

Ανίχνευση καθιζήσεων

και προσδιορισμός του Πεδίου τους στην Περιοχή του Μοσχάτου

του Γ.Δ.Γεωργόπουλου

Εισαγωγή

Οι μελέτες των μετακινήσεων τμημάτων του εδάφους και του φέροντα οργανισμού των κατασκευών, δίνουν την δυνατότητα παρακολούθησης της μικροκινηματικής περιοχών και τεχνικών έργων, με αποτέλεσμα την πρόληψη δυσμενών καταστάσεων και την έγκαιρη αντιμετώπιση σοβαρών αστοχιών με τεράστιο κοινωνικό και οικονομικό κόστος.

Τα τελικά συμπεράσματα των παραπάνω μελετών είναι δυνατόν να θεωρηθούν ως αποτελέσματα πειραμάτων,

που έγιναν σε φυσική κλίμακα και σε πραγματικές συνθήκες. Ενδιαφέρουν επιστήμες από την περιοχή της Γεωτεχνικής και της Μηχανικής των κατασκευών. Μπορούν να αποτελέσουν στοιχεία σε μελέτες μικροζωνικής περιοχών ή και απόκρισης ειδικών κατασκευών σε εδάφη υψηλής σεισμικής επικινδυνότητας.

Σημαντικό μέγεθος στην παρακολούθηση της μικροκινηματικής των περιοχών, είναι η καθίζηση. Αυτή ορίζεται ως η κατακόρυφη μετακίνηση που πραγματοποιείται στο εδαφικό στρώμα, λόγω επιβολής φορτίων στην επιφάνειά του.

Η καθίζηση οφείλεται στην αύξηση των ενεργών τάσεων, στο εσωτερικό του εδαφικού στρώματος, λόγω της φόρτισης και έχει συνήθως δύο συνιστώσες, για την περίπτωση συνεκτικού εδαφικού υλικού, την άμεση ή ελαστική καθίζηση και την καθίζηση λόγω στερεοποίησης.

Τα αίτια των καθιζήσεων των εδαφών είναι οι φορτίσεις, στατικές και δυναμικές, που προκαλούν συμπύκνωση του εδαφικού υλικού, οι μεταβολές των υδρολογικών συνθηκών στις περιοχές, οι διεργασίες που είναι δυνατόν να συμβούν στο εσωτερικό του εδαφικού στρώματος (διανοίξεις σιφώνων, μεταλλευτικές εργασίες, σεισμικές δράσεις κ.λπ.).

Η μελέτη των καθιζήσεων, περιλαμβάνει τον προσδιορισμό του μεγέθους τους, καθώς και την παρακολούθηση της εξέλιξής τους με τον χρόνο, ώστε να γίνει δυνατή, με βάση τη θεωρία της στερεοποίησης και με τη βοήθεια της θεωρίας της ελαστικότητας, η πρόβλεψη του φαινομένου.

Η γεωδαισία, με τα όργανα υψηλής ακρίβειας που διαθέτει και τη μεθοδολογία που χρησιμοποιεί, έχει τη δυνατότητα εντοπισμού και προσδιορισμού των καθιζήσεων με προκαθορισμένη ακρίβεια και δεδομένο επίπεδο εμπιστοσύνης. Για τον σκοπό αυτό, γίνονται διαχρονικές παρατηρήσεις, σε επιλεγμένα σημεία ελέγχου, οι μετρήσεις συγκρίνονται με παλαιότερες για να εντοπισθεί η στατιστικά σημαντική μετακίνηση και να προσδιορισθεί το μέγεθός της, μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων.

Οι μελέτες των καθιζήσεων, αποκτούν ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε πυκνοδομημένες περιοχές, που βρίσκονται σε χαλαρά εδάφη. Το Μοσχάτο είναι μια περιοχή με έντονα αστικό χαρακτήρα, που τα τελευταία χρόνια έχει δεχθεί μεγάλες γεωτεχνικές επιδράσεις. Μερικές από τις περισσότερες σημαντικές δράσεις, είναι :

— Οι εργασίες βελτίωσης της αντοχής του εδάφους, οι οποίες έγιναν

Ο Γ.Δ. Γεωργόπουλος είναι Επιστ. Συνεργάτης του Τομέα Τοπογραφίας του Τμήματος Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών Ε.Μ.Π.

