



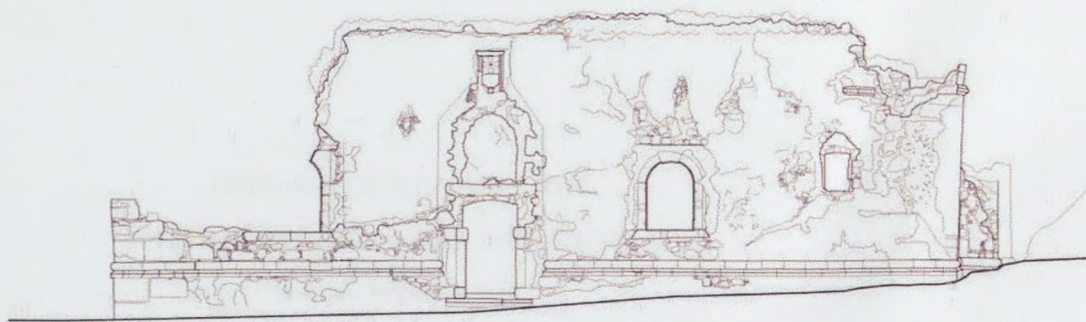
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

Ι. ΜΟΝΗ ΑΓΙΩΝ ΦΑΝΕΝΤΩΝ
ΣΤΗΝ ΣΑΜΗ ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ
ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΑΡΕΚΚΛΗΣΙΟΥ
ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2015

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ



ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΩΡΓΟΣ ΝΙΝΟΣ, αρχιτέκτων - αναστηλωτής

ΣΤΑΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ, Β. ΚΑΣΙΜΗΣ, Ν. ΠΑΠΑΗΛΙΟΥ, πολ. μηχανικοί

ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΛΙΘΟΥ ΣΥΝΤΗΡΗΣΙΣ, έργα συντήρησης

ΕΙΔΙΚΟΣ ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ δρ. ΣΤΑΥΡΟΣ ΜΑΜΑΛΟΥΚΟΣ, αρχιτέκτων - αναστηλωτής



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ

Ι. ΜΟΝΗ ΑΓΙΩΝ ΦΑΝΕΝΤΩΝ

Σ Τ Η Ν Σ Α Μ Η Κ Ε Φ Α Λ Λ Η Ν Ι Α Σ

Μ Ε Λ Ε Τ Η Α Π Ο Κ Α Τ Α Σ Τ Α Σ Η Σ Τ Ο Υ Κ Α Θ Ο Λ Ι Κ Ο Υ Κ Α Ι Τ Ο Υ Π Α Ρ Ε Κ Κ Λ Η Σ Ι Ο Υ Α Γ Ι Ο Υ Ν Ι Κ Ο Λ Α Ο Υ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

ΕΡΓΩΝ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ

ΓΡΑΦΕΙΟ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ

Π. ΠΑΝΑΓΙΩΤΟΠΟΥΛΟΣ & ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ

Πολιτικοί Μηχανικοί ΕΜΠ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2015



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2	ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	3
2.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΣΗΣ	3
2.2	ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	3
2.3	ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	3
2.4	ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	4
2.5	ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	7
3	ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	9
3.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΜΑΤΩΝ.....	9
3.2	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΔΟΜΗΜΑΤΩΝ.....	11
3.3	ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	11
4	ΠΡΟΤΑΣΗ	15
4.1	ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ.....	15
4.2	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ	15
4.3	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ.....	15
4.4	ΥΛΙΚΑ	20
5	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ	25
5.1	ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	25
5.2	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΩΝ	25
5.3	ΥΛΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ	27
5.4	ΦΟΡΤΙΑ	28
5.5	ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	30
5.6	ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ.....	30
6	ΕΠΙΛΟΓΟΣ	33
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α	35
	ΠΙΘΑΝΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	35



1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αντικείμενο της παρούσας τεχνικής εκθέσεως είναι η περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και των προτεινόμενων επεμβάσεων του υπό μελέτη καθολικού και του παρεκκλησίου του Αγίου Νικολάου της Μονής Αγίων Φανέντων, στη Σάμη της Κεφαλονιάς.

Η αποτύπωση και η αρχιτεκτονική μελέτη εν γένει πραγματοποιήθηκε από τον αρχιτέκτονα – αναστηλωτή ΕΜΠ Γεώργιο Νίνο και σύμβουλο τον Δρ. Σταύρο Μαμαλούκο, αρχιτέκτονα - αναστηλωτή, καθηγητή της Αρχιτεκτονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών. Η μελέτη συντήρησης εκπονήθηκε από το εργαστήρι Λίθου Συντήρησης - Γιάννα Δογάνη και Αμερίμνη Γαλανού.

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.

Η γνώση της αρχιτεκτονικής μελέτης και της μελέτης συντηρήσεως είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την κατανόηση της παρούσης, δεδομένου ότι όσα θέματα έχουν ήδη αναλυθεί σε αυτές, δεν θα επαναληφθούν εδώ, χάριν συντομίας και μονοσημαντότητας.

Η μελέτη ανατέθηκε τον Νοέμβριο του 2014 από την Ελληνική Εταιρεία Περιβάλλοντος και Πολιτισμού μετά από σχετική πρόσκληση εκδήλωσης ενδιαφέροντος. Ευχαριστίες οφείλονται τόσο στην Ελληνική Εταιρεία που ενέταξε στους στόχους της πολύπλευρης δραστηριότητάς της την εκπόνηση μελετών αποκατάστασης των μνημείων της Κεφαλονιάς, όσο και στον χορηγό της μελέτης κ. Θανάση Μαρτίνο του οποίου η προσφορά υπήρξε καθοριστική για την εκπόνηση της παρούσης μελέτης.

2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή του όρους, στο οποίο βρίσκεται η μονή, αποτελείται από ασβεστώδη και μεταλλευτικούς ισχυρίους (ΓΜΕ) εντάσσεται στην κατηγορία 1-α η οποία περιλαμβάνει ασβεστώδεις με ασβεστώδη και γρανιτικά πετρώματα. Διακρίνονται από έντονη και καθολική διάσπαση και χαμηλή στην οριζοντιότητα. Τα όρη της περιοχής χαρακτηρίζονται από χαλκό και σίδηρο για τους οποίους υπάρχουν αρκετά μεγάλα παρωχημένα και επίφοβα λειτουργούντα ορυχεία. Διαφοροποιούνται επίσης με την επίδραση της εδαφικής σύνθεσης και της εδαφικής παρουσίας οργανικών και ανόργανων ουσιών που αλληλεπιδράει με τη δομή και τη χημική σύνθεση των πετρωμάτων.

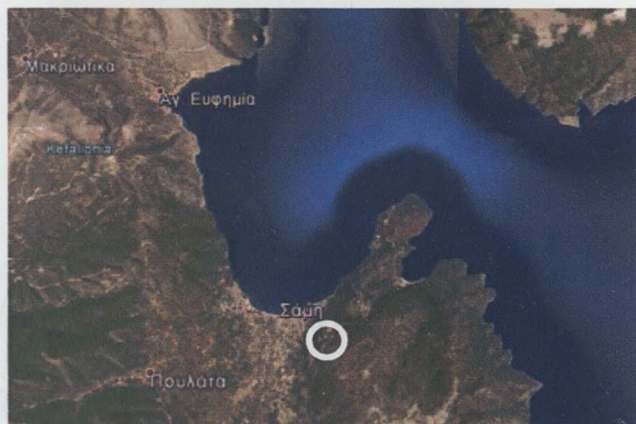


2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΕΣΗΣ

Η Μονή των Αγίων Φανέντων βρίσκεται στο λόφο της Σάμης και είναι κτισμένη στην κορυφή της νότιας ακροπόλεως της αρχαίας ομώνυμης πόλης.

Η θέση (Εικ. 2.1) έχει¹ συντεταγμένες ($38^{\circ}14'54.04''\text{B}$, $20^{\circ}39'11.08''\text{A}$) και υψόμετρο 220 m. Το παρεκκλήσι βρίσκεται σε απόσταση 100 m και κατά περίπου 12 m χαμηλότερα.



Εικ. 2.1: Δορυφορική εικόνα της περιοχής

2.2 ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από κατωφέρεια μέσης κλίσεως² περίπου 55%. Το Καθολικό ευρίσκεται σε τοπικώς επίπεδο ανάγλυφο, μερικώς διαμορφωμένο ανθρωπογενώς μέσω λάξευσης του επιφανειακώς εμφανιζόμενου μητρικού πετρώματος, προκειμένου να διαμορφωθεί ο χώρος που ορίζει η οχύρωση. Το μητρικό πέτρωμα είναι εμφανές σε αρκετά μεγάλο βαθμό σε όλη την έκταση. Το παρεκκλήσι του Αγίου Νικολάου ευρίσκεται σε μικρότερης έκτασης πλάτωμα σε πλαγιά με μη σταθερή κλίση στα κατάντη της μονής.

2.3 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή του έργου, σύμφωνα με τον γεωτεχνικό χάρτη³ του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών ερευνών (ΙΓΜΕ) εντάσσεται στην κατηγορία L-si η οποία περιλαμβάνει ασβεστολίθους με κονδύλους και φακούς πυριτολίθων. Χαρακτηρίζονται από έντονη και πολυσχιδή διάρρηξη και κυμαινόμενη υδροπερατότητα. Τα φυσικά χαρακτηριστικά κυμαίνονται στο εύρος τιμών που ισχύουν για τους αμιγείς ασβεστολίθους, ενώ τα μηχανικά χαρακτηριστικά των επί μέρους λιθολογικών φάσεων διαφοροποιούνται ανάλογα με την ειδικότερη λιθολογική σύσταση. Συνήθως η συμπεριφορά της βραχομάζας παρουσιάζει χαρακτηριστική ανομοιομορφία και ανισοτροπία και ελέγχεται σε σημαντικό

¹ Google earth

² Google earth

³ Γεωτεχνικός χάρτης της Ελλάδας, ΙΓΜΕ, 1993

βαθμό από την πυκνότητα των κερατολιθικών και σχιστολιθικών ενστρώσεων. Γενικότερα, η ηυξημένη πυκνότητα των ασυνεχειών και οι ετερογενείς επαφές υποβιβάζουν τη διατμητική, κυρίως, αντοχή και ενισχύουν την αστάθεια σε πρνή με ισχυρή κλίση.



Εικ. 2.2 : Απόσπασμα γεωτεχνικού χάρτη, περιοχή Σάμης

Το εύρος των φυσικών και μηχανικών χαρακτηριστικών της κατηγορίας για το υγιές πέτρωμα είναι:

ειδικό βάρος $\gamma_b = 25 - 27 \text{ kN/m}^3$

συνοχή $c_t = 10 - 30 \text{ MPa}$

γωνία τριβής $\phi_t = 30 - 45^\circ$

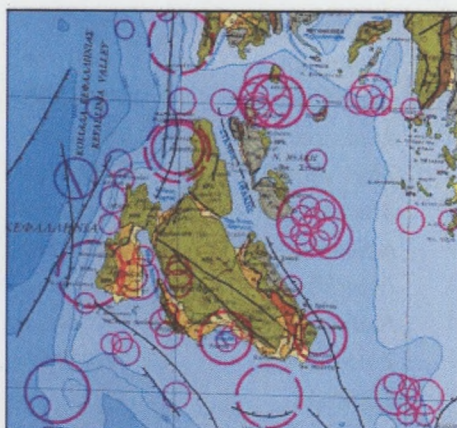
αντοχή $q_u = 20 - 170 \text{ MPa}$

Οι πραγματικές τιμές κατά κανόνα είναι σημαντικά χαμηλότερες και προσδιορίζονται από την κατάσταση της βραχομάζας στην περιοχή αναφοράς.

2.4 ΓΕΩΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΚΑΙ ΣΕΙΣΜΟΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Σύμφωνα με τον σεισμοτεκτονικό χάρτη⁴ (Εικ. 2.2) του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (ΙΓΜΕ) η περιοχή ανήκει στην κατηγορία ΚΡΑ ασβεστόλιθοι και δολομίτες αυτόχθονες ή επωθημένοι, παχυστρωματώδεις έως άστρωτοι, καρστικοί με σπάνιες ενστρώσεις σχιστοψαμμιτών.

⁴ Σεισμοτεκτονικός χάρτης της Ελλάδας, ΙΓΜΕ, 1989



Εικ. 2.3 : Απόσπασμα σεισμοτεκτονικού χάρτη (ΙΓΜΕ 1989)



Για την εν λόγω κατηγορία η μέση ταχύτητα διάδοσης διαμήκων κυμάτων είναι $V_p = 3500 - 4500 \text{ m/sec}$.

