

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ & ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑΣ

ΔΗΜΗΤΡΑ Ε. ΑΠΟΣΤΟΛΑΚΗ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΟΥ ΥΠΟΓΕΙΟΥ
ΝΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009

Πίνακας περιεχομένων

1.	Πρόλογος	3
2.	Περιοχή μελέτης	4
2.1	Γενικά στοιχεία για την περιοχή της Θεσσαλονίκης	4
2.2	Δημογραφικά στοιχεία	7
2.3	Γενικά κλιματικά στοιχεία	8
3.	Γεωλογία και τεκτονική της περιοχής της Θεσσαλονίκης.....	12
3.1	Γενικά.....	12
3.2	Γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής.....	15
3.3	Τεκτονικά – Νεοτεκτονικά στοιχεία	27
3.4	Σεισμικότητα της περιοχής μελέτης	27
4.	Μετρό.....	30
4.1	Η ιστορία της κατασκευής	30
4.2	Το έργο.....	32
4.2.1	Επεκτάσεις	37
4.2.2	Αντιδράσεις.....	39
4.2.3	Βασικές βελτιώσεις στον σχεδιασμό του συστήματος του Μετρό της Θεσσαλονίκης	39
4.2.4	Τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου.....	42
4.2.5	Μέθοδοι Κατασκευής	45
4.2.5.1	Μέθοδος επικάλυψης-εκσκαφής (Cover & Cut)	46
5.	Μέτρηση στάθμης των υδρογεωτρήσεων και των πηγαδιών κατά μήκος της γραμμής του Μετρό Θεσσαλονίκης σε ακτίνα 500 m.	49
6.	Συμπεράσματα	56
7.	Βιβλιογραφία	57
8.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	58

1. Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Γεωλογίας Η' εξαμήνου στην κατεύθυνση Εφαρμοσμένης Γεωλογίας με θέμα «Διακύμανση της στάθμης του υδροφορέα στην ευρύτερη περιοχή του Μετρό Θεσσαλονίκης».

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη και η συλλογή πληροφοριών για ένα τόσο σημαντικό και ωφέλιμο έργο όπως είναι το Μετρό, για την πόλη της Θεσσαλονίκης. Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής εργασίας προσπάθησα να συλλέξω όσα περισσότερα στοιχεία μπορούσα για το Μετρό, για τον τρόπο δημιουργίας του, για την χρησιμότητα του, για τα τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου και για τις μεθόδους κατασκευής του. Επίσης έγινε απογραφή και μέτρηση της στάθμης των υδρογεωτρήσεων και των πηγαδιών κατά μήκος του άξονα του Μετρό Θεσσαλονίκης σε ακτίνα 500m και αυτό αποδόθηκε με τη μορφή πιεζομετρικού χάρτη.

Επιβλέπων καθηγητής της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο επίκουρος καθηγητής Γεωλογίας κ. Κ. Βουδούρης και τον οποίο ευχαριστώ για την ανάθεση του θέματος, την καθοδήγησή του, τις διορθώσεις του επάνω στη εργασία και στις πολύ χρήσιμες συμβουλές του. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον υποψήφιο Διδάκτορα Γεωλογίας κ. Καζάκη Νεράντζη για τις πολύτιμες συμβουλές του, τις παρατηρήσεις του και τα σχόλια του για την διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας. Ευχαριστώ μέσα από την καρδιά μου την αδερφή μου και γεωλόγο Αποστολάκη Κωνσταντίνα για τη στήριξη της και την πολύ σημαντική βοήθεια της στο τεχνικό μέρος της εργασίας. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δύο υπέροχους γονείς μου για τη στήριξη τους και τη βοήθεια τους όλα αυτά τα χρόνια.

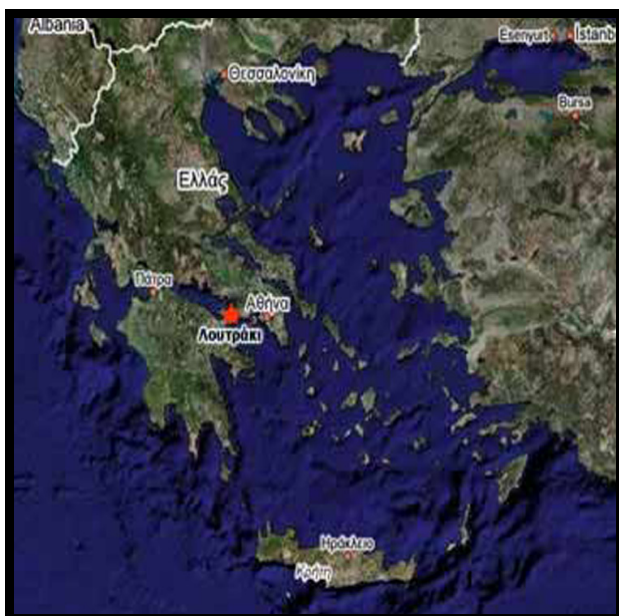
Αποστολάκη Ε. Δήμητρα
Ημερομηνία 7 Μαΐου 2009

2. Περιοχή μελέτης

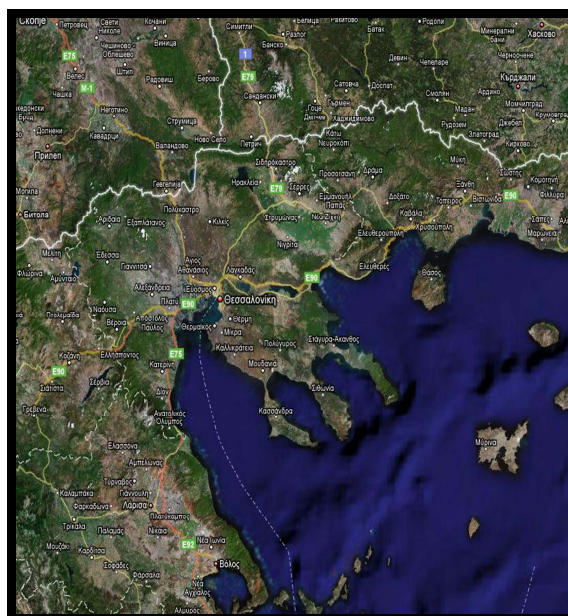
2.1 Γενικά στοιχεία για την περιοχή της Θεσσαλονίκης

Ο Νομός Θεσσαλονίκης είναι ο μεγαλύτερος στην Μακεδονία και στην Βόρεια Ελλάδα. Πρωτεύουσα του νομού είναι η Θεσσαλονίκη που είναι και η δεύτερη μεγαλύτερη πόλη στην Ελλάδα (εικόνα 1). Διοικητικά ανήκει στην περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και είναι έδρα του Υπουργείου Μακεδονίας-Θράκης.

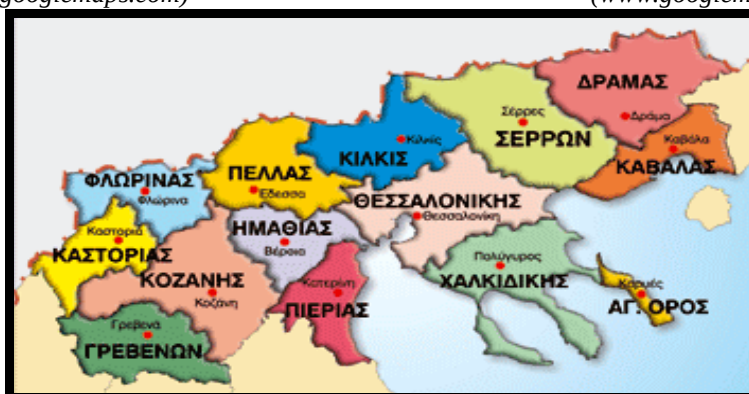
Ο Νομός Θεσσαλονίκης βρίσκεται στην κεντρική Μακεδονία και βρέχεται από τον Θερμαϊκό κόλπο στα δυτικά και τον Στρυμονικό κόλπο στα ανατολικά (εικόνα 2,3).



Εικόνα 1: Γεωγραφική χωροθέτηση της Θεσσαλονίκης (www.googlemaps.com)

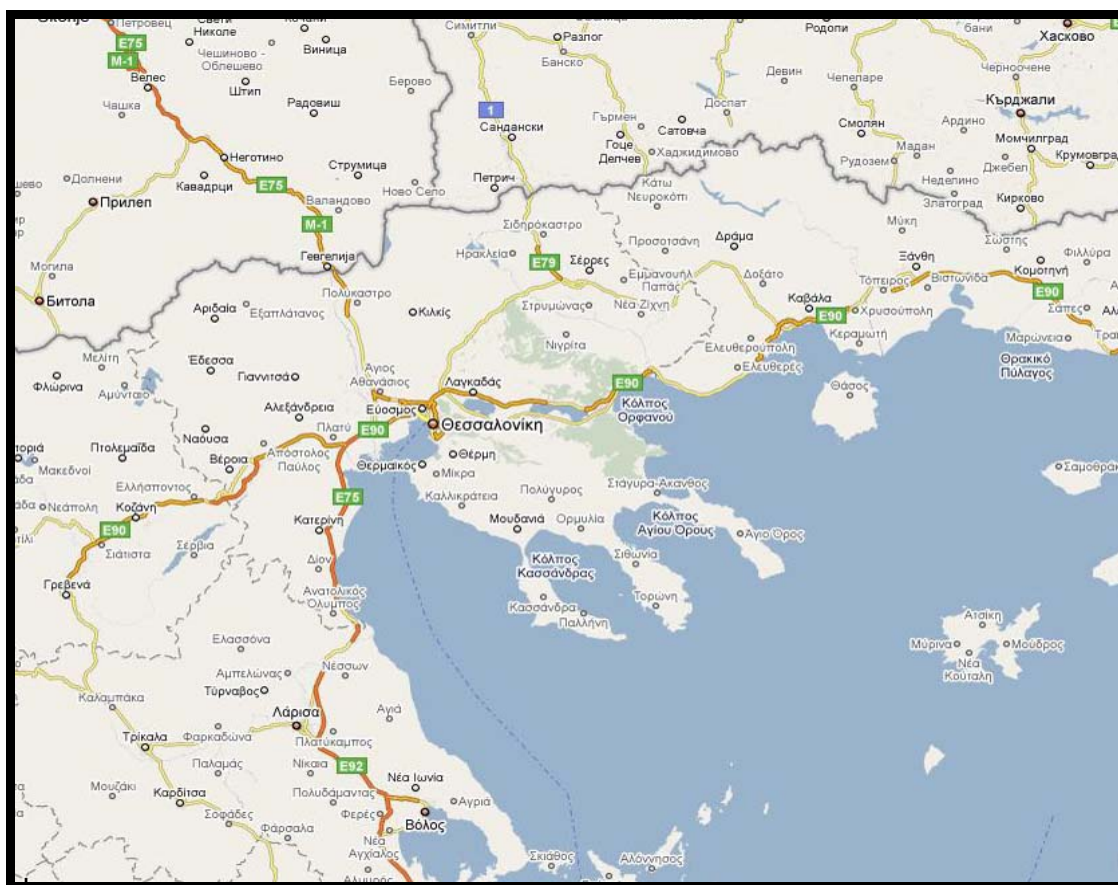


Εικόνα 2: Ευρύτερη περιοχή της Θεσσαλονίκης (www.googlemaps.com)



Εικόνα 3: Όρια νομού Θεσσαλονίκης(http://www.maps/macedonia_map.....gif)

Στο κεντρικό-βόρειο τμήμα του νομού υπάρχει η κοιλάδα της Μυγδονίας με τη Λίμνη Κορώνεια (ή Λίμνη Αγίου Βασιλείου ή Λίμνη Λαγκαδά) και λίγο ανατολικότερα τη Λίμνη Βόλβη που είναι η δεύτερη μεγαλύτερη στην Ελλάδα. Τα βουνά βρίσκονται στο κεντρικό και βόρειο τμήμα του νομού. Στα βουνά περιλαμβάνονται ο Χορτιάτης στα κεντροδυτικά του νομού, ο Βερτίσκο στα βόρεια και τμήμα από τα Κερδύλια στα βορειοανατολικά. Γειτονικά είναι ο Νομός Ημαθίας στα νοτιοδυτικά, ο Νομός Πέλλας στα δυτικά, ο Νομός Κιλκίς στα βόρεια, ο Νομός Σερρών στα ανατολικά και ο Νομός Χαλκιδικής στα νότια (εικόνα 4).

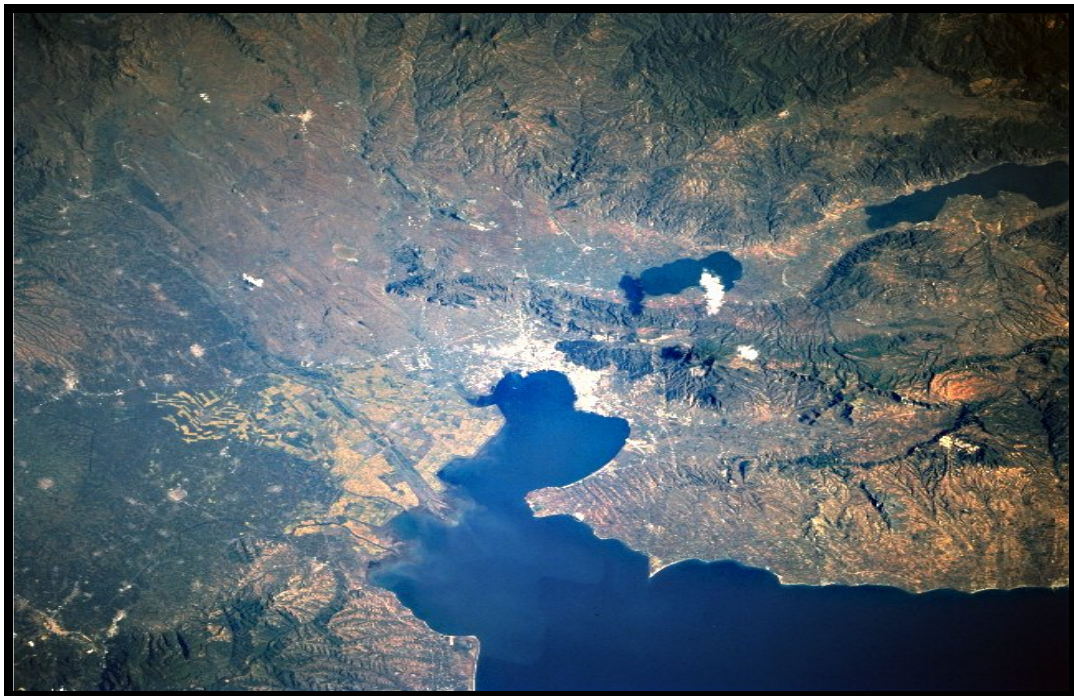


Εικόνα 4: Τοπογραφικός χάρτης της Θεσσαλονίκης (www.googlemaps.com)

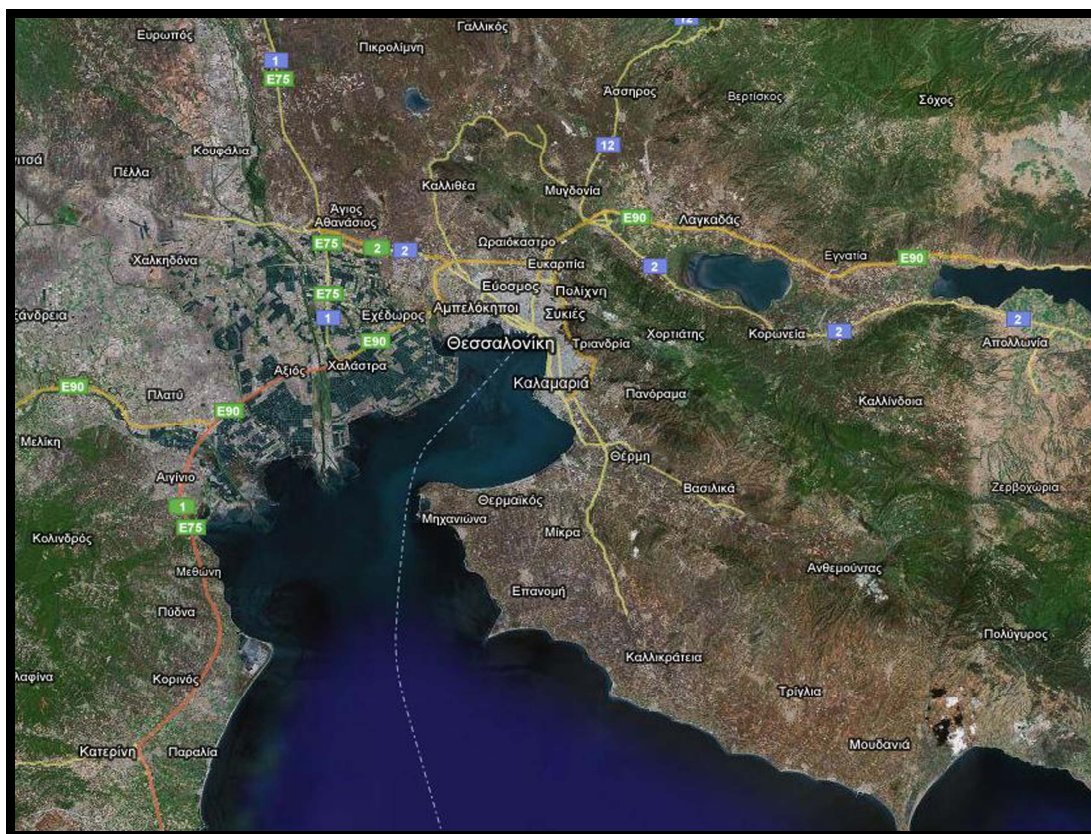
Η Θεσσαλονίκη βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του σημερινού νομού Θεσσαλονίκης, στο μυχό του Θερμαϊκού κόλπου. Είναι κτισμένη αμφιθεατρικά στις πλαγιές του Κεδρηνού Λόφου και περιβάλλεται στα βόρεια από το δάσος του Σείχ Σου. Στη Σίνδο

υπάρχει η βιομηχανική ζώνη της πόλης και στα ανατολικά βρίσκονται οι περιοχές του αεροδρομίου, της Θέρμης και του Πανοράματος.

