτή ανάπτυξη γύρω από τις 2 λίμνες. Αυτό σημαίνει ότι οι κλάδοι ξεκινούσαν από μία κεντρική υπερυψωμένη περιοχή κωνικής μορφής και αναπτύχθηκαν υπό μορφή ακτινών στις πλευρές της. Έχει αρκετά μεγάλη πυκνότητα ειδικά στις περιοχές με απότομη κλίση.

(Σωτηριάδου-Ψιλοβίκος, 1984)



Σχήμα 2.4.1: Ακτινωτή μορφή υδρογραφικού δικτύου,
(Σωτηριάδου - Ψιλοβίκος, 1984)



Εικόνα 2.4.2: Χάρτης υδρογραφικού δικτύου της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης των Βρωμολιμνών, (G. Soulios – G. Dimopoulos, 1984)
Φαίνεται η ακτινωτή ανάπτυξη των κλάδων γύρω από τις δύο λίμνες.

2.5 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΘΕΣΗ-ΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η περιοχή που εξετάστηκε ανήκει γεωτεκτονικά στην Σερβομακεδονική Μάζα (Mercier, 1966). Πιο συγκεκριμένα αποτελείται από 2 σειρές πετρωμάτων: την σειρά των Κερδυλλίων και την σειρά του Βερτίσκου. Η αρχική διαίρεση των δύο ενότητων έγινε από τους Kochel και Walther (1965, 1966).

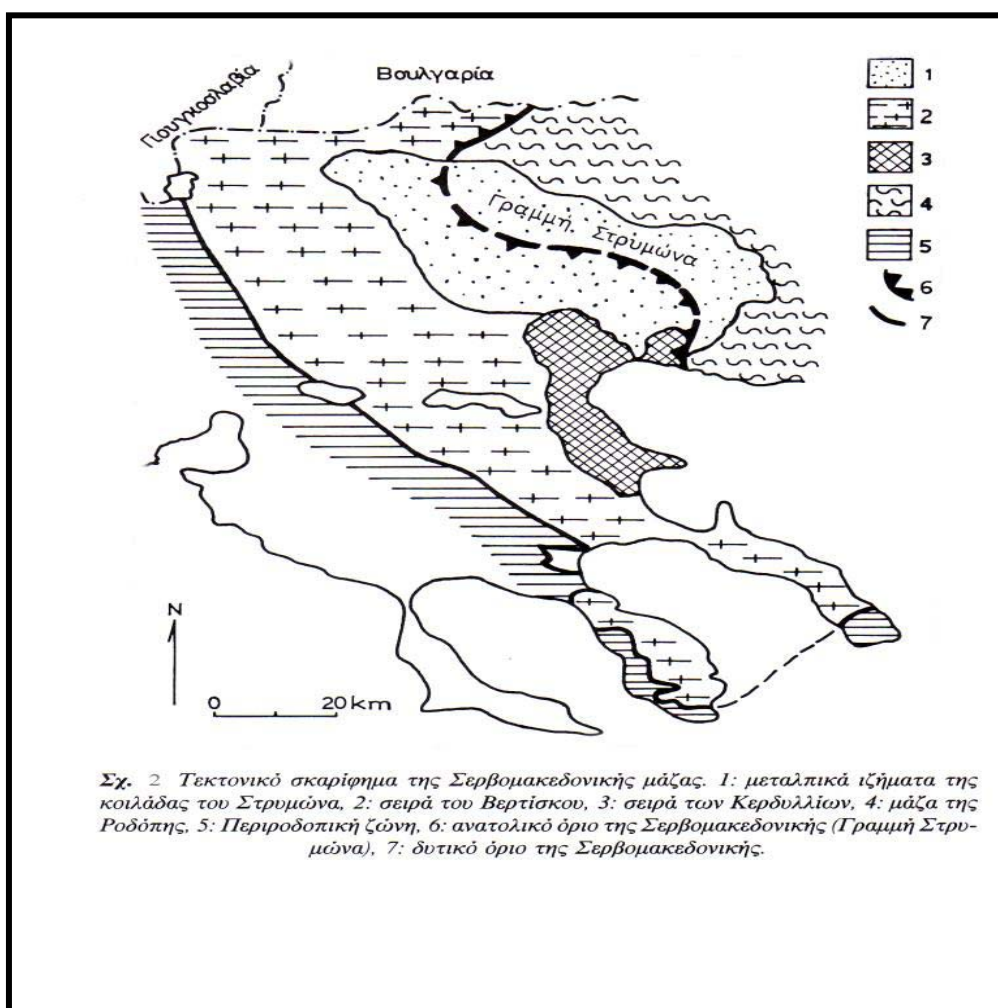
❖ Η πρώτη σειρά είναι η κατώτερη και παλαιότερη της Σερβομακεδονικής Μάζας. Καταλαμβάνει την Ανατολική Χαλκιδική μεταξύ των εκβολών του ποταμού Στρυμόνα και του Στρατωνίου. Έχει συνολικό πάχος 3000 μέτρα και τα πετρώματα της αποτελούν τους βαθύτερους ορίζοντες της Σερβομακεδονικής Μάζας. Αποτελείται κυρίως από μάρμαρα και βιοτιτικούς γνευσίους με παρεμβολές βιοτιτικών σχιστολίθων, εκλογιτών και αμφιβολιτών. Στους βαθύτερους ορίζοντες διαπιστώθηκαν φαινόμενα ανάτηξης με σχηματισμό μιγματιτικών πετρωμάτων. Σε μικρό βαθμό συμμετέχουν πυριγενή πετρώματα όπως γρανίτες, διορίτες, μεταγάββροι, μεταδιαβάσες και οφειόλιθοι, προερχόμενοι από την ωκεάνια περιοχή της ζώνης Αξιού.

❖ Η δεύτερη σειρά πετρωμάτων, η σειρά του Βερτίσκου είναι η ανώτερη και νεότερη της Σερβομακεδονικής Μάζας. Συνίσταται κυρίως από μιγματίτες, οφθαλμογενεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους. Τα μάρμαρα συμμετέχουν σε μικρότερο βαθμό και μόνο με την μορφή ενστρώσεων. Σημαντική είναι η παρουσία σερπεντινιτών, μεταγάββρων και μεταδιαβασών. Ο βαθμός μεταμόρφωσης των πετρωμάτων είναι χαμηλότερος από ότι στην σειρά των Κερδυλλίων διότι έχουν παρατηρηθεί θέσεις με επίδραση πρασινοσχιστολιθικής φάσης.