Είναι ευρέως γνωστό πως η ευρύτερη έκταση του Ιονίου που περιλαμβάνει την Κεφαλονιά αποτελεί τόπο ιδιαίτερος σεισμογενή. Τούτο συμβαίνει καθώς από την περιοχή διέρχεται το αποκαλούμενο "ελληνικό τόξο", ρήγμα που χωρίζει τις λιθοσφαιρικές πλάκες της Ευρασίας και της Αφρικής και γεννά πολύ ισχυρούς σεισμούς.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία⁵, σε σεισμούς σημαντικού μεγέθους στην περιοχή αναφέρονται από την αρχαιότητα ο Θουκυδίδης, ο Αριστοτέλης και ο Στράβων, ενώ για πρώτη φορά καταγράφεται σεισμός κατά τον 6ο αιώνα π.Χ. Για τους βυζαντινούς χρόνους υπάρχουν αόριστα και σποραδικά στοιχεία για ισχυρούς σεισμούς κατά τα έτη 358, 447, 478, 553, 558, 582, 732, 747, 869, 1010, 1037 και 1296. Παρατίθεται, εν συνεχεία, πίνακας με τους σεισμούς που καταγράφονται με ασφαλή στοιχεία χρονολόγησης, με αναφορά στον τόπο εντονότερης εκδήλωσης και το αντίστοιχο εκτιμώμενο μέγεθος σε κλίμακες Richter / Mercalli:

968	Κέρκυρα	6.0 / VII
1469	Κεφαλονιά	7.2 / X
1514	Ζάκυνθος	6.5 / VIII
1521	Ζάκυνθος	- / X
1554	Ζάκυνθος	6.5 / VIII
1592	Ζάκυνθος	6.5 / IX
1612	Λευκάδα	6.8 / X
1613	Λευκάδα	6.4 / VIII
1622	Ζάκυνθος	6.6 / IX
1625	Λευκάδα	6.6 / IX
1630	Λευκάδα	6.6 / X
1633	Ζάκυνθος	6.9 / X
1636	Κεφαλονιά - Ζάκυνθος	7.1 / X
1638	Κεφαλονιά - Ιθάκη - Ζάκυνθος	7.1 / IX
1650	Ζάκυνθος - Κέρκυρα	6.2 / VIII
1658	Κεφαλονιά	6.8 / X

⁵ Π. Σπυρόπουλου, Χρονικό των σεισμών της Ελλάδος, "Δωδώνη" 1997



1664	Ζάκυνθος	6.7 / IX
1666	Κέρκυρα	6.7 / IX
1668	Κεφαλονιά	6.5 / VII
1674	Κέρκυρα	6.5 / IX
1676	Ζάκυνθος	6.5 / VII
1696	Ζάκυνθος	6.5 / IX
1704	Λευκάδα	6.6 / IX
1722	Λευκάδα	6.5 / VIII
1723	Λευκάδα - Κεφαλονιά	7.0 / IX
1729	Ζάκυνθος	6.5 / VIII
1732	Κέρκυρα	6.6 / VIII
1736	Κεφαλονιά	8.0 / VII
1743	Κέρκυρα	7.0 / IX
1745	Κέρκυρα	6.2 / VIII
1752	Ζάκυνθος	6.4 / VIII
1759	Κεφαλονιά	6.3 / VIII
1766	Κεφαλονιά	6.7 / IX
	Κεφαλονιά - Ζάκυνθος -	
1767	Λευκάδα	7.2 / X
1769	Λευκάδα	6.8 / X
1773	Κέρκυρα	6.4 / VIII
1783	Κεφαλονιά - Λευκάδα	7.0 / X
1786	Κέρκυρα	6.5 / VIII
1791	Ζάκυνθος	6.7 / X
1804	Λευκάδα - Ζάκυνθος	6.6 / IX
1809	Κέρκυρα - Ζάκυνθος	6.1 / -
1813	Κέρκυρα	- / IX
1815	Λευκάδα	6.3 / IX
1820	Λευκάδα	6.3 / IX
1820	Ζάκυνθος	6.7 / IX
1825	Λευκάδα	6.7 / X
1840	Ζάκυνθος	6.7 / X
1862	Κεφαλονιά	6.6 / IX
1867	Κεφαλονιά	7.3 / -
1869	Λευκάδα	6.6 / X
1871	Κέρκυρα	6.0 / VIII
1873	Κέρκυρα	6.1 / VIII
1893	Ζάκυνθος	6.5 / IX
1912	Κεφαλονιά - Ζάκυνθος	6.8 / X
1914	Λευκάδα	6.3 / IX
1915	Ιθάκη - Κεφαλονιά - Λευκάδα	6.7 / IX
1939	Κεφαλονιά	6.3 / -
1948	Λευκάδα	6.5 / IX
1953	Ζάκυνθος - Κεφαλονιά - Ιθάκη	7.2 / XI
1958	Ζάκυνθος	6.4 / V
1959	Ζάκυνθος	6.8 / VII
1962	Ζάκυνθος	6.3 / VI



1972	Κεφαλονιά	6.3 / VII
1976	Ζάκυνθος	6.5 / V
1983	Κεφαλονιά	7.0 / VI
1983	Κεφαλονιά	6.2 / VII
1987	Κεφαλονιά	5.7 / -
1988	Κεφαλονιά	6.0 / -
1997	Ζάκυνθος	6.6 / -
2003	Λευκάδα	6.3 / -
2008	Ηλεία	6.9 / -
2014	Κεφαλονιά	6.1 / -

Αναλυτικότερα για τον σεισμό του 1953 που προκάλεσε την κατάρρευση των υπό μελέτη κτηρίων, εκτιμάται πως υπήρξε ο καταστρεπτικότερος της χιλιετίας. Κατά τον σεισμό αυτό και τους πολυπληθείς προσεισμούς και μετασεισμούς ισοπεδώθηκαν σχεδόν ολοσχερώς το Ληξούρι και το Αργοστόλι, καθώς επίσης και τα χωριά Πεσσάδα, Βλαχάδα, Σβορωνάτα και Άσσος. Υπολογίζεται πως στην Κεφαλονιά κατέρρευσε ή έπαθε σοβαρές ζημιές ποσοστό της τάξεως του 90% των υφισταμένων κτηρίων, ενώ εκατοντάδες υπήρξαν οι νεκροί και χιλιάδες οι τραυματίες.

Σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες⁶, το πιθανότερο μέγιστο μέγεθος σεισμού για τα επόμενα 100 χρόνια εκτιμάται άνω του 7.2 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 IX, κατά την κλίμακα Mercalli.

Σύμφωνα με τον ισχύοντα χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας⁷, η περιοχή κατατάσσεται στην περιοχή υψηλού κινδύνου (κατηγορία III) με μέγιστη αναμενόμενη επιτάχυνση 3.6 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 της τάξεως των 800 – 1000 mm Hg ετησίως.

Τα όμβρια απορρέουν επιφανειακά αλλά και μέσω του κατακερματισμένου πετρώματος. Πλάι στο Καθολικό εμφανίζεται στέρνα βάθους περίπου 5 m που σήμερα είναι κενή.

⁶ Ι. Δρακόπουλος, Κ. Μακρόπουλος 1982

⁷ Εθνικό προσάρτημα Ευρωκώδικα EN 1998

3 ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΜΑΤΩΝ

Τόσο το Καθολικό όσο και το Παρεκκλήσι συνιστούν μονόχωρα κτήρια. Οι γενικές διαστάσεις του Καθολικού είναι 18.35×7.60 m, με μέγιστο ύψος στη στέψη του βορείου τοίχου 6.50 m. Αντιστοίχως για το Παρεκκλήσι, οι γενικές διαστάσεις είναι 11.40×6.10 m και το ύψος στην περιοχή της κόγχης του Ιερού 5.10 m.



Εικ. 2.2,3 : Απόψεις του Καθολικού



Εικ. 2.4,5 : Απόψεις του Παρεκκλησίου του Αγίου Νικολάου

Το πάχος της τοιχοποιίας του Καθολικού είναι περίπου 0.70 m. Οι διαμήκεις τοίχοι του Παρεκκλησίου εμφανίζουν πάχος 0.55 m ενώ οι εγκάρσιοι 0.65 m.

Η θεμελίωση των κτηρίων αναμένεται να εμφανίζει αμφιπλεύρως ελαφρά διαπλάτυνση, κατά το σύνηθες για κατασκευές από τοιχοποιία. Σε τμήμα του Παρεκκλησίου, με ιδιαίτερη έμφαση στην κόγχη, η διαπλάτυνση είναι εμφανής. Επιπλέον, η περιοχή της θεμελίωσης του Καθολικού εμφανίζει διαφοροποίηση στον τρόπο δόμησης καθώς γίνεται χρήση λίθων μεγάλων διαστάσεων (τάξεως $1.00 \times 0.50 \times 0.40$ m) αποσπασμένων από την αρχαία οχύρωση. Το άνω όριο της εν λόγω ζώνης αποτελείται από δύο στρώσεις λίθων με λοξότμητη και ημικυλινδρική, αντιστοίχως, λαξευτή απόληξη.

Ο κατακόρυφος φέρων οργανισμός των κτηρίων αποτελείται από λιθοδομή. Και για τα δύο κτήρια, η λιθοδομή αποτελείται από αργούς λίθους με παρεμβολή οπτοπλίνθων, αραιά στην περίπτωση του Καθολικού και πολύ έντονη στο Παρεκκλήσι. Στην περίπτωση του Καθολικού φαίνεται πως η δόμηση της εξωτερικής παρειάς είναι ελαφρώς πιο επιμελημένη από την εσωτερική, καθώς οι λίθοι εμφανίζουν μεγαλύτερες διαστάσεις. Η δόμηση κατά το πάχος περιλαμβάνει την έσω και έξω παρειά και ενδιάμεση ζώνη πλήρωσης ("τρίστρωτη" τοιχοποιία) ενώ δεν εμφανίζονται διάτονοι λίθοι ούτε άλλου είδους εγκάρσια σύνδεση.



Εικ. 2.6,7 : Τοιχοποιία Καθολικού, δόμηση κατά το πάχος και κατά την όψη



Εικ. 2.8,9 : Τοιχοποιία Παρεκκλησίου Αγίου Νικολάου, δόμηση κατά το πάχος και κατά την όψη

Η διαμόρφωση των γωνιών του Καθολικού συμβαίνει μέσω λαξευμένων λίθων μεγάλων διαστάσεων σε δεύτερη χρήση, όπως προανφέρθη για τη ζώνη θεμελίωσης. Με λαξευτούς λίθους ορίζεται και το άνοιγμα της εισόδου καθώς επίσης και τα εναπομείναντα τμήματα των ανοιγμάτων των παραθύρων. Οι γωνίες των τοίχων του Παρεκκλησίου δεν εμφανίζουν σημαντική διαφοροποίηση εκτός από την κόγχη όπου οι λίθοι είναι λαξευτοί, και μάλιστα διαφορετικού είδους. Τα θυρώματα αποτελούνται από λαξευτούς λίθους.



Εικ. 2.10,11 : Τοιχοποιία Καθολικού, λεπτομέρειες διαμόρφωσης γωνιών και θυρωμάτων



Εικ. 2.12.12 : Τοιχοποιία Παρεκκλησίου Αγίου Νικολάου, λεπτομέρειες διαμόρφωσης γωνιών και θυρωμάτων

Τα υλικά δόμησης των λιθοδομών είναι κατά κανόνα ασβεστόλιθοι και συμπαγείς κεραμικές οπτόπλινθοι, ενώ στην περίπτωση του Παρεκκλησίου εμφανίζονται πωρόλιθοι στις ακμές της κόγχης του Ιερού, όπως προανεφέρθη. Μεταξύ των λαξευτών λίθων και των οπτοπλίνθων συχνά παρεμβάλλονται θραύσματα από τα ίδια υλικά. Τα κονιάματα είναι γενικώς ασβεστιτικά. Δεν εμφανίζονται επικρατούσες διαστάσεις στους λίθους ή τις οπτοπλίνθους, ενώ οι αρμοί γενικώς εμφανίζουν μέσο πάχος 3 cm.

Η στέγαση των κτηρίων γινόταν μέσω ξυλίνων στεγών οι οποίες δε σώζονται, ούτε εμφανίζονται σχετικά λείψανα μελών.