Βόρεια-Βορειοανατολικά της πόλης υψώνεται ο Χορτιάτης (εικόνα 5), φυσική οχύρωση και πηγή μέρους του νερού που χρησιμοποιείται για την ύδρευσή της. Βορειοδυτικά απλώνεται η πεδιάδα της Θεσσαλονίκης, που συμπληρώνει τις ανάγκες της Θεσσαλονίκης σε ύδρευση. Η πεδιάδα ευνόησε την οικονομική ανάπτυξη της πόλης και της γύρω περιοχής, καθώς σχηματίστηκε (περίπου τον 1ο π.Χ. αιώνα) από τις προσχώσεις των ποταμών που διαρρέουν το νομό κι έτσι είναι ιδιαίτερα εύφορη.



Εικόνα 5: Δορυφορική άποψη του Θερμαϊκού κόλπου και της ευρύτερης περιφέρειας της Θεσσαλονίκης (http://el.wikipedia.org/wiki_:Thessaloniki_Satellite_View.jpg)



Εικόνα 6: Δορυφορικός χάρτης της Θεσσαλονίκης (www.googlemaps.com)

Η θέση της πόλης στην ευρύτερη περιοχή Μακεδονίας-Θράκης, η ύπαρξη του λιμανιού της ως φυσικής πύλης της περιοχής αυτής προς τη θάλασσα αλλά και η φυσική οχύρωσή της καθιστούν τη Θεσσαλονίκη αφενός σημαντικό στρατηγικό σημείο, αφετέρου εμπορικό, συγκοινωνιακό και πολιτισμικό σταυροδρόμι από την αρχαιότητα έως και σήμερα. (<http://el.wikipedia.org/>)

2.2 Δημογραφικά στοιχεία

Το πολεοδομικό συγκρότημα Θεσσαλονίκης, σύμφωνα με την απογραφή του 2001, έχει πραγματικό πληθυσμό 800.764 κατοίκους. Ο νομός Θεσσαλονίκης, για τον οποίο υπάρχουν ασφαλή στατιστικά στοιχεία, έχει πληθυσμό 1.057.825. Συγκεντρώνει ποσοστό 9,4% του πληθυσμού της χώρας με τάση αύξησης, αφού είχε το τέταρτο μεγαλύτερο ποσοστό φυσικής αύξησης του πληθυσμού το 1997 και το 1998 μετά

τους νομούς Δωδεκανήσου, Ξάνθης και Ηρακλείου. Παράγει το 9,9% του ακαθάριστου εγχώριου προϊόντος της χώρας, το 2,16% της συνολικής μεταποιητικής παραγωγής και τα 2/3 του προϊόντος του προέρχονται από τις υπηρεσίες (<http://el.wikipedia.org/>).

2.3 Γενικά κλιματικά στοιχεία

Το κλίμα της Θεσσαλονίκης είναι μεσογειακό και υγρό.

Γενικότερα πάντως, η Θεσσαλονίκη απολαμβάνει αρκετές ηλιόλουστες μέρες κατά την διάρκεια του έτους. Η μεγαλύτερη θερμοκρασία που έχει σημειωθεί ήταν στις 25/7/2007 και ήταν 44 °C στο αεροδρόμιο "Μακεδονία", ενώ η χαμηλότερη στον ίδιο σταθμό ήταν -14 °C και σημειώθηκε στις 26/1/1963 (<http://el.wikipedia.org/>).

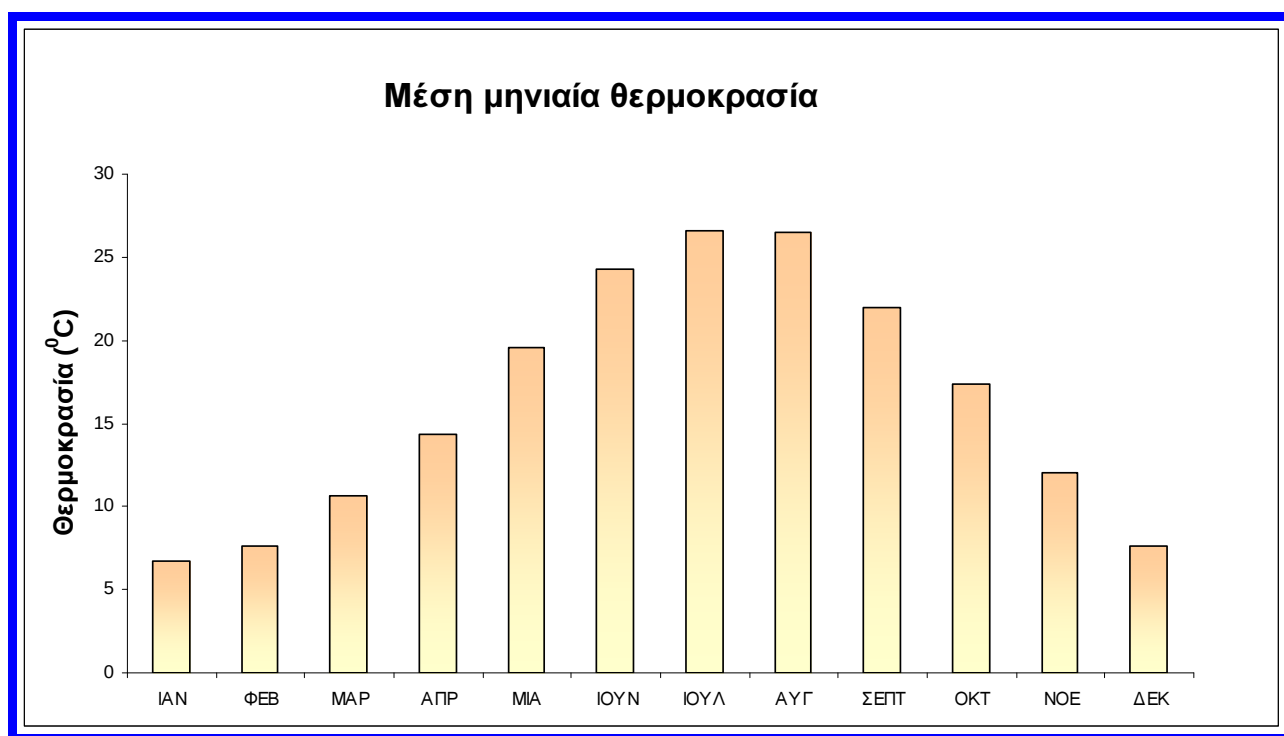
Στον πίνακα 1 και 2 φαίνονται οι μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης όπως καταγράφηκαν από το Μετεωρολογικό σταθμό του Μετεωροσκοπείου Θεσσαλονίκης για τα έτη 1990-2007 και στις εικόνες 8, 9, 10 και 11 φαίνονται η μέση μηνιαία και ετήσια θερμοκρασία και η μέση μηνιαία και ετήσια βροχόπτωση.

Πίνακας 1: Μέση μηνιαία και ετήσια θερμοκρασία (°C) στο Μετεωρολογικό σταθμό του
Μετεωροσκοπίου Θεσσαλονίκης για τα έτη 1990-2007

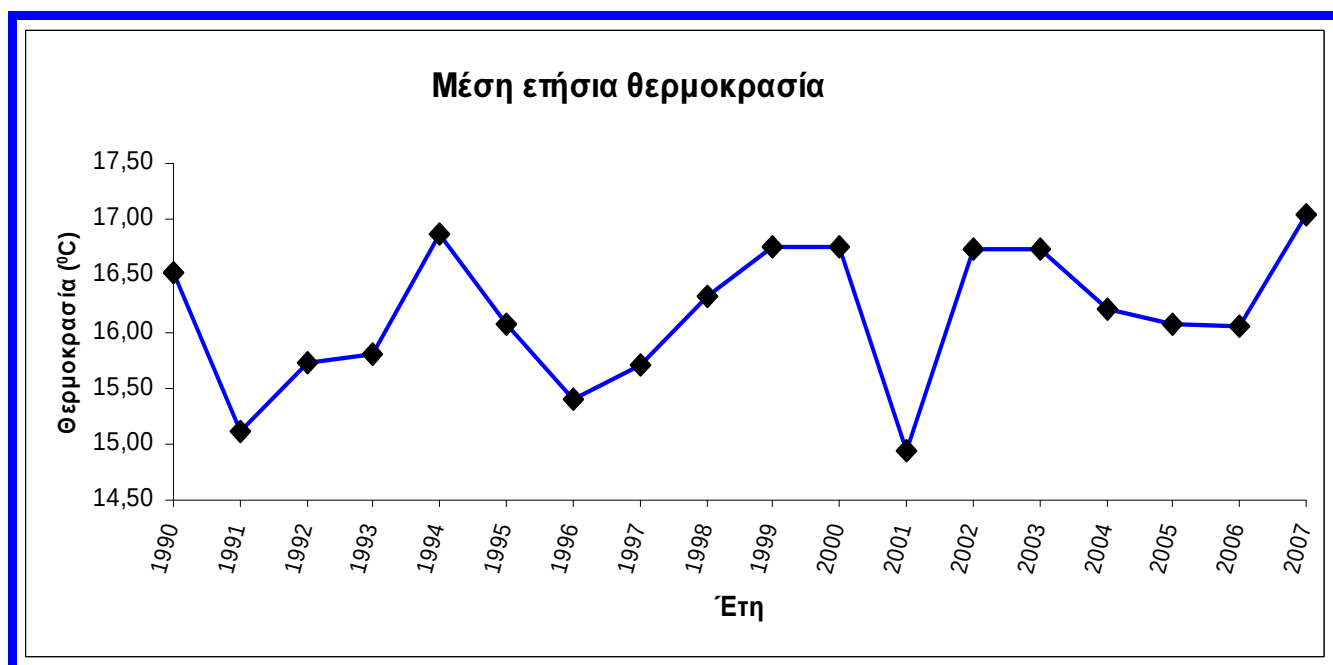
ΕΤΗ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	Μ.Ο.
1990	5,81	9,33	13,65	15,5	19,16	23,43	26,67	25,11	21,2	16,66	13,77	7,95	16,52
1991	5,27	5,61	10,67	13,41	17,14	23,94	25,33	25,48	21,14	17,13	12,25	3,99	15,11
1992	6,34	6,29	10,29	14,36	17,94	23,33	24,68	27,22	21,53	17,9	12,29	6,6	15,73
1993	6,3	4,93	9,04	14,42	19,35	23,97	25,2	26,18	21,96	19,3	9,58	9,42	15,80
1994	8,61	7,14	11,76	15,36	19,28	23,43	26,67	27,09	25,04	18,24	11,76	8,02	16,87
1995	6,04	10,23	10,33	14,1	18,94	25,26	26,63	25,56	21,61	16,3	8,7	9,09	16,07
1996	5,7	6,28	6,89	12,49	21,01	23,63	25,17	25,87	20,13	15,68	13,09	8,84	15,40
1997	8,19	8,07	9,9	10,5	20,72	24,17	26,89	24,89	20,72	14,33	12,1	7,96	15,70
1998	7,35	9,67	8,17	15,2	19	24,8	27,01	27,8	21,92	17,62	11,57	5,66	16,31
1999	6,96	6,48	11,33	15,61	19,65	24,52	27,42	27,07	22,85	18,42	11,97	8,86	16,76
2000	3,5	8,16	9,65	16,58	20,42	24,18	26,94	26,68	22,42	17,27	15,34	9,9	16,75
2001	8,51	9,66	14,49	14,21	19,41	23,94	27,81	27,86	23,38	19,53	11,44	3,04	14,95
2002	6,29	11,46	11,91	13,92	19,6	25,23	27,08	26,02	21,12	17,3	13,18	7,66	16,73
2003	9,34	4,76	9,43	12,86	21,29	26,28	27,41	27,71	22,04	17,67	13,81	8,17	16,73
2004	4,98	8,05	10,92	14,33	17,82	24,23	26,38	26,15	22,21	18,62	11,6	9,15	16,20
2005	7,01	6,21	10,21	14,38	19,79	23,55	26,66	26,47	22,62	16,76	10,82	8,25	16,06
2006	4,6	6,5	10,51	15,11	19,59	23,83	26,01	27,38	22,17	17,33	11,55	7,99	16,05
2007	9,55	9,02	11,87	15,18	21,55	25,86	28,31	26,91	21,3	17	11,22	6,81	17,05
Μ.Ο.	6,69	7,66	10,61	14,31	19,54	24,33	26,57	26,53	21,96	17,39	12	7,63	

Πίνακας 2: Μέση μηνιαία και ετήσια ύψος βροχής (mm) στο Μετεωρολογικό σταθμό του
Μετεωροσκοπίου Θεσσαλονίκης για τα έτη 1990-2007

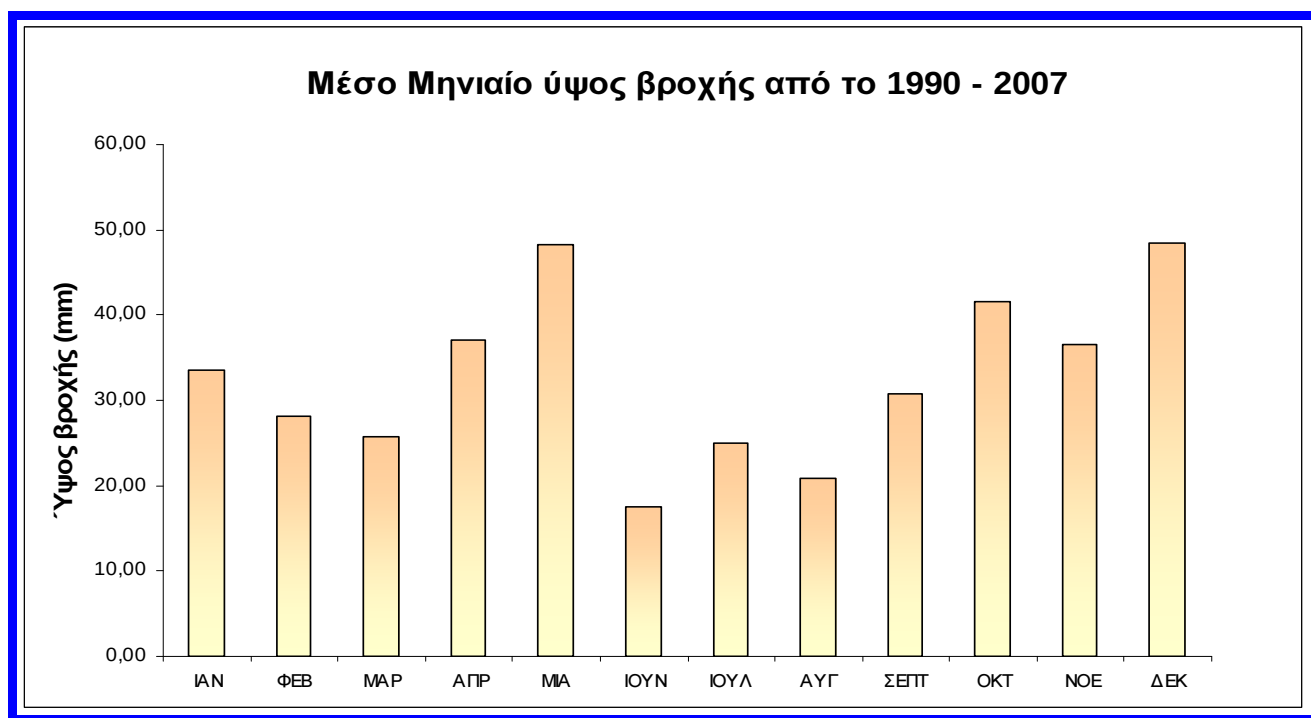
ΕΤΗ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠΤ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	Ετήσιο ύψος βροχής
1990	0,00	3,10	1,00	24,00	89,70	8,80	21,20	38,10	11,50	37,70	30,20	95,60	360,90
1991	10,40	46,60	41,90	61,80	31,00	31,90	36,70	28,90	40,00	14,20	28,90	4,70	377,00
1992	0,00	2,10	14,00	58,80	55,40	36,90	32,00	7,60	6,40	57,80	31,20	34,10	336,30
1993	17,40	10,50	20,10	23,30	103,00	25,30	0,00	1,30	6,80	10,20	67,60	17,30	302,80
1994	39,00	43,70	7,70	77,70	52,30	3,60	27,40	24,10	0,00	69,40	47,60	39,90	432,40
1995	61,60	9,30	37,90	7,30	71,20	7,80	64,10	34,90	20,00	5,60	33,80	110,50	464,00
1996	91,70	68,00	42,00	17,50	32,70	19,70	39,90	18,20	68,70	30,60	34,70	28,80	492,50
1997	22,70	61,20	16,70	41,50	2,10	18,80	31,90	26,10	11,30	79,60	18,20	56,00	386,10
1998	39,50	60,70	7,90	6,10	64,50	6,10	0,90	4,80	24,80	24,80	15,30	38,10	293,50
1999	16,90	34,70	54,90	27,40	24,50	49,80	20,30	11,00	25,50	31,10	73,40	88,00	457,50
2000	4,00	50,40	2,70	31,60	28,40	2,10	15,70	0,90	12,50	37,80	39,50	0,00	225,60
2001	45,90	9,90	5,10	68,60	90,80	5,80	19,90	8,70	8,20	4,00	4,80	58,80	330,50
2002	12,60	7,70	101,30	81,50	16,80	9,10	57,10	49,50	89,10	40,40	36,50	99,90	601,50
2003	100,20	15,00	1,70	30,10	54,80	4,00	22,10	38,00	16,40	81,80	22,60	55,20	441,90
2004	67,00	11,70	21,80	40,50	26,70	9,10	4,50	17,40	77,20	39,00	56,10	45,40	416,40
2005	21,30	24,50	34,80	3,70	41,80	0,80	13,50	9,20	40,30	40,60	47,00	52,30	329,80
2006	48,70	31,40	35,10	54,80	26,20	35,20	43,50	6,30	52,50	78,90	27,10	30,70	470,40
2007	5,50	16,70	17,20	10,60	58,30	41,80	0,00	50,60	42,10	65,00	44,10	15,40	367,30
Μ.Ο.	33,58	28,18	25,77	37,04	48,34	17,59	25,04	20,87	30,74	41,58	36,59	48,37	



