

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΙΧΕΙΟΥ
ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

1. Γενικά – Ιστορικό

Το παρόν τεύχος αφορά την Οριστική Μελέτη αποκατάστασης αστοχούντος τμήματος του τοίχου βαρύτητας / ξηρολιθιάς που συγκρατεί το πρανές της πλατείας του Ι.Ν. Αγ. Γερασίμου στην περιοχή Άνω Ιλισίων (Δήμος Ζωγράφου Αττικής).

Μετά από πρόσκληση του Ιερέα του Ι.Ν., του Επιτρόπου και του Δήμου Ζωγράφου, πραγματοποιήθηκε επί τόπου επίσκεψη από τον Μελετητή, στην οποία διαπιστώθηκε ότι, τμήμα του υπάρχοντος άοπλου τοίχου / ξηρολιθιάς ύψους $\sim 3.50 \div 5.50\text{m}$ και μήκους $\sim 60.00\text{m}$ στις παράπλευρες οδούς Μαικήνα και Αγ. Γερασίμου έχει υποστεί εκτεταμένες ρηγματώσεις (η αποτύπωση των οποίων παρουσιάζεται στα σχετικά σχέδια που συνοδεύουν τη Μελέτη), με αποτέλεσμα την εν γένει απομείωση (έως κατάργηση κατά τόπους) της ικανότητας αντιστήριξης που προσφέρει.

Σημειώνεται ότι ο άοπλος τοίχος είχε κατασκευασθεί προκειμένου να συγκρατήσει το πρανές που δημιουργείτο από την υποβάθμιση του φυσικού εδάφους για την κατασκευή των δρόμων. Ανάντι του τοίχου υπάρχει προγενέστερη ξηρολιθιά που αποτελούσε συνήθη πρακτική αντιστήριξης μικρών πρανών τις προηγούμενες δεκαετίες.

Συνεπεία μικρών ή μεγάλων σεισμικών γεγονότων και διαρκούς μεταβολής του υδρολογικού καθεστώτος του ανάντι πρανούς κατά την διάρκεια ζωής του έργου, πιθανότατα, αναπτύχθηκε ζώνη ολίσθησης στο εσωτερικό έως τη βάση του, με αποτέλεσμα την μετακίνηση και στροφή του τοίχου. Δεδομένου ότι κατάντι αυτού υπάρχει κυκλοφορία πεζών και οχημάτων ενώ ανάντι σε μικρή σχετικά απόσταση βρίσκεται ο Ι.Ν., συνεχιζόμενη ενεργοποίηση της αστοχίας του πρανούς θα οδηγήσει στην πλήρη αποδιοργάνωση της ζώνης ολίσθησης και την κατάρρευση του τοίχου, με απρόβλεπτες συνέπειες (υλικές ζημιές ή ανθρώπινα θύματα).

Είναι επομένως επιτακτική η ανάγκη αποκατάστασης της στατικής επάρκειας του τοίχου και μάλιστα προ της φθινοπωρινής-χειμερινής περιόδου του 2015, όπου διαρκείς βροχοπτώσεις δύνανται αποδιοργανώσουν γρηγορότερα την ολισθούσα ζώνη, οδηγώντας τον, ενδεχομένως χωρίς προειδοποίηση, σε κατάρρευση (τοπική ή εκτεταμένη).

2. Γεωλογία περιοχής

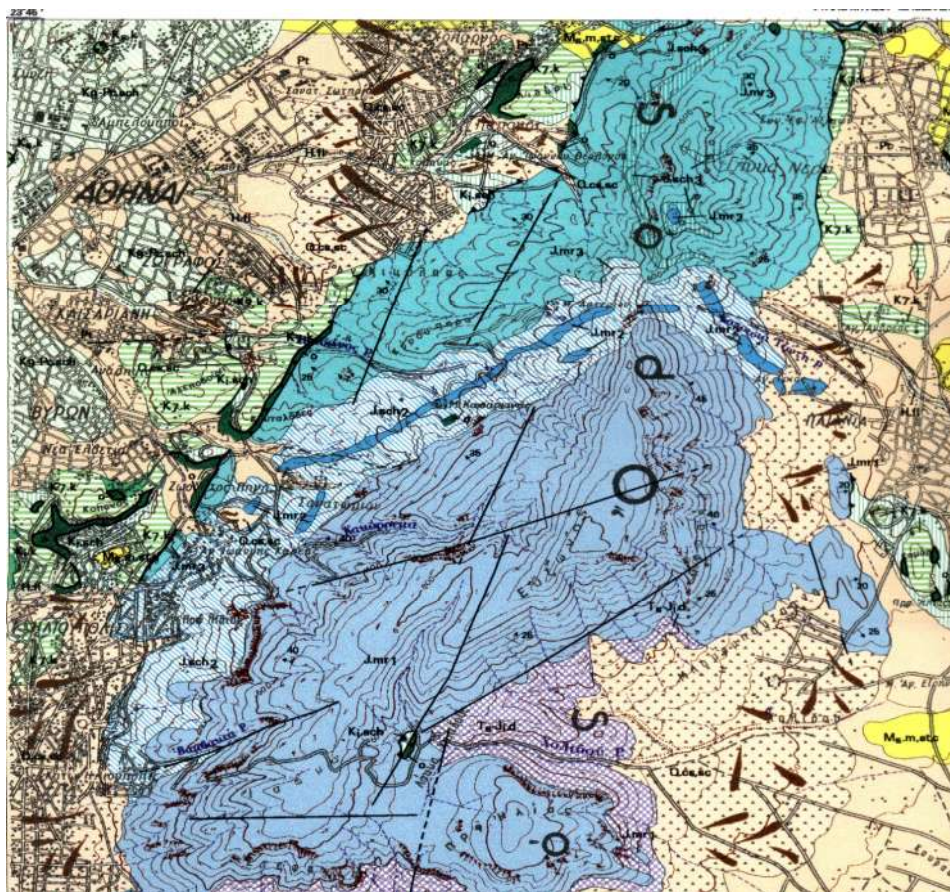
Η περιοχή μελέτης, βρίσκεται στο Δήμο Ζωγράφου επί της οδού Αγίου Γερασίμου. Χαρακτηρίζεται από σχετικά μικρές κλίσεις του εδάφους και δεν παρουσίαζε πριν την εκσκαφή για την κατασκευή της οδού κάποια αξιοσημείωτη τοπογραφική ανωμαλία. Σύμφωνα και με το γεωλογικό χάρτη του ΙΓΜΕ φύλλο Κορωπί - Πλάκα, κλίμακας 1:50.000, αλλά και από τις επιτόπου παρατηρήσεις η ευρύτερη περιοχή μελέτης αποτελείται από τους ακόλουθους γεωλογικούς σχηματισμούς:

Πλειστοκαινικές καστανόχρωμες χερσαίες και ποταμοχερσαίες αποθέσεις (Pt)

Συνεκτικοί αργιλοπηλοί ποικίλης λιθολογικής σύστασης με διάσπαρτες κροκάλες και λατύπες προερχόμενες κυρίως από την αποσάθρωση των Νεογενών σχηματισμών και συνεκτικά κροκαλολατυποπαγή από αλπικά πετρώματα. Το πάχος τους κυμαίνεται από 20 έως 25m.

Πελαγονική ζώνη, ηλικία Μαιστρίχτιο-Παλαιόκαινο, Αθηναϊκοί σχιστόλιθοι και στρώματα μετάβασης (K9-Pc.sch)

Στα μεν ανώτερα μέλη τους αποτελούνται από τεφρούς, φαιούς, μυλωνιτιωμένους μέσο- έως αδρόκοκκους και ψηφιδοπαγείς, στρωματώδεις έως άστρωτους, και έντονα διαρρηγμένους μεταψαμμίτες, οι οποίοι εναλλάσσονται ακανόνιστα με του ίδιου χρώματος, λεπτοστρωματώδεις και σχιστοποιημένους πηλίτες. Στα κατώτερα μέλη τους συνίστανται από ρυθμικές ή άρρυθμες εναλλαγές τεφρών, φαιών, λιμωνιτιωμένων, λεπτόκοκκων έως μεσόκοκκων, λεπτοστρωματωδών μεταψαμμιτών και του ίδιου χρώματος λεπτοστρωματωδών, σχιστοποιημένων πηλιτών. Τα στρώματα μετάβασης αποτελούνται από ρυθμικές ή άρρυθμες εναλλαγές πολύχρωμων, λιμωνιτιωμένων, ανακρυσταλλωμένων, λεπτοστρωματωδών ασβεστολίθων με πυριτόλιθους, μάργες και αργιλοπηλίτες, πάχους 50m. Το μέγιστο ορατό πάχος του σχηματισμού είναι 250m.



Απόσπασμα του φύλλου χάρτη του ΙΓΜΕ Κορωπί - Πλάκα κλίμακας 1:50.000

3. Επιλεγείσα λύση αποκατάστασης

Εξετάσθηκαν οι ακόλουθες τέσσερις (4) περιπτώσεις:

α) Πλήρης αποξήλωση του υπάρχοντος τοίχου και κατασκευή ενός καινούριου συμβατικού τοίχου αντιστήριξης, τύπου «προβόλου», από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Η λύση (α) που βέβαια, δεν είναι λύση αποκατάστασης, δεν επελέγη γιατί:

- (i) Στο ενδεχόμενο η ζώνη ολίσθησης να εξαπλώνεται κάτω από την έδραση του υπάρχοντος τοίχου, ο νέος τοίχος θα έπρεπε να θεμελιωθεί 1.00m έως 1.50m βαθύτερα, γεγονός που θα προκαλούσε σημαντική όχληση στους παρακείμενους δρόμους.
- (ii) Λόγω της εκτεταμένης εκσκαφής για την κατασκευή του νέου τοίχου θα ήταν απαραίτητη η αντιστήριξη του προσωρινού πρανούς στην στέψη της οποίας βρίσκεται ο Ι.Ν.

- (iii) Για λόγους σωστής συναρμογής με τον υπάρχοντα τοίχο, ο νέος τοίχος θα ήταν μεγαλύτερος του αστοχούντος τμήματος.
- (iv) Εξαιτίας των παραπάνω, το κόστος υπολογίζεται αυξημένο έως 100% του κόστους της επιλεγείσας λύσης.

β) Κατασκευή πασσαλοστοιχίας ανάντι του υπάρχοντος τοίχου η οποία πρακτικά, θα αντικαθιστούσε τον άοπλο τοίχο βαρύτητας αναλαμβάνοντας εξ ολοκλήρου την ώθηση γαιών.

