

ΕΦΟΡΕΙΑ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΩΝ ΚΥΚΛΑΔΩΝ

**ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΝΑΟΥ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣ ΣΙΚΙΝΟΥ**



ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ & ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ

Πολιτικοί Μηχανικοί ΕΜΠ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2016

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΑΡ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΗ ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΕΘΝΙΚΟΥ ΜΕΤΣΟΒΙΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ 29876
Κ. ΠΑΠΑΡΡΗΓΟΠΟΥΛΟΥ 18 - ΑΘΗΝΑ 11473, ΤΗΛ: 210 6469575
ΑΦΜ: 020860642 - ΔΟΥ: ΙΓ' ΑΘΗΝΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	3
2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ.....	3
2.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	4
2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	4
2.4 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	4
2.5 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	6
3 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	7
3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ.....	7
3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ	9
3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΑΝΑ ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ.....	9
3.4 ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ	14
4 ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ	15
4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ.....	15
4.2 ΣΤΟΧΟΙ & ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	15
4.3 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	17
5 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ	24
5.1 ΓΕΝΙΚΑ	24
5.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΑΡΧΙΚΗ ΦΑΣΗ.....	25
5.3 ΠΡΟΤΑΣΗ.....	26
5.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	27
6 ΕΠΙΛΟΓΟΣ	28

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο του παρούσας τεχνικής έκθεσης είναι η στερέωση και αποκατάσταση του ναού Επισκοπής Σικίνου. Περιγράφονται οι γενικές παράμετροι της περιοχής, η υφιστάμενη κατάσταση και παθολογία του δομήματος και οι προτάσεις επεμβάσεων με συνοπτική τεχνική περιγραφή.

Το σχεδιαστικό υπόβαθρο και η αρχιτεκτονική και ιστορική τεκμηρίωση πραγματοποιήθηκαν από τους μηχανικούς και αρχαιολόγους της Εφορείας Αρχαιοτήτων Κυκλάδων. Η γεωτεχνική μελέτη εκπονήθηκε από την εταιρεία «ΕΔΑΦΟΣ».

Η μελέτη βασίζεται σε επίσκεψη που πραγματοποιήθηκε το Μάρτιο του 2016, κατά την οποία έγιναν παρατηρήσεις και επιμέρους μετρήσεις ρηγματώσεων και μετακινήσεων, προκειμένου να αντληθούν στοιχεία για την τεκμηρίωση και ερμηνεία της παθολογίας και τη σύνταξη των επεμβάσεων.

Η στατική μελέτη χρηματοδοτήθηκε από την Ελληνική Εταιρεία Περιβάλλοντος και Πολιτισμού μέσω χορηγίας του κ. Θανάση Μαρτίνου, στους οποίους οφείλονται ιδιαίτερες ευχαριστίες.

Η ομάδα στατικής μελέτης αποτελείται από τους Παναγιώτη Παναγιωτόπουλο, Πολιτικό Μηχανικό Ε.Μ.Π. , Νικόλαο Παπαηλίου, Πολιτικό μηχανικό Ε.Μ.Π. - MSc Δομοστατικός Σχεδιασμός & Ανάλυση Κατασκευών Ε.Μ.Π. , Βασίλειο Κασίμη, Πολιτικό μηχανικό Ε.Μ.Π. - MSc Συντήρηση και Αποκατάσταση Ιστορικών Κτιρίων & Συνόλων Ε.Μ.Π. και Αναστάσιο Δρούγκα, Πολιτικό μηχανικό Ε.Μ.Π. - Δρ. Πανεπιστημίου BarcelonaTech.

2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΘΕΣΗ

Ο ναός της Επισκοπής Σικίνου βρίσκεται προς τη δυτική πλευρά του νησιού, σε θέση (Εικ. 2.1) με συντεταγμένες ($36^{\circ}40'11.47''\text{B}$, $25^{\circ}5'33.28''\text{A}$) και υψόμετρο 315 m. Απέχει περίπου 230 m από το πλάτωμα του αμαξιτού δρόμου που διασχίζει το νησί και καταλήγει στην ευρύτερη έκταση που περιβάλλει το ναό.



Εικ. 2.1 : Δορυφορική εικόνα της περιοχής.

2.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η Σίκινος εμφανίζει μικρή έκταση και χαρακτηρίζεται γενικώς από ορεινό ανάγλυφο. Η ευρύτερη περιοχή του ναού προς τα νοτιοανατολικά χαρακτηρίζεται από ήπια κατωφέρεια μέσης κλίσεως¹ 20%. Η έκταση που περιβάλλει την Επισκοπή χαρακτηρίζεται από αναβαθμούς οι οποίοι εκτιμάται πως διαμορφώθηκαν κατά την περίοδο που λειτουργούσε ως μοναστήρι σε απάντηση της ανάγκης για καλλιεργήσιμη γη. Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται ως επί το πλείστον από επιφανειακή εμφάνιση του μητρικού πετρώματος.

2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή του έργου, σύμφωνα με τον γεωτεχνικό χάρτη² του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών ερευνών (ΙΓΜΕ) κατατάσσεται (Εικ. 2.2) στις κατηγορίες *gn* και *mr*.

Λεπτομερή στοιχεία παρατίθενται στη γεωτεχνική μελέτη.



Εικ. 2.2 : Απόσπασμα γεωτεχνικού χάρτη.

2.4 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Σύμφωνα με τον σεισμοτεκτονικό χάρτη³ (Εικ. 2.3) του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών ερευνών (ΙΓΜΕ) η περιοχή ανήκει στην κατηγορία *gn* (γνεύσιοι και αμφιβολίτες) και *mr* (μάρμαρα, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι και σιπολίνες).

Βορείως της Σικίνου εμφανίζεται ομάδα ρηγμάτων παραλλήλων προς τη διεύθυνση του νησιού (ΝΔ-ΒΑ), διεύθυνση που χαρακτηρίζει γενικώς τα ρήγματα της ευρύτερης γεωγραφικής έκτασης των Κυκλάδων.

Λεπτομερή στοιχεία παρατίθενται στη γεωτεχνική μελέτη.

¹ Google earth

² Γεωτεχνικός χάρτης της Ελλάδας, ΙΓΜΕ, 1993

³ Σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας, ΙΓΜΕ, 1989



Εικ. 2.3 : Απόσπασμα σεισμοτεκτονικού χάρτη.

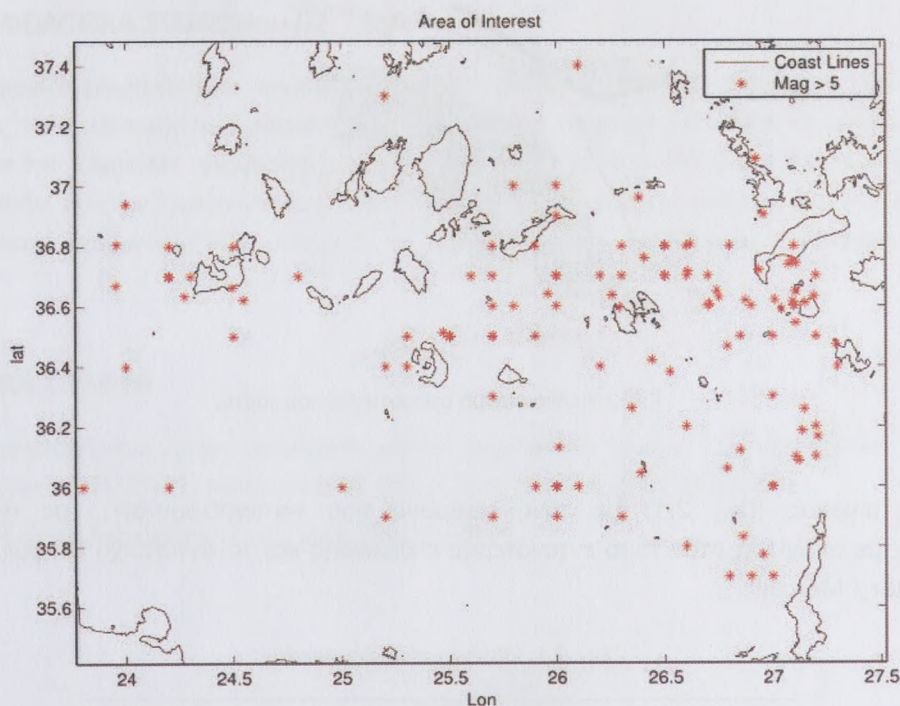
Παρατίθεται πίνακας (Πιν. 2.1) με τους σεισμούς που καταγράφονται⁴ με ασφαλή στοιχεία χρονολόγησης, με αναφορά στον τόπο εντονότερης εκδήλωσης και το αντίστοιχο εκτιμώμενο μέγεθος σε κλίμακες Richter / Mercalli:

Πιν. 2.1: Ιστορικοί σεισμοί περιοχής.

Έτος	Τόπος Εκδήλωσης	Μέγεθος
46	Σαντορίνη	7.2 / X
1650	Σαντορίνη	- / -
1707	Σαντορίνη	6.0 / -
1733	Πάρος, Σίφνος	6.4 / VIII
1735	Μήλος	6.5 / IX
1862	Μήλος	7.0 / VIII
1630	Λευκάδα	6.6 / X
1866	Σαντορίνη	6.2 / VIII
1911	Σαντορίνη	7.1 / IV
1918	Μήλος	6.6 / VI
1919	Σαντορίνη	6.1 / VII
1920	Σαντορίνη	6.0 / VI
1935	Σαντορίνη	6.5 / V
1956	Αμοργός	7.5 / VIII

Στον χάρτη που ακολουθεί (Εικ. 2.4) αποτυπώνονται τα σεισμικά γεγονότα με μέγεθος > 5R που καταγράφηκαν στην περιοχή ενδιαφέροντος κατά την περίοδο 1902-2010.

⁴ Π. Σπυρόπουλου, Χρονικό των σεισμών της Ελλάδος, "Δωδώνη" 1997



Εικ. 2.4 : Σεισμικά γεγονότα μεγέθους >5R κατά την περίοδο 1902-2010.

Σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες⁵, το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος σεισμού για τα επόμενα 100 χρόνια εκτιμάται άνω του 7.4 R.

Σύμφωνα με το γενικευμένο χάρτη μεγίστων εντάσεων που αφορά στην ελληνική επικράτεια μεταξύ των ετών 1700 – 1981, η μέγιστη ένταση που έχει παρατηρηθεί είναι μεγέθους VII, κατά την κλίμακα Mercalli.

Σύμφωνα με τον ισχύοντα χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας⁶, η περιοχή κατατάσσεται στην κατηγορία χαμηλού κινδύνου (ΣΙ) με μέγιστη αναμενόμενη επιτάχυνση 1.6 m/sec^2 , για πιθανότητα υπέρβασης 10% για 50 έτη.