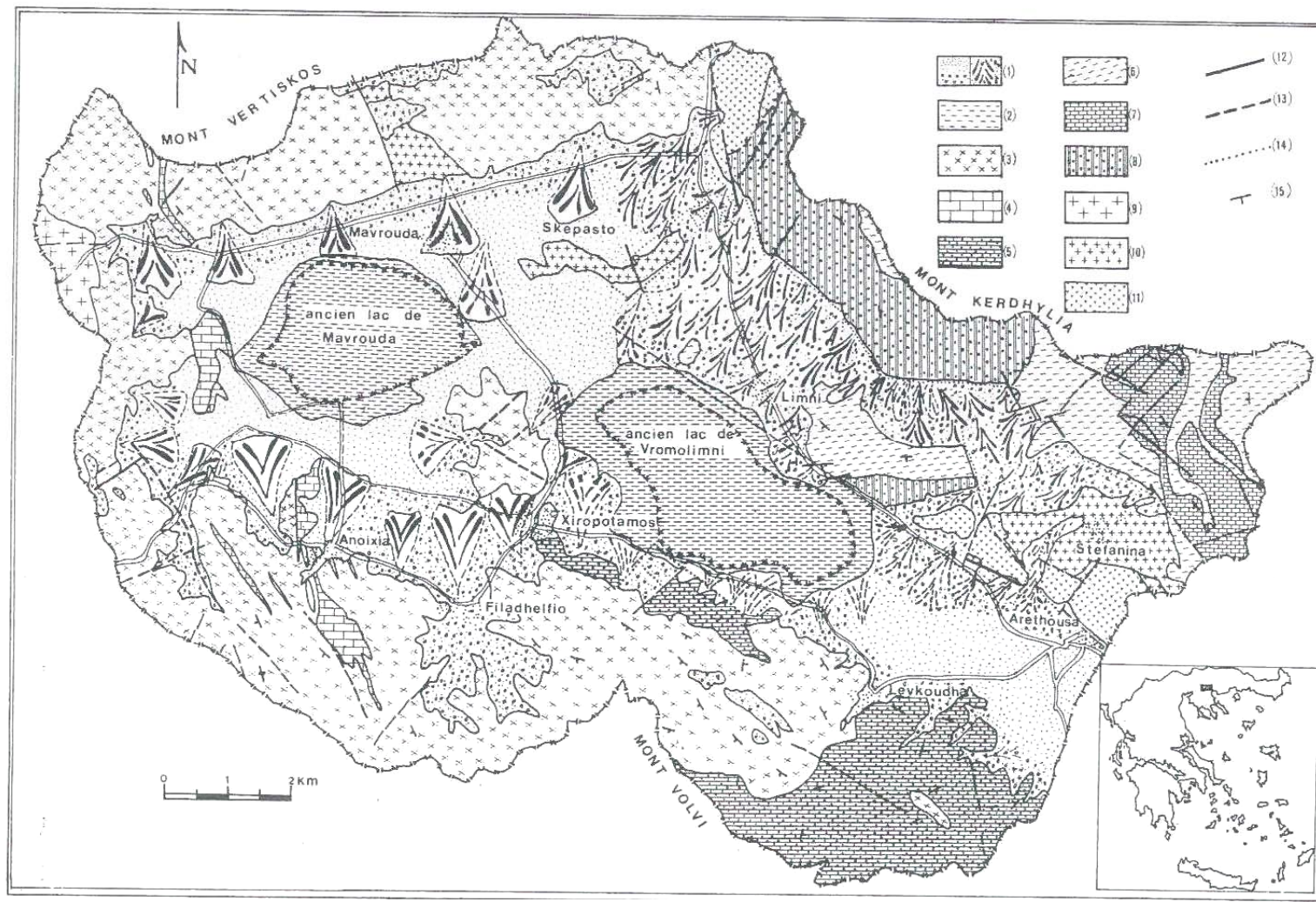
Ωστόσο δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην ηλικία και τις συνθήκες μεταμόρφωσης των δύο σειρών. Αναμφισβήτητα υπάρχει μεταξύ τους κάποια επαφή-όριο, το οποίο δεν έχει ακόμα προσδιοριστεί και που έφερε τις ενότητες σε αυτή την θέση. Πρόκειται επομένως για δυο τεκτονικές ενότητες του ίδιου κρυσταλλοσχιστώδους. (Μουντράκης, 1985)

Η περιοχή έχει υποστεί την εφελκυστική τεκτονική του Τριτογενούς, που ήταν αποτέλεσμα της συμπίεσης η οποία προκλήθηκε από την ηπειρωτική σύγκρουση

Απουλίας- Ευρασίας. Ο εφελκυσμός αυτός γέννησε ρήγματα κανονικά διαφόρων διευθύνσεων, μεσαίων και μεγάλων κλίσεων, που δημιούργησαν και στην συνέχεια διαμόρφωσαν την λεκάνη των Βρωμολιμνών. (G. Soulios – G. Dimopoulos, 1984)



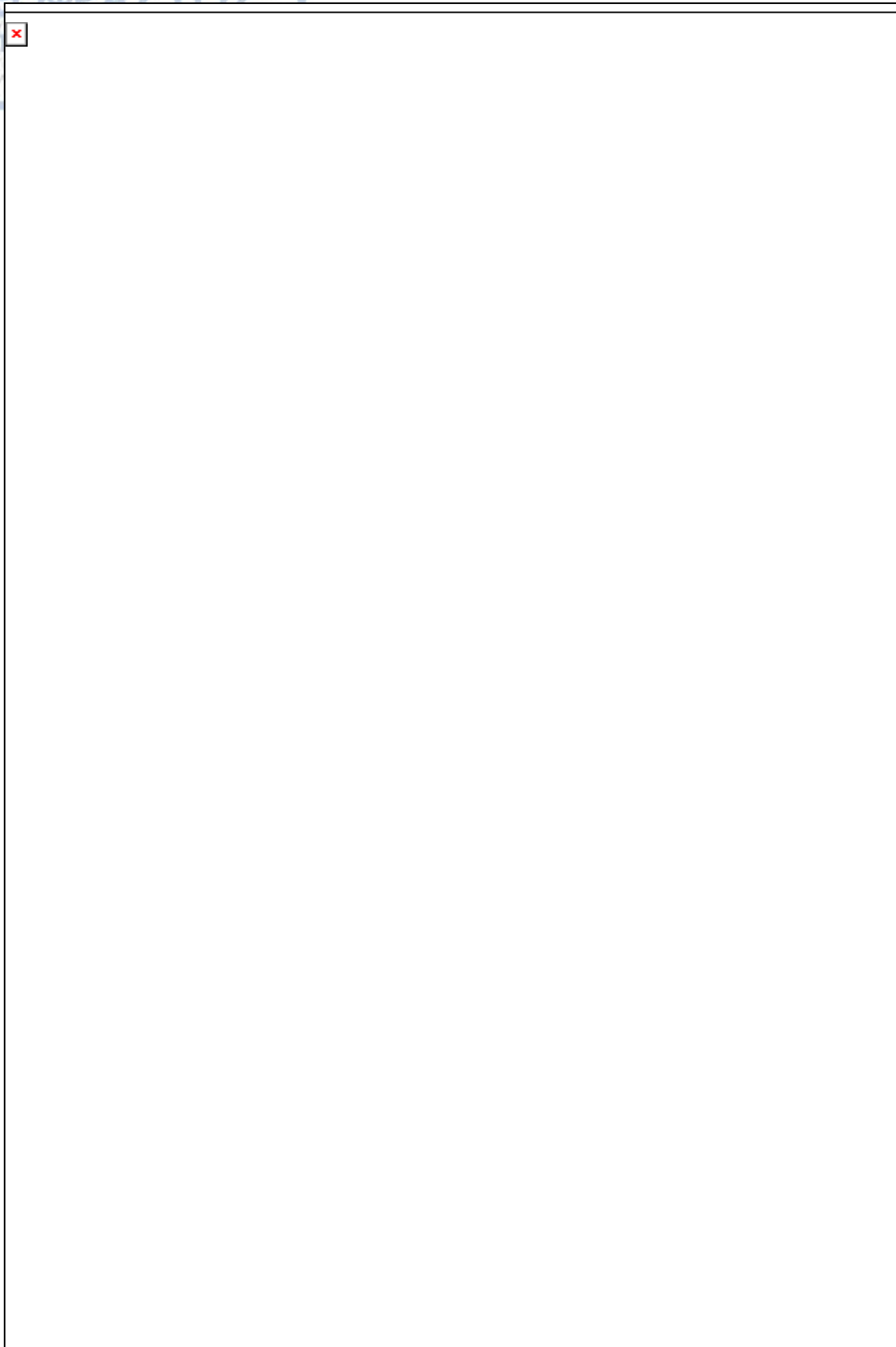
Σχήμα 2.5.1: Τεκτονικό σκαρίφημα της Σερβομακεδονικής Μάζας (Μουντράκης, 1985)



Σχήμα 2.5.2: Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης των Βρωμολιμνών.(1): Τεταρτογενή ιζήματα, (2): πρόσφατες λιμναίες αποθέσεις, (3): γενεύσιοι και σχιστόλιθοι Βερτίσκου, (4):ενδιάμεσα μάρμαρα Βερτίσκου, (5): αμφιβολίτες Βερτίσκου, (6): γενεύσιοι και σχιστόλιθοι Κερδυλλίων, (7): μάρμαρα Κερδυλλίων, (8): αμφιβολίτες Κερδυλλίων, (9): γρανίτες, (10): διορίτες, (11): οφειόλιθοι ,(G. Soulios – G. Dimopoulos, 1984)