Η λύση (β) που επίσης, δεν είναι λύση αποκατάστασης, δεν επελέγη γιατί:

- (i) Η διάτρηση πασσάλων δεν συνιστάται σε αστικό περιβάλλον για τέτοια ύψη πρανών εφόσον υπάρχει η δυνατότητα άλλου τύπου αντιστήριξης, εξαιτίας της σημαντικής όχλησης που προκαλεί (θόρυβος, δονήσεις, ενδεχόμενες μικρορωγμές και μικροζημιές από πτώσεις σοβάδων).
- (ii) Απαιτείται η χρήση βαρέος οχήματος (πασσαλομήκτης) εργαζόμενο στη στέψη του πρανούς με ό,τι μπορεί να συνεπάγεται η ύπαρξη σημαντικού φορτίου δίπλα σε ρηγματωμένο τοίχο. Η χρήση πασσαλομήκτη έχει σαν αποτέλεσμα την σημαντική όχληση για μεγάλο διάστημα της πλατείας της εκκλησίας.
- (iii) Ο υπάρχων τοίχος θα έπρεπε ούτως ή άλλως να καθαιρεθεί (κίνδυνος πτώσης επικρεμμάτων τεμάχων υπό σεισμικό γεγονός).
- (iv) Η επιφάνεια της πλατείας θα περιοριζόταν λόγω της ύπαρξης της πασσαλοστοιχίας.
- (v) Το κόστος υπολογίζεται αυξημένο κατά 80% του κόστους της επιλεγείσας λύσης.

γ) Αντιστήριξη με χρήση προεντεταμένων αγκυρίων επί του υπάρχοντος τοίχου.

Η λύση (γ) που είναι λύση αποκατάστασης, δεν επελέγη γιατί:

- (i) Η ορθή εισαγωγή δύναμης προέντασης της τάξης των 30t έως 45t είναι πιθανόν ανέφικτη επειδή ο τοίχος είναι άοπλος ενώ η ανάντι ξηρολιθιά, τοπικά (στις θέσεις των αγκυρίων) μπορεί να αποδιοργανωθεί πλήρως.
- (ii) Το κόστος υπολογίζεται αυξημένο κατά 50% του κόστους της επιλεγείσας λύσης.

δ) Αντιστήριξη με χρήση παθητικών αγκυρίων και εκτοξευόμενου ινοπλισμένου σκυροδέματος (ανάλωση χαλύβδινων ινών= 40kg/m^3 εκτοξευόμενου σκυροδέματος) επί του υπάρχοντος τοίχου, κατασκευή δοκών στέψης και ποδός και διατμητική σύνδεση ξηρολιθιάς/άοπλου τοίχου με ζώνες από σκυρόδεμα που σέβονται την παρουσία των υφιστάμενων δένδρων.

Η λύση (δ) κρίθηκε η αρτιότερη γιατί:

- (i) Είναι εύκολα εφαρμόσιμη επί υπάρχοντος άοπλου τοίχου.
- (ii) Συγκρατεί τόσο τον υπάρχοντα τοίχο όσο και την ξηρολιθιά, ενισχύοντας την διαταραγμένη εδαφική ζώνη με την κινητοποίηση μεγαλύτερου όγκου εδαφικού υλικού, αυξάνοντας έτσι τον συντελεστή ασφαλείας στις νόμιμες τιμές. Επιπλέον, η χρήση χαλύβδινων ινών ενισχύει την ολκιμότητα του εκτ. σκυροδέματος ώστε αυτό να μπορεί να παρακολουθεί μικρομετακινήσεις και να αποφεύγονται ρηγματώσεις συστολοδιαστολών.
- (iii) Επιφέρει τη μικρότερη δυνατή όχληση στον περιβάλλοντα χώρο κατά τις εργασίες υλοποίησής της.
- (iv) Είναι η πλέον οικονομική (η προμέτρηση και ο προϋπολογισμός παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β του παρόντος).

4. Μεθοδολογία ανάλυσης

Η μεθοδολογία ανάλυσης η οποία χρησιμοποιήθηκε για την διαστασιολόγηση της προταθείσας λύσης αποκατάστασης περιελάμβανε τρία (3) στάδια:

Στάδιο 1

Με βάση τα ευρήματα από την Γεωτεχνική Μελέτη (2 δειγματοληπτικές γεωτρήσεις βάθους 10.0m έκαστη), πραγματοποιήθηκε οπισθόδρομη ανάλυση (back analysis) που στόχο είχε να εξάγει ένα συντηρητικό αλλά ρεαλιστικό σετ παραμέτρων διατμητικής αντοχής (c' , ϕ') μιας διαταραγμένης ζώνης πλάτους $\sim 3.00\text{m}$ ανάντι ακριβώς του αντιστηριζόμενου πρανού που εκτείνεται έως τη θεμελίωση του άοπλου τοίχου, με τις ακόλουθες παραδοχές:

- Το πρανές έχει αστοχήσει πλήρως.
- Η αστοχία έχει προκληθεί από την δυσμενέστερη εκ των ακόλουθων καταστάσεων:
 - (i) Στατικό συνδυασμό με υδρολογικό καθεστώς $r_u=0.10$.
 - (ii) Σεισμικό συνδυασμό υπό σεισμό ίσο προς το 50% του σεισμού σχεδιασμού ($\alpha=0.08g$, $q=1.00$, $r_u=0$).
- Ο συντελεστής ασφαλείας κατά την αστοχία θεωρείται ίσος προς $FS \approx 0.60 \div 0.70$ (και όχι ~ 1.00) προκειμένου να ληφθούν υπόψη τα φαινόμενα 3^{ης} διάστασης που αγνοούνται στη μελέτη, με αποτέλεσμα ο πραγματικός συντελεστής ασφαλείας να είναι έως 25% μεγαλύτερος από εκείνον που προκύπτει στην ανάλυση.
- Εξετάζονται κυκλικές και μη-κυκλικές επιφάνειες ολίσθησης για να προσομοιωθεί ασφαλέστερα η υπάρχουσα κατάσταση (ρωγμές τόσο στον άοπλο τοίχο όσο και στη ξηρολιθιά)
- Πέραν της διαταραγμένης ζώνης το υπόβαθρο της περιοχής λαμβάνεται σύμφωνα προς την προτεινόμενη (στη Γεωτεχνική Μελέτη) αντιπροσωπευτική τομή.