2.5 ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Σύμφωνα με το βροχομετρικό χάρτη της Ελλάδος (στοιχεία για περίοδο 1950 – 1974) η περιοχή δέχεται βροχόπτωση χαμηλότερη από 400 mm ετησίως.

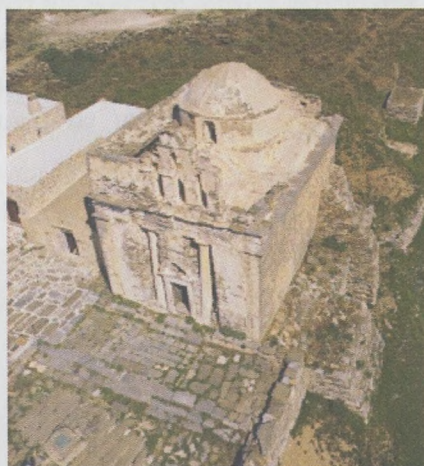
⁵ Ι. Δρακόπουλος, Κ. Μακρόπουλος 1982

⁶ Εθνικό προσάρτημα Ευρωκώδικα EN 1998

3 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ

Η Επισκοπή συνιστά δίχωρο κτήριο, αποτελούμενο από τον πρόναο με επίπεδο δώμα και το θολοσκέπαστο κυρίως ναό. Οι γενικές διαστάσεις του κτηρίου είναι 11.65×7.30 m, με μέγιστο ύψος στην κορυφή του τρούλλου 9.80 - 15.00 m, μετρούμενο από τη βόρεια και τη νότια πλευρά αντιστοίχως.



(α)



(β)

Εικ. 3.1 : Γενικές απόψεις του ναού: (α) από δυμάς και (β) από ανατολάς.

Το κτήριο εκτιμάται πως εδράζεται σε υγιές πέτρωμα ενώ η θεμελίωση ενδεχομένως να εμφανίζει αμφιπλεύρως ελαφρά διαπλάτυση, κατά συνήθη πρακτική. Η κόγχη, που συνιστά προσθήκη, ενδεχομένως να εδράζεται και αυτή στο μητρικό πέτρωμα είτε σε συμπαγή επίχωση. Ο χώρος κάτω από τον πρόναο είναι επιχωματωμένος, ενώ δυτικά του πλατώματος της εισόδου υπάρχει αβαθής στέρνα.

Ο κατακόρυφος φέρων οργανισμός του κτηρίου αποτελείται από λιθοδομή που εμφανίζει διαφορετική δομή ανάλογα με τη θέση (εσωτερική - εξωτερική παρειά, εσωτερικοί τοίχοι, δυτικός τοίχος, πρόσκτισμα δώματος) και τη φάση κατασκευής. Το πάχος των τοίχων του κυρίως ναού είναι περίπου 90 cm, ενώ στον πρόναο το πάχος τόσο των τοίχων της αρχικής φάσης όσο και της νεώτερης είναι περίπου 65 cm. Η θολοδομία εμφανίζει μέσο πάχος 30 cm.

Η εξωτερική παρειά της αρχικής κατασκευαστικής φάσης στον βόρειο και νότιο τοίχο εμφανίζεται επιμελημένη, με ημιλαξευτούς ασβεστολίθους διαστάσεων $20 \times 40 \times 30$ cm έως και $60 \times 160 \times 30$ cm, με λεπούς αρμούς (1-2 cm) πληρωμένους με ασβεστιτικό κονίαμα και πολύ συχνή παρεμβολή τσιβικωμάτων από σχιστολίθους (Εικ. 3.3).

Η εσωτερική παρειά της αρχικής φάσης, καθώς επίσης και ο εσωτερικός εγκάρσιος τοίχος μεταξύ προνάου και κυρίως ναού, αποτελούνται από αργολιθοδομή σχετικά καλής ποιότητας δόμησης με πάχος 65cm.

Η ποιότητα των παρειών και η κατά χώραν διαθεσιμότητα λίθων μεγάλων διαστάσεων, όπως προανεφέρθη, οδηγεί στην εκτίμηση ύπαρξης διάτονων λίθων, τουλάχιστον στους περιμετρικούς τοίχους. Παρά ταύτα, δεν εμφανίζεται μεγάλος βαθμός αλληλεμπλοκής μεταξύ του εσωτερικού εγκάρσιου και των εκατέρωθεν σε αυτόν τοίχων (βόρειο και νότιο).

Νεώτερες φάσεις με αρκετά καλής ποιότητας αργολιθοδομή συνιστούν το μεγαλύτερο μέρος του ανατολικού τοίχου, συμπεριλαμβανομένης της κόγχης και των τεσσάρων πεσσών στο εσωτερικό του κυρίως ναού, στους οποίους εδράζεται η θολοδομία. Ο δυτικός τοίχος και το πρόσκτισμα στο δώμα εμφανίζουν σαφώς χαμηλότερη ποιότητα κατασκευής.

Η θολοδομία της αρχικής φάσης (θολωτοί θάλαμοι υπογείου) αποτελείται από σχιστολίθους και ασβεστιτικό κονίαμα. Εκτιμάται πως και η νεώτερη θολοδομία είναι κατασκευασμένη με τον ίδιο τρόπο, ενδεχομένως με επανάχρηση των υλικών του αρχικού ημικυλινδρικού θόλου. Τα τέσσερα οξυκόρυφα τόξα του κυρίως ναού έχουν άνοιγμα 3.90m, ύψος 2.20-2.30m και εδράζονται επί των τεσσάρων πεσσών.

Το επίπεδο δώμα του προνάου αποτελείται από δύο ζεύγη αμφιερείστων ασβεστολιθικών δοκών επί των οποίων εδράζονται αμφιερείστες σχιστολιθικές πλάκες. Για την ακρίβεια, από το βορινό ζεύγος έχει αφαιρεθεί η βορειότερη δοκός και έχει αντικατασταθεί από ξύλινη, προκειμένου να διαμορφωθεί πρόσβαση στην κατασκευή του δώματος.



(α)



(β)

Εικ. 3.2 : Δόμηση τοιχοποιίας: (α) εξωτερική (αρχική και νεώτερη φάση) και (β) εσωτερική παρειά (αρχική φάση).



Εικ. 3.3 : Δόμηση κατά το πάχος (μεταγενέστερη φάση - στάθμη γείσου).

Οι κίονες του δυτικού τοίχου συνιστούν τα μοναδικά κατακόρυφα γραμμικά στοιχεία του κατά την αρχική φάση, και έφεραν τα επιστύλια, τη ζωφόρο και το γείσο. Το σύστημα των τριών μελών διέτρεχε όλη την περίμετρο της στέψης του κτηρίου, που διέθετε αετωματικές απολήξεις προς ανατολάς και δυσμάς. Κατά πάσα πιθανότητα, την απώλεια των οριζοντίων μελών της δυτικής όψης ακολούθησε η κακότεχνη φραγή των μετακινίων διαστημάτων.

Τα θυρώματα τόσο του εσωτερικού εγκάρσιου τοίχου, που συνιστά αρχική φάση, όσο και του νεωτέρου δυτικού, αποτελούνται από ασβεστολιθικά μέλη όπως και οι προαναφερθείσες δοκοί.

Οι λίθινες αντηρίδες συνιστούν ενισχυτικές διατάξεις, κατασκευασμένες σε δύο διαφορετικές φάσεις. Όπως μαρτυρά η εμφάνιση αρχιτεκτονικών μελών από τη στέψη των τοίχων, η προς ανατολάς αντηρίδα κατασκευάστηκε μετά από την προαναφερθείσα κατάρρευση του δυτικού τοίχου, ή μάλλον του δυτικού αετώματος.

Δεν μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο να κατέρρευσαν με την ίδια αφορμή τόσο το δυτικό όσο και το ανατολικό αέτωμα, και αυτή η εκτεταμένη αλλοίωση να έδωσε την αφορμή για ριζική ανακατασκευή του ναού, με προσθήκη κόγχης και θολοδομίας.

Σε κάθε περίπτωση, η πρώτη ενισχυτική αντηρίδα προφανώς απεδείχθη ανεπαρκής και σε μεταγενέστερη φάση προσετέθη εφαπτομενικά ως προς αυτήν και η δεύτερη, αισθητά ογκωδέστερη. Δημιουργεί απορία το γεγονός ότι προσετέθη αντηρίδα στην ίδια θέση με την υφιστάμενη, ενώ είναι μάλλον βέβαιο πως το κτήριο θα είχε ανάγκη τέτοιας ενίσχυσης περί το μέσον του, σε συνέχεια με τον εσωτερικό εγκάρσιο τοίχο.



(α)



(β)

Εικ. 3.4 : Δείγματα κονιάματος δομής (α) και (β) αργών λίθων από την εσωτερική παρειά των τοίχων.

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ

Τα σημαντικότερα δομοστατικά προβλήματα του Ναού της Επισκοπής συνιστούν η απόκλιση του νοτίου τοίχου από την κατακόρυφο και η αποκόλληση από τους εγκάρσιους σε αυτόν τοίχους. Ο ανατολικός και ο εσωτερικός εγκάρσιος τοίχος εμφανίζουν διαμπερείς ρωγμές και ο δυτικός χαρακτηρίζεται από αποδιοργάνωση της εξ αρχής πρόχειρης δομής του, κυρίως στο υπερκείμενο τμήμα της θύρας μέχρι και τη στάθμη του επιστυλίου. Ο βόρειος τοίχος είναι σε καλή κατάσταση με ασήμαντες μικρορηγματώσεις στην ανώτερη στάθμη του.

3.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΑΝΑ ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

3.3.1 ΘΕΜΕΛΙΩΣΗ

Τα θεμέλια δεν είναι εμφανή, ωστόσο δεν διαπιστώθηκαν βλάβες στην ανωδομή που να σχετίζονται με αστοχία της θεμελίωσης ή άλλα εδαφοτεχνικά ζητήματα.

Από τις επιτόπιες παρατηρήσεις της ομάδας των εδαφοτεχνικών μηχανικών προκύπτει το συμπέρασμα πως ο ναός έχει θεμελιωθεί στο μητρικό πέτρωμα της περιοχής που είναι ο μαρμαρυγιακός σχιστόλιθος.

Σύμφωνα με τη σχετική μελέτη, πρόκειται για κατεξοχήν βραχώδη σχηματισμό με πολύ μικρό μανδύα αποσάθρωσης της τάξεως των 20-30 cm, ο οποίος δεν δημιουργεί ανησυχία για προβλήματα γεωτεχνικής φύσεως.