3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ ΔΟΜΗΜΑΤΩΝ

Ο καταστροφικός σεισμός του 1953 προκάλεσε την κατάρρευση του μεγαλύτερου μέρους της ανωδομής του Καθολικού με εξαίρεση τον νότιο τοίχο που διασώθηκε σε όλο του το ύψος και σχεδόν σε όλο το μήκος του. Το δυτικότερο τμήμα του μάλιστα κατεδαφίστηκε, σύμφωνα με προφορικές μαρτυρίες μετά τον σεισμό από κατοίκους της Σάμης λόγω της επικινδυνότητας που εγκυμονούσε η σημαντική του απόκλιση από την κατακόρυφο. Το γεγονός επιβεβαιώνεται από παλιά φωτογραφία του Μοναστηριού λίγο μετά το σεισμό όπου φαίνεται ολόκληρο το δυτικό παράθυρο του νότιου τοίχου. Ο Ναός όπως και τα υπόλοιπα κτίσματα του Μοναστηριού έμεινε εγκαταλειμμένος για τα επόμενα χρόνια.

Στο Παρεκκλήσιο του Αγίου Νικολάου κατά το σεισμό του 1953 καταστράφηκε ο νότιος και δυτικός τοίχος, ενώ διασώθηκαν οι άλλοι δύο σε μεγάλο ύψος.

3.3 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΔΟΜΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

3.3.1 ΘΕΜΕΛΙΩΣΕΙΣ

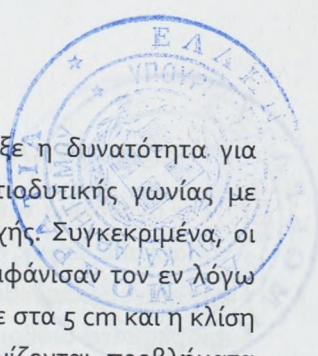
Γενικώς τα θεμέλια των υπό μελέτη κατασκευών αποτελούνται από λιθοδόμητες θεμελιολωρίδες πλάτους όσο τό πλάτος των υπερκείμενων τοίχων. Πρόκειται για αβαθείς θεμελιώσεις, καθώς το μητρικό πέτρωμα εμφανίζεται στην επιφάνεια του αύλειου χώρου της μονής, όπως διαπιστώθηκε και κατά την διερευνητική τομή που πραγματοποιήθηκε στο νότιο τοίχο του Καθολικού των Αγίων Φανέντων εξωτερικά. (βλ. Εικ.3.1&3.2)



Εικ. 3.1 Γενική άποψη τομής



Εικ. 3.2 Λεπτομέρεια του εδάφους θεμελίωσης



Ειδικότερα, η θεμελίωση του Καθολικού δεν είναι εμφανής, ούτε και υπήρξε η δυνατότητα για μεγαλύτερης κλίμακας αποκαλύψεις. Ωστόσο, παρατηρήθηκε στροφή της νοτιοδυτικής γωνίας με μετακίνηση της στέψης προς ΝΔ, σε συνδυασμό με την κατάρρευση της περιοχής. Συγκεκριμένα, οι ρηγματώσεις ορίζουν τα τμήματα της λιθοδομής τα οποία ως στερεά σώματα εμφάνισαν τον εν λόγω κινηματικό μηχανισμό. Η σχετιζόμενη τοπική καθίζηση (στη ΝΔ γωνία) μετρήθηκε στα 5 cm και η κλίση βρέθηκε να είναι της τάξεως του 5 %. Πέραν της θέσης αυτής, δεν εμφανίζονται προβλήματα θεμελίωσης στα εναπομείναντα τμήματα των τοίχων.

Η θεμελίωση του Παρεκκλησίου είναι επιφανειακή και σε μεγάλο μέρος εμφανής, ενώ δεν παρουσιάζει προβλήματα.

Γενικώς, η επιφανειακή εμφάνιση του μητρικού πετρώματος στην περιοχή δεν δημιουργεί ανησυχία για προβλήματα γεωτεχνικής φύσεως.

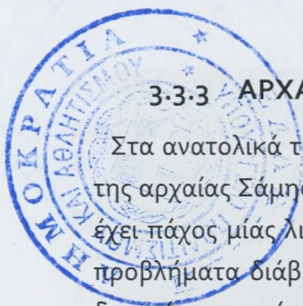
3.3.2 ΤΟΙΧΟΔΟΜΕΣ

Όπως προανφέρθη, η τοιχοποιία του Καθολικού σώζεται σε ύψος περίπου 1.50 m από το δάπεδο κατά μήκος του βορείου, δυτικού και τμήματος του νοτίου τοίχου, σε ύψους περίπου 3.50 m κατά τον ανατολικό, ενώ το υπόλοιπο τμήμα του νοτίου τοίχου, περίπου κατά τα τρία τέταρτα, σώζεται καθ' όλο το ύψος. Το τμήμα του ανατολικού τοίχου, και πιο συγκεκριμένα η κόγχη του Ιερού, εμφανίζει ομάδα ρηγματώσεων της τάξεως των 3-10 mm, ενώ το ανώτερο τμήμα του εμφανίζει μετακίνηση μεγέθους 120 mm - κλίση περίπου 3.4 %. Ο νότιος τοίχος εμφανίζει ελαφρά απόκλιση από την κατακόρυφο προς τα έξω και ρηγματώσεις πάχους 10-20 mm άνωθεν των ανοιγμάτων των παραθύρων προς τα ανατολικά του. Άξια αναφοράς είναι η μετακίνηση τμημάτων του τοίχου κατά το πάχος, με εύρος περίπου 5 cm που εμφανίζεται στο δυτικό όριο του εναπομείναντος τοίχου αλλά περιορίζεται στην εξωτερική πλευρά. Σχετικά, παρατηρείται ρηγμάτωση εύρους 10 mm κατά το πάχος του υπερκειμένου τμήματος του τοίχου. Το υπόλειμμα του δυτικού τοίχου εμφανίζει ελαφρά απόκλιση προς δυσμάς ενώ εμφανίζονται ρηγματώσεις, ολισθήσεις και θραύσεις λίθων.

Η απόκλιση του ανατολικού τμήματος του τοίχου από την κατακόρυφο και ειδικότερα της νοτιοανατολικής γωνίας έχει αντιμετωπιστεί με ξύλινες διατάξεις αντιστήριξης, η λειτουργία των οποίων έχει αποδυναμωθεί λόγω της διάβρωσης του υλικού και της χαλάρωσης των συνδέσεων.

Εκτός από τις παραπάνω βλάβες, στα προβλήματα της τοιχοποιίας περιλαμβάνεται η κατά τόπους διάβρωση και απώλεια του κονιάματος δομής, που παρατηρείται κυρίως στις περιοχές των ρηγματώσεων και της αποκόλλησης των επιχρισμάτων. Σημαντικό πρόβλημα συνιστά επίσης η εισροή υδάτων στο εσωτερικό της τοιχοποιίας από την άνω επιφάνεια του νοτίου τοίχου που μένει ακάλυπτη.

Ως προς το Παρεκκλήσι, σώζονται ο βόρειος και ο ανατολικός τοίχος που περιλαμβάνει την κόγχη του Ιερού. Εμφανίζονται μικρές ρηγματώσεις στο βόρειο τοίχο, ενώ ο ανατολικός είναι εκτενώς ρηγματωμένος υπό λοξή διεύθυνση και με εύρος 1-20 mm. Εκτός από τις ρηγματώσεις, στα προβλήματα της τοιχοποιίας περιλαμβάνεται η κατά τόπους διάβρωση και απώλεια του κονιάματος δομής, ενώ σημαντικό πρόβλημα συνιστά επίσης η εισροή υδάτων στο εσωτερικό της τοιχοποιίας από την άνω επιφάνεια των τοίχων που μένει εκτεθειμένη.



3.3.3 ΑΡΧΑΙΟ ΤΕΙΧΟΣ

Στα ανατολικά του Καθολικού της Ιεράς Μονής των Αγίων Φανέντων βρίσκεται τμήμα της οχύρωσης της αρχαίας Σάμης αποτελούμενο από τον τετράγωνο πύργο και το τείχος της πόλεως. Το αρχαίο τείχος έχει πάχος μίας λιθοπλίνθου και σώζεται σε ύψος περί τα 6m και μήκος 12.50m. Παρουσιάζει σοβαρά προβλήματα διάβρωσης υλικού και βλάβες (ρηγματώσεις και παραμορφώσεις) που υποβαθμίζουν τη δομική του επάρκεια και καθιστούν πιθανό το ενδεχόμενο κατάρρευσης. Η αντιστήριξη που έχει πραγματοποιηθεί από την αρμόδια εφορία αρχαιοτήτων έχει αναστείλει το ζήτημα της ετοιμορροπίας, όμως η κατασκευή χρήζει άμεσων μέτρων στερέωσης και συντήρησης των δομικών λίθων.

3.3.4 ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Στο πλαίσιο του προγράμματος ανάδειξης - ανάπλασης αρχαιολογικών χώρων Κράνης, Σάμης και Αλακομενών Κεφαλονιάς και Ιθάκης, που υλοποιήθηκε από την ΛΕ' Εφορεία Προϊστορικών και Κλασικών Αρχαιοτήτων, πραγματοποιήθηκε κατά τα έτη 2004-2006 σφράγιση των ρωγμών και της άνω επιφάνειας των τοίχων του Καθολικού με κονίαμα και κατασκευάστηκε η αντιστήριξη του νότιου τοίχου.

Όσον αφορά στο Παρεκκλήσιο, το 1988 ξεκίνησαν εργασίες συντήρησης των τοιχογραφιών και παράλληλα κατασκευάστηκε ξύλινο προστατευτικό στέγαστρο με επικάλυψη από φύλλα λαμαρίνας. Για την τοποθέτηση του στεγάστρου κατασκευάστηκαν θεμέλια από σκυρόδεμα σε επαφή με τους εξωτερικούς τοίχους. Το 2004 που ξεκίνησε το έργο του Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης το στέγαστρο ήταν ημικαταστραμμένο σε κατάσταση ετοιμορροπίας. Απομακρύνθηκε και αντικαταστάθηκε από νέο σιδερένιο στέγαστρο, το οποίο επίσης έχει σήμερα καταστραφεί. Στο πλαίσιο των εργασιών ανάδειξης πραγματοποιήθηκε συρραφή ρωγμών και στερέωση του βόρειου τοίχου κοντά στην βορειοανατολική γωνία.

3.3.5 ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ

Όπως περιγράφεται και στα προηγούμενα, η σεισμική καταπόνηση είναι ο παράγων που ευθύνεται για την παθολογία των δομημάτων. Ο ρόλος του εδάφους δεν αξιολογείται ως κρίσιμος.

Αναφορά πρέπει να γίνει στην σωρευμένη καταπόνηση των κτηρίων από την κατασκευή τους έως και το χρόνο κατάρρευσης. Σύμφωνα με όσα παρατίθενται ανωτέρω, καθίσταται σαφές πως η περιοχή είναι ιδιαιτέρως σεισμογενής με αποτέλεσμα τα κτήρια να έχουν διαρκώς φθίνουσα φέρουσα ικανότητα, όχι απλώς λόγω γήρανσης των υλικών, αλλά και λόγω της συσσώρευσης ρηγματώσεων μικρής ή μέτριας έντασης.

4 ΠΡΟΤΑΣΗ

4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Πέραν της απαίτησης για λειτουργική επανάχρηση των Ναών, η επέμβαση έχει επείγουσα και άμεση σωστική σημασία, καθώς σε αντίθετη περίπτωση η κατάρρευση και των εναπομεινάντων τμημάτων είναι απλώς θέμα χρόνου.

Οι βασικές αρχές της προτεινόμενης δομικής επέμβασης είναι οι ακόλουθες:

1. Η τήρηση των διεθνών κανονισμών και συστάσεων για την προστασία μνημείων.
2. Η απλότητα στη σύλληψη και η οικονομία στην εφαρμογή της πρότασης.
3. Η ασφάλεια των εργαζομένων και των επισκεπτών σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς και τις διεθνείς συνθήκες.

4.2 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Ακολουθεί συνοπτική αναφορά των προτεινόμενων επεμβάσεων, οι οποίες θα οριστικοποιηθούν και θα διαστασιολογηθούν στην επόμενη φάση της μελέτης.