Στάδιο 2

Με βάση το επιλεχθέν σεντ παραμέτρων διατμητικής αντοχής, διαστασιολογείται η αγκύρωση του τοίχου (θέση, διάμετρος και μήκος αγκυρίων) με μεθόδους οριακής κατάστασης ισορροπίας (limit equilibrium method, π.χ. μέθοδος Bishop, με κυκλικές ή μη επιφάνειες ολίσθησης) ώστε να τηρούνται οι νόμιμοι συντελεστές ασφαλείας υπό τις ακόλουθες καταστάσεις (EN 1997-1, EN1998-5):

- Στατικός συνδυασμός υπό συνήθεις υδραυλικές συνθήκες- $r_u=0.10$ ($FS_{\text{απαιτ}}=1.375$)
- Στατικός συνδυασμός υπό δυσμενείς υδραυλικές συνθήκες- $r_u=0.20$ ($FS_{\text{απαιτ}}=1.25$)
- Σεισμικός συνδυασμός ίσος με τον σεισμό συνδυασμού ($\alpha=0.16 \cdot 1.20=0.192g$, $q=1.00$) με υδρολογικό καθεστώς $r_u=0.10$ ($FS_{\text{απαιτ}}=1.00$)

Σημειώνεται ότι οι παραπάνω τιμές του r_u (r_u =υδροστατική πίεση / ενεργός τάση, τιμές $0.0 \div 1.00$) είναι εξαιρετικά συντηρητικές εφόσον στα μέτρα αποκατάστασης προβλέπονται αποστραγγιστικές οπές σε όλο το μήκος του τοίχου. Με άλλα λόγια, ο έλεγχος της στατικής επάρκειας του συστήματος αντιστήριξης προβλέπει και την περίπτωση (μερικής) έμφραξης των οπών αποστράγγισης, η οποία ωστόσο κατά τη διάρκεια ζωής του έργου θα πρέπει να αρθεί εφόσον διαπιστωθεί.

Στάδιο 3

Με χρήση της μεθόδου των Πεπερασμένων Στοιχείων ελέγχονται η οριζόντια μετακίνηση και η βύθιση του I.N. συνεπεία δυσμενούς υδραυλικού καθεστώτος ($r_u=0.20$) ώστε αυτές να βρίσκονται εντός επιτρεπτών/ασφαλών ορίων (μέγιστη οριζόντια μετακίνηση $<30\text{mm}$, μέγιστη βύθιση $<25\text{mm}$).

5. Παραδοχές και παράμετροι εδαφοστατικών υπολογισμών

Η εδαφοστατική ανάλυση για την διακρίβωση της στατικής επάρκειας του προταθέντος συστήματος αντιστήριξης πραγματοποιήθηκε με τα λογισμικά SLIDE v. 5.044 (back analysis, limit equilibrium method) και PHASE² v. 6.028 (finite element method) της εταιρείας ROCSCIENCE Inc. Επιλέχθηκε προς επίλυση η δυσμενέστερη (υψηλότερη) διατομή που βρίσκεται επί της οδού Αγ. Γερασίμου πλησίον της γωνίας του τοίχου.

Οι εδαφικές παράμετροι σχεδιασμού ελήφθησαν από τη Γεωτεχνική Μελέτη και ως τυπικό εδαφικό προφίλ λαμβάνεται το παρακάτω:

Επιφάνεια εδάφους (± 0.00) ÷ -1.00	: Υλικά επιχωματώσεων
-1.00 ÷ -4.50	: Αποσαθρωμένος Αθηναϊκός Σχιστόλιθος με δειγματοληψία υπό μορφή αργιλώδους άμμου καστανού χρώματος με λεπτόκοκκα έως χοντρόκοκκα ασβεστολιθικά και σχιστολιθικά χαλίκια, καθώς και χαλίκια χαλαζία, έως αργιλώδη χαλίκια, πυκνής απόθεσης, μικρής έως μέσης πλαστικότητας (SC, GC).
-4.50 ÷	: Ανώτερη ενότητα Συστήματος Αθηναϊκού Σχιστόλιθου: καστανοπράσιнос έως τεφροπράσιнос μεταψαμμίτης έως σχιστόλιθος, μέτρια έως έντονα αποσαθρωμένος, οξειδωμένος, εξαλλοιωμένος και εδαφοποιημένος με ζώνες διάτμησης σε διάφορα βάθη. Μέσα στη μάζα του εμφανίζεται και λατυποπαγές (Γεώτρηση Γ1, βάθος 2.30 έως 3.80) με τεμάχια κρυσταλλικού ασβεστόλιθου καθώς και λατύπες ψαμμίτη και σχιστόλιθου. Οι ασυνέχειες εμφανίζονται τραχείες και κυματοειδείς, πληρωμένες με αργιλικό ή και γραφιτικό υλικό.

