



**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ**

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ-ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΤΩΝ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΩΝ ΤΕΙΧΩΝ ΤΗΣ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ
ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ ΤΟΥΣ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΕΣΗΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ**

ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Απρίλιος 2017

ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ-ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΤΩΝ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΩΝ ΤΕΙΧΩΝ ΤΗΣ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ
ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ ΤΟΥΣ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΕΣΗΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ

I. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ

Τα περιμετρικά Τείχη της Ακρόπολης, λόγω της πληθώρας των παραμέτρων που απαιτούνται για την ολοκληρωμένη προσέγγιση και ανάλυσή τους όπως π.χ. του μεγέθους τους, της δυσκολίας πρόσβασης για άμεση παρατήρηση, της έντονης διαφοροποίησης των γεωλογικών και γεωτεχνικών συνθηκών που τα επηρεάζουν, και της ποικιλίας των δομικών υλικών και των τρόπων δόμησης, συνιστούν ένα ιδιαίτερα σύνθετο επιστημονικό και τεχνικό πρόβλημα. Από το 2013 που η προστασία των βραχιδίων πρανών της Ακρόπολης έχει, επίσης, ανατεθεί στην ΥΣΜΑ με την εξασφάλιση πρόσθετης χρηματοδότησης από εθνικούς πόρους, έχει δημιουργηθεί πλέον σε επίπεδο μελέτης και έργου ένα ενιαίο μνημειακό σύνολο, αυτό των τειχών σε αλληλεπίδραση με το βραχώδες υπόβαθρο θεμελίωσης και τις αντιστηριζόμενες επιχώσεις. Πρόκειται για ένα σύνθετο πρόβλημα με μεταβαλλόμενες παραμέτρους από θέση σε θέση, η αντιμετώπιση του οποίου απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση και μακροχρόνιο προγραμματισμό ενεργειών κατά στάδια.

Το έργο «Στερέωση βραχιδίων μαζών και Τειχών της Ακρόπολης» περιλαμβάνει εκπόνηση μελετών, έργα στερέωσης καθώς και εργασίες έρευνας-τεκμηρίωσης που προβλέπεται να ολοκληρωθεί στο τέλος του 2016, σύμφωνα με το εγκεκριμένο Τεχνικό Δελτίο.

Η εξειδίκευση του αντικειμένου των επί μέρους μελετών, ύστερα από εμπεριστατωμένη αξιολόγηση των μέχρι σήμερα δεδομένων και μελετών, και ο καθορισμός της χρονικής αλληλουχίας ανάθεσής τους, αποτελούν ένα εξαιρετικά πολύπλοκο έργο για το οποίο απαιτείται ιδιαίτερη τεχνική και θεωρητική κατάρτιση στο επιστημονικό πεδίο της Εδαφομηχανικής.

Συγκεκριμένα, οι γεωστατικοί υπολογισμοί ευστάθειας αρχαίων αναλημμάτων με δόμηση εν ξηρώ – όπως το περιμετρικό τείχος της Ακρόπολης Αθηνών - απαιτούν ειδικές μεθόδους ανάλυσης προκειμένου να προσεγγιστεί ρεαλιστικά η συμπεριφορά τους. Η αριθμητική προσομοίωση αναλημμάτων, προϋποθέτει τη γνώση και εμπειρία στη χρήση διακριτών στοιχείων με δυνατότητα παραμόρφωσης (αντίστοιχα σε κάθε δομικό μέλος της εν ξηρώ κατασκευής) με κατάλληλα στοιχεία διεπιφάνειας που να αντιπροσωπεύουν τους αρμούς των λιθοπλίνθων.

Επιπλέον, λόγω της φύσης των γεωϋλικών που δομούν το τείχος (λιθόπλινθοι από μαλακά βραχώδη υλικά ποικίλης σύστασης) απαιτούνται γνώσεις βραχομηχανικής για την ορθή καταστατική προσομοίωση των υλικών (ένταση-παραμόρφωση-κριτήρια αστοχίας) έτσι, ώστε να είναι δυνατή:

- α) η αναπαραγωγή της μηχανικής παθολογίας των λιθοπλίνθων και
- β) η ρεαλιστική αποτίμηση της απόκρισης σε σενάρια καταπόνησης.

Στην περίπτωση των αναλημμάτων η ρεαλιστική συμπεριφορά διέπεται από την αλληλεπίδραση της ίδιας της κατασκευής του αναλήμματος με: α) το υπόβαθρο θεμελίωσης και β) τις εδαφικές επιχώσεις (από ποικίλης σύνθεσης υλικά). Οι αναλύσεις αλληλεπίδρασης απαιτούν την ορθή καταστατική προσομοίωση του βράχου των υποκείμενων πρανών λαμβάνοντας υπόψη τη γεωλογική κατάτμηση της βραχώμαζας, την ορθή προσομοίωση του τείχους, αλλά και τα κατάλληλα καταστατικά ελαστοπλαστικά μοντέλα συμπεριφοράς του εδάφους.

Στα ανωτέρω έρχεται να προστεθεί και το γεγονός ότι η ανάλυση μνημειακών δομών προκειμένου να ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα πρέπει να μπορεί να ενσωματώσει την ιστορική μηχανική καταπόνηση του μνημείου – βάσει της σχετικής αρχαιολογικής, ιστορικής και αρχιτεκτονικής έρευνας ούτως, ώστε η ανάλυση για την υπάρχουσα κατάσταση και την μελλοντική αποτίμηση τυχόν απαιτούμενων μέτρων στερέωσης να λαμβάνει υπόψη την ήδη διαμορφωμένη παραμορφωσιακή κατάσταση και την απαίτηση για ελαχιστοποίηση των επεμβάσεων.

Με βάση τα διατιθέμενα ιστορικά στοιχεία η κύρια δράση η οποία σχετίζεται με βαριές δομικές βλάβες ή/και αστοχίες στο περιμετρικό τείχος της Ακρόπολης είναι ο σεισμός. Επομένως, για την κατανόηση των προβλημάτων του Τείχους, της τρωτότητάς του έναντι φυσικών δράσεων, την ερμηνεία της εμφανιζόμενης παθολογίας αλλά και της οικοδομικής εξέλιξης του μνημείου όπως προκύπτει από τις κατά καιρούς προσθήκες και ενισχύσεις, είναι απαραίτητη η διερεύνηση των σημαντικών γεωστατικών/γεωσεισμικών γεγονότων της ιστορίας του και της επίδρασής τους επί του μνημείου.

Ειδικότερα στο περίπλοκο μηχανικά καθεστώς του περιμετρικού τείχους, όπου η σεισμική κίνηση διαμορφώνεται από: α) το «μαλακό» γεωλογικό υπόβαθρό του Αθην. Σχιστολίθου, β) την τοπογραφική επίδραση των ασβεστολιθικών πρανών, γ) τη διακριτή δομή του τείχους, το μεγάλο κατά θέσεις ύψος του, την επίδραση της δομικής μορφής του (αντηρίδες, γεωμετρικές αλλαγές (λχ ΝΑ γωνία), εξωτερική επένδυση με λιθοδομή με κονίαμα κοκ) και δ) την εδαφική ενίσχυση από τις εσωτερικές επιχώσεις, η αποτίμηση της σεισμικής δράσης θα πρέπει να γίνεται εκτός από κατάλληλες ψευδοστατικές αναλύσεις, κυρίως από δυναμικές αναλύσεις, με κατάλληλες για την περιοχή της Ακρόπολης χρονοϊστορίες.

Αξίζει να τονισθεί ότι λόγω της αλληλεπίδρασης κατασκευής και εδάφους βασική προϋπόθεση για τη δυναμική γεωστατική ανάλυση αποτελεί η στέρεα τεχνογνωσία από εδαφοδυναμικές αναλύσεις, προκειμένου να εξασφαλιστεί η κατάλληλη δυναμική επίδραση των επιχώσεων επί του περιμετρικού τείχους.

Από τα ανωτέρω εκτεθέντα, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι ο βράχος της Ακρόπολης και τα επί αυτού τείχη αποτελούν ενιαίο μνημειακό σύνολο, καθίσταται φανερό ότι και η μελέτη του στα επί μέρους σημεία του χρήζει ενιαίας αντιμετώπισης και δεν μπαίνει θέμα κατάτμησης της μελέτης σε τμήματα.

**ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΗ-ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ
ΤΩΝ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΩΝ ΤΕΙΧΩΝ ΤΗΣ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ ΤΩΝ ΑΘΗΝΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΒΡΑΧΩΔΟΥΣ
ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ ΤΟΥΣ ΣΕ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΑΜΕΣΗΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ**

II. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

1. ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η παρούσα τεχνική περιγραφή αφορά στην ανάθεση των απαραίτητων γεωτεχνικών-στατικών μελετών για την αποκατάσταση-στερέωση έξι περιοχών του τείχους της Ακρόπολης και του βραχώδους υποβάθρου των. Με το σκεπτικό ότι η εφαρμογή των μέτρων στερέωσης μπορεί, και πρέπει, να κλιμακωθεί χρονικά κατά θέσεις έχουν περιληφθεί περιοχές, όπως: α) θέσεις στο βόρειο τείχος με κακή κατάσταση διατήρησης του δομικού υλικού που έχουν σαφή προτεραιότητα στη λήψη μέτρων στερέωσης, β) περιοχές στο νότιο τείχος με υψηλές επιχώσεις, γεωμετρικές παραμορφώσεις, συστηματική εμφάνιση υγρασίας και έντονη εξαλλοίωση-αποσάθρωση του δομικού υλικού και γ) η ΝΑ γωνία μαζί με μεγάλο μέρος του ανατολικού σκέλους του τείχους της Ακρόπολης. Το αντικείμενο της εργασίας, που οφείλει να φέρει σε πέρας ο ανάδοχος, διακρίνεται σε δύο στάδια: Α) στην εκπόνηση των «Στατικών – γεωτεχνικών μελετών μερικής αποκατάστασης και στερέωσης του τείχους και του βραχώδους υποβάθρου στις επιλεγμένες θέσεις» και Β) στην εκπόνηση των μελετών εφαρμογής και τη σύνταξη τευχών δημοπράτησης και τεύχους ΣΑΥ-ΦΑΥ.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΤΕΙΧΗ ΚΑΙ ΤΙΣ ΠΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΟΧΕΣ



2α. Επιλογή θέσεων μελέτης

Για την επιλογή έχει ληφθεί υπόψη η έκθεση της ειδικού εμπειρογνώμονα Μ. Ιωαννίδου «Περιμετρικά τείχη της Ακρόπολης: Τεκμηρίωση-μελέτες-έργα 1980-2012, Κατάσταση διατήρησης, Προτάσεις επέμβασης» καθώς και η υπ' αριθμ. πρωτ. 2364/8-10-2014 εισήγηση των Φ. Πέτση και Α. Χατζηπαπά «Προγραμματισμός εργασιών – άμεσα μέτρα στερέωσης και ενόργανη παρακολούθηση τειχών».

Για το βόρειο τείχος κατόπιν της υπ' αριθμ. πρωτ. 2364/8.10.204 Τεχνικής Έκθεσης των Φ. Πέτση και Α. Χατζηπαπά ως προς την προτεραιότητα περιοχών του τείχους που χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης η ΕΣΜΑ έχει εγκρίνει στην υπ' αριθμ. 13/5.11.2015 Συνεδρίαση της την ανάθεση μελέτης αποκατάστασης του βορείου τείχους για μεν την περιοχή των Προπυλαίων (επάνω από το

σπήλαιο του Διός) στον αρχιτέκτονα μηχανικό κ. Κ. Μαμαλούγκα και στην πολιτικό μηχανικό κ. Δ. Μιχαλοπούλου, για δε την περιοχή του Ερεχθείου στην αρχιτέκτονα μηχανικό κ. Α. Χατζηπαπά και στην πολιτικό μηχανικό κ. Δ. Μιχαλοπούλου.

Η αρχιτεκτονική αποτύπωση των επί μέρους τμημάτων του τείχους δεν αποτελεί αντικείμενο της στατικής μελέτης. Τα σχέδια αυτά εκπονούνται στο πλαίσιο της αρχιτεκτονικής μελέτης και θα είναι στη διάθεση του αναδόχου για την εκπόνηση της οριστικής στατικής μελέτης. Η στατική τεκμηρίωση της υπάρχουσας κατάστασης ανά τμήμα είναι μέρος της προμελέτης αποκατάστασης που έχει εκπονηθεί ή θα εκπονηθεί από την Υπηρεσία σε συνεργασία και με τον μελετητή.

Για την στατική-γεωτεχνική μελέτη του βόρειου τείχους στη μεν περιοχή των Προπυλαίων θα χρησιμοποιηθεί η προμελέτη αποκατάστασης του αρχιτέκτονα μηχανικού Κ. Μαμαλούγκα και της πολιτικού μηχανικού Δ. Μιχαλοπούλου, στη δε περιοχή του Ερεχθείου η προμελέτη αποκατάστασης της αρχιτέκτονα μηχανικού Α. Χατζηπαπά και της πολιτικού μηχανικού Δ. Μιχαλοπούλου. Για τις υπόλοιπες περιοχές, ήτοι πυλίδας του βόρειου τείχους, του βορειοανατολικού τμήματος του βόρειου τείχους με την υστερορωμαϊκή και την οθωμανική επισκευή, της νοτιοανατολικής γωνίας (από την 1η αντηρίδα του νότιου τείχους μέχρι το μέσον του ανατολικού σκέλους του τείχους) και του νότιου τείχους στην περιοχή 8ης – 11ης αντηρίδας θα χρησιμοποιηθούν οι ορθοφωτογραμμετρικές αποτυπώσεις της Υπηρεσίας σε συνδυασμό με φωτογραφίες και έκθεση δομικής παθολογίας που θα συνταχθεί από την Υπηρεσία σε συνεργασία με τον μελετητή. Επισημαίνεται, ότι τα όρια των περιοχών που έχουν προσδιοριστεί είναι ανοικτά σε τροποποίηση κατά τη φάση επιλογής των αναγκαίων θέσεων ελέγχου της μελέτης.

2β. Τα τείχη της Ακρόπολης

Η σημερινή μορφή των Τειχών είναι αποτέλεσμα διαδοχικών προσθηκών, ανακατασκευών, επισκευών και άλλων επεμβάσεων. Πολλά τμήματα φαίνεται εξωτερικά ότι είναι όψιμα, αλλά στην πραγματικότητα στο μέγιστο μέρος της μάζας τους είναι αρχαία, με μεταγενέστερες επενδύσεις εξωτερικά.

Τα αρχαία τείχη περιέβαλαν τα προϋπάρχοντα Πελασγικά ή Πελαργικά (13ος αι. π.Χ), που ήταν κτισμένα γύρω από την κορυφή του βράχου με το κυκλώπειο σύστημα. Τμήματα των τελευταίων είναι ορατά σήμερα σε διάφορα σημεία της Ακροπόλεως. Πρώτο κατασκευάστηκε, μετά την μάχη των Πλαταιών (479 π.Χ), το βόρειο τείχος, γνωστό και ως Θεμιστόκλειο (Φωτ. 1). Στο ανατολικό τμήμα του, στην περιοχή του Ερεχθείου, μαζί με τα μάρμαρα της κρηπίδας του κατεστραμμένου προ-Παρθενώνα είναι εντοιχισμένοι 26 αράβδωτοι σπόνδυλοι του ενώ πώρινα κιονόκρανα του «αρχαίου ναού» έχουν τοποθετηθεί ανατολικότερα. Στο δυτικό τμήμα του βόρειου τείχους έχουν εντοιχισθεί αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού του «αρχαίου ναού» - επιστύλια, τρίγλυφα, μετόπες και γείσα. Από την αρχαία κατασκευή διατηρείται σήμερα το μεγαλύτερο μέρος και μόνον τμηματικά έχει συμπληρωθεί από αργολιθοδομές κατά τις μεταγενέστερες επισκευές.



Φωτ. 1: Μερική άποψη του βόρειου τείχους

Τρεις δεκαετίες αργότερα (467 π.Χ) ανεγείρεται το νότιο και ανατολικό τείχος, το λεγόμενο Κιμώνειο (Φωτ. 2). Έχει διαφορετική δομή από το βόρειο τμήμα, καθώς είναι κτισμένο από ορθογώνιες λιθοπλίνθους από πωρόλιθο λατομείου κατά το ισόδομο σύστημα, σε συνδυασμό με αναχρησιμοποιημένο δομικό υλικό. Η εξωτερική του επιφάνεια έχει υποστεί σημαντικές αλλοιώσεις από τις νεότερες επισκευές – σύμμεικτες αργολιθοδομές από μάρμαρα και μικρές πέτρες χτισμένες με κονιάματα – που άλλοτε ήταν επενδύσεις στα αρχαία τμήματα και άλλοτε συμπληρώσεις τμημάτων που είχαν καταρρεύσει. Ωστόσο, ο πυρήνας του τείχους παραμένει αυτούσιος και το περίγραμμά του επιτρέπει να διαφανεί η γενική εικόνα της μορφής του. Η εξωτερική του επιφάνεια διαμορφωμένη με βαθμιδωτές υποχωρήσεις, είναι κεκλιμένη προς τα έσω ενώ το ύψος του σε κάποιες περιοχές ξεπερνά τα 18 μέτρα. Στις χαμηλότερες στρώσεις του, που υπολογίζεται ότι ξεπερνούν σε πάχος τα 5 μέτρα, έχουν ενσωματωθεί πώρινα αρχιτεκτονικά μέλη από τον πρώτο περίπτερο Παρθενώνα, επιστύλια, λιθόπλινθοι των τοίχων του σηκού και σπόνδυλοι. Τα τείχη αυτά, πολυγωνικά σε κάτοψη, χωρίς πύργους, ήταν κατασκευασμένα από μεγάλους πώρινους λιθόπλινθους και είχαν ως απόληξη στο μεγαλύτερο τμήμα τους απλό οριζόντιο στηθαίο ύψους δύο δόμων.



Φωτ. 2: Γενική άποψη του νότιου τείχους της Ακρόπολης

Από την εποχή που η Ακρόπολη μεταβλήθηκε σε κάστρο τα αρχαία τείχη της επαυξήθηκαν με επικτίσματα, επάλξεις και προσκτίσματα, ενώ άλλα νεώτερα τείχη είχαν προστεθεί κατά καιρούς στο δυτικό μέρος και στους πρόποδες του βράχου. Από αυτά τα έργα μικρά μόνο κατάλοιπα σώζονται σήμερα.

Από την Ρωμαϊκή και Μεσαιωνική περίοδο οι γνωστές επεμβάσεις στο τείχος είναι περιορισμένες. Από τα λίγα σωζόμενα λείψανα αυτής της εποχής είναι η οχυρή πύλη στα δυτικά, γνωστή ως Beule. Εκτεταμένες οχυρωματικές εργασίες έγιναν από τους Τούρκους την άνοιξη του 1687, οπότε κατασκευάστηκαν κανονιστάσια σε χαρακτηριστικές θέσεις του περιμετρικού τείχους και έγινε νέα διαμόρφωση της προσβάσεως στα Δ. των Προπυλαίων. Πιθανότατα στα 1705 κατακρημνίζονται από ισχυρό σεισμό τμήματα του ανατολικού και του βορείου τείχους καθώς και των υποκείμενων βράχων. Αυτά ανοικοδομούνται ξανά στα μέσα του 18ου αιώνα. Τότε πιθανώς προστέθηκαν και οι αντηρίδες της ανατολικής πλευράς.

Το 1843 η Ακρόπολις έπαψε να είναι φρούριο και ορίστηκε αρχαιολογικός χώρος. Μεταξύ των ετών 1834-8 καθαιρέθηκε το εσωτερικό τείχος της δυτικής πλευράς και αναστηλώθηκε ο ναός της Νίκης. Το 1865 με την ευκαιρία της ενάρξεως εργασιών για το Μουσείο, έγινε η καθαίρεση των επάλξεων του νότιου τείχους από τον Παρθενώνα ως την νοτιοανατολική γωνία και μερικών άλλων της ανατολικής πλευράς. Τότε, επίσης, καθαιρέθηκαν ερειπωμένα τμήματα των πύργων της βορειοανατολικής γωνίας και με κατάλληλες επεμβάσεις έγινε η μετασκευή τους στο σημερινό Belvedere. Οι υπόλοιπες επάλξεις του ανατολικού τείχους κατεδαφίστηκαν το 1875 μαζί με τον μεγάλο πύργο των Προπυλαίων. Μέχρι το 1877 ολοκληρώθηκαν οι κατεδαφίσεις των υπολοίπων επάλξεων, του νοτιοδυτικού προμαχώνα καθώς και της μεγάλης πυριτιδαποθήκης στα βορειοανατολικά του Ερεχθείου. Έτσι, συντελέστηκε η μεταμόρφωση των τειχών στη σημερινή τους μορφή, που αποτελούσε μέρος ενός περιβόλου του τέλους του 3ου μΧ αι.

Στο βόρειο τείχος, που είναι χαμηλότερο, οι μεταγενέστερες προσθήκες επενδύσεων και αντηρίδων είναι πολύ λιγότερες σε σχέση με τις άλλες πλευρές. Φαίνεται γενικά ότι εκτεταμένες προσθήκες έγιναν κυρίως μετά τα μέσα του 17ου αιώνα και ότι λίγες σχετικά από τις σωζόμενες αντηρίδες είχαν προστεθεί πολύ πιο πριν, ίσως μεταξύ 12ου και 15ου αιώνα. Αβέβαιη παραμένει η ηλικία του μεγάλου οκταγωνικού πύργου στην βορειοανατολική γωνία, γνωστού ως "Μπελβεντέρε", καθώς και του τετράγωνου πύργου που προεξέχει από το τείχος στην ίδια θέση.