1. Απομάκρυνση των επιχώσεων και των προϊόντων κατάρρευσης. Διαλογή οικοδομικού υλικού.
2. Στερέωση των τοίχων, λιθοσυρραφή ρωγμών, βαθύ αρμολόγημα, συμπλήρωση εξωτερικών επιχρισμάτων και εφαρμογή ενεμάτων.
3. Συμπλήρωση καθ' ύψος των τοίχων μέχρι το γείσο της στέγης.
4. Κατασκευή περιμετρικού διαζώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα στη στέψη των τοίχων.
5. Κατασκευή νέου μεταλλικού διαφράγματος όπισθεν του τέμπλου (μόνο στο καθολικό).
6. Κατασκευή νέας ξύλινης στέγης.
7. Κατασκευή νέων εσωτερικών επιχρισμάτων, όπου προβλέπεται από τη μελέτη συντήρησης.
8. Επεμβάσεις στερέωσης του τείχους ανατολικά του καθολικού.

4.3 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Οι περιγραφόμενες επεμβάσεις αποτυπώνονται στα γενικά σχέδια και τα σχέδια λεπτομερειών, σύμφωνα με τις σχετικές παραπομπές. Σε περίπτωση που υπάρχει λεπτομέρεια στο σχέδιο που δεν εκρίθη απαραίτητο να αναλυθεί περαιτέρω στην παρούσα περιγραφή, υπερισχύει το σχέδιο. Αντιθέτως, στην περίπτωση που περιγράφεται στην παρούσα κάποια επέμβαση η οποία δεν εμφανίζεται στα σχέδια, εφαρμόζεται η παρούσα. Όλες οι επεμβάσεις θα επιβεβαιωθούν στην φάση των εργασιών, τελούν δε υπό την έγκριση των επιβλεπόντων.



4.3.1 ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΕΠΙΧΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΚΑΤΑΡΡΕΥΣΗΣ

4.3.2 ΣΤΕΡΕΩΣΗ ΤΟΙΧΩΝ

4.3.2.1 ΛΙΘΟΣΥΡΡΑΦΕΣ

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

Σε περιπτώσεις ρωγμών μεγάλου εύρους ($>3\text{mm}$) 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 $50 \times 3\text{ mm}$ από φύλλο ανάγλυφης λαμαρίνας ("μπακλαβαδωτή", "ρυζάκι") για αύξηση της πρόσφυσης. Τα τεμάχια θα κόβονται με μήκος μετρημένο επιτόπου και σύμφωνα 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 εισπίζεται 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.

(Σχετική λεπτομέρεια: Τ2)

4.3.2.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΕΩΝ 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 των αρμολογημάτων περιγράφεται αναλυτικά στην μελέτη συντήρησης των υλικών.

Κατά την εκτέλεση των αρμολογημάτων γίνεται και η απαραίτητη προπαρασκευή για τις εργασίες ενεμάτων, όπως περιγράφονται στην αρχή της σχετικής παραγράφου.

Εάν κριθεί σκόπιμο από την επίβλεψη ή προκύψει ως αποτέλεσμα εργαστηριακών ελέγχων και αναλύσεων, είναι δυνατή η τροποποίηση της προτεινόμενης συνθέσεως, κατόπιν συνεννοήσεως με τον μελετητή.

4.3.2.3 ΕΝΕΜΑΤΑ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗΣ

Προκειμένου να αυξηθεί η φέρουσα ικανότητα των τοιχοποιιών, προτείνονται ενέματα. Μέσω της μεθόδου αυτής, ιδίως σε περίπτωση τρίστρωτων τοιχοποιιών, αποκαθίσταται η συνέχεια μεταξύ των εξωτερικών στρώσεων με την εσωτερική στρώση της τοιχοποιίας. Παρόμοια δράση εμφανίζεται και σε λοιπές τοιχοποιίες, με τελικό αποτέλεσμα την διαμόρφωση μιας συμπαγούς μάζας που συμπεριφέρεται ενιαία και εμφανίζει αυξημένες αντοχές.

Η σύνθεση των ενεμάτων ομογενοποίησης των τοίχων και συγκόλλησης των ρωγμών περιγράφεται αναλυτικά στην μελέτη συντήρησης των υλικών.

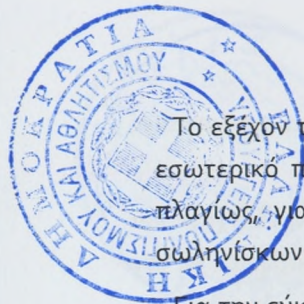
Γενικώς, τα ενέματα στερέωσης και ομογενοποίησης της δομής των τοιχοποιιών, πρέπει να καλύπτουν τις παρακάτω ιδιότητες:

1. Να είναι σταθερά αιωρήματα καθ' όλη την διάρκεια των ενέσεων.
2. Να διεισδύουν υπό χαμηλή πίεση σε κάθε ρωγμή, ακόμη και μικρού εύρους (μέχρι 2 mm).
3. Να συγκρατούν το νερό αναμίξεως κατά την διόδό τους από τα υλικά της τοιχοποιίας.
4. Με την προϊούσα στερεοποίηση, να επιφέρουν αφ' ενός σφράγιση και πλήρωση των κενών κατά βάθος και αφ' ετέρου βελτίωση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας, χωρίς να καθιστούν την ζώνη επιρροής τους ασύμβατη με τις γειτονικές, που δεν θα πληρωθούν ομοίως με ενέματα.

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

Επιπλέον, ως προπαρασκευή για τις εργασίες ενεμάτων, κατά την εκτέλεση των αρμολογημάτων, διανοίγονται οπές στους αρμούς και κατά μήκος των ρωγμών με χρήση περιστροφικού τρυπανιού, σχηματίζοντας ιδεατό κάνναβο διαστάσεων όχι μεγαλύτερο του 1.00x1.00 m για αμφιπρόσωπη εφαρμογή ενεμάτων, ή 0.60x0.60 m για μονοπρόσωπη εφαρμογή. Οι οπές καθαρίζονται επιμελώς από την παιπάλη με πεπιεσμένο αέρα. Ακολούθως, διαφανείς πλαστικοί σωληνίσκοι τοποθετούνται σε αυτές και στερεώνονται στον τοίχο χρησιμοποιώντας το κονίαμα της αρμολόγησης. Οι κορυφές του καννάβου της μιας πλευράς πρέπει να τοποθετηθούν μεταξύ των κορυφών της άλλης, οριζοντίως όσο και κατακορύφως, όπως φαίνεται και στη σχετική λεπτομέρεια.

Στην περίπτωση αμφιπρόσωπης εφαρμογής οι σωληνίσκοι θα τοποθετηθούν κατά 50% στο 1/3 του πάχους του τοίχου και κατά 50% στο 1/2 αυτού. Όπου προβλέπεται μονοπρόσωπη εφαρμογή το 1/3 των σωληνίσκων θα τοποθετηθεί στο 1/3 του πάχους του τοίχου, το έτερον 1/3 στο 1/2 του πάχους και το λοιπό 1/3 στα 2/3 του πάχους.



Το εξέχον τμήμα των σωληνίσκων θα έχει μήκος περί τα 50 cm, ενώ το τμήμα που τοποθετείται στο εσωτερικό πρέπει να είναι διάτρητο σε δύο τουλάχιστον θέσεις και το άκρο του να είναι κομμένο πλάγιως, για να εξασφαλίζεται η εισροή του ενέματος στον τοίχο ακόμα και όταν τα άκρα των σωληνίσκων φραχθούν.

Για την εύκολη αναγνώριση του βάθους στο οποίο τοποθετούνται οι σωληνίσκοι, αυτοί θα πρέπει να φέρουν ταινία διαφορετικού χρώματος, ενώ αυτό δηλώνεται και σε καρτελάκι αρίθμησης. Η αρίθμηση τους θα γίνεται με κανόνες κωδικοποίησης, που θα καθορίζονται επί τόπου του έργου, η δε διάταξή τους θα αποτυπώνεται σε σκαριφήματα ή σχέδια.

Η εισπίεση του ενέματος θα ξεκινάει από τους σωλήνες της κατωτέρας στάθμης.

Να σημειωθεί πως η χρήση υλικών σε πολύ υψηλό διαμερισμό με υψηλό υδρομετρικό συντελεστή (της τάξεως του 1.00), σε συνδυασμό με την χρησιμοποίηση ειδικών αναμικτήρων υψηλού στροβιλώδους (1500 -2000 RPM) συνεχούς ροής, επιτρέπουν την δημιουργία μίγματος κολλοειδούς, λεπτόρρευστου και μη απομεινυόμενου, χωρίς κροκιδώσεις, ικανού να διεισδύσει και εντός των λεπτότερων ρωγμών.

Η συντήρηση του ενέματος θα γίνεται σε αναμικτήρα με περίπου 150-300 RPM.

Η εισπίεση του ενέματος θα γίνεται με αντλία, ώστε η πίεση στο ακροφύσιο να είναι της τάξεως της 0.50-1.00 atm, με ειδικό φίλτρο προστασίας, ειδικό εξάρτημα που θα παρεμποδίζει την άνοδο της πίεσεως άνω του επιθυμητού ορίου.

Ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί σε περιοχές με τοιχογραφίες. Στην περίπτωση αυτή, τα ενέματα θα εφαρμοσθούν μόνον εξωτερικώς, η δε πίεση στο ακροφύσιο θα είναι χαμηλή (έως 0.50 atm) για την αποφυγή αναπτύξεως μεγάλης υδροστατικής πίεσεως και οι εργασίες θα γίνονται παρουσία συντηρητή.

Για την αποφυγή ανεπιθύμητων ενεργειών, λόγω απότομης αύξησης της πίεσης, τοποθετείται τρίοδη βαλβίδα στο ακροφύσιο εισπίεσης, ώστε το ένεμα να μπορεί να διοχετεύεται τάχιστα σε φορητό δοχείο συλλογής.

Επιπλέον είναι απαραίτητη η συνεχής μέτρηση και ηλεκτρονική καταγραφή της πίεσης, της παροχής και του όγκου του ενέματος που καταναλώνεται συναρτήσει του χρόνου, μέσω κατάλληλης συσκευής.

Οι εργασίες των ενεμάτων δεν θα εφαρμόζονται για ύψος μεγαλύτερο από 1.00 m ημερησίως, ώστε να μην αναπτυχθεί υψηλή υδροστατική εσωτερική πίεση.

(Σχετική λεπτομέρεια: Τ1)

4.3.3 ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗ ΚΑΘ' ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΤΟΙΧΩΝ

Μετά το πέρας των αρμολογημάτων και ενεμάτων στους υφιστάμενους τοίχους θα ακολουθήσει η συμπλήρωσή τους με νέες λιθοδομές. Οι λίθοι θα είναι ασβεστολιθικής προέλευσης, παρόμοιοι με τους αυθεντικούς. Σποραδικώς θα χρησιμοποιηθούν και συμπαγείς οπτόπλινθοι, κυρίως στις ανώτερες στρώσεις των τοίχων, όπως συμβαίνει και στις διατηρούμενες λιθοδομές. Το κονίαμα δομής θα είναι γενικής εφρμογής κατηγορίας τουλάχιστον M5 σύμφωνα με τον EC-6.

Ιδιαίτερη επιμέλεια πρέπει να δοθεί στις διεπιφάνειες υφιστάμενης - νέας λιθοδομής. Στις οριζόντιες διεπιφάνειες θα αφαιρεθούν οι προχείρως τοποθετημένοι λίθοι και τα επισκευαστικά κονιάματα που

χρησιμοποιήθηκαν ως άμεσα μέτρα προστασίας και αφού οριζοντιωθεί η επιφάνεια θα συνεχιστεί η δόμηση του νέου τοίχου. Ημιλαξευμένοι έως λαξευμένοι λίθοι διαστάσεων 20×35 (τουλάχιστον) $\times 20$ cm (μήκους $\times$ πάχους $\times$ ύψους) θα χρησιμοποιηθούν εν είδει "κλειδιών" σε πυκνότητα $4 \text{ m}^3 / \text{m}^2$ εναλλάξ μέσα και έξω με στόχο την όσο το δυνατόν καλύτερη σύνδεση των εξωτερικών παρειών με τον πυρήνα του τοίχου. (Σχετική λεπτομέρεια: T3)

Στις κατακόρυφες διεπιφάνειες θα επιχειρηθεί η καλή αλληλεμπλοκή, μέσω κατακόρυφης οδόντωσης με λαξευμένα λίθινα "κλειδιά" διαστάσεων $40 \times 25 \times 20$ cm (μήκους $\times$ πάχους $\times$ ύψους).