Ως παράμετροι σχεδιασμού των ανωτέρω εδαφικών στρώσεων λαμβάνονται:

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ ΣΤΡΩΣΗ	γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)	E_s (MPa)
I	20.0	15	25	3
II	21.0	2÷5	30÷32	25
III	24.0	18	28	300

Από την οπισθόδρομη ανάλυση για την διαταραγμένη ζώνη προέκυψαν οι παρακάτω παράμετροι σχεδιασμού:

$$\gamma=21.0\text{kN/m}^3, c'=1\text{kPa}, \phi'=28^\circ, E_s=20\text{MPa}$$

Το φορτίο αστοχίας των παθητικών αγκυρίων είναι ίσο προς:

$$P_{ult} = \min (P_1, P_2, P_3) \text{ όπου,}$$

$$P_1 = A \cdot \sigma_y = 4.91 \cdot 50 / 1.15 = 213\text{kN} \text{ (διαρροή χάλυβα)}$$

Σημειώνεται ότι στην μελέτη λαμβάνεται υπόψη διάμετρος αγκυρίου Ø25 ενώ στην κατασκευή τοποθετούνται αγκύρια Ø32. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η μονιμότητα των αγκυρίων σε όλη τη διάρκεια ζωής του έργου (θυσιαζόμενη διάμετρος χάλυβα ίση προς 7mm, εξαιρετικά συντηρητική τιμή για μη-διαβρωτικές συνθήκες περιβάλλοντος όπως στην περίπτωση μας).

$$P_2 = \pi \cdot \phi \cdot L \cdot \tau = \pi \cdot 0.025 \cdot 8.00 \cdot 1000 = 628\text{kN} \text{ (ολίσθηση ράβδου, επιτρεπόμενη συνάφεια ράβδου-ενέματος = 1MPa)}$$

$$P_2 = \pi \cdot d \cdot L \cdot \tau_s = \pi \cdot 0.10 \cdot 8.00 \cdot 100 = 251\text{kN} \text{ (ολίσθηση αγκυρίου μήκους 8.00μ, οπής } d=0.10\text{m, επιτρεπόμενη τάση πρόσφυσης αγκυρίου- εδάφους = 100 kPa, σύμφωνα προς τη Γεωτεχνική Μελέτη)}$$

Συεπώς το φορτίο αστοχίας των αγκυρίων είναι ίσο προς:

$$P_{ult} = \min (213, 628, 251) = 213\text{kN}$$

Ως πρόσθετες παραδοχές υπολογισμού θεωρούνται:

- Φορτίο I.N. : $p=50\text{kN/m}^2$
- Σεισμική επιτάχυνση εδάφους : $a=0.16g$
- Κατηγορία εδάφους : B ($S=1.20$)
- Συντελεστής μετελαστικής συμπεριφοράς : $q_w=1.00$
- Σεισμική επιτάχυνση σχεδιασμού : $\alpha=0.16g*1.20/1.00=0.192g$
- Σκυρόδεμα δοκών : C16/20
- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα : C25/30
- Οπλισμός σκυροδέματος/πλεγμάτων/ινών/αγκυρίων : S500C

6. Δεσπόζοντα αποτελέσματα αναλύσεων

Τα κυριότερα αποτελέσματα των αναλύσεων παρουσιάζονται ακολούθως:

Back Analysis

- Φαινόμενος Συντελεστής Ασφαλείας (στατικός συνδυασμός $r_u=0.10$): **FS=0.636** (κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)
- Φαινόμενος Συντελεστής Ασφαλείας (σεισμικός συνδυασμός $r_u=0.00$): **FS=0.663** (κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)
- Φαινόμενος Συντελεστής Ασφαλείας (στατικός συνδυασμός $r_u=0.10$): **FS=0.657** (μη-κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)
- Φαινόμενος Συντελεστής Ασφαλείας (σεισμικός συνδυασμός $r_u=0.00$): **FS=0.692** (μη-κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)

Limit Equilibrium Method

- Σ.Α. μετά την αποκατάσταση (στατικός συνδυασμός, $r_u=0.10$): **FS=1.557>1.375** (κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)
- Σ.Α. μετά την αποκατάσταση (στατικός συνδυασμός, $r_u=0.20$): **FS=1.431>1.25** (κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)
- Σ.Α. μετά την αποκατάσταση (σεισμικός συνδυασμός, $r_u=0.10$): **FS=1.129>1.00** (κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)
- Σ.Α. μετά την αποκατάσταση (στατικός συνδυασμός, $r_u=0.10$): **FS=1.450>1.375** (μη-κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)
- Σ.Α. μετά την αποκατάσταση (στατικός συνδυασμός, $r_u=0.20$): **FS=1.332>1.25** (μη-κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)
- Σ.Α. μετά την αποκατάσταση (σεισμικός συνδυασμός, $r_u=0.10$): **FS=1.074>1.00** (μη-κυκλική επιφάνεια ολίσθησης)

Finite Element Method

- Μέγιστη οριζόντια μετακίνηση συστήματος αντιστήριξης υπό δυσμενές υδραυλικό καθεστώς ($r_u=0.20$) = **9mm<30mm**
- Μέγιστη βύθιση I.N. υπό δυσμενές υδραυλικό καθεστώς ($r_u=0.20$) = **9mm<25mm**

7. Φάσεις κατασκευής – Κατασκευαστικές οδηγίες – Ιδιαίτερες απαιτήσεις μελέτης

Λόγω της οριακής κατάστασης ευστάθειας που βρίσκεται την παρούσα χρονική στιγμή ο τοίχος/ξηρολιθιά (σταδιακή αποδιοργάνωση πρανούς έως ενδεχόμενη κατάρρευση τμήματος χωρίς προειδοποίηση), η αποκατάσταση της στατικής επάρκειας θα πραγματοποιηθεί στις παρακάτω τρεις (3) διακριτές φάσεις με την κάθε μία να ξεκινά αμέσως μετά το πέρας της προηγούμενης.