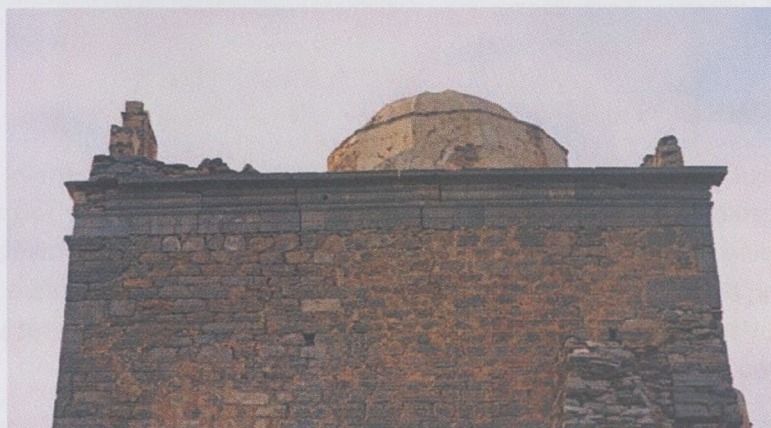
3.3.2 ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

Όπως προανφέρθη, το σημαντικότερο πρόβλημα του ναού συναντάται στο νότιο τοίχο ο οποίος παρουσιάζει σημαντική απόκλιση από την κατακόρυφο, έως και 30cm στη στάθμη του κοσμήτη. Η εν λόγω στρόφη έχει αποτυπωθεί με όμοια μορφή και μέγεθος στα σχέδια του Τραυλού το 1969. Ως εκ τούτου, τεκμαίρεται πως η κατάσταση είναι παγιωμένη και δεν έχει εμφανίσει σημαντική επιδείνωση κατά τα τελευταία 50 έτη.

Η εξωτερική παρειά του τοίχου παρουσιάζει σύστημα σχεδόν κατακόρυφων ρηγματώσεων με εύρος έως και 30 mm, το οποίο βαίνει μειούμενο προς τα κάτω. Η μεγαλύτερη πυκνότητα ρωγμών εμφανίζεται στην περιοχή συμβολής του νοτίου με τον εσωτερικό εγκάρσιο τοίχο. Περί το μέσον της όψης διαπιστώθηκαν αρμολογήματα επισκευής σε μία εκτεταμένη επιφάνεια και μία κατακόρυφη διαμπερής ρωγμή εύρους 10 - 30 mm στη στάθμη του επιστυλίου.

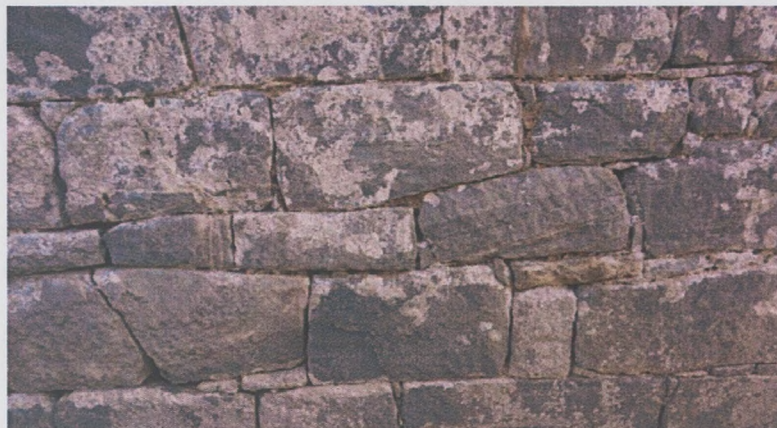
Στην εσωτερική παρειά του νοτίου τοίχου, εκτός της προαναφερθείσας ρηγμάτωσης παρατηρήθηκαν αποκολλήσεις του από το μεταγενέστερο ΝΑ πεσσό, της τάξεως των 15 mm. Οι αποκολλήσεις αυτές εμφανίζονται από τη στάθμη του κοσμήτη και κάτω σε μήκος έως και 3 m. Επιπλέον, διαπιστώθηκαν λοξές ρωγμές περιορισμένου μήκους και εύρους έως 30 mm κοντά στο ΝΑ και ΝΔ πεσσό. Αξίζει να σημειωθεί πως το τμήμα του τοίχου άνωθεν του κοσμήτη χαρακτηρίζεται από χαμηλή ποιότητα δόμησης.

Το σύστημα του επιστυλίου, της φρίζας και του γείσου, που διατρέχει όλη τη νότια όψη παρουσιάζει μικρομετακινήσεις και στρόφες περί κατακόρυφο άξονα. Θραύσεις διαπιστώθηκαν στο γείσο, ενώ στα υποκείμενα μέλη κατεγράφησαν διανοίξεις αρμών από 15 έως 30 mm.

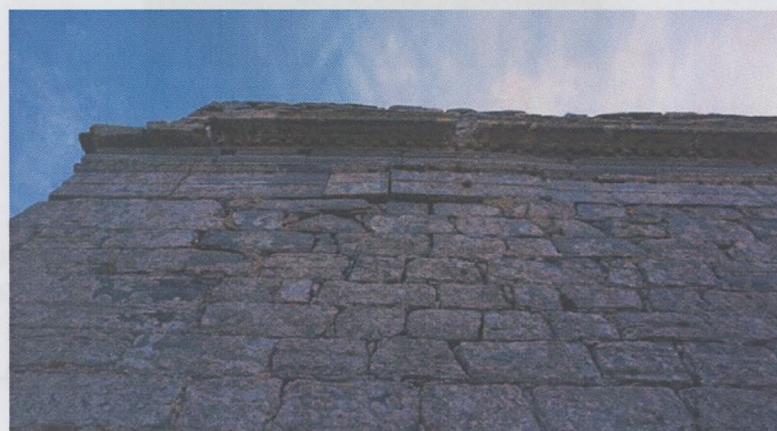


Εικ. 3.5 : Νότια όψη.

Ο βόρειος τοίχος είναι γενικώς σε καλή κατάσταση. Δεν παρατηρήθηκαν παραμορφώσεις, παρά μόνον ορισμένες θραύσεις λίθων, μικρομετακινήσεις και στρόφες εντός επιπέδου σε ορισμένα λιθοσώματα της εξωτερικής όψεως (Εικ. 3.6) Εικ. 3.6. Το σύστημα επιστύλιο - φρίζα - γείσο παρουσιάζει μικρές διανοίξεις αρμών έως 15 mm κυρίως στο ανατολικό και δυτικό άκρο του τοίχου, καθώς και στρόφες περί κατακόρυφο άξονα (Εικ. 3.7).



Εικ. 3.6: Βόρεια όψη - θραύσεις λίθων και στροφές εντός επιπέδου.



Εικ. 3.7: Βόρεια όψη - θραύσεις λίθων και στροφές εντός επιπέδου.

Ο δυτικός τοίχος του ναού δε συνδέεται με τους διαμήκεις και παρουσιάζει γενικώς πτωχή ποιότητα δόμησης, αποδιοργανωμένη σε σημαντικό βαθμό, ιδίως άνωθεν του θυρώματος. Οι δύο κίονες εμφανίζουν απόκλιση από την κατακόρυφο προς τα κατάντη, ήπια ο βόρειος και πολύ έντονη ο νότιος. Μάλιστα, ο νότιος παρουσιάζει διάνοιξη του αρμού στη βάση της τάξεως των 10 mm.

Η πολύ μεγάλη κλίση του νοτίου κίονα, σε συνδυασμό με την απώλεια της αρχικής ανωδομής του (αέτωμα και μεγάλο τμήμα του επιστυλίου) οδηγεί στην πιθανότητα να πρόκειται για κακότεχνη ανακατασκευή του. Δεν αποκλείεται, ωστόσο, η κατακόρυφη φόρτιση του κιονοκράνου από τις εδραζόμενες σε αυτό δίδυμες δοκούς του επιπέδου δώματος να το συγκράτησε έναντι οριστικής ανατροπής.

Όσον αφορά στη ανακατασκευασθείσα περιοχή άνωθεν του κιονοκράνου, παρατηρούνται διανοίξεις αρμών, ρηγματώσεις και ολισθήσεις - στροφές λίθων.

Το κωδωνοστάσιο εμφανίζει μικρή απόκλιση από την κατακόρυφο προς δυσμάς και σημαντική ρηγματώση της κλείδας του νότιου τόξου με εύρος 20 mm.



Εικ. 3.8: Δυτική όψη.

Ο εσωτερικός εγκάρσιος τοίχος, που χωρίζει τον πρόναο από τον κυρίως ναό, έχει πλήρη απώλεια σύνδεσης με το νότιο. Η απώλεια αυτή έχει οδηγήσει σε σημαντικές ρηγματώσεις και αποδιοργάνωση της περιοχής, με αύξηση του πάχους του τοίχου (φούσκωμα) πλησίον της βάσης του κατά περίπου 15 cm (Εικ. 3.11). Στην αντίστοιχη περιοχή συμβολής με το βόρειο τοίχο δεν εμφανίζεται καμία αποκόλληση, ωστόσο προκύπτει πως ακόμη και στην αρχική φάση υπήρχε μικρός βαθμός πλοκής. Τη συμπεριφορά του τοίχου είχε επιδεινώσει η κακότεχνη διάνοιξη θυρών εκατέρωθεν της κεντρικής. Παρότι ακολούθησε εκ νέου φραγή των ανοιγμάτων, η δομή του τοίχου, ιδίως κατά τη νότια πλευρά, παρέμεινε διαταραγμένη.

Σε υψηλότερη στάθμη, διαπιστώθηκαν ρωγμές, εμφανείς από την πλευρά του κυρίως ναού, με εύρος 10 - 30 mm. Η κλείδα και το τύμπανο του τόξου εμφανίζουν ρωγμές που διαπερνούν τον κοσμήτη και καταλήγουν στη γένεση του τόξου της θύρας. Επιπλέον, παρατηρήθηκαν αποκολλήσεις του εγκάρσιου τοίχου από τον ΝΔ και ΒΔ πεσσό, καθώς και του τυμπάνου του τόξου (Εικ. 3.9).

Από την πλευρά του προνάου παρατηρήθηκαν σημαντικές θραύσεις στο κεντρικό θύρωμα και το υπερκείμενο επιστύλιο, το οποίο εμφανίζει και στροφές περί κατακόρυφο άξονα (Εικ. 3.10).



Εικ. 3.9 : Εγκάρσιος τοίχος - από τον κυρίως ναό.



Εικ. 3.10 : Εγκάρσιος τοίχος - από τον πρόναο.



Εικ. 3.11 : Εγκάρσιος τοίχος - νότιο τμήμα.

Ο ανατολικός τοίχος είναι κατασκευασμένος σε δύο κύριες φάσεις (παρεμβολή κόγχης ιερού) με μικρό βαθμό αλληλεμπλοκής μεταξύ τους. Η απουσία καλής πλοκής είναι ιδιαίτερα εμφανής στο νότιο τμήμα του καθώς υπάρχουν ρηγματώσεις με μεγάλο μήκος και εύρος από 5 έως 20 mm. Εμφανίζονται διαμπερείς ρωγμές στο τύμπανο του τόξου, την κόγχη του ιερού και τον τεταρτοσφαιρικό θόλο, με εύρος 5 - 10 mm. Στην εξωτερική όψη διαπιστώθηκαν σημαντικές ρηγματώσεις - αποκολλήσεις στο νότιο άκρο του τοίχου, οι οποίες σχετίζονται με την παραμόρφωση του νότιου τοίχου εκτός επιπέδου. Επιπλέον, ρωγμές έως 10 mm και διανοίξεις αρμών έως 30 mm παρατηρήθηκαν στο βόρειο άκρο του ανατολικού τοίχου (Εικ. 3.12).