Η δόμηση στις γωνίες των κτηρίων θα γίνει λαξευμένους λίθους σχετικά μεγαλύτερων διαστάσεων με στόχο την βέλτιστη αλληλεμπλοκή των συμβαλλόμενων τοίχων. Για το σκοπό αυτό θα διαστρωθεί κατά το πάχος του τοίχου γεώπλεγμα τύπου Tensar S240 σε μήκος ~ 270 cm και σε τρεις στάθμες καθ' ύψος.

(Σχετική λεπτομέρεια: T4)

4.3.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΟΥ ΔΙΑΖΩΜΑΤΟΣ Ω.Σ.

Προτείνεται αφανές διάζωμα από ωπλισμένο σκυρόδεμα στη στάθμη στέψης των λιθοδομών. Η σκυροδέτηση θα γίνει μετά την κατασκευή της εξωτερικής παρειάς του τοίχου με χρήση ξυλοτύπου μόσο εσωτερικά. Προβλέπονται ανοξείδωτοι ράβδοι $\Phi 14$ ως βλήτρα, σε διπλή σειρά ανά 50 cm εναλλάξ, για καλύτερη αγκύρωση. Οι οπές θα έχουν ίδια διάμετρο $\Phi 18$ και θα πραγματοποιούνται με μηχανήμα χειρός, με επιμέλεια για αποφυγή θραύσης των λίθων. Το βάθος διάτρησης και έμπηξης στη λιθοδομή θα είναι περίπου 25 cm, ενώ στην οπή, πριν την εισαγωγή της ράβδου, θα εγχυθεί ποσότητα εποξειδικής ρητίνης τύπου HIT-RE 500. Στην περίπτωση διάτρησης σε υφιστάμενη λιθοδομή η πλήρωση της οπής θα γίνει με λεπτόρρευστο ένεμα τύπου Albaria Inezione.

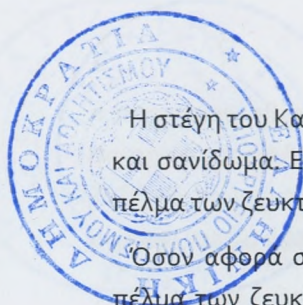
Σε κάθε περίπτωση, η επιφάνεια της στέψης της τοιχοποιίας, θα είναι καθαρή και απηλλαγμένη από κάθε σαθρό ή ξένο υλικό. Για τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας του διαζώματος θα γίνει χρήση ισχυρής μη συρρικνούμενης κονιάς.

Στις ακμές και τις γωνίες, οι ανοξείδωτοι οπλισμοί θα κάμπτονται καταλλήλως με μορφή "Γ" κατά 60 cm τουλάχιστον, ώστε να αγκυρώνονται σωστά στο έτερο σκέλος του διαζώματος.

(Σχετική λεπτομέρεια: T3.)

4.3.5 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΝΕΑΣ ΞΥΛΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Η ξύλινη στέγη, τόσο του καθολικού, όσο και του παρεκκλησίου του Αγίου Νικολάου θα κατασκευαστεί από ζευκτά τύπου Z1 και Z2 αντίστοιχα και τεγίδες. Οι διατομές και η διάταξη των παραπάνω στοιχείων φαίνεται αναλυτικά στα παραδοτέα σχέδια. Οι συνδέσεις είναι από μεταλλικά ελάσματα και βλήτρα. Η ξυλεία που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι συγκολλητή κατηγορίας GL24h (EC-5) για την στέγη του Καθολικού και φυσική πελεκητή ξυλεία κατηγορίας τουλάχιστον C24 (EC-5) για την στέγη του Παρεκκλησίου του Αγίου Νικολάου.



Η στέγη του Καθολικού θα φέρει ξύλινη οροφή από δοκίδες αναρτημένες στον ελκυστήρα των ζευκτών και σανίδωμα. Επίσης σανίδωμα πάχους 20 mm προβλέπεται να διαστρωθεί επί των τεγίδων στο άνω πέλαμα των ζευκτών Z1 και Z2.

Όσον αφορά στη στέγη του παρεκκλησίου προτείνεται η διάστρωση διπλού σανιδώματος στο άνω πέλαμα των ζευκτών αποτελούμενο από φύλλα κόντρα-πλακέ θαλάσσης 20mm και σανίδες καρφωτές στο υπόστρωμα πάχους επίσης 20mm.

4.3.6 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΝΕΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΚΑΘΟΛΙΚΟ

Όπισθεν του ξύλινου τέμπλου του ναού προτείνεται η τοποθέτηση ενός μεταλλικού διαφράγματος από τέσσερις στύλους και δύο δικτυωτές δοκούς. Το διάφραγμα αυτό συνδέεται με τον βόρειο και νότιο τοίχο μέσω βλήτρων και αποτελεί ένα νέο εγκάρσιο στοιχείο, το οποίο λειτουργεί ανακουφιστικά στις εκτός επιπέδου παραμορφώσεις των προαναφερθέντων τοίχων. Η θεμελίωση του εν λόγω διαφράγματος θα γίνει μέσω δοκού ΩΣ διατομής 30/40. Οι διατομές των μεταλλικών στοιχείων, η συνδεσμολογία και οι οπλισμοί της δοκού θεμελίωσης φαίνονται αναλυτικά στα αντίστοιχα σχέδια της στατικής μελέτης.

4.3.7 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΝΕΩΝ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΩΝ

Η εκ νέου εφαρμογή επιχρισμάτων θα πραγματοποιηθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές της αρχιτεκτονικής μελέτης. Πριν την εφαρμογή του νέου επιχρίσματος θα προηγηθεί καθαρισμός των επιφανειών από σαθρά τμήματα και σκόνη. Στο υλικό του επιχρίσματος θα έχουν προστεθεί ίνες πολυπροπυλενίου σε αναλογία της τάξεως των 150 gr/m³.

4.3.8 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ ΤΟΥ ΤΕΙΧΟΥΣ

Με στόχο την στερέωση του τείχους της Ιεράς Μονής των Αγίων Φανέντων προτείνεται η συμπλήρωση αρχαίων δόμων, όπου παρουσιάζεται σημαντική απώλεια υλικού. Επιπλέον είναι απαραίτητη η συγκόλληση των ρηγματωμένων τμημάτων των ανωτέρων στρώσεων και η εφαρμογή αρμολογημάτων και ενεμάτων ομογενοποίησης στην μεσαιωνική φάση της κατασκευής.

4.4 ΥΛΙΚΑ

4.4.1 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μέσες τιμές των θλιπτικών αντοχών των επικρατέστερων δομικών υλικών του κτηρίου.

4.4.2 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΤΟΙΧΟΔΟΜΩΝ

Για την αναγωγή των επιμέρους αντοχών σε συνολική εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών της τοιχοποιίας γίνεται επίκληση υπολογιστικών σχέσεων από τη βιβλιογραφία και τη μελετητική εμπειρία από συναφείς κατασκευές.

Όσον αφορά στη λιθοδομή της αρχικής φάσης του κτηρίου, γίνεται χρήση των σχέσεων που προτείνει ο καθηγητής Θ. Τάσιος σε σχετική δημοσίευση (Theodossios Tassios, "Rehabilitation of three-leaf masonries", 2004).

Για την θλιπτική αντοχή τρίστρωτης τοιχοποιίας πριν την επέμβαση με ενέματα ισχύει:

Θλιπτική αντοχή τρίστρωτης λιθοδομής

$$f_{wc,o} = (2 \cdot \lambda_e \cdot \delta \cdot f_{wc,e} + \lambda_i \cdot f_{wc,i}) \cdot (1 + 2 \cdot \delta)$$

$f_{wc,o}$: θλιπτική αντοχή τρίστρωτης λιθοδομής

$f_{wc,e}$: θλιπτική αντοχή των εξωτερικών στρώσεων, βλέπε (2)

$f_{wc,i}$: θλιπτική αντοχή της εσωτερικής στρώσης, βλέπε (3)

λ_e : διορθωτικός συντελεστής $\approx 1 - 0.06 \cdot \zeta_e \cdot t_e \cdot h_w^{\frac{4}{3}}$, (t_e , h_w σε mm, $\zeta_e = E_{w,e} / f_{wc,e}$)

λ_i : διορθωτικός συντελεστής ≈ 1

δ : λόγος παχών μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής στρώσης ($t_e \div t_i$)

(Tassios, T.P. 2004. Rehabilitation of three-leaf masonry. In Evoluzione nella sperimentazione per le costruzioni, Seminario Internazionale, 26 Sept-3 Oct., Centro Internazionale di Aggiornamento Sperimentale-Scientifico)

Θλιπτική αντοχή εξωτερικών στρώσεων

$$f_{wc,e} = \left[\frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_{bc} + k_1 \cdot f_{mc} - k_2} \right] \cdot \left[1 + 3.5 \cdot \left(\frac{V_m}{V_w} - 0.30 \right) \right]$$

f_{bc} : θλιπτική αντοχή λίθου

f_{mc} : θλιπτική αντοχή κονιάματος

k_1 : 0.60 για αργολιθοδομή

0.20 για οπτοπλινθοδομή ή τοιχοποιία από λαξευμένους λίθους

k_2 : 0.00 MPa για οπτοπλινθοδομή ή τοιχοποιία από λαξευμένους λίθους

0.50 MPa για τοιχοποιία από ημιλαξευμένους λίθους

2.50 MPa για αργολιθοδομή

V_m, V_w : όγκος κονιάματος, όγκος τοιχοποιίας

(Tassios, Chronopoulos: "Aseismic dimensioning of interventions on low-strength masonry buildings", Middle East and Mediterranean Regional Conference on low-strength masonry in seismic areas, Middle East Univ., Ankara, 1986)

Θλιπτική αντοχή της εσωτερικής στρώσης

$$f_{wc,i} = f_o \cdot e^{-10 \cdot n_i \cdot \xi_i}$$

f_o : 10 MPa για κονιάματα με $f_{mc} \approx 1.00$ MPa

20 MPa για κονιάματα με $f_{mc} \approx 4.00$ MPa

35 MPa για κονιάματα με $f_{mc} \approx 10.00$ MPa

ξ_i : εκτιμήτρια της ποιότητας πλήρωσης ≤ 1.00

n_i : δείκτη πορώδους του υλικού πλήρωσης

(Tassios, T.P. 2004. Rehabilitation of three-leaf masonry, see (1))



Το μέτρο ελαστικότητας μπορεί να ληφθεί:

$$E_{wc} = \zeta_e \cdot f_{wc}$$

ζ_e : συντελεστής μεταξύ 500 ÷ 1000 (εν προκειμένω, λαμβάνουμε 750)

4.4.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ ΤΟΙΧΟΔΟΜΩΝ

Με δεδομένες τις τιμές θλιπτικής αντοχής της τρίστρωτης λιθοδομής στην υπάρχουσα κατάσταση, πλήθος εμπειρικών σχέσεων είναι διαθέσιμα στη βιβλιογραφία για εκτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών της μετά το πέρας των ενισχύσεων μέσω ενεμάτων. Η παρακάτω σχέση δίνει μια καλή εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής της ενισχυμένης μέσω ενεμάτων τρίστρωτης λιθοδομής, λαμβάνοντας επιπλέον υπ' όψιν το λόγο μεταξύ του όγκου του γεμίσματος (ενδιάμεση στρώση τοιχοποιίας) προς το συνολικό όγκο της τοιχοποιίας.

Θλιπτική αντοχή ενισχυμένης τρίστρωτης λιθοδομής

$$f_{wc,i} = f_{wc,0} \left(1 + 1.25 \cdot \frac{V_i}{V_w} \cdot \frac{\sqrt{f_{grc}}}{f_{wc,0}} \right) \quad (7)$$

$f_{wc,i}$: θλιπτική αντοχή ενισχυμένης τρίστρωτης λιθοδομής

$f_{wc,0}$: θλιπτική αντοχή υπάρχουσας τοιχοποιίας

V_i : όγκος γεμίσματος

V_w : όγκος τοιχοποιίας

f_{wgrc} : θλιπτική αντοχή του ενέματος ενίσχυσης

Λαμβάνονται οι παρακάτω τιμές:

	f_{wc} (MPa)	E_w (GPa)
Λιθοδομή υφιστάμενη (καθολικού)	4.93	3.70
Λιθοδομή ενισχυμένη (καθολικού)	5.97	4.48
Λιθοδομή υφιστάμενη (παρεκκλησίου)	4.53	3.40
Λιθοδομή ενισχυμένη (παρεκκλησίου)	4.93	4.28

Πιν.2

Σχετικά με την διατμητική αντοχή της ενισχυμένης τοιχοποιίας, ελλείψει λεπτομερούς διερεύνησής της στη βιβλιογραφία, υιοθετούμε ποσοστό αύξησης της τιμής της συνάφειας, που τυπικά λαμβάνεται ίση με 0.20 MPa, ίσο με το ποσοστό αύξησης της θλιπτικής αντοχής.