α) Γενική περιγραφή της ιστορίας και των οικοδομικών φάσεων των περιμετρικών τειχών της Ακρόπολης των Αθηνών

Οι ισχυροί αναλημματικοί τοίχοι του Τείχους σε μήκος 740 μέτρων περίπου, υψώθηκαν περιμετρικά γύρω από το παλαιότερο μυκηναϊκό τείχος, που είχε υποστεί σημαντικές ζημιές από τους Πέρσες εισβολείς. Η κατασκευή των τειχών, εκτός από την προστασία της Ακρόπολης, είχε επίσης στόχο να συγκρατήσει τις επιχώσεις που απαιτήθηκαν για την ανύψωση της στάθμης στο επίπεδο ανέγερσης των κλασικών ιερών. Με τον τρόπο αυτό η επιφάνεια του βράχου διαμορφώθηκε σε μεγάλα οριζόντια επίπεδα, συνολικής επιφάνειας 29.000 μ².

Το ανατολικό τείχος είναι στο μεγαλύτερο μέρος του ανακατασκευασμένο στα νεότερα χρόνια, μετά την κατάρρευσή του, πιθανότατα από μεγάλο σεισμό, τον 18ο αιώνα.

Στην μακρόχρονη ιστορία τους τα περιμετρικά τείχη της Ακρόπολης επισκευάστηκαν επανειλημμένα. Κατά τη διάρκεια της Φράγκικης κυριαρχίας έγιναν εκτεταμένες επισκευές στο

νότιο τείχος ενώ κατασκευάστηκαν και δύο υψηλοί πύργοι, ο κατεδαφισμένος σήμερα Κουλάς στη νότια πλευρά και ένας στην ανατολική πλευρά (γνωστός ως Belvedere), με τους οποίους έγινε δυνατή η κατόπτευση του αθηναϊκού λεκανοπεδίου και η επιτήρηση των τειχών της Ακρόπολης. Την περίοδο εκείνη, επίσης, προστέθηκε μία σειρά από αντηρίδες, 8 στενές στην ανατολική περιοχή του νότιου τμήματος και 3 πλατύτερες στο κεντρικό τμήμα του νότιου τείχους, στην κατασκευή των οποίων χρησιμοποιήθηκαν μικρά και μεγάλα αρχιτεκτονικά μέλη από τα οικοδομήματα καθώς και θραύσματα από γλυπτά. Τέλος, παραμονές της επίθεσης του Μοροζίνι, το 1686, οι Τούρκοι πραγματοποίησαν εκτεταμένες οχυρωματικές εργασίες στην Ακρόπολη, ιδιαίτερα στη δυτική της πλευρά. Επισκευές των τειχών με νέες επενδύσεις πραγματοποιήθηκαν και στα μεταγενέστερα χρόνια.

Οι πρώτες επεμβάσεις στα τείχη μετά την απελευθέρωση, πραγματοποιήθηκαν την περίοδο του πρώτου αναστηλωτικού προγράμματος της Ακρόπολης τον 19ο αιώνα. Τότε απομακρύνθηκαν οι περισσότερες από τις πρόσθετες οχυρώσεις, κατεδαφίστηκαν οι επάλξεις και στην άνω απόληξη του τείχους κατασκευάστηκε στηθαίο. Την περίοδο 1899 – 1940 ο Μπαλάνος εκτέλεσε στερεωτικές εργασίες καθώς και συμπληρώσεις στο νότιο τείχος με τσιμεντοκονιάματα σε απομίμηση της ισόδομης τοιχοποιίας και κατασκευή μεγάλων αντηρίδων από λιθοδομή στα προβληματικά σημεία του βραχώδους υποβάθρου του βόρειου τείχους.

β) Η κατάσταση διατήρησης του τείχους

Η σημερινή εικόνα του μνημείου είναι αποτέλεσμα της συνδυασμένης επίδρασης του χρόνου, των μόνιμων ή περιστασιακών φορτίσεων του μνημείου κατά τη διάρκεια της ζωής του, του μεταβαλλόμενου φυσικοχημικού περιβάλλοντος, των πολλαπλών ανθρωπογενών επεμβάσεων. Παρακάτω σημειώνονται επιγραμματικά τα κυριότερα, από τα ήδη γνωστά, προβλήματα συντηρήσεως των τειχών:

Οι ιστορικές καταρρεύσεις τμημάτων και οι συνεχείς επεμβάσεις στερεώσεως των τειχών αποτελούν την βασική μαρτυρία ότι τα αρχαία τείχη παρ' όλη τη προσεγμένη τους κατασκευή παρουσίασαν στατικά προβλήματα και σε ορισμένες περιπτώσεις κάτω από ισχυρές καταπονήσεις (σεισμούς, ωθήσεις γαιών) αστόχησαν. Σε περιοχές πάλι που αυτά διατηρούνται έχουν υποστεί έντονες παραμορφώσεις. Χαρακτηριστική είναι η απόκλιση προς τα έξω του νότιου τείχους στη ΝΔ γωνία του Παρθενώνα. Οι νεώτερες επεμβάσεις στους όψιμους χρόνους της Τουρκοκρατίας που απέβλεπαν στην αντιμετώπιση αυτών των σοβαρών στατικών προβλημάτων, κυρίως με την προσθήκη αντηρίδων, ποδαρικών και εξωτερικών επενδύσεων των τειχών, δεν είναι γνωστό κατά πόσον τα έλυσαν ή αν παραμένουν σοβαρά στατικά προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπισθούν.

Παρατηρούνται ακόμη παραμορφώσεις και φουσκώματα σε τμήματα των τειχών που οφείλονται πιθανότατα σε ωθήσεις γαιών, αποκόλληση των νεώτερων επενδύσεων από τα αρχαία τείχη, είτε και σε προβλήματα της θεμελίωσης (ολίσθηση, υπερφόρτιση).

Το τείχος, στην αρχική κατασκευή του ήταν δομημένο με ισόδομο σύστημα πορωλίων σε όλη του τη μάζα, μεταβαλλόμενου πάχους περίπου 6,00 μέτρων. (*)

Η κίνηση του νερού αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο παράγοντα φθοράς των τειχών. Κινείται η λιμνάζει στην επιφάνεια, αποθηκεύεται σε μεγάλες ποσότητες στις επιχώσεις αυξάνοντας τις πλάγιες ωθήσεις, εξατμίζεται σταδιακά από την τοιχοποιία προκαλώντας διάβρωση και τέλος απορρέει στην επιφάνεια του βράχου δημιουργώντας προβλήματα στην θεμελίωση. Η έντονη κατά θέσεις υγρασία δείχνει έδειξε ότι τα νερά εισχωρούν ανεξέλεγκτα στη μάζα του τείχους

και ακολουθούν τυχαία πορεία, αποτέλεσμα της οποίας είναι οι έντονες εξαλλοιώσεις του πετρώματος.

Οι πωρόλιθοι τόσο στη μάζα του τείχους όσο και στην επιφάνεια παρουσιάζουν ρηγματώσεις από υπερφορτίσεις, εξαλλοιώσεις, σύνθλιψη δομικού ιστού, κενά, κλπ. Κατά τη διάνοιξη διατηρημάτων για την κατασκευή αποχετευτικού αγωγού στη νότια πλευρά της Ακροπόλεως στον περίβολο του Μουσείου το 1984-85, διαπιστώθηκε ότι ο πωρόλιθος παρουσίαζε διαφορετικά μηχανικά χαρακτηριστικά στο εσωτερικό του τείχους και συγκεκριμένα δόμοι παρουσίαζαν μηχανικές αντοχές 15 MPa ενώ άλλοι ήταν εύθρυπτοι. Λόγω του εύθρυπτου του πετρώματος, ορισμένων δόμων τα τοιχώματα κατέπιπταν με αποτέλεσμα να χρειαστεί η χρήση σωλήνωσης για την ολοκλήρωση της διάτρησης.

Στις θέσεις που είναι ορατό το αρχαίο τείχος τα φαινόμενα αυτά είναι εμφανή, κυρίως στη βόρεια πλευρά στις προαναφερθείσες περιοχές.

Η διάβρωση και αποσάθρωση του αρχαίου τείχους με την ταυτόχρονη μείωση των μηχανικών χαρακτηριστικών του είχε σαν αποτέλεσμα τμήματα του να καταπέσουν. Οι περιοχές αυτές συμπληρώθηκαν σε διάφορες περιόδους με διάφορα υλικά και διαφορετικές τεχντροπίες από τη αρχαία δόμηση. Στις νέες κατασκευές χρησιμοποιήθηκαν δόμοι μικρότερων διαστάσεων από την αρχική καθώς και χρήση κονιάματος.

Τμήματα των νέων προσθηκών μετά από διάβρωση και αποσάθρωση του κονιάματος κατέπεσαν και έγιναν νέες συμπληρώσεις, με αποτέλεσμα ο τοίχος στην εξωτερική του όψη να παρουσιάζει ποικίλες τεχντροπίες και υλικά δόμησης τόσο σε σύσταση όσο και σε γεωμετρία.

Μεγάλες ζημιές, επίσης, προκλήθηκαν από βομβαρδισμούς που δημιούργησαν διάκενα στο τείχος και χαλάρωση της δομής του.

Στις μεγάλες αναστηλώσεις του Ν. Μπαλάνου έγιναν εκτεταμένες εργασίες, κυρίως στη νότια πλευρά για τη στερέωση και προστασία του τείχους. Αυτό έγινε με την κατασκευή υψηλών τειχών χρησιμοποιώντας λίθους μικρών διαστάσεων και συνδετικό υλικό από κονίαμα. Η εξαλλοίωση του κονιάματος οδήγησε σήμερα το εξωτερικό συμπλήρωμα στη νότια πλευρά να βρίσκεται κατά τόπους σε οριακή κατάσταση ισορροπίας, έτοιμο να καταπέσει με κίνδυνο να προκληθεί αλυσιδωτή κατάρπτωση των υπερκείμενων δόμων καθώς και προβλήματα γενικότερης ευστάθειας του αρχαίου τείχους.

Στις περιοχές που έχουν αποσπαστεί δόμοι διακρίνεται ότι η σύνδεση του εξωτερικού συμπληρώματος με το αρχαίο τείχος γινόταν μέσω κονιάματος. Η εξαλλοίωση κυρίως του κονιάματος, έχει σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχει σήμερα πρόσφυση (σύνδεση) του εξωτερικού συμπληρώματος με το εσωτερικό αρχαίο τείχος.

Τα διάφορα εντοιχισμένα αρχαία μέλη όπως και ο δωρικός θριγκός της βόρειας πλευράς παρουσιάζουν προβλήματα ανάλογα με τα μέλη και των άλλων μνημείων της Ακροπόλεως.

Οι αντικαταστάσεις λίθων με νέους είναι σχετικά περιορισμένες. Προκειμένου να γίνει με επιστημονικό και ακριβή τρόπο η διάκριση και χρονολόγηση των ιστορικών και οικοδομικών φάσεων των τειχών σε όλο το μήκος τους (περίπου 800 μ.) απαιτείται η μεθοδική συγκέντρωση και κατάταξη δειγμάτων των δομικών υλικών (λίθοι, τούβλα, κονιάματα, ξύλα) ώστε να διακριθούν και χρονολογηθούν οι διάφορες φάσεις τους.

γ) Τεκμηρίωση, μελέτες, έργα

Τα θέματα μελέτης και προστασίας των περιμετρικών τειχών απασχόλησαν την ΕΣΜΑ από την έναρξη των αναστηλωτικών μελετών και επεμβάσεων στα μνημεία της Ακρόπολης το 1975. Την

χρονική περίοδο 1975 – 2000 συντάχθηκε σειρά εκθέσεων από πολλούς μελετητές (Μ. Αρβανιτάκη, Γ. Βέη, Μ. Κορρέ, Π. Κουφόπουλο, Α. Μάντη, Δ. Μονοκρούσο, Θ. Παπαθανασόπουλο, Κ. Συρμακέζη, Θ. Τσιτρούλη) σε μία προσπάθεια συστηματικής συγκέντρωσης πληροφοριών για την κατάσταση των τειχών, διαμόρφωσης στρατηγικής και προγραμματισμού διεπιστημονικής αντιμετώπισης των προβλημάτων. Προσδιορίστηκε η ανάγκη τεκμηρίωσης της μορφής και της κατάστασης των τειχών όπως και της δημιουργίας υποβάθρου πληροφοριών για τον υπολογισμό κάθε μελλοντικής επέμβασης. Προτάθηκαν δειγματοληψίες και εργαστηριακές δοκιμές για τον προσδιορισμό της σύνθεσης και της μηχανικής φθοράς των κονιαμάτων. Επισημάνθηκε η ανάγκη ύπαρξης υπολογιστικών δεδομένων για σαφέστερες εκτιμήσεις της στατικής επάρκειας.

Μετά το 2000 κρίθηκαν, επίσης, απαραίτητες η πραγματοποίηση μελέτης για την διευθέτηση των ομβρίων επί του βράχου της Ακρόπολης και η εκπόνηση εδαφοστατικών (γεωτεχνικών) ερευνών. Έγιναν, επίσης, εισηγήσεις για την έναρξη εργασιών αποκατάστασης της στατικής επάρκειας σε τμήματα των τειχών, την απομάκρυνση σαθρών κονιαμάτων και τη συμπλήρωση των αρμών με υλικά σύγχρονης τεχνολογίας. Σε όλες τις παλαιότερες εκθέσεις υπήρχαν επισημάνσεις για τις δομικές βλάβες των Τειχών και μεμονωμένες προτάσεις στερέωσης, χωρίς αυτές να περιλαμβάνονται σε ένα συνολικό σχέδιο επεμβάσεων.

Σημαντική δράση υποδομής για την γεωμετρική τεκμηρίωση των περιμετρικών τειχών της Ακρόπολης απετέλεσε το έργο «Ανάπτυξη Γεωγραφικών Πληροφοριακών Συστημάτων στην Ακρόπολη των Αθηνών» που ανατέθηκε μετά από διεθνή διαγωνισμό σε εξωτερικό συνεργάτη και πραγματοποιήθηκε με χρηματοδότηση από την Κοινωνία της Πληροφορίας και πραγματοποιήθηκε με επίβλεψη της τοπογράφου μηχανικού της ΥΣΜΑ Δ. Μαυρομάτη και της αρχαιολόγου Δ. Μουλλού.

Για την τεκμηρίωση της σεισμολογικής συμπεριφοράς του γεωλογικού σχηματισμού της Ακρόπολης έγινε εγκατάσταση δικτύου 7 επιταχυνσιογράφων σε χαρακτηριστικά σημεία του βράχου και του Παρθενώνα με επίβλεψη από τον Δ. Εγγλέζο. (2006 – 2008). Στόχος της ανάπτυξης του δικτύου, που πραγματοποιείται σε συνεργασία με το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, είναι η καταγραφή των σεισμικών συμβάντων και η απόκριση του λόφου και των μνημείων σε αυτά. Το δίκτυο συντηρήθηκε και επεκτάθηκε πρόσφατα με την προσθήκη επιπλέον επιταχυνσιογράφων και η καταγραφή των σεισμικών συμβάντων επί του βράχου της Ακρόπολης είναι συνεχής.

Κατά την περίοδο 2007-2008 έγινε, επίσης, προσπάθεια συστηματικής παρακολούθησης με οπτικές ίνες με επίβλεψη από τον γεωτεχνικό Δ. Εγγλέζο. Στόχος ήταν η μέτρηση των παραμορφώσεων και μετακινήσεων του Τείχους με αισθητήρες παραμόρφωσης πολύ υψηλής ακρίβειας (1 μ strain) και ο προσδιορισμός περιοχών με τυχόν υψηλή συγκέντρωση παραμορφώσεων, που θα απαιτούσαν μελλοντική επέμβαση. Τοποθετήθηκαν 124 αισθητήρες οπτικών ινών (108 παραμόρφωσης και 16 θερμοκρασίας) σε κατάλληλες διατάξεις στο νότιο, ανατολικό και βόρειο τείχος. Από τις καταγραφές διαπιστώθηκε η περιοδικότητα των μηχανικών και θερμοκρασιακών δράσεων επί του τείχους.

Πολύτιμη στη μελέτη του συστήματος βράχου-τειχών-επίχωσης είναι η συμβολή της συνεχιζόμενης αρχαιολογικής έρευνας και τεκμηρίωσης (Korres, M. 2002 “On the North Acropolis Wall”, Korres, M. 2004 “The Pedestals and the Acropolis South Wall”). Η αξιοποίηση των συμπερασμάτων της έρευνας στην ορθότερη κατανόηση των πιθανών μηχανισμών αστοχίας είναι κρίσιμη για την σωστή προσομοίωση του συστήματος, την εκτίμηση των κινδύνων και τον σχεδιασμό των ελάχιστων απαιτούμενων μέτρων στερέωσης.

2γ. Ο βράχος της Ακρόπολης

Ο βράχος της Ακρόπολης είναι έντονα τεκτονισμένος λατυποποιημένος ασβεστόλιθος στην στέψη του οποίου εδράζεται το τείχος της Ακρόπολης. Τα πρηνή είναι σχεδόν κατακόρυφα ή με πολύ μεγάλη κλίση με κυμαινόμενο ύψος έως 25 m. Στον πόδα και στις περιοχές του πρηνούς με ήπια κλίση έχουν συσσωρευτεί υλικά επίχωσης που προέρχονται από τις παλιές ανασκαφές της Ακρόπολης. Οι ασυνέχειες του ασβεστόλιθου πληρούνται από υλικά αποσάθρωσης και εδαφικά υλικά που επιτρέπουν την ανάπτυξη βλάστησης. Τόσο τα υλικά πλήρωσης των ασυνεχειών όσο και η αναπτυσσόμενη στις ασυνέχειες βλάστηση προκαλούν σφηνοειδείς επενέργειες με αποτέλεσμα τεμάχια βράχου να αποσπώνται από το μητρικό πέτρωμα και να καταπίπτουν. Επιπροσθέτως, ο βράχος καταπονείται από το τείχος που εδράζεται πάνω σε αυτόν και από τις επιχώσεις και άλλες κατασκευές του πλατώματος της Ακρόπολης.

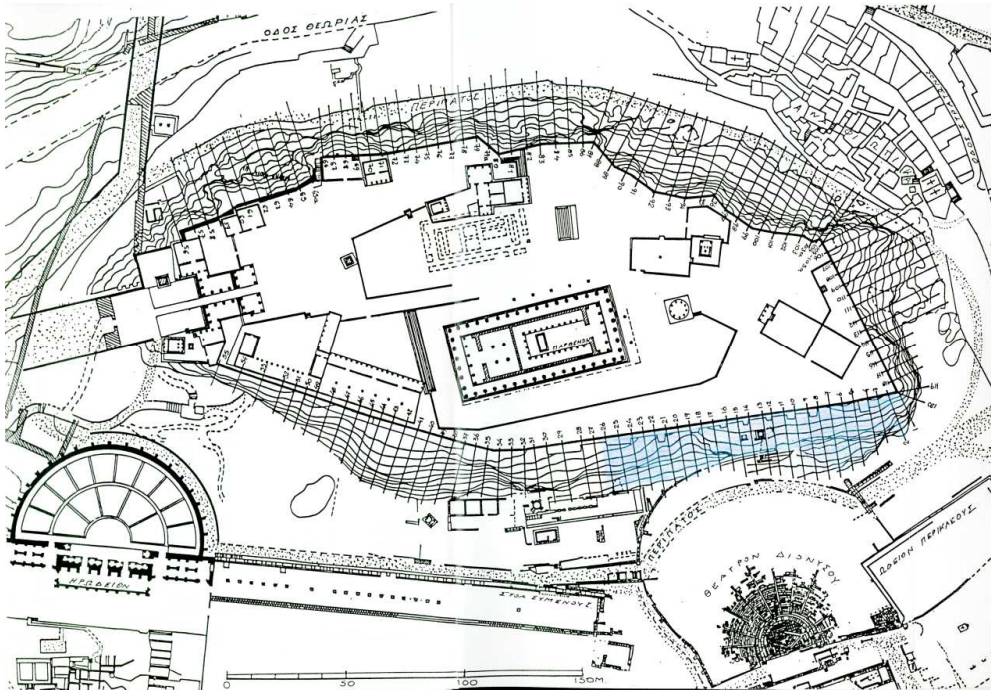
Το 1977, μετά από ανάθεση του Υπουργείου Πολιτισμού στον κ. Μιχάλη Αρβανιτάκη, Δρ. Πολιτικό Μηχανικό, συντάχθηκε βραχομηχανική προμελέτη με συνεργασία των πλέον ειδικών καθηγητών βραχομηχανικής Ευρωπαϊκών Πολυτεχνικών Σχολών, όπως G. Feder, J. Golser, E. Hackl, F. Pacher κλπ. Οι βασικές αρχές της επέμβασης στα πρηνή περιέχονται στη «Βραχομηχανική προμελέτη της Ακροπόλεως Αθηνών» (1977) των Μ. Αρβανιτάκη, Erich Hackl, Johann Golser. Στην προμελέτη αυτή έγινε αναφορά εκτός από τις υπολογιστικές μεθόδους και στις ιδιότητες των υλικών στερέωσης με μνεία στη διάμετρο των διατρημάτων, στα αγκύρια από μονόκλωνες ράβδους, ειδικού κράματος, νευρώδους χάλυβα, με ειδικό διαστελλόμενο άκρο και στο κονίαμα πλήρωσης των διατρημάτων και των ασυνεχειών. Επίσης, περιγράφηκε επακριβώς ο τρόπος εφαρμογής των αγκυριών ώστε να λειτουργούν αρχικά σημειακά και, μετά την πλήρωση των διατρημάτων με ένεμα, ως ολόσωμα.