Παρακάτω παρουσιάζονται διεξοδικά, η αλληλουχία εργασιών κάθε φάσης, κατασκευαστικές οδηγίες και ιδιαίτερες απαιτήσεις της μελέτης. **Οποιαδήποτε αλλαγή προτείνει ο Ανάδοχος πρέπει να έχει τη σύμφωνη γνώμη του Μελετητή και του Επιβλέποντα.**

Φάση 1: *Πλήρωση/σφράγιση ρωγμών, οπών και φωλέων άοπλου τοίχου, καθαιρέσεις επικρεμμάμενων πλινθοδομών και πλακοστρώσεων, εκθάμνωση, κατασκευή 1^{ης} στρώσης εκτοξευόμενου (ινοπλισμένου) σκυροδέματος, διαζωνώσεις, δοκός στέψης*

- Λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων ασφαλείας και σήμανσης προ της έναρξης των εργασιών.
- Οι ρωγμές σκυροδέματος του άοπλου τοίχου σφραγίζονται με εποξειδική κόλλα δύο (2) συστατικών (ρητίνη, σκληρυντής) ή ενέσιμες ρητίνες, χωρίς ανενεργούς διαλύτες. Προηγείται η σφράγιση των χειλέων των ρωγμών, η οποία μπορεί να γίνει με τσιμεντοειδή κονιάματα (ισχυρής πρόσφυσης στο σκυρόδεμα), εποξειδικές πάστες (με σπάτουλα ή μυστρί) ή πολυεστερικές πάστες.

Το υλικό εισάγεται, ανάλογα και προς το πάχος της ρωγμής, με πλαστικά ακροφύσια, διασταλλόμενα ακροφύσια ή μεταλλικές βελόνες, αφαιρούμενες μετά την σκλήρυνση του υλικού σφράγισης.

Η αναλογία ανάμιξης σκληρυντή προς ρητίνη θα είναι προδιαγραφόμενη στα τεχνικά φυλλάδια του υλικού.

Το μέτρο ελαστικότητας του σκληρυνμένου μείγματος δεν θα είναι μικρότερο από 1 GPa. Ο χρόνος πήξης του μείγματος (pot life) θα είναι επαρκής για την εκτέλεση των εργασιών υπό τις εκάστοτε θερμοκρασίες περιβάλλοντος και ρηγματωμένου στοιχείου. Το δυναμικό ιξώδες του υλικού θα είναι το απαιτούμενο για τη μέθοδο εισπίεσης, το εύρος της ρωγμής και το πορώδες του σκυροδέματος.

Ανάλογα προς το εύρος της ρωγμής μπορεί να επιτραπεί η προσθήκη αδρανών (σύμφωνα προς τις οδηγίες του προμηθευτή) με μέγιστη διάμετρο κόκκου αδρανούς 2mm.

Η αντοχή της σκληρυνμένης κόλλας σε θλίψη θα είναι τουλάχιστον ίση προς 30MPa και σε εφέλκυσμό ίση προς 3MPa.

Ως προς τα υλικά, τη διαδικασία εφαρμογής και τους απαιτούμενους ελέγχους μπορούν να εφαρμοσθούν οι προδιαγραφές ΕΤΕΠ 14-01-07-01 και 14-01-07-02.

- Καθαίρεση επικίνδυνων τμημάτων ξηρολιθιάς, αποξήλωση κιγκλιδωμάτων, καθαίρεση πλακοστρώσεων πλατείας και πεζοδρομίου, πρόσθετα μέτρα ασφαλείας/σήμανσης στη στέψη της ξηρολιθιάς (λόγω της απομάκρυνσης του κιγκλιδώματος).
- Εκρίζωση και απομάκρυνση θάμνων και εκσκαφή πάχους 30cm στο παρτέρι που συνδέει τον άοπλο τοίχο με την ξηρολιθιά. Προετοιμασία για την διαζώνωση μεταξύ τους με χρήση σκυροδέματος C16/C20.
- Βλήτρα συρραφής του σκυροδέματος διαζώνωσης με τον άοπλο τοίχο, διαμέτρου Ø14, σύμφωνα προς τις λεπτομέρειες της μελέτης. Τα βλήτρα θα είναι γαλβανισμένα, από χάλυβα σκυροδέματος B500C.

Ως υλικό πάκτωσης θα χρησιμοποιηθεί εποξειδική κόλλα δύο συστατικών.

Οι οπές των βλήτρων θα έχουν διάμετρο Ø18÷ Ø20 και βάθος κατά 30mm μεγαλύτερο του βάθους του βλήτρου. Μετά τη διάνοιξη τους εκτραχύνονται με συρματόβουρτσα κυλινδρικής κεφαλής και κατάλληλης διαμέτρου ώστε να βρίσκει στα τοιχώματα της οπής, η οποία στη συνέχεια σφραγίζεται προσωρινά.

Πριν την πάκτωση των βλήτρων η οπή καθαρίζεται επιμελώς με αναρρόφηση της σκόνης με πεπιεσμένο αέρα.

Μετά τον καθορισμό της οπής εισάγεται επαρκής ποσότητα συγκολλητικού υλικού και εμπήγνυται το βλήτρο περιστροφικά. Το υπερχειλίζον κατά την έμπηξη συγκολλητικό υλικό δεν επιτρέπεται να επαναχρησιμοποιηθεί.

Τα βλήτρα σφηνώνονται κατάλληλα μέχρι την πήξη της εποξειδικής κόλλας.