Στους υπογείους θαλάμους δεν παρουσιάζονται βλάβες, παρότι η περιοχή είναι υποστυλωμένη πυκνά.

Το λιθόδομητο στηθαίο του δώματος εμφανίζει χαλαρή δομή, με αποπλυμένα αρμολογήματα και κονιάματα δομής, ωστόσο άνευ ρωγμών ή παραμορφώσεων.

3.3.3 ΘΟΛΟΔΟΜΙΕΣ

Οι θόλοι του υπογείου δεν παρουσιάζουν βλάβες πλην της απώλειας ενός μέρους των κονιαμάτων δομής, που εμφανίζεται σε όλη σχεδόν την επιφάνεια της οροφής του υπογείου.

Η θολοδομία του ναού δεν παρουσιάζει βλάβες. Η σημαντική παραμόρφωση εκτός επιπέδου του νότιου τοίχου δεν συναντάται στους θόλους του κυρίως ναού καθώς εδράζονται σε πεσσούς ανεξάρτητους από το νότιο τοίχο.



Εικ. 3.12: Ανατολικός τοίχος.

3.3.4 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Προανεφέρθη πως ο ναός εμφανίζει πολλαπλές κατασκευαστικές φάσεις, σημαντικό μέρος των οποίων συνιστούν οι ενισχύσεις μέσω των αντηρίδων του νοτίου τοίχου. Λεπτομερής ανάλυση των ιστορικών φάσεων περιλαμβάνεται στην τεχνική έκθεση αρχιτεκτονικής μελέτης.

3.4 ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ

Οι βλάβες που περιγράφηκαν ανωτέρω και συνοψίζονται σε εκτός επιπέδου μετακινήσεις - στροφές και διατμητικές αστοχίες (ρηγματώσεις - αποδιοργάνωση) αποδίδονται σε σεισμικές καταπονήσεις, υπό τις ασύμμετρες συνθήκες που προκαλεί η εκτιμώμενη ανισοσταθμία της θεμελίωσης του κτηρίου και οι διαφορετικές συνθήκες πλευρικής στήριξης.

Αναλυτικότερα, ο ρόλος του εδάφους δεν είναι καθοριστικός ως προς την αντοχή του αλλά ως προς τη μορφολογία του. Παρότι δεν είναι γνωστή η ακριβής γεωμετρία της θεμελίωσης του ναού, η περιοχή εμφανίζει κλίση προς τα νότια, γεγονός που οδηγεί το σχετικό τοίχο να έχει μεγαλύτερο ύψος από τον αντίστοιχο βόρειο. Ως εκ τούτου, η υπό διέγερση μάζα του και οι σεισμικές δυνάμεις είναι μεγαλύτερες, άρα και η τρωτότητά του.

Τα σεισμικά γεγονότα που έβλαψαν το ναό πρέπει να διακριθούν σε ιδιαίτερως καταστροφικά, τα οποία οδήγησαν στις προαναφερθείσες ανακατασκευές και ενισχύσεις, και λιγότερο σημαντικά τα οποία έδρασαν από κοινού με τη φθορά των υλικών προς τη σταδιακή απομείωση της φέρουσας ικανότητας του κτηρίου (αποπλύσεις κονιαμάτων, ρηγματώσεις, αποδιοργάνωση).

Επιβαρυντικός παράγων για την αστοχία της πρώτης φάσης κρίνεται η μορφή της σχετικής θολοδομίας. Οι ωθήσεις του αρχικού ημικυλινδρικού θόλου επιβάρυναν αποκλειστικά το νότιο και το βόρειο τοίχο του

μνημείου. Τούτο σε συνδυασμό με τη δυσμενή επίδραση της ανισοσταθμίας οδήγησε στη στροφή του νοτίου τοίχου, το σημαντικότερο μέρος της οποίας εκτιμάται πως συνέβη κατά το πρώτο κρίσιμο σεισμικό γεγονός.

4 ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Οι προτάσεις επεμβάσεων είναι σύμφωνες με την αρχιτεκτονική μελέτη και διέπονται από τις γενικές αρχές της αναστηλωτικής δεοντολογίας. Συγκεκριμένα:

1. Ο σεβασμός της αυθεντικότητας του μνημείου και του περιβάλλοντός του, με τη διατήρηση και ανάδειξη των αυθεντικών στοιχείων του.
2. Η ασφάλεια των εργαζομένων και των επισκεπτών.
3. Η αρχή της αναστρεψιμότητας των επεμβάσεων.
4. Η απλότητα και η οικονομία στην εφαρμογή των επεμβάσεων.

4.2 ΣΤΟΧΟΙ & ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Σύμφωνα με την παθολογία του κτηρίου και τις λειτουργικές προτάσεις τις αρχιτεκτονικής μελέτης προτείνονται οι ακόλουθες επεμβάσεις αποκατάστασης και ενίσχυσης. Για καλύτερη εποπτεία, η διατύπωση εκάστης επέμβασης ακολουθεί το προς αντιμετώπιση πρόβλημα ή απαίτηση. Κάποιες από τις επεμβάσεις απαντούν σε περισσότερες από μια απαιτήσεις, ωστόσο η αναφορά τους γίνεται άπαξ.

- Απώλεια φέρουσας ικανότητας λόγω δομικών αστοχιών και φθοράς.

1. Τοπικές επισκευές ρηγματώσεων και σφραγίσεις αρμών.

Οι εν λόγω εργασίες αποσκοπούν στην γενικότερη εξυγίανση των λιθοδομών και την προστασία τους έναντι διάβρωσης, ενώ αποτελούν προϋπόθεση των εργασιών ενεμάτωσης.

Οι τοπικές θραύσεις λίθων θα αντιμετωπισθούν γενικώς με συρραφές μέσω κλειδίων από λιθοσώματα ή τεχνητούς λίθους ή χαλύβδινες λάμες, σε συνδυασμό με καθαρισμό, αρμολόγηση και ενεμάτωση (τοπική είτε καθολική). Οι αποπλύσεις και η σαθρότητα στα κονιαμάτων λόγω φθοράς ή αστοχιών θα αντιμετωπισθούν μέσω καθαίρεσης και εκ νέου αρμολόγησης, σύμφωνα και με τις σχετικές προτάσεις της αρχιτεκτονικής μελέτης και της μελέτης συντήρησης.

2. Συνολική ενίσχυση των τοίχων και των θολοδομιών μέσω ενεμάτων.

Η εφαρμογή ενεμάτων, ιδίως σε περίπτωση τρίστρωτων ή πολύστρωτων τοιχοποιιών, αποκαθιστά τη συνέχεια μεταξύ των επαλλήλων κατακορύφων στρώσεων της τοιχοποιίας οδηγώντας στη διαμόρφωση μιας συμπαγούς μάζας που συμπεριφέρεται ενιαία.

Το μέτρο κρίνεται απολύτως απαραίτητο για τις θέσεις που εμφανίζουν αστοχίες και αποδιοργάνωση, όπως η ευρύτερη περιοχή της συμβολής του νοτίου τοίχου με τον εγκάρσιο εσωτερικό, καθώς επίσης και για την κόγχη του ιερού. Όσον αφορά στο δυτικό τοίχο, η εφαρμογή

ενεμάτων κρίνεται εξίσου απαραίτητη ώστε να τον καταστήσει συμπαγή και ικανό να συνεισφέρει στην ανάληψη οριζοντίων δυνάμεων. Επιπλέον, ενέματα θα εφαρμοστούν και στα εξωράχια των θόλων ώστε να πληρώσουν τις μικρορηγματώσεις που εμφανίζονται και να τους καταστήσουν συμπαγείς. Λόγω της έκτασης εφαρμογής που προκύπτει, κρίνεται πως το μέτρο είναι σκόπιμο να εφαρμοσθεί και στον υγιή βόρειο τοίχο για λόγους ομοιογένειας.

- Αποδιοργάνωση του εσωτερικού εγκάρσιου τοίχου.

3. Αποκατάσταση μέσω επισκευής ή και μερικής αναδόμησης.

Προκειμένου ο εγκάρσιος τοίχος να είναι συμπαγής και επαρκώς συνδεδεμένος με το νότιο, στον οποίο συμβάλλει, προτείνεται αποκατάσταση μέσω επισκευών όπως αυτές που προανέφερθαν, αλλά και μερική αναδόμηση. Η έκταση των εργασιών δε μπορεί παρά να καθοριστεί από τις επί τόπου συνθήκες, ωστόσο η γενική κατεύθυνση είναι αυτή της μικρότερης δυνατής παρέμβασης.

- Απόκλιση νοτίου τοίχου.

4. Εξασφάλιση σύνδεσης μεταξύ νοτίου & εγκαρσίων τοίχων (εσωτερικού, δυτικού) μέσω μεταλλικών ελκυστήρων.

Στόχος της επέμβασης είναι η παροχή ευστάθειας στο νότιο τοίχο, αξιοποιώντας το βάρος και τη δυσκαμψία των εγκαρσίων, μέσω της σύνδεσης που εξασφαλίζουν διαμπερείς μεταλλικοί ελκυστήρες.

Όσον αφορά στον εσωτερικό εγκάρσιο τοίχο, η τοποθέτηση προτείνεται να γίνει με διάτρηση καθ' όλη τη διαδρομή του ελκυστήρα, καθώς έτσι εξασφαλίζεται μεγαλύτερος βαθμός συνεργασίας και μηδαμνή οπτική όχληση. Για το δυτικό τοίχο, ο ελκυστήρας προτείνεται να γίνει εκτός της μάζας του τοίχου και παράλληλα - εφαπτόμενα προς την εσωτερική του επιφάνεια, προκειμένου να αποφευχθεί η διάτρηση αρχιτεκτονικών μελών του επιστυλίου.

Για τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας (μέγιστος μοχλοβραχίονας) και λειτουργικούς λόγους (αποφυγή διάτρησης αρχιτεκτονικών μελών) ο ελκυστήρας θα τοποθετηθεί σε στάθμη μεταξύ του επιστυλίου - γείσου και του εσωτερικού θυρώματος.

5. Εξασφάλιση σύνδεσης μεταξύ διαμήκων & εγκαρσίων τοίχων μέσω μεταλλικών αγκυρίων συρραφής.

Τα αγκύρια συρραφής συνιστούν πρόσθετα στοιχεία μεταφοράς διατμητικών δυνάμεων μεταξύ των συμβαλλόμενων λιθοδομών. Επιπλέον, εξασφαλίζουν την δυνατότητα κινητοποίησης του μηχανισμού τριβής μεταξύ των λιθοδομών, καθώς τις συγκρατούν εν επαφή.