Σχήμα 2.5.3: Η Λίμνη της Λάντζας(Βρωμολίμνη) απεικονίζεται στο Φύλλο Σιτοχώριον του Γεωλογικού Χάρτη του ΙΓΜΕ, Κλίμακα 1:50000



Σχήμα 2.5.4: Η Λίμνη της Μαυρούδας απεικονίζεται στο Φύλλο Σοχού του Γεωλογικού Χάρτη του ΙΓΜΕ,Κλίμακα 1:50000

3.ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

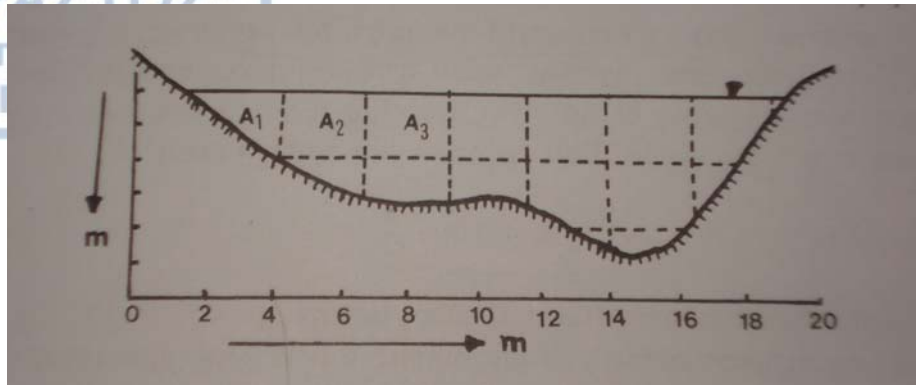
3.1 ΤΡΟΠΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Οι μετρήσεις της παροχής στην έξοδο της λεκάνης μελέτης πραγματοποιήθηκαν με μυλίσκο.

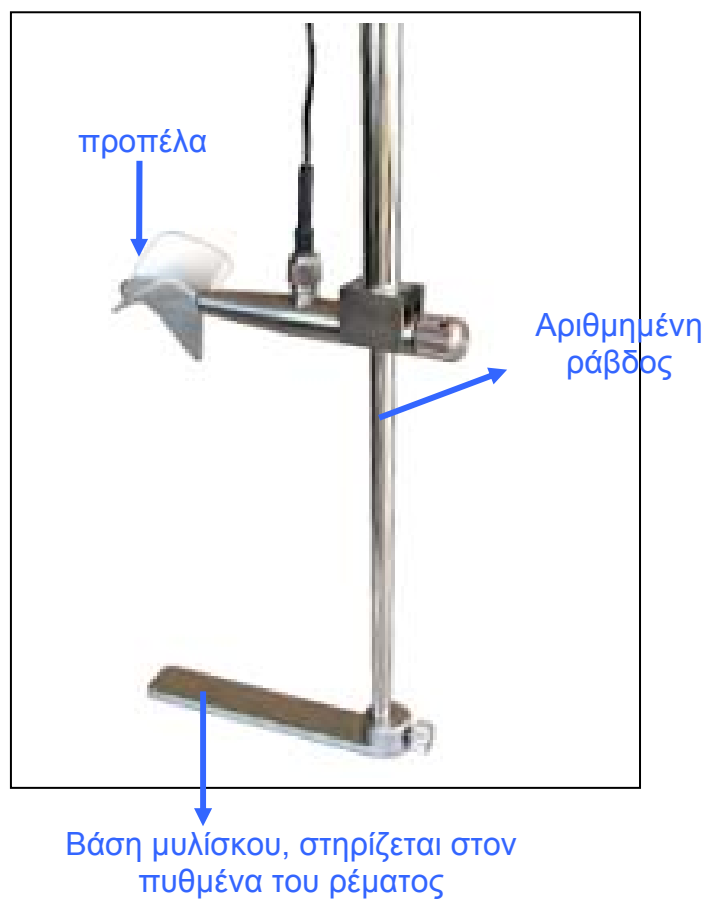
Πρόκειται για ένα ειδικό όργανο με ατρακτοειδές σχήμα που φέρει μπροστά του μία έλικα (προπέλα) η οποία είτε στηρίζεται σε διαβαθμιζόμενο στέλεχος, είτε αιωρείται κρεμάμενη από συρματόσχοινο συνδεδεμένο με τροχαλίες. Όταν αυτή βρεθεί σε ρεύμα νερού (προσανατολισμένη πάντοτε κάθετα στην διεύθυνση ροής) περιστρέφεται γύρω από τον άξονα της με συχνότητα που είναι συνάρτηση της ταχύτητας ροής του υγρού. Η μέτρηση των στροφών που θα κάνει σε ορισμένο χρόνο η έλικα γίνεται με ειδικά όργανα, τα στροφόμετρα, κατάλληλα προσαρμοσμένα. Μαζί με κάθε μυλίσκο (κάθε έλικα) ο κατασκευαστής δίνει και ένα πίνακα με τις ταχύτητες που αντιστοιχούν στις διάφορες συχνότητες. Ορισμένα είδη μυλίσκων είναι εφοδιασμένοι με ειδικά όργανα και δίνουν κατευθείαν την ταχύτητα.

Υπάρχει ολόκληρη σειρά μυλίσκων με μεγέθη από λίγα εκατοστά για πολύ μικρά ρεύματα, μέχρι 2-3 μέτρα για μεγάλα ποτάμια γνωστά ως «σολομοί». Τέλος υπάρχουν διάφοροι τύποι μυλίσκων. Η χρήση τους απαιτεί ειδικές εγκαταστάσεις (συρματόσχοινα, τροχαλίες, κλπ), όταν πρόκειται για μεγάλα ρεύματα νερού.

Με την μέθοδο του μυλίσκου λοιπόν μετράται η ταχύτητα ροής σε ένα ορισμένο σημείο του ρεύματος. Ο Σούλιος (1986) θεώρησε ότι χωρίζουμε την διατομή A σε νοητά τετραγωνίδια $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ τόσο πολυάριθμα όσο ανομοιογενέστερη είναι η κατανομή της ταχύτητας στη διατομή και φυσικά όσο πιο ακριβή αποτελέσματα θέλουμε. Συνήθως για μικρά ρεύματα σχηματίζουμε τετραγωνίδια με πλευρά 0,10-0,50 m και για μεγάλα 0,50-5 m. Στο κέντρο του καθενός από αυτά τα $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ βρίσκουμε με το μυλίσκο τη σημειακή στιγμιαία ταχύτητα ροής $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ αντίστοιχα. Τότε οι μερικές παροχές του καθενός από αυτά τα τετραγωνίδια θα είναι $A_1V_1, A_2V_2, A_3V_3, \dots, A_nV_n$ αντίστοιχα και η ολική παροχή q θα είναι: $q = A_1V_1 + A_2V_2 + A_3V_3 + \dots + A_nV_n$.



Σχήμα 3.1.1: Διαχωρισμός της διατομής σε νοήτα τετραγωνίδια $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, A_n$ για τον υπολογισμό της στιγμιαίας παροχής



Σχήμα 3.1.2: Το όργανο με το οποίο έγιναν οι μετρήσεις παροχής
(πηγή: www.geo-net.gr)

3.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ



Σχήμα 3.2.1: Βήμα 1: Καθαρίζεται η περιοχή του ρέματος που θα μελετήσουμε και τοποθετείται η μετροταινία πάντα κάθετα στην ροή



Σχήμα 3.2.2: Βήμα 2: Γίνεται η συναρμολόγηση των ράβδων



Σχήμα 3.2.3: Βήμα 3: Γίνεται η τοποθέτηση της βάσης και της κατάλληλης προπέλας και η σύνδεση των καλωδίων με την ηλεκτρονική συσκευή



Σχήμα 3.2.4: Βήμα 4: Βυθίζουμε την βάση του οργάνου στον πυθμένα και με την προπέλα προσανατολισμένη κάθετα στην διεύθυνση ροής, κρατώντας πάντα σταθερό το όργανο, μετράμε με το στροφόμετρο τις περιστροφές που θα κάνει η προπέλα γύρω από τον άξονα της κατά την διάρκεια ενός λεπτού