Το άρθρο αυτό αποτελεί τμήμα από τη δημοσίευση με τίτλο «Εντοπισμός καθιζήσεων στην περιοχή του Μοσχάτου», που έγινε στο δελτίο του ΚΕΔΕ τ. 107-108/1990. Σ' αυτή γινόταν αναφορά σε καθιζήσεις, που είχαν εντοπισθεί και είχαν προσδιορισθεί με την Γεωδαιτική μεθοδολογία, στην περιοχή του Μοσχάτου. Οι μετρήσεις στα σημεία ελέγχου, έγιναν τον Απρίλιο 1989.

A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ	ΥΠΗΡΕΣΙΑ
1	5189	2.740	ΕΥΔΑΠ
2	5204	1.979	ΕΥΔΑΠ
3	5193	2.183	ΕΥΔΑΠ
4	5205	1.848	ΕΥΔΑΠ
5	5178	3.084	ΕΥΔΑΠ
6	5194	2.032	ΕΥΔΑΠ
7	5196	2.008	ΕΥΔΑΠ
8	5213	2.136	ΕΥΔΑΠ
9	53	5.349	Δ.Κ.
10	52	3.606	Δ.Κ.
11	109	4.546	Δ.Κ.
12	110	4.276	Δ.Κ.
13	5355	3.470	ΕΥΔΑΠ
14	5383	2.724	ΕΥΔΑΠ

με τη μέθοδο της δυναμικής συμπίκνωσης, στην περιοχή του σταδίου Ειρήνης και Φιλίας, που βρίσκεται κοντά στην παραλιακή ζώνη του Μοσχάτου.

- Τα τεχνικά έργα διευθέτησης της κοίτης του ποταμού Κηφισού.
- Οι σημαντικές, σε έκταση, επιχωματώσεις, κατά μήκος της παραλιακής ζώνης, που εκτείνονται και στη θάλασσα περιοχή.
- Ο έντονος κυκλοφοριακός φόρτος, τόσο της παραλιακής ζώνης με βαριά οχήματα, όσο και του εσωτερικού της περιοχής.
- Τέλος, τα φορτία των κατασκευών (μεγάλη κάλυψη, μεγάλο ύψος κτιρίων).

Όλοι οι παραπάνω λόγοι, σε συνδυασμό με το γεωλογικό υπόβαθρο, οδηγούν στην άποψη ότι θα πρέπει να έχουν εκδηλωθεί σημαντικές καθιζήσεις τα τελευταία χρόνια στην περιοχή που μελετάται. Την άποψη αυτή στηρίζουν και ρωγμές που υπάρχουν σε κατασκευές, λόγω της παραμόρφωσης της ανωδομής.

Περιοχή Μελέτης - Θέσεις Σημείων Ελέγχου

Η περιοχή μελέτης βρίσκεται βορειοανατολικά του σταδίου Ειρήνης και Φιλίας, ορίζεται δυτικά από τον ποταμό Κηφισό, ανατολικά από τον ποταμό Ιλισό, βόρεια εκτείνεται μέχρι

την οδό Ομήρου, περίπου 500 m από την παραλιακή λεωφόρο (χάρτης 1.). Το συνολικό εμβαδόν της είναι περίπου 600 στρέμματα.

Στην περιοχή αναγνωρίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν 14 σημεία ελέγχου (παλιές υψομετρικές αφετηρίες) τα υψόμετρα των οποίων χορηγήθηκαν από την Ε.Υ.Δ.Α.Π και τον Δ.Καλλιθέας. Ο κωδικός αριθμός κάθε σημείου, το υψόμετρό του καθώς και η υπηρεσία που το παραχώρησε, δίνονται στον πίνακα 1.

Οι θέσεις των σημείων ελέγχου, παρουσιάζονται στο χάρτη 1.

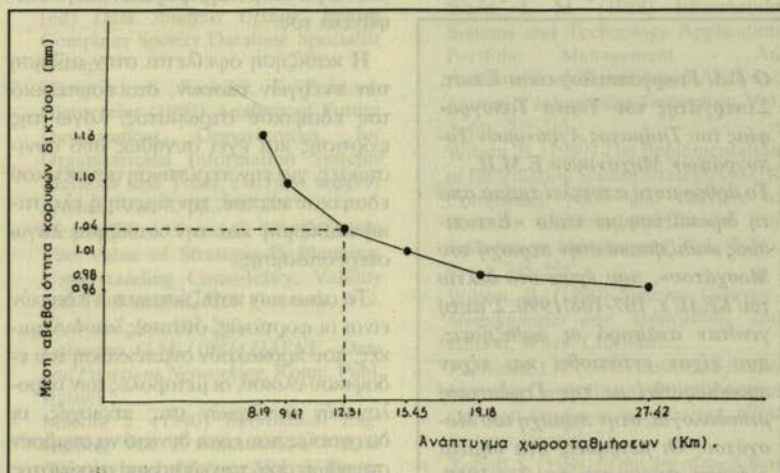
Κατά την επίλυση του δικτύου των 14 σημείων κατακορύφου ελέγχου, ως σταθερή κορυφή, θεωρήθηκε η κορυφή R 1 του Υ.Δ.Ε που βρίσκεται στην εκκλησία Παναγία Μυρτιδιώτισσα, δυτικά του σταδίου Ειρήνης και Φιλίας (χάρτης 1.). Το υψόμετρο της κορυφής R 1 είναι $H_1 = 2.850$ m.