Και για τις δύο περιπτώσεις τοιχοποιιών ο λόγος Poisson θεωρείται $\nu = 0.20$ και η εφελκυστική αντοχή λαμβάνεται ίση με το 10% της θλιπτικής.



4.4.4 ΥΛΙΚΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Τα προτυποποιημένα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για τις επεμβάσεις θα είναι :

1. Σκυρόδεμα φέροντος οργανισμού ποιότητας C20/25 κατά EN 206.
2. Δομικός χάλυβας ποιότητας S 275 H (EN 10210-1 / EN 10219-1)
3. Κοχλίες ποιότητας 8.8, περικόχλια και ροδέλες.
4. Νέα συγκολλητή ξυλεία κατηγορίας τουλάχιστον GL24h κατά EC-5.
5. Νέα φυσική πελεκητή ξυλεία κατηγορίας τουλάχιστον C24 κατά EC-5.
6. Εποξειδική ρητίνη τύπου HIT-RE 500.
7. Τσιμεντοκονίαμα ποιότητας M5 (EC-6)
8. Ένεμα ομογενοποίησης τοίχων τύπου Albaria Inezione
(σύμφωνα με τη μελέτη συντηρήσεως υλικών)
9. Ανοξείδωτος χάλυβας AISI 316, EN 1993-1-4

5 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ

5.1 ΠΡΟΤΥΠΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Η μελέτη έχει βασισθεί στους ισχύοντες κανονισμούς και πρότυπα, συγκεκριμένα:

1. Ευρωκώδικας 0 «Eurocode - Basis of structural design / Ευρωκώδικας - Βάσεις σχεδιασμού δομημάτων».
2. Ευρωκώδικας 1 «Basis of design and actions on structures / Βάσεις σχεδιασμού και δράσεων στις κατασκευές».
3. Ευρωκώδικας 2 «Design of concrete structures / Σχεδιασμός κατασκευών από σκυρόδεμα».
4. Ευρωκώδικας 3 «Design of steel structures / Σχεδιασμός μεταλλικών κατασκευών».
5. Ευρωκώδικας 5 «Design of timber structures / Σχεδιασμός ξύλινων κατασκευών».
6. Ευρωκώδικας 6 «Design of masonry structures / Σχεδιασμός κατασκευών από φέρουσα τοιχοποιία».
7. Ευρωκώδικας 8 «Design of structures for earthquake resistance / Αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών», με τα Εθνικά κείμενα εφαρμογής του.
8. Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (ΚΤΣ 97), ΦΕΚ 315B/97.
9. Οδηγίες ΥΠΠΟ για αποκαταστάσεις μνημείων.
10. Οδηγίες ΤΕΕ, ΥΠΕΚΑ, ΟΑΣΠ, ΕΜΠ, ΑΠΘ για επισκευές και ενισχύσεις λιθόδομητων κτιρίων.
11. Πρότυπα ΕΛΟΤ και ISO για προτυποποιημένες μεθόδους και υλικά δομήσεως.
12. Χάρτης της Βενετίας με νεώτερες προσθήκες και οδηγίες της διεθνούς επιτροπής ISCARSAN του ICOMOS.
13. Προσχέδιο ρυθμιστικού πλαισίου για τις δομητικές επεμβάσεις και την αντισεισμική προστασία μνημείων (ΟΑΣΠ 2010)

5.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΩΝ

Το προσομοίωμα μορφώθηκε με τους παρακάτω τύπους πεπερασμένων στοιχείων, σύμφωνα με την ξενόγλωσση ονομασία τους:

- Στοιχεία quad :

Επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία τρίκομβα ή τετράκομβα. Πρόκειται για στοιχεία δίσκου, πλάκας ή κελύφους. Μπορεί να έχουν μεταβλητό πάχος, να εδράζονται ελαστικά, να αποτελούνται από υλικό με μη γραμμικές ιδιότητες και διαφορετικές στρώσεις, να φέρουν προένταση και να έχουν ορθότροπη συμπεριφορά.

Με τα εν λόγω στοιχεία προσομοιώθηκαν οι κατακόρυφοι τοίχοι, οι πλάκες και τα πατώματα (πάχος στοιχείων σημαντικά μικρότερο από τις άλλες διαστάσεις).



- Στοιχεία beam :

Ραβδωτό στοιχείο μεταβλητής και έκκεντρης διατομής με δυνατότητα προέντασης. Μπορεί να παραλάβει στρέβλωση. Μπορεί να εδράζεται ελαστικά και να αποτελείται από υλικό με μη γραμμικές ιδιότητες.

Με τα εν λόγω στοιχεία προσομοιώθηκαν τα γραμμικά μέλη από χάλυβα και ωπλισμένο σκυρόδεμα: υποστυλώματα και δοκοί.

- Στοιχεία spring :

Ελαστικές εδράσεις σε τυχαίες διευθύνσεις με γραμμικές ή μη ιδιότητες.

Με τα εν λόγω στοιχεία προσομοιώθηκε το έδαφος θεμελίωσης βάσει του δείκτη εδάφους k και των διαστάσεων (I_x , I_y) της διατομής των εδραζόμενων στοιχείων:

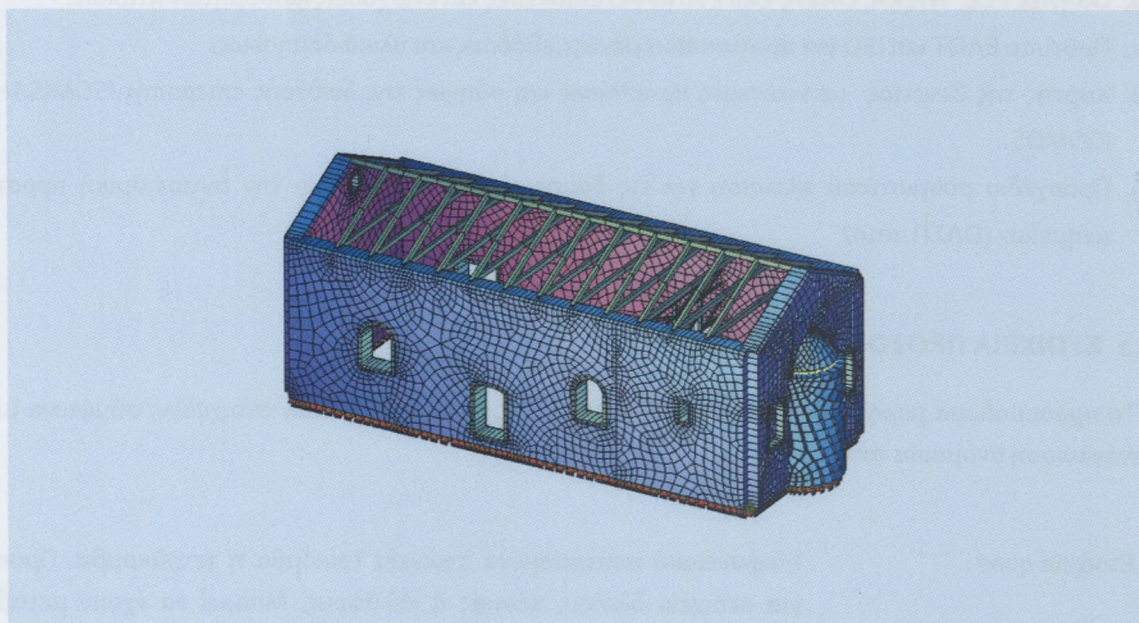
Αξονικά ελατήρια κατά άξονα z : $k_v = k \cdot I_x \cdot I_y$

Στροφικά ελατήρια περί άξονα x : $k_{rx} = k \cdot I_x \cdot I_y^3 / 12$

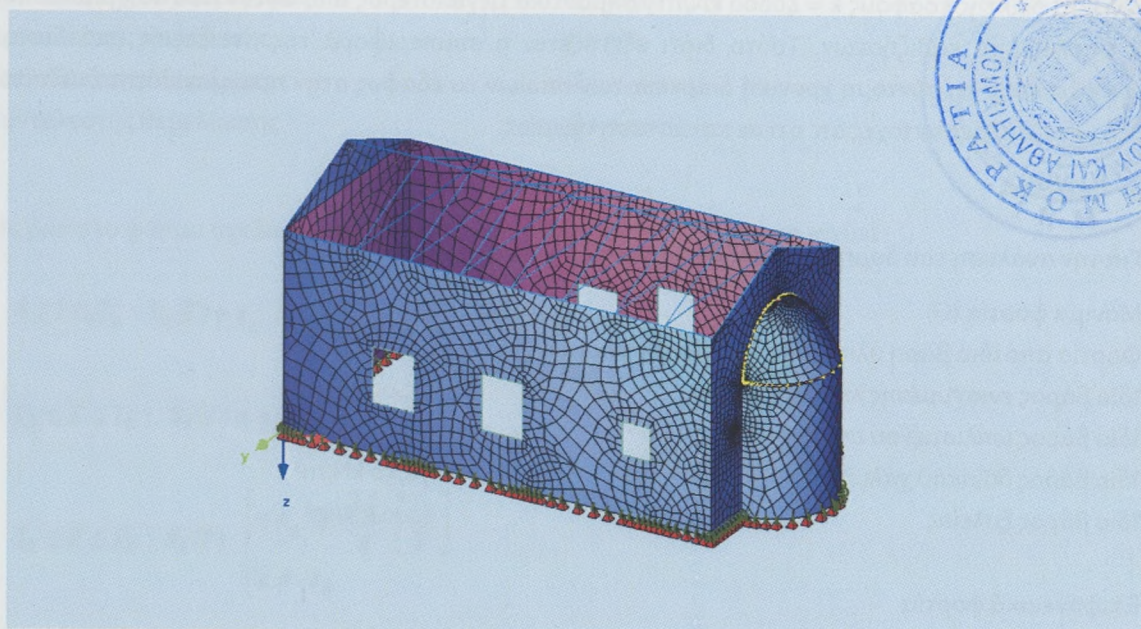
Στροφικά ελατήρια περί άξονα y : $k_{ry} = k \cdot I_x^2 \cdot I_y / 12$

- Κόμβοι:

Χρησιμοποιήθηκαν 5310 κόμβοι.



Εικ. 5.2 : Απόψη προσομοιώματος Καθολικού Αγίων Φανέντων

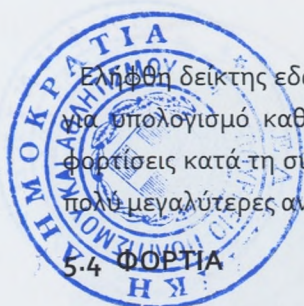


Εικ. 5.2 : Απόψη προσομοιώματος παρεκκλησίου Αγίου Νικολάου

5.3 ΥΛΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΟΣ

Για την προσομοίωση του κτηρίου ελήφθησαν τα παρακάτω υλικά, όπως περιγράφονται από τον τίτλο, την αρίθμηση και τις ιδιότητες τους:

Αριθμός υλικού	Ονομασία υλικού	Περιγραφόμενα στοιχεία	Είδος στοιχείων	Κλάση	Μέτρο ελαστικότητας
1	C 20/25 (EN 1992)	Στοιχεία σκυροδέματος	Area, beam	C20/25	30 GPa
2	S 500 (EN 1992)	Χάλυβας οπλισμών	-	S500 (B500c)	200 GPa
3	Masonry	Στοιχεία από λιθοδομή	Area	-	4.18/4.48 GPa
4	Timber	Στοιχεία από ξύλο	Beam	-	11 GPa
5	S 235 (EN 10025-2)	Στοιχεία από δομικό χάλυβα - Νέα	Beam	S235	210 GPa
6	Stone	Λαξευτοί λίθοι (ψαμμίτες)	Beam	-	9.00 GPa



Ελήφθη δείκτης εδάφους $k = 40000 \text{ kN/m}^3$, σημαντικά μεγαλύτερος από αυτόν που θα χρησιμοποιείτο για υπολογισμό καθιζήσεων. Τούτο διότι εξετάζεται η συμπεριφορά της ανωδομής υπό δυναμικές φορτίσεις κατά τη σύντομη χρονική διάρκεια των οποίων το έδαφος στην πραγματικότητα αναπτύσσει πολύ μεγαλύτερες αντοχές απ' ό,τι σε κατάσταση ηρεμίας.