Σχήμα 3.2.5: Βήμα 5: Μηδενίζουμε το στροφόμετρο και επαναλαμβάνουμε την ίδια διαδικασία για κάθε 30 ή 40 εκατοστά μέχρι να φτάσουμε στην άλλη όχθη του ρέματος



Σχήμα 3.2.6: Βήμα 6: Γίνεται η καταγραφή των μετρήσεων, ο καθαρισμός και η αποσυναρμολόγηση του μιλίσκου

3.3 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Μέτρηση: 1^η

Ημερομηνία: 05/03/2010

Απόσταση από την αρχή	Ολικό βάθος (m)	Βάθος παρατήρησης 70% (m)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	Μέσος όρος	Στροφές/sec	Ταχύτητα σημείου (cm/sec)	Ταχύτητα τμήματος (m/sec)	Εμβαδόν υγρής διατομής (m ²)	Παροχή τμήματος (lit/sec)
0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	0,0427	0,06	2,56
0,50	0,24	0,08	65	66	65,5	1,09	8,54	0,2549	0,12	30,58
1,00	0,24	0,08	413	419	416	6,93	42,44	0,4182	0,11	45,99
1,50	0,20	0,07	408	397	402,5	6,71	41,19	0,4034	0,095	38,32
2,00	0,18	0,06	393	376	384,5	6,41	39,49	0,3744	0,083	30,89
2,50	0,15	0,05	346	337	341,5	5,69	35,40	0,3111	0,063	19,44
3,00	0,10	0,03	254	247	250,5	4,18	26,82	0,1341	0,03	4,02
3,60	0,00	0,00	0	0	0	0	0			
ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (lit/sec) : 171,81 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) : 0,172						ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h) : 618,5 ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ : 14844 m ³				

Πίνακας 3.3.1

Απόσταση από την αρχή	Ολικό βάθος (m)	Βάθος παρατήρησης 70% (m)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	Μέσος όρος	Στροφές/sec	Ταχύτητα σημείου (cm/sec)	Ταχύτητα τμήματος (m/sec)	Εμβαδόν υγρής διατομής (m ²)	Παροχή τμήματος (lit/sec)
0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	0,281	0,067	18,8
0,50	0,27	0,09	574	564	569	9,48	56,2	0,681	0,132	89,8
1,00	0,26	0,09	910	907	908,5	15,14	80	0,725	0,117	84,8
1,50	0,21	0,07	630	610	620	10,33	65	0,501	0,100	50,1
2,00	0,19	0,06	343	336	339,5	5,66	35.23	0,176	0,057	10
2,60	0,00	0,00	0	0	0	0	0			
ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (lit/sec) : 253,5 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) : 0,254						ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h) : 912,6 ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ : 21902 m ³				

Πίνακας 3.3.2

Απόσταση από την αρχή	Ολικό βάθος (m)	Βάθος παρατήρησης 70% (m)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	Μέσος όρος	Στροφές/sec	Ταχύτητα σημείου (cm/sec)	Ταχύτητα τμήματος (m/sec)	Εμβαδόν υφρής διατομής (m ²)	Παροχή τμήματος (lit/sec)
0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	0,174	0,03	5,208
0,50	0,12	0,04	335	333	334	5,57	34,72	0,418	0,065	27,16
1,00	0,14	0,05	487	486	486,5	8,11	48,86	0,504	0,085	42,81
1,50	0,20	0,07	522	518	520	8,67	51,86	0,417	0,062	25,70
1,80	0,21	0,07	298	307	302,5	5,04	31,71	0,158	0,053	8,327
2,30	0,00	0,00	0	0	0	0	0			
ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (lit/sec) : 109,2 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) : 0,109						ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h) : 393,1 ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ : 9434,4 m ³				

Πίνακας 3.3.3

Απόσταση από την αρχή	Ολικό βάθος (m)	Βάθος παρατήρησης 70% (m)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	Μέσος όρος	Στροφές/sec	Ταχύτητα σημείου (cm/sec)	Ταχύτητα τμήματος (m/sec)	Εμβαδόν υγρής διατομής (m ²)	Παροχή τμήματος (lit/sec)
0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	0,114	0,014	1,54
0,30	0,09	0,03	208	210	209	3,48	22,85	0,304	0,025	7,61
0,50	0,16	0,05	369	369	369	6,15	38,01	0,444	0,049	21,95
0,80	0,17	0,06	501	513	507	8,45	50,68	0,541	0,048	25,95
1,10	0,15	0,05	582	583	582,5	9,71	57,44	0,552	0,039	21,51
1,40	0,11	0,04	531	532	531,5	8,86	52,88	0,524	0,033	17,28
1,70	0,11	0,04	521	518	519,5	8,66	51,81	0,448	0,03	13,44
2,00	0,09	0,03	367	366	366,5	6,11	37,78	0,278	0,018	4,99
2,20	0,09	0,03	157	152	154,5	2,58	17,73	0,089	0,009	7,98
2,40	0,00	0,00	0	0	0	0	0			
ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (lit/sec) : 122,3 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) : 0,122						ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h) : 440,1 ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ : 10562,4 m ³				

Πίνακας 3.3.4

Απόσταση από την αρχή	Ολικό βάθος (m)	Βάθος παρατήρησης 70% (m)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	Μέσος όρος	Στροφές/sec	Ταχύτητα σημείου (cm/sec)	Ταχύτητα τμήματος (m/sec)	Εμβαδόν υγρής διατομής (m ²)	Παροχή τμήματος (lit/sec)
0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	0,098	0,021	2,07
0,30	0,14	0,05	172	179	175,5	2,92	19,67	0,304	0,051	15,49
0,60	0,20	0,07	407	396	401,5	6,69	41,08	0,442	0,053	23,41
0,90	0,15	0,05	468	469	468,5	7,81	47,25	0,461	0,039	17,96
1,20	0,11	0,04	440	443	441,5	7,36	44,84	0,421	0,032	13,48
1,50	0,10	0,03	382	386	384	6,4	39,43	0,348	0,033	11,48
1,80	0,12	0,04	289	282	285,5	4,75	30,12	0,239	0,021	5,01
2,00	0,09	0,03	151	155	153	2,55	17,56	0,088	0,018	1,58
2,40	0,00	0,00	0	0	0	0	0			
ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (lit/sec) : 90,5 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) : 0,091						ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h) : 325,7 ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ : 7816,8 m ³				

Πίνακας 3.3.5

Απόσταση από την αρχή	Ολικό βάθος (m)	Βάθος παρατήρησης 70% (m)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	Μέσος όρος	Στροφές/sec	Ταχύτητα σημείου (cm/sec)	Ταχύτητα τμήματος (m/sec)	Εμβαδόν υγρής διατομής (m ²)	Παροχή τμήματος (lit/sec)
0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	0,092	0,020	1,83
0,40	0,10	0,03	157	164	160,5	2,68	18,30	0,229	0,030	6,87
0,70	0,10	0,03	258	259	258,5	4,31	27,56	0,309	0,029	8,96
1,00	0,09	0,03	327	334	330,5	5,51	34,38	0,374	0,033	12,34
1,30	0,13	0,04	393	397	395	6,58	40,45	0,365	0,042	15,33
1,60	0,15	0,05	309	311	310	5,17	32,45	0,228	0,048	10,94
2,00	0,09	0,03	106	111	108,5	1,81	13,16	0,066	0,018	1,19
2,40	0,00	0,00	0	0	0	0	0			
ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (lit/sec) : 57,5 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) : 0,058						ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h) : 206,9 ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ : 4965,6 m ³				