Προτείνεται η τοποθέτηση μεταλλικών ράβδων μεταξύ του νοτίου τοίχου και των εγκαρσίων σε αυτόν (εσωτερικός, δυτικός) καθώς επίσης και μεταξύ του βορείου και του δυτικού τοίχου, σε εναλλάξ διάταξη και σε τέσσερις στάθμες μεταξύ του εδάφους και των προαναφερθέντων ελκυστήρων.

- Αποδιοργάνωση επιστυλίων - ζωφόρων - γείσων νοτίου τοίχου.

6. Σύνδεση των μελών μέσω μεταλλικών συνδέσμων

Η εν λόγω επέμβαση συνιστά επανάληψη της αρχικής κατασκευαστικής πρόβλεψης και αποσκοπεί στην εξασφάλιση των επιμέρους μελών έναντι ολισθήσεων και ανατροπών. Οι θέσεις έμπηξης των αρχαίων συνδέσμων είναι εμφανείς και αξιοποιήσιμες σε μεγάλο βαθμό. Ως εκ τούτου προτείνεται καθαρισμός του και εισαγωγή μεταλλικών ράβδων μορφής «Π».

Όσον αφορά στο μεμονωμένο μέλος της νοτιοανατολικής γωνίας το οποίο έχει μερικώς ανατραπεί, προτείνεται επανατοποθέτησή του με επαναφορά στην οριζοντιότητα.

- Απόκλιση κωδωνοστασίου.

7. Εξασφάλιση με μεταλλικές αντηρίδες.

Η εν λόγω διάταξη θα αυξήσει τη συνολική επιστρατευόμενη ροπή ευστάθειας του κωδωνοστασίου σε συνθήκες σεισμικής διέγερσης, μέσω της αξιοποίησης του βάρους και της ακαμψίας της περιοχής εξασφάλισης (θόλος δυτικής κεραίας).

Η επέμβαση θα συνδυαστεί με διάταξη σταθεροποίησης του κωδωνοστασίου εντός του επιπέδου του, αποτελούμενη από μεταλλικό ελκυστήρα και ελάσματα.

- Ενίσχυση τυμπάνου τρούλου

8. Εφαρμογή μεταλλικής περιδέσεως στη βάση του τυμπάνου του τρούλου.

Οι μεταλλικές περιδέσεις, ιδίως στις περιπτώσεις πολυγωνικών ή κυλινδρικών στοιχείων όπως τα τύμπανα των τρούλων, συνεισφέρουν στην ευρύτερη σταθερότητα της γεωμετρίας της θολοδομίας (τύμπανο και υποκείμενοι θόλοι).

Παρότι οι ορατές αστοχίες στην περιοχή περιορίζονται σε μικρορηγματώσεις στα εξωράχια των θόλων, το εν λόγω μέτρο προτείνεται για περαιτέρω ενίσχυση, συνεκτιμώντας το γεγονός πως είναι απλό στην εφαρμογή του και δεν επιφέρει αλλοίωση των αρχιτεκτονικών μελών ή αξιόλογη οπτική όχληση.

- Εξωτερική πρόσβαση στους υπόγειους χώρους.

9. Διάνοιξη και ανακατασκευή νοτίου αναλήμματος

Σύμφωνα με την αρχιτεκτονική μελέτη, προβλέπεται έξωθεν πρόσβαση στους χώρους του υπογείου. Προκειμένου να ικανοποιηθεί η εν λόγω απαίτηση, θα γίνει μερική καθαίρεση του νοτίου αναλήμματος, αφαίρεση των επιχωματώσεων και κατασκευή στεγασμένου διαδρόμου από λιθοδομή, ο οποίος εν συνεχεία θα επιχωθεί εκ νέου.

4.3 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

4.3.1 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

Για όσες από τις προβλεπόμενες εργασίες περιλαμβάνονται στις Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (ΦΕΚ Β' 2221/30-7-2012) γίνεται σχετική παραπομπή. Για τις λοιπές εργασίες ισχύουν όσα περιγράφονται στις σχετικές παραγράφους του παρόντος.

4.3.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Γενικού χαρακτήρα εργασίες όπως καθαιρέσεις τοιχοποιιών ή επιχρισμάτων, καθαρισμοί επιφανειών αρμών περιγράφονται στα ακόλουθα άρθρα των ΕΤΕΠ:

14-02-01-01	Καθαίρεση επιχρισμάτων
14-02-01-02	Καθαρισμός τοιχοποιίας
14-02-01-03	Διεύρυνση αρμών τοιχοποιίας
14-02-02-01	Τοπική αφαίρεση τοιχοποιίας με μηχανικά μέσα
14-02-02-02	Τοπική αφαίρεση τοιχοποιίας με εργαλεία χειρός

4.3.3 ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΡΩΓΜΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Οι ρηγματώσεις των λιθοσωμάτων θα αντιμετωπισθούν με λιθοσυρραφές. Ανάλογα με το εύρος της ρηγματώσεως προτείνονται δύο τύποι αποκατάστασης.

Σε περιπτώσεις ρωγμών μεγάλου εύρους (>3mm) οι λιθοσυρραφές πρέπει να γίνονται με κλειδιά, δηλαδή λιθοσώματα καταλλήλων διαστάσεων από το ίδιο υλικό, τα οποία σφηνώνονται με ισχυρό συνδετικό κονίαμα, αντικαθιστώντας αντίστοιχα λιθοσώματα τα οποία έχουν ρηγματωθεί ή έχουν ακατάλληλες διαστάσεις και τα οποία απομακρύνονται. Σε περίπτωση μεγάλων αρμών απαιτείται και συμπλήρωμα λίθων (τσιβίκωμα). Το κονίαμα συνδέσεως θα είναι το ίδιο με αυτό που θα χρησιμοποιηθεί για την αρμολόγηση και θα εφαρμόζεται επιμελώς, με επαρκή συμπίεση.

Σε περιπτώσεις εκτεταμένων ρηγματώσεων μικρού εύρους, όπου απαιτείται η ελαχιστοποίηση αντικατάστασης του αρχικού υλικού ή όπου είναι δυσχερής η εκτενής αντικατάσταση λιθοσωμάτων (οπτοπλινθοδομές ή λιθοδομές με πλακοειδείς λίθους), οι συρραφές πραγματοποιούνται μέσω ελασμάτων από ανοξείδωτο χάλυβα. Προτείνεται η χρήση τεμαχίων διατομής 50x3 mm από φύλλο ανάγλυφης λαμαρίνας ("μπακλαβαδωτή", "ρυζάκι") για αύξηση της πρόσφυσης. Τα τεμάχια θα κόβονται με μήκος μετρημένο επιτόπου και σύμφωνο με τις διαστάσεις των λίθων που πρόκειται να συνδέσουν, ενώ τα άκρα τους θα καμπυλώνονται σε ορθή γωνία και αντιπαράλληλη μεταξύ τους διεύθυνση για να αγκυρωθούν σε λίθους εκατέρωθεν της ρωγμής. Μετά την εισαγωγή επαρκούς ποσότητας κονιάματος εντός του αρμού, το έλασμα θα εισπιέζεται και θα διαμορφώνεται η τελική επιφάνεια του αρμού.

Και στις δύο περιπτώσεις, πριν την εφαρμογή απαιτείται βαθύς καθαρισμός των αρμών και απομάκρυνση κάθε σαθρού υλικού, όπως περιγράφεται και στο σχετικό κεφάλαιο.

Σχετικά άρθρα ΕΤΕΠ:

14-02-05-01	Λιθοσυρραφή
14-02-05-02	Συρραφή με οπλισμένες λεπτές ζώνες ραφής

Σχετική λεπτομέρεια: Λ1

4.3.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΡΜΟΛΟΓΗΜΑΤΩΝ

Πριν από τις εργασίες αρμολογήματος θα απομακρυνθούν από την επιφάνεια του τοίχου όσα κονιάματα δεν διατηρούνται σε καλή κατάσταση και θα ακολουθήσει ο σχετικός καθαρισμός της επιφάνειας του τοίχου.

Όπου το κονίαμα είναι πηλοκονίαμα και όχι ασβεστοκονίαμα, προκειμένου να μη διαλυθεί το υγιές και προκληθούν καταρρεύσεις, θα γίνει μόνον επιφανειακή έκπλυση προ της εφαρμογής των ενεμάτων. Η έκπλυση αυτή θα γίνει με νερό υπό πίεση στους αρμούς, οι οποίοι στη συνέχεια θα σφραγισθούν με βαθύ αρμολόγημα.

Παράλληλα με το αρμολόγημα θα εφαρμοσθούν και όσες άλλες δομικές επισκευές κριθούν αναγκαίες, όπως λιθοσυμπληρώσεις, ανακατασκευές και λιθοσυρραφές κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις σχετικές παραγράφους και μετά από σχετική εντολή της επιβλέψεως.

Η σύνθεση του κονιάματος των αρμολογημάτων προσδιορίζεται από την αρχιτεκτονική μελέτη ή τη μελέτη συντήρησης, προκειμένου να ικανοποιεί τις σχετικές απαιτήσεις συμβατότητας. Παρότι το κονίαμα των αρμών δε συνεισφέρει ουσιαστικά στην αντοχή της λιθοδομής, αφού η εφαρμογή του έχει επιφανειακή έκταση, προτείνεται για λόγους ανθεκτικότητας να έχει θλιπτική αντοχή τουλάχιστον 4 MPa.

Σχετικό άρθρο ΕΤΕΠ:

14-02-03-00 Πλήρωση αρμών Τοιχοποιίας

4.3.5 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ

Οι προαναφερθείσες εργασίες πρέπει να συνεχισθούν έως και τη στάθμη της θεμελίωσης, προκειμένου οι επισκευές και σφραγίσεις να εξασφαλίσουν πως δε θα συμβεί εκτεταμένη απώλεια ενεμάτων.

Σε περίπτωση που το βάθος αρχικής - δοκιμαστικής εκσκαφής ξεπεράσει το 1 m πρέπει να εξετασθεί εφόσον είναι απαραίτητη η περαιτέρω τμηματική εκσκαφή με τη μέθοδο των ντουλαπιών.

4.3.6 ΤΟΠΙΚΕΣ ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

Πριν από την καθαίρεση πρέπει να έχει προηγηθεί καλή υποστύλωση της περιοχής του κτηρίου, με χρήση σιδηρών υποστυλωμάτων, συνδέσμων και διαγωνίων, ώστε να αποκλεισθεί η πιθανότητα τοπικών καταρρεύσεων.