Με τις στερεωτικές εργασίες στο βραχώδες υπόβαθρο των περιμετρικών τειχών της Ακρόπολης της περιόδου 1976 – 1993 στα Αναφιώτικα, στο Ανατολικό και νότιο πρηνές και στο βόρειο στην περιοχή της Μυκηναϊκής εισόδου της Ακρόπολης, με υπεύθυνο τον πολιτικό μηχανικό Δ. Μονοκρούσο, αντιμετωπίστηκαν σε πρώτη φάση τα άμεσα προβλήματα ευστάθειας στο μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας του βράχου.

Πληροφορίες για τη μεθοδολογία της επέμβασης και τον τρόπο εφαρμογής των μέτρων βρίσκονται στην «Έκθεση εργασιών στο έργο στερεώσεως των βράχων Ακροπόλεως» (1982), στην «Έκθεση σχετικά με τις προδιαγραφές γεωτρύπανου και υλικών αγκυρώσεως για το έργο στερεώσεως των βράχων της Ακρόπολης» (1984), στη «Μελέτη στερεώσεως επισφαλών βράχων περιοχής Ασκληπείου» (1986) και στον «Απολογισμό των μέχρι 10/4/1990 εργασιών για τη στερέωση των βράχων της Ακροπόλεως» (1990) του Δ. Μονοκρούσου.

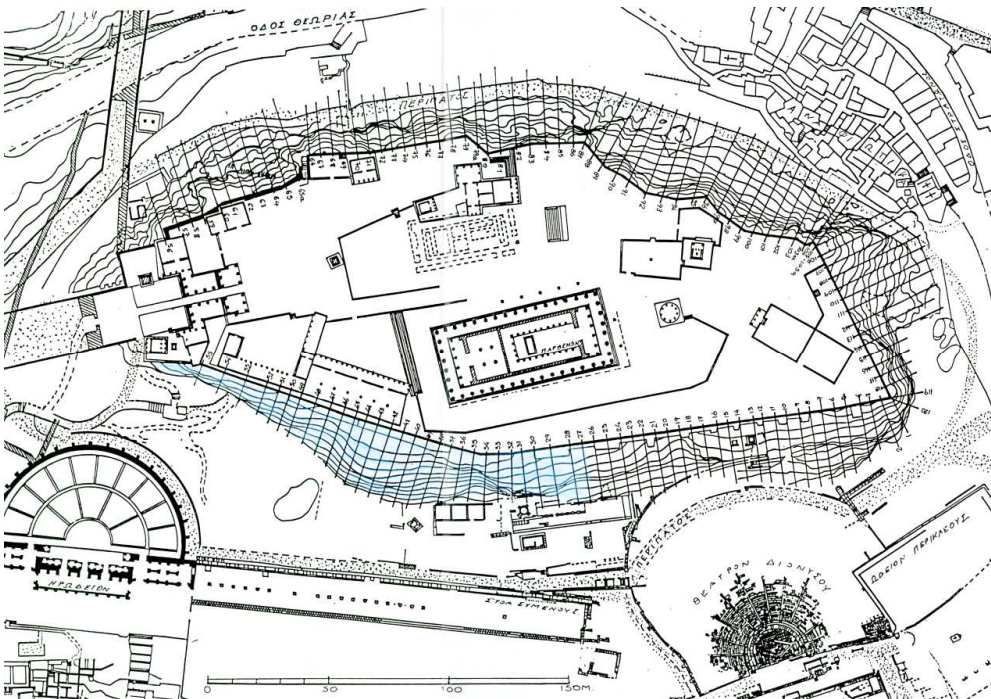
Το σύνολο των εργασιών στερέωσης της περιόδου 1977-1993 έχει αποτυπωθεί σε 9 τόμους ως εξής:

- «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης : Α. Νότιο πρηνές – ανατολικό τμήμα»



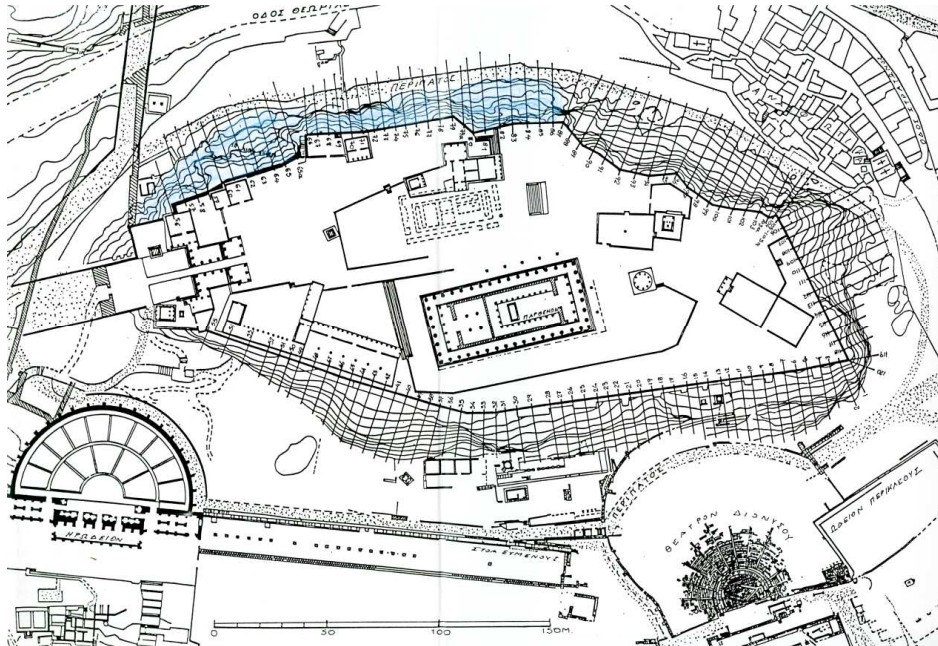
Σχηματική αναπαράσταση της περιοχής μελέτης - επέμβασης σε κάτοψη όπου σημειώνονται οι τομές που έγιναν έλεγχοι ευστάθειας

- «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης : Β. Νότιο πρανές – δυτικό τμήμα»



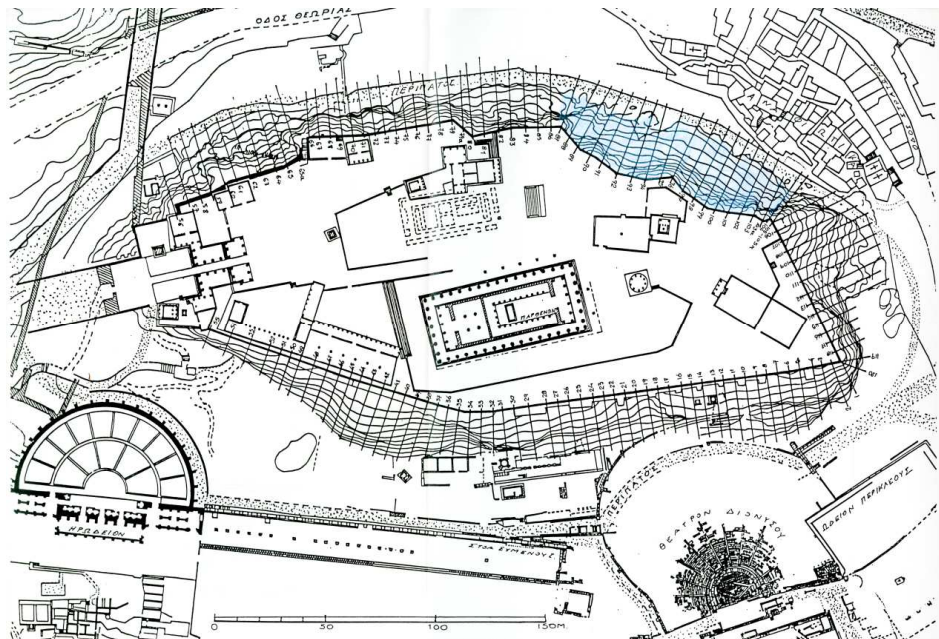
Σχηματική αναπαράσταση της περιοχής μελέτης - επέμβασης σε κάτοψη όπου σημειώνονται οι τομές που έγιναν έλεγχοι ευστάθειας

- «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης : Γ. Βορεινό πρηνές – δυτικό τμήμα»



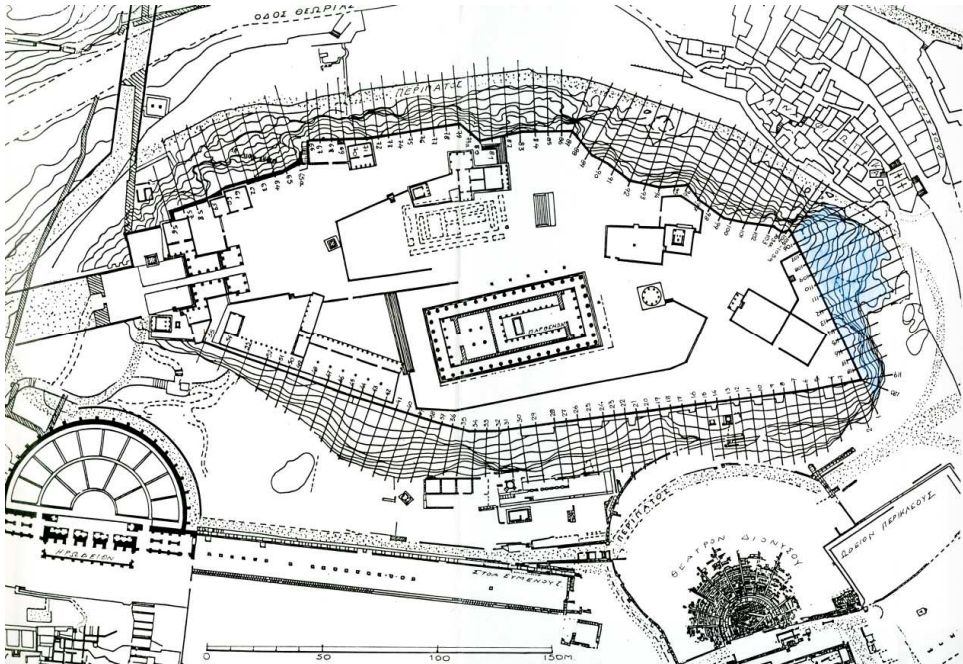
Σχηματική αναπαράσταση της περιοχής μελέτης - επέμβασης σε κάτοψη όπου σημειώνονται οι τομές που έγιναν έλεγχοι ευστάθειας

- «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης : Δ. Νότιο πρηνές – ανατολικό τμήμα»



Σχηματική αναπαράσταση της περιοχής μελέτης - επέμβασης σε κάτοψη όπου σημειώνονται οι τομές που έγιναν έλεγχοι ευστάθειας

- «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης : Ε. Ανατολικό πρηνές»



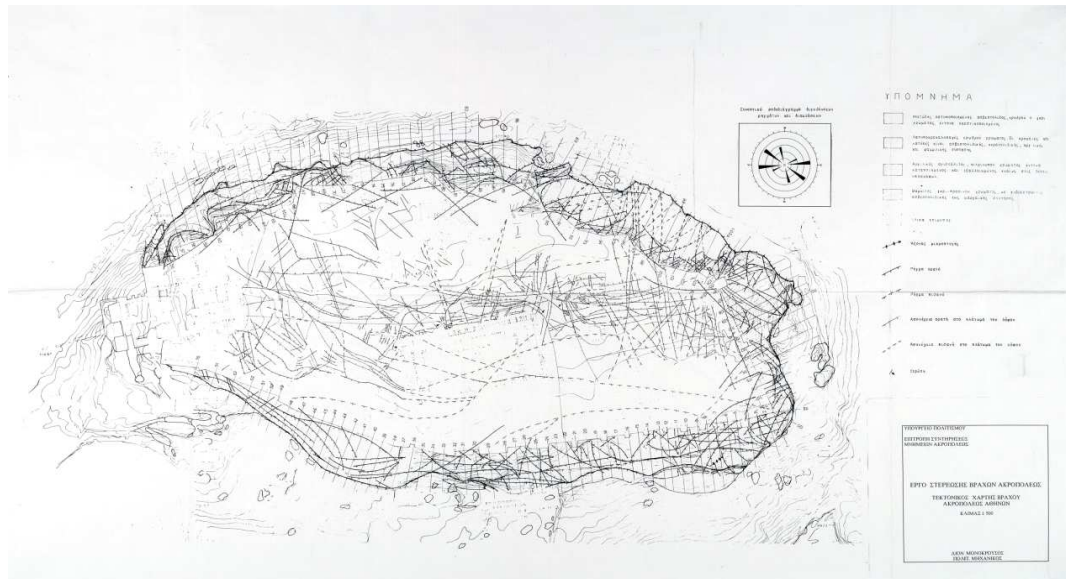
Σχηματική αναπαράσταση της περιοχής μελέτης - επέμβασης σε κάτοψη όπου σημειώνονται οι τομές που έγιναν έλεγχοι ευστάθειας

- «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, εργαστηριακές δοκιμές – Τόμος 1»
- «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, εργαστηριακές δοκιμές – Τόμος 2»
- «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Γεωλογικές, τεκτονικές και ορυκτολογικές μελέτες – Τόμος 1»
- «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Γεωλογικές, τεκτονικές και ορυκτολογικές μελέτες – Τόμος 2»

Ύστερα από την επισκόπηση του διαθέσιμου υλικού προκύπτει ότι:

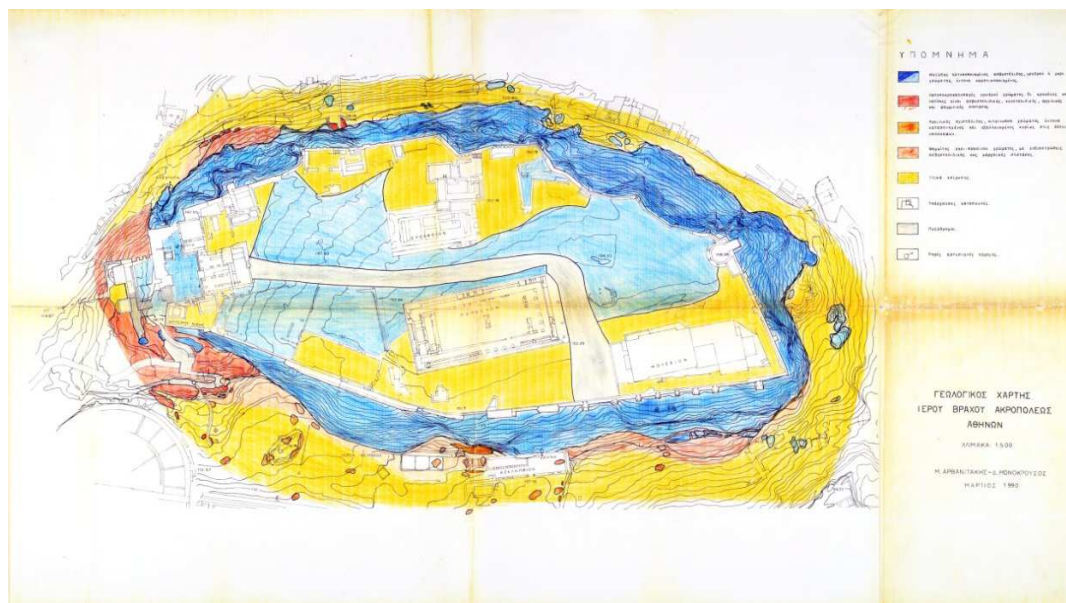
- Σε χαρακτηριστικές τομές του βράχου έγιναν έλεγχοι ευστάθειας με την παραδοχή της οριακής κατάστασης ισορροπίας.
- Με βάση τα αποτελέσματα προκαταρκτικών στατικών διερευνήσεων αποφασίστηκε σε ποιες περιοχές ήταν αναγκαία η ενίσχυση της ευστάθειας με αγκυρώσεις.
- Στη συνέχεια ξεκίνησαν οι απαραίτητες διατρήσεις. Όλες οι γεωτρήσεις θεωρήθηκαν δειγματοληπτικές και έγιναν πυρηνοληψίες για εργαστηριακούς ελέγχους.

- Με βάση τα αποτελέσματα της πυρηνοληψίας και των εργαστηριακών ελέγχων γινόταν η αναπροσαρμογή των στατικών διερευνήσεων. Επομένως, εργαστηριακοί έλεγχοι και εργασίες αγκύρωσης γίνονταν εκ παραλλήλου.
- Από το σύνολο των γεωλογικών-τεκτονικών δεδομένων που συγκεντρώθηκαν, έγιναν στατιστικές αξιολογήσεις βάσει των οποίων συντάχθηκε τεκτονικός χάρτης του βράχου.



Τεκτονικός χάρτης του βράχου της Ακρόπολης

- Σε αντιπροσωπευτικά δείγματα των πετρωμάτων δομής του βράχου έγιναν ορυκτολογικές και χημικές αναλύσεις. Με βάση τα αποτελέσματα των αναλύσεων ενημερώθηκε ο γεωλογικός χάρτης της μελέτης του ΙΓΜΕ βλ. «Γεωλογική/γεωτεχνική μελέτη της περιοχής Ακροπόλεως Αθηνών», Ανδρονόπουλος, Κούκης, 1976).



Γεωλογικός χάρτης του βράχου της Ακρόπολης

- Επισημαίνεται ότι τα μέτρα στερέωσης (αγκυρώσεις, κλπ.) και η διαστασιολογή τους, αποφασίστηκαν συνυπολογίζοντας κριτήρια αρχαιολογικά και αρχιτεκτονικά.
- Τοποθετήθηκαν συνολικά σε διάφορες θέσεις περιμετρικά στο βράχο 303 αγκύρια με μήκη από 4 έως 24 m με συνολικό μέσο όρο τα 10,3 m. Όπως συνάγεται από τη διάμετρο και το μήκος τους, έχουν στόχο την τοπική σταθεροποίηση βραχωδών τεμαχίων.
- Οι διατρήσεις έγιναν με περιστροφικό γεωτρύπανο με διατρητική ικανότητα 50 m και διατομή διάτρησης από 46 mm έως και 200 mm.
- Για τα αγκύρια χρησιμοποιήθηκαν ράβδοι διαμέτρου 18 mm από κράμα ανοξείδωτου χάλυβα, κατόπιν υποδείξεως του καθ. κ. Σκουλικίδη, με Cro-Ni-Mo-Ti σε αναλογία 18/10/2/0.5 που συνδυάζει υψηλή μηχανική αντοχή (όριο θραύσεως 700M/mm²) και μεγάλη αντοχή σε οξείδωση (βλ. σχετ. «Έκθεση εργασιών στο έργο στερεώσεως των βράχων Ακροπόλεως» (1982) του Δ. Μονοκρούσου)
- Τα αγκύρια τοποθετήθηκαν στα διατρήματα (διαμέτρου 46 mm) και προεντάθηκαν, έτσι ώστε η στερέωση της βραχόμαζας να είναι ενεργητική από την αρχή. Στη συνέχεια το διάκενο μεταξύ αγκυρίου και διατρήματος γεμίστηκε με ειδική τσιμεντοκονία. Με τον τρόπο αυτό, έχοντας χρησιμοποιήσει ράβδους αγκυρίων από νευρώδη χάλυβα, επιτεύχθηκε ο συνδυασμός ολόσωμης με σημειακή αγκύρωση.
- Μετά τον καθαρισμό των διακλάσεων και της επιφάνειας του βράχου έγινε πλήρωση των ασυνεχειών με κονιάματα με βάση το τσιμέντο ή με χημικά ενέματα (Emaco και MacFlow). Υπάρχουν αποσπασματικά μόνο στοιχεία για τις ποσότητες των κονιαμάτων/ενεμάτων που καταναλώθηκαν στη σφράγιση ρωγμών, διακλάσεων, κλπ.
- Η πλήρωση των μικρών ανοικτών διακλάσεων πραγματοποιήθηκε με ρεοπλαστικά κονιάματα τύπου Emaco και Mac Flow ενώ αυτή των μεγάλων διακλάσεων με σκυρόδεμα με πρόσμικτα (βλ. σχετ. «Μελέτη στερεώσεως επισφαλών βράχων περιοχής Ασκληπιείου» (1986) του Δ. Μονοκρούσου)