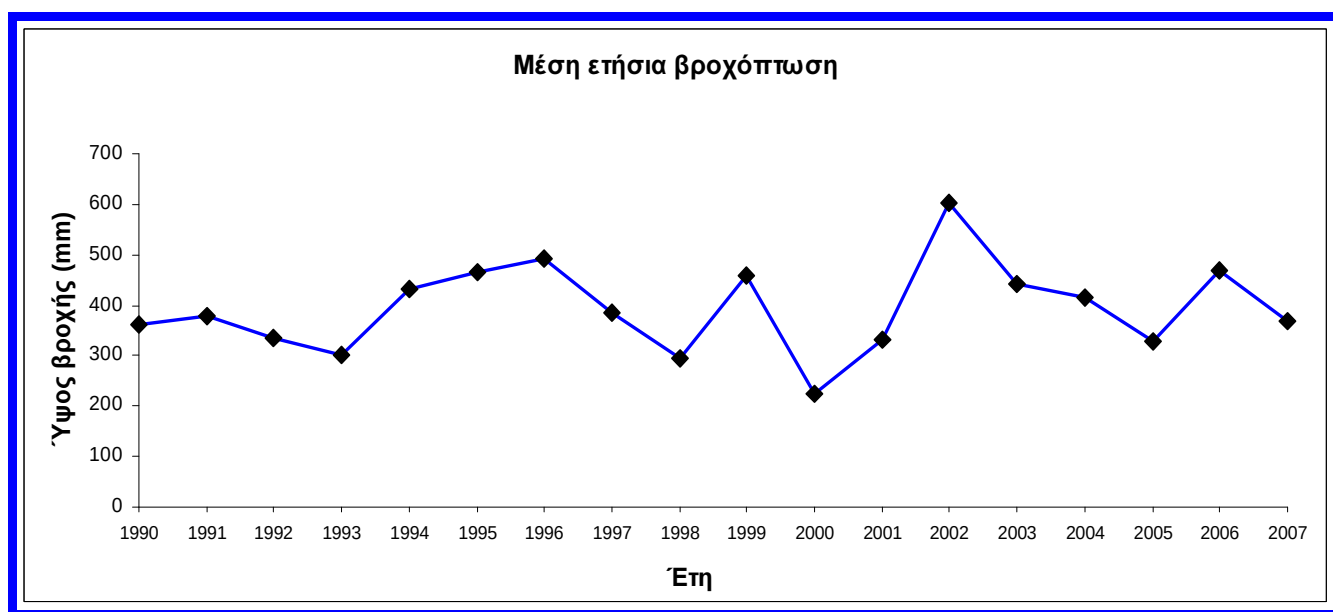
Εικόνα 7: Μέση μηνιαία θερμοκρασία



Εικόνα 8: Μέση ετήσια θερμοκρασία



Εικόνα 9: Μέσο μηνιαίο ύψος βροχής

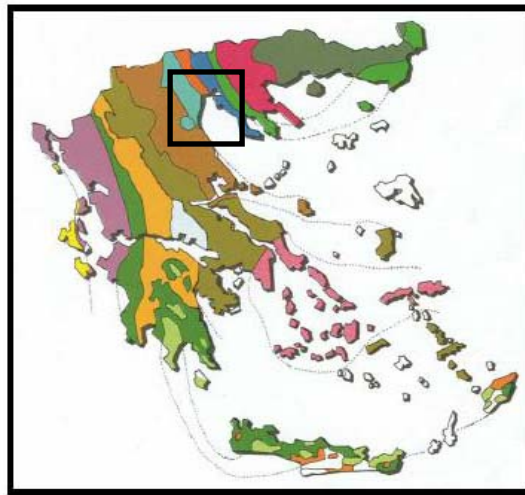


Εικόνα 10: Μέση ετήσια βροχόπτωση

3. Γεωλογία και τεκτονική της περιοχής της Θεσσαλονίκης

3.1 Γενικά

Η περιοχή μελέτης αποτελείται από πετρώματα που γεωτεκτονικά ανήκουν (εικόνα 11) στην Περιοδοπική ζώνη και τη ζώνη Αξιού (Μουντράκης, 1985).



Εικόνα 11: Γεωτεκτονική τοποθέτηση της Θεσσαλονίκης (Μουντράκης, 1985)

Περιοδοπική ζώνη

Ανήκει στις Εσωτερικές Ελληνίδες και παλαιογεωγραφικά αποτελούσε την ηπειρωτική κατώφρεια της ηπειρωτικής ενδοχώρας και συγκεκριμένα της Σερβομακεδονικής Μάζας, η οποία κατώφρεια κατέληγε σε μια βαθιά αύλακα, περιφερειακή της ηπειρωτικής μάζας. Σύμφωνα με τα βασικότερα σύγχρονα γεωτεκτονικά μοντέλα εξέλιξης του ελληνικού χώρου, αυτή η περιφερειακή αύλακα ήταν η θέση βύθισης της ωκεάνιας περιοχής της ζώνης Αξιού κάτω από την Ευρωπαϊκή ηπειρωτική πλάκα, το περιθώριο της οποίας αποτελούσαν οι μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής. Χωρίζεται στις ενότητες i) Ντεβέ Κοράν - Δουμπιά, ii) Μελισχωρίου – Χολομώντα, iii) Άσπρης Βρύσης – Χορτιάτη. Στη Θεσσαλονίκη εντοπίζονται σχηματισμοί που ανήκουν στις ενότητες Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη και Μελισχωρίου – Χολομώντα.

Υπάρχει προβληματισμός σχετικά με το πού εντάσσονται αυτές οι ενότητες. Κάποιοι τις εντάσσουν στην ζώνη Παιονίας, που αντιπροσώπευε τμήμα της παλιάς ωκεάνιας περιοχής της Τηθύος, και κάποιοι στην Περιοδοπική ζώνη. Το γεωτεκτονικό πρόβλημα εντοπίζεται στο ερώτημα: διαφέρει γεωτεκτονικά και παλαιογεωγραφικά η Παιονία από την Περιοδοπική αφού έχουν και οι δύο ανάλογα ιζήματα βαθιάς θάλασσας και πού βρίσκεται το πιθανό όριο των δύο ζωνών; Το πρόβλημα βέβαια έγινε πιο περίπλοκο, γιατί πολλοί σχηματισμοί που βρίσκονται στις παραπάνω ενότητες έχουν επανατοποθετηθεί στην Περιοδοπική. Ίσως η ζώνη Παιονίας να αντιπροσωπεύει τα ιζήματα εκείνα που αποτέθηκαν στην ηπειρωτική κατωφέρεια της ενδοχώρας και την παλιά περιφερειακή τάφρο – αύλακα.

Ζώνη Αξιού

Οι τρεις εσωτερικές ζώνες, Παιονίας, Πάικου και Αλμωπίας συνιστούν μαζί την παλιά ζώνη Αξιού η οποία καθορίστηκε πρώτα σαν μια ενιαία ζώνη και στη συνέχεια διαιρέθηκε στις τρεις παραπάνω ανεξάρτητες ζώνες. Παρ' όλα αυτά η ζώνη Αξιού εξακολουθεί και σήμερα να θεωρείται σαν μια ενιαία ζώνη με χαρακτηρισ παλιάς ωκεάνιας περιοχής από όπου προήλθαν οι οφειόλιθοι. Ο ωκεάνιος χαρακτήρας αποδίδεται από ορισμένους ερευνητές χωριστά για τις δυο ζώνες Παιονίας και Αλμωπίας με την παρεμβολή ανάμεσά τους της μικρής πλατφόρμας του Πάικου.

Η ζώνη Αξιού, που το όνομα της οφείλεται στον ομώνυμο ποταμό της Κεντρικής Μακεδονίας, αναφέρεται συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία με το όνομα «ζώνη Vardar» από την αντίστοιχη ονομασία του ίδιου ποταμού στη Γιουγκοσλαβία.

Καθορίστηκε αρχικά από τον Kossmat (1924) σαν μια ζώνη BBA - NNA διεύθυνσης και πλάτους 30 - 70 km, παρεμβαλλόμενη μεταξύ της μάζας της Ροδόπης προς τα Ανατολικά και της Πελαγονικής προς τα Δυτικά. Αρχίζει από την περιοχή των Σκοπίων της Γιουγκοσλαβίας, επεκτείνεται μέχρι το Θερμαϊκό κόλπο και το Αιγαίο,

όπου περιλαμβάνει ορισμένα από τα νησιά των Βόρειων Σποράδων και κάμπτεται στη συνέχεια κατά διεύθυνση Δ - Α προς τη Μικρά Ασία.

Ο Osswald (1938) ήταν ο πρώτος βασικός ερευνητής της ζώνης Αξιού και σύμφωνα με τις απόψεις του η ζώνη λειτούργησε κατά το Μεσοζωικό ως γεωσύγκλινο που διαμορφώθηκε στο Περμοτριάδικό. Η κύρια ορογενετική φάση για τη ζώνη έλαβε χώρα στο Ηώκαινο, οπότε τα ιζήματά της βρέθηκαν ανάμεσα στις δυο κρυσταλλικές μάζες Ροδόπης και Πελαγονικής και υπέστηκαν έντονο αναλεπισμό που είναι και η χαρακτηριστική τεκτονική δομή της ζώνης.

Βασικό χαρακτηριστικό της ζώνης Αξιού είναι οι μεγάλες οφειολιθικές μάζες που έχουν εξάπλωση σε όλο το χώρο της και συνιστούν στο σύνολό τους την «εσωτερική οφειολιθική λωρίδα» της Ελλάδας γνωστή με το όνομα "ΙΡΟ". Η παρουσία των οφειόλιθων έχει μεγάλη σημασία για τη γεωτεκτονική εξέλιξη των Ελληνίδων και καθορίζει τη γεωτεκτονική θέση της ζώνης Αξιού σαν τον παλιό ωκεάνιο χώρο της Τηθύος με ωκεάνιο φλοιό και ιζήματα βαθιάς θάλασσας στη διάρκεια του Μεσοζωικού (Μουντράκης, 1985).

Πάνω από τη ζώνη Αξιού αποτέθηκε και η ομώνυμη μολλασσική αύλακα.

Έτσι, στην περιοχή της κοιλάδας του Αξιού ποταμού πιστεύεται ότι λειτούργησε η μολασσική αύλακα του Αξιού. Οι εμφανίσεις της εντοπίζονται στο γεωλογικό χώρο της ζώνης Παιονίας, πιστεύεται όμως, ότι ο χώρος της αύλακας είχε μεγαλύτερη έκταση ανάμεσα στις μάζες της Σερβομακεδονικής και της Πελαγονικής. Πιθανόν στην ίδια αύλακα να ανήκουν και οι πολύ μικρές Ολιγοκαινικές εμφανίσεις μολάσσας που βρίσκονται στην περιοχή Λαγκαδά στο χώρο της Σερβομακεδονικής (Μουντράκης, 1985).

Το μεγαλύτερο μέρος της μολάσσας της αύλακας Αξιού καλύπτεται σήμερα από τις χερσαίες Νεογενείς και Τεταρτογενείς αποθέσεις της κοιλάδας του Αξιού και της

ευρύτερης πεδιάδας της Θεσσαλονίκης στα νοτιότερα τμήματα της οποίας εντοπίστηκε με τις γεωτρήσεις που έγιναν για την έρευνα πετρελαίου.

Η ιζηματογένεση της «Τριτογενούς αύλακας Αξιού» ήταν πολυφασική, μολασσική και εξετάστηκε στο κεφάλαιο της ζώνης Παιονίας. Αποτελείται από ψαμμίτες, μάργες, κροκαλοπαγή, λατυποπαγή και ασβεστόλιθους ηλικίας Ανώτερου Ηωκαίνου.

3.2 Γεωλογική δομή της ευρύτερης περιοχής

Αναλυτικότερα, οι σχηματισμοί από τους οποίους συνίσταται η Θεσσαλονίκη από το νεότερο προς το παλαιότερο είναι:

ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Το Ολόκαινο συνίσταται από τις εξής αποθέσεις:

Αλλουβιακές αποθέσεις και Αποθέσεις στις κοίτες ποταμών και χειμάρρων: αμμούχες άργιλοι, άμμοι και ψηφίδες.

Προσχώσεις κοιλάδων: αμμούχες άργιλοι.

Κατώτερη βαθμίδα του κατώτερου συστήματος αναβαθμίδων: κυρίως χαλίκια με αργιλώδες κάλυμμα.

Ολοκαινικές αποθέσεις αδιαίρετες: παράκτιες αποθέσεις (άμμοι), προσχώσεις πεδιάδων, ερυθρές άργιλοι με ασβεστιτικά συγκρίματα. Στη βάση τους επικρατούν κροκαλοπαγή.

ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων: χαλίκια και άμμος κάτω από αργιλώδες κάλυμμα της αναβαθμίδας.

Ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων: ψηφίδες και κροκάλες με πηλό ή αμμώδη άργιλο.

ΝΕΟΓΕΝΕΣ

ΑΝΩΤ. ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤ. ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά: ψαμμίτες εύθρυπτοι έως πολύ συμπαγείς, τοπικά μικροκροκαλοπαγή με διασταυρωμένη στρώση. Κατά θέσεις υπάρχουν ορίζοντες από μάργες.

Σειρά ερυθρών αργίλων: ερυθρές ως κεραμόχρωμες , ιλυώδεις άργιλοι, με μαρμαρυγία και ασβεστιτικά συγκρίματα.

Ο F. Stephanovic (1962) βρήκε ΒΔ του χωριού Θέρμη, θραύσματα οστών Μαστοφόρων που ανήκουν στην Πικερμική πανίδα: *Hippation mediterraneum*, *Mastodon sp.* και *Gazella ct. Deperdita*.

Ο Γ. Μαρίνος (1964) παραδέχεται, βάσει προσδιορισμένων Οστρακωδών από τον Δρ. G. Luttis, ότι οι παραπάνω σχηματισμοί ανήκουν στο Ανώτερο Πλειόκαινο (φάση Αστίου).

ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΙΟΝΙΑΣ

ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ - ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΚΡΗΤΙΑΙΚΟ;

Φυλλιτικοί σχιστόλιθοι: μαύροι έως τεφρόμαυροι, αμμούχοι, αργιλικόι σχιστόλιθοι και τεφροπράσινοι, ασβεστιτικοί σχιστόλιθοι, με παρεμβολές μαύρων ως σκοτεινότεφρων, λεπτοστρωμένων κλαστικών ασβεστόλιθων και μικροκροκαλοπαγών, με θραύσματα Κοραλλίων ηλικίας Ανώτερου Ιουρασικού (J. Mercier, 1966).

ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ (Τιθώνιο)

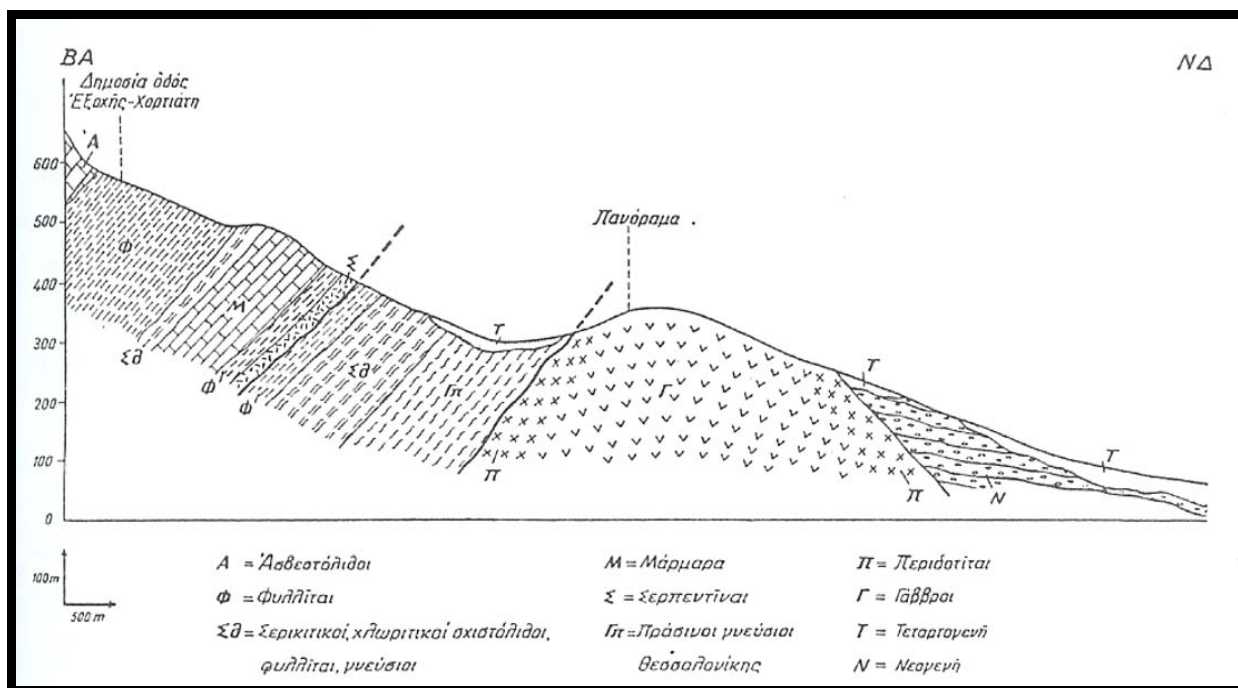
Κροκαλοπαγή: (βόρεια τής Νεοχωρούδας), αδρόκοκκα με κροκάλες από καστανότεφρο, κλαστικό, ασβεστόλιθο και από καστανοκύανο, υφαλογενή ασβεστόλιθο. Φακοί και στρώματα από μαύρους έως σκοτεινοκύανους υφαλογενείς ασβεστόλιθους και συγγενετικά, υφαλογενή λατυποπαγή: *Nerineae Cladocoropsis sp.* *Pseudocyclaminina sp.* (J. Mercier, 1966).

ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΣΠΡΗΣ ΒΡΥΣΗΣ- ΧΟΡΤΙΑΤΗ

Είναι λωρίδα παράλληλη με την ενότητα Μελισσοχωρίου - Χολομώντα, πλάτους 4-8 km, που αρχίζει βόρεια της Θεσσαλονίκης, διέρχεται από το Χορτιάτη, φτάνει στο νότιο άκρο της Σιθωνίας, όπου κάμπτεται και αποκτά ΑΒΑ κατεύθυνση και επεκτείνεται έτσι μέχρι το άκρο του Αγίου Όρους.

Η ενότητα χαρακτηρίζεται από μια ευγεωσυγκλινική ανάπτυξη κατά την διάρκεια του Κάτω - Μέσου Ιουρασικού.

Τα πετρώματα της Ενότητας Άσπρης Βρύσης - Χορτιάτη καλύπτουν γενικά τον ευρύτερο χώρο της πόλης της Θεσσαλονίκης. Μια αντιπροσωπευτική τομή του ανατολικού τμήματος του χώρου αυτού δίνεται στην εικόνα 12.



Εικόνα 12: Γεωλογική τομή της ανατολικής περιοχής της Θεσσαλονίκης. (Σαπουντζή 1969).

Σύμφωνα με το γεωλογικό χάρτη φύλλο "Θεσσαλονίκης", κλίμακας 1:50.000 (ΙΓΜΕ) οι σχηματισμοί της ενότητας Άσπρης Βρύσης- Χορτιάτη είναι:

ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ (:)

Αμμούχοι αργιλικοί σχιστόλιθοι: λαδοπράσινοι, λεπτόκοκκοι, λεπτοστρωματώδεις ψαμμίτες και βαθυκόκκινοι αργιλικοί σχιστόλιθοι, με ενστρώσεις από μαύρους, λεπτοστρωματώδεις, παχύς ορίζοντες πυριτόλιθων και φακούς και στρώματα σερικιτιωμένου και χλωριτιωμένου δολερίτη. Προς τα ΝΑ ή δυναμομεταμόρφωση αυξάνει. Η σειρά είναι μεταμορφωμένη σε χλωριτικό χαλαζίτη, επιδοτιτικό χαλαζίτη, χαλαζιακό-σερικιτικό σχιστόλιθο, μετα-αρκόζες, χλωριτικούς σχιστόλιθους, καστανοπράσινους φυλλίτες, μαύρα στρώματα κερατόλιθου και ουραλιτιωμένα και χλωριτιωμένα βασικά εκρηξιγενή πετρώματα.

ΜΕΣΟ - ΑΝΩΤΕΡΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ

Ασβεστόλιθοι: μαύροι, μικριτικοί, λεπτοστρωματώδεις με ανακρυσταλλωμένα υπολείμματα Τρηματοφόρων: *Frondicularia* , *Lingulina* sp.

Κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι: γαλαζωποί η άσπροι, συμπαγείς ή παχυστρωματώδεις που, μεταβαίνουν προς ΝΑ σε μάρμαρα, τεφρούς, λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθους και κίτρινους, πλατυκονδυλώδεις ασβεστόλιθους.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙΟΥ - ΧΟΛΟΜΩΝΤΑ

ΤΡΙΑΔΙΚΟ-ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

Ομάδα Σβούλας

Ασβεστιτικός φλύσχης: εναλλαγές κλαστικών ή ψαμμιτικών ασβεστόλιθων ή καστανότεφρων, σιδηρούχων ασβεστιτικών ψαμμιτών, με κιτρινωπούς ως μαύρους αργιλικούς σχιστόλιθους· παρεμβάλλονται ολισθόλιθοι από ανοικτότεφρο, στρωματώδη, συμπαγή, καθαρό ασβεστόλιθο, λατυψπαγή ασβεστόλιθο, και θραύσματα ασβεστόλιθων με Φύκη και πυριτόλιθους. Με αυξανόμενη μεταμόρφωση, η σειρά προς τα ΝΑ μεταπίπτει σε μαύρους φυλλίτες και ασβεστιτικούς χαλαζίτες. Οι

ολισθόλιθοι περιέχουν πανίδα Τρηματοφόρων και Φυκών, ηλικίας Μέσου - Ανώτερου Τριαδικού (ΙΓΜΕ, γεωλογικό χάρτη φύλλο “Κιλκίς”, κλίμακας 1:50.000).

Φυλλίτες: μαύροι, με σποραδικές παρεμβολές ψαμμιτικών ασβεστόλιθων ή ασβεστιτικών ψαμμιτών.

ΜΕΤΑΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

ΣΕΡΒΟΜΑΚΕΔΟΝΙΚΗ ΜΑΖΑ

ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ (ή παλαιότερο)

Σχηματισμός Βερτίσκου

Διμαρμαρυγικοί γνεύσιοι. διμαρμαρυγικοί και μοσχοβιτικοί σχιστόλιθοι και αμφιβολίτες: συχνά πηγματοειδή τοπική απομεταμόρφωση σε χλωριτικούς σχιστόλιθους με υπολείμματα πλαγιокλάστων. Παρείσακτες κοίτες και φλέβες ουραλιτιωμένου δολερίτη και αποφύσεις γάββρου είναι συχνές. Μικροί φακοί σερπεντινίτη μη διαχωρισμένοι.

Φλέβες χαλαζία: πολύ άφθονες, που διατέμνουν τα μεταϊζήματα κατά τόπους αποτελούν το 50% των πετρωμάτων.

ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΣΧΙΣΤΟΤΗΤΑ

ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

Γάββρος: αδρόκοκκος, τελείως ουραλιτιωμένος και σωσσυριτιωμένος (διοψιδικός πυρόξενος εξαλλοιωμένος σε βιοτίτη και ακτινολιθική κεροστίλβη, πλαγιόκλαστα, βιοτίτης, επίδοτο και επουσιώδη ορυκτά). Επίσης υπάρχουν λεπτόκοκκοι δολερίτες και ισχυρά εξαλλοιωμένοι και λατυποποιημένοι γάββροι χωρίς ορατή σχιστότητα.

ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΚΑΙ ΣΧΙΣΤΩΔΗ

ΜΕΣΟΖΩΙΚΟ

Μαγματική σειρά Χορτιάτη

Λευκοκρατικός αλβιτικός - σερικιτικός - μικροκλινικός γνέσιος: (αλβίτης, μικροκλινής, μοσχοβίτης και επουσιώδη ορυκτά) με γνευσιακό ή οφθαλμοειδή ιστό, σε ενστρώσεις μέσα στα μεταϊζήματα.

Επιγνέσιοι: ανοικτοκάστανοι πρασινωποί, με καλή στρώση, ομοιογενείς, με γνευσιακό ή οφθαλμοειδή ιστό και πράσινα, στρεβλωμένα χλωριτικά στρώματα· ακτινολιθικοί-επιδοτιτικοί-χλωριτικοί επιγνέσιοι, σερικιτικοί-χλωριτικοί επιγνέσιοι, κεροστιλβικοί-βιοτιτικοί-μοσχοβιτικοί επιγνέσιοι, μοσχοβιτικοί-χλωριτικοί-επιδοτιτικοί επιγνέσιοι (υπολείμματα πλαγιοκλάστων μετασχηματισμένα σε αλβίτη και νεοσχηματισμένοι χλωρίτης, σερικήτης και ακτινόλιθος). Πρόκειται για παλιούς διορίτες, γρανοδιορίτες και γρανίτες που μεταμορφώθηκαν στην πρασινοσχιστολιθική φάση και δημιούργησαν τους σημερινούς πράσινους επιγνέσιους της Θεσσαλονίκης (ακτινολιθικοί, επιδοτιτικοί, χλωριτικοί γνέσιοι και αμφιβολιτικοί, βιοτιτικοί γνέσιοι) που εναλλάσσονται με τα μεταϊζήματα, φυλλίτες, σερικιτικούς σχιστόλιθους, μάρμαρα, σιπολίνες, χλωριτικούς — επιδοτιτικούς σχιστόλιθους.

Ο Σαπουντζής (1969) που μελέτησε τους επιγνέσιους αυτούς διαπίστωσε ότι προήλθαν από παλιά χαλαζιοδιοριτικά πετρώματα. Ραδιοχρονολογήσεις στους γνέσιους αυτούς έδωσαν αποτελέσματα 113 εκ. ετών (ηλικία Κάτω - Μέσο Κρητιδική) που σημαίνει ότι η μεταμόρφωση έγινε σχεδόν ταυτόχρονα με την Άνω Ιουρασική - Κάτω Κρητιδική ορογένεση που έπληξε τις Εσωτερικές Ελληνίδες (Μουντράκης, 1985).

Πρασινοσχιστόλιθοι: νεότεροι από το Ανώτερο Τριαδικό και παλαιότεροι από το γρανοδιορίτη τύπου Σιθωνίας.

Υπερβασικά πετρώματα: (παλαιότερη της μαγματικής σειράς Χορτιάτη) πλήρως σερπεντινιωμένα, με ενστρώσεις από τάλκη και φλέβες από χρυσοτιλικό αμιάντο.

Πλαγιοκλαστικός-μικροκλινικός γνέσιος: βλαστογρανιτικός (πλαγιόκλαστο, περθιτικός καλιούχος άστριος, μικροκλινής, - μοσχοβίτης και επουσιώδη ορυκτά).

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΟΡΜΟΣ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Αρχ. Μικράν Ξυδαλον (Μαυρότατος)

8/6/2010

ΥΠΟΜΝΗΜΑ

Ιζηματογενή Πετρώματα ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ ΟΛΟΚΑΙΝΟ

Αλλουβιακές αποθέσεις

Αποθέσεις στις κοίτες ποταμών και χειμάρρων

Προσχώσεις κοιλάδων: αμμούχες άργιλοι.

Κατώτερη βαθμίδα του κατώτερου συστήματος αναβαθμίδων

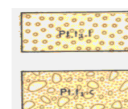
Ολοκαινικές αποθέσεις αδιαίρετες



ΠΛΕΙΣΤΟΚΑΙΝΟ

Κατώτερο σύστημα αναβαθμίδων

Ανώτερο σύστημα αναβαθμίδων



ΤΕΤΑΡΤΟΓΕΝΕΣ ΑΔΙΑΙΡΕΤΟ

Ρυτίδια προσχώσεων: παλαιά

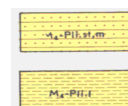


ΝΕΟΓΕΝΕΣ

ΑΝΩΤ. ΜΕΙΟΚΑΙΝΟ - ΚΑΤ. ΠΛΕΙΟΚΑΙΝΟ

Ψαμμιτομαργαϊκή σειρά

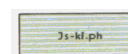
Σειρά ερυθρών αργίλων



ΕΝΟΤΗΤΑ ΠΑΙΟΝΙΑΣ

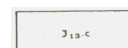
ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ – ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΚΡΗΤΙΔΙΚΟ;

Φυλλιτικοί σχιστόλιθοι



ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ (ΤΙΘΩΝΙΟ)

Κροκαλοπαγή



ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΣΠΙΡΗΣ ΒΡΥΣΗΣ- ΧΟΡΤΙΑΤΗ

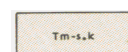
ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΚΑΙ ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ (:)

Αμμούχοι αργλικοί σχιστόλιθοι:



ΜΕΣΟ ΚΑΙ ΑΝΩΤΕΡΟ ΤΡΙΑΔΙΚΟ

Ασβεστόλιθοι και κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι



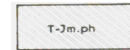
ΕΝΟΤΗΤΑ ΜΕΛΙΣΣΟΧΩΡΙΟΥ - ΧΟΛΟΜΩΝΤΑ

(ΤΡΙΑΔΙΚΟ-ΜΕΣΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ)

Ομάδα Σβούλας
Ασβεστιτικός φλύσσης



Φυλλίτες



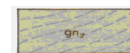
ΜΕΤΑΙΖΗΜΑΤΟΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

ΣΕΡΒΟΜΑΚΕΔΟΝΙΚΗ ΜΑΖΑ

ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ (ή παλαιότερο)

Σχηματισμός Βερτίσκου

Διμαρμαρυγικοί γνεύσιοι διμαρμαρυγικοί και μοσχοβιτικοί
σχιστόλιθοι και αμφιβολίτες



Φλέβες χαλαζία



ΕΚΡΗΞΙΓΕΝΗ ΠΕΤΡΩΜΑΤΑ

ΧΩΡΙΣ ΣΧΙΣΤΟΤΗΤΑ

ΑΝΩΤΕΡΟ ΙΟΥΡΑΣΙΚΟ

Γάββρος



ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΜΕΝΑ ΚΑΙ ΣΧΙΣΤΩΔΗ

ΜΕΣΟΖΩΙΚΟ

Μαγματική σειρά Χορτιάτη

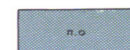
Λευκοκρατικός αλβιτικός - σερικιτικός - μικροκλινικός γνεύσιος



Γάββρος σε στρώματα μέσα στη μαγματική σειρά του Χορτιάτη

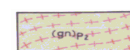


Υπερβασικά πετρώματα



ΠΑΛΑΙΟΖΩΙΚΟ (ή παλαιότερο)

Πλαγιокλαστικός-μικροκλινικός γνεύσιος



Τεκτονικά στοιχεία

Γεωλογικό όριο





Εικόνα 14: Γεωλογική τομή από το χάρτη φύλλο “Θεσσαλονίκης”, κλίμακας 1:50.000 (ΙΓΜΕ)

Μεταμόρφωση και τεκτονική δομή

Όλα τα πετρώματα της Περιοδοπικής ζώνης, και των τριών ενοτήτων, εμφανίζονται ελαφρά μεταμορφωμένα. Γενικά οι συνθήκες της μεταμόρφωσης είναι της πρασινοσχιστολιθικής φάσης, αν και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως κατά τόπους εμφανίζονται αισθητές διαφορές στην ένταση μεταμόρφωσης των πετρωμάτων. Η μεταμόρφωση όλων των Περμοτριάδικων και Ιουρασικών πετρωμάτων έλαβε χώρα στο Ανώτερο Ιουρασικό - Κάτω Κρητιδικό.

Δύο φάσεις πτυχώσεων έχουν μέχρι τώρα αναγνωρισθεί στην Περιοδοπική. Συγχρόνως με τη μεταμόρφωση θεωρείται ότι έγινε η πρώτη, κύρια παραμόρφωση των σχηματισμών της ζώνης που προκάλεσε πτυχές σχεδόν ισοκλινείς και τη σχιστότητα των πετρωμάτων.

Η δεύτερη φάση πτυχώσεων περιλαμβάνει πτυχές ανοιχτές, μετα-μεταμορφικές, πτυχές τύπου knick και knick - ζώνες ηλικίας Τριτογενούς, πιθανόν Ηωκαίνου - Ολιγοκαίνου.

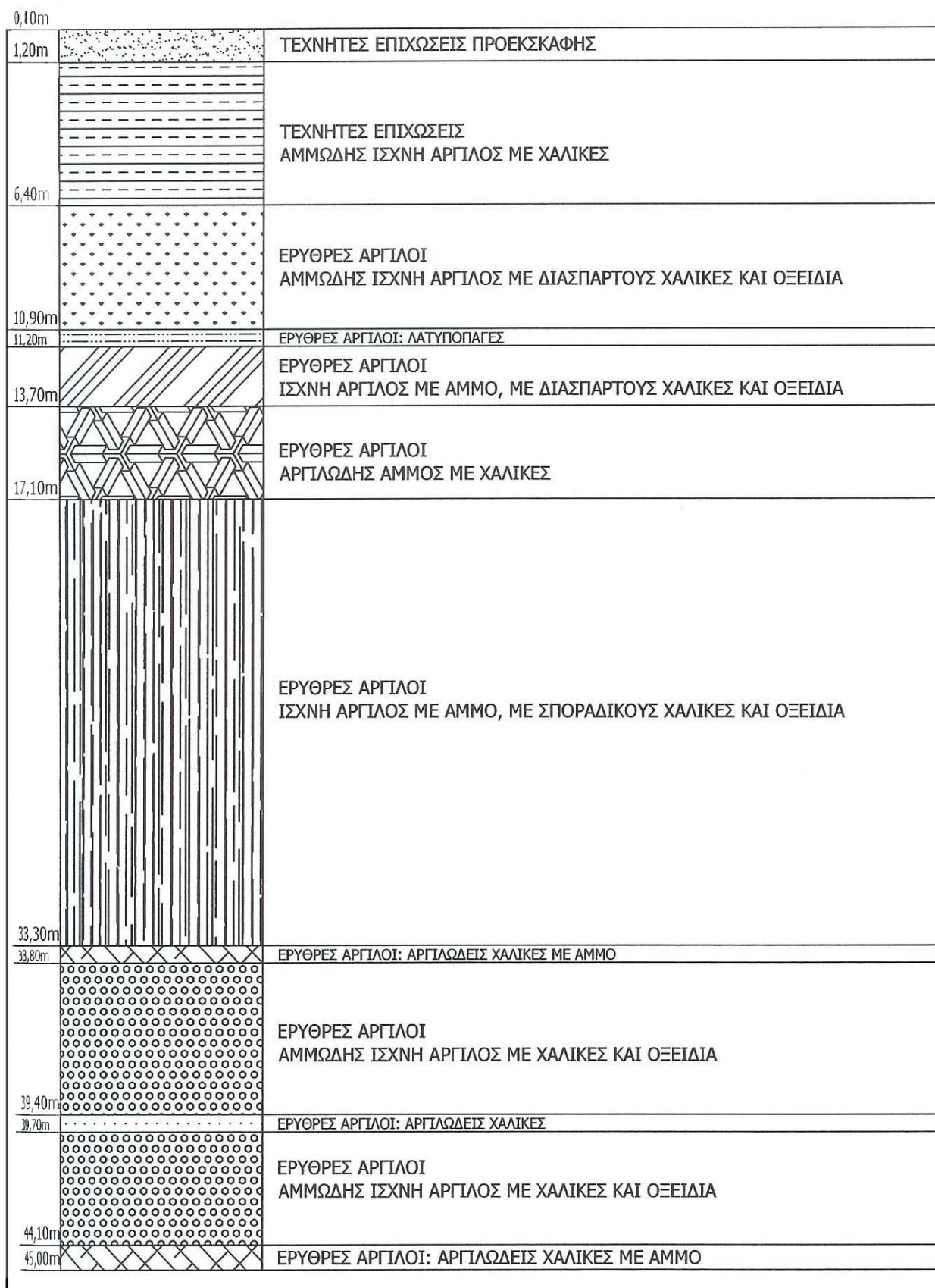
Οι σχέσεις που έχουν μεταξύ τους οι τρεις ενότητες της Περιοδοπικής φαίνεται ότι είναι πλευρικές παλαιογεωγραφικές μεταβάσεις, ενώ όσον αφορά τη σχέση της Περιοδοπικής με τις μάζες Ροδόπης και Σερβομακεδονικής, νεώτερες μελέτες υποστηρίζουν ότι διαφορετικές ενότητες μεταϊζημάτων, που συνιστούν την

Περιοδοπική ζώνη, βρίσκονται σε διαφορετική κάθε φορά τεκτονική σχέση με τις κρυσταλλικές μάζες στις διάφορες περιοχές της περιφέρειάς τους.

