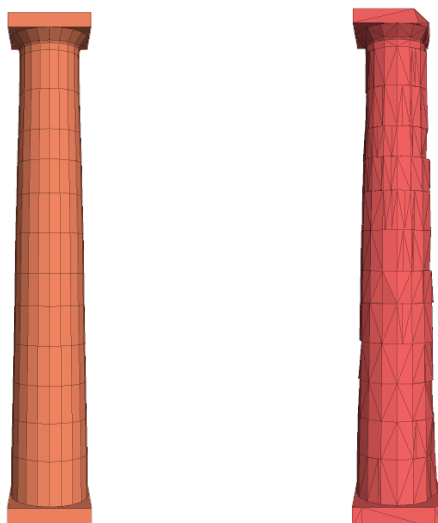




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΑΡΧΑΙΩΝ
ΚΙΟΝΩΝ ΤΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΣΤΕΙ ΦΘΟΡΕΣ**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΜΙΧΑΗΛ ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ
ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΥΠΟΨΗΦΙΟΣ ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2021



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΑΡΧΑΙΩΝ
ΚΙΟΝΩΝ ΤΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΥΠΟΣΤΕΙ ΦΘΟΡΕΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΛΟΓΕΡΑΚΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΜΙΧΑΗΛ ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗΣ
ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΥΠΟΨΗΦΙΟΣ ΔΙΔΑΚΤΩΡ ΣΠΥΡΙΔΩΝ ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΘΗΝΑ, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2021

Copyright © Καλογεράκου Βασιλική, 2021

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση σε αρχείο πληροφοριών, διανομή, αναπαραγωγή, μετάφραση ή μετάδοση της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό, υπό οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο επικοινωνίας, γνωστό σήμερα ή στο μέλλον, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, χωρίς την προηγούμενη έγγραφη άδεια της συγγραφέως. Επιτρέπεται η αναπαραγωγή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας για μη κερδοσκοπικούς, εκπαιδευτικούς ή ερευνητικούς σκοπούς, με την επιφύλαξη της αναφοράς στην πηγή προέλευσής της και της συμπερίληψης του παρόντος κειμένου. Οποιοδήποτε ερώτημα σχετικά με τη χρήση της παρούσας εργασίας για εμπορικούς σκοπούς πρέπει να απευθύνεται στη συγγραφέα της.

Η έγκριση της παρούσας διπλωματικής εργασίας από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ) δε συνιστά σε καμία περίπτωση αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως που περιέχονται σε αυτήν από τον εν λόγω ακαδημαϊκό οργανισμό (Ν. 5343/1932, άρθρο 202).

Neither the whole nor any part of this diploma thesis may be copied, stored in a retrieval system, distributed, reproduced, translated, or transmitted for commercial purposes, in any form or by any means now or hereafter known, electronic or mechanical, without the written permission from the author. Reproducing, storing and distributing this thesis for non-profitable, educational or research purposes is allowed, without prejudice to reference to its source and to inclusion of the present text. Any queries in relation to the use of the present thesis for commercial purposes must be addressed to its author.

Approval of this diploma thesis by the School of Civil Engineering of the National Technical University of Athens (NTUA) does not constitute in any way an acceptance of the views of the author contained herein by the said academic organisation (L. 5343/1932, art. 202).

Καλογεράκου Βασιλική, 2021
Διπλωματική Εργασία
Διερεύνηση σεισμικής συμπεριφοράς αρχαίων κιόνων του Παρθενώνα
που έχουν υποστεί φθορές
Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο,
Αθήνα

Kalogerakou Vasiliki, 2021
Diploma Thesis
Seismic behaviour investigation of damaged ancient columns
of the Parthenon
Laboratory for Earthquake Engineering, National Technical University of
Athens, Greece

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου:

Στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Μιχάλη Φραγκιαδάκη για τη δυνατότητα που μου προσέφερε να ασχοληθώ με ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον, κατ' εμέ, θέμα σχετιζόμενο με πολλές προεκτάσεις, καθώς και για την άμεση και συνεχή υποστήριξή του στη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Στον υποψήφιο διδάκτορα Σπύρο Διαμαντόπουλο για την άμεση ανταπόκριση σε ο,τιδήποτε ανέκυπτε και τη συνολική πολύτιμη βοήθειά του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

Σε όλους τους δασκάλους που είχα την τύχη να συναντήσω στη διάρκεια των μαθητικών και φοιτητικών μου χρόνων, αλλά και να γνωρίσω, ακόμη και έμμεσα, εν γένει στη μέχρι τώρα πορεία μου, για την έμπνευση που μου προσέφεραν και συνεχίζουν αδιάλειπτα έως σήμερα να μου προσφέρουν.

Στην οικογένειά μου για την αμέριστη στήριξη σε όλη τη διάρκεια των μέχρι τώρα σπουδών μου.



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Διερεύνηση σεισμικής συμπεριφοράς αρχαίων κίωνων του Παρθενώνα
που έχουν υποστεί φθορές**

Καλογεράκου Βασιλική

Επιβλέπων: Αναπληρωτής Καθηγητής Μιχαήλ Φραγκιαδάκης
Συνεπιβλέπων: Υποψήφιος Διδάκτωρ Σπυρίδων Διαμαντόπουλος
Οκτώβριος, 2021

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της σεισμικής απόκρισης αρχαίων κίωνων του Παρθενώνα που έχουν υποστεί βλάβες σε σύγκριση με τους κίονες στην αρχική κατάσταση στην οποία χαρακτηρίζονται από την απουσία βλαβών, και, εν τέλει, η εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με την επιρροή των βλαβών αυτών στην τρωτότητα των κίωνων. Σε ένα πρώτο στάδιο γίνεται αναφορά σε βασικά δομικά και αρχιτεκτονικά μέρη που απαρτίζουν τον Παρθενώνα προκειμένου να κατανοηθεί η δομή του μνημείου στο χώρο και να αποσαφηνιστούν οι επιμέρους αρχιτεκτονικοί όροι. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται χαρακτηριστικές δομικές βλάβες που οφείλονται στις διάφορες καταπονήσεις στη διάρκεια ζωής του μνημείου, με έμφαση σε αυτές των κίωνων. Για την αριθμητική ανάλυση δημιουργούνται δύο σπονδυλωτά μοντέλα του ΝΑ ή 6^{ου} κίονα της πρόστασης του πρόναου του Παρθενώνα, με τη χρήση του κώδικα διακριτών στοιχείων 3DEC (V.5.2, Itasca Consulting Group), ένα με την αρχική γεωμετρία και ένα το οποίο φέρει βλάβες, τα οποία υποβάλλονται σε σεισμικές διεγέρσεις. Για το σκοπό αυτό επιλέγονται έξι πραγματικές σεισμικές καταγραφές οι οποίες εφαρμόζονται στην ανάλυση. Επιπροσθέτως, πραγματοποιούνται αναλύσεις και με εφαρμογή αυξητικών συντελεστών (2.0 και 4.0) επί των καταγραφών αυτών, προκειμένου να εξεταστεί η συμπεριφορά των κίωνων σε ακραία σεισμικά γεγονότα. Με το πέρας των αναλύσεων, βάσει των αποτελεσμάτων της κινηματικής συμπεριφοράς των προσομοιωμάτων, καταρτίζονται διαγράμματα μετακινήσεων καθ' ύψος και σχετικών μετακινήσεων συναρτήσεων των μέγιστων επιταχύνσεων από τα οποία προκύπτουν τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των κίωνων και την επίδραση των βλαβών.



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
LABORATORY FOR EARTHQUAKE ENGINEERING

DIPLOMA THESIS

**Seismic behaviour investigation of damaged ancient columns
of the Parthenon**

Kalogerakou Vasiliki

Supervisor: Associate Professor Michalis Fragiadakis
Co-supervisor: PhD Candidate Spyridon Diamantopoulos
October, 2021

ABSTRACT

The aim of the present diploma thesis is to investigate the seismic response of ancient Parthenon columns that have been damaged compared to the columns in their original state, in which they are characterized by the absence of damage, and, ultimately, to draw conclusions regarding the influence of this damage on the vulnerability of the columns. In a first stage, reference is made to the basic structural and architectural parts that make up the Parthenon in order to understand the structure of the monument in space and to clarify the individual architectural terms. Then, typical structural damages due to the various stresses during the lifetime of the monument are presented, with emphasis on those of the columns. For the numerical analysis, two modular models of the SE or 6th column of the Parthenon's pronaos are created using the 3DEC distinct element code (V.5.2, Itasca Consulting Group), one with the original geometry and one which is damaged, subjected to seismic excitations. For this purpose, six real seismic recordings are selected and applied to the analysis. In addition, analyses are also performed by applying incremental factors (2.0 and 4.0) on these recordings in order to examine the behaviour of the columns in extreme seismic events. At the end of the analyses, on the basis of the results of the kinematic behaviour of the simulations, diagrams of the displacements in height and relative displacements as a function of the maximum accelerations are drawn up, from which both quantitative and qualitative conclusions are drawn on the behaviour of the ancient columns and the effect of the damages.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	i
ABSTRACT.....	iii
Κατάλογος Πινάκων	vii
Κατάλογος Εικόνων.....	viii
Κατάλογος Σχημάτων.....	xviii
1. ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ	1
1.1 Ιστορικά στοιχεία και γενική κάτοψη	1
1.2 Το βάθρο ή στερεοβάτης	6
1.3 Η κρηπίδα ή κρηπίδωμα	8
1.4 Το περιστύλιο.....	13
1.4.1 Το στρώμα του πετρού.....	13
1.4.2 Οι κίονες του πετρού.....	14
1.5 Ο θριγκός	18
1.6 Ο σηκός.....	21
1.7 Οι κίονες της πρόστασης του πρόναου	23
2. ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΟΝ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ	26
2.1 Εισαγωγή	26
2.2 Οπισθόναος: Καταγραφή δομικών βλαβών.....	28
2.2.1 Μετρήσεις στον στυλοβάτη της περιστάσεως, στον τοιχοβάτη, στους τοίχους και στον Οπισθόναο	28
2.2.2 Οι δομικές βλάβες των κίωνων	41
2.2.3 Οι δομικές βλάβες του θριγκού	55
2.3 Βόρεια Όψη.....	56
2.3.1 Στοιχεία μετρήσεων και δομικές βλάβες των κίωνων	56
2.3.2 Οι δομικές βλάβες του θριγκού.....	71
2.4 Πρόναος	87
3. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΙΟΝΑ ΤΟΥ ΠΡΟΝΑΟΥ ΣΤΟ 3DEC	97
3.1 Τεκμηρίωση της επιλογής του λογισμικού 3DEC	97
3.2 Παρουσίαση των διαφορετικών μοντέλων του κίονα.....	98
3.2.1 Χωρίς φθορές.....	98

3.2.2 Με φθορές	100
3.3 Προσομοίωση κίωνων με το λογισμικό 3DEC	110
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ	113
4.1 Επιλογή σεισμικών διεγέρσεων	113
4.2 Αριθμητικά Αποτελέσματα.....	116
4.3 Σύγκριση- συμπεράσματα όσον αφορά στην επιρροή των βλαβών στην τρωτότητα των κίωνων.....	144
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	146
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ	149
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	151
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....	153
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	167

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Μηχανικές ιδιότητες του υλικού (μάρμαρο) των κίωνων, όπως ορίστηκαν για την ανάλυση στο 3DEC _____ 112

Πίνακας 2: Βασικά χαρακτηριστικά των καταγραφών που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση. Στην προτελευταία στήλη οι τιμές εκτός παρένθεσης είναι τα ρ_{ga} όπως υπάρχουν καταγεγραμμένα, ενώ οι τιμές εντός παρένθεσης είναι τα ρ_{ga} που προέκυψαν κατά την αναζήτηση των μέγιστων επιταχύνσεων από τις χρονοϊστορίες σε υπολογιστικό φύλλο excel. _____ 113

Κατάλογος Εικόνων

<i>Εικόνα 1: Αναπαράσταση της κάτοψης του αρχαιότερου Παρθενώνα Ι με 8 x 19 κίονες (κατά Dörpfeld). Το περίγραμμα με την απλή γραμμή δηλώνει το εξωτερικό θεμέλιο του περιόλειου Παρθενώνα (III). (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 46)</i>	2
<i>Εικόνα 2: Κάτοψη με τη σχετική θέση των αρχαιότερων (I και II) προς τον νεότερο Παρθενώνα (III) (κατά Hill). Ο I έχει σχεδιαστεί με απλές γραμμές, ο II με μαύρο χρώμα και ο III με διαγράμμιση. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 47)</i>	2
<i>Εικόνα 3: Σπόνδυλοι κίωνων του αρχαιότερου Παρθενώνα εντειχισμένοι στο βόρειο τείχος της Ακρόπολης (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 57, φωτ. του Γερμανικού Αρχαιολ. Ινστ. Αθηνών)</i>	3
<i>Εικόνα 4: Κάτοψη του περιόλειου Παρθενώνα. 1. πρόναος, 2. κυρίως ναός, 3. οπισθόδομος, 4. οπισθόναος (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 71)</i>	3
<i>Εικόνα 5: Άποψη της νότιας πλευράς του στερεοβάτη του προπερίκειου Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 34, φωτ. του Γερμανικού Αρχαιολ. Ινστ. Αθηνών)</i>	4
<i>Εικόνα 6: Προσανατολισμός του αρχαιότερου και νεότερου Παρθενώνα (κατά Dinsmoor) (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 31)</i>	5
<i>Εικόνα 7: Άποψη από Δ του στενού νότιου πετρού με την κρηπίδα και τον τοίχο του σηκού αριστερά και την κιονοστοιχία του περιστυλίου δεξιά (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 72)</i>	5
<i>Εικόνα 8: Συγκριτικό σκαρίφημα της κάτοψης του αρχαιότερου (ΑΒΓΔ) προς τον περίκειο Παρθενώνα (ΕΖΗΘ). (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 73)</i>	6
<i>Εικόνα 9: Αναπαράσταση της ΝΑ γωνίας του κρηπιδώματος (κατά Dörpfeld) (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 36)</i>	6
<i>Εικόνα 10: Τομή της κρηπίδας του περιόλειου Παρθενώνα και του άνω μέρους του στερεοβάτη της Ν πλευράς (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 37)</i>	7
<i>Εικόνα 11: Όψη της κρηπίδας του περιόλειου Παρθενώνα και των άνω στρώσεων του στερεοβάτη της Ν πλευράς (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 38)</i>	7
<i>Εικόνα 12: Άποψη της ΒΑ γωνίας της κρηπίδας του Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 75)</i>	8
<i>Εικόνα 13: Πρόσοψη και τομή της Δ πλευράς του κρηπιδώματος. Η ευθυντηρία καταλαμβάνει το ήμισυ της 4ης στρώσης και το υπόλοιπο χρησιμεύει ως υπευθυντηρία. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 76)</i>	9
<i>Εικόνα 14: Τμήμα της κρηπίδας όπου εμφανίζεται ο σύνδεσμος διπλού ταν στη σύνδεση των λίθων της ευθυντηρίας. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 79)</i>	9
<i>Εικόνα 15: Αναπαράσταση των τριών κινητών βαθμίδων ανόδου του Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 80)</i>	10
<i>Εικόνα 16: Τομή των αναβαθμών κατά το μεγάλο άξονα του ναού με εστιγμένες τις κινητές βαθμίδες και το υπόστρωμα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 82)</i>	10
<i>Εικόνα 17: Η ΝΑ γωνία της κρηπίδας (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 83)</i>	11

Εικόνα 18: Κάτοψη του α' αναβαθμού της ΒΑ γωνίας (βόρεια όψη) με εμφανείς τους συνδέσμους διπλού ταν μέσω των οποίων συνδέονται οι λίθοι μεταξύ τους. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 85)	11
Εικόνα 19: Προοπτική αναπαράσταση της γενικής καμπυλότητας στυλοβάτη και σηκού (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 88)	12
Εικόνα 20: Η καμπυλότητα της βόρειας πλευράς του Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 89)	12
Εικόνα 21: Τομή της κρηπίδας και του πετρού κατά τη νότια πλευρά (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 94)	13
Εικόνα 22: Χωροσταθμικά σχέδια κατά πλάτος τομών του Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 89)	13
Εικόνα 23: Η επιφάνεια έδρασης σπονδύλου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977)	14
Εικόνα 24: Η επιφάνεια έδρασης σπονδύλου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 98)	14
Εικόνα 25: Πόλοι και εμπόλια (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 100)	15
Εικόνα 26: Πόλοι και εμπόλια (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 99)	15
Εικόνα 27: Κιονόκρανο του περιστυλίου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 118)	16
Εικόνα 28: Κιονόκρανο του περιστυλίου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977)	17
Εικόνα 29: Κατακόρυφες τομές δύο κιονόκρανων του περιστυλίου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977)	17
Εικόνα 30 (αριστερά): Προοπτική μιας γωνίας του θριγκού και του αετώματος (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 125)	18
Εικόνα 31 (δεξιά): Όψη της σύνθεσης επιστυλίου, αντιθημάτων και ζωοφόρου κατά τη ΒΑ γωνία του ναού (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 127)	18
Εικόνα 32: Σύνθεση των γωνιακών επιστυλίων. Αριστερά η πρόσοψη, δεξιά η πλάγια όψη (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 128)	19
Εικόνα 33: Ίχνη της αισθητικής διαμόρφωσης στα επιστύλια της Α πλευράς (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 134)	19
Εικόνα 34: Πρόσοψη και οριζόντια τομή τριγλύφου και μετόπης (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 141)	19
Εικόνα 35: Σύνθεση τριγλύφων, μετοπών και αντιθημάτων σε οριζόντια τομή (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 147)	20
Εικόνα 36: Κατακόρυφη τομή του θριγκού και των προσκείμενων τμημάτων της οροφής και του αετώματος (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 149)	20
Εικόνα 37 (αριστερά): Τομή της κρηπίδας του σηκού και του στρώματος του πετρού (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 168)	21
Εικόνα 38 (δεξιά): Σχέδιο συνδέσμων σχήματος διπλού ταν (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 170)	21
Εικόνα 39 (αριστερά): Σύνθεση των διαμήκων τοίχων του σηκού (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 171)	22

Εικόνα 40 (δεξιά): Σύνδεση του διαμήκους νότιου τοίχου με το δυτικό θυραίο τοίχο (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 184)	22
Εικόνα 41: Άποψη του ΒΔ τμήματος του τοίχου του σηκού εσωτερικά (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 179)	22
Εικόνα 42: Κάτοψη του πρόναου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 192)	23
Εικόνα 43: Προοπτική άποψη των κατώτατων σπονδύλων των κίωνων της Α πρόστασης (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 194)	24
Εικόνα 44: Άποψη της κρηπίδας των κίωνων της πρόστασης με τον αναστηλωμένο ΝΑ κίονα στο βάθος. Στα αριστερά η ανατολική πλευρά του περιστυλίου, μεταξύ των δύο εκτείνεται το ευρύ ανατολικό περσό. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 195)	24
Εικόνα 45: Κλίση του ΝΑ κίονα του πρόναου προς ΒΑ (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 202)	25
Εικόνα 46: Κιονόκρανο από την πρόσταση του πρόναου, αναστραμμένο (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 203)	25
Εικόνα 47: Ανατίναξη του Παρθενώνα από τον Morosini. Σχέδιο του Μ. Κορρέ. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 119)	26
Εικόνα 48: Καταστροφές από τη διόγκωση των οξειδωμένων συνδετήριων στοιχείων σε αναστηλωμένα τμήματα στη ΝΑ γωνία του θριγκού του Παρθενώνα. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 157)	27
Εικόνα 49: Οι τρεις πρώτοι από Β κίονες του Οπισθόναου από τον σηκό. Διακρίνονται οι εσωτερικές καμένες επιφάνειες των κίωνων και οι απώλειες μάζας του στυλοβάτη. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 8)	27
Εικόνα 50: Η ΝΑ γωνία της ζωοφόρου κατακερματισμένη με εμφανή εξώθηση προς Δ. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 9)	28
Εικόνα 51: Τα επιστύλια της ΝΑ γωνίας της δυτικής προστάσεως. Παρουσιάζουν εκτεταμένη θραύση στην περιοχή των συνδέσεων και σε ενδιάμεσες θέσεις. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 9)	29
Εικόνα 52: Το επιστύλιο του δεύτερου από Β μετακινίου του Οπισθόναου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 20)	29
Εικόνα 53: Veb Carl Zeiss Jena, "Aus Jena: πηγή και κέντρον της συγχρόνου οπτικής: ταχύμετρον - θεοδόλιχο Theo 020", Βιβλιοθήκη ΤΕΕ – Διαφημίσεις σε τεχνικά περιοδικά (https://teediaf.omeka.net/items/show/646)	30
Εικόνα 54: Παραμορφώσεις σε οριζόντιο επίπεδο στυλοβάτη περιστάσεως, τοιχοβάτη σηκού, στυλοβάτη Οπισθόναου και κίωνων Οπισθόναου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 2)	31
Εικόνα 55: Η εσωτερική όψη του νότιου τμήματος του δυτικού θυραίου τοίχου. Είναι εμφανής η εκτεταμένη θερμική θραύση των λιθοπλίνθων της. (Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ.12)	33
Εικόνα 56: Μετρήσεις στην εσωτερική παρειά του Δυτικού Θυραίου τοίχου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 3)	33
Εικόνα 57: Οριζόντιες μετακινήσεις-προχωρήσεις των λιθοπλίνθων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 4)	34

<i>Εικόνα 58: Σχέδιο αποκλίσεων από το κατακόρυφο επίπεδο για τον Β τοίχο (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Σχ. 5 Ν. Τογανίδη, σ. 118)</i>	34
<i>Εικόνα 59: Μετρήσεις στην εξωτερική παρειά του Β τοίχου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 5)</i>	35
<i>Εικόνα 60: Προχωρήσεις λιθοπλίνθων στον Β τοίχο (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 6)</i>	35
<i>Εικόνα 61: Παραμορφώσεις σε οριζόντιο επίπεδο τοίχων σηκού, στυλοβάτη δυτικής προστάσεως, κίωνων Οπισθονάου στο υποτραχήλιο (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 7)</i>	36
<i>Εικόνα 62: Η πλίνθος του πρώτου από Β μετακτιονίου της δυτικής όψης που εμφανίζει προχώρηση 165 mm προς Δ (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 13)</i>	37
<i>Εικόνα 63: Λεπτομέρεια του πρώτου αναβαθμού του τοιχοβάτη του βόρειου τοίχου, όπου η σημεία ορίζει την αρχική θέση του τοιχοβάτη. Διακρίνεται το ίχνος της διάβρωσης που αντιστοιχεί στη νέα θέση μετά την παραμόρφωση. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 14)</i>	38
<i>Εικόνα 64: Η εξωτερική επιφάνεια του νότιου τοίχου με τους διανοιγμένους αρμούς στη θέση συνάντησης με τον Δυτικό Θυραίο τοίχο (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 15)</i>	39
<i>Εικόνα 65: Καμπυλότητα στυλοβάτη δυτικής προστάσεως (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 9)</i>	40
<i>Εικόνα 66: Ο ΝΑ κίονας του Οπισθονάου με εμφανείς τις μετακινήσεις των σπονδύλων του (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 15)</i>	41
<i>Εικόνα 67: Ειδικό όργανο μέτρησης των σχετικών μετακινήσεων των σπονδύλων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 16)</i>	42
<i>Εικόνα 68: Μέτρηση απόστασης μεταξύ των ακμών δύο μετακινημένων σπονδύλων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 16)</i>	42
<i>Εικόνα 69: Διάγραμμα μετακινήσεων σπονδύλων κίωνων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 9)</i>	43
<i>Εικόνα 70: Σκαρίφημα κίονα, εκτός κλίμακας, με σημειωμένα τα μετρούμενα μεγέθη (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 17)</i>	44
<i>Εικόνα 71: Μετρήσεις στους κίονες του Οπισθονάου σε cm (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Πίν. 1, σ. 17)</i>	45
<i>Εικόνα 72: Στυλοβάτης δυτικής προστάσεως (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Πίν. 1, Σχ. 8)</i>	45
<i>Εικόνα 73: Σχετικές οριζόντιες μετατοπίσεις των σπονδύλων των κίωνων του Οπισθονάου προς Δ σε mm. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Πίν. 2, σ. 18)</i>	47
<i>Εικόνα 74: Οι τέσσερις πρώτοι σπόνδυλοι του κίονα Ο.Κ 3 με νεότερα σφραγίσματα στα ρήγματά τους. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 18)</i>	47
<i>Εικόνα 75: Αξονομετρικό σχέδιο της κατάστασης των σπονδύλων του κίονα Ο.Κ 1 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 10)</i>	49

<i>Εικόνα 76: Αξονομετρικό σχέδιο της κατάστασης των σπονδύλων του κίονα Ο.Κ 2 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 11)</i>	50
<i>Εικόνα 77: Αξονομετρικό σχέδιο της κατάστασης των σπονδύλων του κίονα Ο.Κ 3 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 12)</i>	51
<i>Εικόνα 78: Αξονομετρικό σχέδιο της κατάστασης των σπονδύλων του κίονα Ο.Κ 4 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 13)</i>	52
<i>Εικόνα 79: Κατάσταση του 1ου σπονδύλου του Ο.Κ 1 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 10)</i>	53
<i>Εικόνα 80: Κατάσταση του 3ου σπονδύλου του Ο.Κ 2 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 11)</i>	53
<i>Εικόνα 81: Κατάσταση του 5ου σπονδύλου του Ο.Κ 2 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 11)</i>	53
<i>Εικόνα 82: Κατάσταση του 2ου σπονδύλου του Ο.Κ 3 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 12)</i>	54
<i>Εικόνα 83: Κατάσταση του 3ου σπονδύλου του Ο.Κ 4 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 13)</i>	54
<i>Εικόνα 84: Οι λίθοι της Ζωφόρου και οι δύο μη αντικατασταθέντες (από τον Ν. Μπαλάνο) λίθοι του εσωτερικού διαζώματος (2ο μετακίονιο) κατακερματισμένοι από την πυρκαγιά και τη διόγκωση των οξειδωμένων συνδετηρίων στοιχείων. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 10)</i>	55
<i>Εικόνα 85: Ο Παρθενώνας από ΒΔ και τα ερείπια της βόρειας κιονοστοιχίας, Λαγγελροτυπία, Ρ. G. J. De Loibiniere, 1839 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 24)</i>	56
<i>Εικόνα 86: Ο Παρθενώνας από ΒΔ μετά την αναστήλωση του 1844. Διακρίνονται οι πλήρως αναστηλωμένοι κίονες 9 και 11 και οι μερικώς αναστηλωμένοι 6, 7, 8 και 10. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 26)</i>	57
<i>Εικόνα 87: Ο Παρθενώνας από ΒΔ. Η πιο γνώριμη εικόνα του μνημείου. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 20)</i>	57
<i>Εικόνα 88: Το ειδικό όργανο-παχύμετρο για τη μέτρηση των διαμέτρων των σπονδύλων (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 39)</i>	59
<i>Εικόνα 89: Μέτρηση ύψους σπονδύλου (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 39)</i>	59
<i>Εικόνα 90: Η κατάσταση της βόρειας κιονοστοιχίας, αποτέλεσμα της αναστήλωσης του 1930 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, Πίν. 4)</i>	60
<i>Εικόνα 91: Διόρθωση της αναστήλωσης του 1930 στη βόρεια κιονοστοιχία με μετάθεση των αναστηλωμένων σπονδύλων στις αρχικές τους θέσεις (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, Πίν. 5)</i>	60
<i>Εικόνα 92: Μετρικά στοιχεία in situ κίονα ΒΚ 12 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 6)</i>	61
<i>Εικόνα 93: Μετρικά στοιχεία in situ κίονα ΒΚ 3 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 6)</i>	61
<i>Εικόνα 94: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 4 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 8Α)</i>	62
<i>Εικόνα 95: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 5 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 9Α)</i>	62

<i>Εικόνα 96: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 6 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, τμήμα Πίν. 10Α)</i>	63
<i>Εικόνα 97: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 7 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, τμήμα Πίν. 11Α)</i>	63
<i>Εικόνα 98: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 8 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, τμήμα Πίν. 12Α)</i>	64
<i>Εικόνα 99: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 9 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, τμήμα Πίν. 13Α)</i>	64
<i>Εικόνα 100: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 10 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, τμήμα Πίν. 14Α)</i>	65
<i>Εικόνα 101: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 11 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, τμήμα Πίν. 15Α)</i>	65
<i>Εικόνα 102: Το βόρειο περὶ και οι αναστηλωμένοι κίονες περί το 1909. Στον τελευταίο σπόνδυλο του δεύτερου κίονα διακρίνονται δύο σύνδεσμοι Π. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 49)</i>	66
<i>Εικόνα 103: Σιδηροί σύνδεσμοι συρραφής σε σπόνδυλο από το αρχείο Μπαλάνου. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 49)</i>	67
<i>Εικόνα 104: Θραύση μαρμάρου από ράβδο σπλισμού του σκυροδέματος στον ΒΚ 8. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 49)</i>	67
<i>Εικόνα 105: Η βόρεια όψη (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002)</i>	67
<i>Εικόνα 106: Οι σπόνδυλοι των κίωνων ΒΚ 4 - ΒΚ 7 στις αρχικές θέσεις και με τον ορθό προσανατολισμό (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, Σχ. 4)</i>	68
<i>Εικόνα 107: Οι σπόνδυλοι των κίωνων ΒΚ 8 - ΒΚ 11 στις αρχικές θέσεις και με τον ορθό προσανατολισμό (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, Σχ. 5)</i>	69
<i>Εικόνα 108: Κατάσταση των κίωνων ΒΚ 4 - 7 μετά την αναστήλωση του 1930 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, Σχ. 6-9)</i>	70
<i>Εικόνα 109: Κατάσταση των κίωνων ΒΚ 8 - 11 μετά την αναστήλωση του 1930 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, Σχ. 10-13)</i>	70
<i>Εικόνα 110: Τμήμα της βόρειας όψης με προσωρινή υποστήλωση, νάρθηκες στο 9ο μετακίονιο και κινητό ικρίωμα επιθεώρησης στο 8ο. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 111)</i>	72
<i>Εικόνα 111: Τμήμα της βόρειας όψης στο 10ο και 11ο μετακίονιο. Από το γείσο ΒΓ 37 του 10ου κατέπεσε τμήμα της προς Δ γωνίας. Στη συνέχεια το υπόλοιπο ετοιμόρροπο αποσπάστηκε. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 111)</i>	72
<i>Εικόνα 112: Το γείσο ΒΓ 33 από Α. Το γωνιακό τμήμα της προμόχθου έχει αποκοπεί από τη διόγκωση της διαβρωμένης σιδηροδοκού που είναι ενσωματωμένη στην πλευρά του γείσου. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 112)</i>	73
<i>Εικόνα 113: Τα γείσα ΒΓ 31 έως 29 με μεγάλα συμπληρώματα από σκυρόδεμα στα ουραία τμήματα. Έχουν σοβαρές βλάβες από τις σιδηροδοκούς και τους σπλισμούς του σκυροδέματος. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 113)</i>	73
<i>Εικόνα 114: Το γείσο ΒΓ 29 είχε αγκυρωθεί στους λίθους του εσωτερικού διαζώματος, ωστόσο τα αγκύρια έχουν διαβρωθεί και το μάρμαρο έχει διαρραγεί. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 114)</i>	74
<i>Εικόνα 115: Ο λίθος πλήρωσης πάνω στον οποίο εδράζεται το ΒΓ 29 έχει κατακερματιστεί λόγω της διόγκωσης των εσωτερικών αθέατων σιδηρών συνδέσμων, παρότι ο πλευρικός σύνδεσμος αντικαταστάθηκε με ορειχάλκινο το 1974. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 114)</i>	74

<i>Εικόνα 116: Διάνοιξη του οριζώντιου αρμού μεταξύ επιστυλίου και λίθων εσωτερικού διαζώματος από εσωτερικούς συνδέσμους (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 115)</i>	75
<i>Εικόνα 117: Ανύψωση τρίγλυφου από σύνδεσμο του επιστυλίου ΒΕ 9 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 115)</i>	75
<i>Εικόνα 118: Το επιστύλιο ΒΕ 9 έχει διαρραγεί από ενσωματωμένη σιδηροδοκό. Τα ετοιμόρροπα κάτω τμήματα υποστυλώθηκαν. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 117)</i>	76
<i>Εικόνα 119: Το 6ο μετακίονιο της βόρειας όψης (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 118)</i>	76
<i>Εικόνα 120: Το 5ο μετακίονιο της βόρειας όψης. Τα τρία τεμάχια της εξωτερικής πλινθίδας συνδέονται με σιδηροδοκό ενσωματωμένη στην εσωτερική πλευρά. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 119)</i>	77
<i>Εικόνα 121: Βλάβες στον θριγκό της βόρειας πλευράς από οξειδωμένα σθδηρά στοιχεία (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 49)</i>	77
<i>Εικόνα 122: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. i)</i>	78
<i>Εικόνα 123: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. ii)</i>	78
<i>Εικόνα 124: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. iii)</i>	79
<i>Εικόνα 125: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. iv)</i>	79
<i>Εικόνα 126: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. v)</i>	80
<i>Εικόνα 127: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. vi)</i>	80
<i>Εικόνα 128: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. vii)</i>	81
<i>Εικόνα 129: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. viii)</i>	81
<i>Εικόνα 130: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. ix)</i>	82
<i>Εικόνα 131: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. x)</i>	82
<i>Εικόνα 132: Σχέδιο των τυπικών βλαβών στον θριγκό της βόρειας πλευράς (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 2)</i>	83
<i>Εικόνα 133: Κατάσταση των μετακίωνων 3, 4, 5 της βόρειας κιονοστοιχίας σε άνοψη, εξωτερική όψη και κάτοψη (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 3)</i>	83
<i>Εικόνα 134: Κατάσταση των μετακίωνων 9, 10, 11 της βόρειας κιονοστοιχίας σε άνοψη, εξωτερική όψη και κάτοψη (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 5)</i>	84

Εικόνα 135: Κατάσταση των μετακτιόνων 6, 7, 8 της βόρειας κιονοστοιχίας σε άνοψη, εξωτερική όψη και κάτοψη (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 4)	84
Εικόνα 136: Κατάσταση των μετακτιόνων 6, 7, 8 της βόρειας κιονοστοιχίας σε εσωτερική όψη και τομές (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 7)	85
Εικόνα 137: Κατάσταση των μετακτιόνων 3, 4, 5 της βόρειας κιονοστοιχίας σε εσωτερική όψη και τομές (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 6)	85
Εικόνα 138: Κατάσταση των μετακτιόνων 9, 10, 11 της βόρειας κιονοστοιχίας σε εσωτερική όψη και τομές (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 8)	86
Εικόνα 139: Κάτοψη του Προνάου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 12)	87
Εικόνα 140: Σκαρίφημα για την παρουσίαση των υψών των κίωνων του Προνάου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 15)	88
Εικόνα 141: Συμπλήρωση-μέτρηση της περιμέτρου ενός σπονδύλου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 21)	88
Εικόνα 142: Κίονας του Προνάου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. Φ4., σ. 95)	89
Εικόνα 143: Κίονας του Προνάου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. Φ4., σ. 95)	89
Εικόνα 144: Ο 6ος κίονας του Προνάου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. Φ5., σ. 96)	90
Εικόνα 145: Τεμάχιο με εμφανή ίχνη σφυροκοπημάτων. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 67)	90
Εικόνα 146: Τμήμα εκρηκτικής γόμωσης. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 67)	91
Εικόνα 147: Ανασήκωση αναστηλωμένων λίθων της ΝΑ παραστάδος λόγω διόγκωσης σιδηρών συνδέσμων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 67)	91
Εικόνα 148: Επεξήγηση των σχεδιαστικών συμβάσεων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 8)	92
Εικόνα 149: Κάτοψη του Προνάου στη στάθμη του δαπέδου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 1)	93
Εικόνα 150: Κάτοψη και Όψη του Θυραίου τοίχου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 2)	94
Εικόνα 151: Ανατολική πλευρά του Προνάου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 3)	94
Εικόνα 152: Γραφική σύνθεση των σωζόμενων λίθων των κίωνων Π.Κ 1-6 του Προνάου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 5-6)	95
Εικόνα 153: Νότια πλευρά του Προνάου. Νότια και βόρεια όψη. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 4)	95
Εικόνα 154: Γραφική σύνθεση των σωζόμενων λίθων της ΝΑ παραστάδος. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 7)	96
Εικόνα 155: Γραφική σύνθεση των σωζόμενων λίθων των επιστυλίων του Προνάου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 8)	96

Εικόνα 156: Η ανατολική όψη των κίωνων της πρόστασης του πρόναου Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 3)	(Μελέτη 98
Εικόνα 157: Ο 6ος κίονας του πρόναου (με φθορές) όπως δίνεται στη βιβλιογραφία (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 5-6)	99
Εικόνα 158: Προσομοίωση του 6ου κίονα του πρόναου στο 3DEC χωρίς φθορές	99
Εικόνα 159: Όψη τυπικού σπονδύλου χωρίς φθορές (poly drum) στο 3DEC	99
Εικόνα 160: Κάτοψη τυπικού σπονδύλου χωρίς φθορές (poly drum) στο 3DEC	99
Εικόνα 161: Προσομοίωση του κιονόκρανου ως ενιαίο τεμάχιο χωρίς φθορές στο 3DEC	100
Εικόνα 162: Κάτοψη τυπικού σπονδύλου ως poly prism με 16 σημεία στο 3DEC χωρίς φθορές	100
Εικόνα 163: Συγκριτική παρουσίαση της βάσης (b) του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	101
Εικόνα 164: Συγκριτική παρουσίαση του 1ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	101
Εικόνα 165: Συγκριτική παρουσίαση του 2ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	102
Εικόνα 166: Συγκριτική παρουσίαση του 3ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	102
Εικόνα 167: Συγκριτική παρουσίαση του 4ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	103
Εικόνα 168: Συγκριτική παρουσίαση του 5ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	103
Εικόνα 169: Συγκριτική παρουσίαση του 6ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	104
Εικόνα 170: Συγκριτική παρουσίαση του 7ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	104
Εικόνα 171: Συγκριτική παρουσίαση του 8ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	105
Εικόνα 172: Συγκριτική παρουσίαση του 9ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	105
Εικόνα 173: Συγκριτική παρουσίαση του 10ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	106
Εικόνα 174: Συγκριτική παρουσίαση του 11ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	106
Εικόνα 175: Συγκριτική παρουσίαση του 12ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	107
Εικόνα 176: Συγκριτική παρουσίαση του υποτραχηλίου του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	107
Εικόνα 177: Συγκριτική παρουσίαση τμήματος του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	108
Εικόνα 178: Συγκριτική παρουσίαση τμήματος του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	108
Εικόνα 179: Συγκριτική παρουσίαση τμήματος του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	109
Εικόνα 180: Συγκριτική παρουσίαση του συνόλου του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη	109
Εικόνα 181: Συγκριτική παρουσίαση του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές)	110
Εικόνα 182: Δεδομένα για την προσομοίωση του 2ου σπονδύλου του κίονα (μοντέλο I) στο 3DEC. Ορίζονται τα κέντρα της κάτω και της άνω επιφάνειας του τυμπάνου, οι ακτίνες και ο αριθμός των ακμών και δίνεται ονομασία ονομασία στο συγκεκριμένο εύρος τιμών.	111
Εικόνα 183: Δεδομένα για την προσομοίωση του 2ου σπονδύλου του κίονα (μοντέλο II) στο 3DEC. Ορίζονται 16+ σημεία στην κάτω (a) και στην άνω επιφάνεια (b) και δίνεται, ομοίως, ονομασία στο συγκεκριμένο εύρος τιμών.	111
Εικόνα 184: Ο ορισμός των μηχανικών ιδιοτήτων στο 3DEC	112

Εικόνα 185: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής A) Bisaccia, 1980.	114
Εικόνα 186: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής B) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital.	114
Εικόνα 187: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills.	114
Εικόνα 188: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas.	115
Εικόνα 189: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Ε) Imperial Valley, 1979, Plaster City.	115
Εικόνα 190: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Β) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array.	115
Εικόνα 191: Εφαρμογή του σεισμού της Bisaccia με αυξητικό συντελεστή 2 στο 3DEC.	116
Εικόνα 192: Επισήμανση των υψών του κίονα επάνω στο μοντέλο I του κίονα.	116
Εικόνα 193: Στιγμιότυπο από την ανάλυση με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980, x4 στο μοντέλο I (χωρίς βλάβες).	119
Εικόνα 194: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980, x4 στο μοντέλο II (με βλάβες).	119
Εικόνα 195: Στιγμιότυπο από την ανάλυση με την καταγραφή B) x4 στο μοντέλο I.	121
Εικόνα 196: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή B) x4 στο μοντέλο II.	121
Εικόνα 197: Στιγμιότυπο από την ανάλυση με την καταγραφή Γ) x4 στο μοντέλο I.	124
Εικόνα 198: Στιγμιότυπο από την ανάλυση με την καταγραφή Γ) x4 στο μοντέλο II.	124
Εικόνα 199: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή ΣΤ) x2 στο μοντέλο I και στο μοντέλο II.	131
Εικόνα 200: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή ΣΤ) x4 στο μοντέλο I.	131
Εικόνα 201: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή ΣΤ) x4 στο μοντέλο II.	131

Κατάλογος Σχημάτων

- Σχήμα 1: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I (χωρίς φθορές) και II (με φθορές) όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980. _____ 117
- Σχήμα 2: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I (χωρίς φθορές) και II (με φθορές) όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980 πολλαπλασιασμένη με αυξητικό συντελεστή 2. _____ 117
- Σχήμα 3: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I (χωρίς φθορές) και II (με φθορές) όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980 πολλαπλασιασμένη με αυξητικό συντελεστή 4. _____ 118
- Σχήμα 4: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή B) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital. _____ 119
- Σχήμα 5: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή B) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital πολλαπλασιασμένη με αυξητικό συντελεστή 2 ($x2$). _____ 120
- Σχήμα 6: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή B) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital πολλαπλασιασμένη με αυξητικό συντελεστή 4 ($x4$). _____ 120
- Σχήμα 7: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills. _____ 122
- Σχήμα 8: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills, $x2$. _____ 122
- Σχήμα 9: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills, $x4$. _____ 123
- Σχήμα 10: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas. _____ 125
- Σχήμα 11: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas, $x2$. _____ 125
- Σχήμα 12: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas, $x4$. _____ 126
- Σχήμα 13: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Ε) Imperial Valley, 1979, Plaster City. _____ 127
- Σχήμα 14: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Ε) Imperial Valley, 1979, Plaster City, $x2$. _____ 127
- Σχήμα 15: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Ε) Imperial Valley, 1979, Plaster City, $x4$. _____ 128
- Σχήμα 16: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή ΣΤ) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array. _____ 129
- Σχήμα 17: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή ΣΤ) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array, $x2$. _____ 129

Σχήμα 36: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και κατά γ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή ΣΤ) $\times 4$. _____ 143

Σχήμα 37: Διάγραμμα απόλυτων μέγιστων επιταχύνσεων και απόλυτων μέγιστων σχετικών μετακινήσεων κατά χ βάσει όλων των αναλύσεων στα μοντέλα I και II. _____ 144

1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΟΜΙΚΕΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΤΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ

1.1 Ιστορικά στοιχεία και γενική κάτοψη

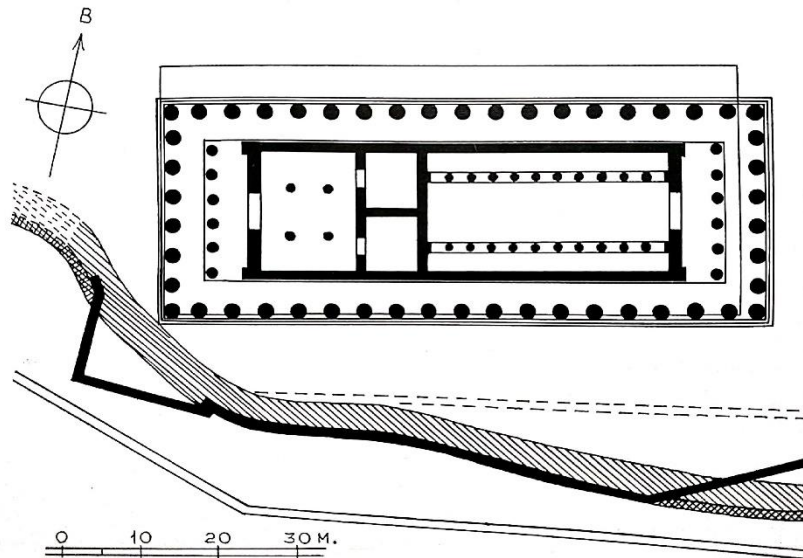
Η τελική διαμόρφωση του Παρθενώνα, όπως τη γνωρίζουμε σήμερα, είναι αποτέλεσμα της συνεργασίας του επιφανούς αρχιτέκτονα Ικτίνου και του διάσημου γλύπτη Φειδία κατά την εποχή του Περικλή. Η κατασκευή του έργου αυτού, γνωστού και ως περίκλειου ή και ικτίνειου Παρθενώνα, άρχισε σύμφωνα με τις ιστορικές πηγές το 447/6 π.Χ. και διήρκησε έως το 432 π.Χ.· σημειώνεται δε ότι η οικοδόμησή του είχε ήδη ολοκληρωθεί το 438 π.Χ., και στη διάρκεια της εξαετίας που ακολούθησε εκτελέστηκαν οι εργασίες για τη γλυπτική διακόσμηση των αετωμάτων. Ωστόσο, της κατασκευής αυτής προηγήθηκαν διάφορες δοκιμές κατασκευής του ναού, η διαδοχή των οποίων καθορίστηκε από το ιστορικό πλαίσιο.

Οι πρωτεργάτες ερευνητές στην υπόθεση του ναού του Παρθενώνα οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα, λόγω κάποιων αρχιτεκτονικών ευρημάτων και φιλολογικών πηγών, ότι κάτωθεν του σημερινού Παρθενώνα βρισκόταν ένας αντίστοιχα μεγάλος «προπερσικός» ναός της θεάς Αθηνάς (Urpାରthenon). Όπως είναι φυσικό όμως, παρά τις προσπάθειες αναπαράστασής του, δεν κατέστη εφικτή η τεκμηρίωση της ύπαρξης και της μορφής του ναού αυτού.