Μετά την ολοκλήρωση του ανωτέρω προγράμματος το 1993, η επόμενη επέμβαση στα βραχώδη πρηνή πραγματοποιήθηκε την περίοδο 2008-2009 «Στερέωση μικρών τεμαχίων βράχου στη ΝΑ γωνία του βράχου της Ακρόπολης των Αθηνών» (βλ. Τελική Τεχνική Έκθεση Τεκμηρίωσης του έργου) από τη ΛΙΘΟΔΟΜΟΣ Α.Τ.Ε. σε μελέτη Δ. Μονοκρούσου και επίβλεψη Δ. Εγγλέζου. Οι εργασίες περιλάμβαναν καθαρισμό και σφράγιση ασυνεχειών με τσιμεντοκονίαμα, αποκατάστασης συνέχειας στην επιφάνεια της βραχόμαζας με αρμολογήματα και ενέματα σε βάθος 30 cm, εφαρμογή 75 αγκυρίων (σημειακή και ολόσωμη αγκύρωση) και διατρήματα αποστράγγισης (τα δύο δειγματοληπτικά). Επίσης, πραγματοποιήθηκε ενόργανη παρακολούθηση παραμορφώσεων μεταλλικού αγκυρίου με αισθητήρες οπτικών ινών από την «Ε. Αστροεινίδης και Συνεργάτες». Τέλος, το 2013 παρουσιάστηκαν προβλήματα με βραχοπτώσεις στην περιοχή της Κλεψύδρας. Εργασίες για την αντιμετώπιση του προβλήματος έγιναν άμεσα από την Α' ΕΠΚΑ. Ακολούθησε, το 2012, στερέωση βραχωδών μαζών στο ανάντη πρηνές της Κλεψύδρας και στη συνέχεια, το 2013, η εξασφάλιση του πρηνούς δυτικά της Κλεψύδρας στο βόρειο πρηνές του βράχου της Ακρόπολης. Και οι δύο αυτές εργασίες έγιναν από εξωτερικό συνεργάτη με ανάθεση που έγινε από την Α' ΕΠΚΑ. Το

2015 πραγματοποιήθηκε, επίσης στο βόρειο πρανές της Ακρόπολης, με ανάθεση από την ΕΦΑ Αθηνών στερέωση βραχωδών μαζών στα σπήλαια Απόλλωνος και Διός καθώς και δομική αποκατάσταση του υποβάθρου και των τοιχωμάτων από αποκολλημένες βραχώμαζες στη θολωτή κατασκευή πάνω από την Πηγή της Κλειψύδρας. Τέλος, πρόσφατα έγινε η ανάθεση από την ΥΣΜΑ εργασιών στερέωσης των σχιστολιθικών πρανών κατά μήκος των ΝΔ προσβάσεων στον αρχαιολογικό χώρο της Ακρόπολης ενώ επίκειται η δημοπράτηση των εργασιών στερέωσης των ασβεστολιθικών πρανών στην ίδια περιοχή.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι υπάρχει σημαντικός όγκος πληροφοριών όσον αφορά τη γεωλογία και την τεκτονική δομή του βράχου, καθώς και τα φυσικά και μηχανικά του χαρακτηριστικά, από τις μέχρι τώρα έρευνες και εργασίες στερέωσης. Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης θα απαιτηθεί συμπλήρωση – ενημέρωση της γεωλογικής μελέτης του ΙΓΜΕ και του τεκτονικού χάρτη των Μ. Αρβανιτάκη, Δ. Μονοκρούσου με μικροτεκτονική ανάλυση του βραχώδους υποβάθρου στις επιλεγμένες θέσεις μελέτης των τειχών, κάνοντας χρήση του τοπογραφικού υποβάθρου της ΥΣΜΑ και ενσωματώνοντας όλα τα νεότερα στοιχεία που έχουν προκύψει από τη χρήση γεωφυσικών μεθόδων, μαγνητικών διασκοπήσεων, φωτογεωλογική ερμηνεία αεροφωτογραφιών, κλπ. και όποιο άλλο στοιχείο κριθεί απαραίτητο.

Οι βασικές αρχές που διέπουν τις μέχρι σήμερα επεμβάσεις στο βράχο της Ακρόπολης είναι η εξασφάλιση του χωρίς εκβραχισμούς, σκυροδετήσεις και άλλες επεμβάσεις που αλλοιώνουν την μορφή του. Βασικό μέτρο στερέωσης είναι οι αγκυρώσεις και στόχος η αύξηση των μηχανικών αντοχών της βραχώμαζας με εφαρμογή βλήτρων, αρμολογημάτων και ενεμάτων. Η διαστασιολόγηση των αγκυρώσεων και η επιλογή της θέσης εφαρμογής τους έγινε με βάση τα τεκτονικά δεδομένα ανά περιοχή και λαμβάνοντας υπόψη τις σεισμικές καταπονήσεις.

Με τα μέχρι τώρα έργα στερέωσης θεωρείται ότι έχουν αντιμετωπιστεί τα άμεσα προβλήματα ευστάθειας στο 80% της επιφάνειας του βράχου με προβλήματα ευστάθειας. Περιοχές με προβλήματα ευστάθειας που οφείλονται κυρίως στο έντονο κατακερματισμό του ασβεστολιθικού πετρώματος και της δυσμενούς θέσης των ασυνεχειών στο χώρο εξακολουθούν να συναντώνται στο βορεινό πρανές. Στην περιοχή αυτή έχουν γίνει από τον Μπαλάνο υψηλοί τοίχοι από λιθοδομή και μεταγενέστερα δοκοί από σκυρόδεμα για την εξασφάλιση κυρίως υπερκρεμάμενων βραχωδών μαζών. Από πρόσφατες αυτοψίες έχουν επισημανθεί, από τα Αναφιώτικα έως το Δυτικό πέρας του βορεινού πρανούς, περιοχές με ενδεχόμενα προβλήματα, για τις οποίες η ΥΣΜΑ έχει προγραμματίσει την ανάθεση της μελέτης στερέωσής τους.

Επισημαίνεται, ότι οι αναλύσεις ευστάθειας των μέχρι τώρα μελετών είναι διδιάστατες ενώ σε αρκετά σημεία ο μηχανισμός αποκόλλησης - κατάρρευσης των βραχωδών μαζών ενδέχεται να είναι τριδιάστατος. Υπάρχει, επομένως, θέμα προσδιορισμού περιοχών που θα έπρεπε να επανελεγχθούν με τρισδιάστατη ανάλυση.

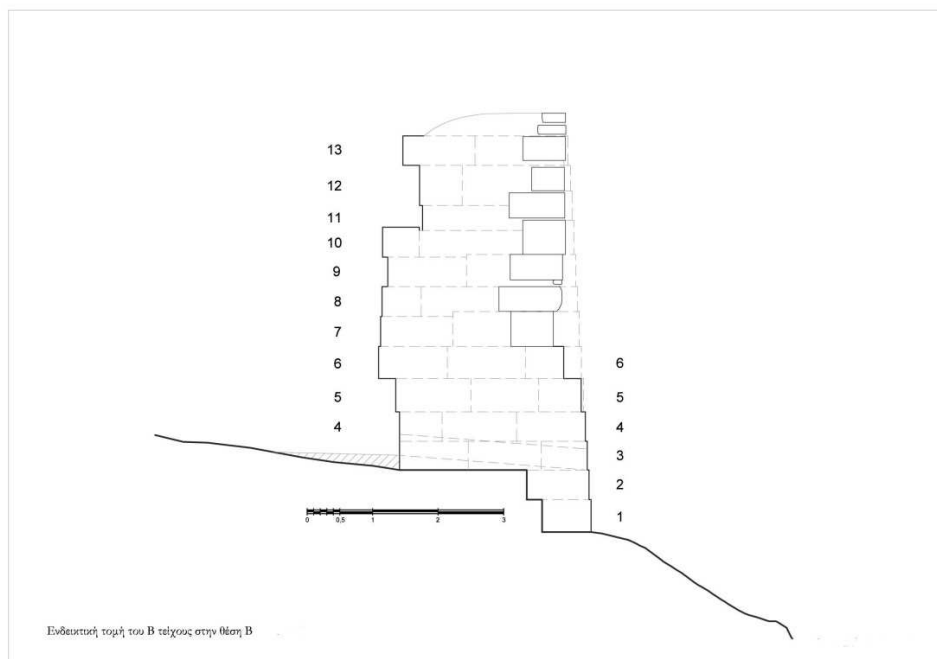
2δ. Προσδιορισμός των περιοχών μελέτης για την ανάθεση γεωτεχνικής-στατικής μελέτης των περιμετρικών τειχών της Ακρόπολης των Αθηνών και του βραχώδους υποβάθρου τους

Περιοχή μελέτης Ι – ΒΔ κτήριο [B17(017.984m – 035.000m)]

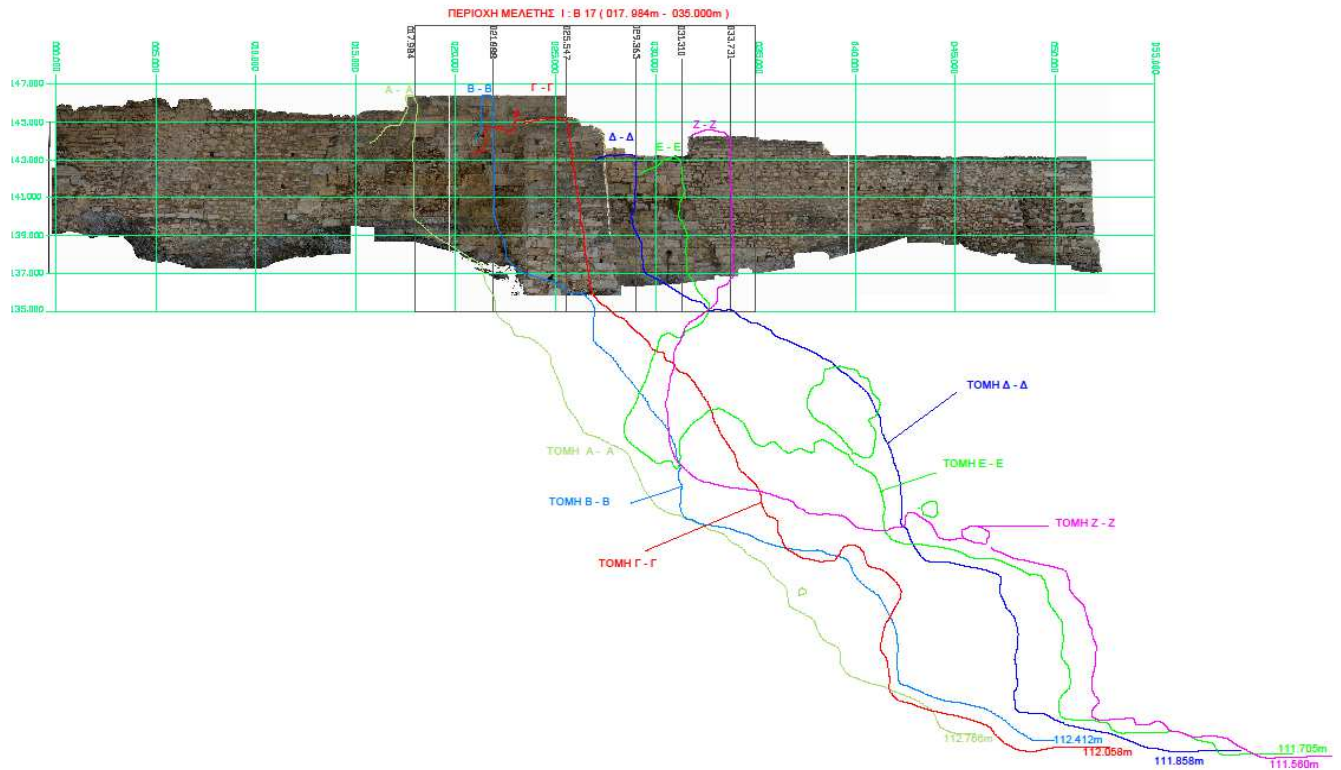
Η συγκεκριμένη περιοχή του τείχους υπέρκειται των σπηλαίων Διός και Απόλλωνος. Χρονολογικά και κατασκευαστικά συνδέεται με τη διαμόρφωση των θεμελίων του λεγόμενου «Βορειοδυτικού» κτηρίου, κάτι που γίνεται σαφές και από την εμπλοκή των λίθων των δύο οικοδομημάτων. Για το λόγο αυτό η γεωτεχνική-στατική μελέτη προτείνεται να περιλάβει το σύνολο της περιοχής του ΒΔ κτηρίου και του τμήματος του τείχους που αντιστοιχεί σε αυτό. Η περιοχή επιλέχθηκε να μελετηθεί για τους παρακάτω λόγους:

- την κακή κατάσταση διατήρησης του δομικού υλικού, εν μέρει εξαλλοιωμένο, σε συνδυασμό με την ποικιλία των λιθολογικών του φάσεων
- την ανάγκη δημιουργίας ελεγχόμενων συνθηκών αποστράγγισης στην περιοχή
- την εμπλοκή του ΒΔ κτηρίου με το τείχος σε συνδυασμό με την ανάγκη μελλοντικής διαμόρφωσης νέας στάθμης εδάφους με επανεπίχωση ή διαμόρφωση δαπέδου.
- Την ανάγκη ελέγχου και βελτίωσης της συνεργασίας του τείχους με την πυργοειδή αντηρίδα και τις επισκευές από αργολιθοδομή

Η δομή του κλασικού τείχους στο μεγαλύτερο τμήμα της εν λόγω περιοχής είναι ορατή, παρά τις επισκευές από νεότερη τοιχοποιία που έχουν ενσωματωθεί σε αυτό κατά την επισκευή του σε μεταγενέστερες φάσεις. Πρόκειται για τοίχο βαρύτητας κατασκευασμένο, στην αρχική του μορφή, με μεγάλες ορθογώνιες λιθοπλίνθους από πωρόλιθο τυπικών διαστάσεων (μήκος/πλάτος/ύψος) 1,20x0,60x0,45μ., δομημένες εν ξηρώ, χωρίς συνδετήρια στοιχεία. Το ύψος του κυμαίνεται από 6,30 – 6,90 μέτρα και το πάχος του στη ανώτερη στάθμη είναι 3,0 μ. Ενδεικτική τομή του τείχους στην εξεταζόμενη περιοχή παρατίθεται κατωτέρω.



Ενδεικτική τομή στην περιοχή της αρχιτεκτονικής προμελέτης



Εικ. α: Άποψη της περιοχής αρχιτεκτονικής προμελέτης από το σπήλαιο του Διός, Εικ. β: Ορθοφωτομωσαϊκό της περιοχής μελέτης I και Εικ. γ: Ορθοφωτομωσαϊκό της περιοχής I με σημειωμένες τις θέσεις των κατακόρυφων τομών

Για τη μερική αποκατάσταση του τείχους στο τμήμα της περιοχής που αντιστοιχεί στο δυτικό διαμέρισμα του ΒΔ κτηρίου (οριζόμενο ανατολικά από τη νεότερη πυργοειδή αντηρίδα και εκτεινόμενο δυτικά σε ένα μήκος περίπου 6 μέτρων), έχει εκπονηθεί από τον αρχιτέκτονα μηχανικό Κ. Μαμαλούκα και την πολιτικό μηχανικό Δ. Μιχαλοπούλου «Μελέτη αποκατάστασης της Περιοχής Β17, του Βόρειου Τείχους της Ακρόπολης των Αθηνών», η οποία εγκρίθηκε κατά την 1^η/10-1-2017 συνεδρίαση του Κ.Α.Σ., η οποία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της παρούσας τεχνικής περιγραφής. Για το υπόλοιπο τμήμα θα χρησιμοποιηθούν οι ορθοφωτογραφίες σε συνδυασμό με μελέτη δομικής παθολογίας που θα συνταχθεί από το επιστημονικό προσωπικό της ΥΣΜΑ σε συνεργασία με τον ανάδοχο μελετητή.

Η προς μελέτη περιοχή του τείχους εδράζεται επί της σειράς καρστικών σπηλαίων του βορειοδυτικού πρानού (Απόλλωνος, Διός, Πανός). Στο ανατολικό ήμισυ του σπηλαίου του Διός και στο σπήλαιο Πανός, καρστικά ανοίγματα χωρίζουν μεγάλους ασβεστόλιθους, οι οποίοι στο άνω μέρος στηρίζονται στο μητρικό βράχο και ευρίσκονται σε κατάσταση ισορροπίας (βλ. φωτ. κάτω αριστερά) που χρήζει ενίσχυσης. Επισημαίνεται, ότι έχουν γίνει στερεωτικές εργασίες μόνο στο σπήλαιο του Απόλλωνος και στο δυτικό ήμισυ του σπηλαίου του Διός (βλ. φωτό κάτω δεξιά).



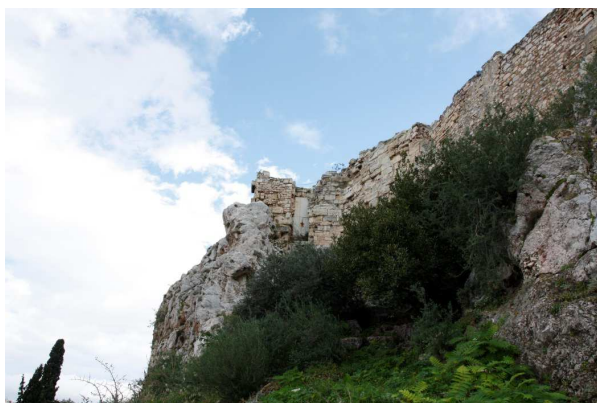
Το πρόβλημα της στερέωσης του βραχώδους υποβάθρου στην περιοχή είναι ευρύτερο καθώς πέραν των άμεσων μέτρων επιφανειακής στερέωσης θα πρέπει να εκτιμηθεί και η μακροχρόνια ευστάθεια των καρστικών σπηλαίων της βόρειας κλιτύς, εν γένει, καθώς και να σχεδιαστούν μέτρα για την αποφυγή μελλοντικής κατάρρευσής τους σε μεγάλο βάθος χρόνου (βλ. Ι. Κ. Τρικκαλινού «Η γεωλογία της Ακροπόλεως – μικροτεκτονικά έρευναι», 1972 και Ι. Κ. Τρικκαλινού «Τρόποι διατηρήσεως της σημερινής μορφολογίας της Ακροπόλεως», 1975).

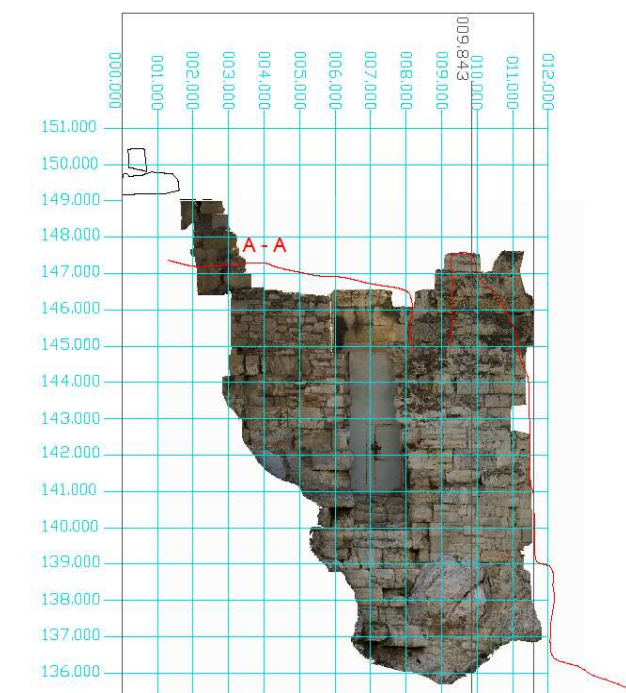
Περιοχή μελέτης II- κλασική πυλίδα και δυτικά αυτής [B15(000.000m – 011.591m)]



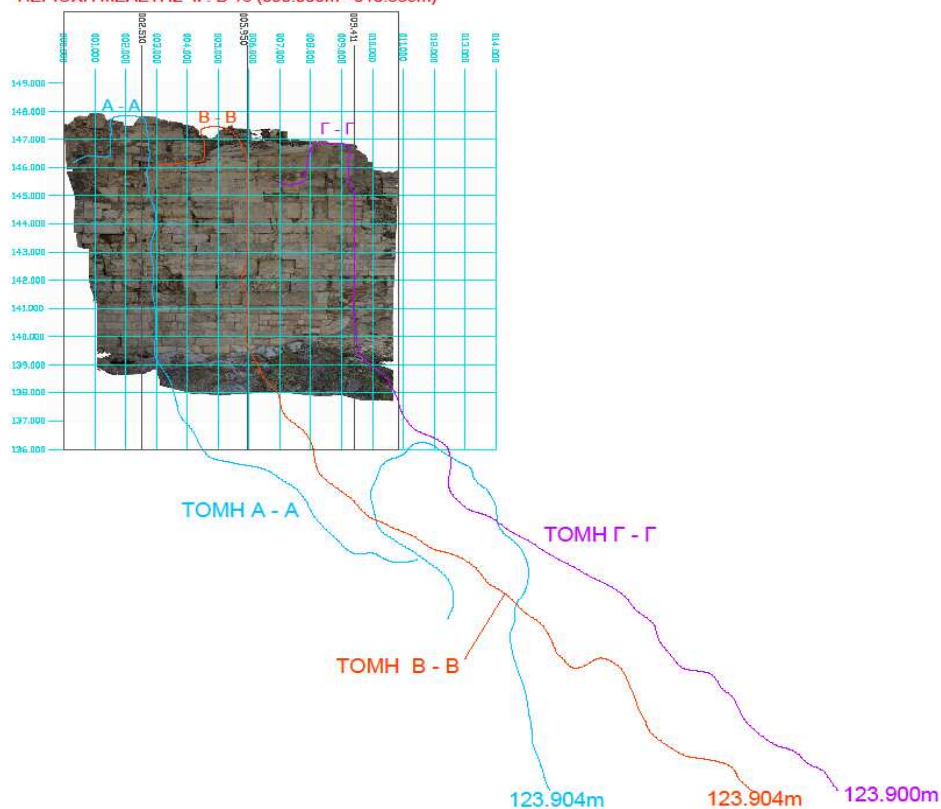
Άποψη της περιοχής από τα δυτικά

Πρόκειται για την περιοχή της κλασικής πυλίδας και του τείχους δυτικά αυτής σε μήκος περίπου 11,0 μ. Στην καμπή αυτή του βόρειου τείχους παρουσιάζεται πολύ κακή κατάσταση διατήρησης του αρχαίου υλικού (απώλεια μάζας-φθορές-ρηγματώσεις των δόμων) και εκτεταμένη συμπλήρωση τμημάτων της αρχαίας κατασκευής με νεότερη τοιχοποιία από λιθοδομή με κονίαμα. Είναι σαφές ότι στην εν λόγω περιοχή έχουν γίνει καταρρεύσεις. Άλλωστε η απότομη αλλαγή γεωμετρίας στην περιοχή σε συνδυασμό με το άνοιγμα της θύρας την καθιστά στατικά πλέον ευάλωτη σε εγκάρσιες ή διαμήκεις κινήσεις του τείχους. Το ύψος του τείχους στη συγκεκριμένη περιοχή ανέρχεται σε 7,5 μέτρα (μετρούμενο στην εξωτερική παρειά) – στην εσωτερική παρειά το ελεύθερα ιστάμενο ύψος κυμαίνεται από 1,50 έως 1,70 μ. Το πάχος του στη στέψη είναι 1,20 μ. Το Τείχος στη συγκεκριμένη περιοχή παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα διατήρησης του δομικού υλικού. Όπως και στην περιοχή δυτικά της Οθωμανικής Αντηρίδας, υπάρχουν θέματα στατικής επάρκειας, ιδιαίτερα στο άνω τμήμα του τείχους, τα οποία πρέπει να μελετηθούν και να αντιμετωπιστούν.





ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ II : B 16 (000.000m - 010.839m)

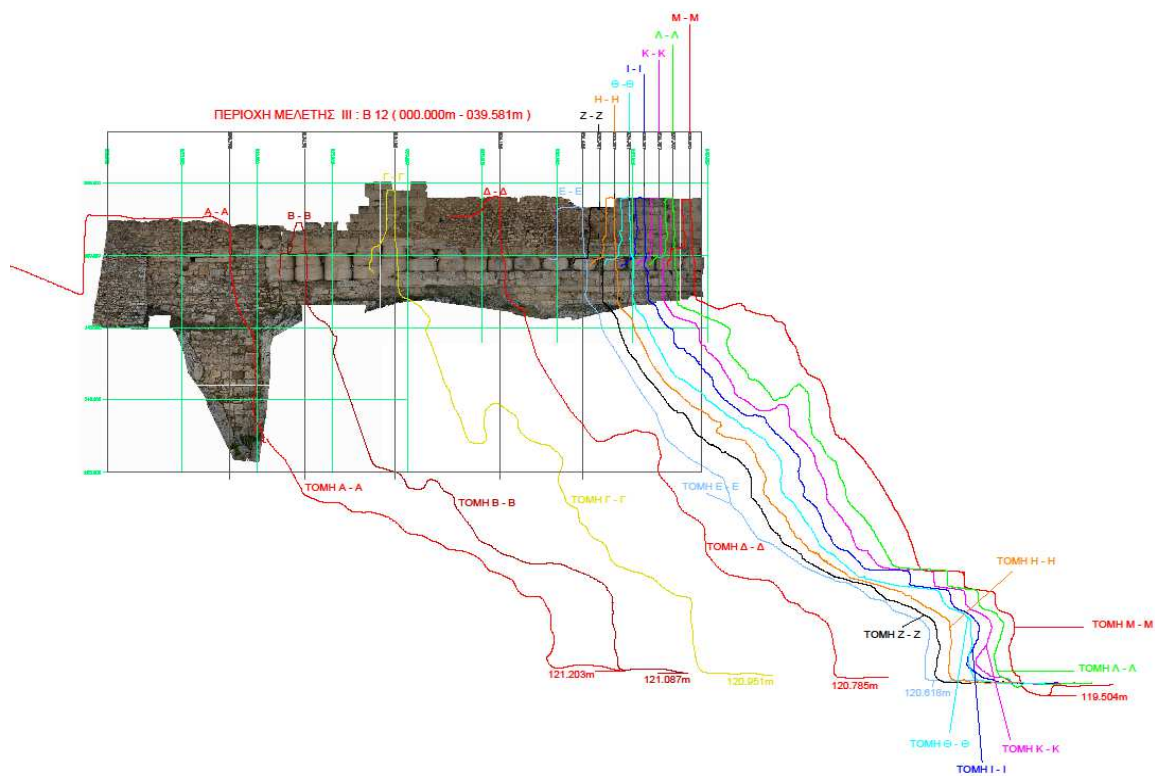


Ορθοφωτομωσαϊκά της περιοχής II με σημειωμένες τις θέσεις των κατακόρυφων τομών

Περιοχή μελέτης III – βορείως του Ερεχθείου και ανατολικά [B12 (000.000m-039.581m)]

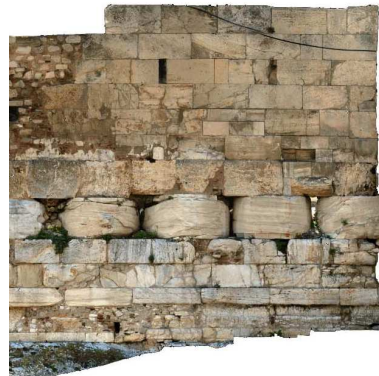


Άποψη της περιοχής μελέτης III, τειχών και υποκείμενου βράχου



Εικ. α-δ: Άποψη της περιοχής της αρχιτεκτονικής προμελέτης και Εικ. ε: Ορθοφωτομωσαϊκό της περιοχής VI με σημειωμένες τις θέσεις των κατακόρυφων τομών

Πρόκειται για την περιοχή του βόρειου τείχους στην οποία έχουν ενσωματωθεί οι αράβδωτοι μαρμαρίνοι σπόνδυλοι του Προπαρθενώνα. Το τείχος θεμελιώνεται στο φυσικό βράχο, σε οριζόντιες λαξεύσεις, και παρουσιάζει κυμαινόμενο ύψος καθώς ακολουθεί το φυσικό ανάγλυφο του βράχου. Για το τμήμα που αντιστοιχεί στην περιοχή της αυλής του Ερεχθείου (με μήκος 7,50m και το ύψος του από το επίπεδο του βράχου στην εξωτερική πλευρά 7,24-7,64m) έχει εκπονηθεί από την αρχιτέκτονα μηχανικό Α. Χατζηπαπά και την πολιτικό μηχανικό Δ. Μιχαλοπούλου «Μελέτη αποκατάστασης των Περιοχών Β12 και Β13, του Βόρειου Τείχους της Ακρόπολης των Αθηνών, η οποία εγκρίθηκε με την υπ' αριθμ. Πρωτ. ΥΠΠΟΑ/ΓΔΑΜΤΕ/ΔΑΑΜ/ΤΜΑΜ/42617/4710/255/84/13-02-2017 Υπουργική Απόφαση και αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της παρούσας τεχνικής περιγραφής. Οι 4 ανώτερες στρώσεις λίθων, ύψους 2.25m και πάχους 0.60m, αποτελούν το παραπέτο του τείχους, που διαμορφώνεται με μια, σειρά δρομικών πλίνθων κατά το ισόδομο σύστημα με δύο χαρακτηριστικά μικρά ανοίγματα στην στάθμη της 3ης από τη στέψη στρώσης, και ήταν ορατές κατά την αρχαιότητα ενώ το κατώτερο τμήμα ήταν καλυμμένο εσωτερικά από κατασκευές διαμόρφωσης του υπαίθριου χώρου. Όπως τεκμηριώνεται από την εξωτερική παρειά του τείχους, μεταξύ των σπονδύλων και του φυσικού βράχου παρεμβάλλονται 5 σειρές λίθων.



Γενικές απόψεις της περιοχής που μελετήθηκε

Η περιοχή επιλέχθηκε να μελετηθεί για τους παρακάτω λόγους:

- Το μικρό πάχος του τείχους στο ελεύθερα ιστάμενο τμήμα του
- Η κακή κατάσταση διατήρησης του δομικού υλικού, ιδιαιτέρως στην εσωτερική πλευρά, σε συνδυασμό με την ποικιλία των λιθολογικών του φάσεων
- Οι επάλληλες, χρονικά και τοπικά, επισκευές από αργολιθοδομή και το κατά πόσον είναι ενσωματωμένες στο σώμα του τείχους
- Η πιθανή μελλοντική επαναδιαμόρφωση του χώρου της αυλής του Ερεχθείου



Ενδεικτική τομή στην περιοχή της αρχιτεκτονικής προμελέτης

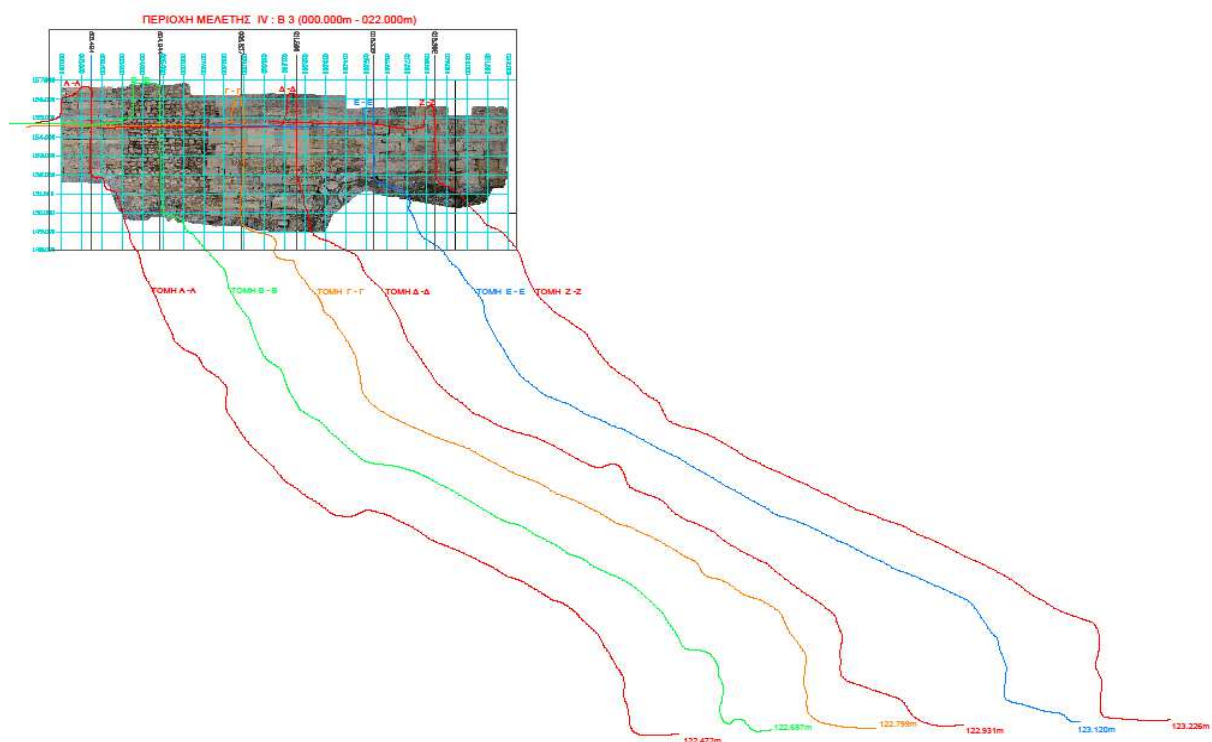
Το βραχύδες υπόβαθρο της περιοχής μελέτης III, από τη βάση του τείχους μέχρι την στάθμη του περιπάτου, δεν έχει μελετηθεί πρόσφατα από την άποψη της ευστάθειας. Στη φωτογραφία που παρατίθεται κατωτέρω διακρίνονται οι επεμβάσεις Μπαλάνου (τοίχοι με τους οποίους σφραγίστηκαν σπήλαια ή υποστηρίχτηκαν επικρεμάμενοι όγκοι). Ο έλεγχος της αποτελεσματικότητάς τους παραμένει ένα θέμα για έλεγχο. Εκτιμάται ότι στην περιοχή παραμένουν προβλήματα ολίσθησης και ανατροπής τεμαχών βράχου για τη στερέωση των οποίων θα απαιτηθούν αγκυρώσεις, βλήτρα, αρμολογήματα και τσιμεντενέσεις.

Περιοχή μελέτης IV - Βόρειο τείχος: [B3 (000.000m-022.000m)]

Πρόκειται για την περιοχή στο ανατολικό τμήμα του βορείου τείχους όπου η στάθμη του βράχου είναι υψηλή και το τείχος σχετικά χαμηλό και με μικρό πάχος. Το σημείο επιλέχτηκε, διότι εκεί το τείχος εμφανίζει απόκλιση από την κατακόρυφο. Το γεγονός αυτό, συνδυαζόμενο με τις επάλληλες, χρονικά και τοπικά, επισκευές από υλικό σε δεύτερη χρήση (υστερορωμαϊκή επισκευή) και από αργολιθοδομή (οθωμανικές επισκευές), τη μέτρια κατάσταση διατήρησης του δομικού υλικού στις κατώτερες στρώσεις, καθώς τέλος και την μακροσκοπικά διαπιστούμενη καμπύλωση των στρώσεων και του δομικού υλικού, δείχνει να υποδηλώνει ότι περιοχή υπόκειται διαχρονικά σε παραμορφώσεις (πιθανότατα του βραχώδους υποβάθρου).



Εικ. α: Ορθοφωτομωσαϊκό της περιοχής



Εικ. β: Ορθοφωτομωσαϊκό με τις θέσεις των κατακόρυφων τομών

Στην περιοχή (βλ. φωτο κατωτέρω) διανοίχτηκε το 2015 φρέαρ για τη διερεύνηση των γεωτεχνικών χαρακτηριστικών της επίχωσης . Η εκσκαφή έφθασε σε βάθος 2,80 μ. Στην ανατολική και δυτική παρειά του σκάμματος εντοπίστηκαν κατακόρυφα φρεάτια απορροής ομβρίων, νεώτερης φάσης, πιθανότατα σε λειτουργία. Σύμφωνα με όλες τις ενδείξεις, τα φρεάτια καταλήγουν στη βάση του τείχους στην επιφάνεια του βράχου. Η απόσταση μεταξύ των δύο φρεατίων είναι 2,10 μ. και η κατασκευή τους έχει γίνει με απλή τοποθέτηση εν ξηρώ μαρμάρινων, ως επί το πλείστον, στοιχείων.



Απόψεις του σκάμματος του βορείου φρέατος όπου φαίνεται αφενός η θέση και αφετέρου η δομή του τείχους στο τμήμα αυτό, καθώς και η θέση και ο τρόπος κατασκευής των δύο κατακόρυφων φρεατίων

Περιοχή V - ΝΑ γωνία των τειχών εκτεινόμενη από την πρώτη αντηρίδα του νοτίου τείχους μέχρι το μέσον του ανατολικού σκέλους του τείχους που υπέρκειται του σπηλαίου της Αγλαύρου: [N1(000.000m-015.000) και A1(035.901m-075.000m)]

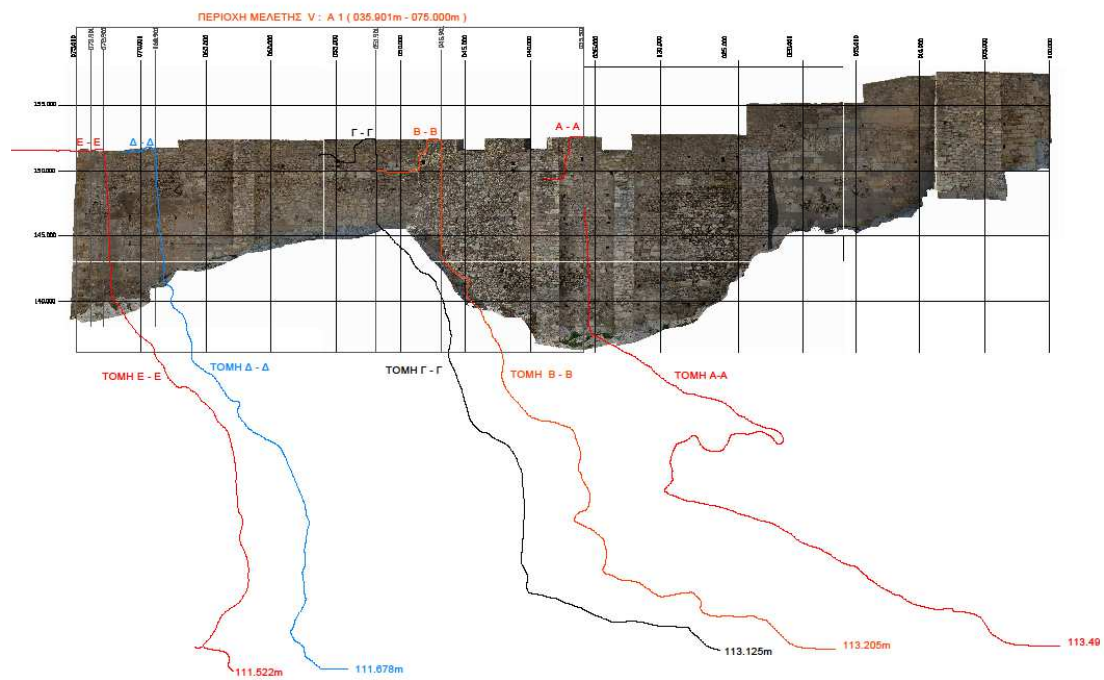


Η περιοχή επιλέχθηκε να μελετηθεί για τους παρακάτω λόγους:

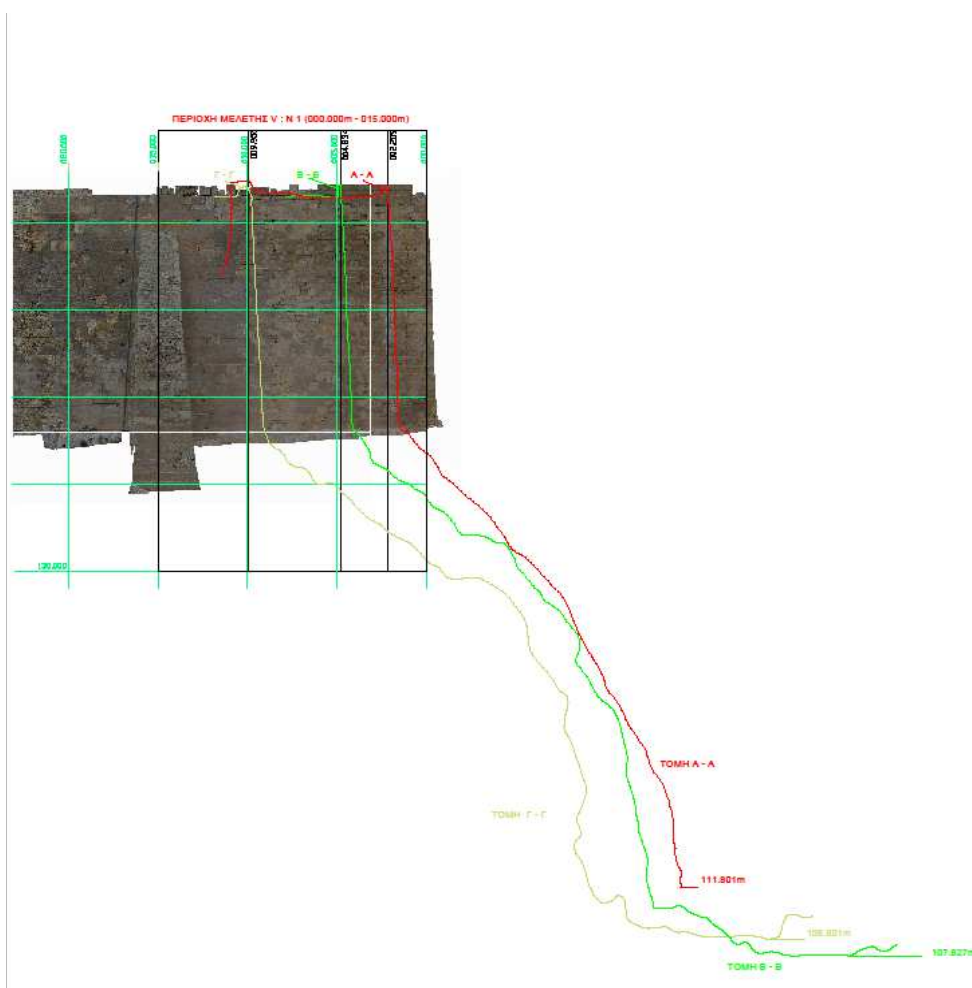
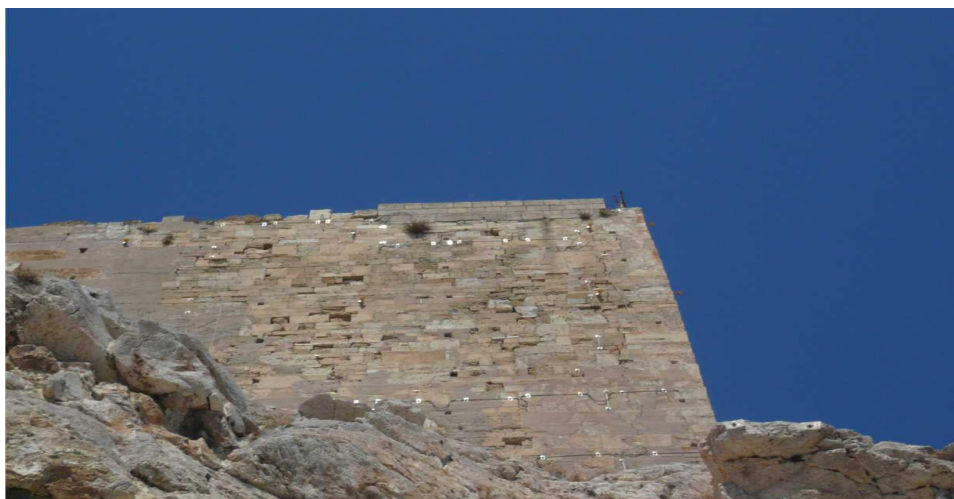
- Το μεγάλο ύψος του τείχους και της επίχωσης όπισθεν αυτού
- Την ύπαρξη κατακόρυφων ρηγματώσεων στην αργολιθοδομή της επένδυσης εκατέρωθεν της γωνίας
- Τη συστηματική δυναμική καταπόνηση από τη δράση του γερανού στη θέση
- Την ύπαρξη του παλαιού μουσείου Ακροπόλεως στην άμεση εγγύτητά του
- Την ανάγκη για επανέλεγχο της ευστάθειας του βραχώδους υποβάθρου στην εν λόγω περιοχή
- Την κατάσταση διατήρησης του δομικού υλικού, σε συνδυασμό με την ποικιλία των λιθολογικών του φάσεων