Πίνακας 3.3.6

Απόσταση από την αρχή	Ολικό βάθος (m)	Βάθος παρατήρησης 70% (m)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	Μέσος όρος	Στροφές/sec	Ταχύτητα σημείου (cm/sec)	Ταχύτητα τμήματος (m/sec)	Εμβαδόν υγρής διατομής (m ²)	Παροχή τμήματος (lit/sec)
0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	0,019	0,019	0,36
0,30	0,13	0,04	19	22	20,5	0,34	3,72	0,063	0,056	3,53
0,60	0,24	0,08	65	73	69	1,15	8,92	0,119	0,077	9,16
0,90	0,27	0,09	124	125	124,5	2,08	14,89	0,172	0,084	14,4
1,20	0,29	0,10	173	172	172,5	2,88	19,44	0,215	0,086	18,8
1,50	0,28	0,09	217	216	216,5	3,61	23,58	0,226	0,084	19,0
1,80	0,28	0,09	196	195	197	3,28	21,71	0,198	0,087	17,2
2,10	0,30	0,10	156	159	157,5	2,63	18,02	0,166	0,09	14,9
2,40	0,30	0,10	131	124	127,5	2,13	15,18	0,096	0,108	10,4
2,80	0,24	0,08	24	21	22,5	0,37	3,98	0,020	0,048	0,96
3,20	0,00	0,00	0	0	0	0	0			
ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (lit/sec) : 108,7 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) : 0,109						ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h) : 392,4 ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ : 9417,6 m ³				

Πίνακας 3.3.7

Απόσταση από την αρχή	Ολικό βάθος (m)	Βάθος παρατήρησης 70% (m)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	Μέσος όρος	Στροφές/sec	Ταχύτητα σημείου (cm/sec)	Ταχύτητα τμήματος (m/sec)	Εμβαδόν υγρής διατομής (m ²)	Παροχή τμήματος (lit/sec)
0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	0,078	0,018	1,40
0,40	0,09	0,03	131	133	132	2,2	15,7	0,197	0,03	5,91
0,70	0,11	0,04	216	220	218	3,63	23,7	0,261	0,033	8,63
1,00	0,11	0,04	271	268	269,5	4,49	28,6	0,266	0,031	8,38
1,30	0,10	0,03	222	233	227,5	3,79	24,6	0,236	0,031	7,42
1,60	0,11	0,04	207	203	205	3,42	22,5	0,113	0,022	2,48
2,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0			
ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (lit/sec) : 34,2 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) : 0,034						ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h) : 122,4 ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ : 2937,6 m ³				

Πίνακας 3.3.8

Απόσταση από την αρχή	Ολικό βάθος (m)	Βάθος παρατήρησης 70% (m)	1 ^η μέτρηση	2 ^η μέτρηση	Μέσος όρος	Στροφές/sec	Ταχύτητα σημείου (cm/sec)	Ταχύτητα τμήματος (m/sec)	Εμβαδόν υγρής διατομής (m ²)	Παροχή τμήματος (lit/sec)
0,00	0,00	-	0	0	0	0	0	0,080	0,022	1,76
0,40	0,11	0,04	134	139	136,5	2,27	16,03	0,192	0,047	9,02
0,70	0,20	0,07	201	206	203,5	3,39	22,34	0,254	0,063	16
1,00	0,22	0,07	267	269	268	4,46	28,47	0,278	0,060	16,66
1,30	0,18	0,06	254	252	253	4,22	27,05	0,250	0,051	12,75
1,60	0,16	0,05	213	207	210	3,5	22,96	0,115	0,032	3,67
2,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0			
ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (lit/sec) : 59,8 ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /sec) : 0,060						ΟΛΙΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (m ³ /h) : 216 ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ : 5184 m ³				

Πίνακας 3.3.9

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

ΠΑΡΟΧΗ				
ΜΗΝΑΣ		Lit/sec	m ³ /h	m ³ /day
	Μάρτιος	171,81	618,5	14844
		253,5	912,6	21902
		109,2	393,1	9334,4
	Απρίλιος	122,3	440,1	10562,4
		90,5	325,7	7816,8
	Μάιος	57,5	206,9	4965,6
		108,7	392,4	9417,6
	Ιούνιος	34,2	122,4	2937,6
		59,8	216	5184

Πίνακας 3.3.10

4. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΝΕΡΟΥ

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην έξοδο της λεκάνης προέκυψαν οι παρακάτω παροχές σε lit/sec.