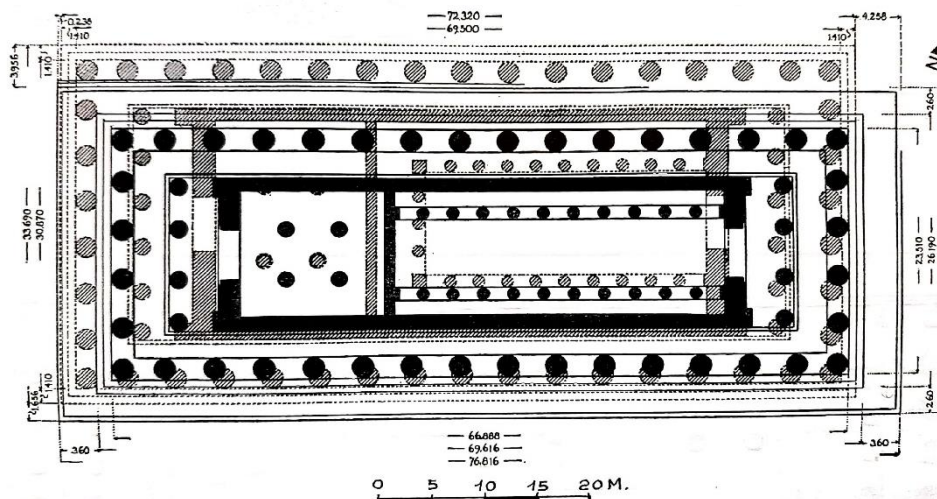
Σύμφωνα με τα αρχαιολογικά δεδομένα, προκάτοχοι του περίκλειου Παρθενώνα (III) αποτέλεσαν ο Παρθενώνας I και II και, όπως προκύπτει, δεν επρόκειτο για έτοιμα κτίσματα αλλά για δύο σχέδια τα οποία δεν ολοκληρώθηκαν ποτέ και παρέμειναν ατελή. Η ανέγερση του αρχαιότερου Παρθενώνα (I-II) ξεκίνησε το 488 π.Χ. (κατά Dinsmoor) ή μετά το 479 π.Χ. (κατά Kolbe), ενώ για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν τα λάφυρα από τη νίκη της μάχης του Μαραθώνα (490 π.Χ.). Με την εισβολή των Περσών το 480 π.Χ. υπό τον Μαρδόνιο και την πυρπόληση της Ακρόπολης οι εργασίες όχι μόνο διακόπηκαν, αλλά λόγω και της ταραγμένης περιόδου που ακολούθησε μετά τα Μηδικά, παρουσίασαν οπισθοδρόμηση, αφού δομικοί λίθοι του μέχρι πρότινος υπό ανέγερση ναού χρησιμοποιήθηκαν για την ανέγερση του θεμιστόκλειου τείχους στη βόρεια πλευρά της Ακρόπολης (εικόνα 3). Μεταξύ των ετών 468-465 π.Χ., κατά την περίοδο της ηγεσίας του Κίμωνα, η κατασκευή του ναού συνεχίστηκε έως το θάνατό του το 450 π.Χ. και την άνοδο του πολιτικού του αντιπάλου, Περικλή. Ο τελευταίος αποφάσισε την ανέγερση ενός ναού αφιερωμένου στη θεά Αθηνά που δε θα βασιζόταν πλέον στα παλιά σχέδια, αλλά θα ήταν μεγαλύτερος και εκσυγχρονισμένος, και ο οποίος έμελλε να αποτυπώσει γλαφυρά την ισχύ της αθηναϊκής πόλης. Είχε προηγηθεί το 448 π.Χ. η επίτευξη ειρηνικού τερματισμού του μακροχρόνιου πολέμου με τους Πέρσες και η εξασφάλιση χρηματικών πόρων από τους συμμάχους.

Ως προς το σχέδιο της κάτοψης, ο περίκλειος Παρθενώνας (III) είναι περίπτερος, όπως ήταν και ο I-II, δηλαδή ο εσωτερικός ορθογώνιος πυρήνας του, ο οποίος καλείται σηκός, περιβάλλεται από κιονοστοιχία. Ο σηκός είχε, ομοίως με το αρχαιότερο σχέδιο, τη μορφή αμφιπρόστυλου ναού, σε συνάφεια με τα ιωνικά πρότυπα. Σημειώνεται εδώ ότι ως αμφιπρόστυλοι χαρακτηρίζονται οι αρχαίοι ναοί των οποίων οι κίονες διατάσσονται κατά μήκος μόνο των μικρών πλευρών. Οι χώροι που απαρτίζουν τον

σηκό είναι τέσσερις (εικόνα 4): Ο πρόναος (1), ο κυρίως ναός (2), ο οπισθόδομος (3) και ο οπισθόναος (4). Ο πρόναος και ο οπισθόναος αποτελούσαν πρόστυλους προθαλάμους για τους δύο άλλους ανεξάρτητους χώρους, τον κυρίως ναό, που ήταν μεγαλύτερος, ορθογωνικός και προσανατολισμένος στην ανατολή, και τον οπισθόδομο, που ήταν μικρότερος, τετράγωνος και προσανατολισμένος στη δύση, αντίστοιχα.



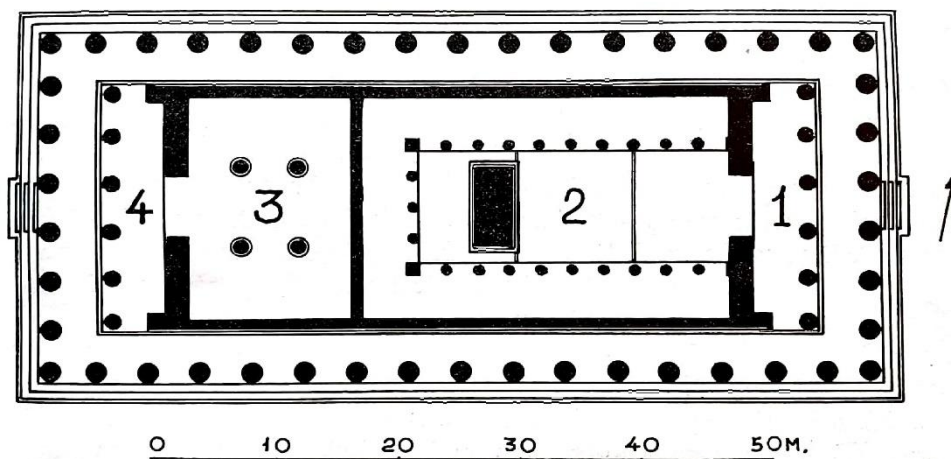
Εικόνα 1: Αναπαράσταση της κάτοψης του αρχαιότερου Παρθενώνα I με 8 x 19 κίονες (κατά Dörpfeld). Το περίγραμμα με την απλή γραμμή δηλώνει το εξωτερικό θεμέλιο του περικλείου Παρθενώνα (III). (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 46)



Εικόνα 2: Κάτοψη με τη σχετική θέση των αρχαιότερων (I και II) προς τον νεότερο Παρθενώνα (III) (κατά Hill). Ο I έχει σχεδιαστεί με απλές γραμμές, ο II με μαύρο χρώμα και ο III με διαγράμμιση. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 47)



Εικόνα 3: Σπόνδυλοι κίωνων του αρχαιότερου Παρθενώνα εντοιχισμένοι στο βόρειο τείχος της Ακρόπολης (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνας, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 57, φωτ. του Γερμανικού Αρχαιολ. Ινστ. Αθηνών)



Εικόνα 4: Κάτοψη του περικόλειου Παρθενώνα. 1. πρόναος, 2. κυρίως ναός, 3. οπισθόδομος, 4. οπισθόναος (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνας, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 71)



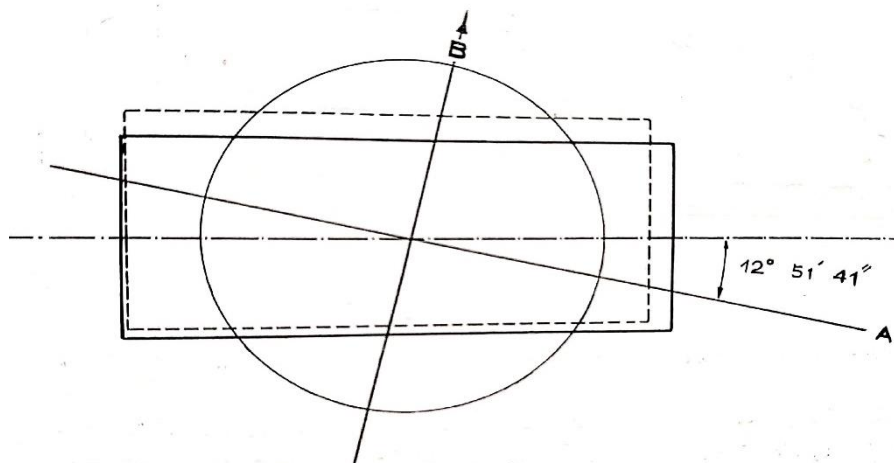
Εικόνα 5: Άποψη της νότιας πλευράς του στερεοβάτη του προπερίκλειου Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 34, φωτ. του Γερμανικού Αρχαιολ. Ινστ. Αθηνών)

Οι διαφορές στον κυρίως ναό και στον οπισθόδομο, μεταξύ του αρχαιότερου και του νεότερου Παρθενώνα, εντοπίζονται στην εσωτερική τους διαρρύθμιση. Στον κυρίως ναό του αρχαιότερου ναού υπήρχαν μόνο δύο κατά μήκος κιονοστοιχίες, παράλληλες στη μεγάλη πλευρά, οι οποίες τον διαιρούσαν σε τρεις παράλληλους και μάλλον στενούς χώρους. Στον κυρίως ναό του νεότερου Παρθενώνα προστέθηκε μια τρίτη κιονοστοιχία, παράλληλη στη στενή, δυτική πλευρά του. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός συνεχούς, εσωτερικού διαδρόμου, σχήματος Π, ο οποίος πλαισίωνε το άγαλμα της θεάς Αθηνάς. Επιπλέον, ο περίκλειος Παρθενώνας διαφέρει σημαντικά στις αναλογίες, αφού κατασκευάστηκε λιγότερο επιμήκης και περισσότερο πλατύς αλλά με τον ίδιο προσανατολισμό (εικόνα 6) ως προς τον αρχαιότερο. Πιο συγκεκριμένα, η αναλογία των πλευρών του στερεοβάτη έγινε 1:2.25 (30.880 x 69.503 m) από 1:2.85 (23.533 x 66.94 m) που ήταν η αντίστοιχη αναλογία του αρχαιότερου. Η διαφοροποίηση αυτή των αναλογιών ήταν, προφανώς, συνέπεια της επιβεβλημένης ανάγκης διαπλάτυνσης του σηκού λόγω της εγκατάστασης του χρυσελεφάντινου αγάλματος της Αθηνάς που είχε φιλοτεχνηθεί από τον Φειδία. Η διαπλάτυνση ήταν σημαντική, με αποτέλεσμα το πλάτος του πλάγιου (Β και Ν) πτερού να είναι τόσο στενό όσο σε κανέναν άλλο δωρικό ναό της εποχής, λαμβάνοντας υπόψιν και το πλάτος του σηκού (εικόνα 7).

Ως συνεπακόλουθο της προαναφερόμενης διαπλάτυνσης, οι κίονες των προστάσεων του πρόναου και του οπισθόναου αυξήθηκαν από τέσσερις σε έξι. Επίσης, λόγω και της αναγκαστικής χρήσης από τον Ικτίνο των κίωνων του αρχαιότερου ναού (η διάμετρος των οποίων ήταν 1.905 m), αυξήθηκαν οι κίονες των στενών πλευρών του πτερού από έξι σε οκτώ. Κατόπιν αυτών η κάτοψη του Παρθενώνα διαμορφώθηκε με

8 x 17 κίονες - στοιχείο «ιωνισμού» λόγω της πολυκιονίας του, η οποία συναντάται σε παλαιότερους ιωνικούς ναούς των παραλίων της Μ. Ασίας, σε αντίθεση με τη συνήθη των δωρικών ναών με 6 x 13 κίονες.

Θα πρέπει ακόμα να επισημανθεί ότι οι αναλογίες που ακολουθήθηκαν στην κατασκευή του ναού φανερώνουν την επίδραση των μαθηματικών και της γεωμετρίας της εποχής (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, σ. 102-104).



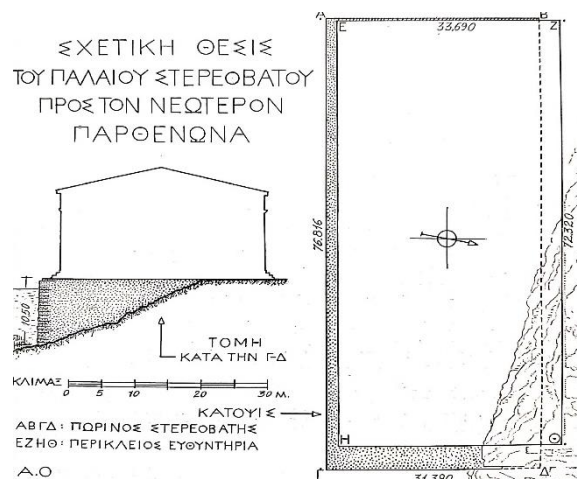
Εικόνα 6: Προσανατολισμός του αρχαιότερου και νεότερου Παρθενώνα (κατά Dinsmoor) (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 31)



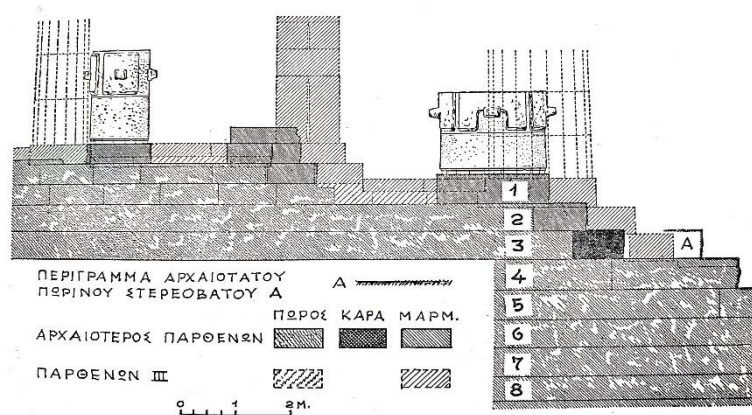
Εικόνα 7: Αποψη από Δ του στενού νότιου περoύ με την κρηπίδα και τον τοίχο του σηκού αριστερά και την κιονοστοιχία του περιστυλίου δεξιά (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 72)

1.2 Το βάθρο ή στερεοβάτης

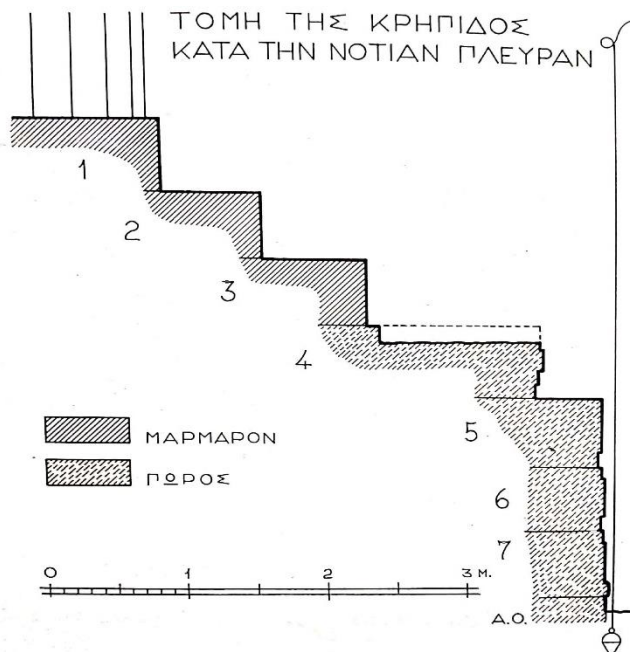
Όπως προαναφέρθηκε στο 1.1, ο περίκλειος Παρθενώνας οικοδομήθηκε στη θέση του αρχαιότερου ναού. Κατά συνέπεια το μεγαλύτερο μέρος του στηρίχθηκε στα προϋπαρχόντα θεμέλια, το βάθος των οποίων υπερέβαινε τα 10 m (εικόνα 8). Λόγω των διαφορετικών αναλογιών, ο νεότερος ναός χτίστηκε μερικά μέτρα βορειότερα του παλαιότερου και αυτό είχε ως αποτέλεσμα το παλιό θεμέλιο να προεξέχει κατά 1.656 m στα νότια και κατά 4.258 m στα ανατολικά (εικόνες 5, 8). Η μετάθεση του νεότερου ναού προς Β δεν απαιτήσε σημαντικά νέα θεμέλια, αφού κατά το ανατολικό ήμισυ της βόρειας πλευράς ο ναός εδράστηκε απευθείας επί του φυσικού βράχου (με κατάλληλη εξομάλυνση), ενώ κατά το δυτικό απαιτήθηκαν τρεις ή τέσσερις οριζόντιες σειρές λίθων (πωρόλιθοι και μάρμαρα), χωρίς αυστηρή σύνθεση, προκειμένου το θεμέλιο να φτάσει στον βράχο.



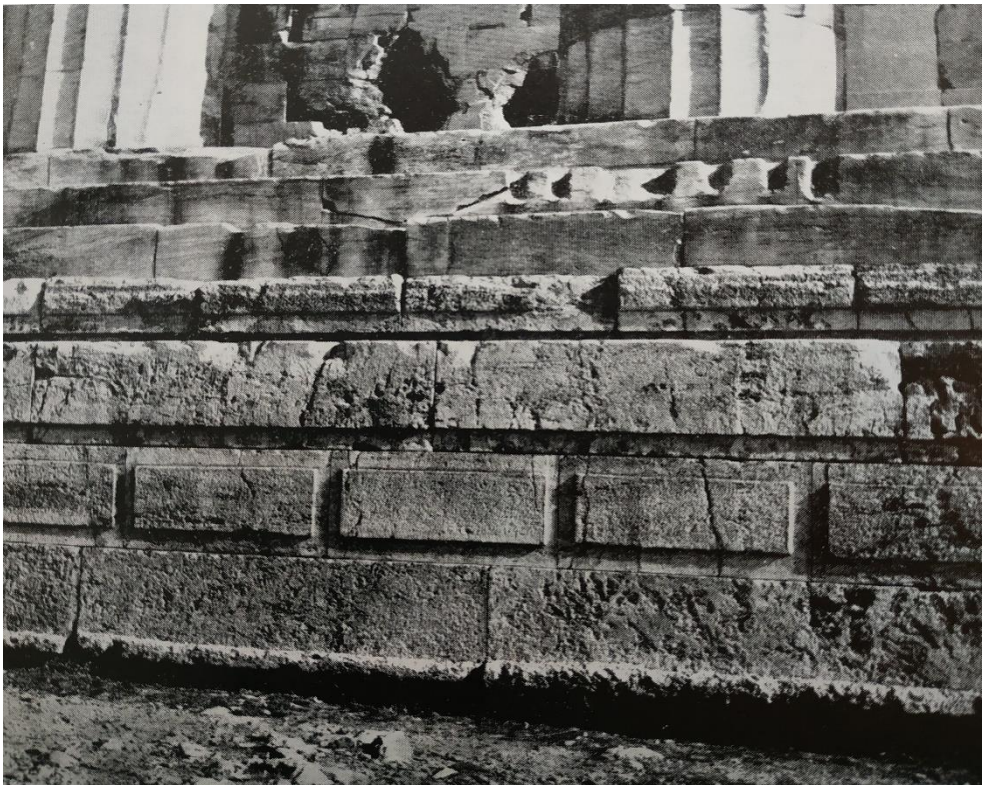
Εικόνα 8: Συγκριτικό σκαρίφημα της κάτοψης του αρχαιότερου (ΑΒΓΔ) προς τον περίκλειο Παρθενώνα (ΕΖΗΘ). (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 73)



Εικόνα 9: Αναπαράσταση της ΝΑ γωνίας του κρηπιδώματος (κατά Dörpfeld) (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 36)



Εικόνα 10: Τομή της κρηπίδας του περικόλειου Παρθενώνα και του άνω μέρους του στερεοβάτη της Ν πλευράς (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενónος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 37)



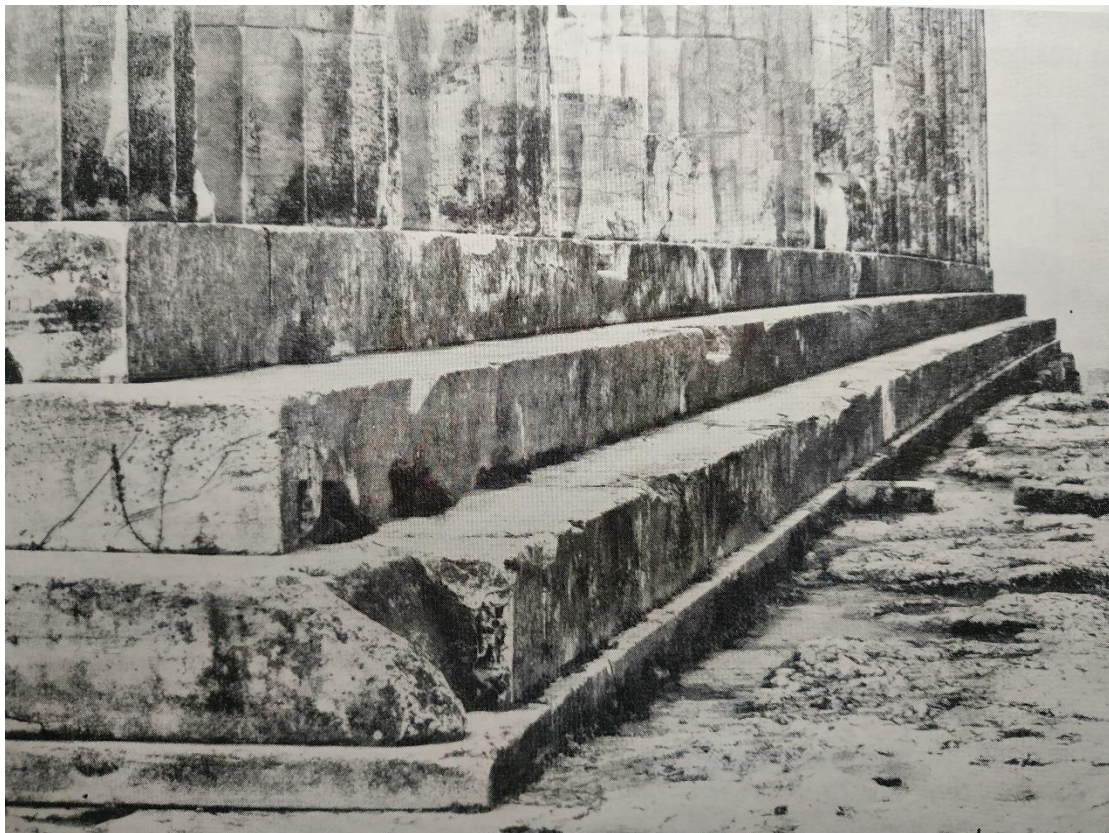
Εικόνα 11: Όψη της κρηπίδας του περικόλειου Παρθενώνα και των άνω στρώσεων του στερεοβάτη της Ν πλευράς (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενónος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 38)

1.3 Η κρηπίδα ή κρηπίδωμα

Η κρηπίδα είναι η οριζόντια κλιμακωτή βάση του Παρθενώνα. Είναι εξωτερικά μαρμάρινη και εσωτερικά αποτελείται από τους πόρους του αρχαιότερου στερεοβάτη. Τη συνιστούν μια κατώτατη χαμηλή στρώση που λέγεται *ευθυντηρία* και τρεις άλλοι *αναβαθμοί* πάνω από αυτήν, με κλιμακωτή διάταξη. Ο ανώτατος αναβαθμός χρησιμεύει για τη στήριξη των κιόνων του περού ή περιστασης και ονομάζεται *στυλοβάτης*.

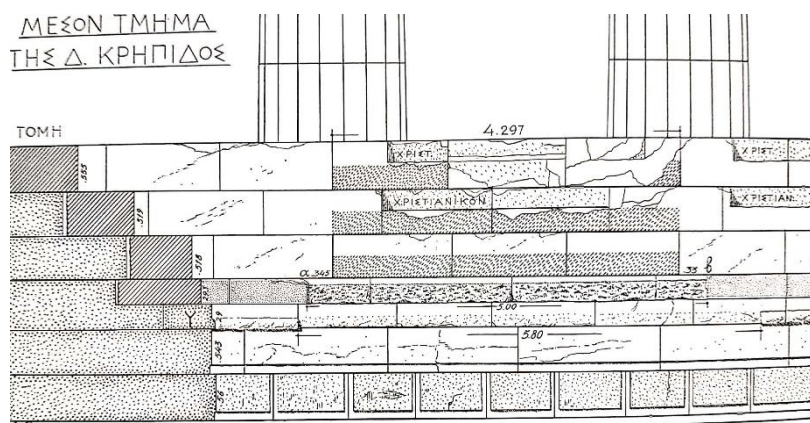
Η ευθυντηρία του Παρθενώνα έχει μικρό ύψος, το οποίο ποικίλλει από 0.18 m στη ΒΑ γωνία, όπου εδράζεται απευθείας στον φυσικό βράχο, έως 0.299 m στη ΒΔ γωνία. Εξέχει από τον πρώτο αναβαθμό μόνο κατά 0.10 – 0.123 m (στη Ν πλευρά και σε μέρος της Α πλευράς εξέχει μόνο κατά 0.07 m και έχει ύψος μόνο 0.135 – 0.155 m). Ως προς το υλικό της, σημειώνεται ότι η ευθυντηρία δεν είναι μαρμάρινη σε όλες τις πλευρές του ναού, αλλά μόνο στη βόρεια και στη δυτική· στην ανατολική μαρμάρινα είναι μόνο 5 m προς τη ΒΑ γωνία ενώ στα επόμενα 7.30 m έχει λαξευτεί πάνω στο βράχο. Στην υπόλοιπη ανατολική πλευρά καθώς και στη νότια στο σύνολό της (πλην πολύ μικρού τμήματος προς τη ΝΔ γωνία) έχει λαξευτεί πάνω στο παλιό θεμέλιο από πωρόλιθο.

Η μαρμάρινη ευθυντηρία της Β και της Δ πλευράς αποτελείται από κανονικούς λίθους που έχουν μήκος από 1.34 m έως 1.936 m και πλάτος 1.04 m. Στη βόρεια πλευρά ο δεύτερος και ο τρίτος από τη ΒΑ γωνία λίθος παρουσιάζουν ορθογώνια εξογκώματα (αγκώνες) ανομοιόμορφου σχεδίου χρησιμεύοντας για τη μετακίνηση ή την ανύψωση των λίθων.

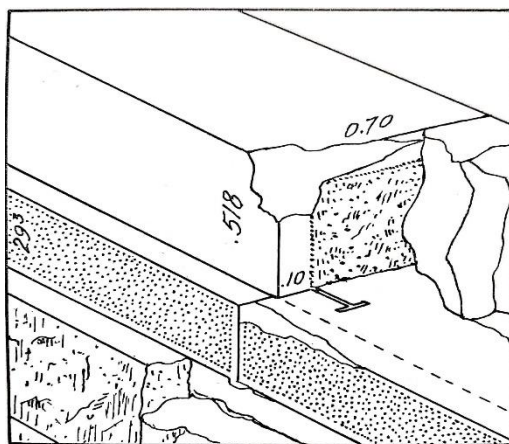


Εικόνα 12: Άποψη της ΒΑ γωνίας της κρηπίδας του Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 75)

Οι λίθοι της ευθυντηρίας φέρουν στην αρμογή τους αναθύρωση πλάτους 0.085 m, δηλαδή στενή λωρίδα λαξευμένη απολύτως λεία κατά μήκος των κατακόρυφων και των άνω οριζόντιων ακμών των λίθων στην παρεία επαφής τους, σε σχήμα θύρας, προκειμένου να επιτυγχάνεται το βέλτιστο συνταίριασμα των γειτονικών λίθων. Η σύνδεση των λίθων γίνεται με χυτοσιδηρούς συνδέσμους σχήματος διπλού ταυ, μήκους 0.27 m (εικόνα 14), ενώ δεν παρατηρούνται γόμφοι κατακόρυφης συγκράτησης. Ως προς την ορατότητα ή μη της ευθυντηρίας είναι αβέβαιο εάν η ευθυντηρία ήταν ορατή στη δυτική πλευρά ή όχι, ενώ για τις υπόλοιπες πλευρές συνάγεται ότι καλυπτόταν, πιθανώς με επίχωση, λόγω του ανομοιομορφου υλικού κατασκευής της (μάρμαρο, φυσικός βράχος, πώρος), της αδρομερούς εργασίας των εξωτερικών κατακόρυφων επιφανειών και της ύπαρξης αγκώνων στη βόρεια πλευρά. Το γράμμα Υ στο σχέδιο της εικόνας 13 που αφορά τη δυτική πλευρά επισημαίνει τα τεμάχια που εξωτερικά έχουν διαμορφωθεί ως κάτωθεν ευθυντηρία (υπευθυντηρία).

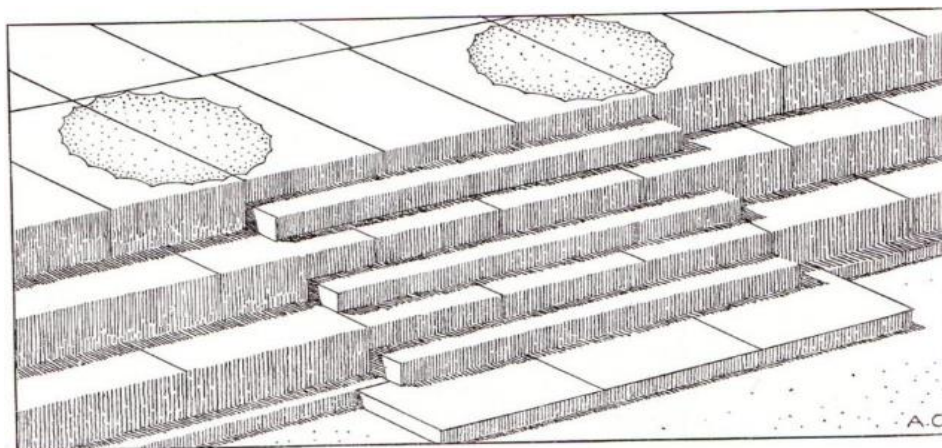


Εικόνα 13: Πρόσοψη και τομή της Δ πλευράς του κρηπιδώματος. Η ευθυντηρία καταλαμβάνει το ήμισυ της 4ης στρώσης και το υπόλοιπο χρησιμεύει ως υπευθυντηρία. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 76)

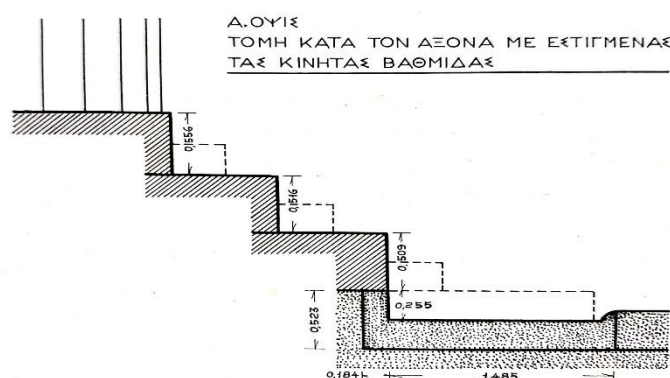


Εικόνα 14: Τμήμα της κρηπίδας όπου εμφανίζεται ο σύνδεσμος διπλού ταυ στη σύνδεση των λίθων της ευθυντηρίας. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 79)

Όπως προαναφέρθηκε, πάνω στην ευθυντηρία εδράζονται οι τρεις αναβαθμοί. Το ύψος των δύο κατώτατων είναι κατά μέσο όρο 0.517 m και εξέχουν κατά 0.702 m, ενώ ο ανώτατος (στυλοβάτης) έχει ύψος 0.552 m. Τα παραπάνω μετρικά στοιχεία καθιστούν σαφές ότι δεν πρόκειται για βαθμίδες ανόδου αλλά για κλιμακωτή κατάτμηση του κρηπιδώματος η οποία εξέφρασε τέλεια τον χαρακτήρα του ως βάθρο, ώστε, μέσω αυτής της μορφής, το οικοδόμημα να συνδέεται αλλά και να διακρίνεται από τον περιβάλλοντα χώρο (έδαφος). Ο κλιμακωτός χαρακτήρας των αναβαθμών είναι συνεχής σε όλη την περίμετρο εκτός από ένα τμήμα μήκους 4.30 m στο μεσαίο μεταξόνιο της ανατολικής και της δυτικής πλευράς, όπου προστέθηκαν, προκειμένου να εξυπηρετήσουν την άνοδο στο ναό, μικρές κινητές βαθμίδες -οι οποίες, από αρχιτεκτονικής άποψης, έδιναν και το μέτρο του κτιρίου σε σχέση με τον άνθρωπο- ύψους και πλάτους ίσων με το ήμισυ των αντίστοιχων αναβαθμών, δηλαδή 0.26 m ύψους και 0.35 m πλάτους (εικόνες 15-16). Ειδικά για την κατώτατη βαθμίδα, είναι εύλογο να υποτεθεί ότι στηριζόταν σε ιδιαίτερο, πιθανότατα μαρμάρινο, υπόστρωμα.

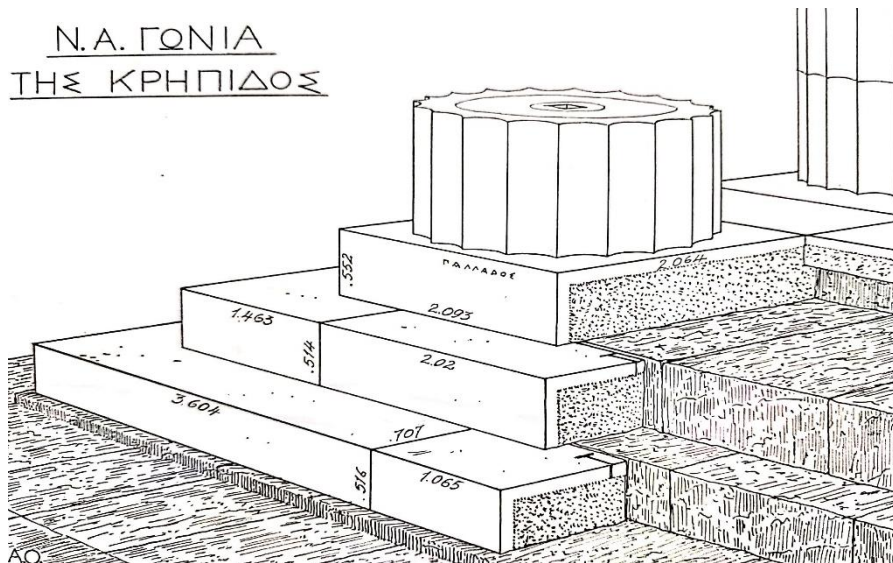


Εικόνα 15: Αναπαράσταση των τριών κινητών βαθμίδων ανόδου του Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 80)

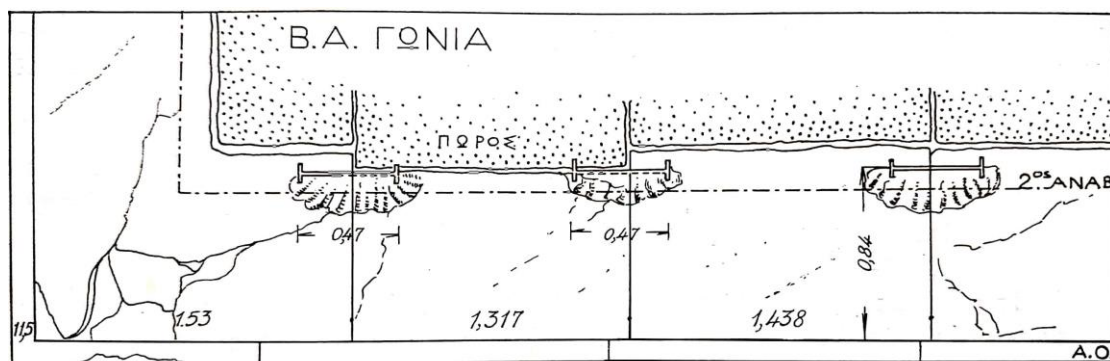


Εικόνα 16: Τομή των αναβαθμών κατά το μεγάλο άξονα του ναού με εστιγμένες τις κινητές βαθμίδες και το υπόστρωμα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 82)

Οι λίθοι των αναβαθμών είναι γενικά κανονικοί. Ιδιαίτερα στις γωνίες έχουν μεγάλες διαστάσεις και είναι τελείως λείοι. Συνδέονται μεταξύ τους με τριχοειδείς αρμούς, πλάτους 0.09 m, που επιτυγχάνονται μέσω της αναθύρωσης. Το μήκος των λίθων κυμαίνεται στον πρώτο αναβαθμό και στο στυλοβάτη από 1.306 m έως 1.65 m (με εξαίρεση τους γωνιακούς), ενώ στον ενδιάμεσο αναβαθμό το μήκος των λίθων φτάνει έως και τα 3.605 στη βόρεια πλευρά. Λόγω της παρεμβολής αυτών των μεγάλων λίθων η κατανομή των αρμών του κρηπιδώματος δεν ακολουθεί τη συμμετρική και αρμονική διάταξη που έχει παρατηρηθεί σε άλλους ναούς. Οι γωνιακοί λίθοι των δύο πρώτων αναβαθμών είναι, για λόγους ευστάθειας, μασχαλιαίοι, δηλαδή έχουν σχήμα κατακεκλιμένου κεφαλαίου γράμματος γάμμα.

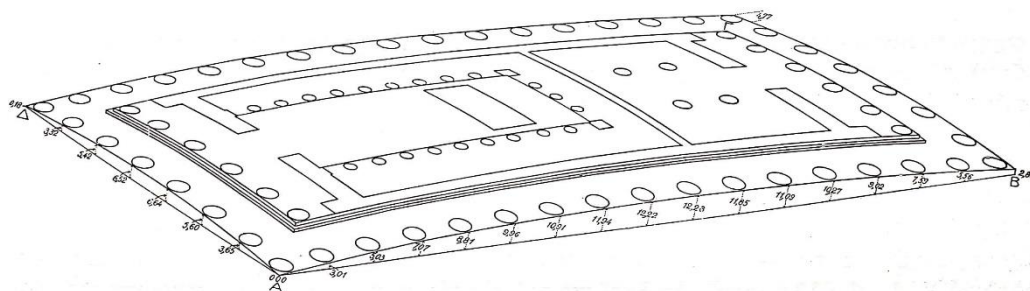


Εικόνα 17: Η ΝΑ γωνία της κρηπίδας (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 83)

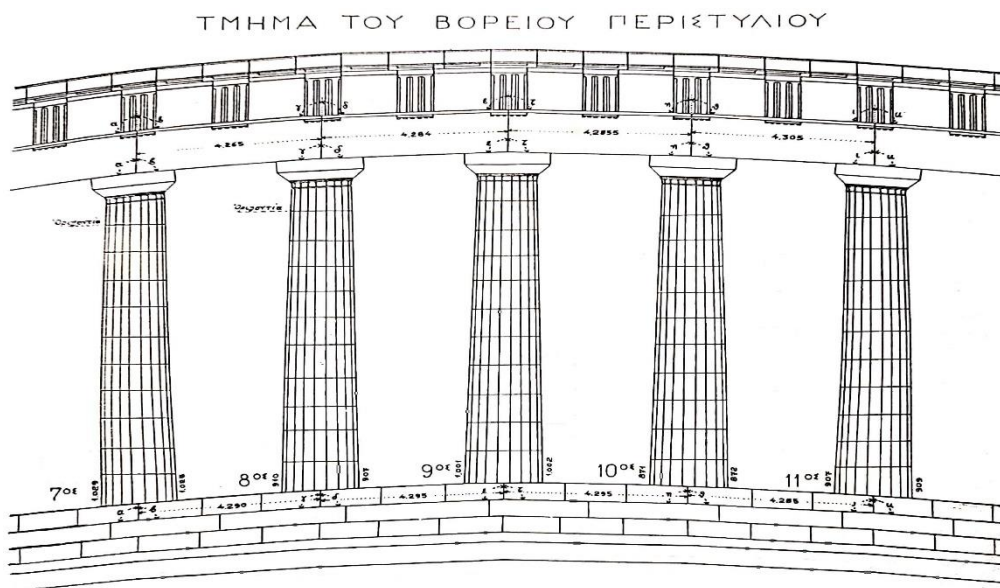


Εικόνα 18: Κάτοψη του α' αναβαθμού της ΒΑ γωνίας (βόρεια όψη) με εμφανείς τους συνδέσμους διπλού ταν μέσω των οποίων συνδέονται οι λίθοι μεταξύ τους. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 85)

Τέλος, αξίζει να αναφερθούν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κρηπιδώματος που με τη σειρά τους διαμορφώνουν οπτικά την αρχιτεκτονική του Παρθενώνα. Οι όρθιες παρείες των αναβαθμών δεν είναι κατακόρυφες αλλά κλίνουν προς τα μέσα (ακολουθώντας τη γενική προς τα μέσα κλίση όλων σχεδόν των όρθιων μελών του ναού) κατά 0.004 m, και οι ύπτιες επιφάνειες δεν είναι οριζόντιες αλλά κλίνουν προς τα έξω (χρησιμοποιώντας με αυτόν τον τρόπο και στην εκροή των όμβριων υδάτων) κατά 0.0015 m, ως συνέπεια και της καμπυλότητας την οποία εμφανίζει το σύνολο των ύπτιων επιφανειών της κρηπίδας. Η καμπυλότητα ή ένταση (εικόνες 19-20) θεωρείται πως είχε σκοπό την πρόληψη της πιθανής εντύπωσης καθίζησης καθώς και την εξωτερίκευση του «παλμού» του εσωτερικού του ναού. Σημειώνεται πως η κυρτότητα αυτή παρατηρείται στις άνω επιφάνειες και των τριών αναβαθμών. Ενδεικτικά, η καμπύλη δύναται να ταυτιστεί με τόξο κύκλου ακτίνας 1853 m και 5356 m στις στενές και στις μεγάλες πλευρές, αντίστοιχα (κατά Hoffer). Στην Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, σελ. 123-140 παρουσιάζονται εκτενώς οι μελέτες των ερευνητών αναφορικά με την καμπυλότητα.



Εικόνα 19: Προοπτική αναπαράσταση της γενικής καμπυλότητας στυλοβάτη και σηκού (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 88)

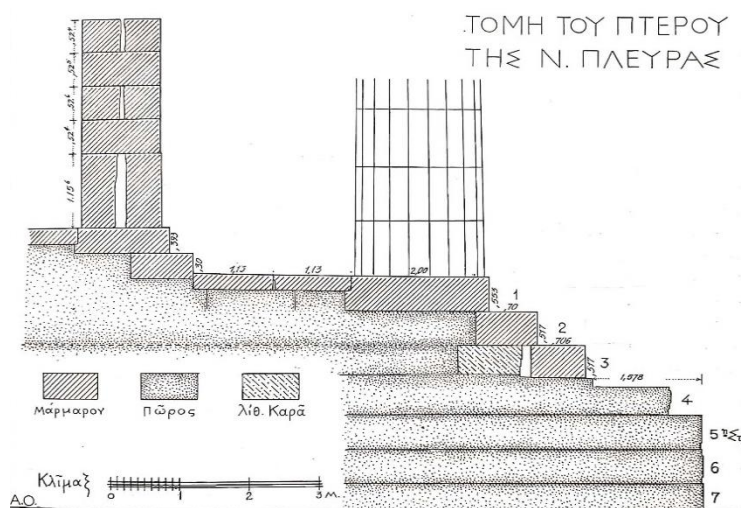


Εικόνα 20: Η καμπυλότητα της βόρειας πλευράς του Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 89)

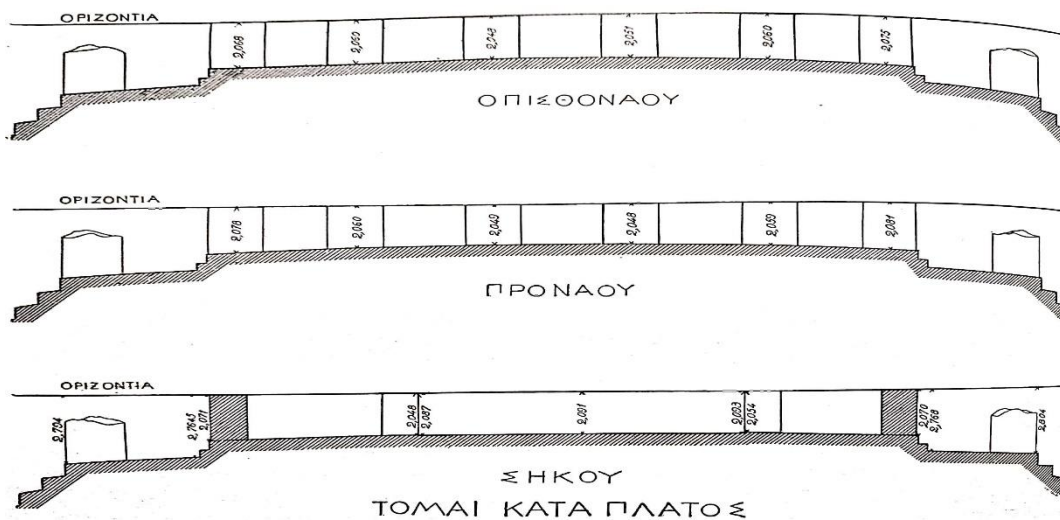
1.4 Το περιστύλιο

1.4.1 Το στρώμα του περού

Το στρώμα του περού ή περώματος ή περίστασης είναι τοποθετημένο ως οριζόντια συνέχεια του στυλοβάτη. Το πλάτος του, μετρούμενο από την εξωτερική γραμμή του στυλοβάτη μέχρι την κάτω βαθμίδα του σηκού, είναι 4.833 m στις μικρές πλευρές και 4.26 m στις μεγάλες. Οι δύο μαρμάρινες πλάκες που το αποτελούν (εικόνα 21), και η καλή συναρμογή των οποίων επιτυγχάνεται και εδώ μέσω της αναθύρωσης, έχουν πάχος 0.247 m, ενώ το μήκος τους ποικίλλει από 1.275 έως 1.452 m στις μεγάλες πλευρές και από 1.133 έως 1.448 m στις μικρές. Το στρώμα του περού παρουσιάζει καμπυλότητα κατά πλάτος και κατά μήκος.



Εικόνα 21: Τομή της κρηπίδας και του περού κατά τη νότια πλευρά (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενόνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 94)



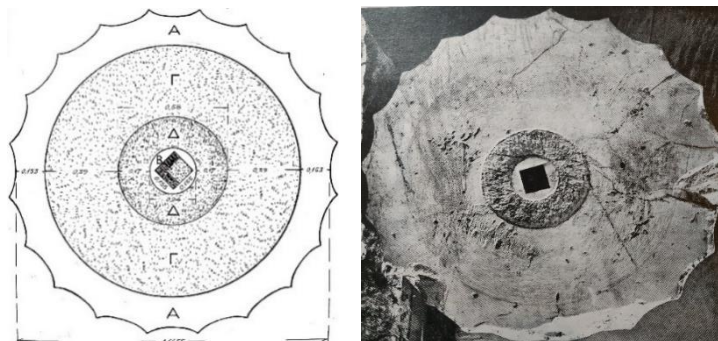
Εικόνα 22: Χωροσταθμικά σχέδια κατά πλάτος τομών του Παρθενώνα (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενόνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 89)

1.4.2 Οι κίονες του πτερού

Οι κίονες του πτερού εδράζονται στο στυλοβάτη. Ο αριθμός των κίωνων είναι οκτώ στις στενές πλευρές του ναού, σε αντίθεση με τους έξι όλων των έως τότε περίπτερων ναών του κυρίως ελληνικού χώρου, και δέκα στις μεγάλες. Ως προς την απόσταση των κίωνων από άξονα σε άξονα, αυτή καλείται *μεταζόνιο* και παρουσιάζει κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις: Στις στενές πλευρές κυμαίνεται από 4.290 m μέχρι 4.305 m και στις μεγάλες πλευρές από 4.266 m έως 4.309 m, ενώ όσον αφορά την απόσταση των γωνιακών κίωνων από τους γειτονικούς τους είναι μικρότερη με τιμές μεταξύ 3.668 και 3.711 m (γωνιακή συστολή).