Απαγορεύεται η σκυροδέτηση των διαζωνώσεων πριν περάσουν 24 ώρες από την εισαγωγή του τελευταίου βλήτρου.

Ελέγχονται όλα τα βλήτρα οπτικά, ως προς τη θέση και το εξέχον μήκος τους.

Η σταθερότητα των βλήτρων ελέγχεται σε ποσοστό 100% και η δοκιμή γίνεται με το χέρι μετά την παρέλευση 24 ωρών. Απορρίπτονται και αντικαθίστανται όσα βλήτρα παρουσιάζουν κινητικότητα.

Τέλος ελέγχεται και η πλευρική αντίσταση των βλήτρων σε ποσοστό 5%. Ο έλεγχος γίνεται με πλευρική κρούση των βλήτρων μέχρι γωνία 45° ως προς τη κατακόρυφη ή την οριζόντια και θεωρείται επιτυχής εάν δεν αστοχήσει ο χάλυβας, το συγκολλητικό υλικό και το σκυρόδεμα.

Τα επιτυχή βλήτρα δεν επανακάμπονται στην αρχική τους θέση, θεωρούμενα ως ενεργά.

Κατά τα λοιπά ισχύει η ΕΤΕΠ 14-01-12-01.

- Εφαρμογή συγκολλητικής εποξειδικής ρητίνης δύο συστατικών στην επιφάνεια του άοπλου τοίχου για την εξασφάλιση της πρόσφυσής του με το υστερόχυτο εκτοξευόμενο (ινοπλισμένο) σκυρόδεμα, μετά από προσεκτική εκτράχυνση της επιφάνειας του παλαιού σκυροδέματος με χρήση συρματόβουρτσας (απαγορεύεται η χρήση πεπιεσμένου αέρα).
- Κατασκευή 1^{ης} στρώσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος πάχους 10cm οπλισμένου με πλέγμα και χαλύβδινες ίνες (ανάλωση όχι μεγαλύτερη των 40kg/m³) επί της ξηρολιθιάς με ταυτόχρονη σκυροδέτηση των διαζωνώσεων στο παρτέρι και της μικρής δοκού στέψης και τοποθέτηση του οπλισμού που προβλέπεται στη μελέτη.
- Διάνοιξη ανακουφιστικών οπών για την αποτόνωση της υδροστατικής πίεσης του εκτοξευόμενου σκυροδέματος.

Φάση 2: *Αγκύρωση, βλήτρωση και αποστράγγιση του άοπλου τοίχου/ξηρολιθιάς, κατασκευή δοκού ποδός.*

- Λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων ασφαλείας και σήμανσης προ της έναρξης των εργασιών.
- Εκτέλεση τριών (3) δοκιμών καταλληλότητας (suitability tests) αγκυρίων (1*μήκους 8.00 και 2*9.00m) για να επιβεβαιωθεί επί τόπου η επάρκεια του μήκους των

αγκυρίων. Τα αγκύρια αυτά (εφόσον οι δοκιμές είναι επιτυχείς) θα ενσωματωθούν στον προβλεπόμενο στη μελέτη κάνναβο των αγκυρίων.

- Κατασκευή των αγκυρίων επί της οδού Αγ. Γερασίμου, μετά από συνεννόηση του Αναδόχου με τον Μελετητή και τον Επιβλέποντα, για την ακριβή χάραξη των θέσεων τους επί του άοπλου τοίχου/ξηρολιθιάς.
- Κατασκευή των αγκυρίων επί της οδού Μαικήνα, η κλίση των οποίων θα επιβεβαιωθεί επί τόπου μετά από συνεννόηση το Αναδόχου με τον Μελετητή και τον Επιβλέποντα με βάση την ακριβή θέση των κατασκευασθέντων αγκυρίων ώστε να μην υπάρξει διασταύρωση αγκυρώσεων.
- Κατά τη διάτρηση των οπών αγκύρωσης η χρήση νερού πρέπει να αποφεύγεται ή να περιορίζεται στο ελάχιστο (καθαρισμός προϊόντων διάτρησης με πεπιεσμένο αέρα), ώστε να αποφεύγεται η απόπλυση και η μείωση της πρόσφυσης του τσιμεντενέματος και του περιβάλλοντος εδάφους.
Η ανοχή της γωνίας κλίσεως των αγκυρώσεων προσδιορίζεται γενικά ίση προς $\pm 2^\circ$, πλην των αγκυρίων της οδού Μαικήνα των οποίων η κλίση θα καθορίζεται από την απαίτηση μη-διασταύρωσης αγκυρώσεων.
- Εκτέλεση δοκιμών αποδοχής σε όλα τα κατασκευασθέντα αγκύρια.
- Διάνοιξη αποστραγγιστικών οπών σύμφωνα προς τη μελέτη και πύκνωση εφόσον δικαιολογείται από τις τοπικές συνθήκες.
- Εκσκαφή για την σκυροδέτηση της δοκού στον πόδα του συστήματος αντιστήριξης.
- Βλήτρα συρραφής του σκυροδέματος της δοκού ποδός με τον άοπλο τοίχο, διαμέτρου Ø14, σύμφωνα προς τις λεπτομέρειες της μελέτης. Τα βλήτρα θα είναι γαλβανισμένα, από χάλυβα σκυροδέματος B500C.
Ως υλικό πάκτωσης θα χρησιμοποιηθεί εποξειδική κόλλα δύο συστατικών.
Οι οπές των βλήτρων θα έχουν διάμετρο Ø18÷ Ø20 και βάθος κατά 30mm μεγαλύτερο του βάθους του βλήτρου. Μετά τη διάνοιξη τους εκτραχύνονται με συρματόβουρτσα

κυλινδρικής κεφαλής και κατάλληλης διαμέτρου ώστε να βρίσκει στα τοιχώματα της οπής, η οποία στη συνέχεια σφραγίζεται προσωρινά.