5.4 ΦΟΡΤΙΑ

Για την ανάλυση του δομήματος ελήφθησαν τα κάτωθι φορτία:

- Μόνιμα φορτία (G)

Φορτία από ίδια βάρη υλικών φέροντος οργανισμού

Ίδιο βάρος ενισχυμένης λιθοδομής	25.00 kN/m ³
Ίδιο βάρος ωπλισμένου σκυροδέματος	25.00 kN/m ³
Ίδιο βάρος δομικού χάλυβα	78.50 kN/m ³
Ίδιο βάρος ξυλείας	5.00 kN/m ³

Επιφανειακά φορτία

Ίδιο βάρος τειγίδων+σανιδώματος	0.30 kN/m ²
Ίδιο βάρος μόνωσης στεγών	0.20 kN/m ²
Οροφές (ξύλινες σανίδες)	0.30 kN/m ²
Επικάλυψη στέγης με καρφωτά κεραμίδια	0.45 kN/m ²

- Μεταβλητά φορτία - ωφέλιμα (Q)

Επιφανειακά φορτία

Ωφέλιμο φορτίο μη βατών στεγών	0.50 kN/m ²
--------------------------------	------------------------

- Μεταβλητά φορτία - χιόνι (S)

Επιφανειακά φορτία

Φορτίο χιονιού (ανά m ² οριζόντιας επιφάνειας)	0.45 kN/m ²
---	------------------------

- Μεταβλητά φορτία - άνεμος (W)

Φορτίο ανέμου

(ανά m ² κεκλιμένης επιφάνειας: προσήνεμη / υπήνεμη πλευρά)	1.85 / -1.05 kN/m ²
--	--------------------------------

- Σεισμικά φορτία (E)

Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας

III

Σεισμική επιτάχυνση εδάφους

$\alpha = 0.36 \cdot g$

Κατηγορία εδάφους

A: $T_1 = 0.15$, $T_2 = 0.40$

Συντελεστής εδάφους

S=1 (table 3.2, EC8)

Συντελεστής φασματικής μεγέθυνσης

$\beta_0 = 2.50$

Συντελεστής συμπεριφοράς
 Συντελεστής απόσβεσης
 Σπουδαιότητα δομήματος
 Συντελεστής θεμελίωσης

$q = 1.50$
 $\zeta = 5\%$
 $\Sigma 3: \gamma_1 = 1.20$
 $\theta = 1.00$



Με βάση το φάσμα σχεδιασμού του EC-8, για την οριζόντια συνιστώσα ισχύει :

$$0 \leq T \leq T_B : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} - \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$T_B \leq T \leq T_C : S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$T_C \leq T \leq T_D : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$$T_D \leq T : S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

[Handwritten signature]

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

5.5 ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΦΟΡΤΙΩΝ	
ΜΟΝΙΜΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ	1,35
ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ	1,50

πιν.3

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΔΡΑΣΕΩΝ (EC1)			
	Ψ0	Ψ1	Ψ2
ΧΩΡΟΙ ΣΥΝΑΘΡΟΙΣΗΣ C2	0,7	0,7	0,6
ΧΙΟΝΙ (H<1000μ)	0,6	0,2	0,3
ΑΝΕΜΟΣ	0,6	0,2	0

πιν.4

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	
CF _{KL2}	1,20
KNOWLEDGE LEVEL	2
EC-8, PART 3 - TABLE 3.1	

πιν.5

5.6 ΦΟΡΤΙΣΕΙΣ

Οι βασικές φορτίσεις (LC: Load Case) που εφαρμόστηκαν, σε αντιστοιχία με τις προαναφερθείσες τιμές φορτίων, είναι οι κάτωθι:

• Μόνιμα φορτία (G)

LC 10	Ίδιο βάρος τεγίδων+σανιδώματος
LC 11	Ίδιο βάρος οροφών
LC 12	Ίδιο βάρος επικαλύψεων στεγών

• Μεταβλητά φορτία (G)

LC 20	Ωφέλιμα φορτία στέγης
-------	-----------------------

• Φορτία χιονιού (S₁)

LC 31	Χιόνι σε κατακόρυφη προβολή: περίπτωση I
LC 32	Χιόνι σε κατακόρυφη προβολή: περίπτωση II

• Φορτία ανέμου (W)

LC 411	W _y (-/-)
LC 412	W _y (-/+)
LC 413	W _y (+/+)
LC 414	W _y (+/-)
LC 43	W _x

• Συνδυασμοί σεισμού ($\Sigma G_{ki} + \Sigma \psi_{2i} Q_{ki} + E_i$)

Με τη δυναμική φασματική μέθοδο:

Από τις ανωτέρω βασικές φορτίσεις προκύπτουν οι παρακάτω συνδυασμοί φορτίσεων:



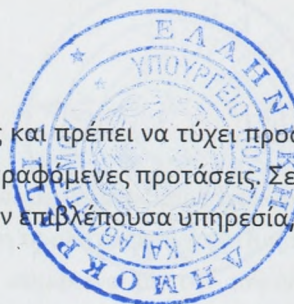
LC/ ACTIONS	10	11	12	20	31	32	411	412	413	414	43	
	G			Q	S1	S2	Wy (-/-)	Wy (-/+)	Wy (+/+)	Wy (+/-)	W x	
1001	1,35	1,35	1,35	-	-	-	1,5	-	-	-	-	ULS
1002	1,35	1,35	1,35	-	-	-	-	1,5	-	-	-	
1003	1,35	1,35	1,35	-	-	-	-	-	1,5	-	-	
1004	1,35	1,35	1,35	-	-	-	-	-	-	1,5	-	
1005	1,35	1,35	1,35	-	-	-	-	-	-	-	1,5	
1006	1,35	1,35	1,35	1,05	0,9	-	1,5	-	-	-	-	
1007	1,35	1,35	1,35	1,05	0,9	-	-	1,5	-	-	-	
1008	1,35	1,35	1,35	1,05	0,9	-	-	-	1,5	-	-	
1009	1,35	1,35	1,35	1,05	0,9	-	-	-	-	1,5	-	
1010	1,35	1,35	1,35	1,05	0,9	-	-	-	-	-	1,5	
1011	1,35	1,35	1,35	1,05	-	0,9	-	-	1,5	-	-	
1012	1,35	1,35	1,35	1,05	-	0,9	-	1,5	-	-	-	
1201	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	SLS
1202	1	1	1	1	1	-	-	1	-	-	-	
1203	1	1	1	1	1	-	-	-	1	-	-	
1204	1	1	1	1	1	-	-	-	-	1	-	
1205	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	1	
	SEISMIC COMBINATIONS											
	G			Q	S1	Ex	Ey					
3201	1	1	1	0,6	0,3	1	0,3	-	-	-	-	
3202	1	1	1	0,6	0,3	1	-0,3	-	-	-	-	
3203	1	1	1	0,6	0,3	-1	0,3	-	-	-	-	
3204	1	1	1	0,6	0,3	-1	-0,3	-	-	-	-	
3205	1	1	1	0,6	0,3	0,3	1	-	-	-	-	
3206	1	1	1	0,6	0,3	0,3	-1	-	-	-	-	
3207	1	1	1	0,6	0,3	-0,3	1	-	-	-	-	
3208	1	1	1	0,6	0,3	-0,3	-1	-	-	-	-	

πιν.6

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων φαίνονται στο τεύχος στατικών υπολογισμών της μελέτης.

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. Σε κάθε περίπτωση, οι προτάσεις τελούν υπό την αίρεση της έγκρισής τους από την επιβλέπουσα υπηρεσία, τόσο σε επίπεδο μελέτης και προτάσεων, όσο και εφαρμογής.



Για την ομάδα μελέτης

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΠΙΘΑΝΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Λόγω της σπουδαιότητας του μνημείου, για την ορθή εκτίμηση της αναμενόμενης επιτάχυνσης στο γεωλογικό υπόβαθρο (Peak Ground Acceleration - PGA) κρίνεται σκόπιμη η προκαταρκτική εκτίμηση της καμπύλης σεισμικής επικινδυνότητας για την περιοχή ενδιαφέροντος, σύμφωνα με την πιθανοτική ανάλυση σεισμικού κινδύνου (Probabilistic Seismic Hazard Analysis - PSHA).

Ακολουθεί η περιγραφή της μεθόδου, κατά τα σχετικά βήματα.

- ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΝΟΜΟΥ GUTENBERG - RICHTER

Ο κλασικός νόμος Gutenberg- Richter (GR) συνδέει τον δεκαδικό λογάριθμο του ρυθμού υπέρβασης των σεισμικών συμβάντων με το μέγεθος αυτών:

$$\log(\lambda_m) = a - b \cdot M$$

λ_m : ρυθμός υπέρβασης ενός σεισμικού γεγονότος

M : μέγεθος σεισμικού συμβάντος

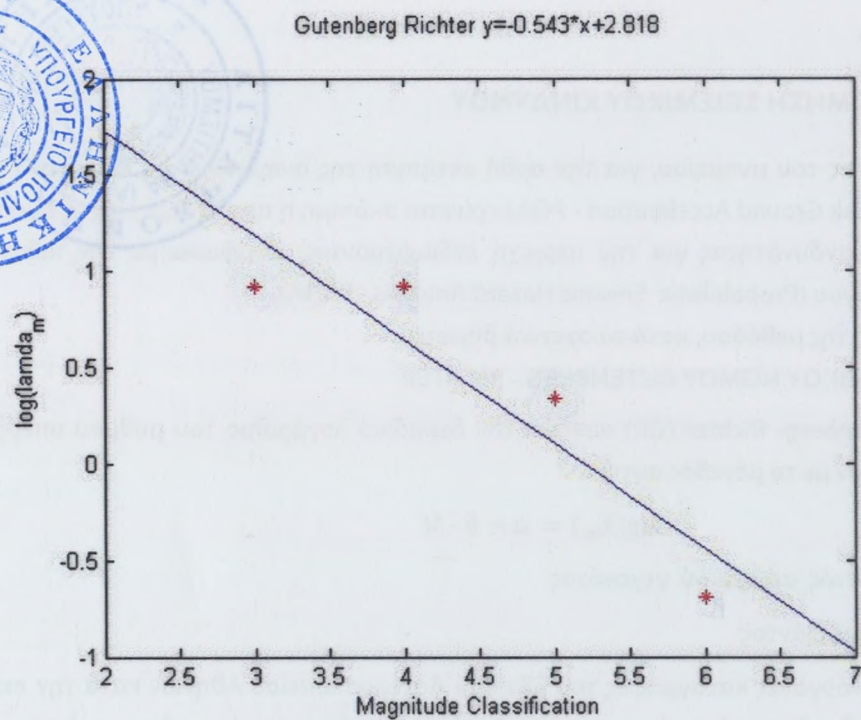
Χρησιμοποιώντας τις ενόργανες καταγραφές του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών κατά την περίοδο 1902-2010, με την παραδοχή ομοιόμορφου σεισμικού χώρου ακτίνας 110 km γύρω από το σημείο ενδιαφέροντος (Άγιοι Φανέντες Lat. 30,14 - Lon. 20,39) και αφού αφαιρέσουμε από τους καταλόγους τα μη ανεξάρτητα συμβάντα εφαρμόζουμε τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων και προκύπτει η ευθεία που αποτυπώνεται στο κάτωθι διάγραμμα (Εικ.5).