Μετά την καθαίρεση γίνεται καθαρισμός και διαλογή των λιθοσωμάτων. Τα υγιέστερα, τα κανονικότερου σχήματος και μεγέθους επιλέγονται για επανάχρηση. Σε αυτά θα προστεθούν νέα λιθοσώματα, αναλόγου σχήματος και προελεύσεως, προς επαναδόμηση των περιοχών που καθαιρέθηκαν. Επίσης, πρέπει να έχει προηγηθεί καθαρισμός και της επιφάνειας της εναπομένουσας τοιχοποιίας, με απομάκρυνση των σαθρών υλικών, κονιαμάτων, λιθοθραυσμάτων και ξένων σωμάτων. Εφ' όσον στα προϊόντα διασπάσεως υπάρχει σκυρόδεμα και σιδηροπλισμός ή σιδηροδοκοί, αυτά θα απομακρύνονται από το έργο, ως άχρηστα. Επιπλέον, η επιφάνεια αποκατάστασης πρέπει να είναι αδρή και καθαρή, με δημιουργία φωλεών κατά διαστήματα για καλύτερη πρόσφυση και μηχανική σύνδεση των δύο διαφορετικών φάσεων.

Επισημαίνεται πως σε κάθε επισκευή ή ανακατασκευή των τοιχοποιιών, θα γίνεται λιθοσυρραφή μεταξύ υπάρχουσας και νεόδμητης κατασκευής σύμφωνα με όσα αναφέρονται στη σχετική παράγραφο.

Σχετικό άρθρο ΕΤΕΠ:

03-02-01-00 Λιθοδομές

4.3.7 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΕΝΕΜΑΤΩΝ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΩΝ

Η απαραίτητη προετοιμασία της εφαρμογής περιλαμβάνει την καλώς αρμολογημένη και επιδιορθωμένη λιθοδομή, όπως αναφέρεται στις σχετικές παραγράφους.

Η εφαρμογή των ενεμάτων θα γίνει μονοπρόσωπα στην περίπτωση περιμετρικών λιθοδομών της αρχικής οικοδομικής φάσης (βόρειος και νότιος τοίχος) και αμφιπρόσωπα στον εσωτερικό εγκάρσιο τοίχο και τους μεταγενέστερους (ανατολικός - κόγχη, δυτικός).

Η σύνθεση του ενέματος μπορεί να βασίζεται σε βιβλιογραφικές αναφορές είτε να επιβεβαιωθεί με δοκιμαστική παρασκευή και εργαστηριακό έλεγχο, σύμφωνα με τις σχετικές προδιαγραφές. Αποδεκτές συνθέσεις συνιστούν όσες έχουν ως βάση την υδραυλική άσβεστο με προσθήκη ποζολάνης, και οι τριμερείς (υδράσβεστος, λευκό τσιμέντο, ποζολάνη).

Σε κάθε περίπτωση, απαγορευτική είναι η χρήση κοινού (μαύρου) τσιμέντου, για λόγους ρεολογίας και ανθεκτικότητας.

Κριτήριο σχεδιασμού του ενέματος συνιστά η θλιπτική αντοχή πρισματικού δοκιμίου τετραγωνικής διατομής, με πλευρά 4 cm, η οποία στις 90 μέρες πρέπει να είναι μεταξύ 6 - 8 MPa.

Εκτεταμένη αναφορά στις διατάξεις, τη μεθοδολογία εφαρμογής και τον ποιοτικό έλεγχο των εργασιών περιλαμβάνονται στο σχετικό άρθρο των ΕΤΕΠ:

14-02-04-00 Αποκατάσταση τοιχοποιίας με εφαρμογή ενεμάτων

Σχετική λεπτομέρεια: Λ2

4.3.8 ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΘΩΛΩΝ

Αρχικά θα γίνουν εργασίες στα εσωράχια, τα οποία θα αποκαλυφθούν στη μέγιστη δυνατή έκταση, σύμφωνα με τη μελέτη συντήρησης. Θα γίνουν επεμβάσεις επισκευής και σφράγισης των αρμών, σύμφωνα με τις σχετικές παραγράφους, ή και εφαρμογή επιχρίσματος, σύμφωνα με την αρχιτεκτονική μελέτη. Εν συνεχεία, θα γίνουν επεμβάσεις στα εξωράχια. Θα γίνει αφαίρεση των γεμισμάτων, καθαρισμός των επιχρισμάτων και εργασίες επισκευής και σφράγισης.

Μετά το πέρας των ανωτέρω εργασιών θα γίνει εφαρμογή ενεμάτων βαρύτητας, ίδιας σύνθεσης με αυτά που θα χρησιμοποιηθούν και στις τοιχοποιίες.

Τέλος, θα εφαρμοστεί μη οδηγητό επίχρισμα κόνιας μέσου πάχους 5 cm που θα περιέχει ίνες πολυπροπυλενίου και οπλισμό - γεώπλεγμα τύπου SS40 - TENSAR βρόχου 3x3 cm. Το επίχρισμα θα έχει ίδια ή παρόμοια σύνθεση με αυτή του κονιάματος αρμολόγησης (θλιπτική αντοχή τουλάχιστον 4 MPa).

4.3.9 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

Η επέμβαση περιλαμβάνει την αδιατάρακτη διάτρηση της λιθοδομής με κατάλληλο εξοπλισμό (καροτιέρα υγρής διάτρησης), τη διέλευση μεταλλικής ράβδου από την διαμπερή οπή, τη σύσφιξη αμφοτέρων των άκρων σε εμφανή ελάσματα και, τελικώς, την πλήρωση της οπής με ένεμα ίδιας συνθέσεως με το αναφερθέν στο σχετικό άρθρο.

Όλα τα μεταλλικά στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν (ράβδος, πλάκες και ροδέλες αγκύρωσης, περικόχλια) θα είναι από ωστενιτικό ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας AISI 316 κατά BS 6744.

Η αλληλουχία των εργασιών είναι η εξής:

1. Απαραίτητη προεργασία συνιστά η γενική ή τοπική ενεμάτωση του κτηρίου, προκειμένου να είναι δυνατή η διάτρηση άνευ πρόκλησης αποδιοργάνωσης στη λιθοδομή ή καταστροφής των στελεχών διάτρησης.
2. Διάτρηση της λιθοδομής με στατικό τρόπο (αδιατάρακτα χωρίς κρούση) και χρήση περιστροφικού δραπεάνου, σταθεροποιημένου καταλλήλως για ευθύγραμμη και σταθεράς διαμέτρου διάνοιξη. Η διάμετρος της οπής θα είναι τουλάχιστον 25 mm, προκειμένου να είναι δυνατή η διέλευση του ενέματος πλήρωσης. Σε περίπτωση χρήσης μούφας για τη σύνδεση επιμέρους ράβδων, το διάτρημα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 30 mm για τους ίδιους λόγους. Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στην ελεγχόμενη παροχή νερού και την πλήρη αναρρόφησή του με ειδική διάταξη.
3. Εισαγωγή ράβδου διαμέτρου 20 mm με νευρώσεις.
4. Προετοιμασία της επιφάνειας επαφής του ελάσματος αγκύρωσης με διαμόρφωση στρώσης περίπου 10 mm από μη συρρικνούμενη κονία υψηλής αντοχής.
5. Εφαρμογή κυκλικού ελάσματος αγκύρωσης εμφανούς άκρου, Φ200x20 mm.
6. Εφαρμογή πρόσθετης ροδέλας τουλάχιστον Φ50x5 mm για βέλτιστη συναρμογή και ελαφρά τάνυση, της τάξεως των 0.80 kN ανά μέτρο διατρήματος μέσω του πρώτου περικοχλίου, με χρήση κατάλληλης χειροκίνητης διατάξεως (ροπόκλειδο). Σε κάθε περίπτωση, η δύναμη τάνυσης θα πρέπει να μην οδηγήσει σε τοπικές θραύσεις ή ευρύτερες ρηγματώσεις.
7. Μετά την πάροδο περίπου ενός μήνα από την πρώτη τάνυση, ακολουθεί έλεγχος - επανατάνυση και τοποθέτηση δεύτερου περικοχλίου για εξασφάλιση έναντι αποσφίξεως.
8. Πλήρωση της διαμπερούς οπής με ένεμα ίδιας συνθέσεως με αυτό που θα έχει χρησιμοποιηθεί για την ομογενοποίηση της λιθοδομής. Ο έλεγχος πλήρωσης μπορεί να γίνεται μέσω σωληνίσκων σε οπές που θα διανοιγούν εγκαρσίως ως προς το κύριο διάτρημα.
9. Σε περίπτωση ένταξης των ελασμάτων σε επίχρισμα, συνιστάται η επάλειψη με ρητίνη και επίπαση με χαλαζιακή άμμο, για δημιουργία αδρότητας.

Η προαναφερθείσα σειρά εργασιών είναι ίδια και για την περίπτωση ελκυστήρα που δεν εντάσσεται στο σύνολο της διαδρομής του στο εσωτερικό της μάζας τη τοιχοποιίας.

Οι διαδρομές των ελκυστήρων φαίνονται στα γενικά σχέδια, και αναφέρονται εν συνεχεία:

Κωδικός	Στάθμη	Διεύθυνση	Διατομή	Άκρο
E1	+4.75	BN	Φ20	Εμφανές
E2	+4.75	BN	Φ20	Εμφανές

Κατά την έναρξη των σχετικών εργασιών θα γίνει επιβεβαίωση της θέσης χάραξης λαμβάνοντας υπόψιν τις τοπικές συνθήκες της λιθοδομής στα άκρα εφαρμογής - τανύσεως και τη διεύθυνση εφαρμογής.

Σε περίπτωση που χρειαστούν περισσότερες της μίας ράβδοι για ένα διάτρημα, η σύνδεση θα γίνει με μεταλλικές μούφες μήκους τουλάχιστον 120 mm, με εξωτερική διάμετρο 28 mm και εσωτερικό σπείρωμα. Το μήκος υπέρθεσης - βιδώματος θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστον 50 mm.

Σχετικές λεπτομέρειες: Λ3,4

4.3.10 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΑΓΚΥΡΙΩΝ ΣΥΡΡΑΦΗΣ

Η επέμβαση περιλαμβάνει την υπό κλίση αδιατάρακτη διάτρηση της λιθοδομής με κατάλληλο εξοπλισμό (καροτιέρα υγρής διάτρησης), την τοποθέτηση μεταλλικής ράβδου στην οπή, την πλήρωσή της με ένεμα ίδιας συνθέσεως με το αναφερθέν στο σχετικό άρθρο και, τελικώς, την εξασφάλιση της ράβδου σε εμφανές έλασμα.

Όλα τα μεταλλικά στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν (ράβδοι, πλάκες και ροδέλες αγκύρωσης, περικόχλια) θα είναι από ωστενιτικό ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας AISI 316 κατά BS 6744.