Πριν την πάκτωση των βλήτρων η οπή καθαρίζεται επιμελώς με αναρρόφηση της σκόνης με πεπιεσμένο αέρα.

Μετά τον καθορισμό της οπής εισάγεται επαρκής ποσότητα συγκολλητικού υλικού και εμπήγνυται το βλήτρο περιστροφικά. Το υπερχειλίζον κατά την έμπηξη συγκολλητικό υλικό δεν επιτρέπεται να επαναχρησιμοποιηθεί.

Τα βλήτρα σφηνώνονται κατάλληλα μέχρι την πήξη της εποξειδικής κόλλας.

Απαγορεύεται η σκυροδέτηση των διαζωνώσεων πριν περάσουν 24 ώρες από την εισαγωγή του τελευταίου βλήτρου.

Ελέγχονται όλα τα βλήτρα οπτικά, ως προς τη θέση και το εξέχον μήκος τους.

Η σταθερότητα των βλήτρων ελέγχεται σε ποσοστό 100% και η δοκιμή γίνεται με το χέρι μετά την παρέλευση 24 ωρών. Απορρίπτονται και αντικαθίστανται όσα βλήτρα παρουσιάζουν κινητικότητα.

Τέλος ελέγχεται και η πλευρική αντίσταση των βλήτρων σε ποσοστό 5%. Ο έλεγχος γίνεται με πλευρική κρούση των βλήτρων μέχρι γωνία 45° ως προς τη κατακόρυφη ή την οριζόντια και θεωρείται επιτυχής εάν δεν αστοχήσει ο χάλυβας, το συγκολλητικό υλικό και το σκυρόδεμα.

Τα επιτυχή βλήτρα δεν επανακάμπονται στην αρχική τους θέση, θεωρούμενα ως ενεργά.

Κατά τα λοιπά ισχύει η ΕΤΕΠ 14-01-12-01.

- Σιδέρωμα δοκού ποδός και σκυροδέτηση.

Φάση 3: *Τελική στρώση εκτοξευόμενου σκυροδέματος για την κάλυψη των κεφαλών των αγκυρίων, στεγανοποίηση επιφάνειας σκυροδέματος, αποκατάσταση/καλλωπισμός περιβάλλοντος χώρου*

- Λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων ασφαλείας και σήμανσης προ της έναρξης των εργασιών.
- Εφαρμογή συγκολλητικής εποξειδικής ρητίνης δύο συστατικών στην επιφάνεια της 1^{ης} στρώσης εκτ. σκυροδέματος για την εξασφάλιση της πρόσφυσης με το υστερόχυτο

εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, μετά από προσεκτική εκτράχυνση της επιφάνειας της με χρήση συρματόβουρτσας ή πεπιεσμένου αέρα.

- Κατασκευή 2^{ης} στρώσης εκτοξευόμενου σκυροδέματος, πάχους 15cm, οπλισμένου με πλέγμα και χαλύβδινες ίνες (ανάλωση όχι μεγαλύτερη των 40kg/m³) επί της 1^{ης} στρώσης, για την κάλυψη των κεφαλών των αγκυρίων.
- Η βρεχόμενη επιφάνεια του συστήματος αντιστήριξης (εκτοξευόμενο ινοπλισμένο σκυρόδεμα-διαζωνώσεις-δοκοί από σκυρόδεμα) υδρομονώνεται/στεγανοποιείται με βαφή με υλικό τιμεντοειδούς βάσης διεισδύον σε βάθος εντός του σκυροδέματος, σχηματίζοντας βελονοειδείς κρυστάλλους μεγάλου μήκους, οι οποίοι φράσσουν τα κενά του.

Η δοσολογία και ο τρόπος εφαρμογής θα καθορισθούν από τον προμηθευτή του υλικού· οπωσδήποτε προ της εφαρμογής του, η προς στεγάνωση επιφάνεια θα καθαρισθεί επιμελώς και θα βραχεί μέχρι κορεσμού.

Το υλικό θα πρέπει να είναι αβλαβές τόσο για τον ίδιο το σκυρόδεμα και τον οπλισμό, όσο και για την ποιότητα του νερού.

Το προς εφαρμογή υλικό θα είναι κατάλληλο για την επούλωση τριχοειδών ρωγμών μέχρι και 1mm και θα αντέχει υδροστατική πίεση τουλάχιστον 10atm.

Επιπλέον είναι απαραίτητη και η συστηματική διαβροχή της επιφάνειας για όσο διάστημα απαιτούν οι προδιαγραφές του υλικού (ενδεικτικά 3÷7 ημέρες).

- Επί της προηγούμενης υδρομονωμένης επιφάνειας εφαρμόζεται ανιγραφιστική (anti-graffiti) επάλειψη μόνιμης προστασίας ενός ή δύο συστατικών πολυουρεθανικής ή σιλικονούχας βάσης.
- Αποκαθίσταται το κιγκλίδωμα και η πλακόστρωση της πλατείας του Ι.Ν. στο μήκος και πλάτος που αποξηλώθηκε όπως και το πεζοδρόμιο στον πόδα με ορθή διαμόρφωση ρύσεων.

Ο συντάξας

ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΔΡΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

ΔΙΠΛ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΜ.Π