Γεωλογικό Υπόβαθρο της Περιοχής Μελέτης

Το γεωλογικό υπόβαθρο της ευρύτερης περιοχής, αποτελείται από εναλλασσόμενες στρώσεις τεφρής, υπότεφρης, μελανότεφρης μαλακής αργίλου, ιλυώδους άμμου και αμυγδαλωδών υλίων. Συχνά παρουσιάζονται οργανική ύλη και μικροαπολιθώματα που σε συνδυασμό με την υπάρχουσα αμμοίλη, φανερώνουν την ύπαρξη θάλασσας ή λιμνοθάλασσας, κατά τους πρόσφατους ιστορικούς χρόνους. Οι παραπάνω σχηματισμοί συχνά διακόπτονται από υλικά επιχωμάτωσης ή και πρόσφατες αποθέσεις του ποταμού Κηφισού.

Το πάχος των παραπάνω σχηματισμών είναι από 10 m μέχρι 20 m στην περιοχή μελέτης. Αυτοί ταξινομούνται κατά USCS ως άργιλοι μέσης και υψηλής πλαστικότητας (CL-CH), ιλυοάργιλοι (CL-ML), ιλυώδεις άμμοι (SM) και υλίες (ML).

Το γεωλογικό υπόβαθρο της περιοχής από την παραλία μέχρι τη λαχαναγορά, παρουσιάζει γενικά ομοιομορφία στα χαρακτηριστικά του, παρότις τοπικές διαφορές.



Διάγραμμα 1. Διάγραμμα βελτιστοποίησης.

Η τυπική γεωλογική τομή, παρουσιάζει την παρακάτω μορφή.

- Αρχικά παρατηρείται επιφανειακό στρώμα προσχώσεων, πάχους, περίπου, 2 m.
- Ακολουθεί μέτρια συνεκτικό στρώμα μέχρι βάθους 8 m.
- Βαθύτερα παρουσιάζεται αργιλικό στρώμα, πάχους 2 m - 5 m.
- Στη συνέχεια βρίσκεται πυκνό στρώμα ιλυοαμμώδους μέχρι αμμοχαλικώδους, πάχους περίπου 6 m.
- Πιο κάτω συναντάται στρώμα αργιλλοαμμώδους μέχρι ιλυώδους μειωμένης αντοχής, πάχους περίπου 2 m.
- Ακολουθεί στρώμα πολύ πυκνής αμμοιλίας, που προσφέρεται για έδραση βαθείας θεμελίωσης.
- Τέλος, σε βάθος κάτω από 30 m, συναντάται χροσκαλοπαγές ή μαργαϊκό στρώμα.

Απο γενικές εκτιμήσεις, γεωτεχνικού χαρακτήρα, η ύπαρξη της αργίλου στη περιοχή, δημιουργεί προβλήματα, λόγω καθιζήσεων, στις κατασκευές με μεμονωμένα πέδιλα. Οι σημαντικές διαφορικές καθιζήσεις που παρατηρούνται κάτω από στατικές φορτίσεις λόγω της ανομοιομορφίας

του εδάφους, είναι δυνατό να καταπονήσουν τον φέροντα οργανισμό των κατασκευών με φορτίσεις που δεν έχουν ληφθεί υπόψη κατά τη φάση της μελέτης.

Επιλογή - Προσάναληση Δικτύου Κατακορύφου Ελέγχου

Για τον προγραμματισμό των μετρήσεων έγινε βελτιστοποίηση του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, με σκοπό τον καθορισμό του καλύτερου μοντέλου παρατηρήσεων από την άποψη της ακρίβειας, της αξιοπιστίας και της οικονομίας. Συντάχθηκε διάγραμμα (Διαγρ. 1.) βελτιστοποίησης, που παρουσιάζει τη μέση αβεβαιότητα σ των σημείων του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, σε συνάρτηση με το ανάπτυγμα των χωροσταθμικών οδεύσεων.