Όπως περιγράφηκε για το δυτικό όριο της Σερβομακεδονικής, τόσο οι σχηματισμοί της Περιοδοπικής όσο και το κρυσταλλοσχιστώδες της Σερβομακεδονικής εμφανίζονται στην περιοχή του ορίου των δύο ζωνών, ανεστραμμένοι εξ αιτίας του Τριτογενούς τεκτονισμού.

Συγκεντρωτικά η γεωλογία κατά μήκος του Μετρό φαίνεται στη λιθοστρωματογραφική στήλη από γεώτρηση που έγινε στην περιοχή μελέτης (εικόνα 15).

Σε αυτή τη λιθοστρωματογραφική στήλη επικρατούν σε όλο το βάθος της οι ερυθρές άργιλοι με σημαντικό πάχος μέχρι το τελικό βάθος έρευνας που είναι τα 45 m. Το βάθος των σηράγγων του Μετρό θα κυμαίνεται από 14 έως 31 m. Έτσι προκύπτει ότι η διάνοιξη του Μετρό θα γίνει σε στρώματα ερυθρής αργίλου και συγκεκριμένα σε στρώματα με ερυθρές αργίλους που περιέχουν αργιλώδη άμμο με χάλικες και σε στρωματά με ερυθρές αργίλους που περιέχουν ισχνή άργιλο με άμμο, σποραδικούς χάλικες και οξείδια.



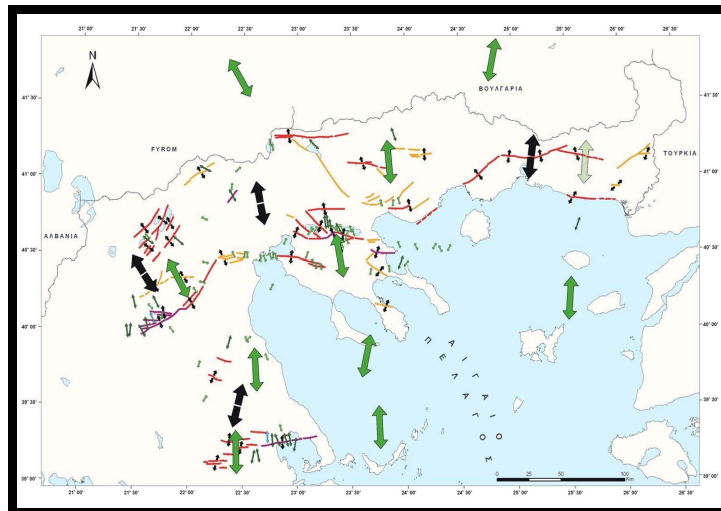
Εικόνα 15: Τομή γεώτρησης στον άξονα του Μετρό (ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ, Α.Ε.)

3.3 Τεκτονικά – Νεοτεκτονικά στοιχεία

Τα κύρια συστήματα ρηγμάτων που εντοπίζονται στην περιοχή προήλθαν από εκτεταμένες εφελκυστικές τάσεις κατά το γεωλογικό παρελθόν, με αποτέλεσμα τη δημιουργία κανονικών ρηγμάτων.

Η εφελκυστική αυτή φάση του Τεταρτογενούς, που δημιούργησε ή επαναδραστηριοποίησε κανονικά ρήγματα, συνεχίζεται μέχρι και σήμερα (εικόνα 16).

Γενικά η διεύθυνση των τάσεων και το είδος των ρηγμάτων, στην ευρύτερη περιοχή μελέτης, βρίσκεται σε συμφωνία με το εκτεταμένο σύγχρονο εφελκυστικό πεδίο που επικρατεί σε όλο το χώρο εσωτερικά του Ελληνικού τόξου (Μουντράκης, 1988).



Εικόνα 16: Χάρτης με τα μεγάλα ενεργά ρήγματα του Βόρειου Ελληνικού Χώρου, και τις διευθύνσεις των εφελκυστικών τάσεων που υπολογίστηκαν από σεισμολογικά δεδομένα (πράσινα βέλη) και από τεκτονικές μετρήσεις (μαύρα βέλη) (Μουντράκης, 1988).

3.4 Σεισμικότητα της περιοχής μελέτης

Σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη μιας περιοχής διαδραματίζουν οι οικονομικό-κοινωνικές παράμετροι, ανάμεσα στις οποίες εντάσσονται η σεισμικότητα και η σεισμική επικινδυνότητα αυτής

Γνωστοί ιστορικοί σεισμοί που έγιναν στη Θεσσαλονίκη και το μέγεθος αυτών ήταν $M_s \geq 6.0$, φαίνονται στον πίνακα 3 που ακολουθεί.

Πίνακας 3: Ιστορικοί σεισμοί που έγιναν στη Θεσσαλονίκη (με τροποποίηση Παπαζάχος, Παπαζάχου 2002)

No	Ημερομηνία	φ	λ	h	M
1	620	40.7 ⁰ N	23.9 ⁰ E	n	6.8
2	677	40.7 ⁰ N	23.5 ⁰ E	n	6.4
3	700	40.7 ⁰ N	23.1 ⁰ E	n	6.5
4	Ιούλιος 1420	40.8 ⁰ N	23.1 ⁰ E	n	<6.0
5	26 Μαρτίου 1460	40.7 ⁰ N	23.2 ⁰ E	n	6.0
6	1677	40.5 ⁰ N	23.0 ⁰ E	n	6.2
7	22 Ιουνίου 1759	40.6 ⁰ N	22.8 ⁰ E	n	6.5

Επειδή αυτοί οι σεισμοί βασίζονται σε σημειώσεις εκκλησιαστικών βιβλίων και καταγραφές από συγγραφείς, θεωρούνται μη αξιόπιστα σεισμολογικά δεδομένα.

Έτσι αξιόπιστα σεισμολογικά δεδομένα θεωρούνται αυτά από το 19ο αιώνα και μετά, όπου η επιστήμη της Σεισμολογίας αναπτύσσεται.

Σεισμοί που έγιναν μετά το 1900 στη Θεσσαλονίκη και το μέγεθος αυτών ήταν $M_s \geq 6.0$, φαίνονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4: Σεισμοί με μέγεθος $M_s \geq 6.0$ που έγιναν στη Θεσσαλονίκη μετά το 1900 (με τροποποίηση Παπαζάχος, Παπαζάχου 2002)

No	Ημερομηνία	φ	λ	h	M
1	5 Ιουλίου 1902	40.82 ⁰ N	23.04 ⁰ E	n	6.5
2	20 Ιουνίου 1978	40.61 ⁰ N	23.027 ⁰ E	n	6.5

Από τους παραπάνω σεισμούς αξίζει να σχολιαστεί αυτός του Ιουνίου του 1978 όπου είναι και ο πρώτος μεγάλος σεισμός, ο οποίος προσέβαλε μια σύγχρονη πόλη (τη Θεσσαλονίκη) με εξαιρετικές οικονομικές και άλλες κοινωνικές συνέπειες. Το επίκεντρο του σεισμού ήταν στην περιοχή μεταξύ των λιμνών Βόλβης και Λαγκαδά. Στη Θεσσαλονίκη κατέρρευσε μια πολυκατοικία οκτώ ορόφων, έπαθαν μη επισκευάσιμες βλάβες 3170 οικοδομές μεταξύ των οποίων 35 σχολεία. Σκοτώθηκαν 48 άνθρωποι κυρίως στην πολυκατοικία που κατέρρευσε και τραυματίστηκαν 220. Παρατηρήθηκαν διάφορες ρωγμές στο έδαφος η μεγαλύτερη από τις οποίες είχε διεύθυνση ανατολή-δύση και ακολουθούσε τα χωρία Περιστερώνας - Στίβος-Γερακαρού. Η ρωγμή αυτή, η οποία θεωρείται η επιφανειακή εκδήλωση του

σεισμογόνου ρήγματος, είχε μήκος 12km, πλάτος από 2 μέχρι 15cm και μέγιστη κατακόρυφη βύθιση του βόρειου τμήματος σε σχέση προς το νότιο ίση προς 35cm. Ο σεισμός έγινε αισθητός σε πολλά μέρη της Ελλάδας αλλά και της Βουλγαρίας, της νότιας Γιουγκοσλαβίας και της Αλβανίας. Προηγήθηκε μεγάλος αριθμός προσεισμών και ακολουθήθηκε από μετασεισμούς (Παπαζάχος, Παπαζάχου 2002).

4. Μετρό

4.1 Η ιστορία της κατασκευής

Η πρώτη πρωτοβουλία για την κατασκευή του μετρό Θεσσαλονίκης ανήκει στον Κωνσταντίνο Πυλαρινό, που ως νομάρχης είχε καταφέρει να περιληφθεί στον προϋπολογισμό του 1976 «κωδικός» που ανέφερε: Μετρό Θεσσαλονίκης. Ωστόσο, η κατασκευή του μετρό Θεσσαλονίκης ξεκίνησε την τριετία 1986 - 1989, επί Δημαρχίας Σωτήρη Κούβελα. Σύμφωνα με το τότε εγχείρημα του Δημάρχου, το σχέδιο περιλάμβανε την χάραξη του υπόγειου σιδηροδρόμου κάτω από το οδόστρωμα της οδού Εγνατίας, αρχικά στο τμήμα μεταξύ της οδού Καυτατζόγλου (Στρατιωτικό Νοσοκομείο Θεσσαλονίκης 424) και της Πλατείας Δημοκρατίας (Βαρδάρι). Το πρώτο τμήμα της κατασκευής ξεκίνησε στο τμήμα μεταξύ Πλατείας Σιντριβάνι και ΣΝΘ 424. Έτσι, η κυκλοφορία στην οδό Εγνατία περιορίστηκε σε δυο λωρίδες ανά κατεύθυνση, ενώ ξηλώθηκε η νησίδα στο συγκεκριμένο τμήμα (γι' αυτόν τον λόγο δεν υπάρχει μέχρι και σήμερα νησίδα στο τμήμα ανατολικά της 3ης Σεπτεμβρίου). Η κατασκευή έγινε δια της μεθόδου της εκσκαφής του εδάφους και της δημιουργίας σήραγγας με τοποθέτηση μεταλλικών δοκών και οπλισμένου σκυροδέματος. Προχώρησε με αργούς ρυθμούς για περίπου 2 χρόνια, λόγω της δυσκολίας χρηματοδότησής της, ενώ λίγο πριν εγκαταλείψει το αξίωμα του Δημάρχου, ο Σωτήρης Κούβελας όρισε ως φορέα χρηματοδότησης τη νεοϊδρυθείσα Δημοτική Τηλεόραση Θεσσαλονίκης (TV100), η οποία ως ανέκαθεν ζημιογόνος δεν κατάφερε να επιτελέσει το έργο της.

Η κατασκευή αυτή που ονομάστηκε από τους Θεσσαλονικείς «τρύπα του Κούβελα», κρίθηκε άσκοπη από το νέο σχεδιασμό του υπόγειου ενώ ο ίδιος ο φορέας υλοποίησης του έργου, Δήμος Θεσσαλονίκης, χαρακτηρίζει τη συγκεκριμένη περίοδο απλώς «σχεδιασμό του Μετρό». Παράλληλα, λόγω της ύπαρξής της σήραγγας

αυξήθηκε η στάθμη των υδάτων στα θεμέλια της Πολυτεχνικής Σχολής του ΑΠΘ, στα οποία εντοπίστηκε σκουριά. Από τότε ως σήμερα λειτουργούν καθημερινά αντλίες που απομακρύνουν τα νερά.

Το έργο άρχισε να δημοπρατείται εκ νέου το 1992, ενώ ακολούθησε μια σειρά άγονων και χωρίς αποτέλεσμα μειοδοσιών.

Με βάση τη διακήρυξη του νέου Διαγωνισμού, τον Ιούνιο του 2004, υπέβαλαν εκδήλωση ενδιαφέροντος πέντε κοινοπραξίες με σημαντικές ελληνικές και ξένες εταιρείες του κλάδου. Το πρώτο στάδιο του διαγωνισμού ολοκληρώθηκε τον Νοέμβριο του 2004. Τέσσερις (4) από τις πέντε (5) κοινοπραξίες συνέχισαν στο δεύτερο στάδιο και τον Ιανουάριο 2005 έλαβαν τα τεύχη της δημοπράτησης και τη νέα προμελέτη του έργου. Στις 12 Μαΐου 2005 οι προεπιλεγείσες κοινοπραξίες υπέβαλαν την τεχνική και οικονομική προσφορά τους και στις 19 Αυγούστου 2005 ολοκληρώθηκε η αξιολόγηση των τεχνικών και οικονομικών προσφορών των τριών κοινοπραξιών που έμειναν στο τελικό στάδιο του διαγωνισμού. Η σύμβαση με την ανάδοχο κοινοπραξία ΑΕΓΕΚ IMPREGILO - ANSALDO T.S.F. – SELI - ANSALDOBREDA υπογράφηκε στις 7 Απριλίου 2006 και στα τέλη Ιουνίου του ίδιου έτους ξεκίνησαν οι προπαρασκευαστικές εργασίες για την κατασκευή αυτού του πολύπλοκου έργου (<http://www.ametro.gr>).

Την επίβλεψη κατασκευής του έργου έχει αναλάβει η Αττικό Μετρό Α.Ε., η οποία εκτός από την τεχνογνωσία, διαθέτει 15ετή εμπειρία από την κατασκευή του Μετρό της Αθήνας. Η Διευθύνουσα Υπηρεσία θα ξεκινήσει με ολιγομελή ομάδα και σταδιακά θα στελεχώνεται από μηχανικούς και στελέχη από τη Θεσσαλονίκη και τη Βόρεια Ελλάδα, στα οποία θα μεταφέρεται και η σχετική τεχνογνωσία για την υλοποίηση αυτού του μεγάλου έργου.

Αξίζει να σημειωθεί ότι για την κατασκευή του Μετρό της Θεσσαλονίκης εκτιμάται ότι θα απασχοληθούν συνολικά περίπου 3.000 άτομα διαφόρων ειδικοτήτων, τόσο στην ανάδοχο κοινοπραξία όσο και στις προμηθεύτριες εταιρείες (<http://metrothessalonikis.tripod.com...>)

4.2 Το έργο

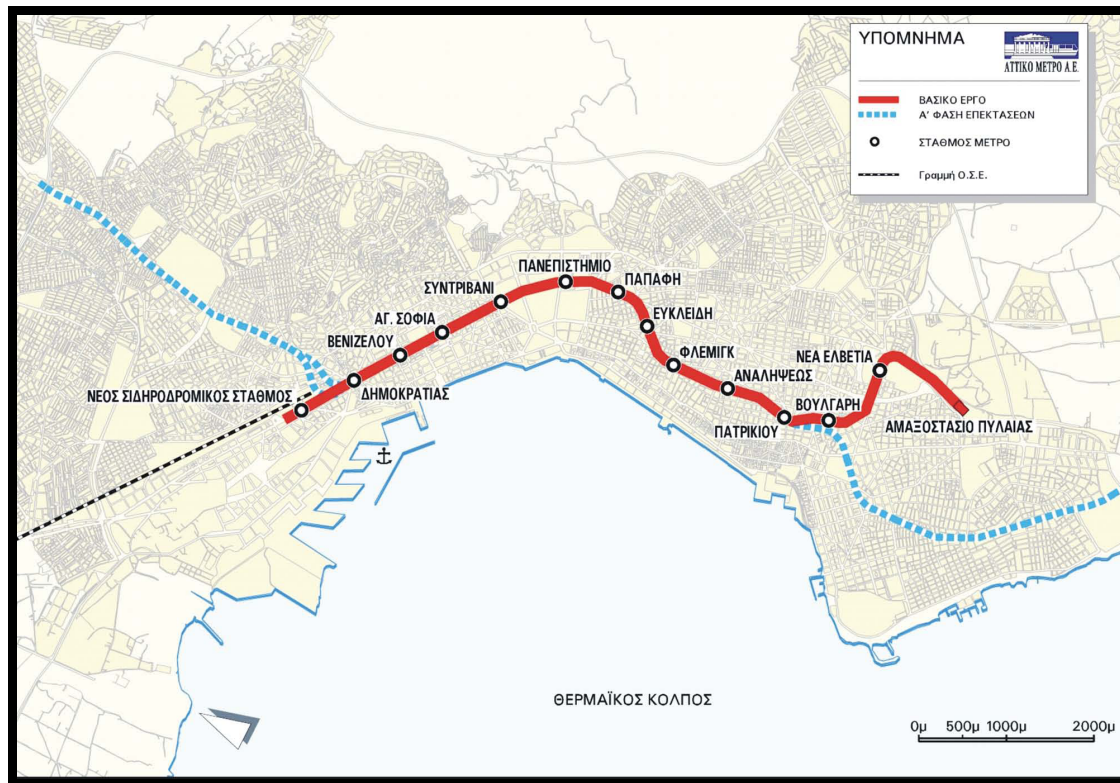
Οι εργασίες κατασκευής του Μετρό Θεσσαλονίκης, μήκους 9,6 km με 13 σύγχρονους σταθμούς (πίνακας 5 και εικόνα 17), ξεκίνησαν εκ νέου τον Ιούνιο του 2006 με την τοποθέτηση του εργοταξίου στο σιδηροδρομικό σταθμό του Ο.Σ.Ε. (εικόνες 18 και 19).