Στην περιοχή της ΝΑ γωνίας παρουσιάζονται 2 σχεδόν κατακόρυφες ρωγμές που διατρέχουν το Τείχος από τη στέψη έως τη βάση. Η μία ρωγμή εντοπίζεται στο νότιο τμήμα του Τείχους και η άλλη στο ανατολικό, σε απόσταση λίγων μέτρων από την ακμή. Οι εν λόγω ρωγμές έχουν σαφώς αναπτυχθεί επί της εξωτερικής νεώτερης επένδυσης του Τείχους (λιθοδομή με κονίαμα) χωρίς να τεκμηριώνεται ότι συνδυάζονται με αποδιοργάνωση της γεωμετρίας του εσωτερικού αρχαίου Τείχους από λιθοδομή εν ξηρώ. Επιπλέον, στην περιοχή της γωνίας παρατηρούνται καμπυλώσεις (υβώσεις) περί το μέσον του τείχους τόσο στην κατακόρυφη όσο και στην οριζόντια διεύθυνση, και στις δύο πλευρές του. Η παθολογία αυτή έχει αποδοθεί σε πιθανές αστάθειες στο γεωλογικό ασβεστολιθικό σχηματισμό της θεμελίωσης, σε υψηλές ωθήσεις γαιών, στην υποβάθμιση των μηχανικών χαρακτηριστικών του δομικού υλικού από τη δράση φυσικοχημικών παραγόντων και σε τυχηματικές δράσεις (σεισμικές κυρίως) αλλά κατά κύριο λόγο στην πρόσθετη δυναμική καταπόνηση από τη δράση του μεγάλου γερανού στην περιοχή της γωνίας. Σύμφωνα με υπάρχουσες μαρτυρίες, κατά την κατασκευή της σιδηροτροχιάς του αναβατήρα διαπιστώθηκε επί του δαπέδου και σε απόσταση 3 m περίπου από την εξωτερική γωνία του Τείχους το ίχνος ενός ρήγματος που κατά πάσα πιθανότητα συνδέεται με τις παραπάνω αναφερόμενες εφελκυστικές ρωγμές, συνθέτοντας ένα τυπικό μηχανισμό ανατροπής.



Εικ. α: Φωτογραφική άποψη της περιοχής και
Εικ. β: Ορθοφωτομωσαϊκό με τις θέσεις των κατακόρυφων τομών



**Εικ. α: Φωτογραφική άποψη της περιοχής και
Εικ. β: Ορθοφωτομωσαϊκό με τις θέσεις των κατακόρυφων τομών**

Πρέπει, επίσης, να σημειωθεί ότι οι ασβεστολιθικές βραχώμαζες στο εν λόγω σημείο σύμφωνα με την Γεωλογική Μελέτη των Ανδρονόπουλου και Κούκη του 1976 είναι «επιρρεπείς προς αποκόλληση λόγω ισχυρής χαλάρωσης». Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκαν και οι

επεμβάσεις στερέωσης της περιόδου 1980-1993 που αφορούσαν στην τοποθέτηση 100 περίπου ήλων μήκους 4-16 m. Επισημαίνεται, ότι οι επεμβάσεις είχαν στόχο την τοπική σταθεροποίηση βραχωδών τεμαχίων και οι αναλύσεις ευστάθειας της μελέτης ήταν διδιάστατες ενώ ο μηχανισμός κατάρρευσης στην εν λόγω περιοχή είναι τριδιάστατος.

Από την αξιολόγηση μετρήσεων με σύγχρονα συστήματα παρακολούθησης (οπτικές ίνες και τοπογραφικές μετρήσεις ακριβείας) έχει φανεί ότι επί του παρόντος υπάρχει σταθεροποιημένη κατάσταση και ότι οι παρατηρούμενες διακυμάνσεις των μετρήσεων οφείλονται κυρίως σε θερμοκρασιακές μεταβολές. Κρίνεται απαραίτητη η συστηματική μελέτη της παθολογίας της περιοχής, η εκτίμηση της διατιθέμενης ασφάλειας στην υφιστάμενη κατάσταση και η λήψη μέτρων βελτίωσής της ώστε να προκύπτει η επιθυμητή απόκριση της περιοχής για (προκαθορισμένες) δυσμενείς δράσεις δεδομένης της συνέχισης της καταπόνησής της από την παρουσία του γερανού.

Σύμφωνα με τον Μ. Κορρέ («Τα τείχη της Ακροπόλεως – παρούσα κατάσταση και προτάσεις αντιμετώπισης αυτής» 6η Διεθνής Συνάντηση για την Αποκατάσταση των Μνημείων της Ακροπόλεως, Αθήνα, 4-5 Οκτωβρίου 2013) η νοτιοανατολική γωνία του τείχους είναι αποκολλημένη κατά μήκος ενεργού ρήγματος εκτάσεως ~50 m² και θα απαιτήσει για τη στερέωσή της ειδική διάταξη ριζοπασσάλων. Επίσης, προτείνεται συμπλήρωση του υποβάθρου της νοτιοανατολικής γωνίας του Βράχου έως αποστάσεως 4 μ. από το απομένον περίγραμμα της εδράσεως αυτού, με υλικό συμβατό με τα βραχομηχανικά χαρακτηριστικά του υποβάθρου που να μην προκαλέσει την εμφάνιση βλαπτικών υδρολογικών φαινομένων.

Το μεσαίο τμήμα του Ανατολικού τείχους καθ' όλο το πάχος του κατέρρευσε κατά τον μεγάλο σεισμό του 1705, μαζί με μέρος της όπισθεν του τείχους αρχαίας επίχωσης, δημιουργώντας χάσμα μορφής χοάνης και πλάτους 20 σχεδόν μέτρων, το οποίο παρέμεινε ανοικτό για μισό περίπου αιώνα, οπότε άρχισαν οι εργασίες ανακατασκευής του. Κατά την ανακατασκευή δεν επαναλήφθηκε το μεγάλο αρχικό πάχος (της ξηράς δομής μαλακών, μεγάλου σχήματος ορθογώνιων πωρολίθων) αλλά αντικαταστάθηκε από πολύ μικρότερο, το οποίο θεωρήθηκε επαρκές, δεδομένης της χρήσεως μικρών σκληρών ασβεστολίθων, τεμαχίων μαρμάρου και άφθονου ασβεστοκονιάματος.

Διαφορετικές εκτιμήσεις για την ευστάθεια του βραχώδους υποβάθρου στη ΝΑ γωνία περιλαμβάνονται στην από 15-12-2003 Τεχνική Έκθεση του Ι. Βαρδουλάκη «Ενίσχυση ΝΑ/Α πρानούς και τείχους Ακρόπολης – Έκθεση εκτίμησης έργου, κόστους και χρόνου» του Ι. Βαρδουλάκη και στην από 16-3-2004 «Μελέτη σχετικά με την ευστάθεια της νοτιοανατολικής γωνίας του βράχου της Ακροπόλεως των Αθηνών» του Δ. Μονοκρούσου.

Περιοχή μελέτης VI - νότιο τείχος μεταξύ 8^{ης} και 11^{ης} αντηρίδας: [N1(096.000m-161.000m)]



Άποψη της προς μελέτη περιοχής από φωτογραφία του 1938; (αρχείο Μπαλάνου)

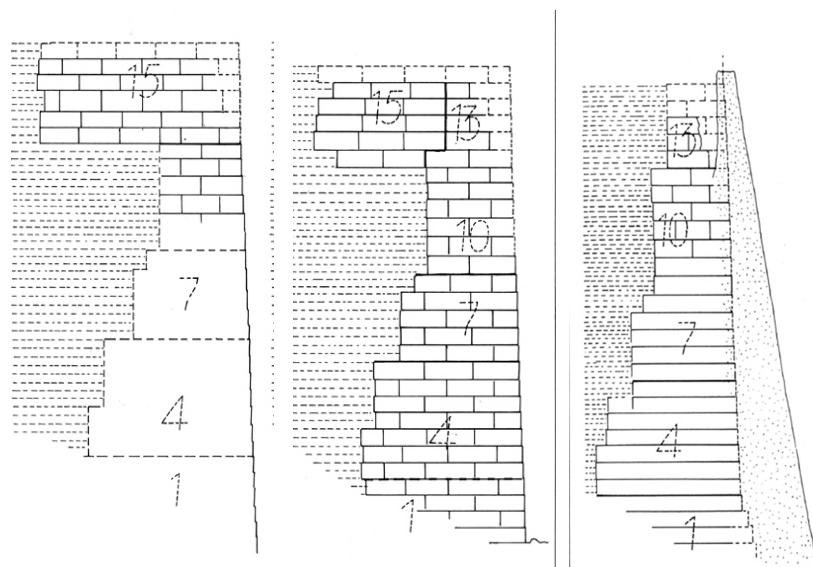
Η περιοχή επιλέχθηκε να μελετηθεί για τους παρακάτω λόγους:

- Το μεγάλο ύψος του τείχους και της επίχωσης όπισθεν αυτού
- Η αλλαγή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του τείχους
- Οι επάλληλες, χρονικά και τοπικά, επισκευές από αργολιθοδομή στην εξωτερική παρειά και το κατά πόσον αυτές είναι ενσωματωμένες στο σώμα του τείχους

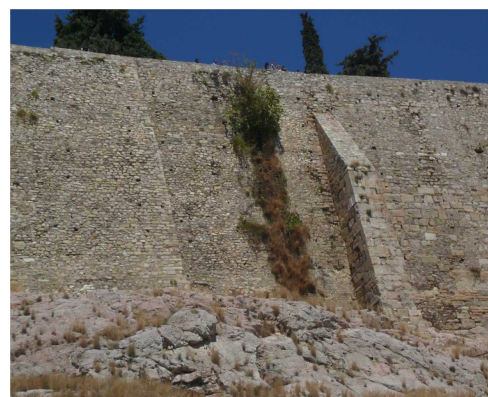
- Η κατάσταση διατήρησης του δομικού υλικού, σε συνδυασμό με την ποικιλία των λιθολογικών του φάσεων
- Η συστηματική παρουσία υγρασίας και ανάπτυξης βλάστησης σε περιοχές όπως το διάστημα μεταξύ 8ης – 9ης αντηρίδας

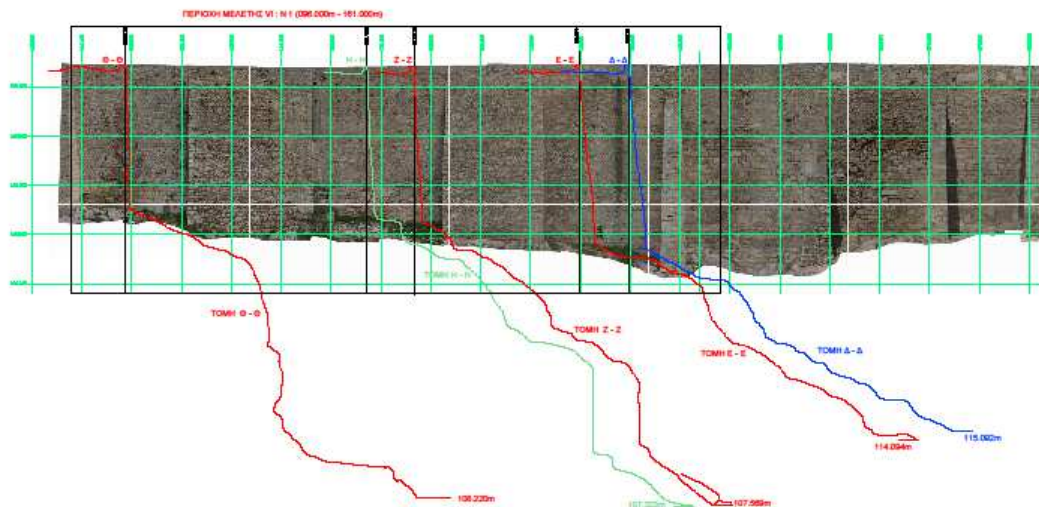
Δομικό σύστημα τείχους

Πρόκειται για τοίχο βαρύτητας δομημένο, στην αρχική του μορφή, κατασκευασμένο από μεγάλες ορθογώνιες λιθόπλινθους από πώρο (κυμαινόμενο από τον σκληρό πειραιϊκό ακτίτη έως τον μαργαϊκό μαλακό πωρόλιθο της περιοχής της Καστέλλας). Το πάχος ποικίλλει από 6,0 μ. περίπου στη βάση του μέχρι 3,0 μ. στη στέψη. Ενδεικτικές τομές του τείχους στην εξεταζόμενη περιοχή δίνονται από τον Μ. Κορρέ (Korres, M., "The Pedestals and the Acropolis South Wall", *Attalos, Athens and the Acropolis*, Stewart A., Cambridge University Press 2004, pp. 242-337) ως κατωτέρω:



Ενδεικτικές τομές (από τα αριστερά προς τα δεξιά) του νότιου τείχους στη θέση της 9^{ης} αντηρίδας, της 10^{ης} αντηρίδας και του μεσοδιαστήματος 10^{ης}-11^{ης} αντηρίδας





Εικ. α: Άποψη του μεσοδιαστήματος 8^{ης}-9^{ης} αντηρίδας, Εικ. β: Άποψη της περιοχής 9^{ης}-11^{ης} αντηρίδας, Εικ. γ: Ορθοφωτομωσαϊκό της περιοχής VI με σημειωμένες τις θέσεις των κατακόρυφων τομών

Στοιχεία δομικής παθολογίας:

Στο διάστημα μεταξύ 8ης και 9ης αντηρίδας αναπτύσσεται συστηματικά έντονη βλάστηση. Είναι προφανές ότι η περιοχή συγκεντρώνει συστηματική απορροή των υδάτων της επιφάνειας. Αυτό άλλωστε έχει αποτυπωθεί και στα αποτελέσματα των γεωφυσικών διασκοπήσεων για την αποτύπωση της υγρασίας των διατομών του Τείχους.

Στο διάστημα μεταξύ 9ης και 10ης αντηρίδας παρατηρούνται τοπικές επιφανειακές δομικές αστοχίες (απώλεια δόμων, καταστροφή κονιάματος) καθώς και μόνιμες γεωμετρικές παραμορφώσεις – τοπικές καμπυλώσεις κατά την οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση (ίσως και λόγω επανειλημμένων επισκευών επί επισκευών). Παρουσιάζονται, επίσης, και εδώ φαινόμενα υγρασίας όμως σε μικρότερη κλίμακα από τις ανατολικότερες θέσεις.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η υγρασία εμφανίζεται στο κάτω ήμισυ του ύψους του τείχους, γεγονός που χρήζει διερεύνησης ως προς τα αίτια του (τοπικές υδρογεωλογικές συνθήκες) και ως προς τις συνέπειες του για το τείχος.

Η περιοχή της μελέτης εκτείνεται μέχρι και την 11^η αντηρίδα, ώστε να συμπεριλάβει και την περιοχή με σημαντικές καμπυλώσεις στον κατακόρυφο και οριζόντιο άξονα περί το μέσον του Παρθενώνα. Στην εν λόγω θέση, η επίχωση παρουσιάζει το μέγιστο ύψος, ενώ παράλληλα, η γεωμετρία του Τείχους μεταβάλλεται απότομα και σταματά η παρουσία της περικλείας ανύψωσης, πλάτους 6μ και ύψους 3μ, στο ανατολικό τμήμα του Νότιου Τείχους. Τα δεδομένα αυτά σε συνδυασμό με τη μακροσκοπικώς παρατηρούμενη υδραυλική δράση (υδροστατικές πιέσεις, καταστροφή δομικού υλικού κλπ) καθιστούν την εν λόγω περιοχή την πλέον ευάλωτη του ανατολικού σκέλους του Νότιου Τείχους.

Περιοχή μελέτης VII – βορειοδυτικό άνδρηο

Η γωνία του ΒΔ ανδρήρου εμφανίζει βλάβες (κατακόρυφες ρωγμές από την κορυφή μέχρι τη βάση, ανοικτούς αρμούς), παρόμοιες με αυτές της ΒΔ γωνίας του πύργου του Αγρίππα νοτιότερα, για τις οποίες έχει διατυπωθεί η άποψη ότι οφείλονται σε ερπυσμό της ασβεστολιθικής μάζας του υποβάθρου (εναλλακτικά έχει προταθεί η συσσώρευση παραμορφώσεων μετά από ισχυρές σεισμικές δονήσεις). Ο πύργος του Αγρίππα θεμελιώνεται πάνω σε παχυπλακώδεις τεφρούς ασβεστόλιθους, καλυπτόμενους από λεπτό στρώμα επίχωσης, επί πρανούς με μέτρια κλίση. Ενδεχομένως από την περιοχή αυτή διέρχονται οι πιθανές προεκτάσεις διαρρήξεων που ξεκινούν από το σύστημα ρηγμάτων της βόρειας και νότιας πλευράς της Ακροπόλεως. Επισημαίνεται, όμως, ότι η κάλυψη της περιοχής από κτίσματα και επιχώσεις δυσχεραίνει την παρατήρηση και την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.



Απόψεις της περιοχής



Στην περιοχή αυτή το πρανές δομείται από εναλλαγές έντονα τεκτονισμένων σχιστολίθων, λατυποκροκαλοπαγών πετρωμάτων και φακών εδαφικού υλικού αργιλικής σύστασης, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει μια ακανόνιστη γεωμετρία που οφείλεται στη διάβρωση από την ανεξέλεγκτη ροή των ομβρίων τα οποία κατά θέσεις λιμνάζουν και εισέρχονται στη μάζα του πετρώματος. Η διαμόρφωση του πρανούς ευνοεί την ανάπτυξη χαμηλής βλάστησης, θάμνων αλλά και δένδρων με έντονο ριζικό σύστημα. Το πρανές τέμνεται με ασυνέχειες παράλληλες προς τον πόδα του με συντελεστή διακλαστικότητα $\kappa=0,5$. Η ασυνέχεια παράλληλα στο πρανές πλησίον του πόδα, λόγω των δημιουργούμενων ωθήσεων από τα διογκούμενα, λόγω απορρόφησης νερού, αργιλικά υλικά και από το ριζικό σύστημα, οδηγεί στην απόσπαση και ανατροπή τεμαχών πετρώματος. Σε περιοχές όπου τα πετρώματα αυτά είναι υπόκεινται του ασβεστολίθου, η συνεχιζόμενη διάβρωσή τους, δημιουργεί υποσκαφές και υπερκρεμάμενα ασβεστολιθικά τεμάχια που κινδυνεύσουν να αποσπαστούν και να καταπέσουν. Επισημαίνεται, ότι σε προγενέστερο χρόνο, με αποκοπή του πόδα του πρανούς, διαμορφώθηκε ο χώρος του περιπάτου.