Η μέση αβεβαιότητα σ των σημείων του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, προέκυψε από τον υπολογισμό του πίνακα

$$V_{\hat{x}} = \sigma_0^2 \cdot (A^T \cdot P \cdot A)^{-1}$$

όπου:

σ_0 a priori τυπικό σφάλμα της μονάδας βάρους 1 mm/Km.

A ο πίνακας των συντελεστών των αγνώστων στις εξισώσεις παρατήρησης.

P ο πίνακας των βαρών.

A^T ο ανάστροφος του πίνακα A.

η μέση αβεβαιότητα των σημείων του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, είναι

$$\sigma = (\text{tr } V_{\hat{x}}/m)^{(1/2)}$$

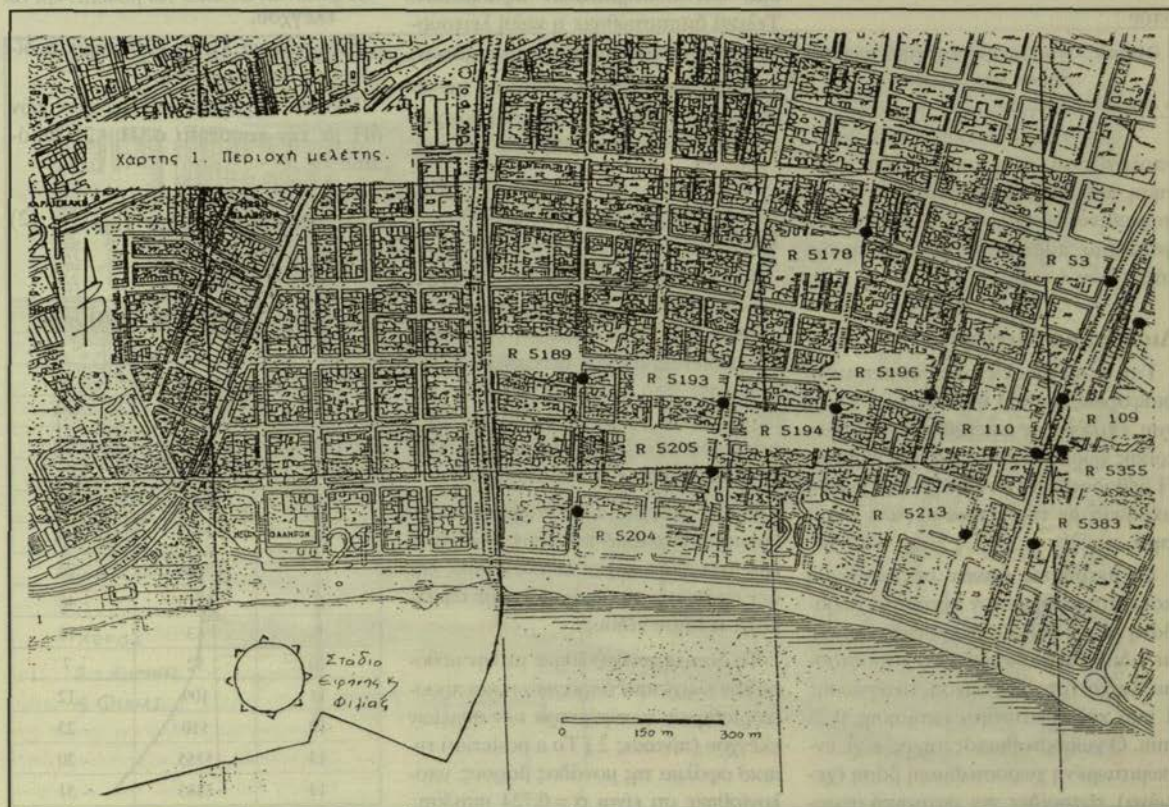
όπου:

$\text{tr } V_{\hat{x}}$ το ίχνος του πίνακα $V_{\hat{x}}$.

m το πλήθος των σημείων ελέγχου.

Απο το διάγραμμα 1. έγινε επιλογή εκείνου του μοντέλου των παρατηρήσεων, που παρουσιάζει τη «βέλτιστη» αβεβαιότητα, σε συνάρτηση με το ανάπτυγμα των χωροσταθμικών οδεύσεων. Τελικά, αποφασίσθηκε να γίνουν χωροσταθμίσεις συνολικού ανάπτυγματος 12310 m.