Παραδεχόμενοι πως τα σεισμικά γεγονότα ακολουθούν την κατανομή Poisson, η πιθανότητα εμφάνισης ενός τουλάχιστον γεγονότος μεγέθους M^* θα είναι:

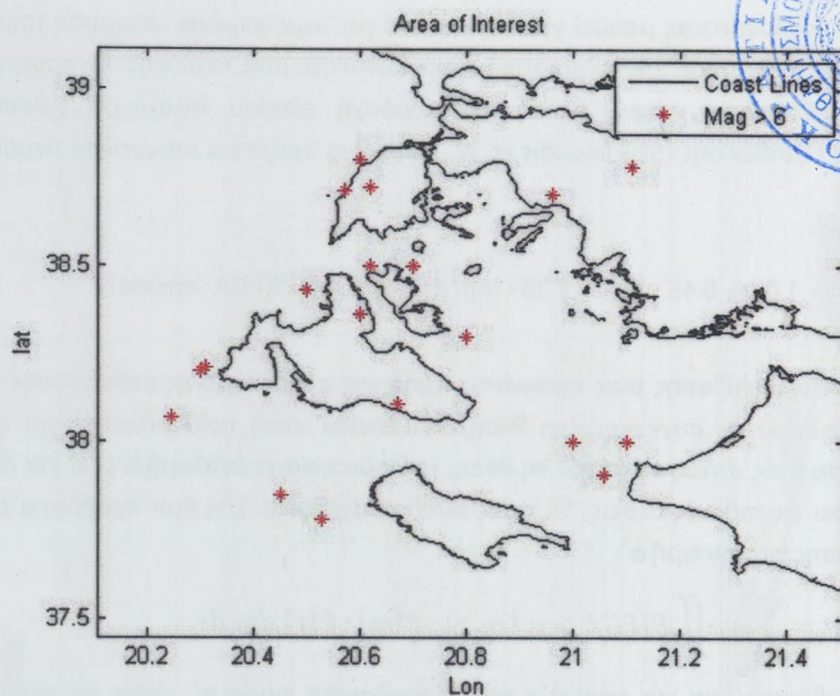
$$P_{[X \geq 1, T]} = e^{-\lambda_m \cdot T}$$

λ_m : μέση ετήσια συχνότητα εμφάνισης ενός γεγονότος

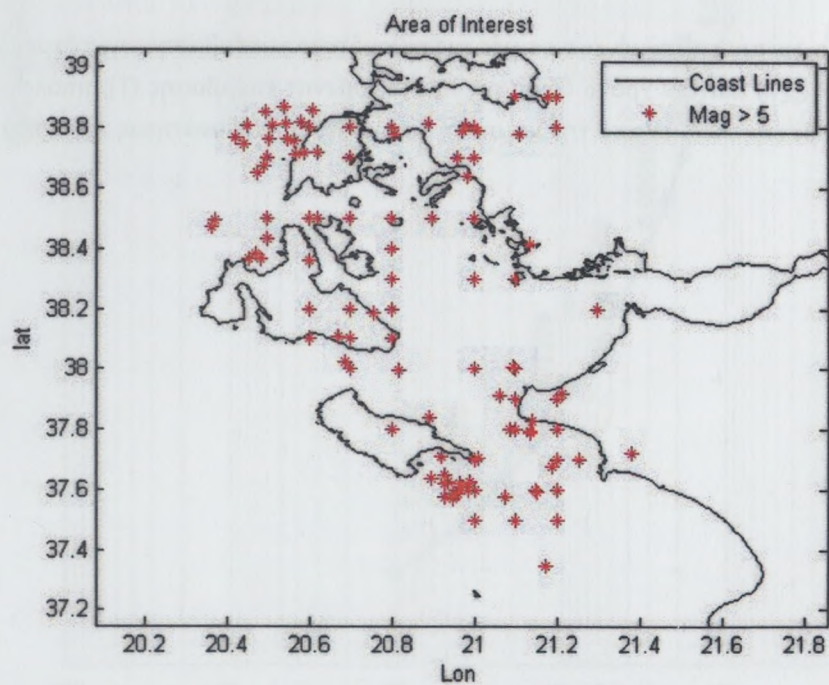
T : η περίοδος επαναφοράς του γεγονότος αυτού



Εικ.5: Ευθεία GR για περίοδο 1902-2010.



Εικ. 6: Κατανομή σεισμικών συμβάντων $>6R$ στην περιοχή ενδιαφέροντος.



Εικ. 7: Κατανομή σεισμικών συμβάντων $>5R$ στην περιοχή ενδιαφέροντος.

ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Η καμπύλη σεισμικής επικινδυνότητας μπορεί να υπολογιστεί για μεμονωμένες σεισμικές πηγές και έπειτα να επαληθευτεί για να εκφράσει την αθροιστική επικινδυνότητα μιας περιοχής. Εν προκειμένω, ελλείψει ακριβέστερων δεδομένων, έγινε δεκτή η παραδοχή ενιαίου σεισμικού χώρου και χρησιμοποιήθηκε ο νόμος εξασθένησης (Skarlatoudis et. al., 2003) για οριζόντια συνιστώσα σεισμού με γνωστό εστιακό βάθος:

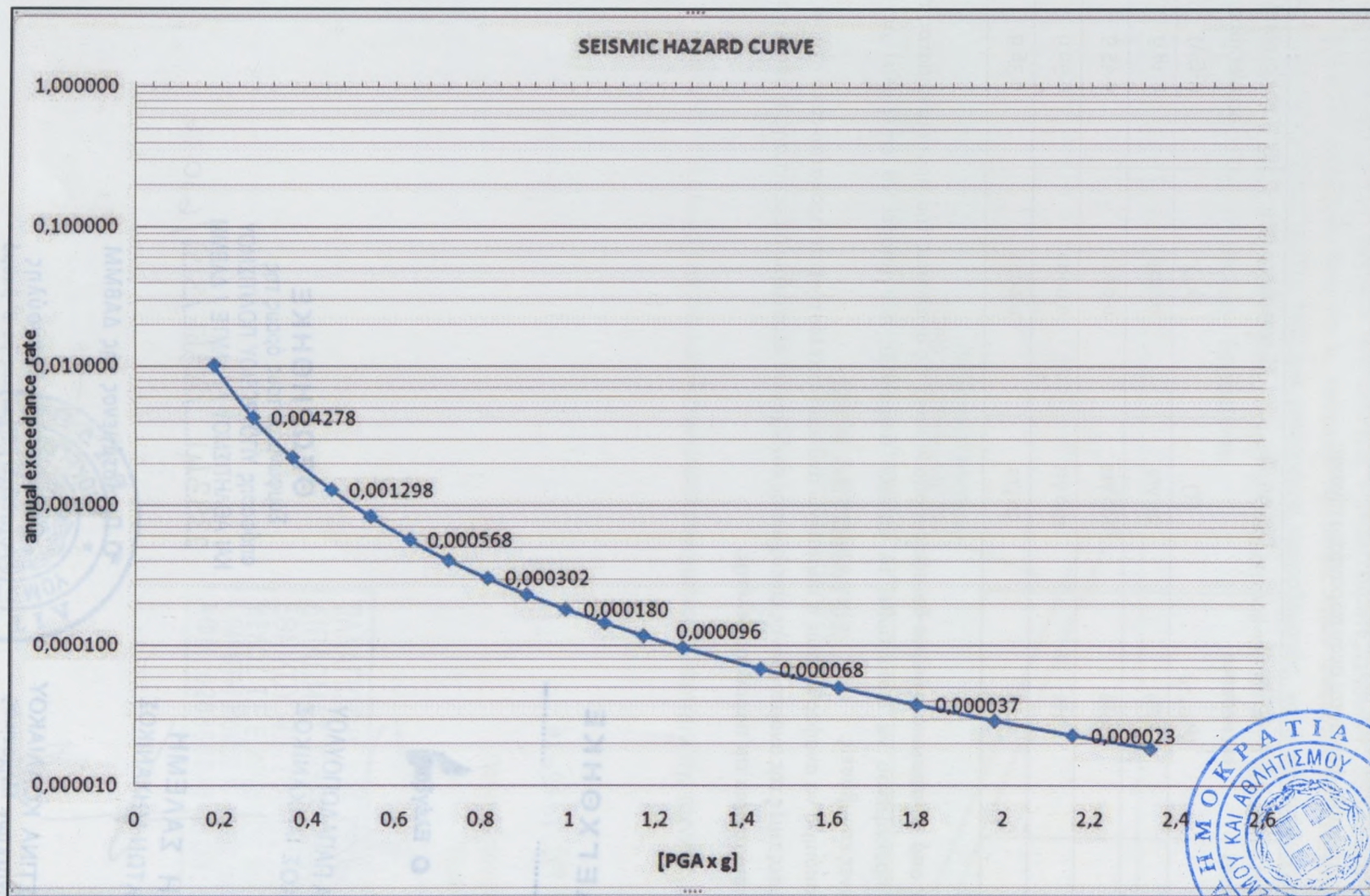
$$\log(PGA) = 1.07 + 0.45 \cdot M_W - 1.35 \cdot \log(R + 6) + 0.09 \quad (PGA : \text{cm/sec}^2)$$

Υπολογίζεται η πιθανότητα υπέρβασης μιας ορισμένης τιμής της αναμενόμενης επιτάχυνσης α^* για συγκεκριμένο μέγεθος σεισμού σε συγκεκριμένη θέση, και έπειτα αυτή πολλαπλασιάζεται με την πιθανότητα να συμβεί ο σεισμός αυτός σε αυτήν τη θέση. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλες τα πιθανά μεγέθη σεισμού και τις πιθανές θέσεις. Οι τιμές αυτές αθροίζονται και έτσι προκύπτει η μέση ετήσια συχνότητα υπέρβασης για την τιμή α^* :

$$\lambda_{\alpha^*} = \sum v_i \iint P[PGA > \alpha \mid m, r] \cdot P[m] \cdot P[r] \, dm \, dr$$

Ο αλγόριθμος επαναλαμβάνεται για μια επαρκώς πυκνή ακολουθία τιμών α^* , ώστε να παραχθεί η καμπύλη που ακολουθεί (Εικ. 8).

Από την κατανομή Poisson, με προεπιλεγμένες τις τιμές της πιθανότητας υπέρβασης της αναμενόμενης επιτάχυνσης σχεδιασμού ($P_{[X \geq 1, T]}$) και τον χρόνο ζωής της προτεινόμενης επέμβασης (T), υπολογίζουμε την ετήσια συχνότητα υπέρβασης (λ_m) και από την καμπύλη σεισμικής επικινδυνότητας την επιτάχυνση σχεδιασμού (PGA).



Εικ. 8: Καμπύλη σεισμικής επικινδυνότητας

Σύμφωνα με την ανωτέρω διαδικασία ορίζονται τέσσερα πιθανά σενάρια αναμενόμενης σεισμικής επιτάχυνσης, τα οποία φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Seismic design cases	Probability of exceedance ($P_{[x>1,T]}$)	Design life (T)	Exceedance rate (λ_m)	Peak ground acceleration (PGA)
1	20%	20 yrs	0.0112	0.18 g
2	10%	100 yrs	0.0011	0.45 g
3	2%	100 yrs	0.0002	0.90 g
4	10%	50 yrs	0.0021	0.36 g

Ορισμένα από τα σεισμικά σενάρια θα εφαρμοσθούν κατά τις αναλύσεις του προσομοιώματος του μνημείου, προκειμένου να διαπιστωθεί το επίπεδο ασφαλείας που μπορεί να επιτευχθεί με τις προτεινόμενες επεμβάσεις.

Θα ήταν σκόπιμο να αναφερθεί πως η παραπάνω ανάλυση εκτελέστηκε σε προκαταρκτικό στάδιο, οι προκύπτουσες τιμές της αναμενόμενης επιτάχυνσης επιδέχονται περαιτέρω διερεύνησης, η οποία όμως είναι πέρα από τα όρια της παρούσης μελέτης.

ΕΛΕΓΧΘΗΚΕ

Αθήνα6-10-2016.....

Ο Ελέγξας

ΦΙΓΕΝΕΙΑ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΝΙΚΗ ΣΑΛΕΜΗ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΧΡΙΣΤΙΝΑ ΚΟΥΜΙΑΚΟΥ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΔΑΒΜΜ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Σύμφωνα με τους όρους της
απόφασης ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ / ΓΔΑΜΤΕ / ΔΑΒΜΜ

239341 / 20367 / 3151 / 6.10.16

Ο Προϊστάμενος της ΔΑΒΜΜ



Βλαχούλης
Αρχιτέκτονας με Β' βαθμό

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Σύμφωνα με την υπ' αριθμόν πρωτοκόλλου ΥΠΠΟΑ/ΓΔΑΜΤΕ/ΔΑΒΜΜ/239341/20367/3151/6-10-16 απόφαση, διευκρινίζεται πως για το καθολικό της μονής Αγίων Φανέντων Κεφαλονιάς το προβλεπόμενο από την εγκεκριμένη μελέτη διάζωμα ωπλισμένου σκυροδέματος, κατά τα αετώματα θα αναπτύσσεται τόσο κατά το οριζόντιο επίπεδο (στέψη διαμήκων τοίχων) όσο και κατά το κεκλιμένο (στέψεις αετωμάτων) όπως φαίνεται στην κάτωθι όψη - λεπτομέρεια:



Η παρούσα συμπληρωματική περιγραφή αποτελεί συνημμένο παράρτημα της τεχνικής έκθεσης.

Για την ομάδα μελέτης

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