Η περιοχή στερεώθηκε το 2013 με τις παρακάτω ενέργειες:

- Αφαίρεση βλάστησης, δένδρων και ριζικού συστήματος
- Καθαρισμό ασυνεχειών και ομογενοποίηση βραχώμαζας με αύξηση της διατμητικής αντοχής μέσω της εφαρμογής ενεμάτων και κονιάματων σφράγισης
- Διαμόρφωση της επιφάνειας του πρανούς με κατάλληλο τρόπο ώστε να απορρέουν τα όμβρια
- Εφαρμογή αγκυρώσεων συνολικού μήκους 68 m



2ε. Περιεχόμενα της προς ανάθεση γεωτεχνικής-στατικής μελέτης των περιμετρικών τειχών της Ακρόπολης των Αθηνών και του βραχώδους υποβάθρου τους σε επιλεγμένες θέσεις

Πρόγραμμα απαιτούμενων υπηρεσιών – Αναλυτική περιγραφή καθηκόντων μελετητικής ομάδας

Στάδιο Α΄: Προετοιμασία εκπόνησης μελετών

Στο Α΄ στάδιο της μελέτης περιλαμβάνονται οι παρακάτω δράσεις:

1. Συγκέντρωση σε συνεργασία με την Υπηρεσία, και αξιολόγηση των υφιστάμενων σχετικών στοιχείων τεκμηρίωσης, έρευνας και μελέτης των εν λόγω περιοχών του περιμετρικού Τείχους της Ακρόπολης (γεωμετρία, ιστορικές φάσεις, γεγονότα με μηχανική σημασία)
2. Εξειδίκευση της μελετητικής προσέγγισης για κάθε επί μέρους περιοχή σε συνεργασία με την ΕΣΜΑ στο πλαίσιο και ενός συντονισμού τυχόν απαιτούμενων προκαταρκτικών δράσεων.
3. Κατάρτιση και υποβολή χρονοδιαγράμματος, με το οποίο θα καθορίζεται η βέλτιστη χρονική αλληλουχία εκπόνησης των προβλεπόμενων μελετών σε συνάρτηση με τις απαραίτητες συμπληρωματικές αποτυπώσεις και τη διευκρίνιση θεμάτων που άπτονται της αρχιτεκτονικής και της ιστορικής εξέλιξης των τειχών στις υπό μελέτη περιοχές.
4. Εκτίμηση των σταθερών των υλικών που δομούν το βράχο, βάσει των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών που έχουν προκύψει από τις παλαιότερες και πρόσφατες έρευνες που βρίσκονται στο αρχείο της ΕΣΜΑ.
5. Προσδιορισμός των κρίσιμων διατομών που θα ελεγχθούν σε κάθε μία από τις επτά περιοχές και
6. Υποβολή Εκτίμησης Έργου εντός προθεσμίας ενός (1) μηνός, στην οποία θα περιλαμβάνονται: α) αξιολόγηση από άποψη επικινδυνότητας των περιοχών που έχουν επιλεγεί, β) μεθοδολογία ανάλυσης της κατασκευής και αριθμητικής προσομοίωσης του συστήματος «τείχος-επίχωση-βράχος» στις διατομές που προτείνεται να ελεγχθούν, γ) πρόταση για μελλοντικές θέσεις ελέγχου που κατά τον μελετητή είναι επισφαλείς και χρήζουν άμεσης αντιμετώπισης.

Στάδιο Β΄: Εκπόνηση οριστικών μελετών

Στο Β΄ στάδιο της μελέτης περιλαμβάνονται οι παρακάτω δράσεις:

1. Εκτίμηση ευστάθειας για τα βραχώδη πρηνή στις προς μελέτη περιοχές και εκπόνηση οριστικής γεωτεχνικής μελέτης, εφόσον κριθεί ότι απαιτείται. Η μελέτη για τα βραχώδη πρηνή θα περιλαμβάνει:
 - Επισήμανση προβλημάτων ή κινδύνων ύστερα από καθορισμό χαρακτηριστικών περιοχών ασταθειών βράχου βάσει του αναμενόμενου μηχανισμού εκδήλωσης αστοχίας από τα διαθέσιμα στοιχεία και τις επί τόπου παρατηρήσεις
 - Σύνταξη χάρτη επισφαλών θέσεων με αναφορά και τεκμηρίωση των προβλημάτων ευστάθειας στο νέο τοπογραφικό υπόβαθρο
 - Εμπλουτισμός του χάρτη τεκτονικών δεδομένων που υπάρχει στο αρχείο της ΕΣΜΑ με τα τεκτονικά δεδομένα των περιοχών που απαιτούν επέμβαση. Με βάση την τεκτονική και την γεωμετρία του πρηνούς θα εκτιμηθούν εκ νέου οι επισφαλείς όγκοι και η κινηματική της ολίσθησης τους

- Εκτίμηση των σταθερών των υλικών που δομούν το βράχο, βάσει των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών δοκιμών που έχουν προκύψει από τις παλαιότερες έρευνες και βρίσκονται στο αρχείο της ΕΣΜΑ
 - Βραχομηχανικές διερευνήσεις για τον προσδιορισμό και εξειδίκευση των μέτρων στερέωσης, ώστε τα πρανή στις κρίσιμες περιοχές να εξασφαλιστούν για σεισμό.
 - Διαστασιολόγηση προσωρινών μέτρων εξασφάλισης, εφ' όσον απαιτούνται.
2. Εκπόνηση οριστικής γεωτεχνικής-στατικής μελέτης για τα τείχη στις επιλεγμένες θέσεις. Η μελέτη για τα τείχη θα περιλαμβάνει:
- Γεωστατικό έλεγχο των τειχών, ανά περιοχή μελέτης, ως υφιστάμενων τοίχων βαρύτητας με αντίστοιχη ψευδοστατική ανάλυση.
 - Εδαφοδυναμική ανάλυση (2-Δ, 3-Δ αναλόγως εκτίμησης) βάσει κατάλληλων χρονοϊστοριών επιτάχυνσης για τον καθορισμό σεισμικών δράσεων ελέγχου - σχεδιασμού από τα αποτελέσματα των δυναμικών αναλύσεων, βάσει κανονιστικών διατάξεων, των δεδομένων ιστορικής σεισμικότητας και των καταγραφών του δικτύου επιταχυνσιογράφων της Ακρόπολης.
 - Δυναμικές και στατικές αναλύσεις αλληλεπίδρασης επιχώσεων - βράχου θεμελίωσης - τείχους (έλεγχος 1: Ανάδρομες αναλύσεις για την ερμηνεία παθολογίας & βαθμονόμηση προσομοίωσης, έλεγχος 2: Ευθείες αναλύσεις – καθορισμός υφιστάμενης κατάστασης).
 - Υποβολή στην ΕΣΜΑ εναλλακτικών προτάσεων-σεναρίων στερέωσης για την επιλογή της καταλληλότερης λύσης.
 - Δυναμικές και στατικές αναλύσεις αλληλεπίδρασης οι οποίες θα περιλαμβάνουν τα υπό εξέταση σενάρια επέμβασης με στόχο την:
 - Προδιαστασιολόγηση - αξιολόγηση των μέτρων: Σενάρια στερεωτικών μέτρων με οικονομοτεχνική προσέγγιση, κατά περίπτωση και κατά θέση, και
 - Επισήμανση των κινδύνων για τους οποίους ενδεχομένως απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση και μελέτη, καθώς και εγκατάσταση γεωτεχνικών οργάνων για την παρακολούθηση της συμπεριφοράς της κατασκευής στο χρόνο.

Η οριστική γεωτεχνική-στατική μελέτη για τα τείχη θα εκπονηθεί σε δύο φάσεις. Στην α' φάση θα παραδοθεί προχωρημένη προμελέτη σε επίπεδο οριστικής και στη β' φάση θα παραδοθεί η τελική οριστική μελέτη που θα έχει ενσωματώσει τις παρατηρήσεις της Υπηρεσίας και του Κεντρικού Αρχαιολογικού Συμβουλίου. Για τις κρίσιμες θέσεις θα γίνει και η αντίστοιχη βραχομηχανική εκτίμηση των τεκτονικών συνθηκών του υποβάθρου και αναλυτικοί υπολογισμοί για τον έλεγχο ευστάθειας του ασβεστολιθικού υποβάθρου θεμελίωσης

Στάδιο Γ': Εκπόνηση μελέτης εφαρμογής – τευχών δημοπράτησης

Στο Γ' στάδιο της μελέτης περιλαμβάνονται οι παρακάτω δράσεις:

- Εκπόνηση μελέτης εφαρμογής της εγκεκριμένης οριστικής γεωτεχνικής-στατικής μελέτης
- Σύνταξη και υποβολή τευχών δημοπράτησης για τις απαιτούμενες εργασίες
- Υποβολή έκθεσης συνολικής αποτίμησης της ευστάθειας του περιμετρικού τείχους και των βραχωδών πρανών της Ακρόπολης των Αθηνών με προτάσεις για τον προγραμματισμό μελλοντικών ενεργειών

Ο ανάδοχος με τη μελέτη εφαρμογής θα υποδεικνύει τη μορφή και τον τρόπο της συντήρησης, στερέωσης και μερικής αποκατάστασης του τείχους στις εν λόγω περιοχές, κατ' εφαρμογή των εγκεκριμένων πλέον από την ΕΣΜΑ και το ΚΑΣ οριστικής γεωτεχνικής - στατικής μελέτης.

Στη μελέτη εφαρμογής θα καθορίζονται με σαφήνεια αφενός οι περιοχές και το είδος της επέμβασης και αφετέρου ο τρόπος υλοποίησης των προτεινόμενων επεμβάσεων. Τόσο οι περιοχές επέμβασης, όσο και ο τρόπος της επέμβασης θα τεκμηριώνονται αναλυτικά με σχέδια και υπολογισμούς, οι οποίοι οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη τους και τις παραμορφώσεις, όπου αυτές εμφανίζονται. Η παρουσίαση περισσότερων εναλλακτικών λύσεων, με σειρά προτίμησης κατά την κρίση του αναδόχου, για επιμέρους ή συνολικά ζητήματα είναι δυνατή.

Ο παραδοτέος φάκελος της μελέτης εφαρμογής θα περιλαμβάνει:

1. Αναλυτική τεχνική περιγραφή
2. Σειρά σχεδίων (κατόψεις, όψεις και τομές των περιοχών μελέτης) με δήλωση των προτεινόμενων επεμβάσεων
3. Σειρά κατασκευαστικών σχεδίων επιμέρους κατασκευών για την υλοποίηση των προτεινόμενων επεμβάσεων (π.χ. σχέδια γερανογέφυρας για τις μετακινήσεις, αποξηλώσεις και επανατοποθετήσεις των αρχιτεκτονικών μελών, σχέδια συστημάτων ανάταξης κλπ.)
4. Τεύχη υπολογισμών για τον έλεγχο της στατικής επάρκειας των συγκεκριμένων περιοχών του περιμετρικού τείχους μετά την ολοκλήρωση των προτεινόμενων επεμβάσεων (έλεγχος σε ανεμοπίεση, ίδια βάρη, έλεγχος σεισμικής δράσης, κλπ)
5. Φωτογραφική τεκμηρίωση με υπομνηματισμό
6. Αναλυτικό κατάλογο των υλικών που θα απαιτηθούν για την υλοποίηση της μελέτης εφαρμογής και τυχόν βοηθητικών εργασιών συμπεριλαμβανομένου και του απαιτούμενου εργοταξιακού εξοπλισμού, πίνακα παραγγελίας νέων λίθων και χρονοδιάγραμμα εργασιών, ύστερα από συνεννόηση και έγκριση της ΕΣΜΑ.

Η μελέτη εφαρμογής για τα τείχη θα πρέπει να εξετάζει απαραίτητα και τις ακόλουθες ενότητες:

α) Αποσυναρμολογήσεις – ανατάξεις (για την άρση ετοιμορροπίας ή παραμορφώσεων)

Ως θέμα γενικής αρχής, η στατική μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει μόνο τις τεκμηριωμένα απαραίτητες αποσυναρμολογήσεις για την άρση της ετοιμορροπίας ή των γεωμετρικών παραμορφώσεων, προκειμένου να διατηρηθεί, όσο είναι δυνατόν, η αυθεντικότητα της αρχαίας κατασκευής. Ως εκ τούτου, η λύση οφείλει να προτάξει τη μέθοδο της ανάταξης, όπου αυτό είναι δυνατό, ή της επί τόπου αντικατάστασης/συμπλήρωσης. Ο ανάδοχος οφείλει να εξετάσει και να παρουσιάσει σε σχέδια, τεχνική περιγραφή και υπολογισμούς, τους τρόπους των τμηματικών ανατάξεων στις παραμορφωμένες περιοχές του μνημείου.

Εφόσον χρειαστεί να πραγματοποιηθούν αποσυναρμολογήσεις, τότε οι συγκεκριμένες περιοχές θα πρέπει να οριστούν με σαφήνεια και να αιτιολογηθεί επαρκώς η ανάγκη αποσυναρμολόγησης. Επίσης, θα πρέπει να περιγράφεται λεπτομερώς η μέθοδος αποσυναρμολόγησης και επανατοποθέτησης με γνώμονα τον περιορισμό, στο ελάχιστο δυνατόν, της απώλειας αρχαίου υλικού και λεπτομερειών της αρχαίας κατασκευής.

Ειδική περίπτωση αποσυναρμολόγησης μπορεί να θεωρηθεί η απομάκρυνση αρχαίων αρχιτεκτονικών μελών, που έχουν χρησιμοποιηθεί σε 2^η χρήση στα τείχη, για τα οποία ενδεχομένως κριθεί αναγκαία από την ΕΣΜΑ η απομάκρυνσή τους - αντικατάστασή τους από νέο υλικό ή αντίγραφο.

β) Επανατοποθετήσεις

Εφόσον εντοπιστούν στην ευρύτερη περιοχή των τειχών αρχαία αρχιτεκτονικά μέλη, που προέρχονται από καταρρεύσεις του τείχους θα πρέπει να εξεταστεί η δυνατότητα και σκοπιμότητα επανατοποθέτησής τους στην αρχική τους θέση. Επανατοποθετήσεις θα χρειαστούν, επίσης, και για τα τμήματα τα οποία η μελέτη εφαρμογής θα προτείνει να αποσυναρμολογηθούν για την άρση των παραμορφώσεων.

Ο ανάδοχος πρέπει να υπολογίσει/εκτιμήσει στη μελέτη εφαρμογής τη φέρουσα ικανότητα τόσο των αρχαίων μελών του τείχους όσο και των μεταγενέστερων συμπληρώσεων/επισκευών. Βάσει των υπολογισμών αυτών, ο ανάδοχος θα πρέπει να προτείνει ανά λίθο ή ανά περιοχές του κτηρίου τις απαραίτητες ενέργειες για την εξυγίανση και συντήρηση των μελών. Η κατάσταση διατήρησης των αποτμημάτων των μελών θα πρέπει να συνεκτιμηθεί από τον ανάδοχο και έτσι να καθοριστεί η ικανότητά τους να φέρουν υπερκείμενα στοιχεία. Οι παράγοντες της δαπάνης και του χρόνου πραγματοποιήσεως των συγκολλήσεων-συμπληρώσεων αρχαίων λίθων ή της εφαρμογής νέου υλικού, θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη κατά τη μελέτη εφαρμογής. Επίσης, στη μελέτη εφαρμογής θα πρέπει να περιγράφεται λεπτομερειακά ο τρόπος, με τον οποίον θα γίνουν οι επανατοποθετήσεις. Η περιγραφή θα συνοδεύεται από σχέδια εφαρμογής και στατικού υπολογισμού, όπου απαιτείται.

γ) Συμπληρώσεις

Στο μνημείο ενδεχομένως θα χρειαστεί να γίνουν συμπληρώσεις με νέο υλικό σε τμήματα, και σε έκταση, που προτείνονται από τις αντίστοιχες αρχιτεκτονικές μελέτες και σε τυχόν επιπλέον τμήματα όπου βάσει των στατικών υπολογισμών αποδεικνύεται ότι είναι απαραίτητο να συμπληρωθούν για να εξασφαλιστεί η στατική επάρκεια του μνημείου.

Στη μελέτη εφαρμογής θα δίνεται αναλυτικός κατάλογος των απαιτούμενων νέων μελών για τις συμπληρώσεις, στον οποίο θα αναφέρεται ο αριθμός των νέων μελών, το υλικό, οι διαστάσεις, ο όγκος και το βάρος τους. Οι λεπτομέρειες της μορφής των συμπληρώσεων θα ακολουθούν πιστά τα αρχιτεκτονικά στοιχεία του αρχαίου μνημείου και αποτελούν αντικείμενο της αρχιτεκτονικής μελέτης. Στο σημείο αυτό θα υπάρχει στενή συνεργασία μεταξύ του αναδόχου και της Επιτροπής Παρακολούθησης και Παραλαβής των Μελετών που θα έχει και τη γενική εποπτεία της αρχιτεκτονικής μελέτης των τειχών.

Ο ανάδοχος οφείλει να υποδείξει τον τρόπο, με τον οποίο θα γίνουν οι συμπληρώσεις, σε σχέδια εφαρμογής, υπολογισμούς και τεχνική περιγραφή.

δ) Επεμβάσεις ενίσχυσης της στατικής επάρκειας/ευστάθειας των τειχών

Η μελέτη εφαρμογής θα πρέπει ακόμη να τεκμηριώνει και να περιγράφει αναλυτικά τις απαιτούμενες επεμβάσεις ενίσχυσης της σταθερότητας του μνημείου. Αντικείμενο της μελέτης εφαρμογής είναι η περιγραφή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν και του τρόπου εφαρμογής των ενισχύσεων. Ενδεικτικά αναφέρονται ως πιθανές επεμβάσεις ενίσχυσης:

- η χρήση, τοπικά, μεταλλικών συνδετήριων στοιχείων για τη συγκράτηση των δύο παρειών του τείχους
- η χρήση μεταλλικών βλήτρων ή αγκυρίων για την εξασφάλιση της συνεργασίας της επένδυσης από αργολιθοδομή με το κλασικό πώρινο τείχος

- ο καθαρισμός των αρμών των αργολιθοδομών από σαθρά κονιάματα και το εκ νέου βαθύ αρμολόγημα
- η ενίσχυση της αργολιθοδομής με ενεμάτωση

Περαιτέρω επεμβάσεις ενίσχυσης μπορούν να προταθούν από τον ανάδοχο, αλλά θα πρέπει να αιτιολογηθούν και να περιγραφούν διεξοδικά.

ε) Αποκατάσταση αρχικής στάθμης εδάφους – Αποχωματώσεις - Επανεπικόψεις

Συνολικά, η μελέτη εφαρμογής θα πρέπει να εγγυάται την ευστάθεια των τειχών όχι μόνο για την υπάρχουσα στάθμη εδάφους αλλά και για την μελλοντικά αποκατεστημένη στάθμη του εδάφους, είτε χαμηλότερα με αποχωμάτωση είτε ψηλότερα με επανεπίχωση. Στην περίπτωση επανεπίχωσης, αντικείμενο της μελέτης εφαρμογής θα είναι και ο σχεδιασμός του υλικού και του τρόπου της επίχωσης.

στ) Απορροή ομβρίων στις αποκατεστημένες περιοχές

Η μελέτη εφαρμογής θα πρέπει να προβλέψει τα απαραίτητα μέτρα αποστράγγισης και απορροής των ομβρίων στις περιοχές που μελετώνται και θα αποκατασταθούν. Κανονικά πρέπει να συνταχθεί μελέτη με τον διακανονισμό απορροής των ομβρίων του πλατώματος σε μακροχρόνια βάση έτσι, ώστε αυτά να μην ρέουν ανεξέλεγκτα στον πυρήνα του τείχους. Προκειμένου να απεμπλακεί το ζήτημα της απορροής των ομβρίων από το θέμα της αποκατάστασης των αρχαίων σταθμών της επίχωσης του τείχους, καλό είναι η αποστράγγιση να αντιμετωπίζεται σταδιακά στα επί μέρους μελετώμενα τμήματα του τείχους για το υπάρχον (ή το ενδεχομένως προτεινόμενο από την εκάστοτε στατική-γεωτεχνική μελέτη) ύψος της επίχωσης.

Οι συντάξαντες

Διονυσία Μιχαλοπούλου
Πολιτικός Μηχανικός

Νίκος Νινής
Πολιτικός Μηχανικός

Η Διευθύντρια της Υ.Σ.Μ.Α.

Βασιλική Ελευθερίου
Αρχιτέκτων Μηχανικός

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α - Γενικές επισημάνσεις για την εκπόνηση των μελετών

Α) Διαδικασίες - συντονισμός

Ο Ανάδοχος Μελετητής/Μελετητική Ομάδα θα ορίσει έναν εκπρόσωπο από την ομάδα του για να ενεργεί ως «Συντονιστής» όλων των επιμέρους μελετητών, συμβούλων και ερευνητών, όπως απαιτείται. Ο Συντονιστής θα είναι υπεύθυνος για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση όλων των απαραίτητων ενεργειών για την ολοκλήρωση των μελετών που απαιτούνται για τη σύνταξη των τευχών δημοπράτησης. Θα είναι, επίσης, υπεύθυνος για την τήρηση από τα μέλη της ομάδας μελέτης του συμφωνημένου προγράμματος εργασιών, τον εντοπισμό παραλείψεων στις μελέτες και την εξασφάλιση ότι οι εισηγήσεις των επί μέρους μελετητών ενσωματώνονται στην μελέτη, όπου απαιτείται, χωρίς να έρχονται σε αντίθεση με αυτή.

Κατά τη διάρκεια εκπόνησης των μελετών, ο Ανάδοχος οφείλει να έχει στενή συνεργασία με τα μέλη και τους εργαζόμενους της ΥΣΜΑ, για τις απαιτούμενες διευκρινίσεις/διασαφήσεις σε θέματα αρχιτεκτονικής αποτύπωσης και δομικής παθολογίας των τειχών και να ενημερώνει την Επίβλεψη για την πρόοδο των μελετών. Τυχόν αναγκαστικές παρεκκλίσεις στο περιεχόμενο και τον τρόπο εκτέλεσης των οριστικών μελετών θα συνοδεύονται από αναλυτική έγγραφη τεκμηρίωση του συντονιστή της Ομάδας Μελέτης, η οποία οφείλει να κοινοποιείται στην Επίβλεψη και να λαμβάνεται η σχετική έγκρισή της και εφόσον η τελευταία το κρίνει αναγκαίο και της ΕΣΜΑ. Ο Ανάδοχος υποχρεούται να συμμορφώνεται με τις υποδείξεις της Επίβλεψης.