05/03/2010: $q=171,81$ lit/sec

12/03/2010: $q=253,5$ lit/sec

31/03/2010: $q=109,2$ lit/sec

19/04/2020: $q=122,3$ lit/sec

29/04/2010: $q=90,5$ lit/sec

14/05/2010: $q=57,5$ lit/sec

30/05/2010: $q=108,7$ lit/sec

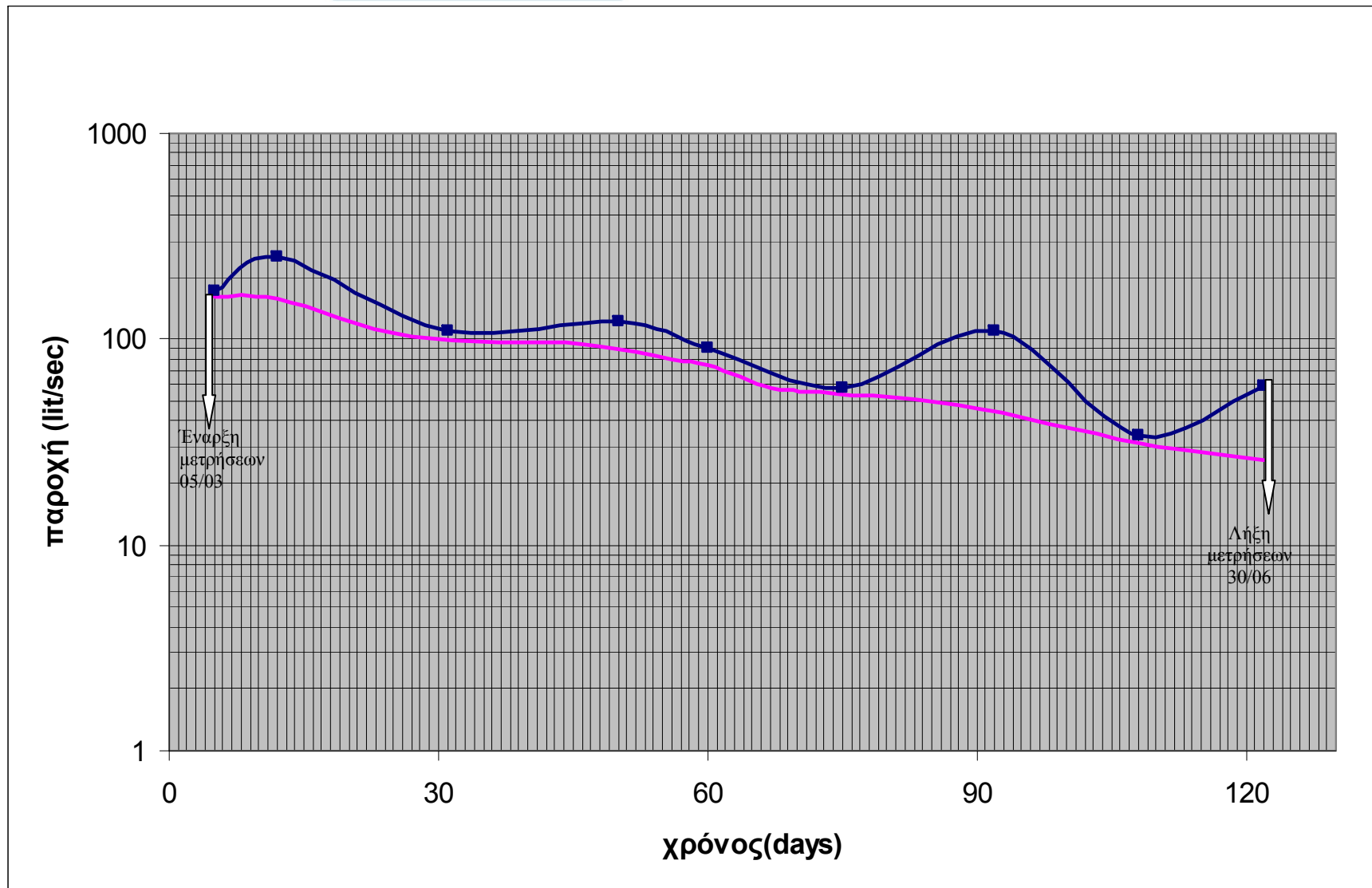
16/06/2020: $q=34,2$ lit/sec

30/06/2010: $q=59,8$ lit/sec

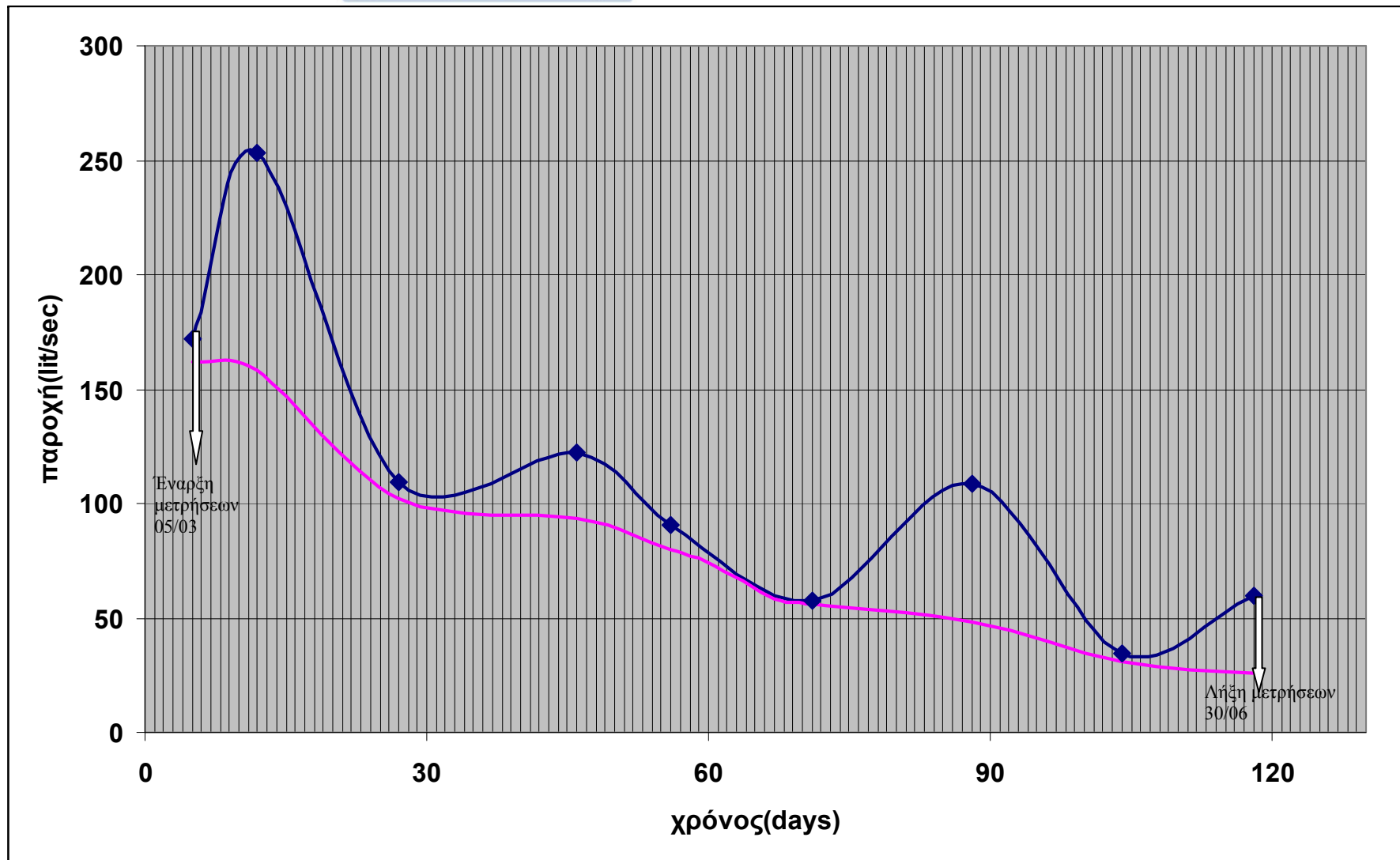
Ημέρες από την έναρξη	1	8	27	46	56	71	88	104	118
παροχή	171,81	253,5	109,2	122,3	90,5	57,5	108,7	34,2	59,8

Πίνακας 4.1.1: Απεικονίζονται οι ημέρες από την έναρξη των μετρήσεων και οι αντίστοιχες παροχές σε lit/sec

Προβάλλοντας τις τιμές της παροχής στις αντίστοιχες ημέρες σε λογαριθμικό διάγραμμα όπου ο άξονας x αναπαριστά τον χρόνο, και ο άξονας y την παροχή και ενώνοντας όλα τα σημεία προκύπτει το επόμενο διάγραμμα, όπου φαίνονται οι μεταβολές στην τιμή της παροχής q κατά την διάρκεια των τεσσάρων μηνών που διήρκεσαν οι μετρήσεις.



Σχήμα 4.1.1: Υδρογράμμα επιφανειακού νερού(μπλε) και υπόγειου νερού(ροζ) σε ημιλογαριθμική κλίμακα



Σχήμα 4.1.2: Υδρογράμμα επιφανειακού νερού(μπλε) και υπόγειου νερού(ροζ) σε δεκαδική κλίμακα

Είναι γνωστό ότι η Ολική Απορροή Q ισούται με το άθροισμα της Επιφανειακής απορροής R και της Κατείσδυσης I, δηλαδή $Q=I+R$. Από το παραπάνω διάγραμμα και μετατρέποντας τις τιμές της παροχής από lit/sec σε m^3/day προκύπτει ο πίνακας 4.1.2. όπου δίνονται οι τιμές των Q, I, R σε lit/sec και οι τιμές παροχής της αντίστοιχης ημέρας σε m^3 .

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Q(lit/sec)	I(lit/sec)	R(lit/sec)	ΠΑΡΟΧΗ ΗΜΕΡΑΣ(m^3)
5-Μαρ	171,8	162	9,8	14844
6-Μαρ	187	161,5	25,5	16157
7-Μαρ	208	161	47	17971
8-Μαρ	217	160,2	56,8	18749
9-Μαρ	238	159,5	78,5	20563
10-Μαρ	245	159	86	21168
11-Μαρ	250	158,6	91,4	21600
12-Μαρ	253,5	158	95,5	21911
13-Μαρ	247,1	156	91,1	21349
14-Μαρ	240,4	154,5	85,9	20771
15-Μαρ	225	153	72	19440
16-Μαρ	210,4	151	56,4	18179
17-Μαρ	200	150	50	17280
18-Μαρ	195,3	147	48,3	16874
19-Μαρ	190	140	50	16416
20-Μαρ	180,1	135	45,1	15561
21-Μαρ	175,2	131	44,2	15137
22-Μαρ	170	127	43	14688
23-Μαρ	159,7	125,5	34,2	13798
24-Μαρ	165	123,1	41,9	14256
25-Μαρ	150	120	30	12960
26-Μαρ	144,6	115	29,6	12493
27-Μαρ	140	111	29	12096
28-Μαρ	130	107,5	22,5	11232
29-Μαρ	119,5	104	15,5	10325
30-Μαρ	115	101	14	9936
31-Μαρ	109,2	102	7,2	9435
1-Απρ	106	101,5	4,5	9158
2-Απρ	105	100	5	9072
3-Απρ	104	99,6	4,4	8986
4-Απρ	105,1	99,1	6	9081
5-Απρ	107	98,7	8,3	9245
6-Απρ	107,5	98,5	9	9288
7-Απρ	108	98	10	9331
8-Απρ	109,2	97	12,2	9435
9-Απρ	110	96	14	9504
10-Απρ	110,8	95,5	15,3	9573
11-Απρ	111,3	95	16,3	9616
12-Απρ	112	95,6	16,4	9677