Κάθε κίονας αποτελείται συνολικά από 11 σπονδύλους και το κιονόκρανο, δηλαδή συνολικά από 12 τεμάχια. Εξαιρέσεις παρατηρούνται στο γωνιακό ΒΑ κίονα, που αποτελείται από 10 σπονδύλους, και στο δεύτερο από ανατολικά κίονα της νότιας πλευράς, που έχει 12 σπονδύλους. Το ύψος των σπονδύλων είναι μεταξύ των τιμών 0.584 και 1.088 m. Το ολικό ύψος των κίωνων της περίπτωσης (από το στυλοβάτη μέχρι την άνω επιφάνεια του κιονόκρανου) είναι κατά μέσο όρο 10.433 m, ωστόσο παρουσιάζει διαφοροποιήσεις ανάλογα με τον κίονα και το σημείο (πλευρά) που μετριέται σε κάθε κίονα, λόγω της κυρτότητας του στυλοβάτη προς τα μέσα, καθώς και της κλίσης της άνω επιφάνειας του κιονόκρανου. Η κάτω διάμετρος των μέσων εξωτερικών κίωνων ισούται με 1.905 έως 1.920 m (μετρούμενη από ακμή σε ακμή της ράβδωσης), ενώ στους γωνιακούς κίονες εμφανίζεται 3.1 εκατοστά μεγαλύτερη (πάχυνση).

Αναφορικά με τη συναρμογή των σπονδύλων, ο καθένας δεν εφάπτεται με τον υποκείμενο και τον υπερκείμενό του παρά μόνο κατά ένα περιφερειακό δακτύλιο πλάτους 0.153 m και ένα μικρό δίσκο διαμέτρου 0.24 m στο κέντρο (Α και Β, αντίστοιχα στην εικόνα 23), οι οποίοι είναι λαξευμένοι εντελώς λείοι. Μεταξύ των δακτυλίων αυτών παρεμβάλλονται άλλοι δύο πλάτους 0.39 m και 0.17 m (Γ και Δ). Η επιλογή αυτή της τεχνικής εξυπηρετεί το σκοπό της τελειότερης συναρμογής των σπονδύλων, αφού η μικρότερη επιφάνεια επαφής συνεπάγεται την καλύτερη δυνατή συναρμογή, χωρίς να υπονομεύεται η αντοχή του κίονα. Έχει υπολογιστεί ότι οι κατώτατοι σπόνδυλοι δέχονται 135 τόνους και η επιφάνεια έδρασης είναι 17600 cm² οπότε η θλίψη ισούται με 8 kg/cm², ενώ το μάρμαρο έχει αντοχή σε θλίψη 200-500 °kg/cm² (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενόνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, σελ. 150, σημ. 4).



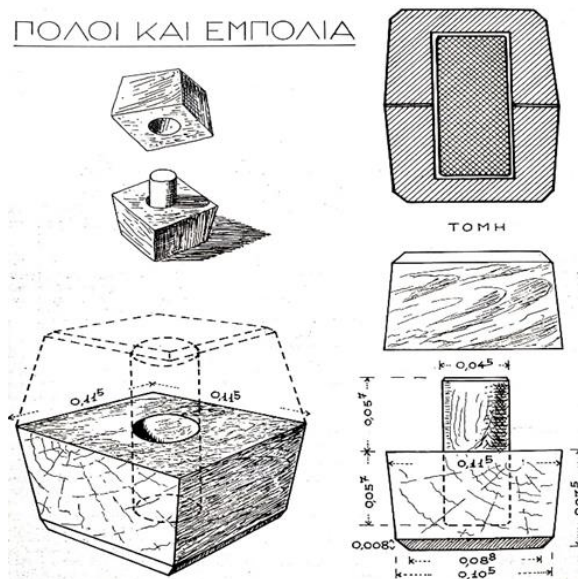
Εικόνα 23: Η επιφάνεια έδρασης σπονδύλου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενόνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977)

Εικόνα 24: Η επιφάνεια έδρασης σπονδύλου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενόνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 98)

Προκειμένου να επιτευχθεί η βέλτιστη συναρμογή των σπονδύλων εφαρμόστηκε επιπλέον λείανση των σπονδύλων μέσω τριβής από μεταξύ τους περιστροφή. Για την εφαρμογή της παραπάνω τεχνικής χωρίς τον κίνδυνο μετακίνησης του κέντρου του επάνω σπονδύλου χρησιμοποιήθηκε κυλινδρικός άξονας από σκληρό ξύλο (κρανιάς), ο *πόλος* (εικόνα 25-26). Για τη στερέωση του πόλου ανοίγονταν στην άνω και στην κάτω επιφάνεια κάθε σπονδύλου – εκτός φυσικά από την κάτω έδρα του χαμηλότερου – κυβικά λαξεύματα πλευράς 0.155-0.115 m και βάθους 0.10-0.075 m, στα οποία τοποθετούνταν ξύλινα (από ξύλο κυπαρισσιού) σώματα όμοιου σχήματος, τα *εμπόλια* (εικόνα 25-26). Σε κάθε εμπόλιο ανοιγόταν κυλινδρική οπή διαμέτρου 0.057 m, η οποία έφτανε πέρα από το μέσον του πάχους του και που σ' αυτή εισερχόταν ο πόλος, ο οποίος είχε το διπλάσιο μήκος της οπής καθώς, στη συνέχεια, εισερχόταν στο εμπόλιο του υπερκείμενου σπονδύλου. Αξίζει να σημειωθεί ότι η λειτουργία ως πόλων επεκτείνεται και στην κατακόρυφη συγκράτηση των σπονδύλων στη διάρκεια των διαφόρων καταστροφών (σεισμών, εκρήξεων) που έχουν πλήξει το ναό.



Εικόνα 25: Πόλοι και εμπόλια (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ.100)



Εικόνα 26: Πόλοι και εμπόλια (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 99)

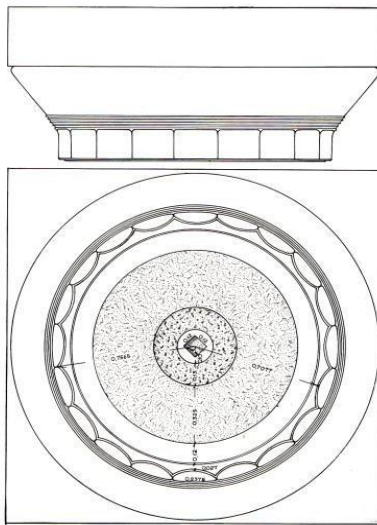
Οι κορμοί των κίωνων της περίπτωσης παρουσιάζουν *μείωση*, *ένταση* και *κλίση*. Η μείωση αναφέρεται στο ότι δεν είναι αυστηρά κυλινδρικοί αλλά έχουν σχήμα κολουροκωνικό, δηλαδή η διάμετρος δε διατηρείται σταθερή από κάτω μέχρι πάνω, αλλά μειώνεται όσο προχωράει προς το κιονόκρανο. Εκτός από τη μείωση, στους κορμούς των κίωνων εμφανίζεται και άλλη μια απόκλιση από το ευθύγραμμο κυλινδρικό σχήμα, η αισθητή εξόγκωση στο μέσο περίπου του ύψους τους (ένταση). Η ένταση είναι αποτέλεσμα της κυρτότητας προς τα έξω την οποία παρουσιάζουν οι γενέτειρές τους. Η κλίση αναφέρεται στην προς τα μέσα ομοιόμορφη κλίση όλων των κίωνων του περιστυλίου.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό που κυριαρχεί στην αισθητική διαμόρφωση των κίωνων είναι η ύπαρξη των *ραβδώσεων*. Οι ραβδώσεις (ή διαξύσματα) είναι συνεχόμενα αβαθή, αυλακοειδή καθ' ύψος λαξεύματα (20 στον αριθμό) που περιβάλλουν τον κορμό των κίωνων. Ο λόγος της ύπαρξης των ραβδώσεων δεν είναι πρακτικός αλλά αισθητικός αφού εξυπηρετούν την ανάδειξη της ανυψωτικής τάσης των κίωνων και, με την κατακόρυφη κίνηση που οπτικά δημιουργείται, ο παρατηρητής αντιλαμβάνεται τη λειτουργία των κίωνων ως ερείσματα και την αντοχή τους με τρόπο παραστατικό.

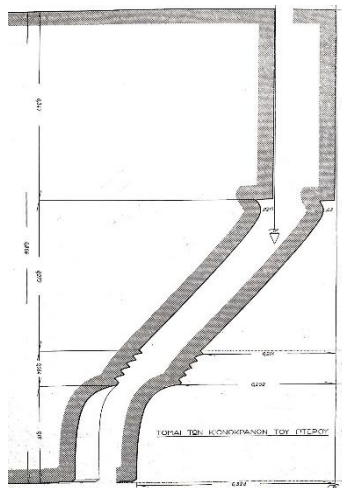
Το κιονόκρανο των κίωνων (εικόνα 27 και 28) είναι κατασκευασμένο ως ένα τεμάχιο λίθου (μονολιθικές συνδέσεις) και διακρίνεται στο *υποτραχήλιο*, που είναι μικρό τμήμα του κορμού προσαρτημένο στο κάτω μέρος του κιονόκρανου, και στο κυρίως κιονόκρανο το οποίο αποτελείται από δύο μέλη, τον *εχίνο* και τον *άβακα*. Ο εχίνος έχει σχήμα ανεστραμμένου κολουρου κώνου και αποτελεί τη μετάβαση από τον κυλινδρικού σχήματος κορμό στο ορθογώνιο του άβακα. Στο κάτω μέρος του εχίνου βρίσκεται μια στερεά στεφάνη, πλάτους 0.07 m, με πέντε επάλληλους δακτυλίους, τους *ιμάντες*. Η διατομή του εχίνου χαρακτηρίζεται από ένταση-καμπύλωση που προσδίδει το αισθητικό στοιχείο της κινητικότητας (εικόνα 29). Συγκεκριμένα, η εφαπτομένη της καμπύλης του εχίνου σχηματίζει ως προς οριζόντιο άξονα γωνία που φτάνει τις $48^{\circ}7'$. Ο άβακας είναι τετράγωνο παραλληλεπίπεδο πρίσμα που παραλαμβάνει τα κατακόρυφα φορτία των υπερκείμενων διατάξεων τα οποία, στη συνέχεια, μεταφέρονται, μέσω του εχίνου, στον κορμό. Το ύψος των αβάκων είναι περίπου το ίδιο σε όλους (0.35-0.354 m), ενώ στο μήκος των πλευρών τους παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις: Στους συνήθεις κυμαίνεται μεταξύ 2.002 και 2.059 m και στους γωνιακούς μεταξύ 2.0475 και 2.09 m.



Εικόνα 27: Κιονόκρανο του περιστυλίου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενónος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 118)



Εικόνα 28: Κιονόκρανο του περιστυλίου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977)



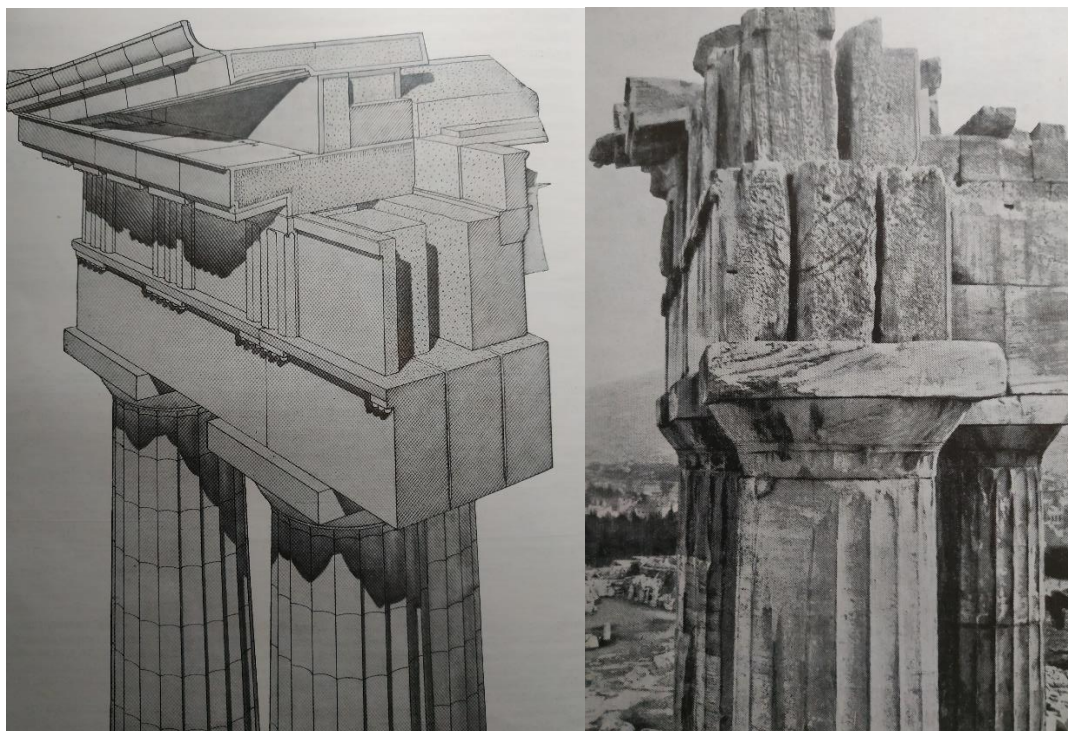
Εικόνα 29: Κατακόρυφες τομές δύο κιονόκρανων του περιστυλίου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977)

1.5 Ο θριγκός

Ο θριγκός αποτελεί την ανώτατη ζώνη του ναού η οποία εδράζεται στα κατακόρυφα στηρίγματα της περιστασης και διαιρείται σε τρεις καθ' ύψος ζώνες, το *επιστύλιο*, τη *ζωοφόρο* και το *γείσο*.

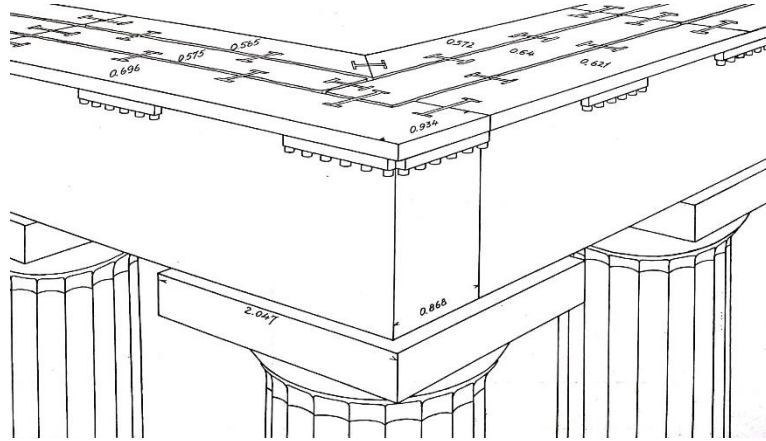
Το επιστύλιο είναι μια οριζόντια δοκός, ύψους 1.35 m και πλάτους 1.77 m. Αποτελεί την κατώτατη ζώνη του θριγκού στην οποία στηρίζονται όλα τα λοιπά μέρη του που στηρίζουν τη στέγη. Κατά πλάτος, η δοκός του επιστυλίου δεν είναι συμπαγής αλλά αποτελείται από τρεις επιμέρους δοκούς, μια εξωτερική που καλείται ως κύριο επιστύλιο και δύο εσωτερικές, τα *αντιθήματα* (εικόνα 30-31). Η διαίρεση αυτή πλεονεκτεί καθώς σε περίπτωση θραύσης της μιας οι άλλες δύο επαρκούσαν στατικά μέχρι την επανακατασκευή της, και επιπλέον, καθιστούσε πιο εύκολη τη μεταφορά των μαρμάρινων όγκων.

Κάθε δοκός εκτείνεται οριζόντια από τον άξονα ενός κίονα μέχρι τον άξονα του γειτονικού κίονα και εμφανίζει μικρό κενό με τη γειτονική της (εξαιρέση αποτελούν τα επιστύλια που εδράζονται στους γωνιακούς κίονες των στενών πλευρών). Η σύνδεση των επιστυλίων μεταξύ τους και με τα κιονόκρανα των κίωνων επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση σιδηρών συνδετήριων στοιχείων, συνδέσμων και *γόμφων* (εικόνα 32). Άλλα χαρακτηριστικά του επιστυλίου είναι η εμφάνιση κλίσης σε όλα τα μέρη του και έντασης σε κατακόρυφο επίπεδο, καθώς και η λιτή αισθητική του διαμόρφωση.

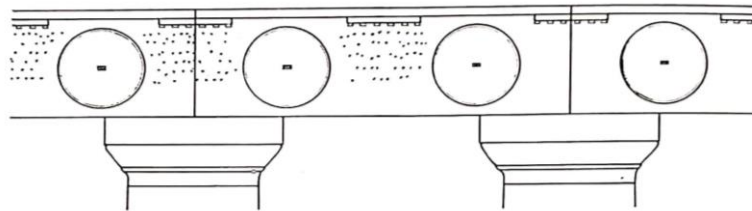


Εικόνα 30 (αριστερά): Προοπτική μιας γωνίας του θριγκού και του αετώματος (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 125)

Εικόνα 31 (δεξιά): Όψη της σύνθεσης επιστυλίου, αντιθημάτων και ζωοφόρου κατά τη ΒΑ γωνία του ναού (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 127)

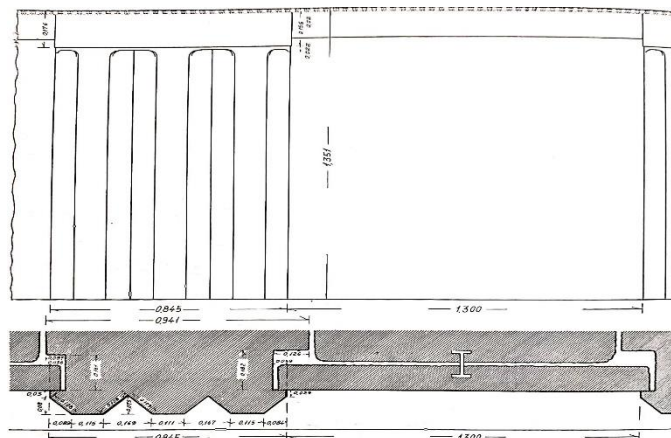


Εικόνα 32: Σύνθεση των γωνιακών επιστυλίων. Αριστερά η πρόσοψη, δεξιά η πλάγια όψη (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 128)

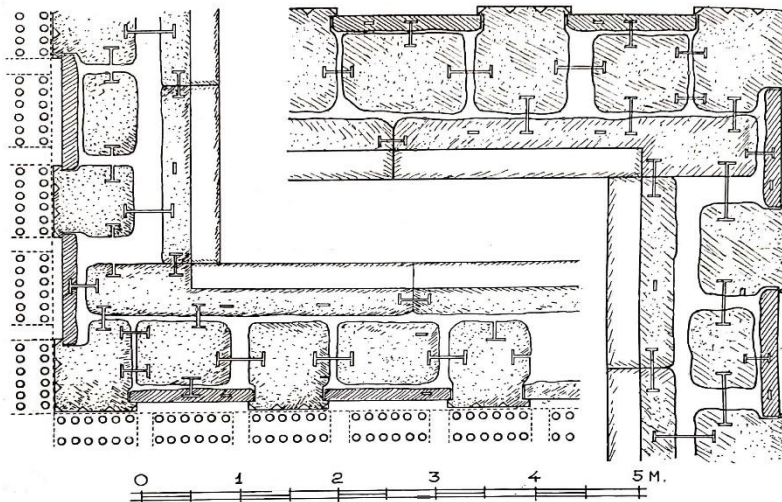


Εικόνα 33: Ύλη της αισθητικής διαμόρφωσης στα επιστύλια της Α πλευράς (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 134)

Η ζωφόρος (ή *τρίγλυφον* ή *διάζωμα*) είναι η δεύτερη καθ' ύψος ζώνη του θριγκού. Στηρίζεται επί των επιστυλίων και διαιρείται δομικά σε τρεις, κατά πλάτος, στρώσεις λίθων – την πρώτη αποτελούν οι *τρίγλυφοι* και οι *μετόπες* και τη δεύτερη και την τρίτη τα αντιθήματα (εικόνες 34-35). Σε αντίθεση με το επιστύλιο, η ζωφόρος εμφανίζει σημαντική αρχιτεκτονική κίνηση και πλούσια γλυπτική διακόσμηση.

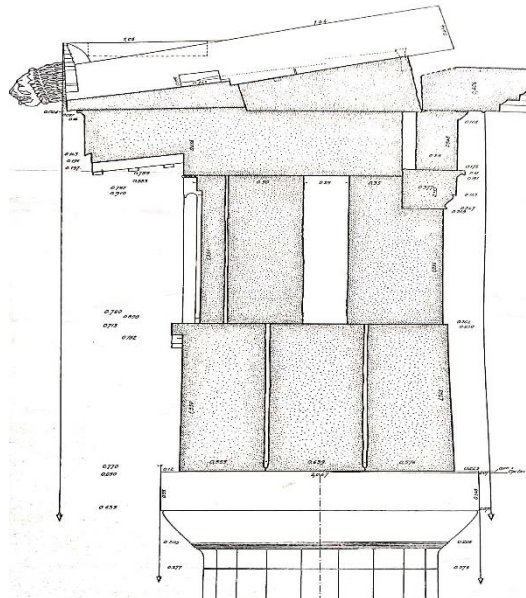


Εικόνα 34: Πρόσοψη και οριζόντια τομή τριγλύφου και μετόπης (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 141)



Εικόνα 35: Σύνθεση τριγύφων, μετοπών και αντιθημάτων σε οριζόντια τομή (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 147)

Το γείσο είναι η ανώτατη ζώνη του θριγκού. Εδράζεται στους λίθους της ζωφόρου και προεξέχει αυτής, ώστε να χρησιμεύει στην προστασία του γλυπτού διάκοσμου από τα όμβρια ύδατα και τις άλλες ατμοσφαιρικές επιδράσεις.



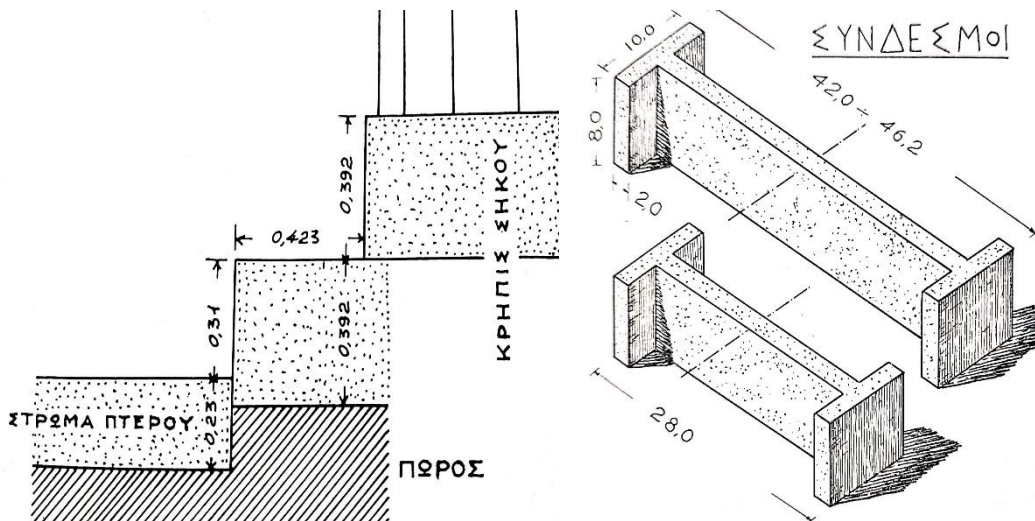
Εικόνα 36: Κατακόρυφη τομή του θριγκού και των προσκειμένων τμημάτων της οροφής και του αετώματος (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 149)

1.6 Ο σηκός

Ο σηκός αποτελεί αυτοτελές κτίσμα εσωτερικά του περιστυλίου. Περιβάλλει το κύριο σώμα του ναού και ξεχωρίζει από το επίπεδο της περίστασης με τους δύο αναβαθμούς της αντίστοιχης κρηπίδας.

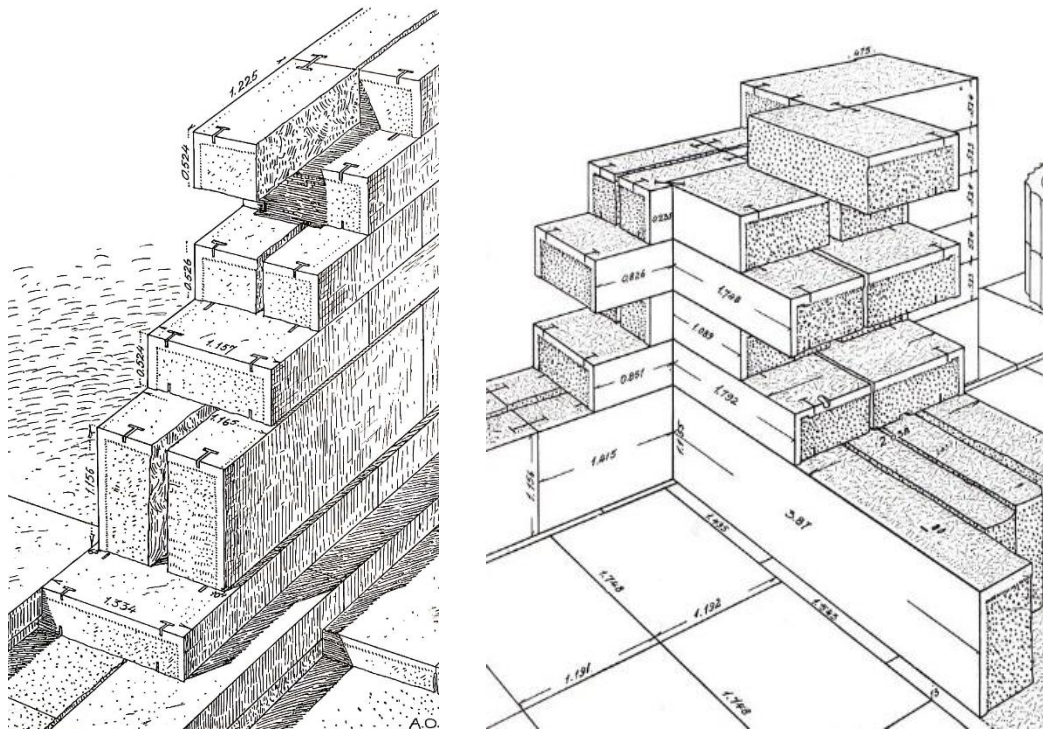
Ο ανώτερος αναβαθμός της κρηπίδας του σηκού, μήκους 59.02 m και πλάτους 21.72 m, χρησίμευε στις στενές πλευρές ως στυλοβάτης των κιόνων των προστάσεων και ως τοιχοβάτης των πλάγιων μακρών τοίχων στις μεγάλες πλευρές. Οι λίθοι που συνθέτουν την κρηπίδα ποικίλλουν ως προς το μήκος και συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσμους διπλού ταν. Επιπλέον χαρακτηριστικό της κρηπίδας του σηκού είναι η ένταση (καμπυλότητα), η οποία είναι παράλληλη προς την ένταση που παρουσιάζει ο εξωτερικός στυλοβάτης.

Οι τοίχοι του σηκού - δύο διαμήκεις και τρεις εγκάρσιοι - αποτελούνται καθ' ύψος από μια κατώτατη υψηλή στρώση, η οποία συντίθεται από δύο, ως προς το πάχος, λίθους, τους *ορθοστάτες*, όπου επάνω είναι τοποθετημένες ισοϋψείς στρώσεις ορθογωνίων παραλληλεπίπεδων λίθων που καλούνται *πλινθίδες*. Το πάχος των τοίχων μεταβάλλεται ανάλογα με τη θέση του τοίχου και, ιδιαίτερα, ανάλογα με το φορτίο που αναλαμβάνει. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι το πάχος του τοίχου που διαχωρίζει τον κυρίως ναό από το όπισθεν αυτού τμήμα είναι 0.902 m ενώ το πάχος των *θυραίων* τοίχων είναι 2.06 m. Στις εικόνες 39-40 είναι εμφανή κάποια μετρικά στοιχεία των λίθων καθώς και η αποτύπωση της μεταξύ τους σύνδεσης. Επιπροσθέτως, οι τοίχοι του σηκού παρουσιάζουν *μείωση και κλίση*.



Εικόνα 37 (αριστερά): Τομή της κρηπίδας του σηκού και του στρώματος του περού (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 168)

Εικόνα 38 (δεξιά): Σχέδιο συνδέσμων σχήματος διπλού ταν (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 170)



Εικόνα 39 (αριστερά): Σύνθεση των διαμήκων τοίχων του σηκού (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 171)

Εικόνα 40 (δεξιά): Σύνδεση του διαμήκου νότιου τοίχου με το δυτικό θυραίο τοίχο (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 184)



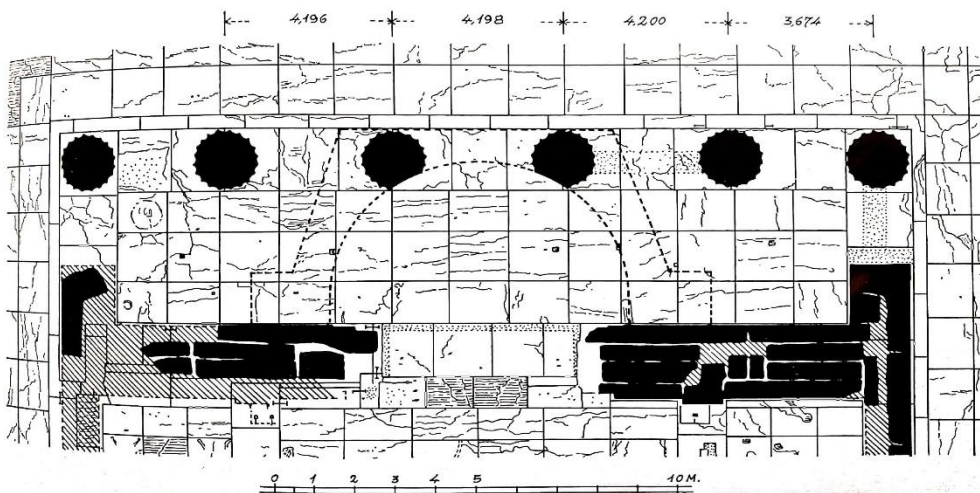
Εικόνα 41: Άποψη του ΒΔ τμήματος του τοίχου του σηκού εσωτερικά (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 179)

1.7 Οι κίονες της πρόστασης του πρόναου

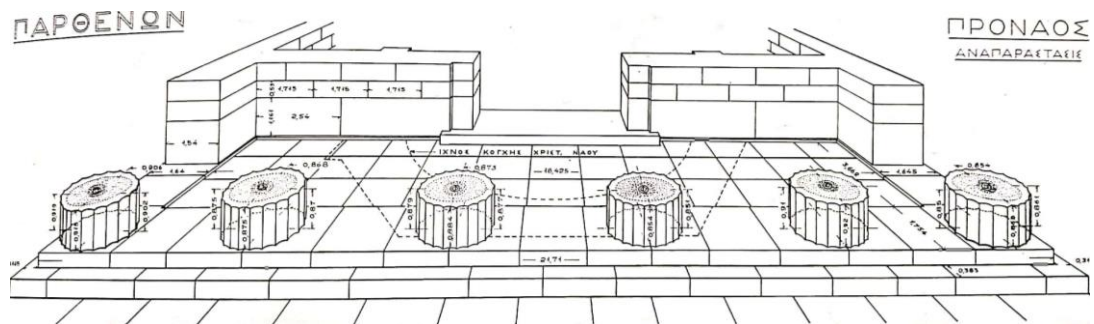
Ο πρόναος χρησιμεύει ως προθάλαμος του κυρίως ναού και αποτελεί τον πλέον ανατολικό επιμέρους χώρο του ναού. Οριοθετείται από την εξάστυλη κιονοστοιχία της πρόστασης στα ανατολικά και το θυραίο τοίχο στα δυτικά. Στο Βορρά και στο Νότο το διαμέρισμα του πρόναου περικλείεται από τους γωνιακούς κίονες της πρόστασης και τις δύο παραστάδες που προβάλλουν κατά 1.70 m από το θυραίο τοίχο (εικόνα 42-43). Ο πρόναος, ως προς τις γενικές διαστάσεις του, έχει 21.71 m μήκος και 5.43 m πλάτος.

Το δάπεδο του πρόναου αποτελείται από ορθογώνιες πλάκες δύο ειδών: Αυτές που σχηματίζουν το στυλοβάτη των κίωνων της πρόστασης και έχουν πάχος ίδιο με το ύψος του ανώτερου αναβαθμού της κρηπίδας του σηκού (0.391 m), και αυτές που καλύπτουν την υπόλοιπη επιφάνεια του ορθογωνίου. Οι τελευταίες είναι δεκατρείς κατά το μήκος και τρεις κατά το πλάτος, και βρίσκονται κατά 0.064 m βαθύτερα από αυτές του στυλοβάτη σχηματίζοντας μια αβαθή λεκάνη διαστάσεων 3.665 x 18.425 m μεταξύ του στυλοβάτη και του τοιχοβάτη του θυραίου τοίχου. Ο πυθμένας της λεκάνης αυτής ακολουθεί την καμπυλότητα της κρηπίδας.

Οι κίονες της πρόστασης ακολουθούν το σύστημα τοποθέτησης που εφαρμόστηκε και στο περιστύλιο, σύμφωνα με το οποίο οι γωνιακοί κίονες εδράζονται επί τετράγωνων πλακών, ενώ οι ενδιάμεσοι είναι τοποθετημένοι ώστε ο άξονας της βάσης να βρίσκεται επί αρμού μεταξύ δύο συνεχόμενων πλακών (εικόνα 42-43). Πρόκειται για δωρικούς κίονες, αποτελούμενους από δώδεκα σπονδύλους έκαστος, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με εμπόλια, όπως ακριβώς στους κίονες του πτερού. Από τους κίονες αυτούς ο ακραίος νοτιοανατολικός διασώθηκε ολόκληρος αλλά παρουσίαζε εκτεταμένες βλάβες ιδίως στην εσωτερική πλευρά και αναστυλώθηκε εκ νέου από τη Ελληνική Υπηρεσία Αναστηλώσεως, ο ακραίος βορειοανατολικός διατηρήθηκε μόνο κατά τους δύο κατώτατους σπονδύλους αλλά έχει ξεφύγει της κανονικής του θέσης και έχει στραφεί ελαφρώς προς Β μαζί με την αντίστοιχη πλάκα του στυλοβάτη, και οι ενδιάμεσοι τέσσερις κίονες έχουν διασωθεί εν μέρει αναστηλωμένοι κατά τους τρεις ή τέσσερις πρώτους σπονδύλους.



Εικόνα 42: Κάτοψη του πρόναου (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 192)



Εικόνα 43: Προοπτική άποψη των κατώτατων σπονδύλων των κίωνων της Α πρόστασης (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 194)

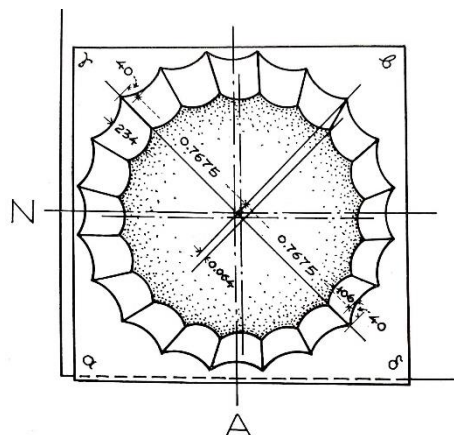


Εικόνα 44: Άποψη της κρηπίδας των κίωνων της πρόστασης με τον αναστηλωμένο ΝΑ κίονα στο βάθος. Στα αριστερά η ανατολική πλευρά του περιστυλίου, μεταξύ των δύο εκτείνεται το ευρύ ανατολικό περσό. (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 195)

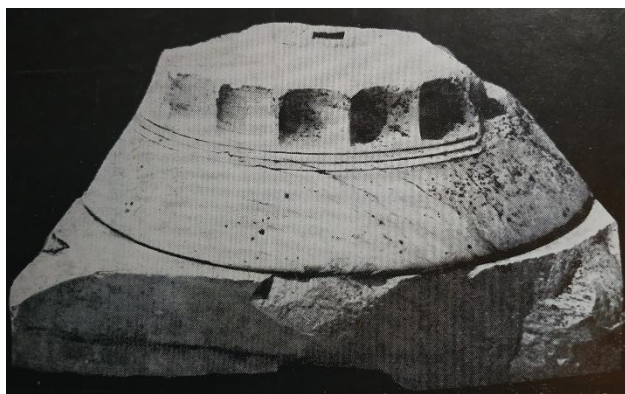
Οι κίονες της πρόστασης έχουν μέγιστη (δηλαδή από ακμή σε ακμή) κάτω διάμετρο 1.641-1.651 m, δηλαδή σημαντικά μικρότερη από αυτή των κίωνων της περίστασης (1.905-1.920 m), μέγιστη άνω διάμετρο 1.274 m και ύψος περίπου 10,00 m (πιο αναλυτική αναφορά γίνεται στην ενότητα 2.4 του 2^{ου} κεφαλαίου). Επίσης, φέρουν 20 ραβδώσεις χορδής 0.261 m και βέλους 0.047 m κατά τη βάση, και 0.20 m και 0.034 m αντίστοιχα κατά την άνω διάμετρο. Σημειώνεται ότι ο αναστηλωμένος νοτιοανατολικός κίονας του πρόναου παρουσιάζει κλίση και ένταση. Η κλίση του φέρεται προς τα ΒΑ και υπολογίστηκε 0.064 m (εικόνα 45), και η ένταση εμφανίζει μέγιστη τιμή (0.015 m) μεταξύ του έκτου και του έβδομου σπονδύλου (αριθμημένων από κάτω), δηλαδή σε ύψος 4.773 m από το στυλοβάτη.

Ως προς το ανώτατο τμήμα των κίωνων, δηλαδή τα κιονόκρανα, αυτά είναι κατασκευασμένα ως ενιαία τεμάχια, όπως και στο περιστύλιο. Εκτός από αυτό του ΝΑ κίονα, σώζονται και άλλα δύο κιονόκρανα στο έδαφος. Από κιονόκρανο που πιθανότατα ανήκει στο ΒΑ κίονα μετρήθηκε το ολικό ύψος, συμπεριλαμβανομένου του υποτραχηλίου, ίσο με 0.704 m. Από αυτό, το υποτραχήλιο καταλαμβάνει τα 0.148 m, οι ιμάντες τα 0.0485 m, ο εχίνος τα 0.219 m και ο άβακας τα 0.2885 m. Το τετράγωνο του αναστηλωμένου άβακα έχει μήκος πλευράς 1.708 m. Επιπλέον, οι ιμάντες περιορίζονται σε τρεις, αντί για πέντε που παρατηρούνται στα κιονόκρανα του περιστυλίου, και η εφαπτομένη της καμπύλης του εχίνου σχηματίζει ως προς οριζόντιο άξονα γωνία 53°, μεγαλύτερη δηλαδή από την αντίστοιχη των κιονόκρανων του περιστυλίου.

Τέλος, από το θριγκό υπεράνω των κίωνων έχει διασωθεί μόνο ένα μικρό τμήμα από γωνιακό επιστύλιο.



Εικόνα 45: Κλίση του ΝΑ κίονα του πρόναου προς ΒΑ (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 202)



Εικόνα 46: Κιονόκρανο από την πρόσταση του πρόναου, ανεστραμμένο (Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, Α. Κ. Ορλάνδος, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977, εικ. 203)

2 ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ ΣΤΟΝ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ

2.1 Εισαγωγή

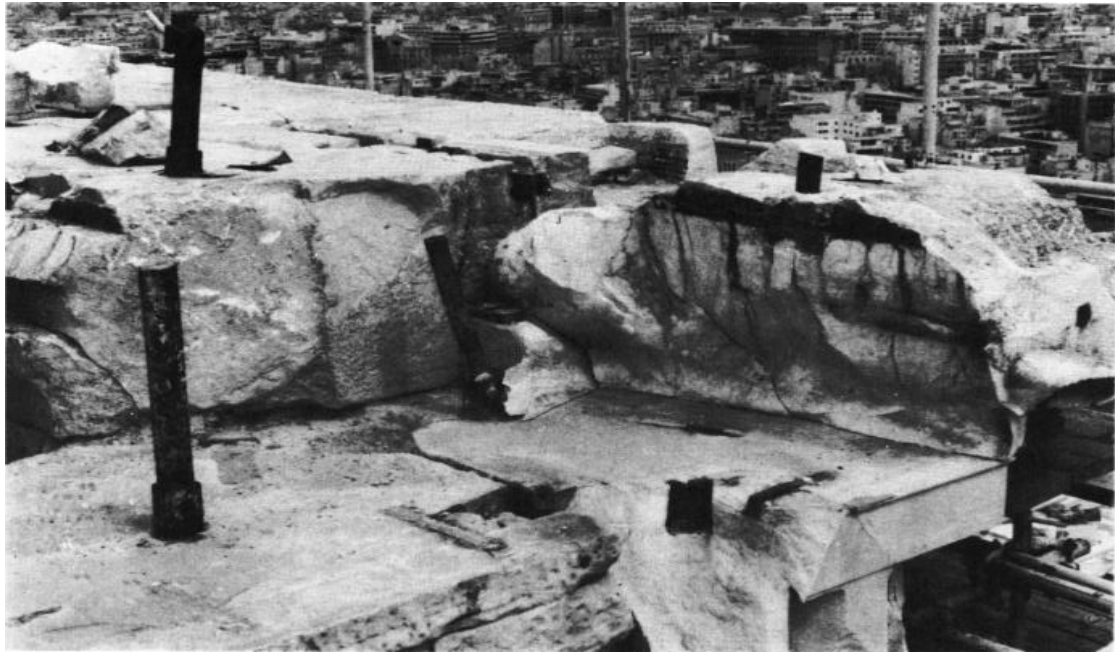
Στη διάρκεια των 25 αιώνων της ζωής του, ο Παρθενώνας υπέστη πλήθος διαφόρων καταπονήσεων που είχαν ως αποτέλεσμα αναπόφευκτες εκτεταμένες επεμβάσεις για την αντιμετώπιση των βλαβών που προκλήθηκαν. Η κύρια αιτιολογία των βλαβών αυτών συνίσταται στην πυρκαγιά των αρχαίων χρόνων (τον 3ο μ.Χ. αιώνα), στην ανατίναξη του 1687 και στους σεισμούς από τους οποίους επλήγη το μνημείο. Δομικές βλάβες έχουν, ωστόσο, προκληθεί και στα αναστηλωμένα τμήματα, κυρίως λόγω οξειδωσης και της συνεπαγόμενης διόγκωσης του σιδήρου των συνδετήριων στοιχείων.

Οι πρώτες επεμβάσεις μεγάλου εύρους έλαβαν χώρα την περίοδο 1898-1933 με αφετηρία τον Οπισθόναο, με αφορμή τις βλάβες που προκλήθηκαν στα επιστύλια από τη σεισμική διέγερση του 1894. Από τον συγκεκριμένο σεισμό δεν προκλήθηκαν μόνιμες παραμορφώσεις, όπως προέκυψε από τα δεδομένα συστηματικών παρατηρήσεων, ενώ η κατάπτωση των τεμαχίων μαρμάρου από τα επιστύλια ήταν εύλογη διότι αυτή η περιοχή του οικοδομήματος έφερε και τις μεγαλύτερες βλάβες από την προαναφερθείσα πυρκαγιά. Αντίστοιχα, οι γενικές παραμορφώσεις του Παρθενώνα από τους κατώτερους σπονδύλους των κιόνων έως τον θριγκό που ήταν συνέπεια του σεισμού του 1981, είχαν ως αποτέλεσμα την επίσπευση ήδη προγραμματισμένων δομικών επεμβάσεων στο μνημείο.

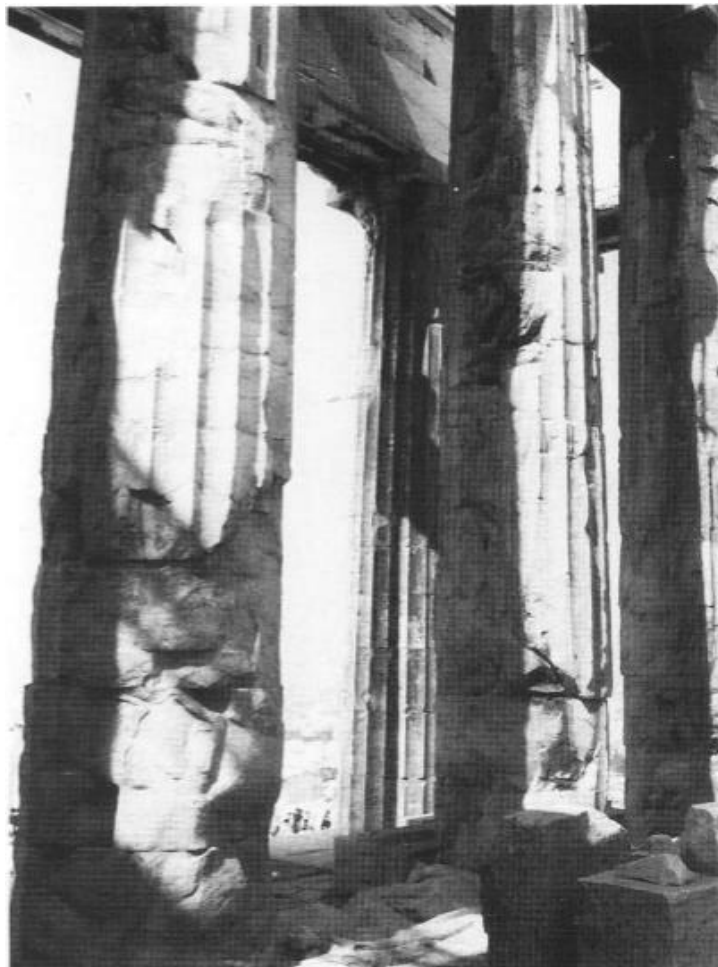
Ως απόρροια των παραπάνω, ο εντοπισμός, η καταγραφή και η επισήμανση των δομικών προβλημάτων του Παρθενώνα προκρίνονται ως απαραίτητα εργαλεία για την κατανόηση του ιστορικού των επεμβάσεων, την εκτίμηση της παρούσας κατάστασης του μνημείου, την πρόβλεψη απόκρισης του δομικού συστήματος σε διεγέρσεις, μέσω της εφαρμογής των βλαβών με τη χρήση αξιόπιστων υπολογιστικών μέσων, καθώς και για τη διατύπωση τεκμηριωμένων προτάσεων σχετικά με τα μελλοντικά στάδια της δομικής αποκατάστασης του μνημείου, σύμφωνα πάντα και με την αναστηλωτική δεοντολογία.