Με βάση την μέση αβεβαιότητα (1.04 mm) του δικτύου, που τελικά επιλέχθηκε να μετρηθεί, είναι δυνατό να



Πίνακας 2. Τελικά υψόμετρα σημείων ελέγχου.

A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ (mm)
1	5189	2.864	0.667
2	5204	1.870	0.652
3	5193	2.107	0.692
4	5205	1.761	0.701
5	5178	3.037	0.757
6	5194	1.914	0.734
7	5196	1.934	0.761
8	5213	2.088	0.764
9	53	5.336	0.795
10	52	3.599	0.805
11	109	4.534	0.796
12	110	4.253	0.796
13	5355	3.450	0.786
14	5383	2.693	0.810

προσδιορισθεί η ελάχιστη μετακίνηση δΗ που μπορεί το συγκεκριμένο δίκτυο να ανιχνεύσει, με πιθανότητα 99%, σε μεταγενέστερη φάση μέτρησης.

Απο τη σχέση :

$$\delta H \geq (1.04^2 + 1.04^2)^{(1/2)} * 2.576 = 3.79 \text{ mm}$$

όπου :

1.04mm η μέση αβεβαιότητα των σημείων του δικτύου

2.576 συντελεστής τυποποιημένης κανονικής κατανομής υπολογίζεται ότι η μικρότερη μετακίνηση, που μπορεί να ανιχνευθεί με το παραπάνω δίκτυο, σε δύο διαδοχικές φάσεις με πιθανότητα 99%, είναι της τάξης των 4 mm.

Διαδικασία Μετρήσεων

Για τις μετρήσεις των υψομετρικών διαφορών, μεταξύ των σημείων ελέγχου, επιλέχθηκε η μέθοδος της γεωμετρικής χωροστάθμισης με τρία νήματα. Η μέθοδος αυτή συνδυάζει την υψηλή ακρίβεια με τη σχετικά μεγάλη ταχύτητα.

Οι μετρήσεις έγιναν σε μετάβαση και επιστροφή με τον αυτόματο χωροβάτη NA 2 WILD, που συνδυάστηκε με ειδικά κατασκευασμένο χωροσταθμικό πήχυ (σταδία) άμεσης ανάγνωσης 1 mm και δυνατότητα εκτίμησης 0.25 mm. Ο χωροσταθμικός πήχυς, είχε ενσωματωμένη χωροσταθμική βάση (χελώνα), αντηρίδες και σφαιρική αερο-

στάθμη, για την ασφαλή έδραση και την ακριβή κατακορύφωσή του, κατά τη διάρκεια της μέτρησης.

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν ελέγχθηκαν πριν και μετά τις μετρήσεις, ως προς την πλήρωση των γεωμετρικών συνθηκών, για τον περιορισμό των συστηματικών σφαλμάτων. Τελικά διαπιστώθηκε η καλή λειτουργία τους κατά τη φάση των μετρήσεων.

Οι εργασίες υπαίθρου έγιναν τον Απρίλιο του 1989 και η ταχύτητα των χωροσταθμίσεων, εκτιμήθηκε σε 500 m/h.

Επεξεργασία των Στοιχείων Πεδίου

Το δίκτυο κατακορύφου ελέγχου, περιλαμβάνει 15 κορυφές από τις οποίες η μια είναι σταθερή (Παναγία Μυρτιδιώτισσα) και οι υπόλοιπες 14 άγνωστες. Στο δίκτυο, οι βαθμοί ελευθερίας είναι $r = 26 - 14 = 12$ και το a priori τυπικό σφάλμα της μονάδας βάρους θεωρήθηκε $\sigma_0 = 1 \text{ mm/km}$.

Έγινε έλεγχος των παρατηρήσεων για τον εντοπισμό πιθανών χονδροειδών σφαλμάτων και αποδείχθηκε ότι δεν υπάρχουν παρατηρήσεις με σφάλματα τέτοιου είδους.

Το δίκτυο συνορθώθηκε με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων και προσδιορίστηκαν τα υψόμετρα των σημείων ελέγχου (πίνακας 2.) Το a posteriori τυπικό σφάλμα της μονάδας βάρους, υπολογίστηκε ότι είναι $\hat{\sigma} = 0.724 \text{ mm/km}$.