Οι μελετητές είναι υποχρεωμένοι να συμμετέχουν σε συσκέψεις, όποτε κριθεί σκόπιμο από την Υπηρεσία ή τον Ανάδοχο, στα γραφεία της ΥΣΜΑ ή του Αναδόχου, αντίστοιχα, για την ενημέρωσή της επί της προόδου των μελετών, συζήτηση / επίλυση τυχόν προβλημάτων και λήψη αποφάσεων για επόμενες δράσεις. Κατά τις συσκέψεις ο Ανάδοχος υποχρεούται να τηρεί πρακτικά, τα οποία θα υποβάλλει προς επιβεβαίωση στην Υπηρεσία εντός 5 ημερών. Τα πρακτικά αυτά θα συνιστούν κατ' ουσίαν εκθέσεις προόδου έναντι του συμφωνημένου προγράμματος. Τα πρακτικά/εκθέσεις προόδου θα υποβάλλονται σε 3 αντίτυπα. Η κάθε έκθεση θα περιέχει λεπτομέρειες σχετικά με τις εργασίες που ολοκληρώθηκαν κατά την καλυπτόμενη περίοδο καθώς και για αυτές που προγραμματίζονται για το αμέσως επόμενο δεκαπενθήμερο. Η έκθεση θα επισημαίνει κάθε τυχόν καθυστέρηση σε σχέση με το συνολικό πρόγραμμα, τα σημεία προβληματισμού και τις προτάσεις για την επίλυσή τους.

Β) Παραδοτέα

α) Οι υποβαλλόμενες από τον Ανάδοχο μελέτες και οι αντίστοιχες τεχνικές εκθέσεις πρέπει να έχουν την απαιτούμενη πληρότητα και να παρέχουν αναλυτικά στοιχεία, ώστε να διευκολύνεται ο έλεγχος και να μην υπάρχει ανάγκη για συμπληρώσεις και τροποποιήσεις αυτών. Όπου κρίνεται σκόπιμο θα συνοδεύονται από λεπτομερή φωτογραφική τεκμηρίωση.

β) Όλες οι μελέτες θα περιλαμβάνουν το τυπικό πρωτοσέλιδο της ΥΣΜΑ. Όλα τα σχέδια θα φέρουν τον τυπικό πίνακα τίτλου της ΥΣΜΑ. Και όλα τα έγγραφα, συμπεριλαμβανομένης και της αλληλογραφίας, θα φέρουν έναν μοναδικό αύξοντα αριθμό αναφοράς του συγκεκριμένου έργου από τον ανάδοχο και θα καταχωρούνται στο ηλεκτρονικό πρωτόκολλο της ΥΣΜΑ.

γ) Για να διευκολύνεται η αρχειοθέτηση κάθε στοιχείο πρέπει να χαρακτηρίζεται με ένα κωδικό ανάλογα με το περιεχόμενο του. Η επιλογή της κωδικοποίησης θα γίνει σε συνεργασία με την Υπηρεσία έτσι, ώστε να είναι συμβατή με την ήδη υπάρχουσα εγκεκριμένη ονοματολογία.

δ) Τα σχέδια μελέτης αριθμούνται με συνεχή αρίθμηση (α/α σχεδίου). Η κωδικοποίηση και η αρίθμηση των σχεδίων της μελέτης πρέπει να είναι σαφής και εύστοχη και είναι σκόπιμο να χρησιμοποιούνται οι ίδιες σε όλες τις επόμενες μελέτες τεκμηρίωσης και προτάσεων αποκατάστασης.

ε) Σε κάθε παραδοτέο πρέπει να υπάρχει σε χαρακτηριστική και εμφανή, κατά περίπτωση, θέση πινακίδιο το οποίο πρέπει να περιλαμβάνει τα στοιχεία του εργοδότη, τον τίτλο της μελέτης, τα στοιχεία του μελετητή, τα στοιχεία της επίβλεψης, τον τίτλο του έργου, τον κωδικό και την αρίθμηση του σχεδίου, την κλίμακα και την χρονολογία σύνταξης και ελέγχου της μελέτης.

στ) Τα ψηφιακά αρχεία των σχεδίων θα παραδοθούν σε 3D αρχεία DWG για χρήση τους σε format AutoCAD 2012 με εργονομική κατανομή των δεδομένων σε layers που θα παρέχει τη δυνατότητα άμεσης αναπαραγωγής και επεξεργασίας των υποβάθρων από την ΥΣΜΑ, σε διάφορες κλίμακες και ποικίλους βαθμούς πληροφοριών.

ζ) Ειδικότερα τα σχέδια και τα διαγράμματα θα παραδίδονται με βάση τα παρακάτω:

- Τα γραφικά δεδομένα των σχεδιαστικών αρχείων θα μεταφέρονται κατά προτίμηση σε 3D αρχεία στο format του DWG. Τα σχεδιαστικά αρχεία θα περιέχουν όλη την απαραίτητη γραφική πληροφορία, όπως σχεδιαστικά επίπεδα, χρώματα, στύλ, πάχη γραμμών, ειδικά σύμβολα κ.ά. Συνοδευτικά, μαζί με τα παραπάνω, θα πρέπει να παραδίδονται οι γραμματοσειρές (font libraries), οι βιβλιοθήκες συμβόλων (cell libraries) και ο χρωματικός πίνακας (color table), που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη φάση της δημιουργίας τους.
- Στην περίπτωση των αρχείων DWG, βασική προϋπόθεση κατά την έξοδο των γραφικών από τις διάφορες σχεδιαστικές πλατφόρμες που θα χρησιμοποιηθούν, είναι η εξασφάλιση της διαφοροποιημένης ανά σχεδιαστικό επίπεδο σχεδιαστικής πληροφορίας.
- Το σχεδιαστικό αρχείο θα διατηρεί την πληροφορία του προβολικού συστήματος συντεταγμένων, καθώς και τη σχεδιαστική ανάλυση από πλευράς ακρίβειας συντεταγμένων.
- Η παραδιδόμενη σχεδιαστική πληροφορία (σχεδιαστικά αρχεία διανυσματικής πληροφορίας) θα πρέπει να είναι ενταγμένη στο προβολικό σύστημα συντεταγμένων. Τα σχεδιαστικά αρχεία θα φέρουν κানাβο σε ξεχωριστό σχεδιαστικό επίπεδο (layer).
- Τα υπόλοιπα στοιχεία (Εκθέσεις, αναφορές, πίνακες κλπ.) θα υποβάλλονται χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Microsoft Office (Word, Excel).

η) Κάθε ηλεκτρονικό μέσο θα είναι αριθμημένο (π.χ. 1/5) και θα φέρει τα εξής:

- I) Τον τίτλο της Υπηρεσίας
- II) Τον τίτλο των παραδοτέων
- III) Τον αριθμό και το όνομα του υπό μελέτη τμήματος
- IV) Την ημερομηνία παραγωγής

Τα περιεχόμενα των ηλεκτρονικών μέσων θα κατατίθενται ηλεκτρονικά (σε μορφή αρχείου κειμένου) και σε έντυπη μορφή.

Γ) Πολιτική διασφάλισης ποιότητας

Αν και δεν ζητείται από τον ανάδοχο να διαθέτει πιστοποίηση, είναι απαραίτητη η τήρηση διαδικασιών «σωστής πρακτικής» από κάθε μελετητή, γνωμοδότη ή ειδικό σύμβουλο που θα ασχοληθεί με εργασίες στο πλαίσιο των μελετών. Ενδεικτικά, αναφέρονται οι διαδικασίες εκείνες,

οι οποίες αποτελούν τον ελάχιστο απαιτούμενο βαθμό αποδεκτής πρακτικής, που αναμένεται να τηρήσει ο μελετητής κατά την εκπόνηση της μελέτης.

α) Διαδικασία για την εκπόνηση, τον έλεγχο και την εξέταση υπολογισμών και άλλων στοιχείων.

β) Αναφορά στην εισαγωγή του τεύχους υπολογισμών των κανονισμών μελέτης και των παραδοχών που εφαρμόστηκαν.

γ) Καθαρή και ευδιάκριτη αναγραφή σε όλους τους υπολογισμούς, πίνακες, σχέδια, εκθέσεις και λοιπά στοιχεία, του σταδίου εξέλιξής τους, του ονόματος του συντάκτη κλπ.

δ) Σύστημα διαχείρισης εγγράφων, σύμφωνα με το οποίο καταγράφονται όλες οι εισερχόμενες εκθέσεις, μελέτες και αλληλογραφία.

ε) Διαδικασία για τον έλεγχο αλλαγών των μελετών.

στ) Σύστημα καταγραφής αλλαγών στις μελέτες από εσωτερικές και εξωτερικές πηγές.

ζ) Αρχαιοθέτηση των αντιγράφων ελέγχου, ώστε να καταγράφεται το ιστορικό των αλλαγών.

η) Σύστημα διανομής για την πληροφόρηση των στελεχών της Ομάδας Μελέτης σχετικά με τις αλλαγές και τη σχετική αλληλογραφία

θ) Διαδικασία για τον έλεγχο προόδου του έργου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β – Χρονοδιάγραμμα μελέτης και τμηματικών παραδόσεων

A.1. Η προθεσμία για την παράδοση των διαλαμβανομένων στο Στάδιο Α της μελέτης ορίζεται **σε ένα (1) μήνα** από την υπογραφή του ιδιωτικού συμφωνητικού, με την υποβολή Εκτίμησης Έργου.

A.2. Η προθεσμία για τις τροποποιήσεις/συμπληρώσεις της πρότασης επί τη βάσει των τυχόν παρατηρήσεων της ΥΣΜΑ/ΕΣΜΑ ορίζεται **σε πέντε (5) ημερολογιακές ημέρες** από την συνεδρίαση της Ε.Ε. του έργου με θέμα την έγκριση της πρότασης.

A.3. Η προθεσμία για την παράδοση των διαλαμβανομένων στο Στάδιο Β – α' φάση της μελέτης (προχωρημένη προμελέτη σε επίπεδο οριστικής) ορίζεται **σε τέσσερις (4) μήνες** από την κοινοποίηση της εγκριτικής απόφασης της ΕΣΜΑ.

A.4. Η προθεσμία για τις τροποποιήσεις/συμπληρώσεις επί του συνόλου της μελέτης με βάση τις τυχόν παρατηρήσεις της ΕΣΜΑ ορίζεται **σε πέντε (5) ημερολογιακές ημέρες** από τη συνεδρίαση της ΕΣΜΑ με θέμα την έγκριση της μελέτης του Αναδόχου.

A.5. Η προθεσμία για τις τροποποιήσεις/συμπληρώσεις του συνόλου της μελέτης με βάση τις τυχόν παρατηρήσεις του Κ.Α.Σ. ορίζεται **σε τριάντα (30) ημερολογιακές ημέρες** από την ημερομηνία κοινοποίησης στον Ανάδοχο της σχετικής απόφασης του ΚΑΣ με παρατηρήσεις επί της μελέτης του Αναδόχου.

A.6. Η προθεσμία για την παράδοση των διαλαμβανομένων στο Στάδιο Γ της μελέτης (μελέτη εφαρμογής) ορίζεται **σε δύο (2) μήνες** από την κοινοποίηση της εγκριτικής απόφασης της ΕΣΜΑ ως προς τη συμμόρφωση προς τις παρατηρήσεις του ΚΑΣ.

A.7 Το χρονοδιάγραμμα εκπόνησης της μελέτης συνοψίζεται στον παρακάτω πίνακα:

Στάδιο μελέτης	Διάρκεια (ημέρες)	Συνολικός χρόνος από την έναρξη
Υποβολή τροποποιημένου χρονοδιαγράμματος	15	15
Στάδιο Α – υποβολή Εκτίμησης Έργου	30	30
Έγκριση «Εκτίμησης Έργου»	10	40
Στάδιο Β (α' φάση)– υποβολή «προχωρημένης προμελέτης σε επίπεδο οριστικής»	120	160
Έγκριση «Προμελέτης» από ΕΣΜΑ, ΚΑΣ	40	200
Στάδιο Β (β' φάση) - Υποβολή «Οριστικής μελέτης» σύμφωνα με τις παρατηρήσεις γνωμοδότησης του ΚΑΣ	30	230
Έγκριση «Οριστικής μελέτης» από ΕΣΜΑ	10	240
Στάδιο Γ – υποβολή «Μελέτης εφαρμογής – Τευχών δημοπράτησης»	60	300

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ - Υπάρχουσες μελέτες/εκθέσεις/εισηγήσεις σχετικές με την υπό ανάθεση μελέτη

Τα κατωτέρω στοιχεία ευρίσκονται στο αρχείο της ΥΣΜΑ και ο ανάδοχος θα έχει ελεύθερη πρόσβαση σε αυτά κατά τη διάρκεια εκπόνησης της μελέτης.

α) Σεισμολογικού ενδιαφέροντος

1. «Μελέτη σεισμικής επικινδυνότητας στην περιοχή της Ακρόπολης», Γ.Ν. Σταυρακάκης, Δ/ντης Ερευνών Γεωδυναμικού Ινστιτούτου Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Απρίλιος, 2009)
2. Kalogeras I., Egglezos, D.: "Strong motion record processing for the Athenian Acropolis seismic response Assessment" in Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites 2013, pp. 483-492
3. Ψυχάρης, Ι.: «Επιλογή κατάλληλων επιταχυνσιογραφημάτων για δυναμικές αναλύσεις των μνημείων της Ακρόπολης», Έκθεση Ερευνητικού Προγράμματος (σε συνεργασία του Εργαστηρίου Αντισεισμικής Τεχνολογίας του ΕΜΠ με την ΥΣΜΑ του ΥΠΠΟΑ), 2015
4. Ντινούδη Όλγα: «Μελέτη της σεισμικής απόκρισης του βράχου της Ακρόπολης των Αθηνών και των Προπυλαίων», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Νοέμβριος 2015
5. C. Cauzzi, I. Kalogeras, N. Melis, M. Stupazzini, I. Mazzieri, J. Clinton : "Preliminary Results on the Seismic Response of the Akropolis of Athens (Greece) through Recorded Earthquake Data and Numerical Simulations"

β) Γεωτεχνικού ενδιαφέροντος

1. Ι. Κ. Τρικκαλινού: «Η γεωλογία της Ακροπόλεως – μικροτεκτονικά έρευναι», 1972
2. Ι. Κ. Τρικκαλινού: «Τρόποι διατήρησης της σημερινής μορφολογίας της Ακροπόλεως», 1975
3. Β. Ανδρονόπουλου, Γ. Κούκη: «Γεωτεχνική Μελέτη της περιοχής Ακροπόλεως Αθηνών», Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών, Αθήνα 1976
4. Δ. Μονοκρούσου: «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης: Α. Νότιο πρानές – ανατολικό τμήμα», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 1994
5. Δ. Μονοκρούσου: «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης : Β. Νότιο πρानές – δυτικό τμήμα», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 1994
6. Δ. Μονοκρούσου: «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης : Γ. Βορεινό πρानές – δυτικό τμήμα», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 1994
7. Δ. Μονοκρούσου: «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης: Δ. Βορεινό πρानές – ανατολικό τμήμα», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 1994
8. Δ. Μονοκρούσου: «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Βραχομηχανικές διερευνήσεις, μέτρα στερέωσης: Ε. Ανατολικό πρानές», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 1994
9. Δ. Μονοκρούσου: «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, εργαστηριακές δοκιμές – Τόμος 1», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 1994
10. Δ. Μονοκρούσου: «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, εργαστηριακές δοκιμές – Τόμος 2», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 1994
11. «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Γεωλογικές, τεκτονικές και ορυκτολογικές μελέτες – Τόμος 1», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 1994

12. «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Δειγματοληπτικές γεωτρήσεις, «Έργο στερεώσεως βράχων Ακροπόλεως - Γεωλογικές, τεκτονικές και ορυκτολογικές μελέτες – Τόμος 2», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 1994
13. E. Hackl und M. Arwanitakis, Der Akropolishügel von Athen (Eine felsmechanische Beurteilung seines derzeitigen Zustandes und generelle Sanierungsmaßnahmen), Rock Mechanics, Suppl. 8, pp.317-332 (1979)
14. Γρ. Τσόκα, Π. Τσούρλου, Κ. Τοκμακίδη, Α. Σαρρή, Α. Σταμπολίδη, Ν. Παπαδόπουλου, Μ. Σύλλα, Β. Ναξάκη: «Ηλεκτρικές τομογραφίες επί του τείχους της Ακροπόλεως των Αθηνών», Αρχείο ΥΣΜΑ 2006
15. Egglezos D., Ioannidou M., Moullou D. , Kalogeras I., ''Geotechnical issues of the Athenian Acropolis'', *Geotechnics and Heritage*, Bilotta E., Flora A., Lirer S. & Viggiani C., University of Naples Federico II, Italy, 2013
16. Ε. Καμπούρογλου: «Έκθεση επί των Υδρογεωλογικών και Τεχνικογεωλογικών συνθηκών πηγής Κλεψύδρας και της περιοχής του λόφου της Ακρόπολης Αθηνών», Αρχείο ΥΣΜΑ, 2013
17. Πουλημένος Γ., «Γεωφυσική έρευνα με τη μέθοδο της ηλεκτρομαγνητικής διασκόπησης V.L.F. για την προστασία του περιβάλλοντος του λόφου της Ακρόπολης», Αρχείο ΥΣΜΑ, Αθήνα 2014
18. Δ. Εγγλέζου: «Μελέτη στερέωσης ασταθειών των βραχωδών πρανών κατά μήκος των ΝΔ προσβάσεων στον αρχαιολογικό χώρο της Ακρόπολης» Ιούλιος 2014
19. Δ. Μονοκρούσου: «Μελέτη στερέωσης βραχωδών μαζών στα σπήλαια Διός και Απόλλωνος στο βόρειο πρανές της Ακρόπολης και δομική αποκατάσταση του υποβάθρου και των τοιχωμάτων από αποκολλημένες βραχώμαζες στη θολωτή κατασκευή πάνω από την πηγή της Κλεψύδρας», Αύγουστος 2014
20. Φ. Πέτση: «Γεωτεχνική Μελέτη – Εκτιμήσεις ευστάθειας και υπολογισμοί στο νότιο τείχος της Ακροπόλεως στην περιοχή 6^{ης}-7^{ης} αντηρίδας», 2016

γ) Αρχαιολογικού ενδιαφέροντος και γενικής τεκμηρίωσης

1. Π. Καββαδία, G. Kawerau: «Η ανασκαφή της Ακροπόλεως», Εκδ. ΕΣΤΙΑ, Αθήνα 1907
2. Bundgaard, J.A., *The Excavation of the Athenian Acropolis, 1882-1890*. Copenhagen 1974
3. Bundgaard, J. A., *The Parthenon and the Mycenaean City on the Heights*, Copenhagen 1976
4. Ιωαννίδου Μ., ''Περιμετρικά τείχη της Ακρόπολης , Τεκμηρίωση – μελέτες – έργα 1980- 2010, Κατάσταση διατήρησης – προτάσεις επέμβασης'', Αρχείο ΥΣΜΑ, 2012
5. Korres, M., ''The Pedestals and the Acropolis South Wall'', *Attalos, Athens and the Acropolis*, Stewart A., Cambridge University Press 2004, pp. 242-337
6. Κορρές, Μ.: "Τοπογραφικά ζητήματα της Ακροπόλεως", www.eie.gr/archaeologia/gr/chapter_more_3.aspx, *Αρχαιολογία της πόλης των Αθηνών*, 1999
7. Korres, M.: "On the North Acropolis Wall", in M. Stamatopoulou – M. Yeroulanou (ed.), *Excavating Classical Culture. Recent archaeological discoveries in Greece*, BAR International Ser.1031, Oxford 2002, pp. 179–186
8. Μανιδάκη Β.: ''Τα περιμετρικά τείχη της Ακρόπολης, τεκμηριωτικές εργασίες και μελέτες 1980-2005, σύντομος απολογισμός'', Αρχείο ΥΣΜΑ, 2006
9. Μοροπούλου Α., Μπακόλας Α., Καρόγλου Μ., «Τεχνική έκθεση χαρακτηρισμού των κονιαμάτων του Νότιου Τείχους της Ακρόπολης - Πρόταση κονιαμάτων αποκατάστασης για το Νότιο Τείχος», Αρχείο ΥΣΜΑ, 2013

10. Μπακόλας, Α. & Καρόγλου, Μ. «Χαρακτηρισμός των κονιαμάτων του Τείχους της Ακρόπολης – Πρόταση κονιαμάτων αποκατάστασης» Αρχείο ΥΣΜΑ, 2017
11. J. Stuart - N. Revett, *The Antiquities of Athens II*, 1787, 9
12. Τανούλας, Α., *Τα Προπύλαια της Αθηναϊκής Ακρόπολης κατά τον Μεσαίωνα*, Η εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία 1997
13. Wiegand Th., *Die archaische Poros - Architektur der Akropolis zu Athen*, Kassel-Leipzig 1904