Εικόνα 47: Ανατίναξη του Παρθενώνα από τον Morosini. Σχέδιο του Μ. Κορρέ. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 119)



Εικόνα 48: Καταστροφές από τη διάγκωση των οξειδωμένων συνδετήριων στοιχείων σε αναστηλωμένα τμήματα στη ΝΑ γωνία του θριγκού του Παρθενώνα. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 157)



Εικόνα 49: Οι τρεις πρώτοι από Β κίονες του Οπισθοναού από τον σηκό. Διακρίνονται οι εσωτερικές καμένες επιφάνειες των κίωνων και οι απώλειες μάζας του στυλοβάτη. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθοναού, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 8)

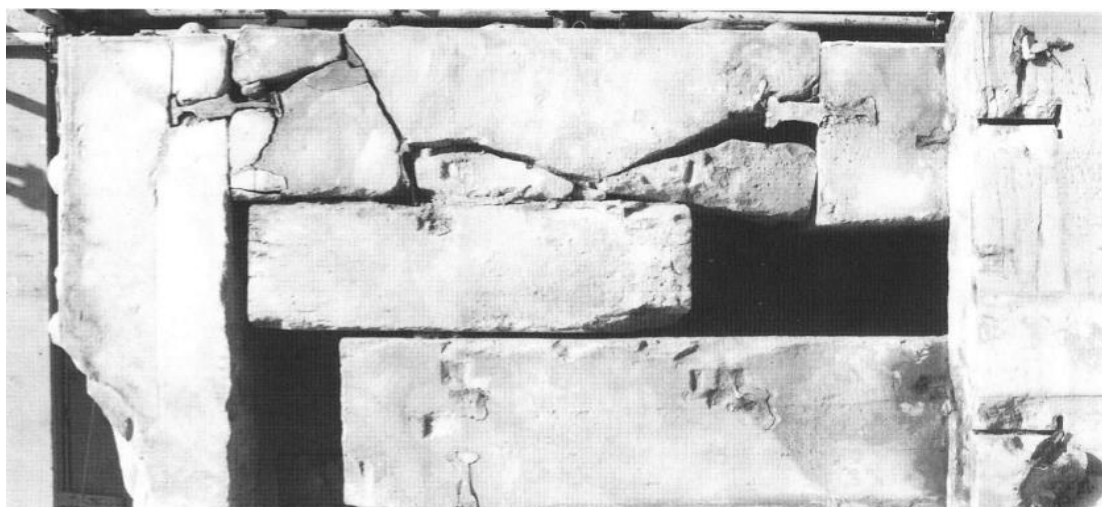
2.2 Οπισθόναος: Καταγραφή δομικών βλαβών

2.2.1 Μετρήσεις στον στυλοβάτη της περιστάσεως, στον τοιχοβάτη, στους τοίχους και στον Οπισθόναο

Οι δομικές βλάβες που έχουν εμφανιστεί στην περιοχή του Οπισθόναου είναι τεσσάρων, κυρίως, ειδών: καταρρεύσεις τμημάτων, θραύσεις μαρμάρων, παραμορφώσεις του κτιρίου ή τμημάτων του και αστοχίες συνδέσεων. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων οι βλάβες συνυπάρχουν λόγω των αναπόδραστων αλληλεπιδράσεων μεταξύ αυτών. Όπως, παραδείγματος χάριν, οι θραύσεις μαρμάρων ή οι αστοχίες συνδέσεων στις περιοχές αγκύρωσης είναι, ενδεχομένως, αποτέλεσμα παραμορφώσεων, οι οποίες οδήγησαν σε ανακατανομή μηχανικών τάσεων και συγκέντρωσή τους σε ορισμένες θέσεις που, στη συνέχεια, ανέπτυξαν την παραπάνω παθολογία. Υπάρχει και η περίπτωση η βλάβη να έχει αυτοτελή-"αυτοπαθή" χαρακτήρα, όπως οι αστοχίες στα συνδετήρια στοιχεία λόγω διάβρωσης.

Πιο συγκεκριμένα, ο Οπισθόναος παρουσιάζει ευρεία θραύση του στυλοβάτη και των σπονδύλων των κιόνων με διαμπερή ρήγματα και απώλεια μάζας, θραύση των μελών του θριγκού και οροφής, και θραύση των επιστυλίων, σε θέσεις συνδέσεων και ενδιάμεσες. Ως προς τις παραμορφώσεις, αυτές εμφανίζονται στη στάθμη του στυλοβάτη με προχώρηση των γωνιών και είναι παρόμοια ανεπτυγμένες ως προς τη μορφή, αυξανόμενες έως και τη στάθμη της μαρμάρινης οροφής. Είναι, προφανώς, αποτέλεσμα μιας ή περισσότερων μηχανικών καταπονήσεων και έχουν την προσημασμένη συνέπεια της θραύσης των μαρμάρων και της αστοχίας συνδέσεων μέσω της ανακατανομής των τάσεων.

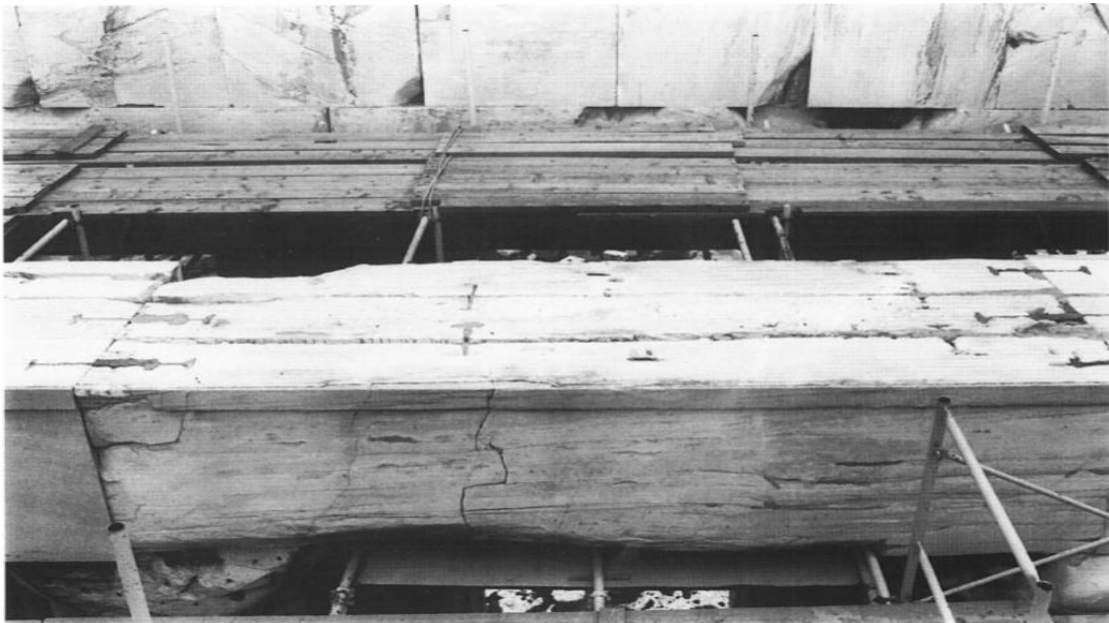
Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι γενικές παραμορφώσεις του Οπισθόναου βρίσκονται σε σύνδεση με αυτές της ευρύτερης δυτικής περιοχής του μνημείου, η οποία περιλαμβάνει τον Οπισθόδομο και το προς τα δυτικά τμήμα της περιστάσεως. Λόγω αυτού οι μετρήσεις βασίζονται σε ένα γενικό σύστημα με αναφορά στον στυλοβάτη της περιστάσεως του οικοδομήματος.



Εικόνα 50: Η ΝΔ γωνία της ζωοφόρου κατακερματισμένη με εμφανή εξώθηση προς Δ. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 9)



Εικόνα 51: Τα επιστύλια της ΝΔ γωνίας της δυτικής προστάσεως. Παρουσιάζουν εκτεταμένη θραύση στην περιοχή των συνδέσεων και σε ενδιάμεσες θέσεις. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 9)

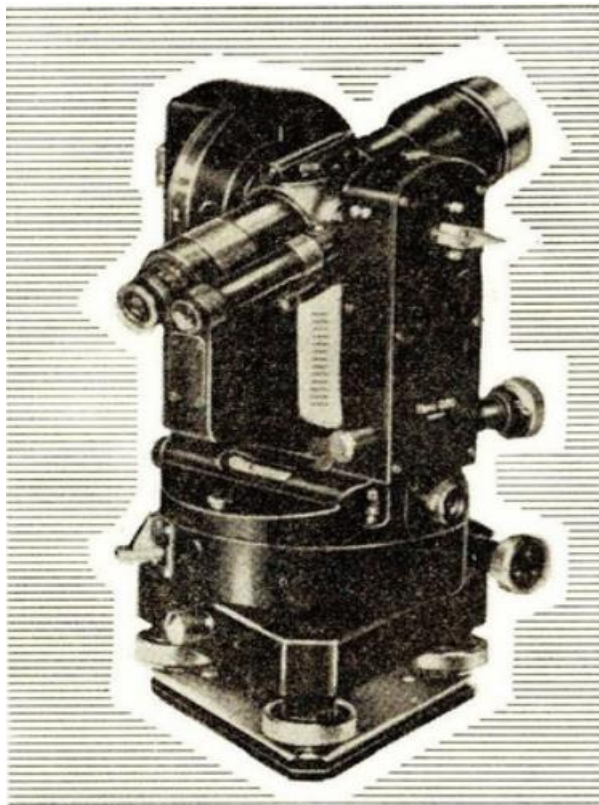


Εικόνα 52: Το επιστύλιο του δεύτερου από Β μετακινίου του Οπισθονάου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 20)

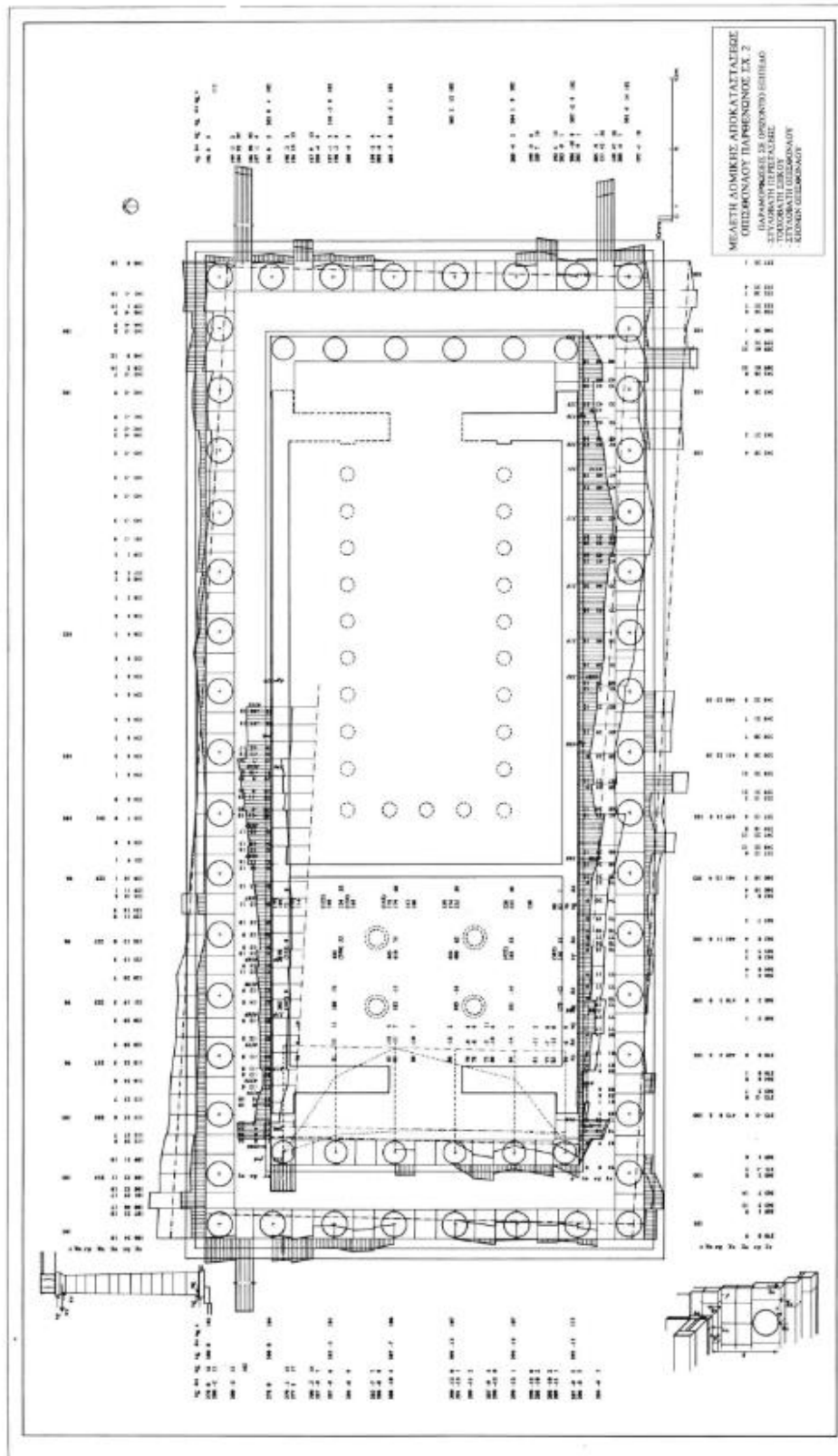
Στη συνέχεια, θα γίνει αναφορά στις μετρήσεις που πραγματοποίησαν οι Κ. Ζάμπας και Γ. Βασιλάρας το χρονικό διάστημα από τον Μάιο μέχρι τον Ιούλιο του 1993.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με ταχύμετρο τύπου Theo 020 A, με αρχικό επίπεδο αναφοράς στη δυτική πλευρά της περιστάσεως. Βάσει αυτού μετρήθηκαν οι αποστάσεις των μετώπων των λίθων του στυλοβάτη (εκατέρωθεν του εκάστοτε όρθιου αρμού). Προκειμένου οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες δίνεται σημασία στην ακρίβεια της οριζοντίωσης του δίσκου του οργάνου, στον έλεγχο με βάση την τυποποίηση που διέπει τις τοπογραφικές μετρήσεις (αναστροφή-περιστροφή του σκοπεύτρου σε κάθε στάση και επανέλεγχος με στάση σε δύο γωνίες της κάθε πλευράς), στην αποφυγή λαθών λόγω τοπικής διάβρωσης των λίθων (με χρήση μικρού πήχη, που προσαρμόζεται σε οποιαδήποτε περίπτωση στην κάτω ακμή του μετώπου κάθε λίθου) και στην εξαίρεση από τις μετρήσεις των θραυσμένων λίθων του στυλοβάτη που, είτε παρουσιάζουν απώλεια της αρχικής επιφάνειας του μετώπου τους, είτε προχώρηση ενός αποκολλημένου θραύσματος.

Μετρήθηκαν οι αποστάσεις των λίθων της Β και Ν πλευράς από κατακόρυφα επίπεδα κάθετα σε αυτό της Δ πλευράς, με τοποθέτηση του οργάνου στη ΒΔ και ΝΔ γωνία της περίπτωσης, αντίστοιχα, και με τοποθέτηση του οργάνου στη ΒΑ και ΝΑ γωνία μετρήθηκαν οι αποστάσεις των λίθων της Α πλευράς από κατακόρυφο επίπεδο κάθετο σε αυτά των μεγάλων πλευρών. Μετρήθηκαν, επίσης, από τα ίδια επίπεδα οι αποστάσεις των εξώτατων ραβδώσεων των κίωνων της περιστάσεως στο βαθύτερο σημείο κάθε ράβδωσης και, επιπρόσθετα, από επίπεδο παράλληλο στη δυτική πλευρά κοντά πλησίον του στυλοβάτη του Οπισθονάου, και από στάσεις στη ΝΔ και ΒΔ πλευρά μετρήθηκαν οι αποστάσεις των άκρων των λίθων του στυλοβάτη, των εξώτατων ραβδώσεων των κίωνων στη βάση και στο υποτραχήλιο και των άκρων των κιονόκρανων. Οι μετρήσεις αυτές σημειώνονται στο σχέδιο της εικόνας 54 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, 1994, Σχ. 2).



Εικόνα 53: Veb Carl Zeiss Jena, “Aus Jena: πηγή και κέντρον της συγχρόνου οπτικής: ταχύμετρον - θεοδόλιχο Theo 020”, Βιβλιοθήκη ΤΕΕ – Διαφημίσεις σε τεχνικά περιοδικά (<https://teediaf.omeka.net/items/show/646>)



Εικόνα 54: Παραμορφώσεις σε οριζόντιο επίπεδο στυλοβάτη περιστάσεως, τοιχοβάτη σηκού, στυλοβάτη Οπισθονάου και κίωνων Οπισθονάου (Μελέτη Αποκατάστασης του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκατάστασης Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 2)

Στο σχέδιο της εικόνας 54, περιμετρικά της κάτοψης του μνημείου, έχουν αποτυπωθεί οι μετρήσεις σε στήλες, ως εξής:

Στην πρώτη στήλη είναι σημειωμένες οι αποστάσεις x_s των λίθων του στυλοβάτη και του τοιχοβάτη από τα επίπεδα αναφοράς. Στη δεύτερη στήλη δίνονται οι διαφορές Δx των παραπάνω αποστάσεων από την απόσταση ενός γωνιακού τυχαία επιλεγμένου την κάθε φορά λίθου. Η οριζόντια παραμόρφωση του στυλοβάτη και του τοιχοβάτη ορίζεται από τα σημεία των καμπυλών με τετμημένες τις θέσεις των αρμών επί της κάτοψης σε κλίμακα 1:100 και τεταγμένες τις διαφορές Δx σε φυσική κλίμακα.

Επειδή το αρχικό επίπεδο αναφοράς στη δυτική πλευρά ορίζεται αυθαίρετα, απαιτείται διόρθωση του συστήματος των επιπέδων αναφοράς λαμβάνοντας υπ' όψιν παραδοχές όπως ότι οι πλευρές της περίστασης και του σηκού σε κάτοψη ήταν αρχικά ευθείες και οι απέναντι πλευρές παράλληλες, δηλαδή χωρίς να λαμβάνεται υπ' όψιν ενδεχόμενη κατασκευαστική οριζόντια καμπυλότητα, ότι τα μάρμαρα του στυλοβάτη της περίστασης και του τοιχοβάτη του σηκού έχουν ελευθερία προχωρήσεων, δηλαδή οριζόντιας κίνησης προς το εξωτερικό του κτιρίου, και όχι οπισθοχωρήσεων, και τέλος, ότι η καμπύλη παραμόρφωσης της κάθε πλευράς πρέπει να εμφανίζει μια κάποια συμμετρία ως προς τη μεσοκάθετό της, ως αποτέλεσμα του ερπυστικού χαρακτήρα των παραμορφώσεων και της γενικότερης συμμετρίας του οικοδομήματος. Βάσει αυτών και λοιπών παραδοχών, σημειώνονται γραφικά οι άξονες αναφοράς των παραμορφώσεων του σχεδίου (εικόνα 54).

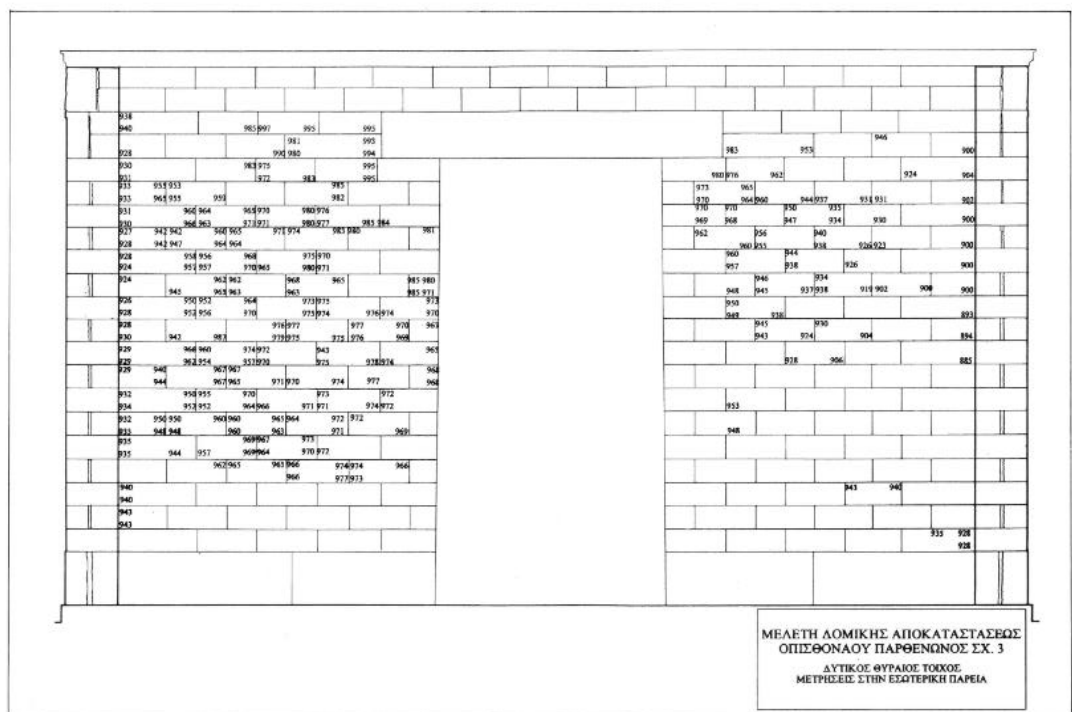
Οι άξονες αυτοί χαράσσονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να εφάπτονται στις καμπύλες των διαφορών Δx σε ένα τουλάχιστον σημείο. Από τις μεταξύ τους αποστάσεις προκύπτει το ελάχιστο των προχωρήσεων των μαρμάρων του στυλοβάτη που u_s και του τοιχοβάτη u_t . Το γράφημα των προχωρήσεων u δίνεται υπό κλίμακα στο σχέδιο της εικόνας 54 με τα διαγραμμισμένα χωρία. Στη συνέχεια των στηλών του σχεδίου της 54, δίνονται οι αποστάσεις x_k των βαθύτερων σημείων των εξώτατων ραβδώσεων των κίωνων από τα επίπεδα αναφοράς, οι αποστάσεις s των κίωνων από το μέτωπο του στυλοβάτη και οι κατ' ελάχιστον προχωρήσεις u_k των κίωνων. Με όμοια μέθοδο, στη δυτική πρόσταση, δίνονται οι προχωρήσεις u_y των ανώτατων σπονδύλων των κίωνων κάτω από το υποτραχήλιο και των κιονόκρανων στις δύο προς Δ γωνίες τους. (Στο σχέδιο της εικόνας 54 οι τιμές εντός των παρενθέσεων αντιστοιχούν στη δεύτερη στάση του οργάνου).

Μετρώνται, επίσης, οι αποστάσεις των τεσσάρων λίθων των λιθοπλίνθων της εσωτερικής παρειάς του Δυτικού Θυραίου τοίχου, σε θέσεις όπου σώζεται η αρχική τους επιφάνεια. Οι μετρήσεις αναγράφονται στο σχέδιο που δίνεται στην εικόνα 56. Στο σχέδιο της εικόνας 57 δίνονται οι οριζόντιες μετακινήσεις των άκρων των λιθοπλίνθων, οι οποίες προκύπτουν από τις διαφορές των παραπάνω αποστάσεων από την απόσταση ενός σημείου της δυτικής θύρας που έχει θεωρηθεί αμετακίνητο. Ανάλογες μετρήσεις έχουν γίνει στον βόρειο και νότιο τοίχο του σηκού. Για τον Β τοίχο οι μετρήσεις αυτές παρουσιάζονται στο σχέδιο που δίνεται στην εικόνα 59. Οι παραμορφώσεις του τοίχου υπολογίζονται ως από τις διαφορές των μετρηθεισών αποστάσεων από αυτές που αναγράφονται στα δεξιά του άκρου του τοίχου, λόγω της αρχικής κλίσης του προς το εσωτερικό του σηκού.

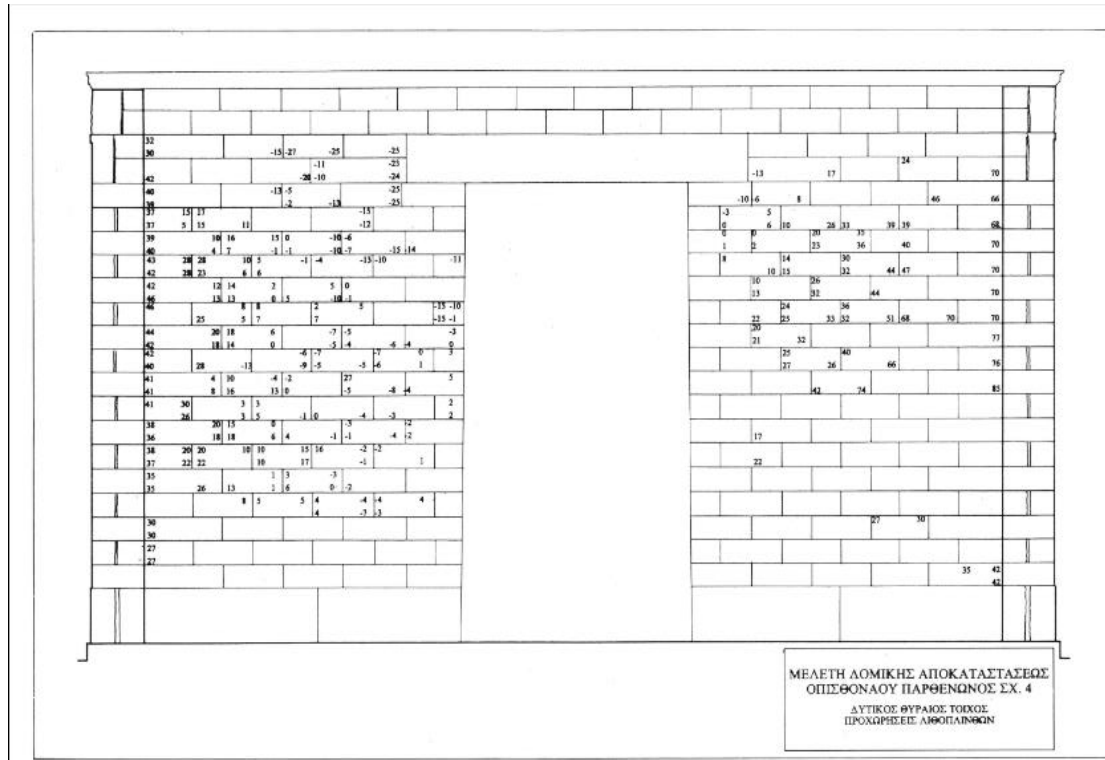
Τέλος, στο σχέδιο που δίνεται στην εικόνα 61 έχουν καταγραφεί συγκεντρωτικά οι παραμορφώσεις που προκύπτουν συναρτήσει των παραπάνω μετρήσεων. Ως προς τις παραμορφώσεις των τοίχων, αυτές δίνονται ανά δύο οριζόντιους αρμούς, σε βοηθητικά επίπεδα παράλληλα προς τις αρχικές επιφάνειες. Στο ίδιο σχέδιο έχουν σημειωθεί με βέλη οι προχωρήσεις των κίωνων στη στάθμη των υποτραχηλίων. Η κλίμακα στην οποία παριστάνονται οι παραμορφώσεις των τοίχων, καθώς και οι προχωρήσεις των κίωνων είναι 25 φορές μεγαλύτερη της φυσικής κλίμακας του οικοδομήματος.



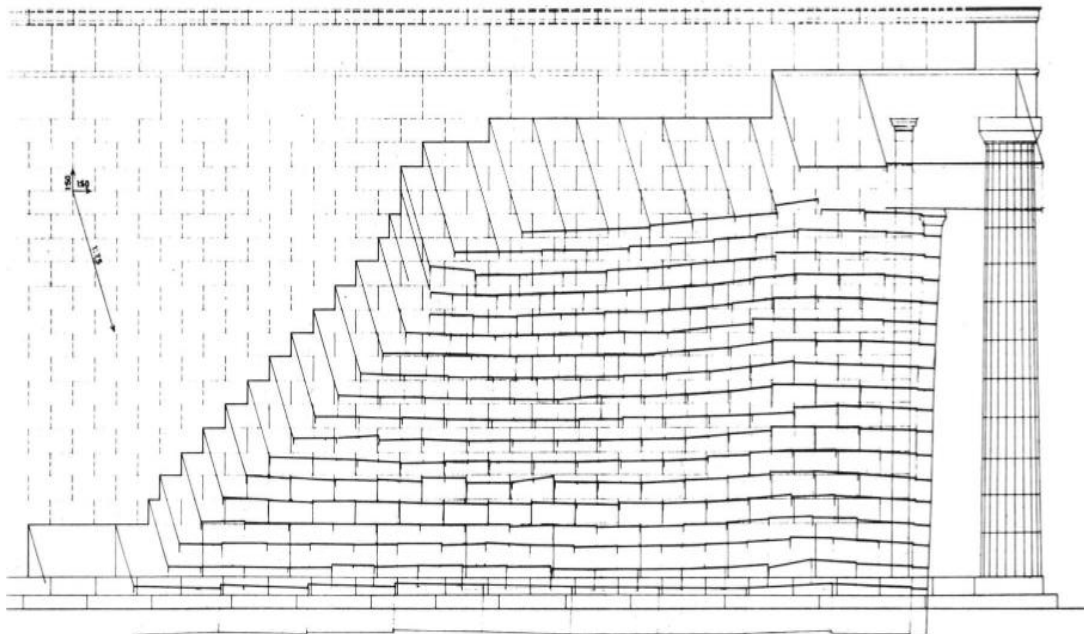
Εικόνα 55: Η εσωτερική όψη του νότιου τμήματος του δυτικού θυραίου τοίχου. Είναι εμφανής η εκτεταμένη θερμική θραύση των λιθοπλίνθων της. (Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ.12)



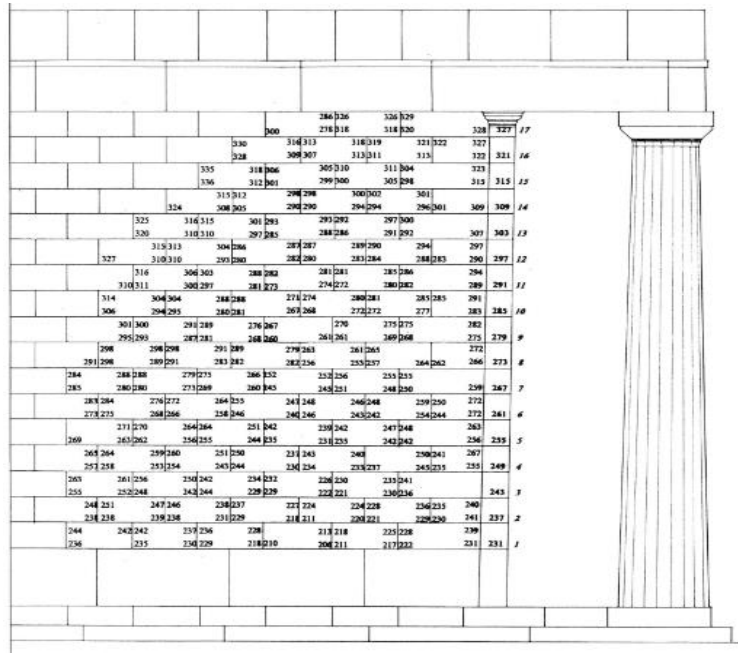
Εικόνα 56: Μετρήσεις στην εσωτερική παρεία του Δυτικού Θυραίου τοίχου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 3)



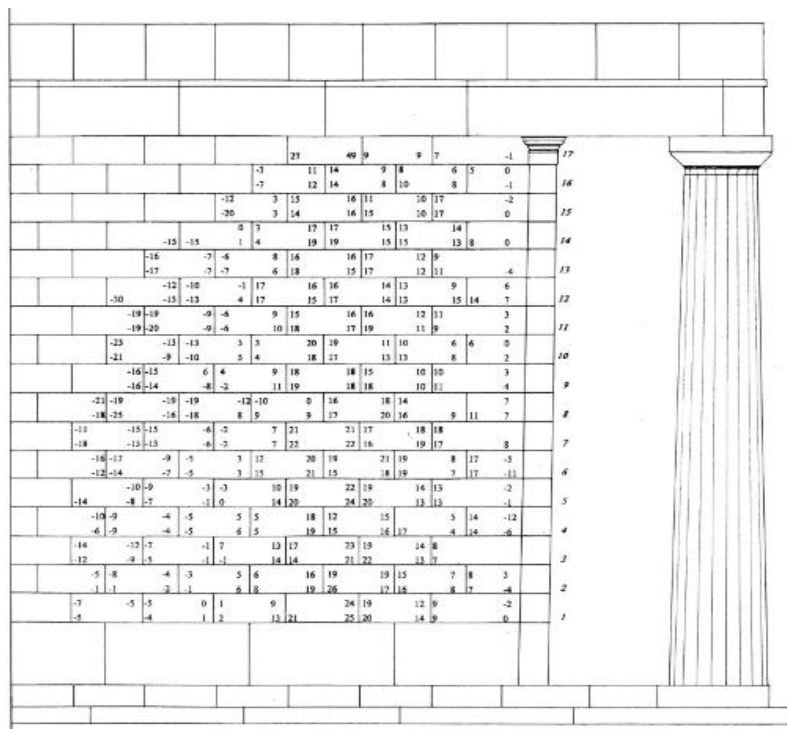
Εικόνα 57: Οριζόντιες μετακινήσεις-προχωρήσεις των λιθοπλίνθων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 4)



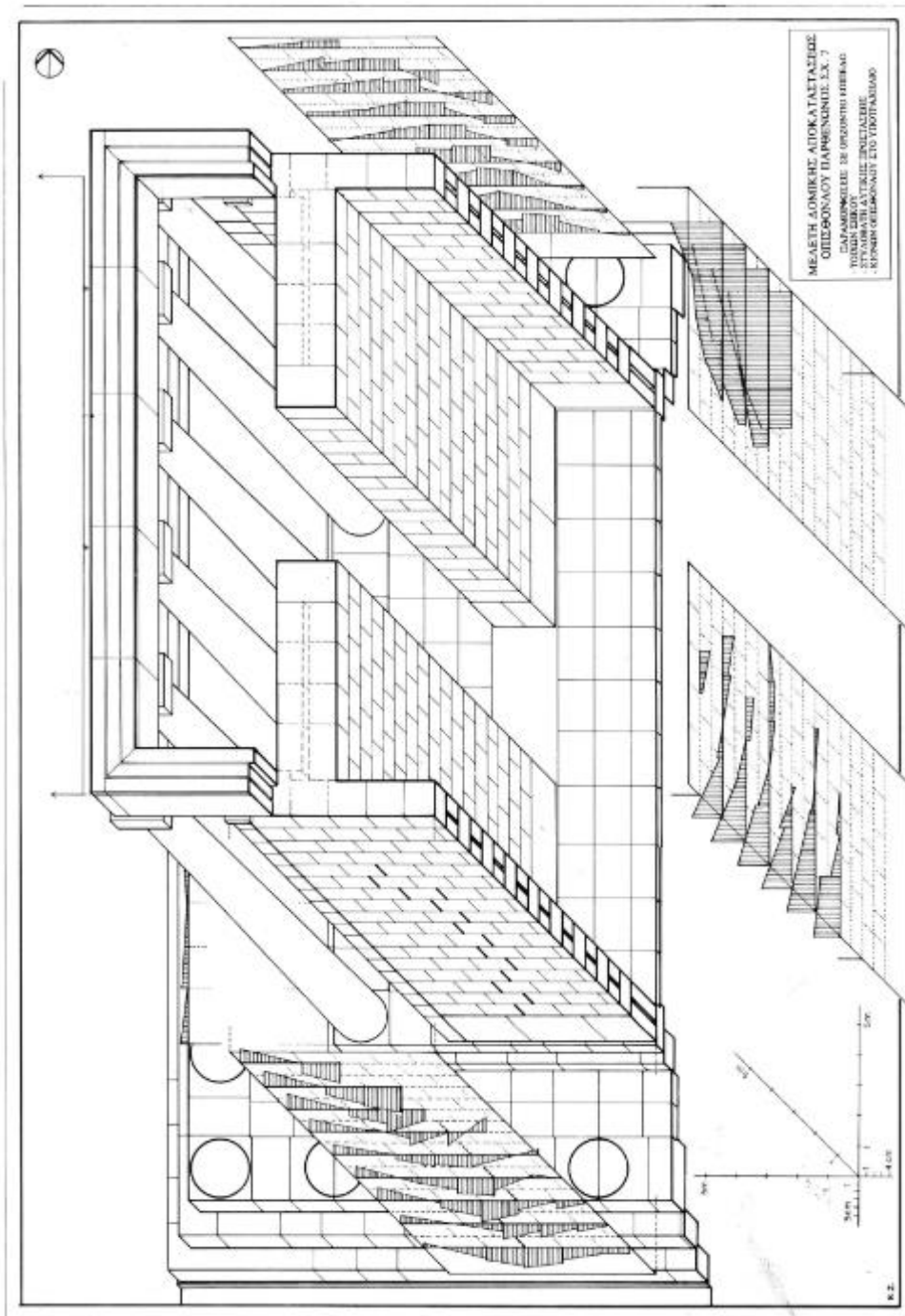
Εικόνα 58: Σχέδιο αποκλίσεων από το κατακόρυφο επίπεδο για τον Β τοίχο (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Σχ. 5 Ν. Τογανίδη, σ. 118)



Εικόνα 59: Μετρήσεις στην εξωτερική παρειά του Β τοίχου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 5)



Εικόνα 60: Προχωρήσεις λιθοπλίνθων στον Β τοίχο (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 6)



Εικόνα 61: Παραμορφώσεις σε οριζόντιο επίπεδο τοίχων σηκού, στυλοβάτη δυτικής προστάσεως, κίωνων Οπισθονάου στο υποτραχήλιο (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 7)

Αναφορικά με τις παραμορφώσεις του στυλοβάτη της περιστάσεως, οι καμπύλες που δίνουν οι τέσσερις πλευρές του στυλοβάτη της περιστάσεως είναι εν γένει ομαλές με τα κοίλα προς τα έξω και μέγιστες τεταγμένες στα άκρα κάθε πλευράς. Οι ασυνέχειες που εμφανίζονται, κατ' εξαίρεση, σε ορισμένες θέσεις είναι σε αντιστοιχία με σημαντικές προχωρήσεις των μη φερόντων μαρμάρων, τα οποία βρίσκονται συνήθως στα μέσα των δύο μετακινίων στα άκρα κάθε πλευράς. Οι μέγιστες τιμές αυτών των προχωρήσεων εμφανίζονται στις κάτωθι θέσεις:

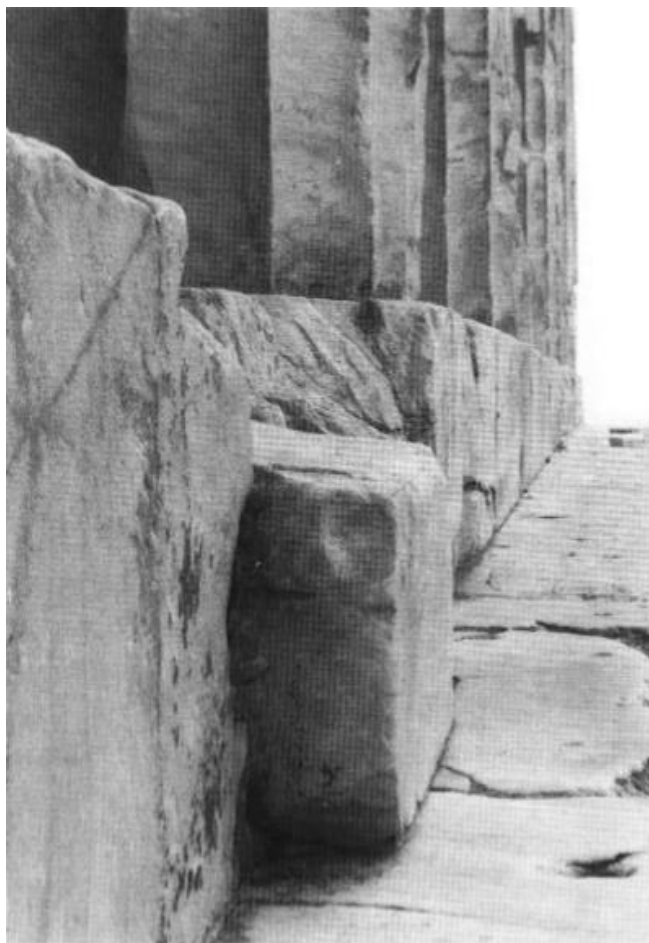
Στη δυτική (Δ) πλευρά: στο 1ο μετακίνιο 165 mm, στο 2ο μετακίνιο 17 mm.

Στη βόρεια (Β) πλευρά: στο 1ο μετακίνιο 15 mm, στο 2ο μετακίνιο 14 mm, στο 16ο μετακίνιο 17 mm.

Στην ανατολική (Α) πλευρά: στο 1ο μετακίνιο 97 mm, στο 2ο μετακίνιο 15 mm, στο 6ο μετακίνιο 16 mm, στο 7ο μετακίνιο 58 mm.

Στη νότια (Ν) πλευρά: στο 2ο μετακίνιο 33 mm, στο 9ο μετακίνιο 21 mm, στο 10ο μετακίνιο 15 mm, στο 16ο μετακίνιο 14 mm.

Λόγω του ότι οι όρθιοι αρμοί είναι ερμητικά κλειστοί καθ' όλο το μήκος των πλευρών, οι μετατοπίσεις των γωνιακών λίθων αφορούν σε γενική διαστολή των πλευρών και όχι σε διαφορικές μετατοπίσεις μεμονωμένων λίθων. Αθροίζοντάς τες διανυσματικά σε καθέναν από τους γωνιακούς λίθους προκύπτουν οι συνισταμένες υπό γωνία ως προς τις κύριες διευθύνσεις και ισούνται με: 16.5 mm στη ΒΑ γωνία, 10.1 mm στη ΝΑ γωνία και 20.6 mm στη ΒΔ γωνία, ενώ στη ΝΔ, που κατά τη διεύθυνση Β-Ν εμφανίζει μετατόπιση 9 mm, δε μπορεί να πραγματοποιηθεί ακριβής μέτρηση εξαιτίας της θραύσης που παρουσιάζει το προς Δ μέτωπο του λίθου.



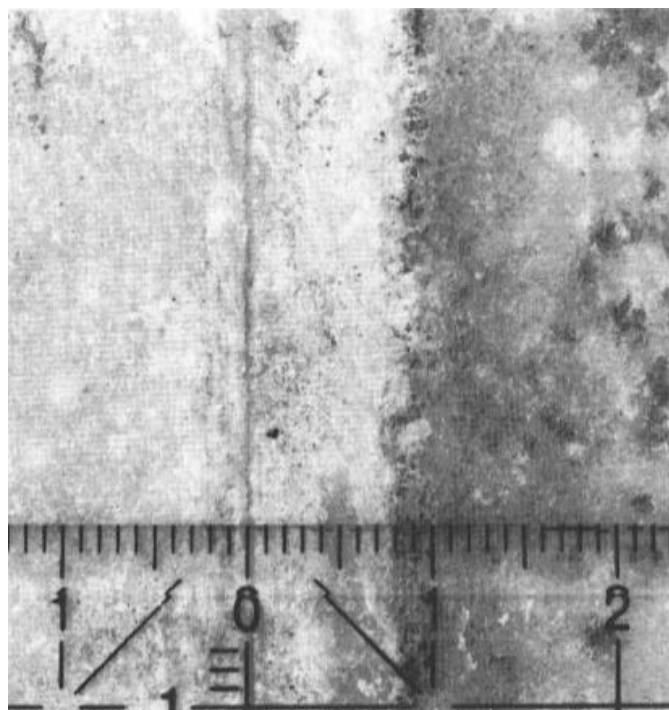
Εικόνα 62: Η πλίνθος του πρώτου από Β μετακινίου της δυτικής όψης που εμφανίζει προχώρηση 165 mm προς Δ (Μελέτη Αποκατάστασης του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκατάστασης Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 13)

Αντιθέτως, βάσει του σχεδίου της εικόνας 54, από τις παραμορφώσεις του τοιχοβάτη, ο οποίος στις στενές πλευρές γίνεται στυλοβάτης των προστάσεων, προκύπτουν καμπύλες που έχουν τα κυρτά προς τα έξω και μέγιστες τεταγμένες προς το μέσον του κυρίως ναού. Επειδή ο πρώτος αναβαθμός εφάπτεται στο κατώτερο τμήμα του με τις πλάκες του δαπέδου του πτερού και ο τοιχοβάτης εδράζεται απλώς επί του αναβαθμού, εφόσον οι αρμοί του προαναφερθέντος δαπέδου είναι κλειστοί, τότε ο αναβαθμός ακολουθεί τις προχωρήσεις του στυλοβάτη (της περιστάσεως), ενώ οι μετατοπίσεις του τοιχοβάτη μπορεί να είναι ίδιες και ανεξάρτητες του στυλοβάτη. Συνακολούθως, σ' αυτή την περίπτωση, ο προσδιορισμός της συνολικής μετατόπισης κάθε λίθου του τοιχοβάτη προκύπτει από το αλγεβρικό άθροισμα της ίδιας μετατόπισης και της μετατόπισης του αναβαθμού.

Παρατηρούνται ασυνέχειες, όπως και στις καμπύλες παραμορφώσεων του στυλοβάτη της περίπτωσης, στις θέσεις των μη φερόντων λίθων μεταξύ των παραστάδων των τοίχων και των γωνιακών κιόνων των προστάσεων. Στο προς Α άκρο της νότιας πλευράς του τοιχοβάτη η προχώρηση είναι 17 mm και στα προς Δ άκρα των δύο πλευρών είναι 22 mm και 23 mm. Στο προς Α άκρο της βόρειας πλευράς δεν πραγματοποιούνται μετρήσεις διότι οι λίθοι έχουν μετακινηθεί.

Οι παραμορφώσεις στη βόρεια και νότια πλευρά οφείλονται κυρίως σε σχετικές μετατοπίσεις των λίθων του στυλοβάτη ως προς τον αναβαθμό, κάτι που συνεπάγεται από τη διακύμανση του πλάτους του πρώτου αναβαθμού του τοιχοβάτη, και το οποίο εμφανίζει μέγιστη και ελάχιστη τιμή στη νότια πλευρά 333 mm και 315 mm αντίστοιχα, και 315 mm και 296 mm στη βόρεια πλευρά. Για τα αρχικά πλάτη των αναβαθμών έχουν γίνει μετρήσεις σε θέσεις όπου υπάρχουν οι αρχαίες σημείες που υποδηλώνουν την αρχική θέση του τοιχοβάτη επί του αναβαθμού. Είναι 336 mm στη νότια πλευρά και 320 mm στη βόρεια. Οι μέγιστες τεταγμένες στις καμπύλες των παραμορφώσεων είναι 26 mm στη νότια και 24 mm στη βόρεια πλευρά.

Η απουσία σαφούς μορφής της καμπύλης που αναφέρεται στην παραμόρφωση του στυλοβάτη (της προστάσεως) του Οπισθόναου είναι αποτέλεσμα των σημαντικής έκτασης θραύσεων που έχουν υποστεί τα μέτωπα των λίθων.