Η αλληλουχία των εργασιών είναι η εξής:

1. Απαραίτητη προεργασία συνιστά η γενική ή τοπική ενεμάτωση του κτηρίου, προκειμένου να είναι δυνατή η διάτρηση άνευ πρόκλησης αποδιοργάνωσης στη λιθοδομή ή καταστροφής των στελεχών διάτρησης.
2. Διάτρηση της λιθοδομής με στατικό τρόπο (αδιατάρακτα χωρίς κρούση) και χρήση περιστροφικού δραπεάνου, σταθεροποιημένου καταλλήλως για ευθύγραμμη και σταθεράς διαμέτρου διάνοιξη. Η κλίση του διατρήματος θα είναι περίπου 5° , προκειμένου να είναι απλή η διαδικασία πλήρωσης με ένεμα. Η διάμετρος της οπής θα είναι τουλάχιστον 20 mm, προκειμένου να είναι δυνατή η διέλευση του ενέματος πλήρωσης. Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στην ελεγχόμενη παροχή νερού και την πλήρη αναρρόφησή του με ειδική διάταξη.
3. Πλήρωση της οπής με ένεμα ίδιας συνθέσεως με αυτό που θα έχει χρησιμοποιηθεί για την ομογενοποίηση της λιθοδομής.
4. Εισαγωγή ράβδου Φ16 με νευρώσεις. Κατά την εισαγωγή της ράβδου θα ελέγχεται η πλήρωση της οπής μέσω της παρατήρησης της ποσότητας εξαγωγής (ξεχείλισμα).
5. Προετοιμασία της επιφανείας επαφής του ελάσματος αγκυρώσεως με διαμόρφωση στρώσεως 5 mm με μη συρρικνούμενη κονία υψηλής αντοχής.
6. Εφαρμογή κυκλικού ελάσματος αγκύρωσης εμφανούς άκρου, Φ60x6 mm από ανοξείδωτο χάλυβα και απλή σύσφιγξη άνευ εντάσεως.
7. Σε περίπτωση ένταξης των ελασμάτων σε επίχρισμα, συνιστάται η επάλειψη με ρητίνη και επίπαση με χαλαζιακή άμμο, για δημιουργία αδρότητας.

Η διαδρομή των ράβδων συρραφής και η αρίθμηση τους φαίνονται στα γενικά σχέδια, και αναφέρονται εν συνεχεία:

Κωδικός	Στάθμη	Διεύθυνση	Διατομή	Άκρο
A1	+1.75	BN	Φ16	Εμφανές
A2	+2.50	BN	Φ16	Εμφανές
A3	+3.25	BN	Φ16	Εμφανές
A4	+4.00	BN	Φ16	Εμφανές
A5	+1.75	BN	Φ16	Εμφανές
A6	+2.50	BN	Φ16	Εμφανές
A7	+3.25	BN	Φ16	Εμφανές

A8	+4.00	BN	Φ16	Εμφανές
A9	+1.75	BN	Φ16	Εμφανές
A10	+2.50	BN	Φ16	Εμφανές
A11	+3.25	BN	Φ16	Εμφανές
A12	+4.00	BN	Φ16	Εμφανές

Κατά την έναρξη των σχετικών εργασιών θα γίνει επιβεβαίωση της θέσης χάραξης λαμβάνοντας υπόψιν τις τοπικές συνθήκες της λιθοδομής στα άκρα εφαρμογής - τανύσεως και τη διεύθυνση εφαρμογής.

Σχετική λεπτομέρεια: Λ5

4.3.11 ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΜΕΛΩΝ ΕΠΙΣΤΥΛΙΟΥ - ΓΕΙΣΟΥ

Η επέμβαση περιλαμβάνει τον καθαρισμό των υφισταμένων εντορμιών - οπών στους οποίους ήταν εγκατεστημένοι οι αρχαίοι μεταλλικοί σύνδεσμοί και η επανεγκατάσταση νέων.

Τα μεταλλικά στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν (ράβδοι ή ντίζες) θα είναι από ωστενιτικό ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας AISI 316 κατά BS 6744. Η εποξειδική ρητίνη θα να είναι τύπου HIT-RE 500.

Η αλληλουχία των εργασιών είναι η εξής:

1. Καθαρισμός των εντορμιών μέσω περιστροφικού δραπεάνου και αναρρόφησης. Σε περίπτωση ανεπαρκών οπών λόγω προτέρων θραύσεων κλπ θα γίνει εκ νέου διάτρηση με χρήση κοινού περιστροφικού δραπεάνου. Η διάμετρος και το βάθος τους θα είναι όμοιο με αυτό των υφισταμένων.
2. Μόρφωση των συνδέσμων με επί τόπου μέτρηση διαστάσεων και κάμψη σκελών υπό μορφή «Π».
3. Πλήρωση των οπών με εποξειδική ρητίνη σε κατάλληλο βάθος.
4. Εισαγωγή ράβδων με έλεγχο της πλήρωσης της οπής μέσω παρατήρησης της ποσότητας εξαγωγής (ξεχείλισμα).

4.3.12 ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΚΩΔΩΝΟΣΤΑΣΙΟΥ

Η εξασφάλιση του κωδωνοστασίου θα γίνει συνδέοντας τους τρεις λίθινους πεσσούς μεταξύ τους και με το θόλο του ναού.

Όλα τα μεταλλικά στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν (ράβδοι, ελάσματα, περικόχλια) θα είναι από ωστενιτικό ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας AISI 316 κατά BS 6744.

Το πρώτο μέρος της επέμβασης θα γίνει μέσω ελκυστήρα διατομής 16 mm ο οποίος θα διέλθει από τη στάθμη γένεσης των τόξων των χαμηλών σκελών του κωδωνοστασίου. Η διάτρηση θα γίνει σύμφωνα με όσα περιγράφονται στη σχετική παράγραφο, με διαφορά στο μέγεθος των ελασμάτων αγκύρωσης, που προτείνονται Φ100x10 mm, και την απουσία τανύσεως του ελκυστήρα. Στις εσωτερικές κατακόρυφες παρειές των πεσών, θα χρησιμοποιηθούν ελάσματα Φ50x5 mm τα οποία θα συγκολληθούν στον ελκυστήρα μετά την εγκατάστασή του.

Η σύνδεση με το θόλο θα γίνει μέσω δύο ισοσκελών γωνιακών ελασμάτων διατομής 50x5 mm. Στα ελάσματα θα έχει διανοιχθεί οπή Φ18 από την οποία θα διέλθει ο προαναφερθείς ελκυστήρας,

προκειμένου να συνδέσει το κωδωνοστάσιο άνευ περαιτέρω διατρήσεων. Για κατασκευαστικούς λόγους και ελαχιστοποίηση της οπτικής όχλησης το ένα σκέλος του κάθε γωνιακού μπορεί να έχει αφαιρεθεί τοπικά ώστε το υπολειπόμενο να εφάπτεται στην κατακόρυφη παρειά του λίθινου πεσσού. Τα γωνιακά θα συγκολληθούν στα προαναφερθέντα κυκλικά ελάσματα Φ50x5 για εξασφάλιση.

Οι συγκολλήσεις θα γίνουν με ανοξείδωτα ηλεκτρόδια και αέριο ARGON.

Στο άλλο άκρο τους, τα γωνιακά θα συνδεθούν στο τύμπανο του θόλου της δυτικής κεραίας μέσω ελασμάτων PL 150x150x10, PL 100x150x10, κοχλίων και αγκυρίων M12 που θα ενσωματωθούν με τη χρήση εποξειδικής ρητίνης σε διατρήματα διαμέτρου 14 mm. Για τη διάτρηση θα χρησιμοποιηθεί κοινό κρουστικό - περιστροφικό δράπανο σε κεκλιμένη διεύθυνση ως προς το οριζόντιο και κατακόρυφο επίπεδο, προκειμένου τα διατρήματα να είναι μεταξύ τους ασύμβατες.

Σχετικές λεπτομέρειες: Λ6,7

4.3.13 ΠΕΡΙΔΕΣΗ ΤΥΜΠΑΝΟΥ ΤΡΟΥΛΟΥ ΜΕ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΕΛΑΣΜΑ

Για την περίδεση του τυμπάνου του τρούλου θα χρησιμοποιηθούν ελάσματα από ανοξείδωτο χάλυβα ποιότητας AISI 316 κατά BS 6744. Από το ίδιο υλικό θα είναι και όλα τα παρελκόμενα στοιχεία (ράβδοι ή ντίζες, κοχλίες, περικόχλια). Η εποξειδική ρητίνη θα να είναι τύπου HIT-RE 500.

Η αλληλουχία των εργασιών είναι η εξής:

1. Καθαρισμός της περιφέρειας του τυμπάνου στις στάθμες εφαρμογής, προκειμένου να εξασφαλισθούν οι καλύτερες δυνατές συνθήκες συνάφειας.
2. Διαμόρφωση δύο ή περισσοτέρων σκελών περίδεσης από ελάσματα διατομής 100x5 mm, καμπυλωμένα σύμφωνα με την υφιστάμενη γεωμετρία. Τα άκρα τους θα καμπυλωθούν περαιτέρω υπό ορθή γωνία σε μήκος περίπου 55 mm, και θα συνδεθούν με ανισοσκελείς τριγωνικές νευρώσεις PL 80x50x8 mm μέσω συγκόλλησης με ανοξείδωτο ηλεκτρόδιο και αέριο ARGON.
3. Δημιουργία υποστρωμάτων από ισχυρή μη συρρικνούμενη κονία και επάλειψη με ενισχυτικό πρόσφυσης στις θέσεις σύνδεσης και σε ενδιάμεσες θέσεις με βήμα περίπου 50 cm.
4. Διάτρηση του τυμπάνου στις θέσεις τοποθέτησης των αγκυρίων με κοινό κρουστικό - περιστροφικό δράπανο. Οι οπές θα είναι διαμέτρου 14 mm και βάθους τουλάχιστον 100 mm.
5. Εφαρμογή των σκελών και στερέωση με ράβδους ή ντίζες διαμέτρου 12 mm που θα τοποθετηθούν στις οπές αφού αυτές πληρωθούν επαρκώς με ρητίνη.
6. Σύνδεση των σκελών μέσω δύο κοχλίων M12 ανά θέση.
7. Πλήρωση των υπολειπόμενων τμημάτων μεταξύ ελάσματος και τυμπάνου με κονία σταθερού όγκου.
8. Σε περίπτωση ένταξης των ελάσματος σε επίχρισμα, συνιστάται η επάλειψη με ρητίνη και επίπαση με χαλαζιακή άμμο, για δημιουργία αδρότητας.

Σχετική λεπτομέρεια: Λ8

5 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

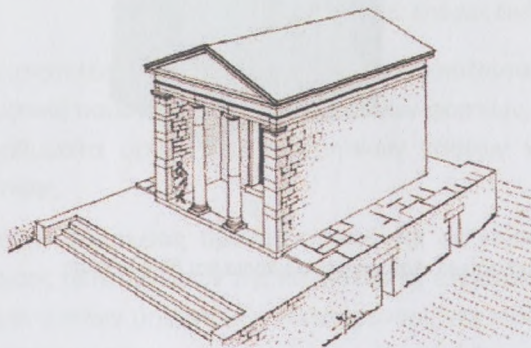
Η ανάλυση του φορέα έγινε με το λογισμικό Sofistik. Το δομικό σύστημα προσομοιώθηκε με ραβδωτά και επιφανειακά τρίπλευρα και τετράπλευρα πεπερασμένα στοιχεία κελύφους ισοτρόπου και γραμμικώς ελαστικού υλικού. Οι λιθοδομές, οι θολοδομές και τα επίπεδα μέλη της στέγας προσομοιώθηκαν ως

επιφανειακά στοιχεία, ενώ οι κίονες και τα θυρώματα ως ραβδωτά στοιχεία. Εφαρμόστηκε η ελαστική δυναμική φασματική μέθοδος και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω σε διαγράμματα.