Τέλος έγινε έλεγχος αξιοπιστίας της λύσης του δικτύου με test χ^2 για επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % με τη σχέση

$$r * \hat{\sigma}^2 / \sigma_0^2 < \chi_{0.95, r}^2$$

όπου:

$$r = 12$$

$$\hat{\sigma}_0 = 0.724 \text{ mm/km}$$

$$\sigma_0 = 1 \text{ mm/km}$$

$$\chi_{0.95, 12}^2 = 21$$

Ο έλεγχος έδειξε ότι η λύση γίνεται αποδεκτή, επομένως η αρχική υπόθεση ισχύει.

Εντοπισμός των Καθιζήσεων

Για να εντοπισθούν και να προσδιορισθούν οι καθιζήσεις των κορυφών, υπολογίζονται τα διανύσματα δΗ_i από την σχέση:

$$\delta H_i = H_{ri} - H_{0i} \quad (1)$$

όπου:

H_{0i} το αρχικό υψόμετρο του i σημείου ελέγχου.

H_{ri} το τελικό υψόμετρο της i σημείου ελέγχου.

Στον πίνακα 3., για κάθε σημείο, δίνεται το διάνυσμα δΗ_i.

Γίνεται σύγκριση των μέτρων των δΗ_i με την ποσότητα $\sigma \Delta H_i * 2.576$, όπου:

$$\sigma \Delta H_i = (\sigma^2 H_{0i} + \sigma^2 H_{ri})^{(1/2)} \quad (2)$$

Πίνακας 3. Διανύσματα δΗ_i.

A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ	δΗ _i (mm)
1	5189	- 56
2	5204	- 109
3	5193	- 76
4	5205	- 87
5	5178	- 47
6	5194	- 118
7	5196	- 74
8	5213	- 48
9	53	- 13
10	52	- 7
11	109	- 12
12	110	- 23
13	5355	- 20
14	5383	- 31

Πίνακας 4. Καθιζήσεις των σημείων ελέγχου.

A/A	ΚΩΔΙΚΟΣ	δH_i (mm)	$\sigma \delta H_i * 2.576$	ΚΑΘΙΖΗΣΗ
1	5189	56	23.8	+
2	5204	109	23.3	+
3	5193	76	25.0	+
4	5205	87	24.7	+
5	5178	47	27.0	+
6	5194	118	26.2	+
7	5196	74	27.1	+
8	5213	48	27.2	+
9	53	13	28.9	-
10	52	7	28.4	-
11	109	12	28.1	-
12	110	23	28.4	-
13	5355	20	28.8	-
14	5383	31	28.3	+

2.576 ο συντελεστής της τυποποιημένης κανονικής κατανομής για επίπεδο εμπιστοσύνης 99 %.

Η αβεβαιότητα των σημείων ελέγχου σH_{0i} στη τελική φάση, είναι γνωστή από την επύλση του δικτύου (πίνακας 2.).

Η αβεβαιότητα των σημείων ελέγχου σH_{0i} στη αρχική φάση, οι μετρήσεις της οποίας έγιναν πριν από 30 περίπου χρόνια, δεν είναι γνωστή, αλλά μπορεί να εκτιμηθεί, ότι είναι της τάξης των 10 mm.

Από τη σχέση (2), υπολογίζεται το $\sigma \delta H_i$ για κάθε σημείο ελέγχου. Στον