Εικόνα 63: Λεπτομέρεια του πρώτου αναβαθμού του τοιχοβάτη του βόρειου τοίχου, όπου η σημεία ορίζει την αρχική θέση του τοιχοβάτη. Διακρίνεται το ίχνος της διάβρωσης που αντιστοιχεί στη νέα θέση μετά την παραμόρφωση. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθόναου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 14)

Ως προς τις παραμορφώσεις των τοίχων, τα τμήματα των πλευρικών τοίχων που σώζονται in situ παρουσιάζουν εμφανή κυρτότητα της εξωτερικής τους επιφάνειας. Στη θέση όπου συναντώνται με τον Δυτικό Θυραίο τοίχο οι επιφάνειες αυτών των τοίχων εμφανίζουν μια θλάση που είναι δυνατόν να παρατηρηθεί και στο σχέδιο της εικόνας 61. Η διάνοιξη των κατακόρυφων αρμών στη θέση αυτή έχει εύρος έως 21 mm και τα προς Δ τμήματα των τοίχων έχουν μετατοπιστεί μετά τους διανοιγμένους αρμούς προς Δ κατά 2 cm ως προς τον ορθοστάτη. Επειδή οι λιθόπλινθοι της πρώτης στρώσης υπερκαλύπτουν τον ορθοστάτη και, επιπλέον, γνωρίζουμε ότι αρχικά η επιφάνειά του προείχε της επιφάνειας του τοίχου (κατά 7 έως 10 mm), είναι προφανές ότι οι εγκάρσιες προς την επιφάνεια των τοίχων παραμορφώσεις έχουν γίνει προς τα έξω. Για τον νότιο τοίχο η μέγιστη τεταγμένη της κυρτής επιφάνειας είναι 33 mm στο ύψος της 15ης στρώσης και για τον βόρειο τοίχο είναι 26 mm στο ύψος της 2ης στρώσης.

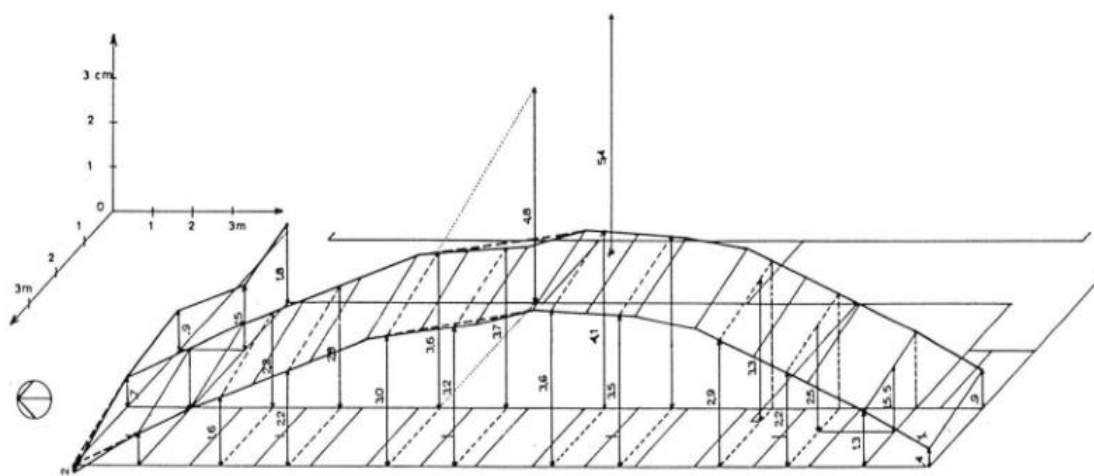
Ο Δυτικός Θυραίος τοίχος εμφανίζει επίσης μια αισθητή κυρτότητα προς το εσωτερικό του κτιρίου. Σημειώνεται ότι στα σχέδια των εικόνων 57 και 59 οι δεδομένες μετρήσεις και παραμορφώσεις δεν είναι ακριβείς αλλά επηρεάζονται από το εύρος αθέατων ρηγμάτων, λόγω της αποκόλλησης φλουδών της αρχικής επιφάνειας, συνέπεια της πυρκαγιάς του 3ου μ.Χ. αιώνα. Ωστόσο, από τη γενική εικόνα παρατηρείται ότι το νότιο άκρο του τοίχου παρουσιάζει μετατόπιση της τάξης των 4 cm προς Δ και το άνω τμήμα του βόρειου άκρου παρουσιάζει μετατόπιση της τάξης των 7 cm προς Δ.



Εικόνα 64: Η εξωτερική επιφάνεια του νότιου τοίχου με τους διανοιγμένους αρμούς στη θέση συνάντησης με τον Δυτικό Θυραίο τοίχο (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 15)

Ο στυλοβάτης του Οπισθονάου εμφανίζει τις οριζόντιες μετατοπίσεις που φαίνονται στο σχέδιο της εικόνας 54. Λοιπές δομικές βλάβες παρουσιάζονται εποπτικά στο αξονομετρικό σχέδιο της εικόνας 65. Μια τέτοια βλάβη τυπικού χαρακτήρα είναι η θραύση των εμπρόσθιων τμημάτων των λίθων του στυλοβάτη, η οποία είναι αποτέλεσμα υπερφόρτισης των λίθων αυτών από τη συγκέντρωση τάσεων στις εμπρόσθιες ακμές των κιόνων. Οι λίθοι που φέρουν τους τέσσερις πρώτους κίονες του Οπισθονάου (Ο.Κ 1 έως Ο.Κ 4) έχουν υποστεί σημαντική απώλεια μάζας, ενώ τα θραύσματα είτε έχουν απολεσθεί είτε συγκρατούνται χαλαρά στη θέση τους.

Στο δεύτερο μετακίονιο η συνέχεια του στυλοβάτη διακόπτεται αφού σώζεται μόνο το ήμισυ του λίθου και στο μεσαίο μετακίονιο, ομοίως, αφού ο λίθος δε σώζεται. (Εκεί, σε αυτές τις θέσεις, έχει αποκαλυφθεί το πάρινο υπόστρωμα το οποίο υπόκειται στη διαβρωτική δράση των ομβρίων).



Εικόνα 65: Καμπυλότητα στυλοβάτη δυτικής προστάσεως (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 9)

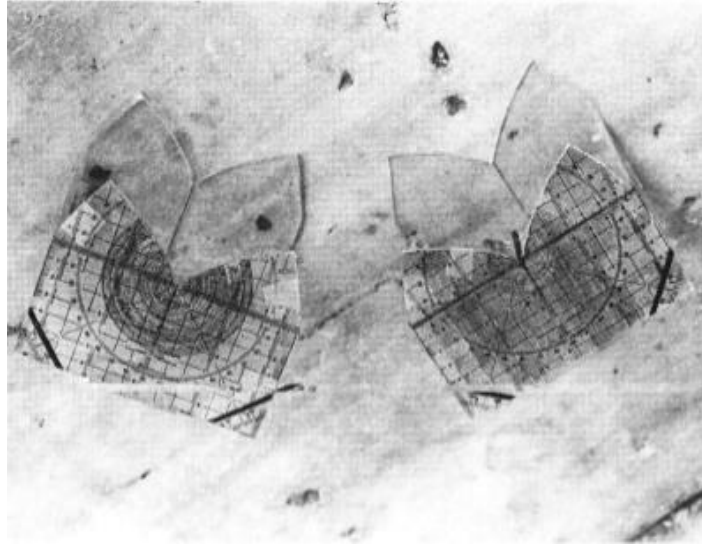
2.2.2 Οι δομικές βλάβες των κίωνων

Οι κύριες δομικές βλάβες στους κίονες του Οπισθονάου περιλαμβάνουν μετακινήσεις των σπονδύλων, ρήγματα στους σπονδύλους και απώλεια μάζας λόγω θραύσεων. Οι μετακινήσεις των σπονδύλων είναι πιο εμφανείς στα δύο ζεύγη των ακραίων κίωνων, δηλαδή στους Ο.Κ 1, Ο.Κ 2, Ο.Κ 5 και Ο.Κ 6. Η μέτρηση των μετακινήσεων αυτών παρουσιάζει μεγάλη δυσκολία εξαιτίας των καταστροφών ή των σημαντικών φθορών στις ραβδώσεις, από την πυρκαγιά, σε περιοχές μεγάλης έκτασης της παράπλευρης επιφάνειας των κίωνων. Προκειμένου να καταστεί εφικτή η μέτρηση των μετακινήσεων αυτών επινοήθηκε ειδικό όργανο το οποίο φαίνεται στην εικόνα 67.

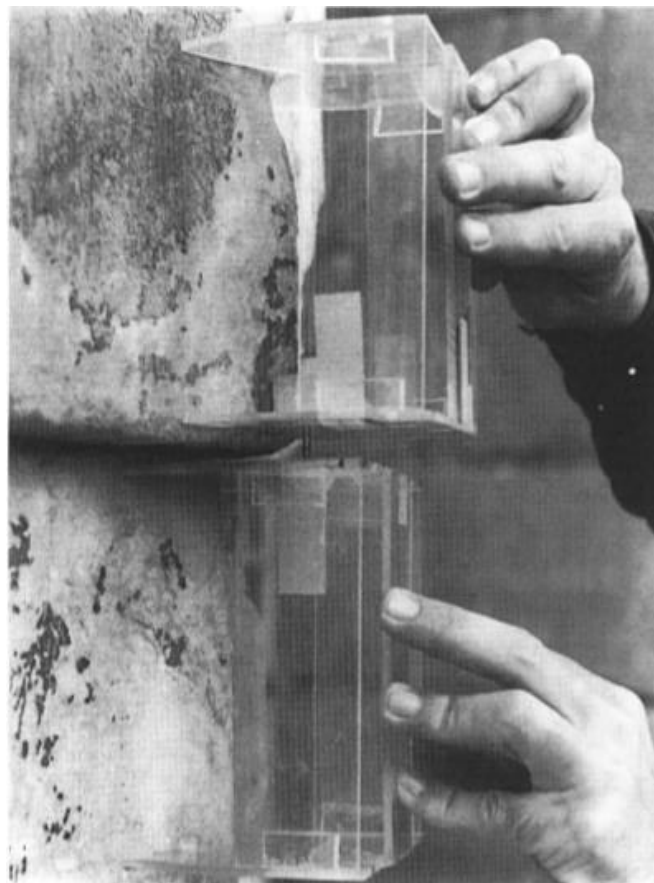
Δύο στερεές μήτρες από πλεξιγκλάς, που προσομοιάζουν τη μορφή των ραβδώσεων κοντά στις ακμές, τοποθετούνται εκατέρωθεν του αρμού στις επιφάνειες δύο διαδοχικών σπονδύλων έτσι ώστε οι ακμές να αντιστοιχούν στις θραυσμένες των σπονδύλων. Η στερέωση μιας ακίδας στη μία μήτρα και η χάραξη στις ύπτιες επιφάνειες των μητρών ενός συστήματος ορθογωνίων και πολικών συντεταγμένων έχει ως αποτέλεσμα τη μέτρηση της σχετικής μετακίνησης των ακμών των ραβδώσεων. Η μέτρηση επαναλαμβάνεται με τρόπο κατάλληλο (Μελέτη Αποκατάστασης του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκατάστασης Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, 1994, σ. 15-16) και με την επίλυση ενός συστήματος τριγωνομετρικών εξισώσεων (Μελέτη Αποκατάστασης του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκατάστασης Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, 1994, Β.1) είναι δυνατός ο προσδιορισμός των δύο συνιστωσών της σχετικής μετατόπισης και της σχετικής περιστροφής των δύο σπονδύλων.



Εικόνα 66: Ο ΝΔ κίονας του Οπισθονάου με εμφανείς τις μετακινήσεις των σπονδύλων του (Μελέτη Αποκατάστασης του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκατάστασης Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 15)



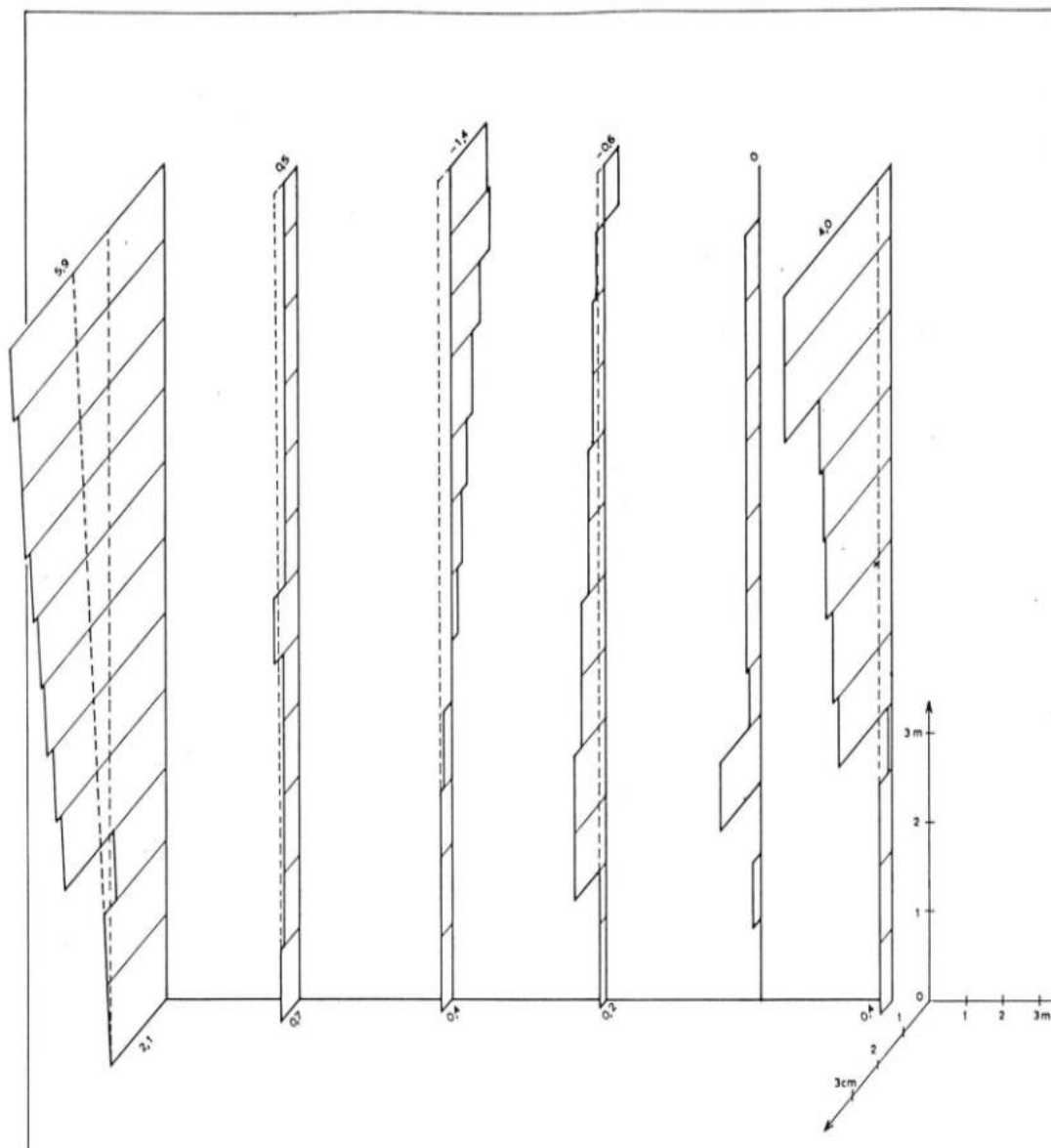
Εικόνα 67: Ειδικό όργανο μέτρησης των σχετικών μετακινήσεων των σπονδύλων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 16)



Εικόνα 68: Μέτρηση απόστασης μεταξύ των ακμών δύο μετακινημένων σπονδύλων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 16)

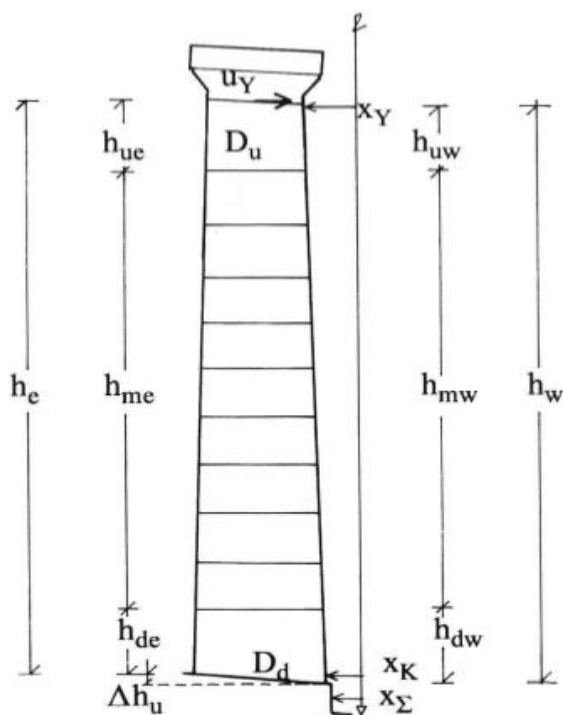
Οι σχετικές μετακινήσεις των σπονδύλων παρουσιάζονται στο σχέδιο της εικόνας 69.

Η προχώρηση στο υποτραχήλιο είναι το αλγεβρικό άθροισμα τριών παραγόντων: της προχώρησης του στυλοβάτη, της μετακίνησης που οφείλεται σε ενδεχόμενη στροφή του λίθου του στυλοβάτη περί οριζόντιο άξονα και των σχετικών μετατοπίσεων των σπονδύλων.



Εικόνα 69: Διάγραμμα μετακινήσεων σπονδύλων κίωνων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 9)

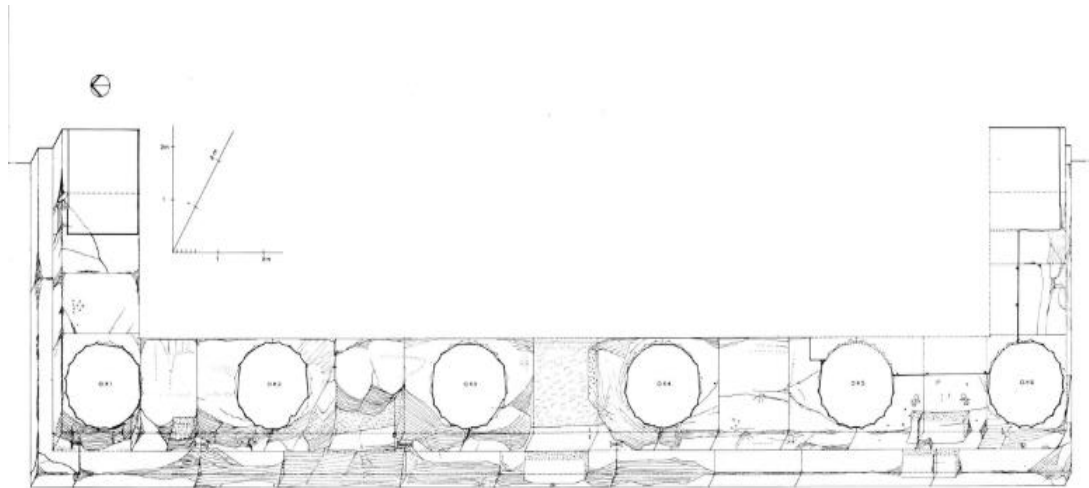
Ο βαθμός συμβολής του κάθε παράγοντα στη συνολική παραμόρφωση των κίωνων μπορεί να αναδειχθεί μέσα από ορισμένες συμπληρωματικές μετρήσεις. Συγκεκριμένα, για να ελεγχθεί το ενδεχόμενο στροφής των λίθων στους οποίες εδράζονται οι κίονες γίνεται χωροστάθμηση του στυλοβάτη. Μετρώνται, επίσης, τα ύψη των πρώτων και των τελευταίων σπονδύλων των κίωνων και το συνολικό ύψος των ενδιάμεσων σπονδύλων στη μεσαία ραβδώση της δυτικής και ανατολικής όψης κάθε κίονα h_{dw} , h_{de} , h_{uw} , h_{ue} , h_{mw} και h_{me} αντίστοιχα. Τα ύψη των κορμών των κίωνων h_w (δυτική όψη) και h_e (ανατολική όψη) υπολογίζονται από το άθροισμα των τριών αντίστοιχων υψών. Τέλος, υπάρχει η μέτρηση των διαμέτρων των κίωνων στο χαμηλότερο και στο υψηλότερο σημείο του κορμού, D_d και D_u αντιστοίχως, και η μέτρηση των μετώπων x_Σ των μετώπων των λίθων του στυλοβάτη, και των αποστάσεων των βαθύτερων σημείων των μεσαίων ραβδώσεων της δυτικής όψης στην κάτω και άνω έδρα των κορμών από απλό κατακόρυφο επίπεδο παράλληλο στον αρχικό άξονα αναφοράς των μετρήσεων (αρχικό επίπεδο αναφοράς στη δυτική πλευρά της περιστάσεως), x_K και x_Y αντίστοιχα. Στο σκαρίφημα που απεικονίζεται στην εικόνα 70 παρουσιάζονται εποπτικά τα μετρούμενα μεγέθη, ενώ στην 71, καθώς και στην παράγραφο που την ακολουθεί δίνονται τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων.



Εικόνα 70: Σκαρίφημα κίονα, εκτός κλίμακας, με σημειωμένα τα μετρούμενα μεγέθη (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 17)

	O.K 1	O.K 2	O.K 3	O.K 4	O.K 5	O.K 6
h_{de}	94,9	81,7	83,4	92,7	-	79,3
h_{dw}	95,6	82,2	83,9	93,2	88,4	79,8
Δh_d	0,7	0,5	0,5	0,5	-	0,5
h_{me}	757,4	792,4	774,5	775,8	-	776,7
h_{mw}	757,4	792,4	774,6	775,9	784,9	776,1
h_{ue}	84,8	62,9	79,2	69,05	-	80,6
h_{uw}	84,35	62,55	78,7	68,7	63,7	80,5
h_e	937,2	937,0	937,1	937,6	-	936,6
h_w	937,3	937,2	937,2	937,8	937,0	936,4
x_Σ	-	22,0	22,0	22,5	22,5	22,4
Δx_Σ	-	0,5	0,5	0	0	0,1
x_K	30,2	31,6	31,9	32,1	32,3	31,9
Δx_K	2,1	0,7	0,4	0,2	0	0,4
x_γ	45,3	50,7	52,6	51,8	51,2	47,2
Δx	15,1	19,1	20,7	19,7	18,9	15,3
Δ	3,8	-0,2	-1,8	-0,8	0	3,6
u_γ	5,9	0,5	-1,4	-0,6	0	4,0

Εικόνα 71: Μετρήσεις στους κίονες του Οπισθονάου σε cm (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Πίν. 1, σ. 17)



Εικόνα 72: Στυλοβάτης δυτικής προστάσεως (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Πίν. 1, Σχ. 8)

Οι κίονες του Οπισθονάου έχουν όλοι την ίδια διάμετρο $D_d = 1.609$ m στο χαμηλότερο σημείο του κορμού και την ίδια $D_u = 1.231$ m στο υψηλότερο, παρουσιάζουν επομένως μια μείωση $\mu = 0.378$ m. Οι άνωτι τιμές αναφέρονται στα βαθύτερα σημεία των ραβδώσεων, ενώ στις ακμές οι τιμές λόγω της φθοράς τους προσδιορίζονται με υπολογισμό και όχι με μετρήσεις και είναι, αντίστοιχα, $D'_d = 1.712$ m, $D'_u = 1.314$ m και άρα η μείωση είναι $\mu' = 0.398$ m. Οι κίονες είναι εκ κατασκευής κατακόρυφοι. Η διαφορά Δh_d (στο σκαρίφημα της εικόνας 70 είναι σημειωμένη ως Δh_u) των υψών των πρώτων σπονδύλων είναι, σε όλους τους κίονες με εξαίρεση τον ΒΔ, 0.5 cm. Είναι, δηλαδή, ίση με την αντίστοιχη διαφορά των υψών των ακμών της άνω έδρας του στυλοβάτη λόγω κλίσης προς τα δυτικά. (Έχει επιβεβαιωθεί, από την κλίση του τοιχοβάτη στη δυτική θύρα, ότι η κλίση του στυλοβάτη ισούται με 0.5/170). Η αντίστοιχη υψομετρική διαφορά στον ΒΔ κίονα (Ο.Κ 1) είναι 0.7 cm (όπου η υψομετρική διαφορά στο στυλοβάτη είναι 0.9 cm). Στο βόρειο τμήμα του στυλοβάτη, όπως υποδηλώνει η μορφή της αντίστοιχης καμπύλης (εικόνα 65), εμφανίζεται στροφή του γωνιακού λίθου περί οριζόντιο άξονα προς Δ που ισούται με 0.2/170 περίπου. Ως συνέπεια αυτού, το πρόσθιο τμήμα του λίθου παρουσιάζει θραύση (που είναι εμφανής στο σχέδιο της εικόνας 72). Επιπλέον, μεταξύ Ο.Κ 3 και Ο.Κ 4 υπάρχει καθίζηση της τάξης του 1 mm που στην καμπύλη εκδηλώνεται με ασυνέχεια, και η οποία πιθανότατα οφείλεται στη διάβρωση που έχει υποστεί το αποκαλυφθέν πώρινο υπόβαθρο. Με αυτόν τον τρόπο εξηγείται και η θραύση του λίθου του στυλοβάτη επί του οποίου εδράζεται ο τρίτος κίονας του Οπισθονάου (Ο.Κ 3).

Στον πίνακα της εικόνας 71 η διαφορά Δ εκφράζει σε εκατοστά τη σχετική μετατόπιση προς Δ του ανώτατου σημείου του κορμού του εκάστοτε κίονα ως προς το κατώτατο και είναι ίση με 18.9- Δx , όπου 18.9 cm η αρχική διαφορά των αποστάσεων των βαθύτερων σημείων των ραβδώσεων άνω και κάτω ($37.8/2 = 18.9$). Το Δx_k είναι η προχώρηση του κατώτατου σημείου - η μεγαλύτερη προχώρηση (2.1 cm) παρατηρείται στον ΒΔ κίονα (Ο.Κ 1). Η συνολική απόλυτη προχώρηση u_y στο υποτραχήλιο του κάθε κίονα προκύπτει ως το αλγεβρικό άθροισμα της Δ και της Δx_k . Οι μέγιστες τιμές u_y 5.9 cm και 4 cm καταγράφονται στον Ο.Κ 1 και Ο.Κ 6, αντίστοιχα.

Στον πίνακα της εικόνας 73 παρατίθενται οι σχετικές οριζόντιες μετακινήσεις των σπονδύλων. Επισημαίνεται ότι οι τιμές αυτές προκύπτουν κατόπιν μέτρησης με ειδικό όργανο (εικόνας 67 και 68) και επίλυσης ενός συστήματος τριγωνομετρικών εξισώσεων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, 1994, Β.1). Η ύπαρξη τιμών σε παρενθέσεις υποδηλώνει ότι αυτές προσδιορίστηκαν προσεγγιστικά με άμεση μέτρηση στο βαθύτερο σημείο της ράβδωσης, λόγω της μη ασφαλούς μέτρησης σε περιπτώσεις στις οποίες οι αποστάσεις των αντίστοιχων ακμών των μετακινημένων σπονδύλων είναι πολύ μικρές (της τάξης των 3 mm). Οι μετατοπίσεις είναι μικρότερες σε σημαντικό βαθμό σε σχέση με τις μετρούμενες αποστάσεις των ακμών των ραβδώσεων, οι οποίες επηρεάζονται και από τις στροφές των σπονδύλων περί κατακόρυφο άξονα. Παραδείγματος χάριν, σχετική στροφή των σπονδύλων κατά 1° έχει ως αποτέλεσμα σχετικές μετακινήσεις στις ακμές των πρώτων σπονδύλων της τάξης των 15 mm.

Όπως είναι εμφανές από τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών, τις μεγαλύτερες μετατοπίσεις εμφανίζουν ο Ο.Κ 1 (24.5 mm συνολικά, 18.5 mm μεταξύ του 3ου και 4ου σπονδύλου), ο Ο.Κ 6 (36 mm συνολικά, 20 mm μεταξύ του 4ου και 5ου σπονδύλου του), καθώς επίσης και ο Ο.Κ 3 όσον αφορά τη συνολική οριζόντια μετατόπιση (17 mm προς Α).

	Ο.Κ 1	Ο.Κ 2	Ο.Κ 3	Ο.Κ 4	Ο.Κ 5	Ο.Κ 6
12-11	-	0	(1)	(-9)	(-5)	-
11-10	(2)	0	(-3)	(-1)	0	0
10-9	0	0	(-3)	0	0	13.7
9-8	(2)	0	(-2)	(-2)	0	1.0
8-7	(2)	0	(-2)	(-1)	0	0.3
7-6	(1)	-4.4	(-2)	(-2)	0	2.5
6-5	(2)	3.6	(-2)	0	(1)	2.0
5-4	2	0	(-3)	(-3)	-11.4	20.0
4-3	18.5	0	(-1)	0	15.6	-3.5
3-2	(-5)	0	0	10.1	-3.2	0
2-1	0	0	0	0	3.0	0
Σύν.	24.5	-1	-17	-8	0	36

Εικόνα 73: Σχετικές οριζόντιες μετατοπίσεις των σπονδύλων των κίωνων του Οπισθονάου προς Δ σε mm. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Πίν. 2, σ. 18)



Εικόνα 74: Οι τέσσερις πρώτοι σπόνδυλοι του κίονα Ο.Κ 3 με νεότερα σφραγίσματα στα ρήγματά τους. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 18)

Εκτός από τις τιμές των σχετικών μετατοπίσεων μεταξύ των σπονδύλων ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η κατάσταση αυτών σχετικά με τη θραύση των ακμών των ραβδώσεων, ως αποτέλεσμα καταπόνησης από τη συγκέντρωση τάσεων, την απώλεια μάζας που έχει ως συνέπεια την απομείωση των επιφανειών έδρασης των σπονδύλων και τα ρήγματα, τα οποία επηρεάζουν την απόκριση των κιόνων σε καταπόνηση από σεισμό. Για την παρουσίαση των στοιχείων αυτών και την αναγνώριση των σύνδεσης των επιμέρους βλαβών παρουσιάζονται οι μεμονωμένοι σπόνδυλοι των κιόνων Ο.Κ 1, Ο.Κ 2, Ο.Κ 3 και Ο.Κ 4 στα αξονομετρικά σχέδια των εικόνων 75 έως 78. (Στις εικόνες 79 έως 83 γίνεται ενδεικτική παρουσίαση της απεικόνισης ενός τυχαίου σπονδύλου κάθε κίονα). Σε αυτά, όπου υπάρχει σημαντική απώλεια μάζας δίνεται σε εκατοστά το πάχος του απολεσθέντος τμήματος στη θέση που αντιστοιχεί στο βαθύτερο σημείο της ράβδωσης. Στα ρήγματα δίνονται, ομοίως σε cm, το εύρος W και το βάθος B.

Η μέτρηση του βάθους B των ρηγμάτων πραγματοποιείται με διείσδυση λεπτού χαλύβδινου ελάσματος με διατομή 0.5 x 3.5 mm από μικρές οπές, η διάνοιξη των οποίων γίνεται στα νεότερα σφραγίσματα σε κάποιες επιλεγμένες θέσεις. Επομένως, το έλασμα φτάνει έως εκεί όπου τα ρήγματα έχουν εύρος τουλάχιστον 0.5 mm. Ενδεχόμενα σημεία καμπής στις επιφάνειες θραύσης εμποδίζουν τη διείσδυση του ελάσματος. Αυτό συνεπάγεται ότι τα χαρακτηριστικά μεγέθη των ρηγμάτων που αναγράφονται στα σχέδια έχουν επικουρικό ρόλο με σκοπό την ποιοτική καταγραφή σε ένα πρώιμο στάδιο μελέτης. Όπου δεν υπάρχουν μετρήσεις λόγω μη διάνοιξης οπών τα ρήγματα είναι σημειωμένα με μια απλή ένδειξη της διεύθυνσής τους (εικόνες 75 έως 78 και 79 έως 83).

Σύμφωνα με τα στοιχεία των σχεδίων ρήγματα με αριθμητικά δεδομένα εμφανίζονται στις εξής θέσεις:

Στον Ο.Κ 1: στον 1ο σπόνδυλο με $W = 0.1$ cm, στον 3ο με $W = 0.5$ cm και $B = 30$ cm, Στον Ο.Κ 2: στον 1ο σπόνδυλο με $W = 0.3$ cm και $B = 30$ cm, στον 3ο με $W = 0.4$ cm και $B = 70$ cm, στον 4ο με $W = 0.3$ cm και $B = 105$ cm, στον 5ο με $W = 0.3$ cm και $B = 100$ cm, στον 6ο με $W = 0.3$ cm και $B = 30$ cm,

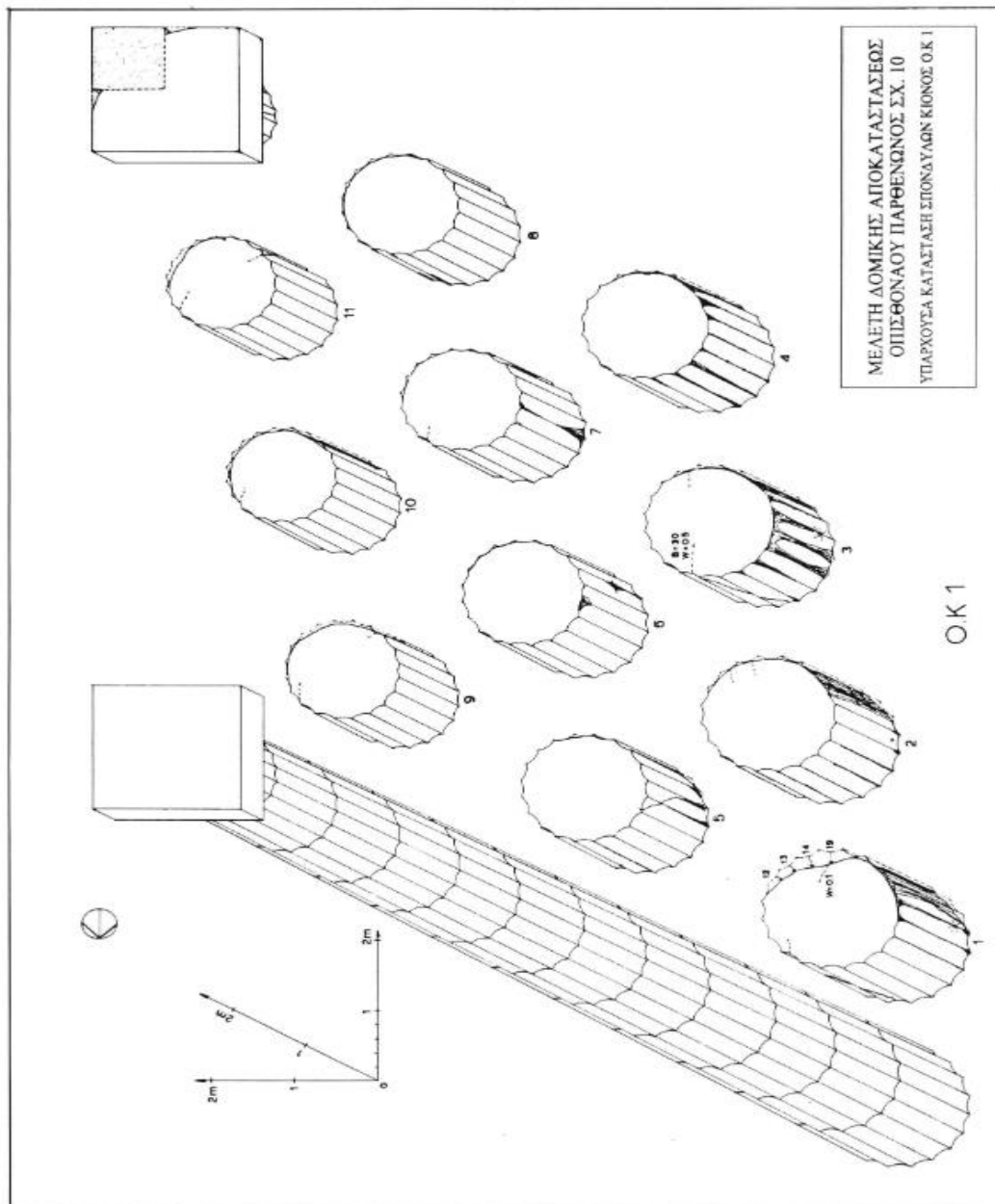
Στον Ο.Κ 3: στον 1ο σπόνδυλο ένα ρήγμα με $W = 0.6$ cm και $B = 50$ cm και ένα με $W = 0.5$ cm και $B = 30$ cm, στον 2ο ένα με $W = 0.3$ cm και $B = 45$ cm και ένα με $B = 35$ cm, στον 3ο με $B = 60$ cm, στον 8ο με $B = 120$ cm, στον 9ο με $W = 0.5$ cm,

Στον Ο.Κ 4: στον 3ο σπόνδυλο με $W = 0.2$ cm και $B = 50$ cm.

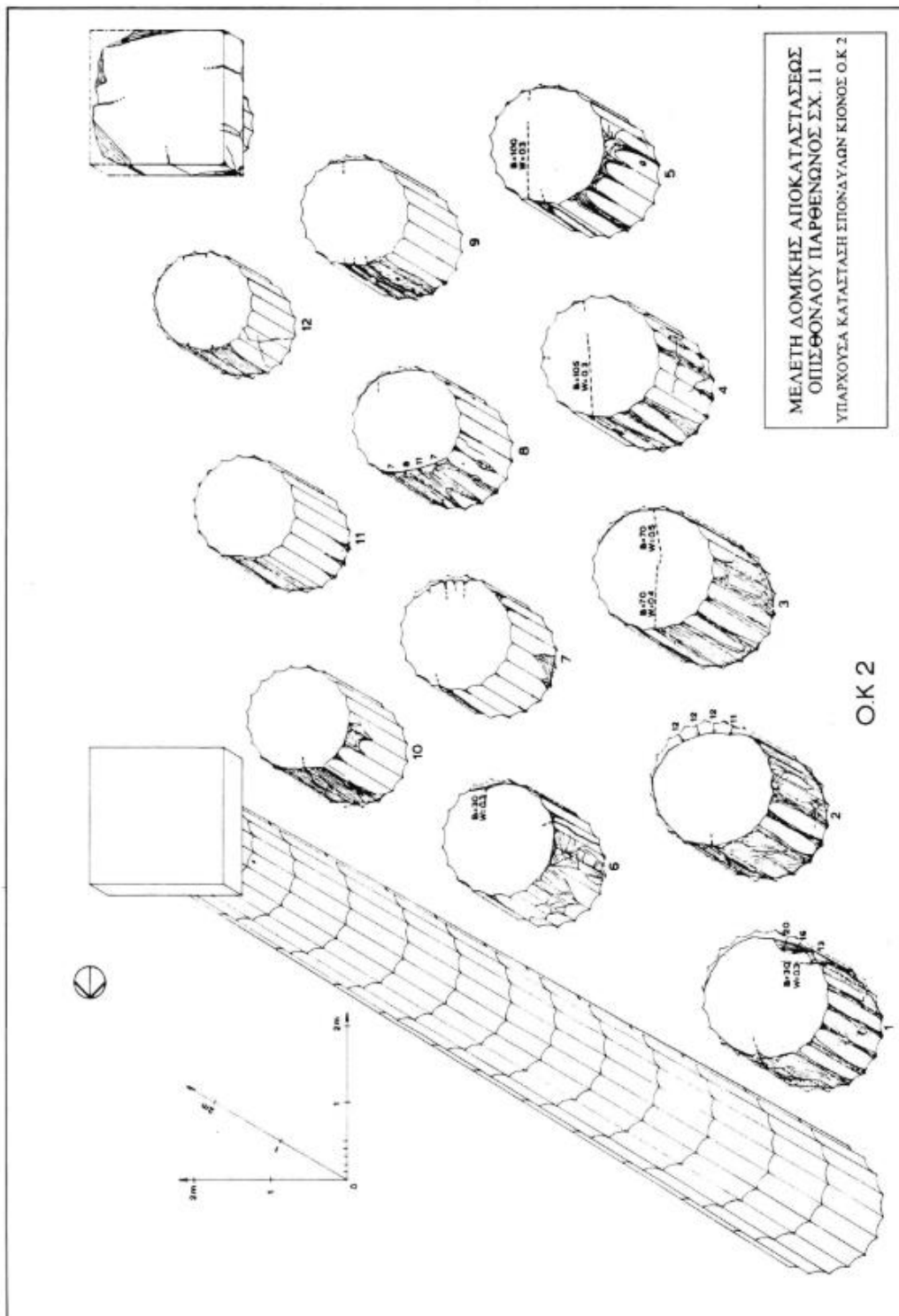
Τα πλέον σημαντικά ρήγματα στους σπονδύλους είναι κατ' αρχήν κάθετα στις στρώσεις του μαρμάρου, δηλαδή όρθια. Ως προς τη διεύθυνσή τους, αυτή είναι κατά κανόνα η ίδια με αυτή του μήκους της κιονοστοιχίας (B-N). Σε ορισμένες περιπτώσεις παρουσία των ρηγμάτων αυτών οι σπόνδυλοι διχοτομούνται. Ειδικά για την απόκριση των κιόνων σε ενδεχόμενη σεισμική καταπόνηση δίνεται προσοχή στα διαμπερή ρήγματα τα οποία χαρακτηρίζονται από συνέχεια από σπόνδυλο σε σπόνδυλο όσον αφορά τη θέση και τη διεύθυνσή τους. Τέτοια ρήγματα υφίστανται στους πρώτους τρεις σπονδύλους του Ο.Κ 1, στους πέντε πρώτους σπονδύλους του Ο.Κ 2, στους δύο πρώτους σπονδύλους του Ο.Κ 3, καθώς και στον τέταρτο, πέμπτο, έκτο, έβδομο, όγδοο και ένατο σπόνδυλο αυτού, και στους δύο πρώτους σπονδύλους του Ο.Κ 4.

Αναφορικά με τις απώλειες μάζας, αυτές εντοπίζονται στα πίσω και στα πλαϊνά τμήματα των επιφανειών των κιόνων και οφείλονται κατά κύριο λόγο στη θερμική θραύση των κιόνων. Είναι εμφανώς μεγαλύτερες στους κατώτατους σπονδύλους. Το βάθος των απωλειών μετράται από την ακμή της ράβδωσης, φτάνει μέχρι τα 24 cm και είναι αναγεγραμμένο στα αξονομετρικά σχέδια απεικόνισης των μεμονωμένων σπονδύλων. Παραδείγματος χάριν, στον 1ο σπόνδυλο του Ο.Κ 1 τα βάθη απωλειών

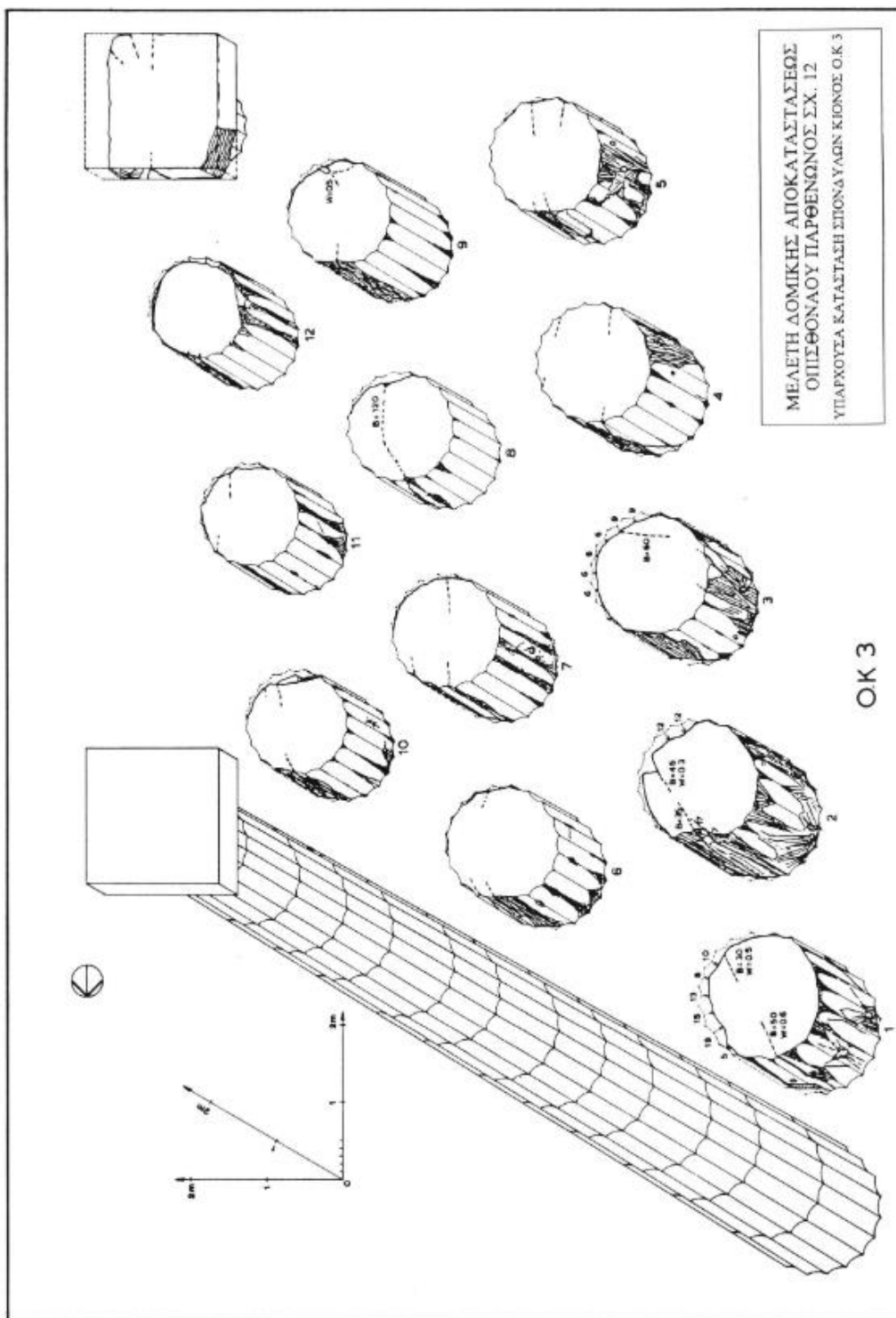
είναι 19 cm (το μέγιστο), 14, 13 και 12 cm. Στον 1ο σπόνδυλο του Ο.Κ 2 είναι 20 cm (το μέγιστο), 16 cm και 13 cm. Στον 2ο σπόνδυλο του Ο.Κ 2 είναι 12 cm (το μέγιστο) σε τρεις θέσεις και 11 cm. Στον 1ο σπόνδυλο του Ο.Κ 3 είναι 19(;) cm (το μέγιστο), 15, 13, 10, 8 και 5 cm, στον 2ο σπόνδύλό του είναι 17 cm και στον 3ο 9 cm (τα μέγιστα). Στον 1ο σπόνδυλο του Ο.Κ 4 το μέγιστο βάθος απωλειών είναι 18 cm, στον 2ο 14 cm και στον 3ο σπόνδυλο είναι 16 cm.