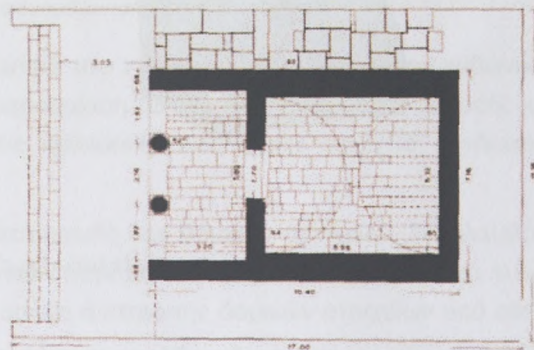
Πραγματοποιήθηκε προσομοίωση της αρχικής φάσης, προκειμένου να ερμηνευθεί η υφιστάμενη παθολογία, και της προτεινόμενης κατάστασης, προκειμένου να αξιολογηθεί η επάρκεια των επεμβάσεων.

5.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΑΡΧΙΚΗ ΦΑΣΗ

Οι αετωματικές απολήξεις και το τμήμα της τοιχοποιίας μεταξύ της γένεσης του ημικυλινδρικού θόλου και της έδρασης της στέγης ήταν ιδιαίτερος ευάλωτες περιοχές έναντι εκτός επιπέδου ανατροπής. Επιπλέον, ο ημικυλινδρικός θόλος επιβάρυνε μέσω των οριζοντίων ωθήσεων μόνο τους διαμήκεις τοίχους, καθιστώντας τους ακόμη πιο ευάλωτους έναντι εκτός επιπέδου ανατροπής. Για λόγους που προανεφέρθησαν, η παθολογία από τον εν λόγω μηχανισμό εμφανίστηκε μόνο στο νότιο τοίχο.



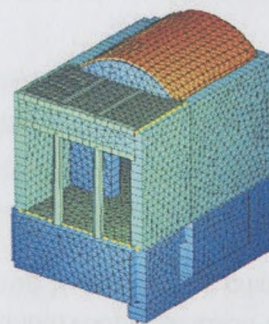
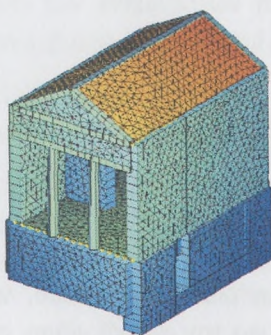
(α)



(β)

Εικ. 5.1 : Απεικόνιση αρχικής διαμόρφωσης του μνημείου: (α) γενική άποψη και (β) σε κάτοψη.

Προκειμένου να τεκμηριωθεί η περιγραφείσα ευαισθησία και να εξαχθούν ποιοτικά συμπεράσματα για την παθολογία του νότιου τοίχου και της πρόσοψης, πραγματοποιήθηκε προσομοίωση της αρχικής φάσης του ναού.

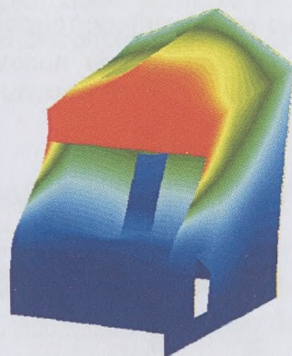


(α)

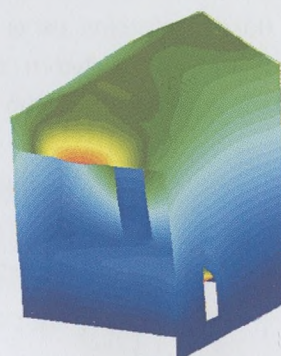
(β)

Εικ. 5.2 : Προσομοίωμα πεπερασμένων στοιχείων αρχικής κατάστασης φορέα: (α) πλήρες προσομοίωμα και (β) αποκαλυμμένος θόλος.

Από την ιδιομορφική ανάλυση (Εικ. 5.3α) προκύπτει η τάση για καταπόνηση των επιστυλίων της πρόσοψης λόγω της απουσίας εγκάρσιου τοίχου στην εν λόγω περιοχή. Επίσης, διακρίνεται (Εικ. 5.3β) η τάση των επιστυλίων για εκτός επιπέδου κατάρρευση λόγω της διαμήκους συμπεριφοράς (κατά τον άξονα ΑΔ) του δομήματος.



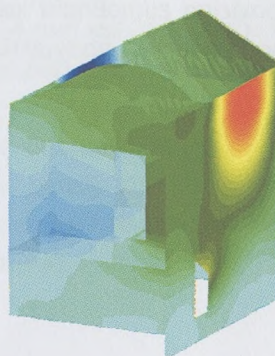
(α)



(β)

Εικ. 5.3 : Δεσπόζουσες ιδιομορφές μνημείου στην αρχική του κατάσταση: (α) εγκάρσια και (β) διαμήκης.

Από την ανάλυση υπό το ίδιο βάρος προκύπτει σαφώς (Εικ. 5.4) η τάση για εκτός επιπέδου στροφή των διαμήκων τοίχων εκτός επιπέδου. Οι διαμήκεις τοίχοι του σηκού, υπό τις ωθήσεις του υπερκείμενου θόλου και με την απουσία των αντηρίδων, είναι κατά πολύ μεγαλύτερες από αυτές του προνάου. Επιπλέον, όπως αναπτύσσεται ακολούθως, ο μηχανισμός ανατροπής του νότιου τοίχου ενεργοποιείται για σχετικά χαμηλή σεισμική επιτάχυνση.

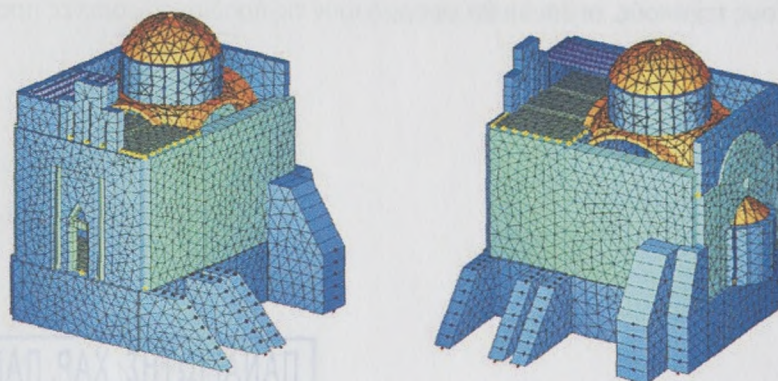


Εικ. 5.4 : Εκτός επιπέδου μετατοπίσεις των τοίχων υπό το ίδιο βάρος

5.3 ΠΡΟΤΑΣΗ

Το προσομοίωμα της πρότασης βασίστηκε στην υπάρχουσα γεωμετρία του μνημείου, λαμβάνοντας υπ' όψιν αυξημένα μηχανικά χαρακτηριστικά στις λιθοδομές. Όπως και για την αρχική φάση, οι λίθινες πλάκες που στεγάζουν τον πρόναο και το δάπεδο του ισογείου έχουν ληφθεί ως απλώς εδραζόμενες στους

υποκείμενους τοίχους. Ο δυτικός τοίχος έχει ληφθεί ως ασύνδετος με τον βόρειο, το νότιο τοίχο και τους κίονες. Για την κόγχη γίνεται η θεώρηση έδρασης σε υψηλότερη στάθμη, ως μεταγενέστερη προσθήκη.



Εικ. 5.5: Απόψεις δικτύου πεπερασμένων στοιχείων.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται αναλυτικά στο τεύχος υπολογισμών. Περιλαμβάνουν τη σχηματική παρουσίαση των ασκούμενων φορτίων, την παρουσίαση των ιδιομορφών της κατασκευής και τα διαγράμματα ορθών και διατμητικών τάσεων για τους κρίσιμους ανά δομικό στοιχείο συνδυασμούς φόρτισης.

Έλεγχοι επάρκειας πραγματοποιούνται σε επίπεδο κατασκευής και δομικού στοιχείου. Περιλαμβάνουν ελέγχους μετατοπίσεων της κατασκευής, ελέγχους εντατικών μεγεθών των δομικών στοιχείων και ελέγχους αναμενόμενων μηχανισμών κατάρρευσης για πιθανές μορφές ανατροπής δομικών στοιχείων υπό σεισμική φόρτιση.

5.4 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Για τα προκύπτοντα μεγέθη δράσεων, οι έλεγχοι δυνάμεων - τάσεων στα δομικά τμήματα ικανοποιούνται πλήρως.

Οι έλεγχοι μετατοπίσεων της κατασκευής και εντατικών μεγεθών γενικώς ικανοποιούνται λόγω των επαρκών διατομών των στοιχείων τοιχοποιίας και των μικρών διαστάσεων του δομήματος.

Η τεκμηρίωση των επεμβάσεων του κωδωνοστασίου προκύπτει από την υπέρβαση που παρατηρείται άνευ αυτών στον έλεγχο μηχανισμού εκτός επιπέδου ανατροπής.

Ο νότιος τοίχος παρουσιάζει πολύ μικρό περιθώριο ασφαλείας έναντι ανατροπής. Ως εκ τούτου, προκύπτει και αριθμητικά η ανάγκη επεμβάσεων - σύνδεσης με τον εγκάρσιο τοίχο.

Τέλος, από σχετικές παραμετρικές αναλύσεις, ο ρόλος των αντηρίδων και του αναλημματικού τοίχου στην ευστάθεια του δομήματος κρίνεται αποφασιστικός λόγω της συνεισφοράς τους έναντι του κινδύνου ανατροπής του ήδη κεκλιμένου νότιου τοίχου.

6 ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η τεχνική αυτή έκθεση είναι αναπόσπαστο τμήμα της στατικής μελέτης και πρέπει να τύχει προσοχής και αξιοποίησης από τους τεχνικούς, οι οποίοι θα εφαρμόσουν τις προδιαγραφόμενες προτάσεις.

Παναγιώτης Παναγιωτόπουλος

Πολιτικός Μηχανικός

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΧΑΡ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΕΘΝΙΚΟΥ ΜΕΤΣΟΒΙΟΥ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟΥ
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ 29876
Κ. ΠΑΠΑΡΡΗΓΟΠΟΥΛΟΥ 18 - ΑΘΗΝΑ 11473, ΤΗΛ: 210 6469575
ΑΦΜ: 020860642 - ΔΟΥ: ΙΓ' ΑΘΗΝΩΝ