13-Απρ	113,8	96	17,8	9832
14-Απρ	115,3	97	18,3	9962
15-Απρ	117	98	19	10109
16-Απρ	118,5	98,3	20,2	10238
17-Απρ	119,8	97	22,8	10351
18-Απρ	121	95	26	10454
19-Απρ	122,3	93,5	28,8	10567
20-Απρ	118	93	25	10195
21-Απρ	115	92,6	22,4	9936
22-Απρ	112	92	20	9677
23-Απρ	110,2	91,5	18,7	9521
24-Απρ	106	90,5	15,5	9158
25-Απρ	104	90	14	8986
26-Απρ	98	87	11	8467
27-Απρ	94,5	84,3	10,2	8165
28-Απρ	92,5	82	10,5	7992
29-Απρ	90,5	80	10,5	7819
30-Απρ	89	79	10	7690
1-Μαΐ	87	78	9	7517
2-Μαΐ	83,5	76,5	7	7214
3-Μαΐ	78,5	74	4,5	6782
4-Μαΐ	74	72	2	6394
5-Μαΐ	71	68,5	2,5	6134
6-Μαΐ	69	67	2	5962
7-Μαΐ	65	61	4	5616
8-Μαΐ	60	59	1	5184
9-Μαΐ	59,7	58	1,7	5158
10-Μαΐ	59,2	58	1,2	5115
11-Μαΐ	58,8	57,6	1,1	5080
12-Μαΐ	58,5	57,1	1,4	5054
13-Μαΐ	58	56,5	1,5	5011
14-Μαΐ	57,5	56	1,5	4977
15-Μαΐ	58	55,2	2,8	5011
16-Μαΐ	59	54,5	4,5	5098
17-Μαΐ	59,9	53	6,9	5175
18-Μαΐ	63,6	52	11,6	5495
19-Μαΐ	68	51,5	16,5	5875
20-Μαΐ	71	51	20	6134
21-Μαΐ	76,3	50,8	25,5	6592
22-Μαΐ	80	50,6	29,4	6912
23-Μαΐ	83	50,5	32,5	7171
24-Μαΐ	88,7	50,4	38,3	7664
25-Μαΐ	95	50,3	44,7	8208
26-Μαΐ	100	50,2	49,8	8337
27-Μαΐ	103	50,1	52,9	8329
28-Μαΐ	105,2	50	55,2	9089
29-Μαΐ	107	49,5	57,5	9245
30-Μαΐ	108	49	59	9331
31-Μαΐ	108,7	48	60,7	9392
1-Ιουν	106	47	59	9158
2-Ιουν	103	46,2	56,8	8899

3-Ιουν	100	44,9	55,1	8640
4-Ιουν	91	44,5	46,5	7862
5-Ιουν	84	43	41	7258
6-Ιουν	79	42,3	36,7	6826
7-Ιουν	70	41	29	6048
8-Ιουν	62	40	22	5357
9-Ιουν	55	39	16	4752
10-Ιουν	51	38,2	12,8	4406
11-Ιουν	47,5	37,5	10	4104
12-Ιουν	43	36,6	6,4	3715
13-Ιουν	40	35	5	3456
14-Ιουν	38	34,5	3,5	3283
15-Ιουν	36	33,3	2,7	3110
16-Ιουν	34,2	32	2,2	2955
17-Ιουν	34,6	31,6	3	2989
18-Ιουν	35	30,8	4,2	3024
19-Ιουν	35,4	30	5,4	3059
20-Ιουν	36	29,6	6,4	3110
21-Ιουν	37,2	29,1	8,1	3214
22-Ιουν	38	28,4	9,6	3283
23-Ιουν	41	28,1	12,9	3542
24-Ιουν	43	27,7	15,3	3715
25-Ιουν	45,6	27,4	18,2	3940
26-Ιουν	50,3	27,1	23,2	4346
27-Ιουν	52	26,9	25,1	4493
28-Ιουν	55,1	26,6	28,5	4761
29-Ιουν	57	26,2	30,8	4925
30-Ιουν	59,8	26	33,8	5167

Πίνακας 4.1.2

Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παροχές που προέκυψαν από τις μετρήσεις με μυλίσκο κατά το διάστημα των 4 μηνών υπολογίζεται η μέση παροχή του ρέματος $q=103.5$ lit/sec.

Παλαιότερες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή από τους Γ.Σούλιο και Γ.Δημόπουλο κατά το χρονικό διάστημα 05/1980 έως 02/1981 έδειξαν ότι η αντίστοιχη τιμή της μέσης παροχής ήταν $q=438$ lit/sec, σχεδόν τέσσερις φορές μεγαλύτερη από την σημερινή.

Προκύπτει ακόμη ότι η ολική απορροή της λεκάνης είναι $Q=I+R$.

$$(\text{Όγκος m}^3) 1031019,84 = 781885,4 + 249134$$

Ο Maillet θεώρησε πως η παροχή μειώνεται εκθετικά σύμφωνα με τον τύπο $q=q_0e^{-at}$, όπου:

q_0 η αρχική παροχή τη στιγμή t_0 ,

t η χρονική διάρκεια σε ημέρες από την στιγμή t_0 ,

q η παροχή κατά την χρονική στιγμή t_0 και

a ο συντελεστής στείρευσης ή εξάντλησης με διαστάσεις T^{-1} και μονάδες ανά ημέρα.

Πρόκειται για ένα συντελεστή που εξαρτάται από:

- ❖ Την περατότητα του υδροφορέα k : όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μεγαλύτερος είναι ο a
- ❖ Το συντελεστή εναποθήκευσης S : όσο μεγαλύτερος είναι αυτός τόσο μικρότερος είναι ο a
- ❖ Το μέγεθος του υδροφόρου στρώματος: όσο μεγαλύτερο είναι αυτό τόσο μειώνεται ο a
- ❖ Το σχήμα του υδροφόρου στρώματος, το συντελεστή υδραυλικής αγωγιμότητας T , τυχόν παρεμβολές σχετικά αδιαπέρατων ζωνών ή στρωμάτων κλπ.

Ο συντελεστής στείρευσης έχει φυσική σημασία και στην πράξη δείχνει το ρυθμό μείωσης της παροχής από μέρα σε μέρα κατά τη φάση της υποχώρησης του υδρογράμματος.