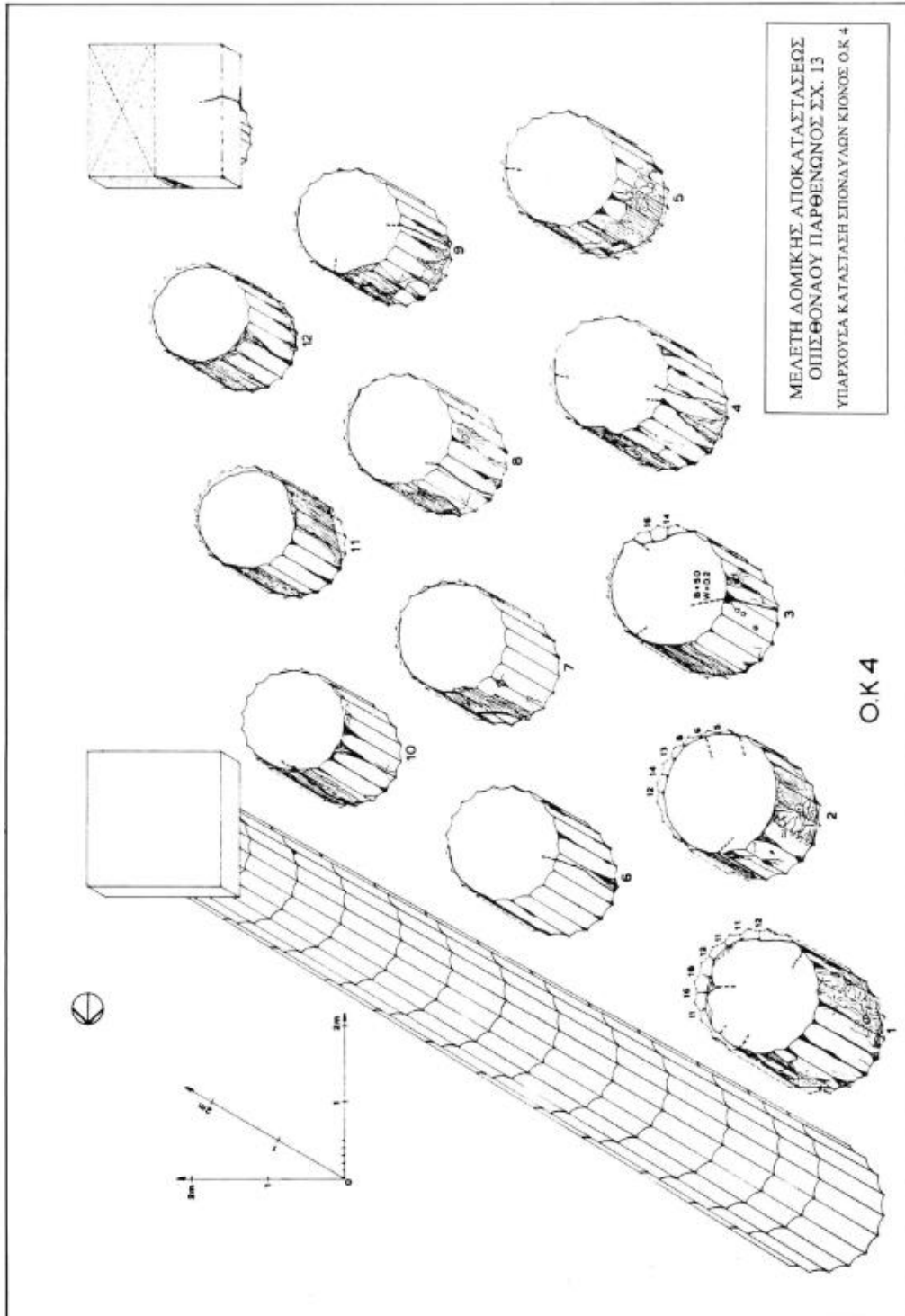
Εικόνα 75: Αξονομετρικό σχέδιο της κατάστασης των σπονδύλων του κίονα Ο.Κ 1 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 10)



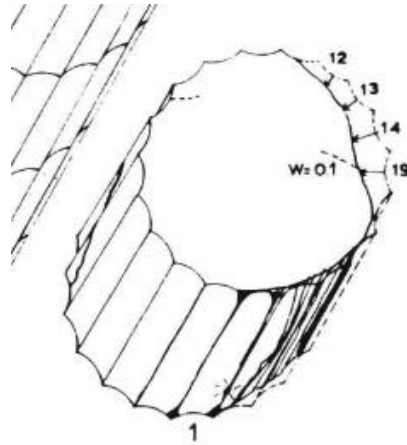
Εικόνα 76: Αξονομετρικό σχέδιο της κατάστασης των σπονδύλων του κίονα Ο.Κ 2 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 11)



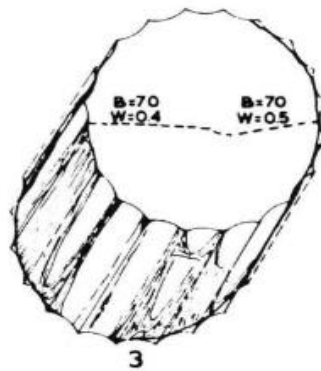
Εικόνα 77: Αξονομετρικό σχέδιο της κατάστασης των σπονδύλων του κίονα Ο.Κ 3 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζόμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 12)



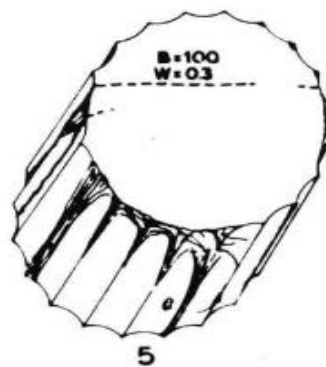
Εικόνα 78: Αξονομετρικό σχέδιο της κατάστασης των σπονδύλων του κίονα Ο.Κ 4 (Μελέτη Αποκατάστασης του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκατάστασης Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, Σχ. 13)



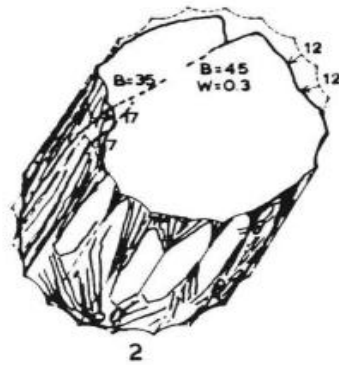
Εικόνα 79: Κατάσταση του 1ου σπονδύλου του Ο.Κ 1 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 10)



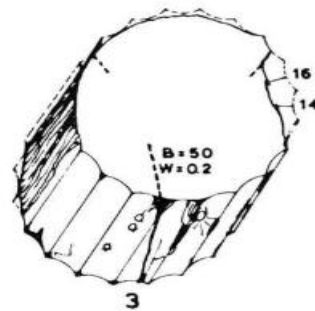
Εικόνα 80: Κατάσταση του 3ου σπονδύλου του Ο.Κ 2 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 11)



Εικόνα 81: Κατάσταση του 5ου σπονδύλου του Ο.Κ 2 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 11)



Εικόνα 82: Κατάσταση του 2ου σπονδύλου του Ο.Κ 3 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 12)



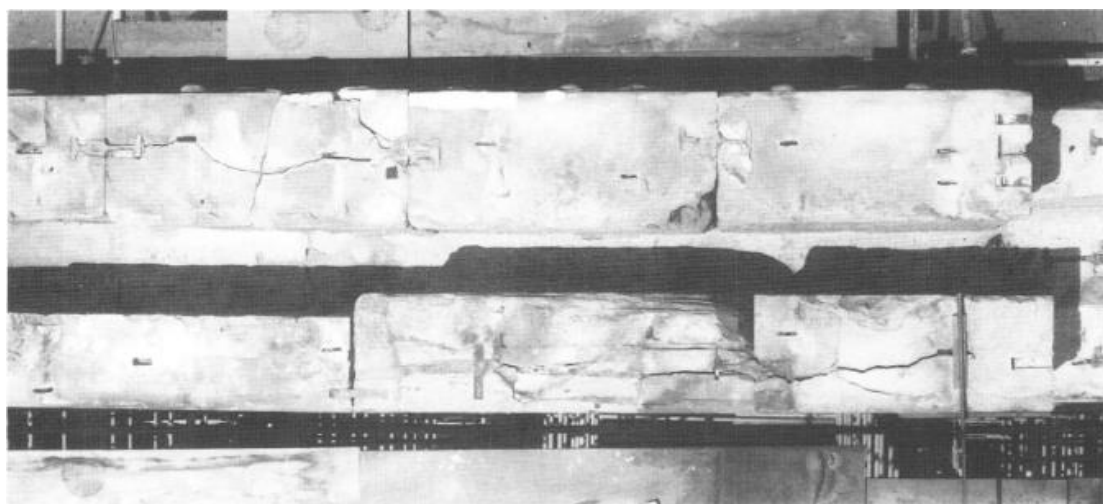
Εικόνα 83: Κατάσταση του 3ου σπονδύλου του Ο.Κ 4 (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, τμήμα Σχ. 13)

Οι καμένες πίσω επιφάνειες του Ο.Κ 5 και Ο.Κ 6 είναι εντοιχισμένες στο μεσαιωνικό κλιμακοστάσιο και δεν είναι γνωστή με ακρίβεια η κατάστασή τους. Εν γένει, συνέπειες της πυρκαγιάς ως προς την απώλεια των ραβδώσεων φαίνονται να είναι κυρίως αποφλοιώσεις και όχι βαθιές απώλειες. Στις περιοχές των επιφανειών των κίωνων που δεν έχουν υποστεί βλάβη από την πυρκαγιά εμφανίζεται θραύση των ακμών των ραβδώσεων σε όλους τους σπονδύλους, η οποία είναι αποτέλεσμα των διαφόρων καταπονήσεων που έχουν υποστεί στο πέρασμα των χρόνων.

2.2.3 Οι δομικές βλάβες του θριγκού

Οι βλάβες των αρχιτεκτονικών μελών της οροφής του θριγκού της δυτικής προστάσεως, που σώζονται, οφείλονται σε θερμική θραύση και εμφανίζονται κατά βάση στις προς το εσωτερικό του οικοδομήματος πλευρές. Ωστόσο, οι βλάβες που επιδρούν σημαντικά στη συμπεριφορά του φέροντος οργανισμού είναι αυτές που παρουσιάζουν τα επιστύλια, στα οποία γίνεται η έδραση των υπερκείμενων μαρμάρων του θριγκού. Στη δυτική όψη τους παρατηρείται έντονη καμπυλότητα με τα κοίλα προς τα έξω, η οποία οφείλεται στην προχώρηση των ακραίων επιστυλίων προς τα δυτικά. Αυτή η παραμόρφωση έχει οδηγήσει στην αστοχία των συνδέσεων και θραύση του μαρμάρου στη νοτιοδυτική γωνία και στους ενδιάμεσους αρμούς. Το επιστύλιο της νότιας πλευράς εμφανίζει διαμήκη ρήγματα σημαντικής έκτασης και στηρίζεται σημειακά στο θραυσμένο κιονόκρανο του Ο.Κ 6, κατάσταση ιδιαίτερα κρίσιμη για τον εσωτερικό λίθο του επιστυλίου με χαρακτηριστική ονομασία ΟΕ 7.3. Επιπροσθέτως, οι τρεις λίθοι του επιστυλίου ΟΕ 3 φέρουν όρθια διαμπερή ρήγματα περίπου στον μέσον του μήκους τους και παραμένουν στη θέση τους λόγω της εμπλοκής των θραυσμάτων τους με τρόπο ασαφή (εικόνα 52 στο παρόν), γεγονός που επέβαλε την εγκατάσταση προσωρινού νάρθηκα το 1981, με πρωτοβουλία του Μ. Κορρέ.

Ως προς τις θέσεις των συνδέσεων μεταξύ των λίθων, λόγω της διόγκωσης των σιδηρών στοιχείων, παρατηρούνται αστοχίες στις θέσεις όπου οι σιδηροί σύνδεσμοι και οι γόμφοι έχουν οξειδωθεί με συνέπεια τη θραύση του μαρμάρου. Οι αστοχίες αυτές είναι χαρακτηριστικές στους λίθους της ζωφόρου στις συνδέσεις μεταξύ των επιστυλίων και στις γομφώσεις μεταξύ των επιστυλίων και των κιονόκρανων. Η οξείδωση και διόγκωση ενός συνδετήριου στοιχείου είτε ακολουθεί μια αστοχία σε θέση σύνδεσης, λόγω σημαντικής παραμόρφωσης, είτε προηγείται και εν συνεχεία προκαλεί την αστοχία - δεν είναι πάντοτε ευδιάκριτη η σειρά της αλληλουχίας των βλαβών αυτών.



Εικόνα 84: Οι λίθοι της Ζωφόρου και οι δύο μη αντικατασταθέντες (από τον Ν. Μπαλάνο) λίθοι του εσωτερικού διαζώματος (2ο μετακίονιο) κατακερματισμένοι από την πυρκαγιά και τη διόγκωση των οξειδωμένων συνδετηρίων στοιχείων. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκαταστάσεως Οπισθονάου, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994, σ. 10)

2.3 Βόρεια Όψη

2.3.1 Στοιχεία μετρήσεων και δομικές βλάβες των κιόνων

Όπως αναφέρθηκε και στην παρουσίαση των βλαβών του Οπισθονάου οι ιστορικές καταστροφές που έχει υποστεί ο ναός του Παρθενώνα είναι η πυρπόλησή του το 267 μ.Χ. και η ανατίναξη του 1687. Στη βόρεια κιονοστοιχία δεν εντοπίζεται άμεση προσβολή από πυρκαγιά παρά μόνο στα πίσω τμήματα των οριζόντιων γείσων, μολοντί ο φέρων οργανισμός δέχθηκε την επίδραση της πυρκαγιάς και στις περιοχές που δεν υπήρξε άμεση προσβολή. Δεν είναι η εφικτός ο ακριβής προσδιορισμός των βλαβών που οφείλονται στην πυρκαγιά, αλλά είναι βέβαιη η ύπαρξη σημαντικής παραμόρφωσης στις μακρές πλευρές της περιστασης πολύ πριν την καταστροφή του 1687, ίχνη της οποίας ήταν εμφανή στο τέταρτο επιστύλιο της νότιας πλευράς όταν αυτό καταβιβάστηκε για την αποκατάσταση του πέμπτου κίονα. Τέτοιου είδους παραμορφώσεις δύναται να προκληθούν και από σεισμική καταπόνηση. Από την ανατίναξη του 1687 η βόρεια κιονοστοιχία υπέστη τη μεγαλύτερη καταστροφή, με αποτέλεσμα την κατάρρευση κάποιων κιόνων ή, πιθανώς, και τη μετέπειτα κατεδάφιση κάποιων κιόνων που βρίσκονταν σε επισφαλή κατάσταση. Οι πρώτες αναστηλωτικές εργασίες της βόρειας πλευράς του μνημείου έλαβαν χώρα την περίοδο 1842-1844 με αναστηλώσεις των κιόνων της περιστάσεως και των τοίχων του σηκού (από τους Κ. Πιττάκη και Α. Ρ. Ραγκαβή).

Η σημερινή γνώριμη μορφή της βόρειας πλευράς είναι αποτέλεσμα της αναστήλωσης που άρχισε το 1923 και αποπερατώθηκε το έτος 1930 από τον Ν. Μπαλάνο. Με αυτές τις εργασίες αναστηλώθηκαν πλήρως οι κίονες από τον τέταρτο από βορειοανατολικά έως τον ενδέκατο, το επιστύλιο, καθώς και μεγάλο μέρος του θριγκού. Το μεγαλύτερο μέρος της περιστάσεως αποκαταστάθηκε με την αξιοποίηση των πεσμένων από την ανατίναξη του 1687 μαρμάρων του ναού και με κάποιες ελάχιστες νέες προσθήκες. Ωστόσο, οι δομικές βλάβες που παρουσιάστηκαν στη συνέχεια οφείλονται κατά κύριο λόγο στην αστοχία των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την αναστήλωση αυτή. Ανάλογα προβλήματα εμφανίζουν και οι αναστηλωμένοι κίονες της νότιας κιονοστοιχίας, η αναστήλωση της οποίας ολοκληρώθηκε το 1933. Εκτός των άλλων αναστηλωτικών σφαλμάτων, το πλέον σημαντικό ήταν η χρήση του σιδήρου για τη σύνδεση και την ενίσχυση των μαρμάρων του οικοδομήματος, μια συνήθης τακτική της εποχής στις αναστηλώσεις μνημείων και στην κατασκευή σύγχρονων μνημειακών έργων.



Εικόνα 85: Ο Παρθενώνας από ΒΔ και τα ερείπια της βόρειας κιονοστοιχίας, Δαγγεροτυπία, P. G. J. De Lotbiniere, 1839 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 24)



Εικόνα 86: Ο Παρθενώνας από ΒΔ μετά την αναστήλωση του 1844. Διακρίνονται οι πλήρως αναστηλωμένοι κίονες 9 και 11 και οι μερικώς αναστηλωμένοι 6, 7, 8 και 10. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 26)

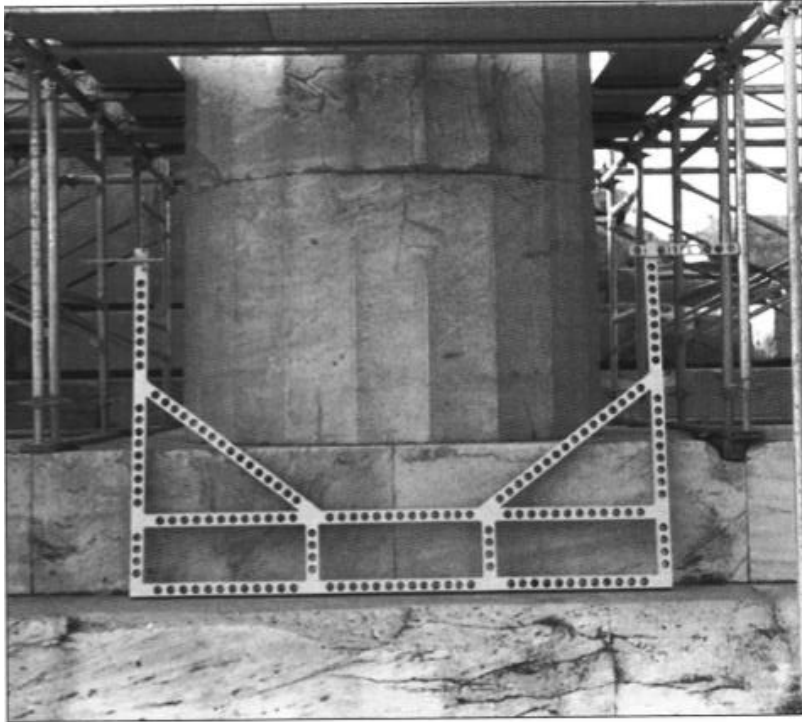


Εικόνα 87: Ο Παρθενώνας από ΒΔ. Η πιο γνώριμη εικόνα του μνημείου. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 20)

Για τις μετρήσεις των διαμέτρων των κίωνων χρησιμοποιείται ειδικό παχύμετρο - πλαίσιο από διάτρητες ράβδους κοίλης ορθογωνικής διατομής και λοξές αντηρίδες (εικόνα 88). Στο ένα ελεύθερο άκρο του είναι στερεωμένο έλασμα από αλουμίνιο με καμπύλη απόληξη και μπορεί να σύρεται σε μια υποδοχή και να ακινητοποιείται με κοχλία σε διάφορες θέσεις. Στο άλλο άκρο είναι στερεωμένο ένα βαθύμετρο με ακρίβεια ανάγνωσης 1/10 mm. Η τοποθέτηση του πλαισίου γύρω από τον σπόνδυλο γίνεται σε οριζόντια θέση με τρόπο ώστε το καμπύλο άκρο του ελάσματος να εφάπτεται στο μέσον της αύλακος μιας ράβδωσης. Το κινητό μέρος του βαθύμετρου έρχεται σε επαφή με το μέσον της αντιδιαμετρικής αύλακος και η ένδειξη τού δίνει τη διαφορά από ένα μήκος αναφοράς. Το μήκος αναφοράς σε αυτή την περίπτωση των μετρήσεων ορίστηκε από μέτρηση σε ύψος 6 εκατοστά πάνω από τη βάση του BK 16, στη διάμετρο που ορίζεται από τα μέσα των ραβδώσεων 7-17 και στη συνέχεια, το μήκος αυτό μετρήθηκε από έναν αμεταχείριστο πήχη από ανοξείδωτο χάλυβα. Από το μήκος αυτό αφαιρούνται οι διαφορές της κάθε ένδειξης από την ένδειξη αναφοράς. Επομένως, οι τιμές των διαμέτρων αναφέρονται στη βασική αυτή μέτρηση. Σημαντικός κρίνεται ο μηδενισμός του οργάνου στον κάθε κίονα ώστε να γίνεται απαλοιφή της επίδρασης των θερμοκρασιακών μεταβολών και των ενδεχόμενων από τη χρήση στρεβλώσεων.

Η μέτρηση πραγματοποιείται σε δύο τουλάχιστον στάθμες κοντά, κατά το δυνατόν, στις έδρες του σπονδύλου και στις αντιδιαμετρικές ραβδώσεις στις οποίες υπάρχει η δυνατότητα λήψης αξιόπιστης μέτρησης. Κατά τις μετρήσεις δεν είναι επιτρεπτή τυχόν εκδορά στις επιφάνειες των σπονδύλων, αποφεύγονται θέσεις με απολεπίσεις ή έντονη διάβρωση και θέσεις με παρεμβολή ρηγμάτων μεταξύ των αντιδιαμετρικών σημείων. Επιπροσθέτως, το ειδικό παχύμετρο δεν πρέπει να εκτίθεται στον ήλιο. Στις περιπτώσεις που δεν είναι εφικτή η άμεση μέτρηση (παρεμβολή μεγάλων ρηγμάτων, απουσία σωζόμενων αντιδιαμετρικών ραβδώσεων) οι διάμετροι μετρώνται με έμμεσο τρόπο (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ.38). Η μέτρηση των υψών πραγματοποιείται με το συμβατικό παχύμετρο (εικόνα 89). Η απ' ευθείας μέτρηση της απόστασης γίνεται εκεί όπου οι τριχοειδείς αρμοί μεταξύ των σπονδύλων είναι άθικτοι. Η μέτρηση μπορεί να είναι εσωτερική (απόσταση κάτω έδρας του υπερκείμενου σπονδύλου από την άνω έδρα του υποκείμενου, εξωτερική (άνω - κάτω έδρα του σπονδύλου) ή μικτή. Οι μετρήσεις που παρατίθενται στους πίνακες των εικόνων που ακολουθούν αναφέρονται στους οκτώ αναστηλωμένους κίονες BK 4 έως BK 11 και στους δύο in situ κίονες BK 3 και BK 12. Με την κατάλληλη αριθμητική επεξεργασία προκύπτει ο υπολογισμός των υψών και των διαμέτρων των σπονδύλων και των συνολικών υψών των κορμών των κίωνων. Με ανάστροφη τοποθέτηση του ελάσματος και του βαθύμετρου μετρώνται τα μετακίονια της βόρειας κιονοστοιχίας, και τα μεταζόνια με πρόσθεση του ημιαθροίσματος των γειτονικών κίωνων.

Στους πίνακες των εικόνων 90 και 91 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μετρήσεις που αποτυπώνουν την κατάσταση της βόρειας κιονοστοιχίας μετά την αναστήλωση του 1930 και με διόρθωση αυτής, αντίστοιχα. Σε αυτούς περιλαμβάνονται οι διάμετροι, τα ύψη και οι στάθμες των αρμών των κίωνων. Στους πίνακες των εικόνων 92 έως 101 παρατίθενται τα μετρικά στοιχεία κάθε κίονα ξεχωριστά, τόσο για τους αναστηλωμένους BK 4 έως BK 11, όσο και για τους in situ BK 3 και BK 12. Στις πρώτες τέσσερις στήλες δίνονται η σειρά, το ύψος, η άνω και η κάτω διάμετρος, και στις τρεις επόμενες δίνονται, βάσει υπολογισμού, η ημιμείωση, οι διάμετροι σε μία στήλη και η στάθμη κάθε αρμού.



Εικόνα 88: Το ειδικό όργανο-παχύμετρο για τη μέτρηση των διαμέτρων των σπονδύλων (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 39)



Εικόνα 89: Μέτρηση ύψους σπονδύλου (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 39)

ΣΤΡΩΤΑ	BK4			BK5			BK6			BK7			BK8			BK9			BK10			BK11		
	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du
1	4.1	1005	1790	5.1	875.8	1791	6.1	1056.15	1792	7.1	928.6	1791	8.1	911.5	1790	9.1	1002.25	1789	10.1	873.4	1790	11.1	909.4	1791
2	4.2 N	825	1759	5.2	842.1	1764	6.2	897.1	1758	7.2	828.9	1765	8.2 N	1005	1761	9.2	912.7	1760	10.2	950.4	1766	11.2	829.2	1763
3	5.3 N	800	1730	6.3	751.9	1741	7.3 N	814.5	1730	8.3	942	1738	9.3	880	1730	10.3	878.3	1730	11.3	902.5	1736	12.3	832.7	1737
4	6.4 N	900	1703	7.4 N	957	1718	8.4 N	974.5	1703	9.4 N	927	1709	10.4	872.2	1701	11.4	920.2	1701	12.4	833.5	1704	13.4	871.7	1708
5	8.5 N	900	1672	9.5 N	975	1677	10.5	885	1666	11.5	726	1673	12.5	893.8	1667	13.5	902.4	1667	14.5	918.9	1673	15.5	876.6	1678
6	8.6	875.9	1642	9.6	865	1638	10.6	891	1629	11.6	867	1647	12.6	808.2	1632	13.6	877.6	1629	14.6	811	1638	15.6	888	1643
7	11.7 N	970	1605	12.7	970	1603	13.7	875.9	1592	14.7	841.5	1611	15.7	790.2	1600	16.7	896.3	1593	17.7	836.1	1605	18.7	777.7	1605
8	7.8	822.7	1560	8.8	796	1560	9.8	859.8	1552	10.8	1006.5	1575	11.8	895.5	1560	12.8	785.2	1557	13.8	835.7	1571	14.8	903.3	1571
9	8.9	805.4	1525	9.9	902.8	1528	10.9	888.8	1513	11.9	886	1530	12.9	720	1518	13.9	723.5	1518	14.9	876.6	1534	15.9	995.7	1533
10	4.10	865	1490	5.10	848.1	1478	6.10	806.5	1469	7.10	851	1484	8.10	923.7	1485	9.10	872.7	1484	10.10	767	1484	11.10	923.7	1489
11	4.11	908.5	1445	5.11	793.55	1432	6.11	627.5	1422	7.11	773.3	1438	8.11	783.5	1437	9.11 N	775.3	1438	10.11	979	1445	11.11	774.7	1440

ΘΡΩΑ	ΠΡΟΣΕΥΣΗ (ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΘΕΣΗ)		IN SITU
h/h	ΥΨΟΣ ΤΑΘΡΑΗ AND ΕΡΑΣ		ΝΕΟΙ ΣΠΟΝΔΥΛΟΙ
Du/Du	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΤΩ/ΑΝΩ		ΜΕΤΑΘΕΣΕΙΣ
XXX	ΥΠΗ. ΔΙΑΜΕΤΡΟΙ ΝΕΩΝ ΣΠΟΝΔΥΛΩΝ		ΜΕΤΑΘΕΣΕΙΣ ΝΕΩΝ ΣΠΟΝΔΥΛΩΝ
XXX	ΠΡΟΣΕΥΣΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ		(ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ mm)

Εικόνα 90: Η κατάσταση της βόρειας κιονοστοιχίας, αποτέλεσμα της αναστήλωσης του 1930 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, Πίν. 4)

ΣΤΡΩΤΑ	BK4			BK5			BK6			BK7			BK8			BK9			BK10			BK11		
	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du	ΘΡΩΑ	h/h	Du/Du
1	4.1	1005	1790	5.1	875.8	1791	6.1	1056.15	1792	7.1	928.6	1791	8.1	911.5	1790	9.1	1002.25	1789	10.1	873.4	1790	11.1	909.4	1791
2	4.2 N	825	1759	5.2	842.1	1764	6.2	897.1	1758	7.2	828.9	1765	8.2 N	1005	1761	9.2	912.7	1760	10.2	950.4	1766	11.2	829.2	1763
3	4.3	880	1730	5.3 N	997	1738	6.3	814.5	1730	7.3 N	983	1739	8.3	878.3	1730	9.3	878.3	1730	10.3	902.5	1736	11.3	832.7	1737
4	4.4 N	704	1700	5.4 N	1006	1715	6.4	974.5	1702	7.4	872.2	1701	8.4 N	900	1715	9.4	929.2	1701	10.4	833.5	1704	11.4	871.7	1708
5	4.5	726	1675	5.5	883	1666	6.5	893.8	1667	7.5 N	781	1668	8.5 N	1041	1672	9.5	902.4	1667	10.5	918.9	1673	11.5	876.6	1678
6	4.6	867	1647	5.6	808.2	1632	6.6	877.6	1629	7.6	865	1638	8.6	875.9	1642	9.6	891	1629	10.6	811	1638	11.6	888	1643
7	4.7	841.5	1611	5.7	790.2	1600	6.7	875.9	1592	7.7	970	1603	8.7	777.7	1605	9.7	806.3	1593	10.7	836.1	1605	11.7 N	722	1605
8	4.8	6915	1528	5.8	893.5	1560	6.8	859.8	1552	7.8	822.7	1569	8.8	790	1565	9.8	785.2	1557	10.8	835.7	1571	11.8	903.3	1571
9	4.9	880	1530	5.9 N	838	1518	6.9	888.8	1513	7.9	902.8	1528	8.9	805.4	1525	9.9	723.5	1518	10.9	876.6	1534	11.9	995.7	1533
10	4.10	866	1445	5.10	8783.9	1430	6.10	8944.65	1422	7.10	8805.2	1439	8.10	8788.1	1439	9.10	8793.55	1438	10.10	8600.1	1445	11.10	922.2	1489
11	4.11	908.5	1445	5.11	793.55	1432	6.11	627.5	1422	7.11	773.3	1438	8.11	783.5	1437	9.11 N	775.3	1438	10.11	979	1445	11.11	774.7	1440

ΘΡΩΑ	ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΘΕΣΗ		ΣΠΟΝΔΥΛΟΙ IN SITU
h/h	ΥΨΟΣ ΤΑΘΡΑΗ AND ΕΡΑΣ		ΝΕΟΙ ΣΠΟΝΔΥΛΟΙ
Du/Du	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΤΩ/ΑΝΩ		(ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΕ mm)
XXX	ΥΠΗ. ΔΙΑΜΕΤΡΟΙ ΝΕΩΝ ΣΠΟΝΔΥΛΩΝ		
XXX	ΠΡΟΣΕΥΣΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ		

Εικόνα 91: Διόρθωση της αναστήλωσης του 1930 στη βόρεια κιονοστοιχία με μετάθεση των αναστηλωμένων σπονδύλων στις αρχικές τους θέσεις (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, Πίν. 5)

	BK12	Dκ	Da	ΜΕΙΩΣΗ	D	ΣΤΑΘΜΗ
1	959,3	1789,9	1758,3	200,65	1789,9	0
2	813,8	1758,3	1732,7	184,85	1758,3	959,3
3	763,9	1732,7	1706,7	184,85	1758,3	959,3
4	872,6	1706,7	1677,4	172,05	1732,7	1773,1
5	903,3	1677,4	1644	172,05	1732,7	1773,1
6	866,6	1644	1608,5	159,05	1706,7	2537
7	898,9	1608,5	1568,8	159,05	1706,7	2537
8	858,1	1568,8	1529,1	144,4	1677,4	3409,6
9	774	1529,1	1491,2	144,4	1677,4	3409,6
10	954,4	1491,2	1442,9	127,7	1644	4312,9
11	913,85	1442,9	1388,6	127,7	1644	4312,9
Σ	9578,75			109,95	1608,5	5179,5
2				109,95	1608,5	5179,5
3				90,1	1568,8	6078,4
4				90,1	1568,8	6078,4
5				70,25	1529,1	6936,5
6				70,25	1529,1	6936,5
7				51,3	1491,2	7710,5
8				51,3	1491,2	7710,5
9				27,15	1442,9	8664,9
10				27,15	1442,9	8664,9
11				0	1388,6	9578,75

Εικόνα 92: Μετρικά στοιχεία in situ κίονα ΒΚ 12 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 6)

	BK3	Dκ	Da
1	969,75	1791,8	1762,8
2	893,8	1762,8	1733,6
3	884,1	1733,6	1701,3
4	789,4	1701,3	1672,7
5	937,7	1672,7	1635,3
6	856,9	1635,3	1600,6
7	746,7	1600,6	1568,1
8	939,4	1568,1	1527,5
9	897,4	1527,5	1484,4
10	900,2	1484,4	1436,1
11	759,45	1436,1	1389,8
Σ	9574,8		

Εικόνα 93: Μετρικά στοιχεία in situ κίονα ΒΚ 3 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 6)

	BK4	Dκ	Da	ΜΕΙΩΣΗ	D	ΣΤΑΘΜΗ
1	1005	1790	1759	201,5	1790	0
2	885	1759	1730	186	1759	1005
3	880	1730	1700	186	1759	1005
4	704	1700	1675	171,5	1730	1890
5	726	1675	1647	171,5	1730	1890
6	867	1647	1611	156,5	1700	2770
7	841,5	1611	1573	156,5	1700	2770
8	1006,5	1575	1528	144	1675	3474
9	886	1530	1485	144	1675	3474
10	865	1490	1445	130	1647	4200
11	908,5	1445	1387	130	1647	4200
Σ	9574,5			112	1611	5067
2				112	1611	5067
3				93	1573	5908,5
4				94	1575	5908,5
5				70,5	1528	6915
6				71,5	1530	6915
7				49	1485	7801
8				51,5	1490	7801
9				29	1445	8666
10				29	1445	8666
11				0	1387	9574,5

Εικόνα 94: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 4 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 8Α)

	BK5	Dκ	Da	ΜΕΙΩΣΗ	D	ΣΤΑΘΜΗ
1	875,8	1791	1766	202	1791	0
2	842,1	1764	1738	189,5	1766	875,8
3	997	1738	1703	188,5	1764	875,8
4	1006	1703	1666	175,5	1738	1717,9
5	885	1666	1633	175,5	1738	1717,9
6	808,2	1632	1601	158	1703	2714,9
7	790,2	1600	1565	158	1703	2714,9
8	893,5	1560	1518	139,5	1666	3720,9
9	838	1518	1478	139,5	1666	3720,9
10	848,1	1478	1430	123	1633	4605,9
11	793,55	1432	1387	122,5	1632	4605,9
Σ	9577,45			107	1601	5414,1
2				106,5	1600	5414,1
3				89	1565	6204,3
4				86,5	1560	6204,3
5				65,5	1518	7097,8
6				65,5	1518	7097,8
7				45,5	1478	7935,8
8				45,5	1478	7935,8
9				21,5	1430	8783,9
10				22,5	1432	8783,9
11				0	1387	9577,45

Εικόνα 95: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 5 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 9Α)

	BK6	Dκ	Da	ΜΕΙΩΣΗ	D	ΣΤΑΘΜΗ
1	1056,15	1792	1759	201,5	1792	0
2	897,1	1758	1730	185	1759	1056,15
3	814,5	1730	1701	184,5	1758	1056,15
4	974,5	1702	1666	170,5	1730	1953,25
5	893,8	1667	1633	170,5	1730	1953,25
6	877,6	1629	1595	156	1701	2767,75
7	875,9	1592	1545	156,5	1702	2767,75
8	859,8	1552	1513	138,5	1666	3742,25
9	888,8	1513	1468	139	1667	3742,25
10	806,5	1469	1422	122	1633	4636,05
11	627,5	1422	1389	120	1629	4636,05
Σ	9572,15			103	1595	5513,65
2				101,5	1592	5513,65
3				78	1545	6389,55
4				81,5	1552	6389,55
5				62	1513	7249,35
6				62	1513	7249,35
7				39,5	1468	8138,15
8				40	1469	8138,15
9				16,5	1422	8944,65
10				16,5	1422	8944,65
11				0	1389	9572,15

Εικόνα 96: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 6 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 10Α)

	BK7	Dκ	Da	ΜΕΙΩΣΗ	D	ΣΤΑΘΜΗ
1	928,6	1791	1765	200	1791	0
2	828,9	1765	1739	187	1765	928,6
3	983	1739	1701	187	1765	928,6
4	872,2	1701	1668	174	1739	1757,5
5	781	1668	1638	174	1739	1757,5
6	865	1638	1601	155	1701	2740,5
7	970	1603	1565	155	1701	2740,5
8	822,7	1560	1520	138,5	1668	3612,7
9	902,8	1528	1481	138,5	1668	3612,7
10	851	1484	1439	123,5	1638	4393,7
11	773,3	1438	1391	123,5	1638	4393,7
Σ	9578,5			105	1601	5258,7
2				106	1603	5258,7
3				87	1565	6228,7
4				84,5	1560	6228,7
5				64,5	1520	7051,4
6				68,5	1528	7051,4
7				45	1481	7954,2
8				46,5	1484	7954,2
9				24	1439	8805,2
10				23,5	1438	8805,2
11				0	1391	9578,5

Εικόνα 97: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 7 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 11Α)

	BK8	Dκ	Dα	ΜΕΙΩΣΗ	D	ΣΤΑΘΜΗ
1	911,5	1790	1761	201	1790	0
2	1005	1761	1741	186,5	1761	911,5
3	751,9	1741	1715	186,5	1761	911,5
4	900	1715	1672	176,5	1741	1916,5
5	1041	1672	1642	176,5	1741	1916,5
6	875,9	1642	1605	163,5	1715	2668,4
7	777,7	1605	1571	163,5	1715	2668,4
8	796	1565	1529	142	1672	3568,4
9	805,4	1525	1489	142	1672	3568,4
10	923,7	1485	1439	127	1642	4609,4
11	783,5	1437	1388	127	1642	4609,4
Σ	9571,6			108,5	1605	5485,3
2				108,5	1605	5485,3
3				91,5	1571	6263
4				88,5	1565	6263
5				70,5	1529	7059
6				68,5	1525	7059
7				50,5	1489	7864,4
8				48,5	1485	7864,4
9				25,5	1439	8788,1
10				24,5	1437	8788,1
11				0	1388	9571,6

Εικόνα 98: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 8 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, τμήμα Πίν. 12Α)

	BK9	Dκ	Dα	ΜΕΙΩΣΗ	D	ΣΤΑΘΜΗ
1	1002,25	1789	1760	200,5	1789	0
2	912,7	1760	1730	186	1760	1002,25
3	878,3	1730	1701	186	1760	1002,25
4	929,2	1701	1667	171	1730	1914,95
5	902,4	1667	1630	171	1730	1914,95
6	891	1629	1595	156,5	1701	2793,25
7	896,3	1593	1557	156,5	1701	2793,25
8	785,2	1557	1518	139,5	1667	3722,45
9	723,5	1518	1484	139,5	1667	3722,45
10	872,7	1484	1438	121	1630	4624,85
11	775,3	1438	1388	120,5	1629	4624,85
Σ	9568,85			103,5	1595	5515,85
2				102,5	1593	5515,85
3				84,5	1557	6412,15
4				84,5	1557	6412,15
5				65	1518	7197,35
6				65	1518	7197,35
7				48	1484	7920,85
8				48	1484	7920,85
9				25	1438	8793,55
10				25	1438	8793,55
11				0	1388	9568,85

Εικόνα 99: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 9 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος Ι, τμήμα Πίν. 13Α)

	BK10	Dκ	Da	ΜΕΙΩΣΗ	D	ΣΤΑΘΜΗ
1	873,4	1790	1766	200,5	1790	0
2	950,4	1766	1735	188,5	1766	873,4
3	902,5	1736	1705	188,5	1766	873,4
4	833,5	1704	1675	173	1735	1823,8
5	918,9	1673	1639	173,5	1736	1823,8
6	811	1638	1602	158	1705	2726,3
7	836,1	1605	1568	157,5	1704	2726,3
8	835,7	1571	1532	143	1675	3559,8
9	876,6	1534	1490	142	1673	3559,8
10	762	1490	1445	125	1639	4478,7
11	979	1447	1389	124,5	1638	4478,7
Σ	9579,1			106,5	1602	5289,7
2				108	1605	5289,7
3				89,5	1568	6125,8
4				91	1571	6125,8
5				71,5	1532	6961,5
6				72,5	1534	6961,5
7				50,5	1490	7838,1
8				50,5	1490	7838,1
9				28	1445	8600,1
10				29	1447	8600,1
11				0	1389	9579,1

Εικόνα 100: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 10 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 14Α)

	BK11	Dκ	Da	ΜΕΙΩΣΗ	D	ΣΤΑΘΜΗ
1	909,4	1791	1763	200,5	1791	0
2	829,2	1763	1737	186,5	1763	909,4
3	832,7	1737	1708	186,5	1763	909,4
4	871,7	1708	1678	173,5	1737	1738,6
5	876,6	1678	1642	173,5	1737	1738,6
6	888	1643	1605	159	1708	2571,3
7	722	1605	1571	159	1708	2571,3
8	903,3	1571	1530	144	1678	3443
9	995,7	1533	1486	144	1678	3443
10	972,2	1489	1436	126	1642	4319,6
11	774,7	1440	1390	126,5	1643	4319,6
Σ	9575,5			107,5	1605	5207,6
2				107,5	1605	5207,6
3				90,5	1571	5929,6
4				90,5	1571	5929,6
5				70	1530	6832,9
6				71,5	1533	6832,9
7				48	1486	7828,6
8				49,5	1489	7828,6
9				23	1436	8800,8
10				25	1440	8800,8
11				0	1390	9575,5

Εικόνα 101: Μετρικά στοιχεία του αναστηλωμένου κίονα ΒΚ 11 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, τμήμα Πίν. 15Α)

Όπως έχει ήδη επισημανθεί οι δομικές βλάβες των κίωνων της βόρειας κιονοστοιχίας είναι συνέπεια των ιστορικών καταστροφών αλλά και καταπονήσεων των νεότερων χρόνων. Αυτές που ενέχουν τον σημαντικότερο κίνδυνο είναι οι οφειλόμενες στα σιδηρά συνδετήρια στοιχεία και στους χαλύβδινους οπλισμούς των ενθεμάτων από σκυρόδεμα (εικόνες 102, 103 και 104). Παρά το γεγονός ότι οι περισσότεροι σύνδεσμοι δεν είναι εμφανείς, ωστόσο από τη διεύρυνση των εξωτερικών ρηγμάτων συμπεραίνεται η οξειδωσή τους. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο όγδοος σπόνδυλος του ΒΚ 7, στον οποίο το ένα άκρο του συνδέσμου είναι ορατό επειδή ο από πάνω σπόνδυλος έχει κενό. Το μάρμαρο εμφανίζει στη θέση αγκύρωσης τυπική θραύση, η οποία είναι γνώριμη βλάβη και σε άλλες περιπτώσεις όπως στους κίονες της νότιας κιονοστοιχίας. Οι οξειδωμένοι σύνδεσμοι, εκτός από τη συνεπαγόμενη διάρρηξη που προκαλούν, ασκούν ανωστικές δυνάμεις στους υπερκείμενους σπονδύλους και διανοίγουν τους αρμούς και άρα είναι πηγή γενικής αστάθειας της κιονοστοιχίας.

Η κατάσταση των σπονδύλων των κίωνων της βόρειας όψης αποτυπώνεται στα αξονομετρικά σχέδια που παρουσιάζονται στις εικόνες 106 και 107, τα οποία περιλαμβάνουν και την απεικόνιση με διακεκομμένη γραμμή της πιθανής πορείας των διαμπερών ρηγμάτων και των πιθανών θέσεων των συνδέσμων Π, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν, σύμφωνα με σαφείς αναφορές, κατά τις παλαιότερες αναστηλωτικές επεμβάσεις. Παρόμοια, είναι σημειωμένες οι θέσεις στις οποίες οι χαλύβδινοι ράβδοι οπλισμού του σκυροδέματος των ενθεμάτων που χρησιμοποιήθηκε για τα συμπληρώματα κατά τις επεμβάσεις αυτές, και είναι αγκυρωμένοι κατ' αρχήν στα μάρμαρα, έχουν σε πολλές περιπτώσεις οξειδωθεί και έχει προκληθεί εκτίναξη του μαρμάρου και του σκυροδέματος στη θέση αγκύρωσης.

Απόρροια όλων των παραπάνω πληροφοριών είναι ότι η κατάσταση των κίωνων είναι επισφαλής (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 47-48) χωρίς να είναι εφικτός ο ακριβής υπολογισμός της μείωσης της φέρουσας ικανότητας και της ευστάθειάς τους σε σεισμό. Γι' αυτό και είναι εύλογη η προσομοίωση της βόρειας κιονοστοιχίας με το σύνολο των βλαβών με σκοπό τον έλεγχο της συνολικής απόκρισης σε σεισμική διέγερση και την εξέταση των αποτελεσμάτων με διάφορες εναλλακτικές συνδέσεις των μαρμάρων στοχεύοντας σε αξιολόγηση των δομικών αποκαταστάσεων.