Σύμφωνα με τη μελέτη, το Μετρό θα ξεκινά από το Νέο Σιδηροδρομικό Σταθμό και θα τελειώνει στην περιοχή Βότση, όπου θα είναι και το αμαξοστάσιο. Όλες οι κατασκευές θα είναι υπόγειες εκτός από το αμαξοστάσιο και το συνεργείο που θα είναι επίγειο. Η χάραξη του Μετρό ακολουθεί τις οδούς Μοναστηρίου, Ν.Εγνατία, Κατσιμίδα, Δελφών, Σόλωνος, Παπαδάκη και Παπαναστασίου, κοντά στην περιοχή του Βότση. Μελλοντική επέκταση σχεδιάζεται προς Λαγκαδά και Καλαμαριά (Παράγραφος 4.2.1.).

Συνολικά θα ανοίξουν 16 βασικά εργοτάξια κατά μήκος της Γραμμής καθώς και αρκετά άλλα μικρότερα για τις υπόλοιπες υποδομές (φρέατα, κλπ.) του Μετρό.

Πίνακας 5: Προγραμματισμένοι σταθμοί (<http://el.wikipedia.org/wiki/...>)

Σταθμοί Μετρό	
	Νέος Σιδηροδρομικός Σταθμός Σύνδεση με γραμμή Θεσσαλονίκης - Φλώρινας
	Δημοκρατίας
	Βενιζέλου
	Αγία Σοφία
	Συντριβάνι
	Πανεπιστήμιο
	Παπάφη
	Ευκλείδη
	Φλέμινγκ
	Αναλήψεως
	Πατρικίου
	Βούλγαρη
	Νέα Ελβετία
 	Αμαξοστάσιο Πυλαίας



Εικόνα 17: Οι 13 σταθμοί του μετρό(<http://el.wikipedia.org/wiki/...>)

Η πρώτη φάση του έργου περιλάμβανε τις **Προπαρασκευαστικές εργασίες** και συγκεκριμένα:

- Ολοκληρώθηκε το πρώτο στάδιο της Γενικής Οριστικής Μελέτης του έργου και οι μελέτες για τις απαιτούμενες κυκλοφοριακές ρυθμίσεις και παρακάμψεις δικτύων κοινής ωφελείας και σε εξέλιξη βρίσκονται οι εγκρίσεις του δεύτερου σταδίου καθώς και των μελετών εφαρμογής (τρίτο και τελικό στάδιο)
- Πραγματοποιήθηκαν οι πρώτες 8 εργοταξιακές καταλήψεις
- Ολοκληρώθηκε το πρόγραμμα της γεωλογικών και γεωτεχνικών ερευνών κατά μήκος της χάραξης του Μετρό (συνολικά 350 γεωτρήσεις)



Εικόνα 18: Εργοτάξιο στο σιδηροδρομικό σταθμό του Ο.Σ.Ε <http://www.ametro.gr>).

- Ολοκληρώθηκε η απαραίτητη καταγραφή και ο έλεγχος των κτιρίων που βρίσκονται κατά μήκος των δύο ανεξάρτητων σηράγγων (μονής τροχιάς) του Μετρό

- Ολοκληρώθηκαν οι παρακάμψεις δικτύων κοινής ωφελείας σε 6 εργοταξιακούς χώρους και σε προχωρημένο στάδιο βρίσκονται στους Σταθμούς Δημοκρατίας και Αγίας Σοφίας. Σημειώνεται ότι για τις ανάγκες του έργου πραγματοποιείται εκτεταμένο πρόγραμμα παρακάμψεων 8 διαφορετικών δικτύων κοινής ωφελείας.
- Σε προχωρημένο στάδιο βρίσκεται η αρχαιολογική ανασκαφή σε συνολική έκταση 6.000 m² σε έξι εργοταξιακούς χώρους

Η δεύτερη φάση του έργου περιλαμβάνει την **Κατασκευή του Έργου** και συγκεκριμένα:

- Ξεκίνησε η κατασκευή του Νέου Σιδηροδρομικού Σταθμού, του Σταθμού Βενιζέλου και του Σταθμού Σιντριβάνι. Συγκεκριμένα: στους δύο πρώτους Σταθμούς βρίσκεται σε εξέλιξη η κατασκευή των διαφραγματικών τοίχων από ειδικά μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας, ενώ στον Σταθμό Σιντριβάνι

ολοκληρώθηκε η εγκατάσταση πασσάλων προσωρινής αντιστήριξης στη βόρεια πλευρά του σταθμού και πρόσφατα ξεκίνησε η κατασκευή των διαφραγματικών τοίχων.

- Σε προχωρημένο στάδιο βρίσκεται η κατασκευή του φρέατος εκκίνησης των δύο Μηχανμάτων Διάνοιξης Σηράγγων στο Νέο Σιδηροδρομικό Σταθμό, απ' όπου οι μετροπόντικες θα ξεκινήσουν την κατασκευή των δύο ανεξάρτητων σηράγγων της Γραμμής του Μετρό.
- Σε εξέλιξη επίσης βρίσκονται οι κυρίως κατασκευές του επίσταθμου του Νέου Σιδηροδρομικού Σταθμού καθώς και της διασταύρωσης της σήραγγας.



Εικόνα 19: Εργοτάξιο στην περιοχή του Ο.Σ.Ε(<http://www.ametro.gr>)

- Συνολικά σήμερα, για το Μετρό της Θεσσαλονίκης εργάζονται καθημερινά περισσότερα από 600 άτομα διαφόρων ειδικοτήτων, ενώ η ανάδοχος κοινοπραξία έχει αναπτύξει τους πρώτους 8 εργοταξιακούς χώρους στη πόλη και σταδιακά συνεχίζει,.

- Υπολογίζεται ότι θα εξυπηρετεί 250.000 επιβάτες ημερησίως. Ο προϋπολογισμός του έργου είναι 1,1 δισεκατομμύριο ευρώ και οι εργασίες αναμένεται να ολοκληρωθούν στο τέλος του 2012.

Το Μετρό θα είναι παρόμοιο με το Μετρό της Κοπεγχάγης. Θα αποτελείται από 2 ανεξάρτητες σήραγγες μονής τροχιάς, στις οποίες θα κινούνται 18 αυτόματοι (θα κινούνται χωρίς οδηγό αλλά με συνοδό) κλιματιζόμενοι συρμοί. Οι δύο σήραγγες θα κατασκευαστούν από δύο “μετροπόντικες” (μηχανήματα διάνοιξης σιηράγγων) - τον “Γιωρίκα” και τον “Κωστίκα” .

4.2.1 Επεκτάσεις

Υπό μελέτη είναι οι μελλοντικές επεκτάσεις προς Καλαμαριά (στα νότια) και Σταυρούπολη (στα βόρεια), αποτελούμενες από 10,8 επιπλέον χιλιόμετρα γραμμής μετρό με 10 νέους σταθμούς. Υπό εξέταση είναι οι επεκτάσεις προς Κορδελιό (βορειοδυτικά), με 4 km και 4 σταθμούς, και προς το αεροδρόμιο «Μακεδονία» (νοτιοανατολικά), με 7 km. και 3 σταθμούς.

Πρόσφατα ανακοινώθηκαν και οι σταθμοί επεκτάσεων της Α' Φάσης και είναι οι:

α. Επέκταση προς Σταυρούπολη (5 km, 5 σταθμοί):

- | | | |
|------------|----------------|----------------|
| 1. Νεάπολη | 2. Παύλου Μελά | 3. Σταυρούπολη |
| 4. Ομόνοια | 5. Νικόπολη | |

β. Επέκταση προς Καλαμαριά (6 km, 5 σταθμοί):

- | | | |
|--------------|----------------------------|-----------|
| 1. Νομαρχία | 2. Μεταμορφώσεως | 3. Πόντου |
| 4. Μουστακλή | 5. Μίκρα (Αθλητικό Κέντρο) | |

Για αυτές τις επεκτάσεις έχουν ληφθεί υπόψη:

- Κατασκευή των απαραίτητων προβλέψεων στα έργα Πολιτικού Μηχανικού και στα Ηλεκτρομηχανολογικά και Σιδηροδρομικά Συστήματα του βασικού έργου.

- Λειτουργία συρμών με διπλή χρονοαπόσταση.
- Επίσης, διερευνάται η ανάγκη κατασκευής πρόσθετου αμαξοστασίου.

Για την επέκταση της Γραμμής προς Καλαμαριά έχει εξασφαλισθεί χρηματοδότηση ύψους 400.000.000€ από το Δ' ΚΠΣ.

Ήδη σήμερα σε εξέλιξη βρίσκονται οι τοπογραφικές, γεωλογικές και γεωτεχνικές έρευνες και μελέτες για τις δύο προαναφερόμενες επεκτάσεις του Μετρό.

Οι αναμενόμενες επεκτάσεις αναμένεται να ενταχθούν σε λειτουργία μέχρι την Καλαμαριά το 2014 και μέχρι την Σταυρούπολη το 2015.

Επίσης, μελετώνται και οι επεκτάσεις Β' φάσης και είναι οι: Ελευθέριο-Κορδελιό στα δυτικά με μήκος 4 km και 4 νέους σταθμούς και προς τα ανατολικά με 3 km επιπλέον από την επέκταση της Α' Φάσης προς Καλαμαριά με 3 νέους σταθμούς. Έτσι σιγά-σιγά θα δημιουργηθεί ένα δίκτυο μετρό το οποίο επεκτεινόμενο θα εξυπηρετεί ολοένα και περισσότερους κατοίκους της Θεσσαλονίκης.

Επίσης, στο πρόγραμμα ανάπτυξης χώρων στάθμευσης της Αττικό Μετρό προβλέπεται η κατασκευή υπόγειων χώρων στάθμευσης στο Μετρό της Θεσσαλονίκης, συνολικής χωρητικότητας 3.700 θέσεων. Συγκεκριμένα οι χώροι στάθμευσης φαίνονται στον πίνακα 5.

Πίνακας 6: Υπόγειοι χώροι στάθμευσης στο Μετρό της Θεσσαλονίκης (<http://www.ametro.gr>)

ΣΤΑΘΜΟΣ	ΘΕΣΕΙΣ	ΕΠΙΠΕΔΑ
Ν. Σιδηροδρομικός Σταθμός 1	450	-4 υπόγεια
Νέος Σιδ. Σταθμός 2	600	-4 υπόγεια
Νέα Ελβετία	650	-1, ισόγειο, +2
Πανεπιστήμιο 1	1000	-4 υπόγεια
Πανεπιστήμιο 2	1000	-4 υπόγεια
Σύνολο	3700	

4.2.2 Αντιδράσεις

Οι έντονοι κραδασμοί του μετρό, που θα περνά 30 m κάτω από την Πολυτεχνική Σχολή του ΑΠΘ, θα επηρεάσουν τα πειράματα και τις μετρήσεις 10 εργαστηρίων της σχολής, για τις οποίες τίθεται θέμα μετεγκατάστασης. Παράλληλα τίθεται θέμα στατικής επάρκειας των κτιρίων διοίκησης του ΑΠΘ, της Θεολογικής και του Τμήματος Τοπογράφων, ενώ ματαιώνονται τα σχέδια για την εγκεκριμένη από προεδρικό διάταγμα υπόγεια επέκταση της Πολυτεχνικής προς την 3ης Σεπτεμβρίου. Παράλληλα, η κατασκευή του έργου απαιτεί να κοπεί η δενδροστοιχία των πλατάνων (50-60 ετών, ύψους 15-24 m) της πλατείας Δημοκρατίας (Βαρδάρι), η οποία αποτελεί σύμφωνα με ορισμένους Θεσσαλονικείς, σημείο αναφοράς για την ιστορία της πόλης της Θεσσαλονίκης.

4.2.3 Βασικές βελτιώσεις στον σχεδιασμό του συστήματος του Μετρό της Θεσσαλονίκης

Η Αττικό Μετρό Α.Ε. αντιμετώπισε με επιτυχία ιδιαίτερα δύσκολες προκλήσεις σε τεχνικά θέματα κατασκευής του έργου, εξασφαλίζοντας έτσι την ελαχιστοποίηση των όποιων εμπλοκών λόγω του ανεπαρκούς αρχικού σχεδιασμού.

Η κατασκευή του Μετρό στην πόλη της Θεσσαλονίκης, αποτελεί δύσκολο εγχείρημα και ταυτόχρονα πρόκληση, καθώς ένα μεγάλο τεχνικό έργο σε συνθήκες αστικού περιβάλλοντος συναντιέται αναπόφευκτα με την πλούσια πολιτιστική κληρονομιά της πόλης. Για τις ανάγκες κατασκευής του Μετρό πρόκειται να πραγματοποιηθεί η μεγαλύτερη ενιαία αρχαιολογική ανασκαφή στη Θεσσαλονίκη, η οποία εκτιμάται ότι μπορεί να καλύψει συνολική έκταση της τάξης των 20.000 m²

Η Αττικό Μετρό, αξιοποιώντας την εμπειρία της από τις αρχαιολογικές ανασκαφές του Μετρό της Αθήνας (συνολικής έκτασης 79.000 m²), πραγματοποίησε τις απαραίτητες αλλαγές στον τεχνικό σχεδιασμό του Μετρό της Θεσσαλονίκης, έτσι

ώστε και οι αρχαιότητες να προστατευτούν και η εκτέλεση του έργου να προχωρήσει απρόσκοπτα - μετατοπίστηκαν από τις αρχικές τους θέσεις οι Σταθμοί εκείνοι που ήταν βέβαιο ότι η κατασκευή τους θα απαιτούσε μακροχρόνια αρχαιολογική ανασκαφή (πχ. ο Σταθμός Πλ.Δημοκρατίας μετατοπίστηκε σε θέση έξω από τα αρχαία τείχη της πόλης). Έτσι, ενώ το βάθος των σηράγγων αρχικά θα ήταν 7-9m., πλέον το βάθος των σηράγγων είναι χαμηλότερο από τα αλληπάλληλα αρχαιολογικά στρώματα και κυμαίνεται σε βάθος 14 έως 31 m.

Η Αττικό Μετρό Α.Ε. συνεργάζεται συστηματικά και αποτελεσματικά με το Υπουργείο Πολιτισμού και τις Εφορείες Αρχαιοτήτων, με βάση και το σχετικό Μνημόνιο Συναντίληψης και Συνεργασίας. Σήμερα βρίσκεται σε εξέλιξη η αρχαιολογική ανασκαφή καλύπτοντας μια συνολική έκταση περίπου 6.000 m², ενώ έχει πραγματοποιηθεί η αρχαιολογική έρευνα σε 350 σημεία κατά μήκος της χάραξης της Γραμμής του Μετρό (9,6 km) και ήδη σημαντικά αρχαιολογικά ευρήματα έχουν έρθει στο φως.

Κάποια ευρήματα που ήρθαν στο φως είναι:

Σταθμός Δημοκρατίας

- Μάζα πηλοχώματος, η οποία προδιαθέτει για τον εντοπισμό κεραμικών κλιβάνων εκτός των τειχών.

Σταθμός Βενιζέλος

- Ακάλυπτος χώρος ανατολικά του Αλκαζάρ: Τμήμα περιβόλου μουσουλμανικού νεκροταφείου της όψιμης περιόδου της τουρκοκρατίας και των νεότερων χρόνων.



Εικόνα 20: Κάποια από τα αρχαιολογικά ευρήματα στο Μετρό Θεσσαλονίκης(<http://www.ametro.gr>)

Βάσει της ειδικής μελέτης που πραγματοποιήθηκε από αρχαιολόγους για το Μετρό Θεσσαλονίκης, από τον νέο Σιδηροδρομικό Σταθμό του Μετρό έως τον Σταθμό Πανεπιστήμιο, η αποκάλυψη αρχαιολογικών ευρημάτων προβλέπεται να είναι συνεχής, μεγαλύτερη όμως πυκνότητα ευρημάτων αναμένεται στο εντός των τειχών τμήμα της Θεσσαλονίκης, από την πλατεία Δημοκρατίας έως το Συντριβάνι.

Τρεις από τους Σταθμούς χαρακτηρίζονται ως «υψηλού αρχαιολογικού ενδιαφέροντος» (Σταθμοί: Πλατεία Δημοκρατίας, Βενιζέλος και Αγία Σοφία) και τρεις ως «μέσου αρχαιολογικού ενδιαφέροντος» (Σταθμοί: Νέος Σιδηροδρομικός Σταθμός, Συντριβάνι και Πανεπιστήμιο). Βεβαίως, όπως είχε αποδείξει η εμπειρία των αρχαιολογικών ανασκαφών που έχουν διενεργηθεί για την κατασκευή τεχνικών έργων, λόγων των πολυπληθών επεμβάσεων και μετασκευών που έχουν υποστεί τα οικιστικά σύνολα στο πέρασμα των αιώνων, επιφυλάσσονται πολύ συχνά εκπλήξεις στους ανασκαφείς, δηλαδή αποκαλύπτονται συχνά αρχαιότητες εκεί όπου δεν αναμένονται και το αντίθετο.

Η Αττικό Μετρό Α.Ε., σε συνεργασία με το Υπουργείο Πολιτισμού, πρόκειται να αναδείξει τα σπουδαιότερα αρχαιολογικά ευρήματα του έργου σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους στους κεντρικούς Σταθμούς του δικτύου. Συνεπώς, το όφελος από την κατασκευή του Μετρό της Θεσσαλονίκης θα είναι διπλό για την

πόλη: καλύτερη συγκοινωνιακή εξυπηρέτηση από το πιο αξιόπιστο Μέσο Μαζικής Μεταφοράς αλλά και ανεκτίμητη γνώση για την πολιτιστική μας κληρονομιά.