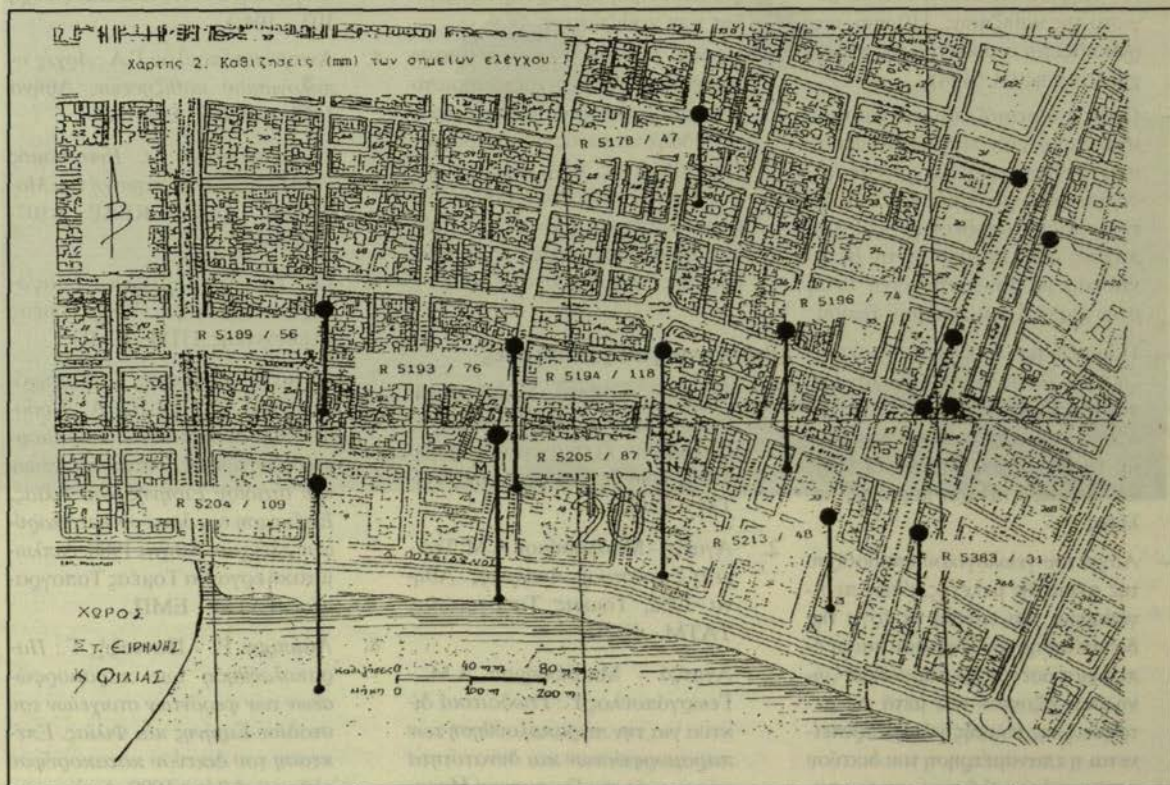
πίνακα 4., που ακολουθεί, δίνονται για κάθε σημείο ελέγχου, το μέτρο του διανύσματος δH_i , η ποσότητα $\sigma \delta H_i * 2.576$ και γίνεται σύγκριση για να διαπιστωθεί αν υπάρχει καθίζηση. Το σημείο + αντιστοιχεί σε καθίζηση, όση είναι το μέτρο του δH_i , το σημείο - δηλώνει ότι το δH_i βρίσκεται μέσα στην αβεβαιότητα των μετρήσεων και δεν μπορεί να θεωρηθεί ως καθίζηση.

Στον χάρτη 2, παρουσιάζονται τα σημεία ελέγχου του δικτύου με τις καθιζήσεις σε mm, που έχουν εντοπισθεί από τη σύγκριση των υψομέτρων τους, μεταξύ αρχικής και τελικής φάσης.

Στον χάρτη 3, παρουσιάζονται οι καμπύλες ίσης βύθισης ανά 10 mm, που σχεδιάσθηκαν στην περιοχή μελέτης, με βάση τις καθιζήσεις που εντοπίσθηκαν.

Συμπεράσματα - Προτάσεις

- Τα μεγέθη των καθιζήσεων που τελικά εντοπίσθηκαν (χάρτης 2), είναι σημαντικά σε ολόκληρη την περιοχή μελέτης, ειδικότερα στην ομάδα των σημείων ελέγχου στην παραλιακή ζώνη.
- Παρατηρείται αύξηση των καθιζήσεων από τον Ιλισό (R 5383) προς





τον Κηφισό (R 5204), ενώ το μέγιστο της καθίζησης, 110 mm, παρουσιάζεται στο κέντρο της περιοχής μελέτης (R 5194).

Όπως παρουσιάζεται στο χάρτη 2, στην εκβολή του ποταμού Κηφισού ανιχνεύθηκαν μεγάλα μεγέθη καθιζήσεων, γεγονός που επαληθεύει την ύπαρξη αποθέσεων μεγάλου πάχους στην περιοχή αυτή, σε αντίθεση με την αντίστοιχη θέση στην εκβολή του ποταμού Ιλισού.

Η μορφή των ισοβαθών των καθιζήσεων, όπως παρουσιάζεται στο χάρτη 3, έχει μορφή συμμετρική με άξονα συμμετρίας που ταυτίζεται με τη διεύθυνση Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας - κέντρο περιοχής μελέτης.