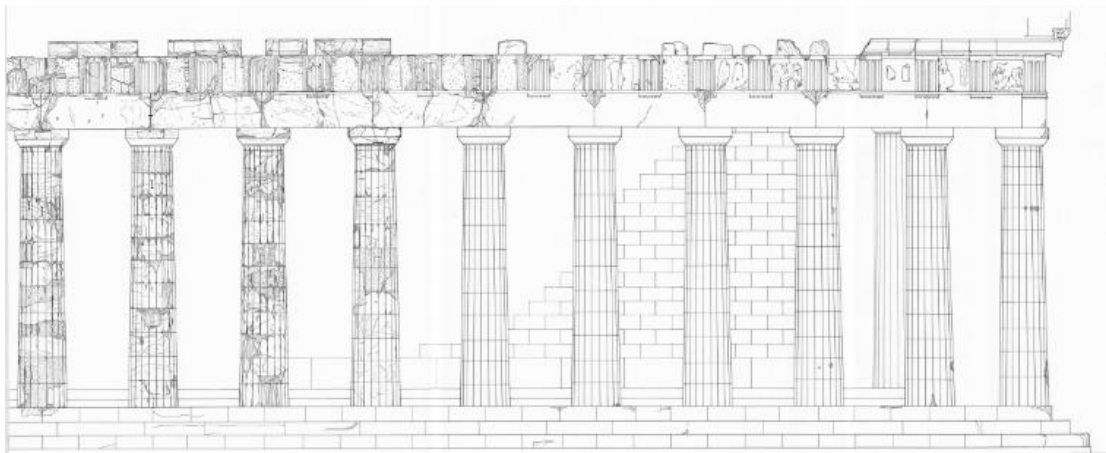
Εικόνα 102: Το βόρειο περὶ και οι αναστηλωμένοι κίονες περί το 1909. Στον τελευταίο σπόνδυλο του δεύτερου κίονα διακρίνονται δύο σύνδεσμοι Π. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 49)



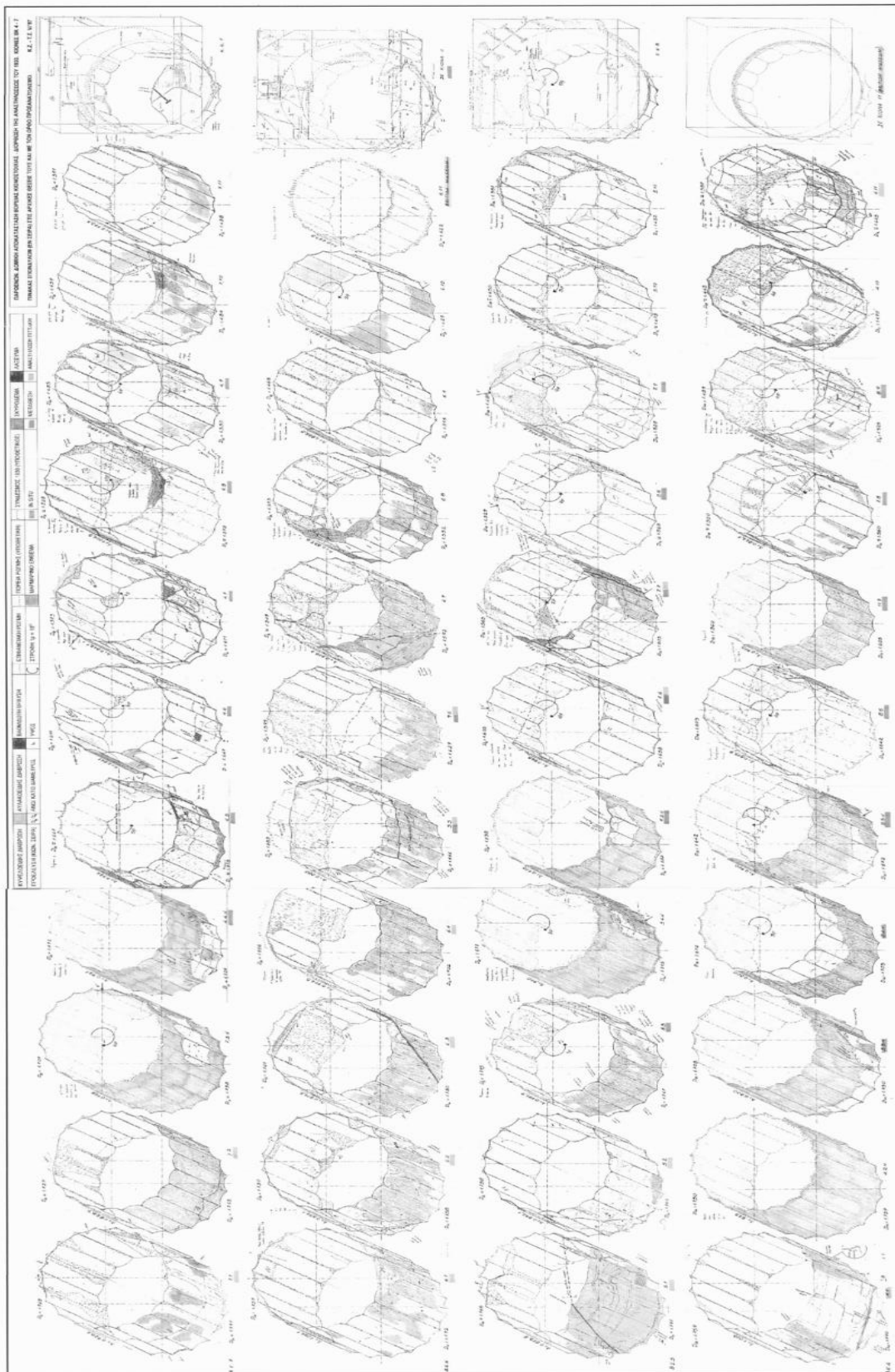
Εικόνα 103: Σιδηροί σύνδεσμοι συρραφής σε σπόνδυλο από το αρχείο Μπαλάνου. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 49)



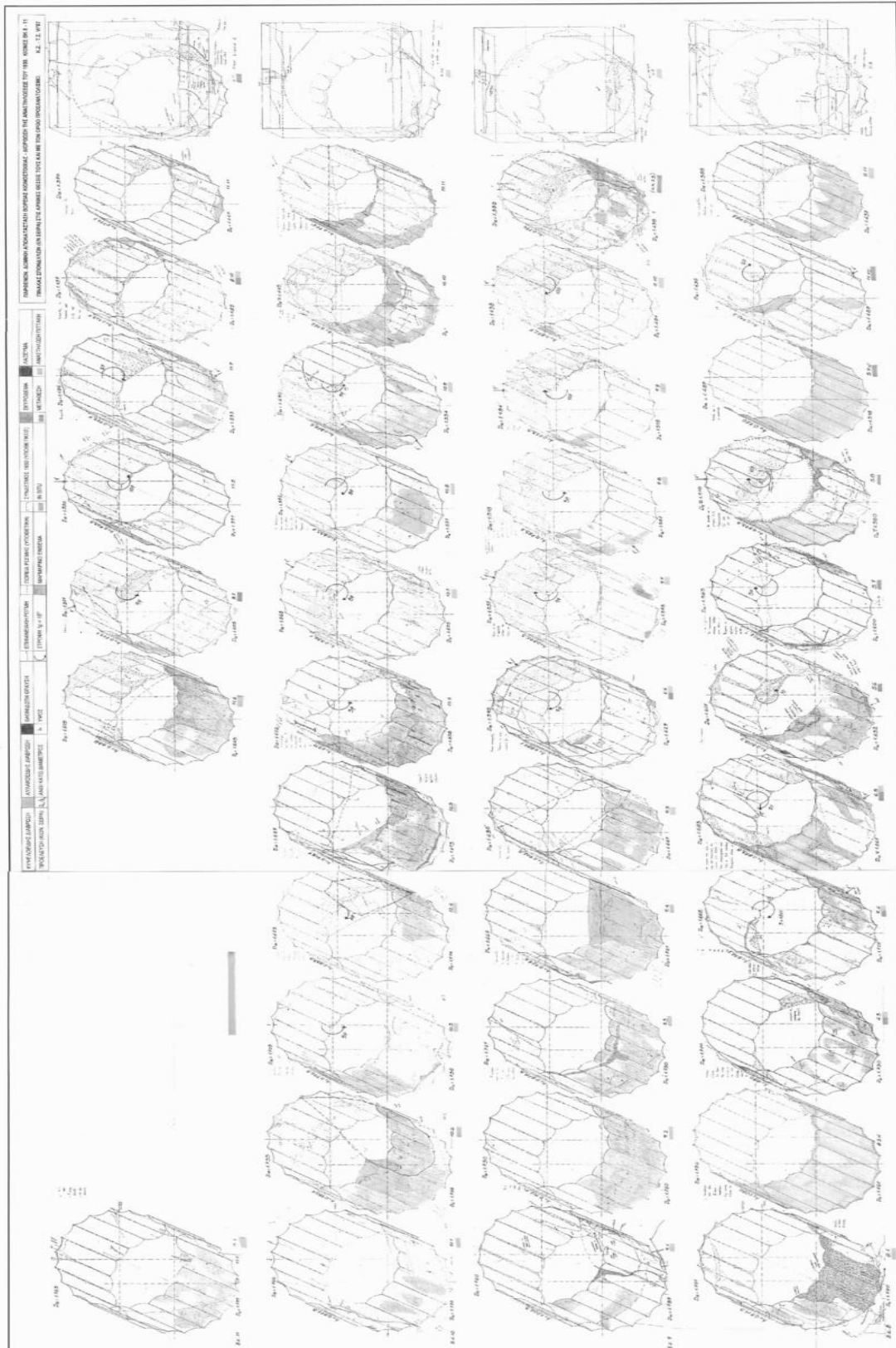
Εικόνα 104: Θραύση μαρμάρου από ράβδο οπλισμού του σκυροδέματος στον ΒΚ 8. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 49)



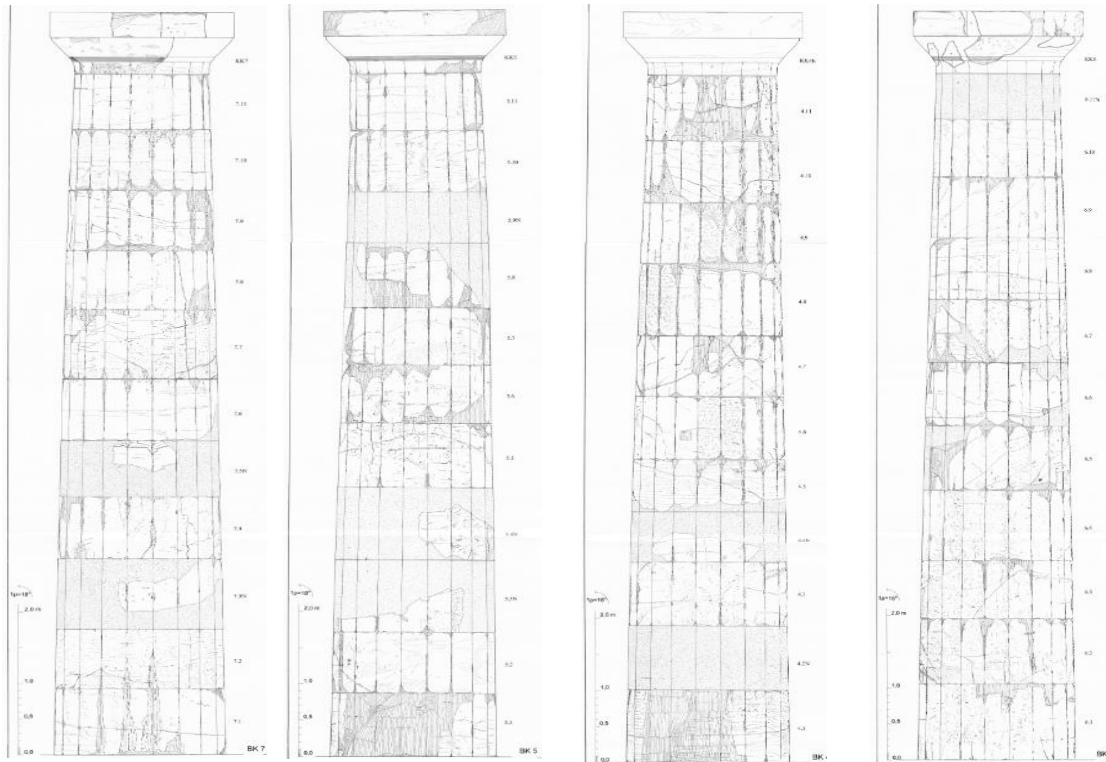
Εικόνα 105: Η βόρεια όψη (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002)



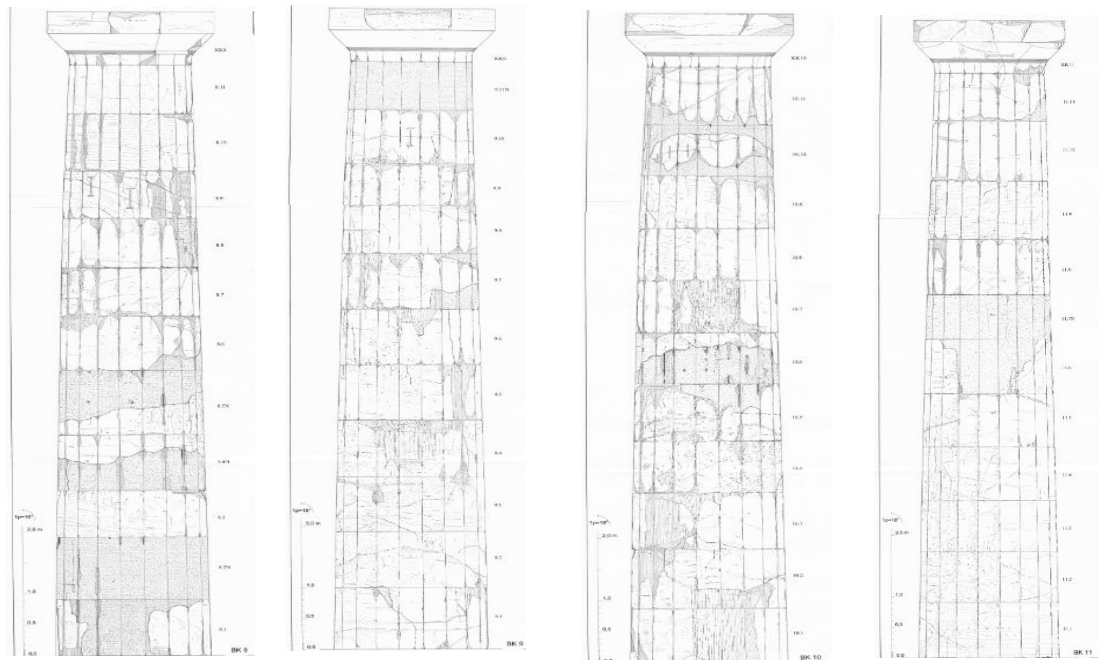
Εικόνα 106: Οι σπόνδυλοι των κίωνων BK 4 - BK 7 στις αρχικές θέσεις και με τον ορθό προσανατολισμό (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, Σχ. 4)



Εικόνα 107: Οι σπόνδυλοι των κίωνων BK 8 - BK 11 στις αρχικές θέσεις και με τον ορθό προσανατολισμό (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, Σχ. 5)



Εικόνα 108: Κατάσταση των κίωνων BK 4 - 7 μετά την αναστήλωση του 1930 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, Σχ. 6-9)



Εικόνα 109: Κατάσταση των κίωνων BK 8 - 11 μετά την αναστήλωση του 1930 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 1, Σχ. 10-13)

2.3.2 Οι δομικές βλάβες του θριγκού

Στο αναστηλωμένο τμήμα του θριγκού της βόρειας όψης εμφανίζονται οι πλέον σοβαρές δομικές βλάβες που έχουν προκληθεί από τις διαβρώσεις των σιδηρών συνδετήριων στοιχείων. Η αναλυτική περιγραφή των βλαβών αυτών στο κάθε αρχιτεκτονικό μέλος του θριγκού δίνεται στη Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίνακας 1, ενώ η παρουσίαση της κατάστασης του θριγκού γίνεται και στις εικόνες που ακολουθούν με παράθεση φωτογραφιών και σχεδίων. Επεξηγήσεις σχετικά με τις κωδικές ονομασίες υπάρχουν στο προαναφερθέν, σ. 109-110, υποσημείωση ν.3.

Τα πιο χαρακτηριστικά προβλήματα του θριγκού είναι τα εξής:

Πρώτον, η επισφαλής κατάσταση ισορροπίας των τεμαχίων από τις κάτω γωνίες των οριζόντιων γείσων (πρόμοχοι και οδοί) εξαιτίας οξειδωσης ενσωματωμένων σιδηροδοκών: Η συμπλήρωση, μέσω των σιδηροδοκών, των χαμένων τμημάτων, από οπλισμένο σκυρόδεμα κατά την αναστήλωση του 1930 είχε ως αποτέλεσμα τη διάρρηξη των μαρμάρων λόγω της οξειδωσης και της διόγκωσης αυτών των σιδηροδοκών, οπότε τα κάτω τμήματα των γείσων καθίστανται ετοιμόρροπα. Στις εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης περιλαμβάνονται ο καταβίβασμός τεμαχίου (ΒΓ 37), η συγκράτηση εν ξηρώ με καρφίτσα τιτανίου (ΒΓ 38) και η υποστήριξη με εξωτερικά σιδηρά πλαίσια (ΒΓ 33, 34 και 35).

Δεύτερον, η αποσάθρωση του σκυροδέματος ουραίων τμημάτων των γείσων και διάρρηξή τους από οξειδωση οπλισμού. Η βλάβη εντοπίζεται σε όλα τα αναστηλωμένα γείσα εξαιρουμένου του ΒΓ 29, το οποίο αναστηλώθηκε χωρίς συμπλήρωμα από σκυρόδεμα αφού σώζεται στο πλήρες μήκος του.

Τρίτον, ο κίνδυνος ανατροπής του γείσου λόγω αστοχίας των αγκυρώσεων: Στο γείσο ΒΓ 29 δεν υπήρξε συμπλήρωση με σκυρόδεμα παρά τις απώλειες από θερμική θραύση με συνέπεια να έχει μειωθεί το αντίβαρο που απαιτείται για την ισορροπία του. Επιπλέον, οι αγκυρώσεις έχουν αστοχήσει λόγω της διάρρηξης του μαρμάρου από τη διόγκωση των αγκυρίων, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά την αναστήλωση του 1930.

Τέταρτον, η διάρρηξη των λίθων πλήρωσης της δωρικής ζωφόρου από σιδηρούς συνδέσμους.

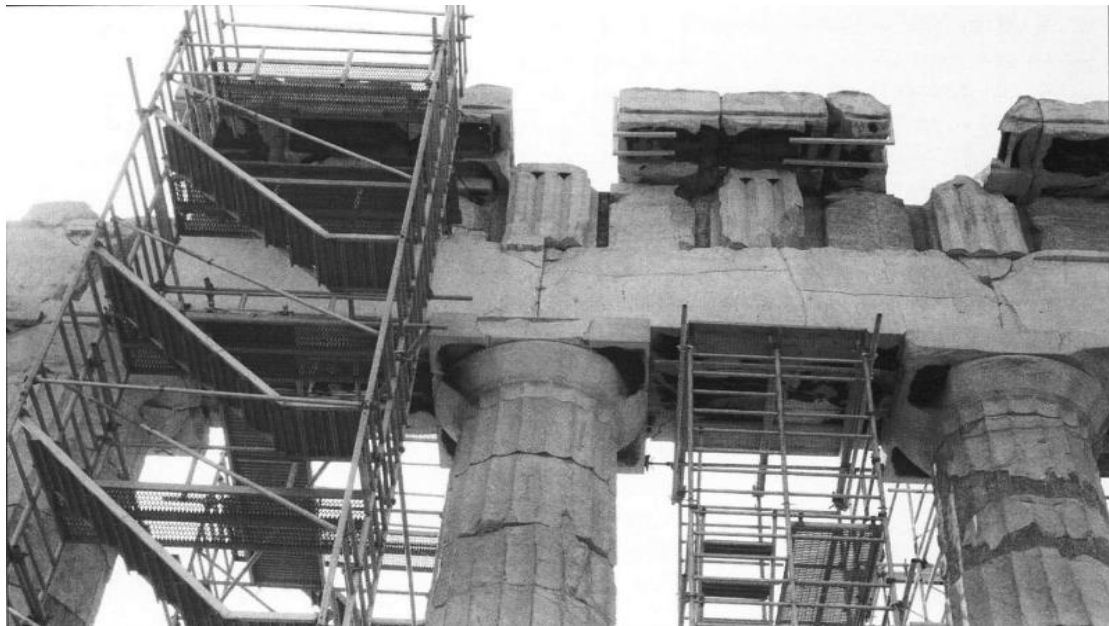
Πέμπτον, η διάνοιξη οριζόντιων αρμών και η ανύψωση μαρμάρων λόγω διόγκωσης οριζόντιων συνδέσμων και σιδηρών παρεμβλημάτων. Οι προκύπτουσες μετακινήσεις προκαλούν νέες καταπονήσεις στους αρμούς και τις συνδέσεις και συνεπώς, μια γενικότερη αστάθεια στον θριγκό.

Έκτον, η ετοιμορροπία των επιστυλίων από τη διόγκωση και την οξειδωση ενσωματωμένων σιδηροδοκών. Επισημαίνεται η κρισιμότητα της κατάστασης του εξωτερικού επιστυλίου του 9ου μετακιονίου, καθώς και των εξωτερικών λίθων των επιστυλίων ΒΕ 4, 5 και 7.

Τέλος, η διάρρηξη των επιστυλίων από ενσωματωμένες ράβδους ανάρτησης που χρησιμοποιήθηκαν στους μεσαίους λίθους των επιστυλίων.

Ενδεικτικό στοιχείο της ταχείας εξέλιξης των δομικών βλαβών στον θριγκό είναι ότι ενώ στη διάρκεια των εργασιών συντήρησης του 1972 έγινε εφαρμογή σφραγισμάτων με τσιμεντοκονίαμα, υπάρχουν θέσεις όπου οι αρμοί και οι ρωγμές που είχαν δημιουργηθεί από τη διόγκωση των συνδετήριων στοιχείων της αναστήλωσης του 1930 και σφραγίστηκαν το 1972 αύξησαν το εύρος έως και στο διπλάσιο σε χρονικό διάστημα λιγότερο των σαράντα δύο χρόνων που προηγήθηκε της σφράγισης. Το ίδιο έτος σε αντικατάσταση των οξειδωμένων σιδηρών συνδέσμων στις εξωτερικές

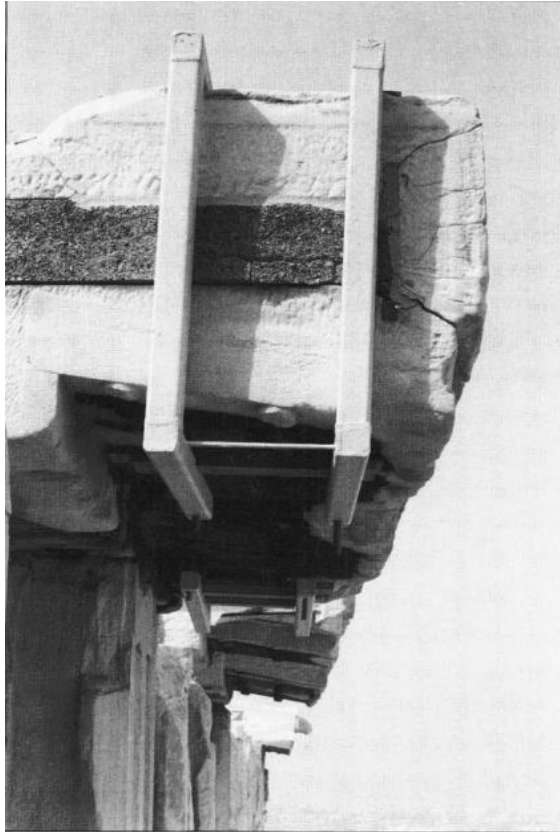
επιφάνειες έγινε τοποθέτηση ορειχάλκινων, ορισμένοι από τους οποίους αστόχησαν λόγω της συνεχιζόμενης διάγκωσης των εσωτερικών αθέατων σιδηρών συνδέσμων.



Εικόνα 110: Τμήμα της βόρειας όψης με προσωρινή υποστήλωση, νάρθηκες στο 9ο μετακίονιο και κινητό ικρίωμα επιθεώρησης στο δο. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνας, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 111)



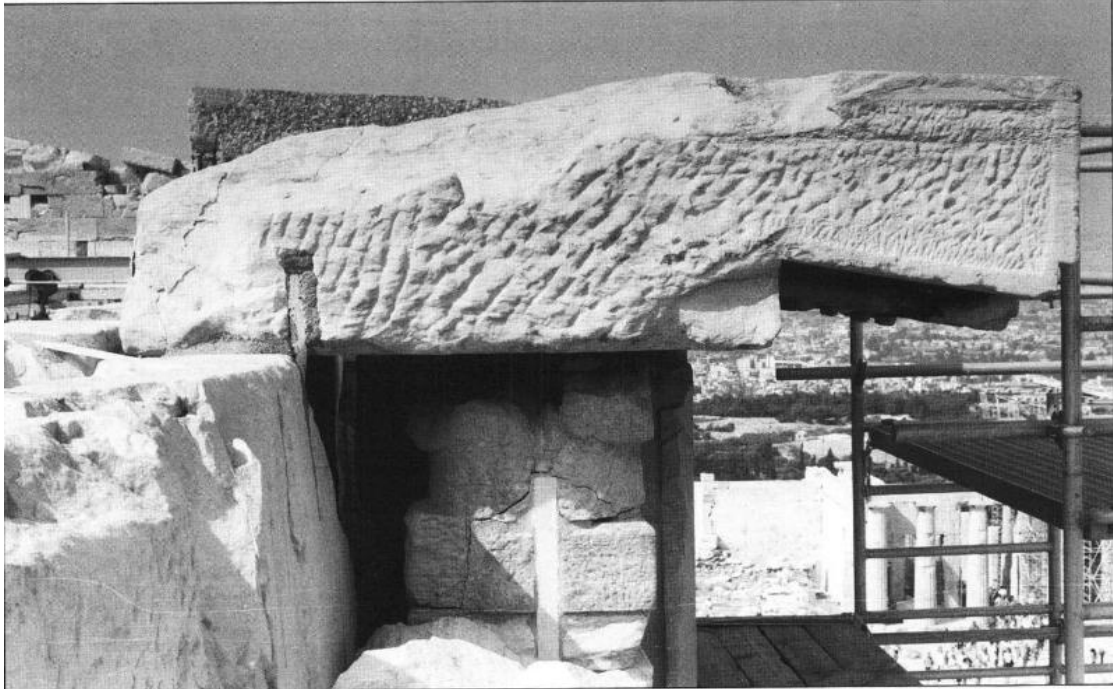
Εικόνα 111: Τμήμα της βόρειας όψης στο 10ο και 11ο μετακίονιο. Από το γείσο ΒΓ 37 του 10ου κατέπεσε τμήμα της προς Δ γωνίας. Στη συνέχεια το υπόλοιπο ετοιμόρροπο αποσπάστηκε. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνας, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 111)



Εικόνα 112: Το γείσο ΒΓ 33 από Α. Το γωνιακό τμήμα της προμόχθου έχει αποκοπεί από τη διόγκωση της διαβρωμένης σιδηροδοκού που είναι ενσωματωμένη στην πλευρά του γείσου. (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 112)



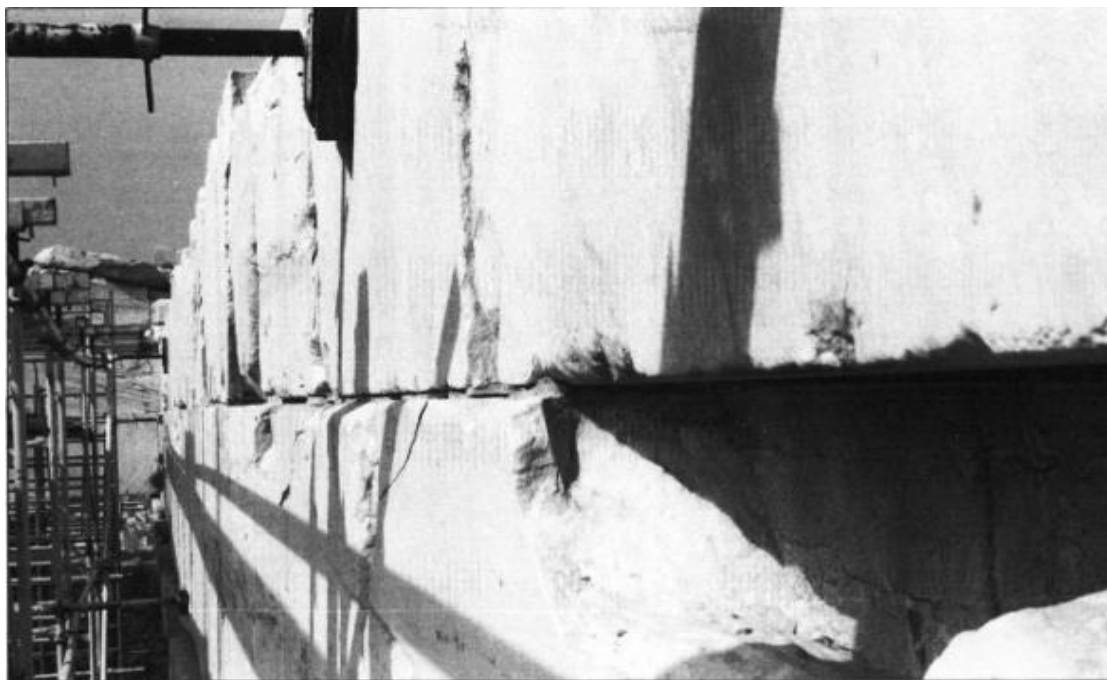
Εικόνα 113: Τα γείσα ΒΓ 31 έως 29 με μεγάλα συμπληρώματα από σκυρόδεμα στα ουραία τμήματα. Έχουν σοβαρές βλάβες από τις σιδηροδοκούς και τους οπλισμούς του σκυροδέματος. (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 113)



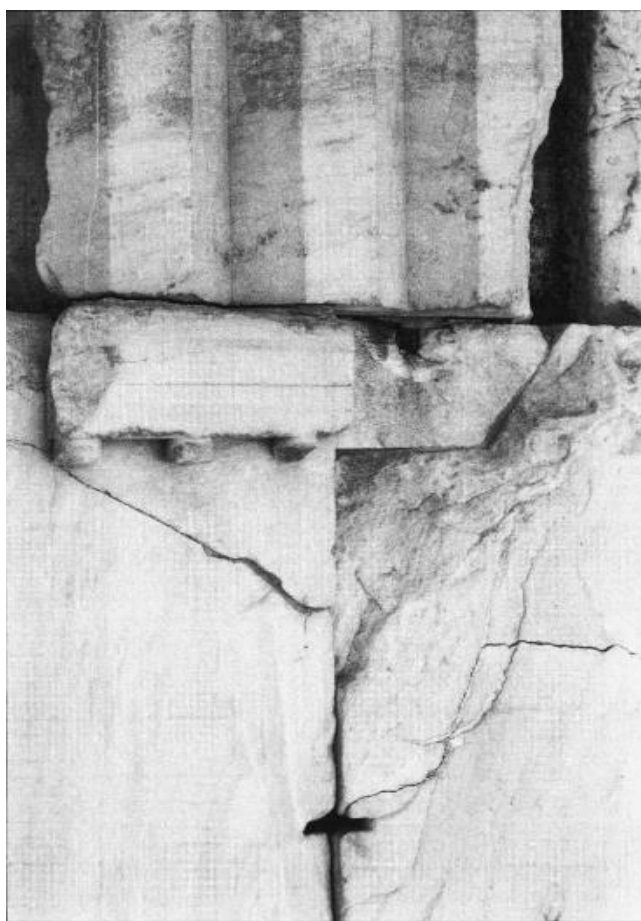
Εικόνα 114: Το γείσο ΒΓ 29 είχε αγκυρωθεί στους λίθους του εσωτερικού διαζώματος, ωστόσο τα αγκύρια έχουν διαβρωθεί και το μάρμαρο έχει διαρραγεί. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 114)



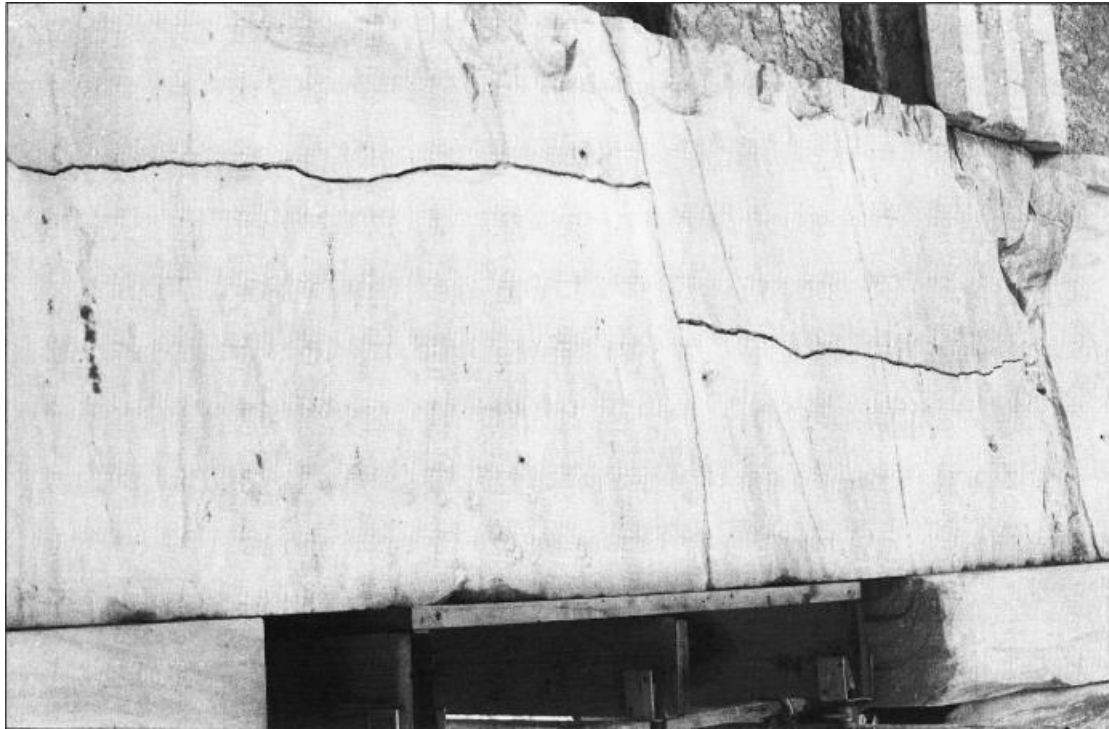
Εικόνα 115: Ο λίθος πλήρωσης πάνω στον οποίο εδράζεται το ΒΓ 29 έχει κατακερματιστεί λόγω της διόγκωσης των εσωτερικών αθέατων σιδηρών συνδέσμων, παρότι ο πλευρικός σύνδεσμος αντικαταστάθηκε με ορειχάλκινο το 1974. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 114)



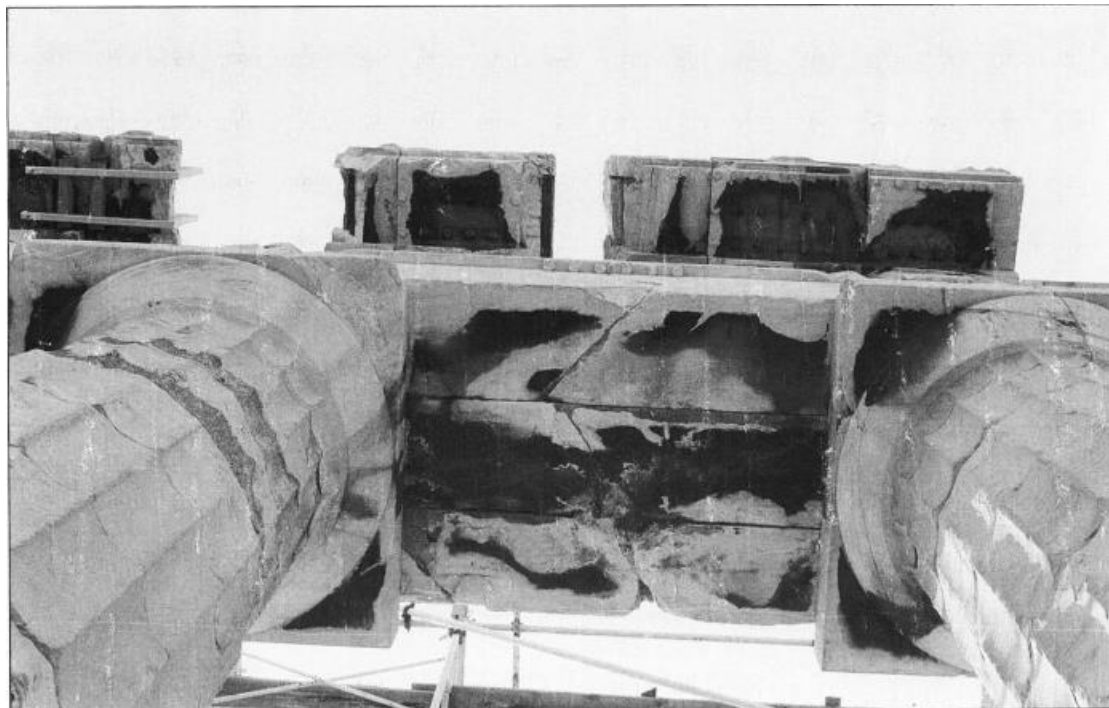
Εικόνα 116: Διάνοιξη του οριζόντιου αρμού μεταξύ επιστυλίου και λίθων εσωτερικού διαζώματος από εσωτερικούς συνδέσμους (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 115)



Εικόνα 117: Ανύψωση τρίγλυφου από σύνδεσμο του επιστυλίου BE 9 (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 115)



Εικόνα 118: Το επιστύλιο ΒΕ 9 έχει διαρραγεί από ενσωματωμένη σιδηροδοκό. Τα ετοιμόρροπα κάτω τμήματα υποστυλώθηκαν. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 117)



Εικόνα 119: Το 6ο μετακίονιο της βόρειας όψης (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 118)



Εικόνα 120: Το 5ο μετακίονιο της βόρειας όψης. Τα τρία τεμάχια της εξωτερικής πλινθίδας συνδέονται με σιδηροδοκό ενσωματωμένη στην εσωτερική πλευρά. (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 119)



Εικόνα 121: Βλάβες στον θριγκό της βόρειας πλευράς από οξειδωμένα σθδηρά στοιχεία (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σ. 49)

Α	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ	ΔΟΜΙΚΕΣ ΒΛΑΒΕΣ
1	BE 3.1	Εξωτερικός λίθος επιστόλιου. Κατά 80% από νέο μάρμαρο. Το προς Δ τμήμα αρχαίο μάρμαρο, που κατά πάσα πιθανότητα δεν ανήκει σε επιστόλιο. Ένθετος κανών Δ	Ανύψωση 1mm Α, 7+2-9 mm Δ. (Ο δεύτερος προσθετός εκφράζει τη διόρθωση αρμών και ραγμών μετά το 1972)
2	BE 4.1	Είναι ένα συνονθύλευμα από 15 θραύσματα, εκ των οποίων μόνο τα μεγάλα της μεσαίας περιοχής ανήκουν στο ίδιο επιστόλιο. Τα άλλα είναι άσχετα αρχαία θραύσματα ακροτηριασμένα κατάλληλα για να συμπιέτουν τα περιγράμματά τους. Η ασυμφορία των εγκοπών της ασπίδας στο BE 4.1 και BE 5.1 και αποδεικνύει ότι δεν γειτονεύουν.	Υπάρχει οπωσδήποτε μια αθέατη σήμερα σιδηροδοκός, στην οξείδωση και τη διάγνωση της οποίας οφείλονται τα διαρκώς εξελισσόμενα διαμήκη ρήγματα. Εύρος ρηγμάτων 7 mm. Ανύψωση 6+3-9 mm Α.
3	BE 5.1	Συντίθεται από 3 μεγάλα θραύσματα. Δεν γειτονεύει με τα BE 4.1 και 6.1 λόγω ασυμφορίας εγκοπών ασπίδων και εντορμών συνδέσεων άνω.	Η διάγνωση της αθέατης σιδηροδοκού που συνδέει τα θραύσματα έχει κατακερματίσει το επιστόλιο. Σήμερα 8 μεγάλα θραύσματα σε κατάσταση ετοιμορροπίας. Μέγιστο εύρος ρήγματος 4+8-12 mm. Οι ορεχάκτινοι σύνδεσμοι άνω (1973) έχουν αστοχήσει λόγω της διάγνωσης της αθέατης σιδηροδοκού.
4	BE 6.1	Ακέραιο επιστόλιο.	Ισχυρά πλήγματα στο περιγράμματά του από την πτώση το 1687, αλλά χωρίς αξιόλογες πρόσφατες βλάβες.
5	BE 7.1	Συντίθεται από δύο θραύσματα και ένα μεγάλο συμπλήρωμα από νέο μάρμαρο στο Α άκρο με ένθετο τμήμα κανόνος. Αναγνωρίστηκε ανάμεσα στα διάσπαρτα το τεμάχιο που λείπει (Β1399+224), άρα το συμπλήρωμα μπορεί να απομακρυνθεί.	Τα δύο αρχαία θραύσματα και το συμπλήρωμα έχουν διχοτομηθεί λόγω της διάγνωσης της αθέατης σιδηροδοκού. Σήμερα 6 θραύσματα. Μετά το 1973 ρήγμα εύρους μέχρι 2,5 mm.
6	BE 8.1	Ακέραιο επιστόλιο το καλύτερα διατηρημένο από τα αναστηλωμένα.	Αποκολλημένος ο προς Δ κανών, λόγω διάγνωσης συνδέσμου. Κίνδυνος πτώσης.
7	BE 9.1	Πλήρως κατεστραμμένη η ταβιά και οι κανόνες από την πτώση. Συντίθεται από δύο μεγάλα θραύσματα. Στο σύνορο με το BE 10.1 υπάρχει ένα μπαλόνι με εγκάρσιο ψευδοαριμό. Η εγκοπή της ασπίδας συμφωνεί με τη γειτονική του BE 10.1. Μεγάλη διαφορά του γραμμικού ήχου διάβρωσης	Τα δύο θραύσματα έχουν διχοτομηθεί από τη διάγνωση της αθέατης σιδηροδοκού. Εύρος ρηγμάτων έως 7+7-14 mm. Η πολύ δυσμενής η θέση των ρηγμάτων δημιουργεί κίνδυνο πτώσης. Θραύση ασχέτου αμόρφου μπαλονιού άνω Α από οξειδωμένο σύνδεσμο.

Εικόνα 122: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. i)

		κάτω από τη σημερινή θέση του κιονοκράνου. Πιθανότητα ορθός αναστηλωμένο.	μαυλωμάτος άνω Α από οξειδωμένο σύνδεσμο.
8	BE 10.1	Αποτελείται από δύο μεγάλα θραύσματα. Η εγκοπή της ασπίδας συμφωνεί με τη γειτονική του BE 11.1. Πιθανότητα ορθός αναστηλωμένο.	Δεν παρατηρούνται σοβαρές πρόσφατες βλάβες, μολονότι θα πρέπει να υπάρχει αθέατη σιδηροδοκός, που συνδέει τα δύο θραύσματα. Στερέωση με ορεχάκτινες καρφίδες (1973) του προς Δ ενθέτου κανόνος.
9	BE 11.1	Αποτελείται από δύο μεγάλα θραύσματα. Πιθανότητα ορθός αναστηλωμένο.	Δεν παρατηρούνται σοβαρές πρόσφατες βλάβες, μολονότι θα πρέπει να υπάρχει αθέατη σιδηροδοκός, που συνδέει τα δύο θραύσματα. Ρηγμάτωση στο προς Δ άκρο από διάγνωση συνδέσμου. Στερέωση με ορεχάκτινες καρφίδες (1973).
10	BE 3.2	Μεσαίος λίθος επιστόλιου, που συντίθεται από δύο άσχετα θραύσματα. Το προς Α παρουσιάζει έντονη θερμική θραύση και από το γραμμικό διαβρωσιγενές ήχος κάτω στο μέσο του ανοίγματος προκύπτει ότι πρόκειται ή για μεσαία κλίνο επιστόλιου που έχει τοποθετηθεί σε προχώρηση 48 cm ως προς το κιονόκρανο, ή προέρχεται από άλλη θέση του ναού (ύψος 105 cm).	Άγνωστος ο τρόπος σύνδεσης των δύο τεμαχίων. Στο προς Α παρατηρείται κάτω διαμήκης ρήγμα. Υπάρχει κίνδυνος αποκόλλησης θραύματος.
11	BE 4.2	Ακέραια μεσαία κλίνο επιστόλιου. Το γραμμικό ήχος διάβρωσης κάτω σε απόσταση 60mm από το ΒΚΚ 5. Μικρό συμπλήρωμα με κίτρινο ασβεστόλιθο πίσω Δ.	Τριχοειδείς διαμήκεις ρωγμές οφειλόμενες στην ποιότητα του μαρμάρου.
12	BE 5.2	Μεσαία κλίνο χαμηλότερη από τις δύο εξωτερικές με εκβάθωση στη μεσαία περιοχή.	Διαμήκτης τριχοειδής ρωγή κάτω οφειλόμενη στην ποιότητα του μαρμάρου.
13	BE 6.2	Συντίθεται από δύο μεγάλα θραύσματα και ένα μικρό στο μέσο και κάτω. Έχουν αναρτηθεί από ζεύγος σιδηροδοκών με ράβδους αναρτήσεως. Για να είναι αθέατο από κάτω το σύστημα ανάρτησης, έχουν τοποθετηθεί πίσω και άνω 5 άσχετα ακροτηριασμένα μάρμαρα. Σε ένα έχει λαξευτεί επιγραφή με το χρονικό διάστημα της αναστήλωσης (1923-1930).	Έντονη ρηγμάτωση από την οξείδωση των ράβδων αναρτήσεως και σιδηρών συνδέσεων συρραφής του μεσαίου θραύσματος.
14	BE 7.2	Ακέραια κλίνο επιστόλιου. Άνω επιφάνεια κατεργασμένη χονδροειδώς με βελόνι	Τριχοειδείς διαμήκεις ρωγμές οφειλόμενες στην ποιότητα του μαρμάρου.