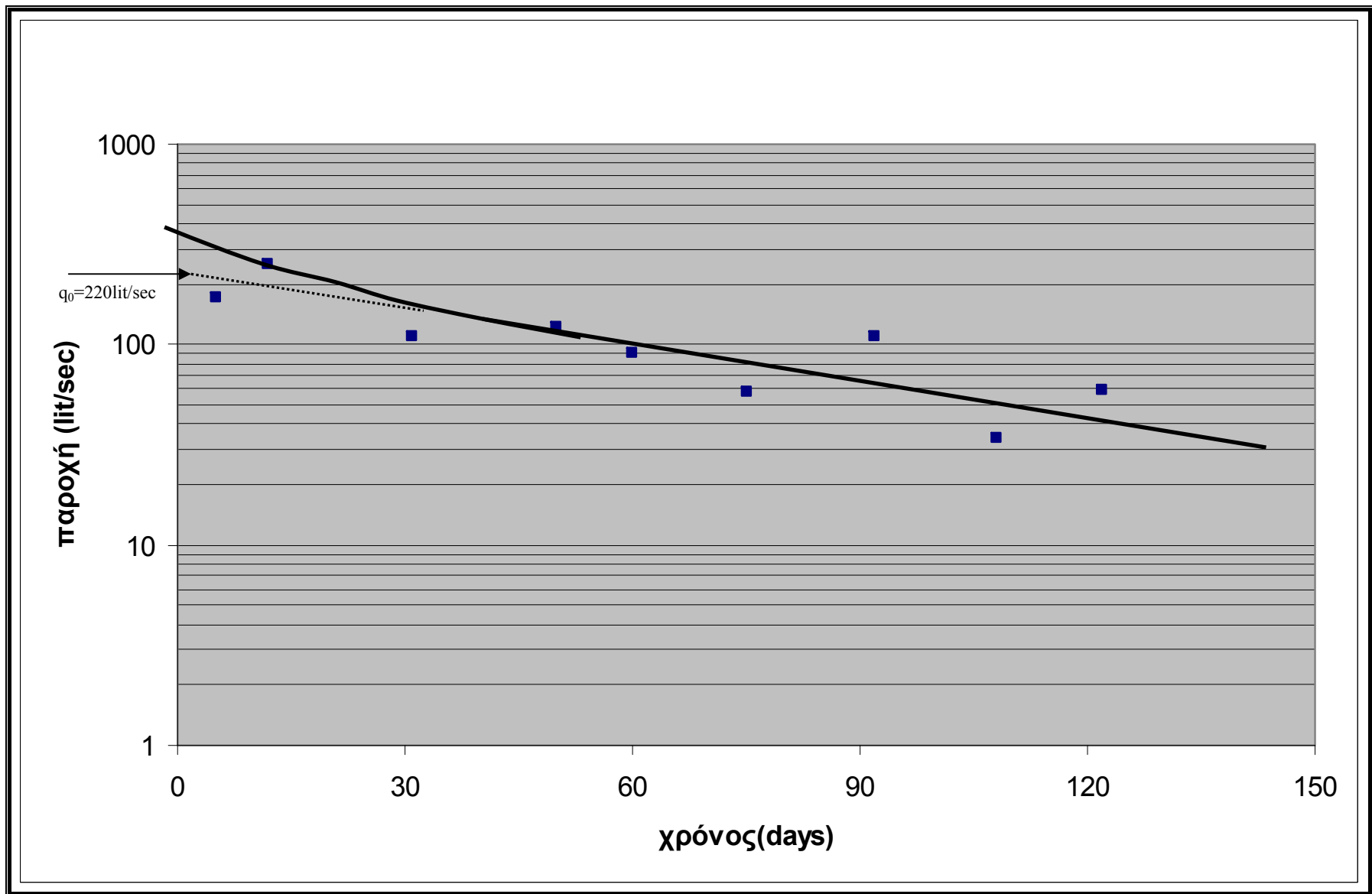
Μεγάλη τιμή του a σημαίνει ότι ο υδροφορέας εκκενώνεται γρήγορα. Αντίθετα μικρή τιμή σημαίνει ότι ο υδροφορέας εκκενώνεται με βραδύ ρυθμό. Οι τιμές που παίρνει ο συντελεστής στείρευσης είναι από $10^{-1} d^{-1}$ (πολύ μεγάλη τιμή) μέχρι $10^{-4} d^{-1}$ (πολύ μικρή τιμή), ενώ οι συνηθισμένες τιμές του είναι της τάξης του $10^{-3} d^{-1}$.

Υπολογίζεται σύμφωνα με τον τύπο:

$$a = (\log q_1 - \log q_2) / [0,4343 \cdot (t_2 - t_1)]$$

Στην παραπάνω καμπύλη επιλέγουμε δύο τιμές $\log q_1$ και $\log q_2$ στον κατακόρυφο άξονα και τις αντίστοιχες t_1 και t_2 στον οριζόντιο. Έτσι έχουμε για $t_1=45$ ημέρες $q_1=125$ lit/sec και για $t_2=90$ ημέρες $q_2=60$ lit/sec. Αντικαθιστώντας τις τιμές αυτές στον τύπο του Maillet

$$a = (\log q_1 - \log q_2) / [0,4343 \cdot (t_2 - t_1)] \text{ προκύπτει ότι: } \underline{a = 16,3 \cdot 10^{-3} d^{-1}}$$



Σχήμα 4.2.1: Καμπύλη Maillet

Από την καμπύλη του Maillet φαίνεται πως η παροχή μειώνεται συνεχώς με εξαίρεση κάποια έκτατα επεισόδια βροχής. Είναι δυνατό κατά μία ορισμένη χρονική στιγμή t κατά την ξηρή περίοδο, να υπολογίσουμε τα εκκενώσιμα ή ενεργά αποθέματα της λεκάνης αν γνωρίζουμε τον συντελεστή στείρευσης a και την παροχή q κατά την στιγμή t , σύμφωνα με τον τύπο

$$W=(c*q)/a.$$

Το c είναι σταθερά ολοκλήρωσης, εδώ θα είναι $c=86400$, όσα δηλαδή τα δευτερόλεπτα ενός εικοσιτετραώρου, αφού το q υπολογίζεται σε όγκο ανά sec ενώ το a σε όγκο ανά ημέρα. Έτσι τελικά προκύπτει $W=86400q/a$.

Από την καμπύλη του Maillet προκύπτει ότι $q_0=220 \text{ lit/sec} = 220*10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$. Ακόμη ο συντελεστής στείρευσης βρέθηκε $a= 16,3*10^{-3} \text{ d}^{-1}$.

$$\text{Επομένως } W= (86400*220*10^{-3})/(16,3 *10^{-3}) = 1,17*10^{-6} \text{ m}^3.$$

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η λεκάνη των Βρωμολιμνών βρίσκεται στον νομό Θεσσαλονίκης και έχει έκταση 169 km^2 . Αποτελείται ουσιαστικά από δύο υπολεκάνες, οι οποίες τροφοδοτούσαν τις λίμνες Μαυρούδα και Λάντζα με νερό που προέρχονταν από τα κατακρημνίσματα. Οι δύο λίμνες αποξηράνθηκαν το 1957 και οι περιοχές μετατράπηκαν σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις.

2. Η εξεταζόμενη λεκάνη χαρακτηρίζεται από αρκετά πυκνό υδρογραφικό δίκτυο ακτινωτής μορφής και έντονο ανάγλυφο περιφερειακά. Αντίθετα το κεντρικό τμήμα της είναι σχεδόν επίπεδο.

3. Γεωτεκτονικά ανήκει στην Σερβομακεδονική Μάζα και αποτελείται από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα όπως βιοτιτικούς γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους, αμφιβολίτες, μιγματίτες και μάρμαρα.

4. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τους μήνες Μάρτιο έως και Ιούνιο και εφαρμόστηκε η μέθοδος του μυλίσκου.

5. Από τις μετρήσεις προέκυψε ότι η μέση παροχή είναι $q=103,5 \text{ lit/sec}$, πολύ μικρότερη σε σχέση με τις μετρήσεις που έγιναν κατά το 1980-1981 από τους Σούλιο και Δημόπουλο.

6. Ο υδροφορέας της λεκάνης εκκενώνεται με μέτριο ρυθμό καθώς από τις μετρήσεις προέκυψε ότι ο συντελεστής στείρευσης είναι $a = 16,3 \cdot 10^{-3} \text{ d}^{-1}$ ενώ τα εκκενώσιμα αποθέματα υπολογίστηκαν $W=1,17 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

7. Η ολική απορροή της λεκάνης των Βρωμολιμνών είναι

$$Q = I + R$$

$$(\text{Όγκος m}^3) 1031019,84 = 781885,4 + 249134$$



6.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ❖ G. Soulios – G. Dimopoulos, Contribution a l'étude du bilan hydrologique des bassins versants du pays hellénique d'après l'exemple du bassin des Vromolimnes (Macedoine-Grece), 1984
- ❖ Kochel, F., & Walther, H. (1968). Zur Geologischen entwicklung des Suldi-chen Serbomazedonischen massivs. Bulb. Ak. Sc. Bull. Geol. KH XVII., 133-142
- ❖ Maillet, E. (1905). Essais d' hydrodynamique et fluviale.- Herman, Paris, 218
- ❖ Mercier, J. (1966). Etude geologique des zones internes des Hellenides en Macedoine centrale. Ann. Geol. des Pays Hell., 20, 1-793
- ❖ Μουντράκης Δ., Γεωλογία και Γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας, 49-51, Θεσσαλονίκη 2010
- ❖ Σούλιος Γ., Γενική Υδρογεωλογία, Τόμος 1, 23-58, Θεσσαλονίκη 1986
- ❖ Σούλιος Γ., Γενική Υδρογεωλογία, Τόμος 3, 68-73, Θεσσαλονίκη 2004
- ❖ Σωτηριάδου Α. – Ψιλοβίκου Α., Ασκήσεις Γεωμορφολογίας, 19-20, Θεσσαλονίκη 2004

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

- ❖ www.el.wikipedia.org
- ❖ www.google-maps.gr
- ❖ www.ecocity.gr
- ❖ www.epesth.gr
- ❖ www.agro-tour.net
- ❖ www.radioantam.blogspot.com