Επίσης, οι βελτιώσεις στη χάραξη της Γραμμής του Μετρό της Θεσσαλονίκης, πραγματοποιήθηκαν με τέτοιο τρόπο, ώστε να διασφαλισθεί ότι δεν θα υπάρξει καμία εμπλοκή με τον Κεντρικό Αποχετευτικό Αγωγό της πόλης, ο οποίος βάσει της αρχικής μελέτης θα έπρεπε σε κάποιο μεγάλο τμήμα του να μετατοπισθεί και να παρακαμφθεί. Αντίστοιχες προβλέψεις και μικρότερης εμβέλειας διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν λαμβάνοντας υπόψη και τα υπόλοιπα δίκτυα κοινής ωφέλειας της Θεσσαλονίκης.

Τέλος, η νέα προμελέτη του έργου, χάρις στην συλλογή ορισμένων επικαιροποιημένων στοιχείων για το υπέδαφος της Θεσσαλονίκης, καθόρισε επακριβώς τις μεθόδους εκσκαφής τόσο των Σταθμών όσο και της Γραμμής και προσδιόρισε τα χαρακτηριστικά των δύο Μηχανημάτων Διάνοιξης Σηράγγων (μετροπόντικες).

4.2.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά του δικτύου

Τα βασικά χαρακτηριστικά του δικτύου Μετρό στην Θεσσαλονίκη είναι τα εξής:

- 13 σύγχρονοι Σταθμοί με κεντρική αποβάθρα
- 9,6 km. Γραμμής (με δύο ανεξάρτητες σήραγγες μονής τροχιάς), που θα κατασκευαστεί στο μεγαλύτερο τμήμα της (7,7 km.) από δύο Μηχανήματα Ολομέτωπης Διάνοιξης (Παράγραφος 4.2.5.). Το υπόλοιπο τμήμα της Γραμμής θα κατασκευαστεί με την μέθοδο του Ανοικτού Ορύγματος.
- Σε όλη τη διάρκεια κατασκευής των Σταθμών του Μετρό Θεσσαλονίκης θα υπάρχουν πάντα δύο λωρίδες ανά κατεύθυνση στην οδό Μοναστηρίου, δύο έως τρεις λωρίδες ανά κατεύθυνση στην Εγνατία και μία λωρίδα ανά κατεύθυνση στην οδό Δελφών.

- 18 υπέρ-αυτόματοι συρμοί τελευταίας τεχνολογίας πλήρως κλιματιζόμενοι, οι οποίοι θα κινούνται χωρίς οδηγό αλλά με συνοδό.
- Αμαξοστάσιο στην περιοχή της Πυλαίας (Βότση) σε έκταση 50.000 m².
- Οι σημαντικές τεχνικές διαφορές του Μετρό Θεσσαλονίκης, που αποτελούν βελτιώσεις σε σχέση με τις Γραμμές 2 και 3 του Μετρό της Αθήνας, είναι ότι θα υπάρχουν δύο μονές ανεξάρτητες σήραγγες (αντί της μίας σήραγγας διπλής τροχιάς στο Μετρό της Αθήνας) καθώς και σύστημα θυρών επί των αποβαθρών κάθε Σταθμού για καλύτερη εξυπηρέτηση και μέγιστη ασφάλεια του επιβατικού κοινού. Η κατασκευή των δύο σιηράγγων θα πραγματοποιηθεί με δύο Μηχανήματα Διάνοιξης Σιηράγγων («μετροπόντικες»).
- Η αρχαιολογική ανασκαφή προβλέπεται να καλύψει συνολική έκταση 20.000 m² και η Αττικό Μετρό Α.Ε. σε συνεργασία με το Υπουργείο Πολιτισμού θα αναδείξει τα σημαντικότερα αρχαιολογικά ευρήματα σε κεντρικούς Σταθμούς του δικτύου (Παράγραφος 4.2.3).

Κατά την προκαταρκτική φάση που αφορά την κατασκευή του METPO της Θεσσαλονίκης, κατασκευάστηκαν 64 γεωτεχνικές γεωτρήσεις. Στην φάση των εργασιών αυτών, η GEOSERVICE εκτέλεσε ένα σύνολο γεωφυσικών διαγραφιών (<http://www.geoservice.gr>) εντός των γεωτρήσεων αυτών με σκοπό τον ακριβή προσδιορισμό των γεωλογικών στρωμάτων καθώς και το ποσοστό περιεκτικότητας σε άργιλο του κάθε στρώματος στη λιθολογική στήλη.

Στο συγκεκριμένο έργο έγιναν καταγραφές φυσικής ακτινοβολίας γ (gamma ray logs - GR). Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το εργαστήριο διαγραφιών της GEOSERVICE που είναι εγκατεστημένο σε ειδικό όχημα (εικόνες 21, 22).



Χρησιμοποιώντας γεωφυσικές διαγραφίες στις γεωτεχνικές γεωτρήσεις, οι γεωτεχνικοί μηχανικοί του Μετρό Θεσσαλονίκης πληροφορήθηκαν με ακρίβεια για την γεωμετρία και τα λιθολογικά χαρακτηριστικά όλων των υπογείων στρωμάτων κατά μήκος της προγραμματισμένης διαδρομής διάνοιξης της σήραγγας. Τα δεδομένα αυτά θα χρησιμοποιηθούν σαν οδηγός στις προσεχείς εργασίες διάνοιξης της σήραγγας του Μετρό Θεσσαλονίκης.

4.2.5 Μέθοδοι Κατασκευής

Επιλέχθηκαν μέθοδοι κατασκευής που ελαχιστοποιούν την ενόχληση των κατοίκων της πόλης και την παρεμπόδιση της οδικής κυκλοφορίας. Οι σταθμοί κατασκευάζονταν με διαφραγματικούς τοίχους και με τη μέθοδο cover-and-cut («επικάλυψη και εκσκαφή»), ενώ ελαχιστοποιούνται, συγκριτικά με την προηγούμενη μελέτη, οι κατασκευές σιηράγγων που πραγματοποιούνται με τη μέθοδο ανοικτού ορύγματος.

Το Μηχάνημα Ολομέτωπης Διάνοιξης Σιηράγγων με Ασπίδα Εξισορρόπησης της Πίεσης Εδάφους – EPB (Earth Pressure Balance) σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από τη Γερμανική εταιρία Herrenknecht A.G. (εικόνα 23), και θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή τμημάτων σήραγγας μονής τροχιάς μεταξύ των σταθμών «Νέος Σιδηροδρομικός Σταθμός» και «Νέα Ελβετία» με συνολικό μήκος 7,7 km.

Η αρχή λειτουργίας της μηχανής με ασπίδα EPB, είναι η ελαχιστοποίηση των επιφανειακών καθιζήσεων, μέσω του ελέγχου της φυσικής εδαφικής πίεσης (υποστήριξη εξισορρόπησης της εδαφικής πίεσης) στο μέτωπο της σήραγγας.

Το EPB χωρίζεται σε δύο κύρια τμήματα:

- Την κεφαλή ολομέτωπης κοπής με ασπίδα (cutterhead with shield)
- Το σύστημα υποστήριξης (back-up)

Η κεφαλή κοπής είναι εξοπλισμένη με σταθερούς κοπτικούς δίσκους, σιαγόνες σύνθλιψης και ρυθμιζόμενους έκκεντρους μονταρισμένους κοπτικούς δίσκους.

Η διάμετρος του EPB είναι 6,19 m. και το συνολικό μήκος, συμπεριλαμβανομένου και του υποστηρικτικού τμήματος, είναι 90 m.

Η κατασκευή των δύο ανεξάρτητων σηράγγων μονής τροχιάς του Μετρό Θεσσαλονίκης θα πραγματοποιηθεί σε βάθος 16 έως 31 m.



Εικόνα 23: Μηχάνημα Ολομέτωπης Διάνοιξης Σηράγγων με Ασπίδα Εξισορρόπησης της Πίεσης Εδάφους – EPB (Earth Pressure Balance)(<http://www.ametro.gr>)

4.2.5.1 Μέθοδος επικάλυψης-εκσκαφής (Cover & Cut)

Παραλλαγή της μεθόδου ανοικτής εκσκαφής αποτελεί και η μέθοδος επικάλυψης και εκσκαφής – στα Αγγλικά cover & cut ή αλλιώς top-down.

Τα στάδια αυτής της κατασκευής είναι τα ακόλουθα:

- κατασκευάζονται από την επιφάνεια τα κατακόρυφα πετάσματα αντιστήριξης (πάσσαλοι, διαφραγματικοί τοίχοι, κ.λ.π.) περιμετρικά της εκσκαφής που θα ακολουθήσει,

- γίνεται μια πρώτη εκσκαφή ως τη στάθμη της πλάκας οροφής της κατασκευής. Αναλόγως του βάθους της εκσκαφής αυτής μπορεί να χρειασθεί μια μικρή αντιστήριξη των παρειών,
- σκυροδετείται η πλάκα οροφής επί του πυθμένου της εκσκαφής. Η πλάκα συνδέεται με την περιμετρική αντιστήριξη και στηρίζεται επ' αυτής,
- γίνεται επίχωση πάνω από την πλάκα και αποκαθίσταται η επιφάνεια του εδάφους,
- ξεκινά η εκσκαφή για το σταθμό ή τη σήραγγα κάτω από τη πλάκα οροφής μέσω ράμπας που έχει αφεθεί σε κάποιο σημείο. Η εκσκαφή γίνεται κατά στάδια ενώ τοποθετούνται διαδοχικά τα απαιτούμενα στοιχεία αντιστήριξης (πχ αγκύρια, αντηρίδες).
- αφού τελειώσει η εκσκαφή ολόκληρου του ορύγματος ξεκινά η κατασκευή των στοιχείων του μόνιμου φορέα. Τα στοιχεία αυτά είναι συνήθως η πλάκα δαπέδου (θεμελίωσης) και τα πλευρικά τοιχεία, ενώ εάν πρόκειται για σταθμό είναι και η κατασκευή των ενδιάμεσων πλακών των ορόφων. Εάν γίνει χρήση διαφραγματικών τοίχων ως πλευρική αντιστήριξη, δεν κατασκευάζονται άλλοι μόνιμοι τοίχοι, καθόσον οι ίδιοι διαφραγματικοί τοίχοι παίζουν το ρόλο και της τελικής περιμετρικής κατασκευής.

Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ο μειωμένος χρόνος εκτεταμένων εργοταξιακών καταλήψεων και η ταχύτητα αποκατάστασης και απόδοσης σε χρήση της περιοχής (οδική κυκλοφορία, πλατείες, κ.λ.π.), και τελικώς η αποφυγή μακρόχρονης όχλησης των λειτουργιών της πόλης. Τα μειονεκτήματα της είναι, κυρίως, το αυξημένο κόστος και η πολυπλοκότερη κατασκευαστική διαδικασία.

Στο Μετρό της Αθήνας η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε μόνο στον Σταθμό του Συντάγματος (της Γραμμής 2) λόγω της ιδιαιτερότητας της περιοχής. Η μελέτη

προέβλεπε την κατασκευή περιμετρικά του Σταθμού μεταλλικών πασσάλων και τη σκυροδέτηση της πλάκας οροφής στη Λεωφόρο Αμαλίας σε δύο φάσεις, μισή-μισή κατά την έννοια του πλάτους του οδοστρώματος, και κατόπιν την κατασκευή του σταθμού κατά φάσεις όπως περιγράφηκε ανωτέρω. Κατά την κατασκευή του μόνιμου φορέα του σταθμού από κάτω προς τα πάνω, κατασκευάστηκαν τα εξωτερικά τοιχία μέσα στα οποία ενσωματώθηκαν οι μεταλλικοί πάσσαλοι αποτελώντας έτσι μέρος των μονίμων τοιχωμάτων του Σταθμού.

Σημειώνεται ότι η μέθοδος αυτή επικάλυψης και εκσκαφής με διαφραγματικούς τοίχους προβλέπεται ως ο τρόπος κατασκευής των σταθμών του Μετρό Θεσσαλονίκης.

**5. Μέτρηση στάθμης των υδρογεωτρήσεων και των πηγαδιών κατά μήκος
της γραμμής του Μετρό Θεσσαλονίκης σε ακτίνα 500 m.**

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στάθμης του υπόγειου νερού σε 21 γεωτρήσεις και πηγάδια κατά μήκος της γραμμής του Μετρό Θεσσαλονίκης σε ακτίνα 500 m.

Στον πίνακα 7 φαίνονται οι γεωτρήσεις και στοιχεία αυτών (συντεταγμένες, στάθμη κ.λ.π.). Φωτογραφίες από κάθε γεώτρηση φαίνονται στο παράρτημα.

*Πίνακας 7: Μετρήσεις στάθμης του υπόγειου νερού σε 21 γεωτρήσεις και πηγάδια κατά μήκος της
γραμμής του Μετρό Θεσσαλονίκης σε ακτίνα 500 m*

Γεωτρήσεις	Συντεταγμένες		Υψόμετρο(m)	Στάθμη από επιφάνεια εδάφους(m)	Σχόλια
	X	Ψ			
1	N 40° 35' 438	E 22° 58' 171	42	19,10	Γεώτρηση με πιεζόμετρο μέσα στο εργοστάσιο της Αλλατίνι
2	N 40° 35' 144	E 22° 58' 606	80	χωρίς πρόσβαση	Γεώτρηση χωρίς πιεζόμετρο μέσα σε φυτώριο (δίπλα στα γήπεδα 5*5 Νικολούδη)
3	N 40° 35' 172	E 22° 58' 766	78	χωρίς πρόσβαση	Γεώτρηση σε βενζινάδικο (Καλπάκης)
4	N 40° 35' 351	E 22° 58' 352	51	8,08	Πηγάδι (μετρήσιμη στάθμη)
5	N 40° 35' 406	E 22° 57' 288	-	χωρίς πρόσβαση	Πηγάδι (χωρίς πρόσβαση) μέσα σε βουλκανιζατέρ.
6	N 40° 36' 295	E 22° 57' 019	6	0,18	Γεώτρηση με πιεζόμετρο του δήμου σε πάρκο.
7	N 40° 36' 312	E 22° 57' 057	10	Χαλασμένο πιεζόμετρο	Γεώτρηση με πιεζόμετρο του δήμου σε πάρκο
8	N 40° 36' 418	E 22° 57' 044	4	Την έκλεισαν	Γεώτρηση με πιεζόμετρο του δήμου σε πάρκο
9	N 40° 36' 597	E 22° 57' 079	3	0,63	Γεώτρηση με πιεζόμετρο του δήμου σε πάρκο.
10	N 40° 36' 747	E 22° 57' 780	-	Δουλεύει	Γεώτρηση χωρίς πιεζόμετρο μέσα στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο(Δίπλα στην είσοδο από Εγνατία).

11	N 40° 36' 802	E 22° 57' 708	-	Δουλεύει	Γεώτρηση χωρίς πιεζόμετρο μέσα στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο.
12	N 40° 37' 171	E 22° 57' 766	22	Δουλεύει	Γεώτρηση χωρίς πιεζόμετρο μέσα στο Παπάφειο Ίδρυμα (Προσοχή είναι μέσα στη γραμμή του μετρώ).
13	N 40° 37' 319	E 22° 57' 845	35	Δουλεύει	Γεώτρηση χωρίς πιεζόμετρο μέσα στο Νοσοκομείο Ειδικών Παθήσεων.
14	N 40° 37' 665	E 22° 57' 854		Αδύνατη η μέτρηση	Γεώτρηση χωρίς πιεζόμετρο μέσα στο Μουσείο Αθλητισμού(στο υπόγειο).
15	N 40° 37' 935	E 22° 56' 813		10	Πηγάδι μέσα σε μοναστήρι σε βάθος 10 m (Ανάβλυση νερού από το πηγάδι και από τα τοιχώματα της στοάς. Πραγματοποιείται άντληση)
16	N 40° 37' 566	E 22° 57' 119	15	3,89	Γεώτρηση με πιεζόμετρο του δήμου σε πάρκο απέναντι από τη ΧΑΝΘ.
17	N 40° 37' 542	E 22° 57' 145	15	3,24	Γεώτρηση με πιεζόμετρο του δήμου σε πάρκο απέναντι από τη ΧΑΝΘ.
18	N 40° 37' 451	E 22° 57' 082	3	3,49	Γεώτρηση με πιεζόμετρο του δήμου σε πάρκο δίπλα στο άγαλμα του Μ. Αλεξάνδρου.
19	Καινούργιες Γεωτρήσεις			1,12	Δημοτική Γεώτρηση μέσα σε πάρκο.
20				0,53	Δημοτική Γεώτρηση μέσα σε πάρκο.
21				0 "Άρτεσιανό"	Δημοτική Γεώτρηση μέσα σε πάρκο(Ν.Ελβετία).

Με τη χρήση του προγράμματος Coord έγινε η μετατροπή συντεταγμένων των γεωτρήσεων του πίνακα 7 από WGS '84 σε ΕΓΣΑ '87. Τα αποτελέσματα φαίνονται στον πίνακα 8 που ακολουθεί.

Πίνακας 8: Μετατροπή των συντεταγμένων των γεωτρήσεων από WGS '84 σε ΕΓΣΑ '87

Γεωτρήσεις	WGS '84		ΕΓΣΑ '87	
	φ	λ	N	E
1	N 40° 35' 438	E 22° 58' 171	4494078.175	412818.148
2	N 40° 35' 144	E 22° 58' 606	4493159.759	413830.129
3	N 40° 35' 172	E 22° 58' 766	4493241.764	414207.239
4	N 40° 35' 351	E 22° 58' 352	4493804.955	413240.461
5	N 40° 35' 406	E 22° 57' 288	4493992.855	411681.710
6	N 40° 36' 295	E 22° 57' 019	4495508.187	411067.407
7	N 40° 36' 312	E 22° 57' 057	4495559.542	411157.332
8	N 40° 36' 418	E 22° 57' 044	4495886.755	411130.678
9	N 40° 36' 597	E 22° 57' 079	4496437.719	411219.496
10	N 40° 36' 747	E 22° 57' 780	4496880.812	412872.055
11	N 40° 36' 802	E 22° 57' 708	4497052.382	412704.872
12	N 40° 37' 171	E 22° 57' 766	4496954.925	412863.521
13	N 40° 37' 319	E 22° 57' 845	4497409.388	413030.965
14	N 40° 37' 665	E 22° 57' 854	4498476.030	413064.557
15	N 40° 37' 935	E 22° 56' 813	4499326.294	411568.689
16	N 40° 37' 566	E 22° 57' 119	4498191.108	411334.360
17	N 40° 37' 542	E 22° 57' 145	4498116.377	411394.558
18	N 40° 37' 451	E 22° 57' 082	4497837.540	411243.217
19	Καινούργιες Γεωτρήσεις			
20				
21				

Με βάση τον παραπάνω πίνακα κατασκευάστηκε ο χάρτης που δείχνει τη θέση των γεωτρήσεων και φαίνεται παρακάτω στις εικόνες 24, 25.