Λόγω του γεωλογικού υπόβαθρου της περιοχής μελέτης, όπως περιγράφηκε, και επειδή τα έργα της διευθέτησης του Κηφισού και οι επιχωματώσεις στην παραλιακή ζώνη συνεχίζονται και μετά τις μετρήσεις της τελικής φάσης, προτείνεται η επαναμέτρηση του δικτύου κατακορύφου ελέγχου, για την πα-

ρακολούθηση της ταχύτητας εξέλιξης των καθιζήσεων.

— Προτείνεται να γίνει συσχέτιση του είδους και των χαρακτηριστικών των γεωλογικών σχηματισμών του εδάφους, με τις παρατηρούμενες καθιζήσεις, τόσο μεταξύ αρχικής και τελικής φάσης, όσο και σε μεταγενέστερες χρονικές στιγμές, για τον προσδιορισμό της μεταβολής τους με τον χρόνο.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

1. Αγατζά - Μπαλοδήμου Α.Μ.: *Θεωρία Σφαλμάτων και Μέθοδος Ελαχίστων Τετραγώνων*. Αθήνα 1990, Τομέας Τοπογραφίας ΤΑΤΜ - ΕΜΠ.
2. Αγατζά - Μπαλοδήμου Α.Μ.: *Στοιχεία Στατιστικής Ανάλυσης*. Αθήνα 1982, Τομέας Τοπογραφίας ΤΑΤΜ - ΕΜΠ.
3. Αγατζά - Μπαλοδήμου Α.Μ. - Γεωργόπουλος Γ.: *Γεωδαιτικά δίκτυα για την παρακολούθηση των παραμορφώσεων και δυνατότητα εφαρμογής στη Γεωτεχνική Μηχα-*

νική. Αθήνα 1989, Κ.Ε.Δ.Ε (τεύχη 103 - 104).

4. Αναγνωστόπουλου Γ.Α.: *Αρχές υπολογισμού καθιζήσεων*. Αθήνα 1986, εκδόσεις Συμμεών.
5. Γεωργόπουλος Γ.: *Εντοπισμός καθιζήσεων στην περιοχή του Μοσχάτου*. Δελτίο ΚΕΔΕ τ.107-108/1990.
6. Γκαζέτας Γ.: *Σημειώσεις Εδαφομηχανικής*. Αθήνα 1988, Τομέας Γεωτεχνικής ΤΠΜ - ΕΜΠ.
7. Θωμά Θ. - Σταμάτης Κ. - Σωτηρόπουλος Π. - Τζεμπερτζή Α.: *Προσδιορισμός των πιθανών παραμορφώσεων των φερόντων στοιχείων του σταδίου Ειρήνης και Φιλίας. Επέκταση του δικτύου κατακορύφου ελέγχου*. Αθήνα 1988, Διπλωματική εργασία Τομέας Τοπογραφίας ΤΑΤΜ - ΕΜΠ.
8. Λάμπρου Ε. - Πανταζής Γ.: *Παρακολούθηση των παραμορφώσεων των φερόντων στοιχείων του σταδίου Ειρήνης και Φιλίας. Επέκταση του δικτύου κατακορύφου ελέγχου*. Αθήνα 1990, Διπλωματική

- κή εργασία Τομέας Τοπογραφίας TATM - ΕΜΠ.
9. Λοΐζος Α.: *Εδαφομηχανική - Θεμελιώσεις, τόμος Ι*. Αθήνα 1975.
 10. Μελέτη αναδιευθετήσεως Κηφισού ποταμού απο παραλιακής λεωφόρου μέχρι κόμβου οδού Αγ. Αννας. Αθήνα Σεπτ. 1975.
 11. Μητσακάκη Χρ. - Σταθάς Δ. *Ελεγχος αξιοπιστίας Γεωδαιτικού δικτύου για μελέτη μικρομετακινήσεων στην περιοχή του Μόρνου Φράγματος*. Αθήνα 1983. Τεχν. Χρον. Α τευχ. 1 - 4.
 12. Μώκος Η.: *Συνόρθωση και προσομοίωση με Η/Υ μεγάλων δικτύων με την Μ.Ε.Τ.* Αθήνα 1987, Διπλωματική εργασία Τομέας Τοπογραφίας TATM - ΕΜΠ.
 13. Σαμπατακάκης Ν.: *Τεχνικογεωλογική έρευνα λεκανοπεδίου Αθηνών*. Αθήνα 1990, Διδακτορική διατριβή.
 14. Τ.Α.Τ.Μ - Τομέας Τοπογραφίας - Εργαστήριο Γενικής Γεωδαισίας, Σημειώσεις Τεχνικής Γεωδαισίας. Αθήνα 1991.