Εικόνα 24: Χάρτης της Θεσσαλονίκης με όλες τις γεωτρήσεις σε ακτίνα 500m από τη γραμμή του Μετρό



Εικόνα 25: Οι θέσεις των γεωτρήσεων που μετρήθηκε η στάθμη του υπόγειου νερού όπως φαίνονται πάνω στο χάρτη

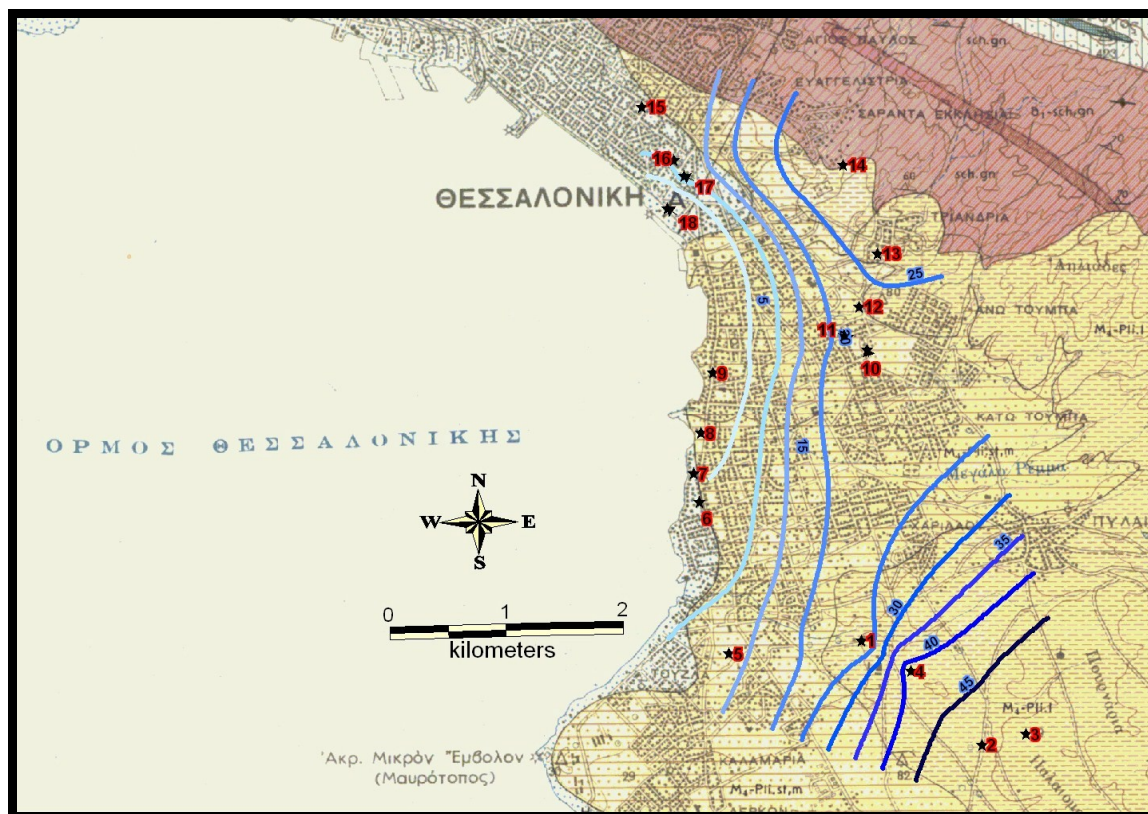
★ Γεωτρήσεις

Με τη χρήση των στοιχείων του πίνακα 9 κατασκευάστηκε ο πιεζομετρικός χάρτης περιοχής (εικόνα 26), όπου φαίνονται οι πιεζομετρικές καμπύλες. Στη συνέχεια φαίνεται ο ίδιος χάρτης και επιπλέον περιέχει τις γραμμές ροής (εικόνα 27).

Πίνακας 9: Δεδομένα των μετρήσεων του βάθους του υπόγειου νερού.

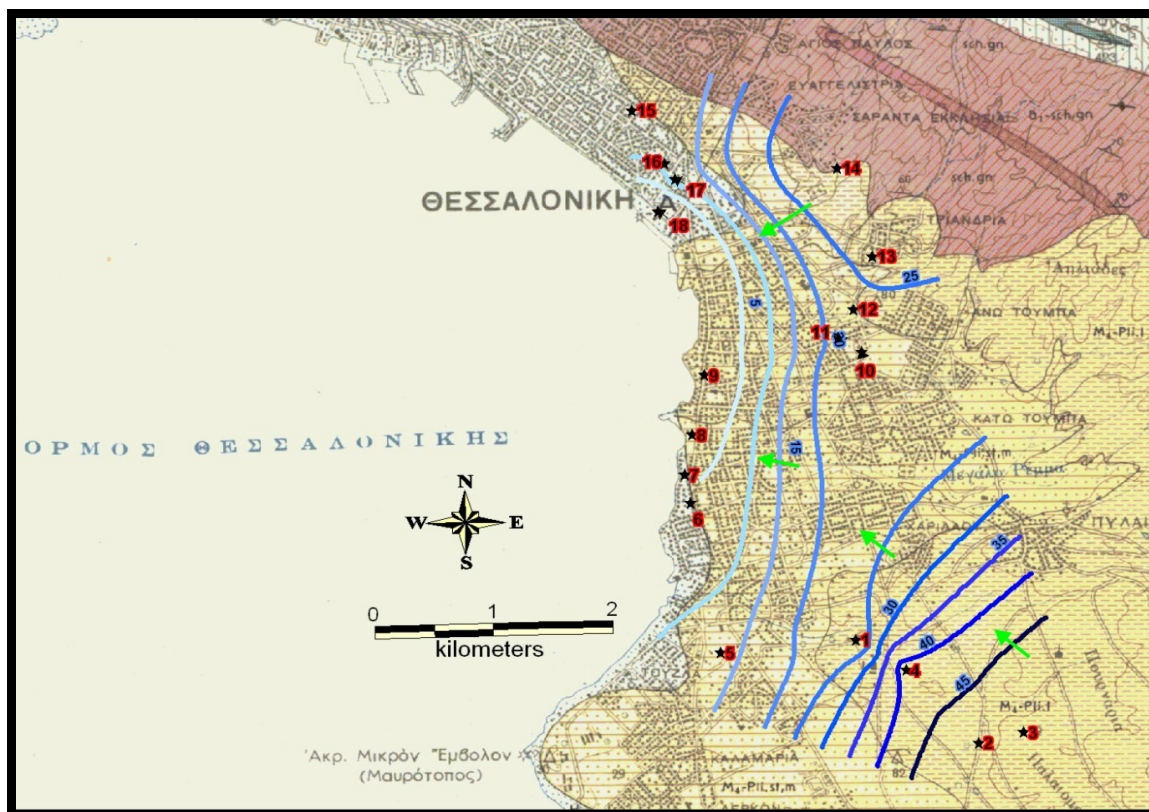
Γεωτρήσεις	Υψόμετρο(m)	Στάθμη από επιφάνεια εδάφους(m)	Απόλυτη στάθμη (m)
1	42	19,10	22.9
2	80	χωρίς πρόσβαση	-
3	78	χωρίς πρόσβαση	-
4	51	8,08	42,92
5	-	χωρίς πρόσβαση	-

6	6	0,18	5,82
7	10	Χαλασμένο πιεζόμετρο	-
8	4	Την έκλεισαν	-
9	3	0,63	2,37
10	-	Δουλεύει	-
11	-	Δουλεύει	-
12	22	Δουλεύει	-
13	35	Δουλεύει	-
14	-	Αδύνατη η μέτρηση	-
15	-	10	-
16	15	3,89	11,11
17	15	3,24	11,76
18	3	3,49	-0,49
19	-	1,12	-
20	-	0,53	-
21	-	0 "Αρτεσιανό"	-



Εικόνα 26: Πιεζομετρικός χάρτης της περιοχής γύρω από το Μετρό Θεσσαλονίκης.

- ★ Γεωτρήσεις
- Πιεζομετρικές καμπύλες



Εικόνα 27: Πιεζομετρικός χάρτης της περιοχής γύρω από το Μετρό Θεσσαλονίκης με χαραγμένες και τις γραμμές ροής

- ★ Γεωτρήσεις
- Πιεζομετρικές καμπύλες
- Γραμμές ροής

Σύμφωνα με τον πιεζομετρικό χάρτη που προέκυψε μπορούμε να βγάλουμε τα εξής συμπεράσματα για την περιοχή:

- Υψηλότερες τιμές πιεζομετρικού φορτίου (+42,92 m) παρατηρούνται στο νοτιοανατολικό τμήμα της λεκάνης, ενώ χαμηλότερες τιμές του πιεζομετρικού φορτίου (-0,49 m) παρατηρούνται στο βόρειο τμήμα της λεκάνης.
- Βάσει της πιεζομετρίας ο υδροφορέας τροφοδοτείται από το νότιο/νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής.
- Οι γραμμές ροής (εικόνα 27) υπόγειου νερού στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής έχουν κατεύθυνση βορειοδυτική, στο κεντρικό τμήμα κατεύθυνση σχεδόν ανατολής-δύσης και στο βόρειο τμήμα της περιοχής έχουν κατεύθυνση νοτιοδυτική.

6. Συμπεράσματα

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από όλα τα παραπάνω είναι τα εξής:

- ❖ Η εξεταζόμενη περιοχή αποτελείται στο μεγαλύτερο μέρος της από ολοκαινικές - αλλουβιακές αποθέσεις, ψαμμιτομαργαϊκά πετρώματα και τη σειρά ερυθρών αργίλων.
- ❖ Το βάθος του υπόγειου νερού κυμαίνεται από 0,18 m έως 19,1 m από την επιφάνεια του εδάφους. Το απόλυτο υψόμετρο της στάθμης κυμαίνεται από -0,49 m σε γεώτρηση που βρίσκεται σε πάρκο δίπλα στο άγαλμα του Μ. Αλεξάνδρου (μοναδική θέση που εμφανίζεται αρνητική πιεζομετρία) έως 42,92 m .
- ❖ Από τη χαρακτηριστική λιθολογική τομή στον άξονα του Μετρό προκύπτει η παρουσία ενός στρώματος ερυθρής αργίλου μέχρι βάθος 45 m εντός των οποίων θα γίνει η διάνοιξη του Μετρό.
- ❖ Οι γραμμές ροής υπόγειου νερού στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής έχουν κατεύθυνση βορειοδυτική, στο κεντρικό τμήμα κατεύθυνση σχεδόν Α-Δ και στο βόρειο τμήμα της περιοχής έχουν κατεύθυνση νοτιοδυτική.

Το Μετρό θα είναι ένα έργο πνοής για τη Θεσσαλονίκη το οποίο θα βελτιώσει σε μεγάλο βαθμό το συγκοινωνιακό πρόβλημα της πόλης και θα είναι ένα από τα πιο σύγχρονα Μετρό της Ευρώπης.

7. Βιβλιογραφία

1. Θεοδωρίδου Γ., Ιωαννίδου Μ. (2009): *Διακόμανση στάθμης υπόγειου νερού σε πιεζόμετρα του Μετρό Θεσσαλονίκης*. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
2. Μουντράκης, Δ. (1985): *Γεωλογία της Ελλάδας*. University Studio Press. Θεσσαλονίκη. σελ 205.
3. Μουντράκης, Δ. (1988): *Συνοπτική γεωτεκτονική εξέλιξη του ευρύτερου Ελληνικού χώρου*. Α.Π.Θ. σελ.93.
4. ΙΓΜΕ: Γεωλογικός χάρτης φύλλο ‘Θεσσαλονίκης’, κλίμακας 1:50.000.
5. Παπαζάχος, Β., Παπαζάχου Κ. (2002): *Οι σεισμοί της Ελλάδας*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. σελ. 317.
6. Σαπουντζής, Η. (1969): *Πετρογραφία και γεωλογική τοποθέτηση των πρασίνων γνευσίων της Θεσσαλονίκης*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. σελ. 99.
7. Σαπουντζής, Η. (1973): *Γεωχημική και πετρογενετική έρευνα των γαββρικών πετρωμάτων της Θεσσαλονίκης*. Διατριβή Υφηγεσίας, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. σελ. 182.
8. Kossmat, F. (1924): *Geologie der zentralen Balkanhalbinsel. Die kriegs Schauplatze 1914-18*. Geol. Dargestellt., H. 12, 198, S. Berlin.
9. Osswald, K. (1938): *Geologische Geschishte von Griechische – Nordmakedonien*. Υπόμνημα Γεωλογικής Υπηρεσίας Ελλάδος, 3.
10. <http://el.wikipedia.org/>
11. <http://el.wikipedia.org/wiki/....>
12. http://el.wikipedia.org/wiki :Thessaloniki_Satellite_View.jpg
13. <http://www.googlemaps.com>
14. <http://metrothessalonikis.tripod.com/TEXNOGRAFIMA295-10.pdf>.
15. <http://www.geoservice.gr>
16. <http://www.ametro.gr>
17. http://www.maps/makedonia_map.....gif

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Φωτογραφίες από τις γεωτρήσεις κατά μήκος του Μετρό σε ακτίνα 500 m.



Γεώτρηση 1



Γεώτρηση 2



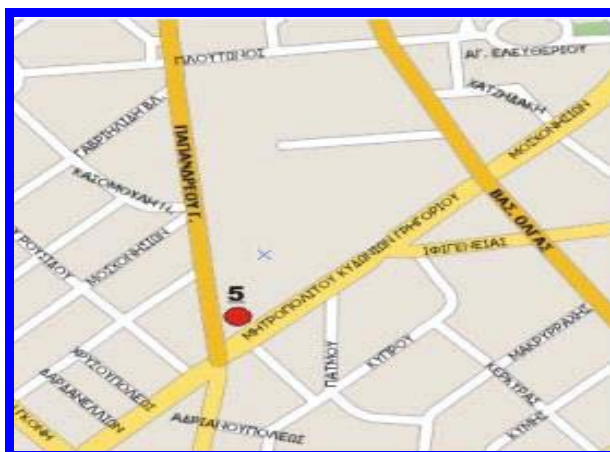
Γεώτρηση 3



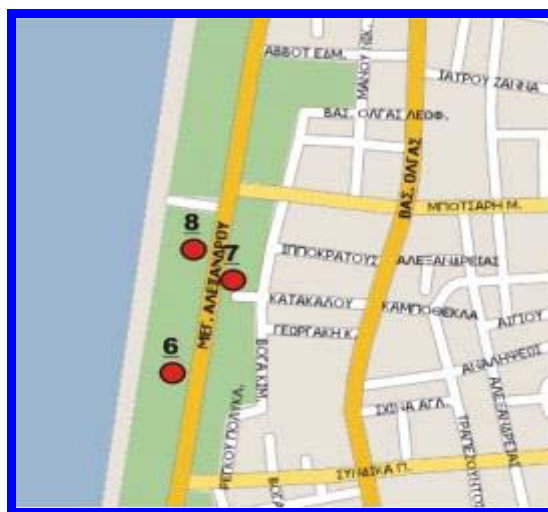
Γεώτρηση 4 στο χάρτη



Πηγάδι 4στο ύπαιθρο



Γεώτρηση 5



Γεωτρήσεις 6, 7 και 8 στο χάρτη



Γεώτρηση 6 στο ύπαιθρο



Γεώτρηση 7 στο ύπαιθρο



Γεώτρηση 8 στο ύπαιθρο



Γεώτρηση 9 στο χάρτη



Γεώτρηση 9 στο ύπαιθρο



Γεώτρηση 10 στο χάρτη



Γεώτρηση 11 στο ύπαιθρο



Γεωτρήσεις 12 και 13 στο χάρτη



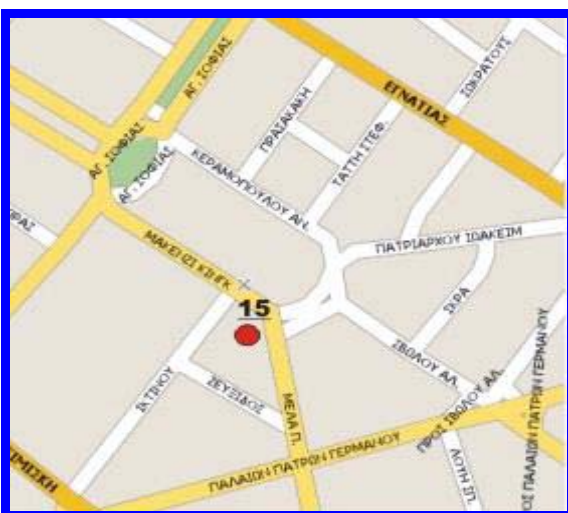
Γεώτρηση 12 στο ύπαιθρο



Γεώτρηση 13 στο ύπαιθρο



Γεώτρηση 14



Γεώτρηση 15 στο χάρτη



Γεώτρηση – Πηγάδι 15



Γεώτρηση 15 – Άντληση του Νερού



Γεωτρήσεις 16, 17 και 18 στο χάρτη



Γεώτρηση 16 στο ύπαιθρο



Γεώτρηση 17 στο ύπαιθρο



Γεώτρηση 18 στο ύπαιθρο