Εικόνα 123: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. ii)

15	BE 8.2	Το ορατό από κάτω τμήμα αποτελείται από δυο άσχετα με το θρηικό μάρμαρα, αναρτημένα από αθέατη σιδηροδοκό. Το ένα με ελαφρά καμπύλη επιφάνεια και το άλλο με λαξευμένες αθετικές εγκοπές.	Ρηγματώσεις από οξείδωση αναρτήρων. Οξειδωμένα σιδηρά παρεμβλήματα μεταξύ κιονοκράνου και πλίνθου.
16	BE 9.2	Το ορατό από κάτω τμήμα αποτελείται από δυο άσχετα με το θρηικό μάρμαρα, αναρτημένα από αθέατη σιδηροδοκό. Το ένα με ελαφρά καμπύλη επιφάνεια και εγκοπές γόμφων και μοχλοβοθρίων. Το άλλο έντονα γκρίζο.	Ρηγματώσεις από οξείδωση αναρτήρων. Οξειδωμένα σιδηρά παρεμβλήματα μεταξύ κιονοκράνου και πλίνθου.
17	BE 10.2	Το ορατό από κάτω τμήμα αποτελείται από δυο μάρμαρα με έντονη αποφλοίωση, αναρτημένα από αθέατη σιδηροδοκό.	Κατακρημτισιμός από οξείδωση αναρτήρων. Οξειδωμένα σιδηρά παρεμβλήματα μεταξύ κιονοκράνου και πλίνθου.
18	BE 11.2	Ακέραια πλίνθος επιστυλίου	Αποφλοιώσεις και τριχοειδής εγκάρσια ρωγή.
19	BE 3.3	Εσωτερικός λίθος επιστυλίου από νέο μάρμαρο.	
20	BE 7.3	Ακέραια πλίνθος με δυο συμπληρώματα πίσω Δ από τεμάχια λιθοπλίνθων των τούχων του σηκού.	Τριχοειδείς διαμήκεις ρωγμές οφειλόμενες στην ποιότητα του μαρμάρου.
21	BE 8.3	Αποτελείται από 6 μεγάλα θραύσματα.	Τριχοειδείς διαμήκεις ρωγμές οφειλόμενες στην ποιότητα του μαρμάρου.
22	BE 9.3	Αποτελείται από δυο μεγάλα θραύσματα και ένα μικρό άνω Α. Μεγάλη απόσταση γραμμικού ήνους διάβρωσης κάτω από κιονοκράνο ΒΚ 10 (65 mm).	Μεγάλη απόλεια άνω Δ από πτώση. Πρόσφατο διαμήκης ρήγμα εύρους έως 3 mm. (Αθέατη σιδηροδοκό;).
23	BE 10.3	Αποτελείται από 3 μεγάλα θραύσματα και ένα συμπλήρωμα από άσχετο αρχαίο μάρμαρο άνω Δ. Ο κενός χώρος μεταξύ του προς Δ θραύσματος και του μεσαίου έχει συμπληρωθεί με τσιμεντοκονίαμα στο οποίο έχουν χαραχθεί οι νοητές συνέχειες των αυλακώσεων κατά μήκος των γεωλογικών στρώσεων.	Πιθανότατα τα τρία θραύσματα συνδέονται με αθέατη σιδηροδοκό. Δεν είναι ορατές βλάβες από διάγνωση σιδηροδοκού. Τριχοειδείς ρωγμές κατά μήκος των γεωλογικών στρώσεων.
24	BE 11.3	Είναι ένα συνονθύλευμα από 8 άσχετα αρχαία τεμάχια μαρμάρου.	Πιθανότατα τα θραύσματα συνδέονται με αθέατη σιδηροδοκό. Δεν είναι ορατές βλάβες από διάγνωση σιδηροδοκού.
25	BTP 5	Ακέραια τρίγυφος με έντονη κυκλωειδή διάβρωση ακόμα και στις θραυστημένες επιφάνειες (κατώτατες θραύσεις).	Μεγάλες απώλειες στους δυο ακραίους μηρούς από πτώση.

iii

Εικόνα 124: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θρηικού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. iii)

26	BTP 6	Ακέραια τρίγυφος.	Ελαφρές απώλειες στον Α μηρό.
27	BTP 7	Ακέραια τρίγυφος.	Ελαφρές απώλειες στον Α μηρό.
28	BTP 8	Συνονθύλευμα δυο ακραίων θραυσμάτων μηρών με ενδιάμεσο ένα άσχετο μάρμαρο και πίσω δυο τεμάχια από γκρι ασβεστόλιθο.	Οι σιδηροί σύνδεσμοι έχουν αντικατασταθεί με ορειχάλκινους.
29	BTP 15	Κάτω θραύσμα τρίγυφος, τοποθετημένο ανεξήγητα σε υποχώρηση.	
30	BTP 16	Ακέραια τρίγυφος με αισθητή κυκλωειδή διάβρωση.	
31	BTP 17	Ακέραια τρίγυφος.	Ανύψωση από διάγνωση υποκειμένου συνδέσμου 13mm
32	BTP 18	Ακέραια τρίγυφος.	Μεγάλες απώλειες από πτώση κυρίως κάτω Δ.
33	BTP 19	Ακέραια τρίγυφος με αισθητή κυκλωειδή διάβρωση.	Μεγάλες απώλειες από πτώση στο μεσαίο και Δ μηρό. Ανύψωση 8 mm.
34	BTP 20	Ακέραια τρίγυφος.	Μεγάλες απώλειες από πτώση άνω, κάτω και Δ.
35	BTP 21	Ακέραια τρίγυφος με έντονη κυκλωειδή διάβρωση.	Απώλειες από πτώση στην κεφαλή.
36	BTP 22	Ακέραια τρίγυφος.	Ολοσχερής απόλεια του Α μηρού και σχεδόν ολοσχερής του Δ. Στερέωση με καρφίδες ορειχάλκου.
37	BTP 23	Ακέραια τρίγυφος αποτελούμενη από δυο θραύσματα με ήγη κυκλωειδούς.	Απώλειες από πτώση άνω Δ. Στερέωση με ορειχάλκινες καρφίδες. Ανύψωση 17 mm. Ρηγμάτωση άνω από σιδηρό σύνδεσμο.
38	BMO 6	Άνω θραύσμα μετόπης με κυκλωειδή διάβρωση.	Στερώνεται εν προβάλλω στον λίθο πλήρωσης. Ρηγματωμένο.
39	BMO 24	Μετόπη in situ.	
40	BMO 25	Μετόπη in situ.	
41	BMO 27	Μετόπη in situ.	

iv

Εικόνα 125: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θρηικού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. iv)

42	BMO 28	Μετόπη in situ.	
43	BMO 29	Μετόπη in situ.	
44	BMO 30	Μετόπη in situ.	
45	BMO 31	Μετόπη in situ.	
46	BMO 32	Μετόπη in situ.	
47	BMOΠA 5	Λίθος πληρώσεως με άσχετο συμπλήρωμα κάτω.	
48	BMOΠA 6	Πλήρης λίθος πληρώσεως.	Μεγάλη απώλεια άνω Α.
49	BMOΠA 7	Άνω θραύσμα λίθου πληρώσεως (λείπει το κάτω τμήμα ύψους 45 cm)	
50	BMOΠA 9	Ένα θραύσμα δομικής λιθοαλίνθου (N2088) και ένα ακόμα άσχετο με το θριγκό αρχαίο θραύσμα συνδεδεμένα ως οισονεί λίθος πληρώσεως.	
51	BMOΠA 11	Ένα θραύσμα μαπτικής λιθοαλίνθου και ένα ακόμα άσχετο με το θριγκό αρχαίο θραύσμα συνδεδεμένα ως οισονεί λίθος πληρώσεως.	
52	BMOΠA 14	Θραύσμα λίθου πληρώσεως χωρίς πλήρες ύψος.	
53	BMOΠA 15	Συνονθύλευμα από ένα άνω θραύσμα λίθου πληρώσεως, δύο άσχετα μαρμάρινα θραύσματα και δύο τεμάχια πορολίθου.	Κατακερματισμός από ενσωματωμένους σιδηρούς συνδέσμους και παρεμβλήματα. Εγκυμονεί κίνδυνο ανατροπής υπερκειμένου γείσου.
54	BMOΠA 16	Συνονθύλευμα από ένα άνω θραύσμα λίθου πληρώσεως, δύο τεμάχια κίτρινου πορολίθου και ένα τεμάχιο μαρμάρου άνω.	Ρηγμάτωση από σιδηρούς συνδέσμους. Κίνδυνος για το υπερκείμενο γείσο.
55	BMOΠA 17	Ακέραιος λίθος πληρώσεως.	Απώλειες προς Δ από πτώση.
56	BMOΠA 18	Ακέραιος λίθος πληρώσεως.	Όρθια τριχοειδής ρωγμή.

Εικόνα 126: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. v)

57	BMOΠA 19	Ακέραιος λίθος πληρώσεως αποτελούμενος από δύο θραύσματα καθ' ύψος.	Απώλειες άνω από πτώση.
58	BMOΠA 20	Ακέραιος λίθος πληρώσεως.	Απώλειες άνω Δ από πτώση.
59	BMOΠA 21	Ακέραιος λίθος πληρώσεως.	Απώλειες άνω από πτώση.
60	BMOΠA 22	Ακέραιος λίθος πληρώσεως.	Ρηγμάτωση άνω από σιδηρό σύνδεσμο.
61	BAZ 5	Λίθος διαζώματος.	Μεγάλη απώλεια Α από πτώση. Ρηγμάτωση από αθέατους συνδέσμους.
62	BAZ 6	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου.
63	BAZ 7	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου. Ανύψωση 12 mm.
64	BAZ 18	Ακέραιος λίθος διαζώματος με ήγη κυψελαιοειδούς διάβρωσης.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου.
65	BAZ 19	Ακέραιος λίθος διαζώματος με ήγη κυψελαιοειδούς διάβρωσης ακόμα και στην επιφάνεια θραύσης κάτω Δ.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου.
66	BAZ 20	Ακέραιος λίθος διαζώματος με ήγη πάτινας.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου και περιμετρικά. Ρηγμάτωση από αθέατους συνδέσμους.
67	BAZ 21	Κατά την όψη φαίνεται ως ένας Ακέραιος λίθος. Εσωτερικά διακρίνεται ένα μεγάλο συμπλήρωμα με άσχετο μάρμαρο, πιθανότατα από βύθρο αγάλματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου.
68	BAZ 22	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου και κάτω Α.
69	BAZ 23	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου.
70	BAZ 24	Ακέραιος λίθος διαζώματος με ήγη πάτινας.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου και στο προς Δ άκρο.
71	BAZ 25	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου.
72	BAZ 26	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου, ανύψωση 6+4-10 mm.

Εικόνα 127: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. vi)

73	BAZ 27	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου
74	BAZ 28	Ακέραιος λίθος διαζώματος με έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση.	Έντονες απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου και περιμετρικά. Διαμήκης τριχοειδές ρήγμα.
75	BAZ 29	Ακέραιος λίθος διαζώματος με έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση. Άσχετο συμπλήρωμα άνω Δ.	Έντονες απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου και περιμετρικά.
76	BAZ 30	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου.
77	BAZ 31	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου και κάτω Δ. Ανύψωση 16+4-20 mm
78	BAZ 32	Ακέραιος λίθος διαζώματος.	Απώλειες στην περιοχή του μεγάλου γόμφου, όρθιο ρήγμα σφραγισμένο.
79	ΒΓ 7	Γείσο. Σώζεται το προέχον τμήμα. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο. Σώζεται εντορμία γόμφου για ηγεμόνα στρωτήρα. Αγκυρώνεται στο λίθο του διαζώματος με όρθιους σιδηρούς συνδέσμους.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηρών οπλισμών, σιδηροδοκών και αγκυρών.
80	ΒΓ 8	Σώζεται το προέχον τμήμα σε πλάτος ~73 cm. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο. Σώζεται εντορμία γόμφου για ηγεμόνα στρωτήρα. Αγκυρώνεται στο λίθο του διαζώματος με όρθιους σιδηρούς συνδέσμους.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηρών οπλισμών, σιδηροδοκών και αγκυρών.
81	ΒΓ 9	Σώζεται το προέχον τμήμα. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο. Σώζεται εντορμία γόμφου για ηγεμόνα στρωτήρα. Αγκυρώνεται στο λίθο του διαζώματος με όρθιους σιδηρούς συνδέσμους.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηρών οπλισμών, σιδηροδοκών και αγκυρών.
82	ΒΓ 10	Σώζεται το προέχον τμήμα. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο. Σώζεται εντορμία γόμφου για ηγεμόνα στρωτήρα.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηρών οπλισμών, σιδηροδοκών και αγκυρών.

vii

Εικόνα 128: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. vii)

		Αγκυρώνεται στο λίθο του διαζώματος με όρθιους σιδηρούς συνδέσμους.	
83	ΒΓ 11	Σώζεται το προέχον τμήμα σε πλάτος ~90 cm. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηρών οπλισμών, σιδηροδοκών και αγκυρών.
84	ΒΓ 29	Σώζεται στο πλήρες μήκος του. Έντονες απώλειες του ουραίου τμήματος λόγω θερμικής θραύσης (πυρκαγιά 265 μ. Χ). Αγκυρώνεται με όρθιους συνδέσμους στο λίθο του διαζώματος. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο. Σώζεται εντορμία γόμφου για ηγεμόνα στρωτήρα.	Σε οριακή κατάσταση ισορροπίας. Οι αγκυρώσεις έχουν αποσπαστεί και ο υποκείμενος λίθος πληρωσείας είναι κατακερματισμένος.
85	ΒΓ 30	Σώζεται το πλήρες πλάτος. Πρόκειται για γείσο με αμφιρούχουσες οδοούς L-????. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο. Αγκυρώνεται στο λίθο του διαζώματος με όρθιους σιδηρούς συνδέσμους.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηρών οπλισμών, σιδηροδοκών και αγκυρών.
86	ΒΓ 31	Σώζεται το προέχον τμήμα. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο. Σώζεται εντορμία γόμφου για ηγεμόνα στρωτήρα. Αγκυρώνεται στο λίθο του διαζώματος με όρθιους σιδηρούς συνδέσμους. Στο πρόσωπο σώζεται τμήμα του γραπτού διακόσμου.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηροδοκών και αγκυρών.
87	ΒΓ 33	Σώζεται το προέχον τμήμα. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηροδοκών.
88	ΒΓ 34	Σώζεται το προέχον τμήμα. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηροδοκών.
89	ΒΓ 35	Σώζεται το προέχον τμήμα σε πλάτος ~66 cm. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηροδοκών.
90	ΒΓ 36	Σώζεται το προέχον τμήμα σε πλάτος ~46 cm. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυνελαιοειδή διάβρωση στο πρόσωπο.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διάγνωση των σιδηροδοκών. Πρόσφατη πτώση τεμαχίου.

viii

Εικόνα 129: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. viii)

91	ΒΓ 37	Σώζεται το προέχον τμήμα. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με σιδηρούς συνδέσμους και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυψελωειδής διάβρωση στο πρόσωπο. Σώζεται εντορμία γόμφου για ηγεμόνα στρωτήρα.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διόγκωση των συνδέσμων και των σιδηροδοκών.
92	ΒΓ 38	Σώζεται το προέχον τμήμα σε πλάτος ~78 cm. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυψελωειδής διάβρωση στο πρόσωπο.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διόγκωση των συνδέσμων και των σιδηροδοκών.
93	ΒΓ 39	Σώζεται το προέχον τμήμα σε πλάτος ~88 cm. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με οπλισμούς και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυψελωειδής διάβρωση στο πρόσωπο.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διόγκωση των οπλισμών και των σιδηροδοκών.
94	ΒΓ 40	Σώζεται το προέχον τμήμα. Το ουραίο τμήμα από σκυρόδεμα συνδεδεμένο με σιδηρούς συνδέσμους και σιδηροδοκούς στα πλευρά. Έντονη κυψελωειδής διάβρωση στο πρόσωπο. Σώζεται εντορμία γόμφου για ηγεμόνα στρωτήρα.	Ρηγμάτωση μαρμάρων και κίνδυνος πτώσης από οξείδωση και διόγκωση των συνδέσμων και των σιδηροδοκών.
95	ΒΓ 45	Θραύσима ουράς γείσου κατά χέραν.	
96	ΒΓ 52		
97	ΒΓ 53		
98	ΒΓ 54		
99	ΒΓ 55		
100	ΒΓ 56		
101	ΒΓ 57		
102	ΒΓ 58		
103	ΒΓ 59		

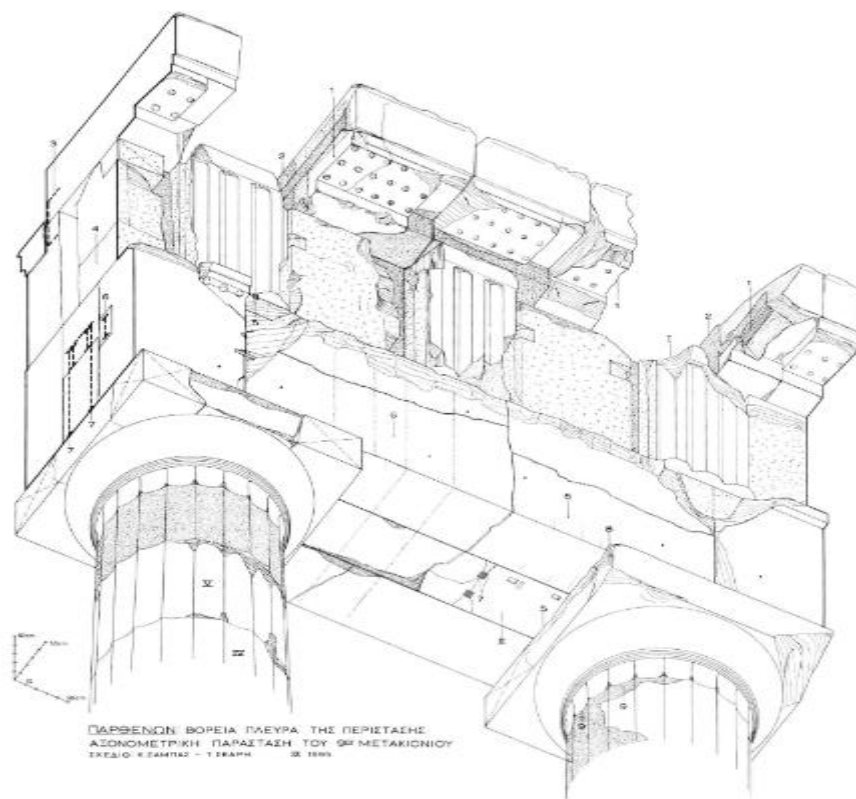
ix

Εικόνα 130: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. ix)

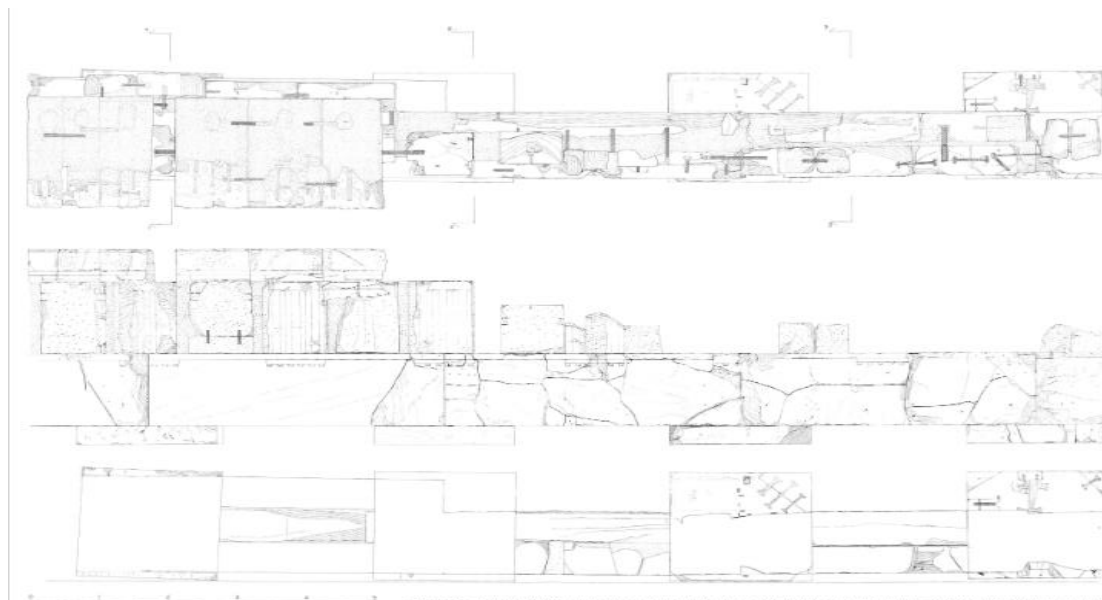
104	ΒΓ 60		
105	ΒΓ 61		
106	ΒΓ 62		
107	ΒΔΓ		
108	ΕΠΑΕΤΣ		
109	ΒΘ 5	Τμήμα θράνου μήκους ~80 cm.	Πλήρης απώλεια αναγλύφου κωματίου άνω.
110	ΒΘ 6	Τμήμα θράνου μήκους ~100 cm.	
111	ΒΘ 19	Τμήμα θράνου μήκους ~105 cm.	
112	ΒΘ 20	Τμήμα θράνου μήκους ~85 cm.	Πλήρης απώλεια αναγλύφου κωματίου άνω. Ανύψωση 10 mm.
113	ΒΘ 21	Τμήμα θράνου μήκους ~100 cm.	Πλήρης απώλεια αναγλύφου κωματίου άνω. Ανύψωση 10 mm.
114	ΒΘ 22	Τμήμα θράνου μήκους ~120 cm.	
115	ΒΘ 23	Τμήμα θράνου μήκους ~140 cm.	Θραύση από οξειδωμένο σύνδεσμο.
116	ΒΘ 24	Ακέραιος θράνος l=143 cm.	Πλήρης απώλεια κωματίου άνω. Ανύψωση 15 mm.
117	ΒΘ 25	Τμήμα θράνου μήκους ~105 cm.	Έντονες απώλειες κωματίου.
118	ΒΘ 26	Ακέραιος θράνος l=144 cm.	Ανύψωση μέχρι 28 mm.
119	ΒΘ 27	Τμήμα θράνου μήκους ~125 cm.	Έντονες απώλειες κωματίου.
120	ΒΘ 28	Τμήμα θράνου μήκους ~142 cm.	Έντονες απώλειες κωματίου.

x

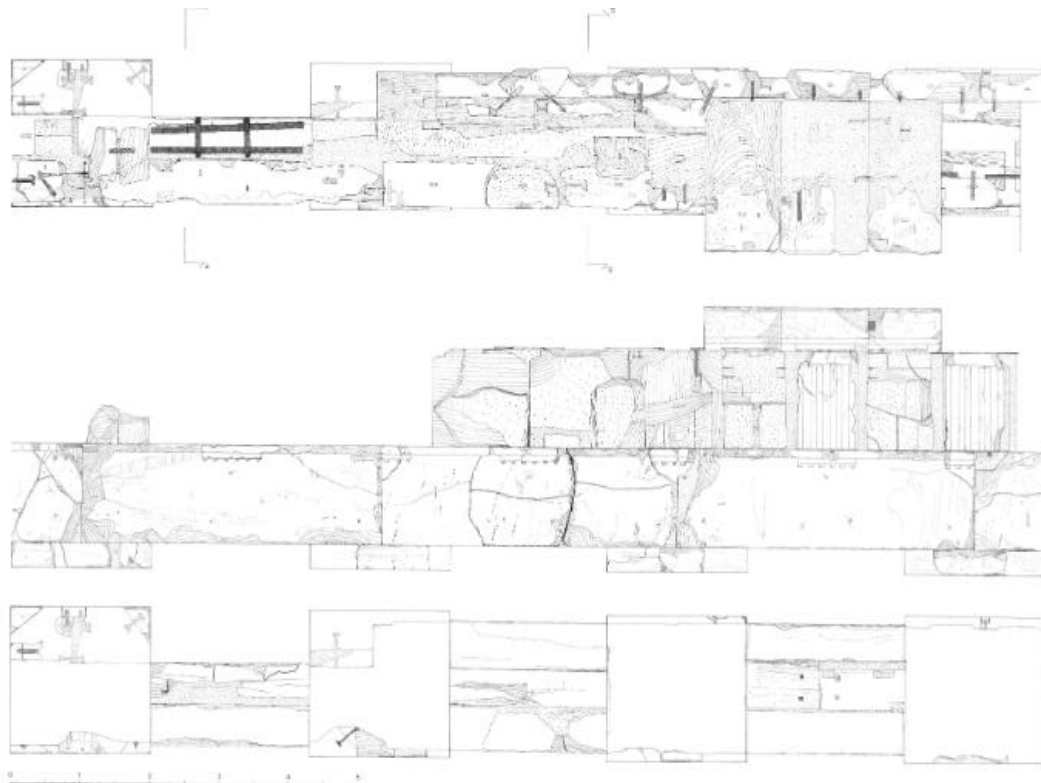
Εικόνα 131: Τα αναστηλωμένα αρχιτεκτονικά μέλη του θριγκού της βόρειας πλευράς. Αναγνώριση και δομικές βλάβες. (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Πίν. 1. x)



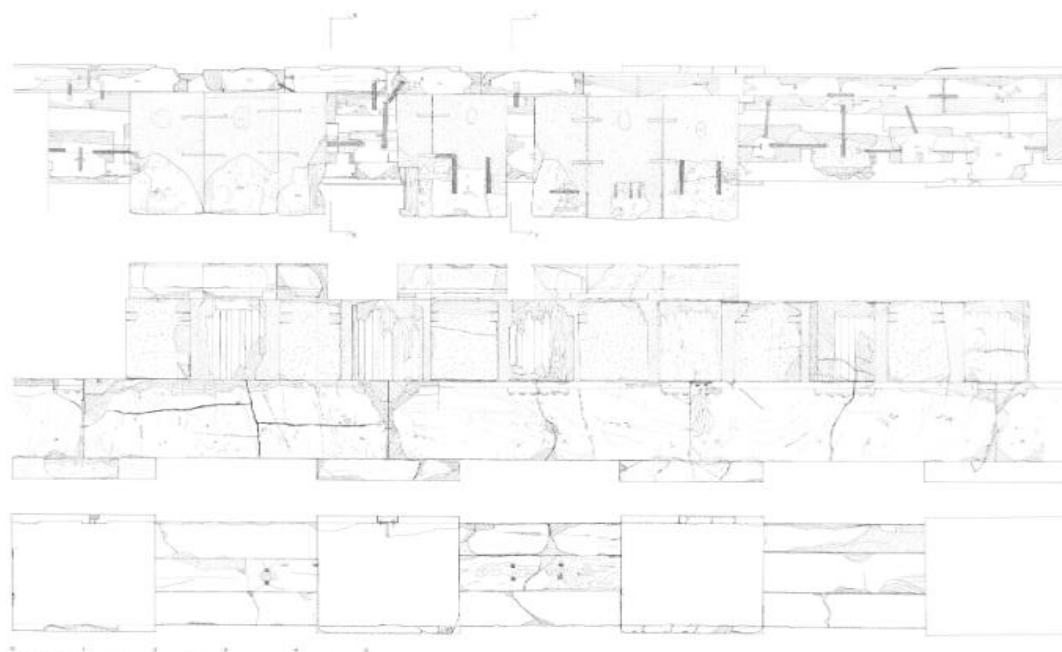
Εικόνα 132: Σχέδιο των τυπικών βλαβών στον θριγικό της βόρειας πλευράς (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 2)



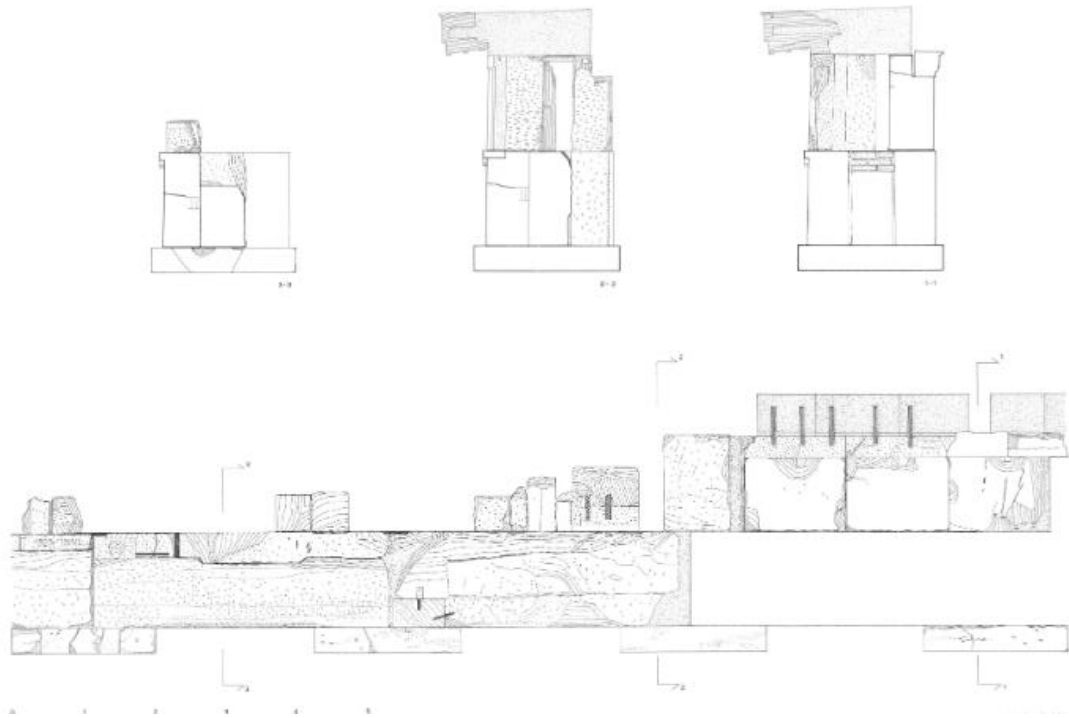
Εικόνα 133: Κατάσταση των μετακίωνων 3, 4, 5 της βόρειας κιονοστοιχίας σε άνοψη, εξωτερική όψη και κάτοψη (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 3)



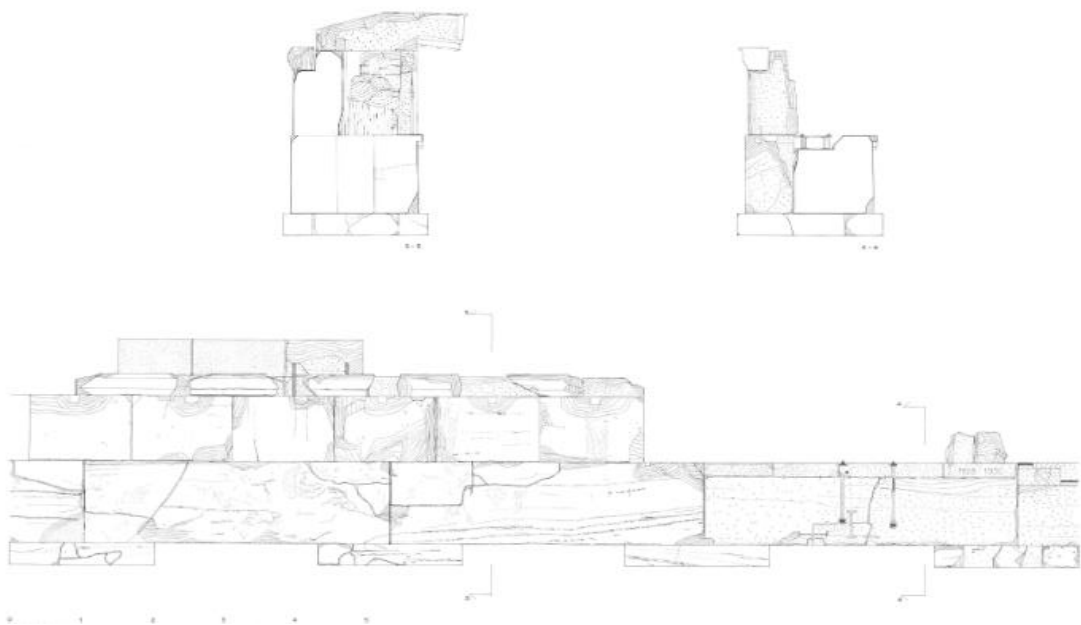
Εικόνα 135: Κατάσταση των μετακίονιων 6, 7, 8 της βόρειας κιονοστοιχίας σε άνοψη, εξωτερική όψη και κάτοψη (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 4)



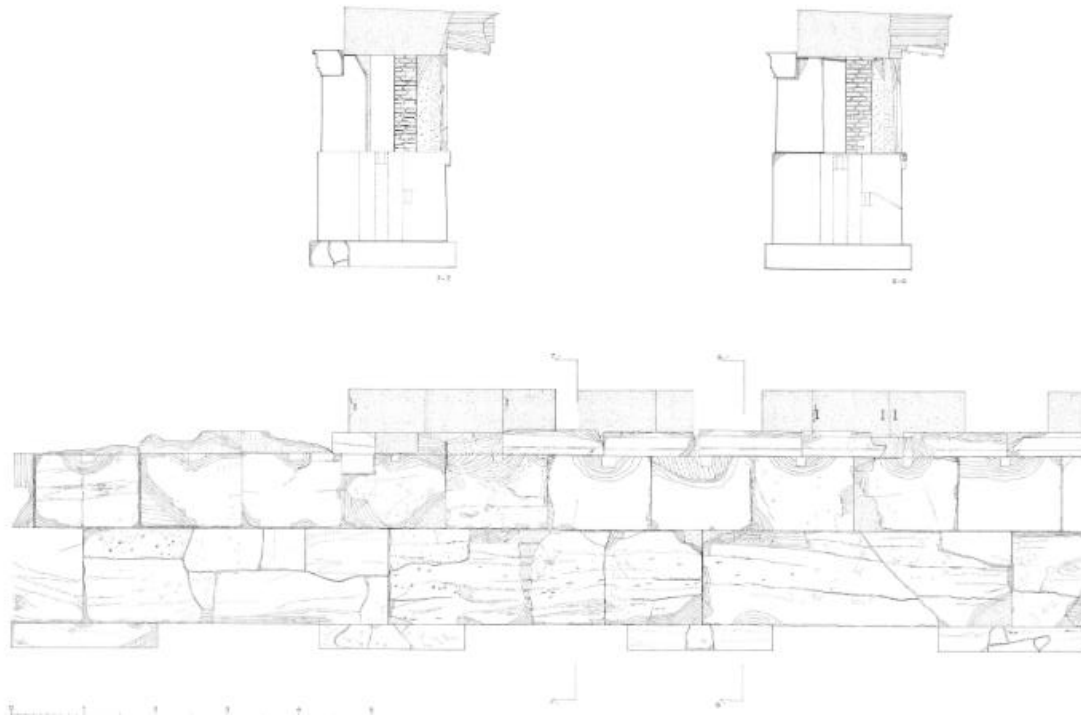
Εικόνα 134: Κατάσταση των μετακίονιων 9, 10, 11 της βόρειας κιονοστοιχίας σε άνοψη, εξωτερική όψη και κάτοψη (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 5)



Εικόνα 137: Κατάσταση των μετακίονιων 3, 4, 5 της βόρειας κιονοστοιχίας σε εσωτερική όψη και τομές (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 6)



Εικόνα 136: Κατάσταση των μετακίονιων 6, 7, 8 της βόρειας κιονοστοιχίας σε εσωτερική όψη και τομές (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 7)

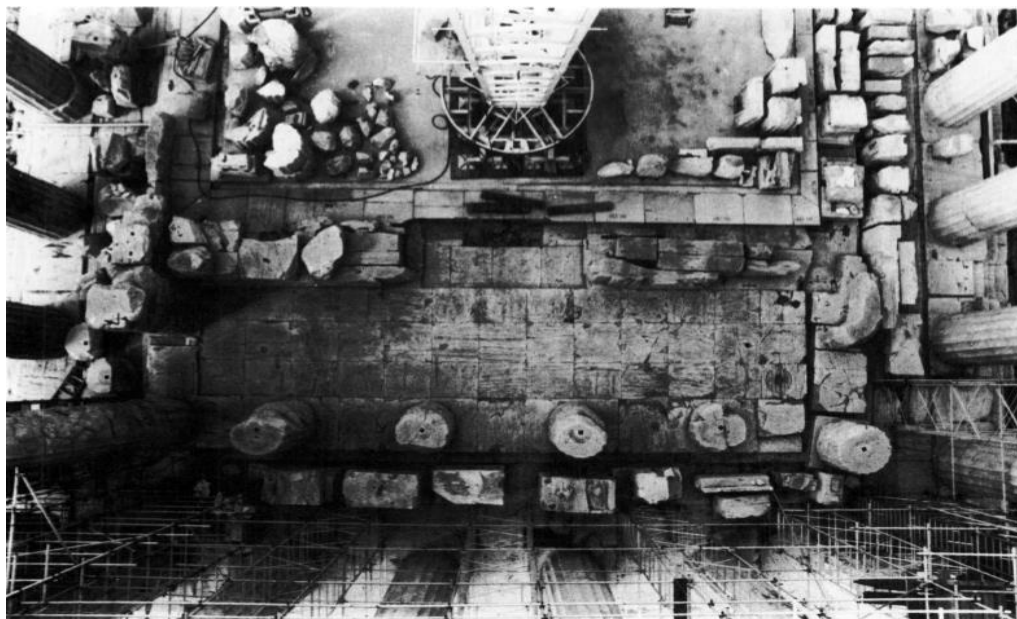


Εικόνα 138: Κατάσταση των μετακίοντων 9, 10, 11 της βόρειας κιονοστοιχίας σε εσωτερική όψη και τομές (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ.Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, Μέρος 2, Σχ. 8)

2.4 Πρόναος

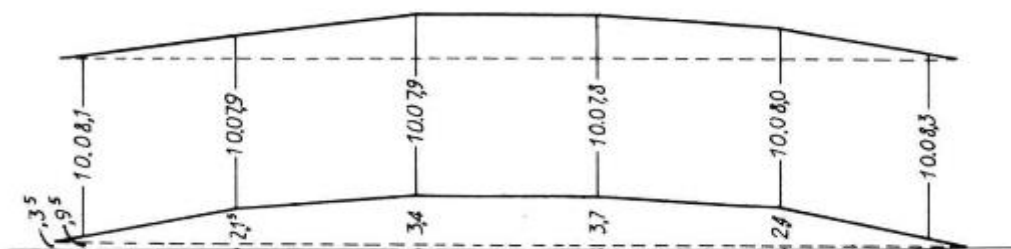
Η ανατίναξη του μνημείου το 1687 προκάλεσε την κατάρρευση ή και την μετέπειτα κατεδάφιση της εξακίονιας εσωτερικής πρόστασης και της ανατολικής πλευράς του σηκού. Πρόκειται, επομένως, για ένα τμήμα του ναού που έχει πληγεί ανεπανόρθωτα. Είχαν προηγηθεί βλάβες λόγω θερμικής θραύσης, συνέπεια της πυρκαγιάς του 267 μ.Χ. Στα νεότερα χρόνια οι έρευνες επικεντρώθηκαν στην αναγνώριση και στην ταυτοποίηση της αρχικής θέσης των διάσπαρτα κατακείμενων μελών. Στο πλαίσιο αυτών των ερευνών σημειώνεται το σύστημα βάσει του οποίου αριθμούνται οι λίθοι στη Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ.Κορρές, Ν.Τογανίδης, Κ.Ζάμπας, Θ.Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 9. Στο ίδιο έργο γίνεται αναφορά στα διαφορετικά αρχιτεκτονικά γνωρίσματα που παρουσιάζει ο Πρόναος, όπως είναι, για παράδειγμα, οι αισθητά λεπτότεροι κίονες σε σχέση με αυτούς του Οπισθοναού.

Ένα ποσοστό των κίωνων του Προναού σώζεται *in situ*: Ο πρώτος κίονας σε ύψος δύο σπονδύλων, ο δεύτερος σε ύψος ενός μόνο σπονδύλου, ο τρίτος και ο τέταρτος σε ύψος τριών σπονδύλων, ο πέμπτος σε ύψος τεσσάρων σπονδύλων (εκ των οποίων ο τέταρτος έχει αναστηλωθεί από τον Ν. Μπαλάνο σε ορθή θέση αλλά λανθασμένο προσανατολισμό) και ο έκτος σε πλήρες ύψος με ανατοποθετημένους σπονδύλους ενισχυμένους με σιδηρούς και ορειχάλκινους συνδέσμους. Τα μέρη των κίωνων εμφανίζουν καλή διατήρηση στη στραμμένη προς το πτερό πλευρά, ενώ στη στραμμένη προς τον τοίχο πλευρά οι βλάβες είναι εκτεταμένες, με ελάχιστα τμήματα των αρχικών επιφανειών να σώζονται και ακόμα και κάποια από αυτά να βρίσκονται σε μερική αποκόλληση λόγω πολλαπλών αποφλοιωτικών ρηγματώσεων. Στον ανατολικό τοίχο σώζονται στη θέση τους σχεδόν όλοι οι ορθοστάτες του νότιου μέρους με τέσσερις από τους υπερκείμενους λίθους και περίπου οι μισοί ορθοστάτες του βόρειου μέρους.

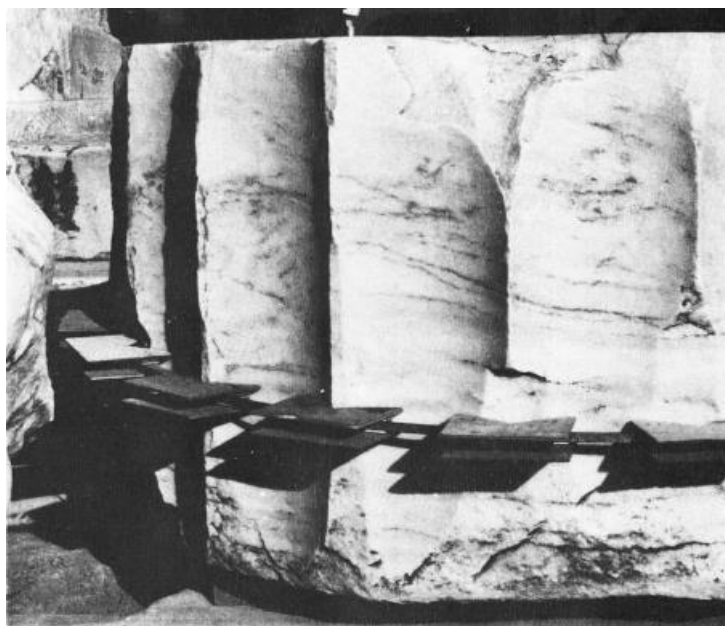


Εικόνα 139: Κάτοψη του Προναού. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 12)

Ως προς τα μετρικά στοιχεία, για τη μέτρηση των διαμέτρων των κίωνων χρησιμοποιείται μεταλλικό πλαίσιο μορφής Π. Από τις πολλαπλές μετρήσεις στους σπονδύλους προσδιορίζεται πως η ολική κάτω διάμετρος μετά την αποκατάσταση των ραβδώσεων είναι 1.649. Η μέτρηση και ο υπολογισμός της άνω διαμέτρου πραγματοποιείται με τη χρήση κατάλληλων μέσων. Για τα πέντε καλύτερα σωζόμενα κιονόκρανα αναδείχθηκε η σταθερή τιμή 1.277 στη βάση του υποτραχηλίου. Τα δεδομένα, επομένως, συγκλίνουν στο ότι οι κίονες του Πρόναου ήταν απολύτως ίσοι μεταξύ τους ως προς την κάτω και την άνω διάμετρο, συνακολούθως και ως προς τη μείωση. Το ύψος του έκτου κίονα Π.Κ 6 μετρούμενο από ανατολικά ισούται με 10.081 m. Το ύψος των λοιπών πέντε κίωνων υπολογίζεται ως η απόσταση μεταξύ της τοξοειδούς άνω γραμμής του στυλοβάτη και της πολυγωνικής κάτω γραμμής του επιστυλίου, και προκύπτει ίσο με 10.083 m για τον Π.Κ 1, 10.080 m για τον Π.Κ 2, 10.078 m για τον Π.Κ 3, και 10.079 m για τον Π.Κ 4 και για τον Π.Κ 5.



Εικόνα 140: Σκαρίφημα για την παρουσίαση των υψών των κίωνων του Πρόναου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 15)



Εικόνα 141: Συμπλήρωση-μέτρηση της περιμέτρου ενός σπονδύλου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 21)

Συνοπτικά, οι δομικές βλάβες που παρουσιάζουν οι λίθοι των κίωνων, των τοίχων και των παραστάδων είναι οι εξής:

Οι θερμικές θραύσεις με τη μορφή αποφλοιώσεων και διαρρήξεων.

Οι θραύσεις που εμφανίζονται κατά μήκος ακμών λόγω των στατικών και δυναμικών καταπονήσεων στο πέρασμα των χρόνων, όπως αυτές στην περίμετρο των κίωνων. Ενδεικτικές είναι οι απώλειες μάζας που παρατηρούνται στην ανατολική πλευρά ορισμένων σπονδύλων: Στον πρώτο σπόνδυλο του Π.Κ 1, στον πρώτο του Π.Κ 2, στον δεύτερο του Π.Κ 3, στον τρίτο του Π.Κ 4, στον πέμπτο του Π.Κ 5, καθώς και στον τέταρτο και έκτο σπόνδυλο του Π.Κ 6.

Η καταστροφή επιφανειών με βαριά εργαλεία σε περιόδους λεηλασιών του μνημείου, δηλαδή βαθιές απολαξεύσεις γύρω από τους συνδέσμους για την αφαίρεση σιδήρου και μολύβδου, απόσπαση τεμαχίων κατά μήκος των ακμών των λίθων, τεμαχισμός των λίθων.

Ο τεμαχισμός των λίθων με πυρίτιδα, που προκλήθηκε κατά την ανατίναξη του 1687.

Η ρηγμάτωση και ο τεμαχισμός λόγω της οξειδωσης και διόγκωσης των αρχαίων σιδηρών συνδέσμων και γόμφων.

Οι ρηγματώσεις εξαιτίας της διόγκωσης των οξειδωμένων σιδήρων που προστέθηκαν στις αναστηλώσεις. Το φαινόμενο είναι έντονο στους δέκα ανατοποθετημένους σπονδύλους του Π.Κ 6 και στους τρεις αναστηλωμένους λίθους της ΝΑ παραστάδος.

Από επιλύσεις που έχουν γίνει στο παρελθόν, συγκεκριμένα με τους τρεις κίονες του Προνάου και τα επιστύλια στην αρχική κατάσταση, με ρήγματα, απώλειες και διάφορες περιπτώσεις συνδέσεων, έχει δειχθεί ότι τέτοιες βλάβες όπως αυτές των κίωνων του Προνάου συνεπάγονται σημαντική μείωση της ευστάθειας.



Εικόνα 143: Κίονας του Πρόναου (Μελέτη Αποκατάστασης του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδη ς, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. Φ4., σ. 95)



Εικόνα 142: Κίονας του Πρόναου (Μελέτη Αποκατάστασης του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδη ς, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. Φ4., σ. 95)



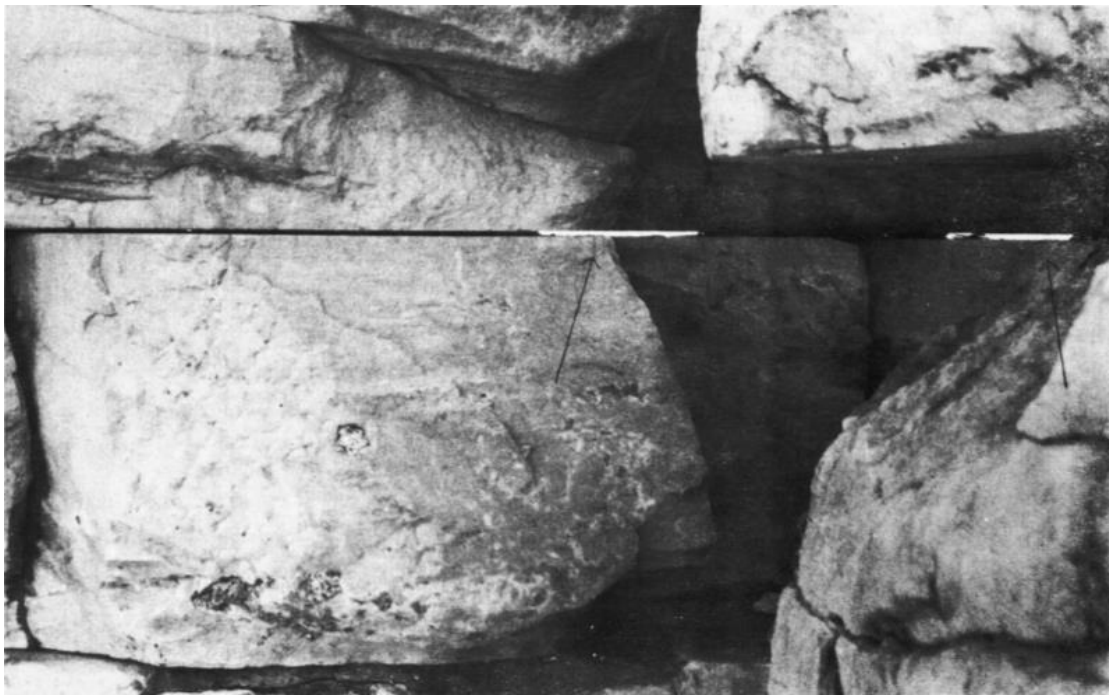
*Εικόνα 144: Ο 6ος κίονας του Πρόναου
(Μελέτη Αποκαταστάσεως του
Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν.
Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης,
κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989 , Πίν.
Φ5., σ. 96)*



*Εικόνα 145: Τεμάχιο με εμφανή ίχνη
σφυροκοπημάτων.
(Μελέτη Αποκαταστάσεως του
Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν.
Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης,
κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 67)*

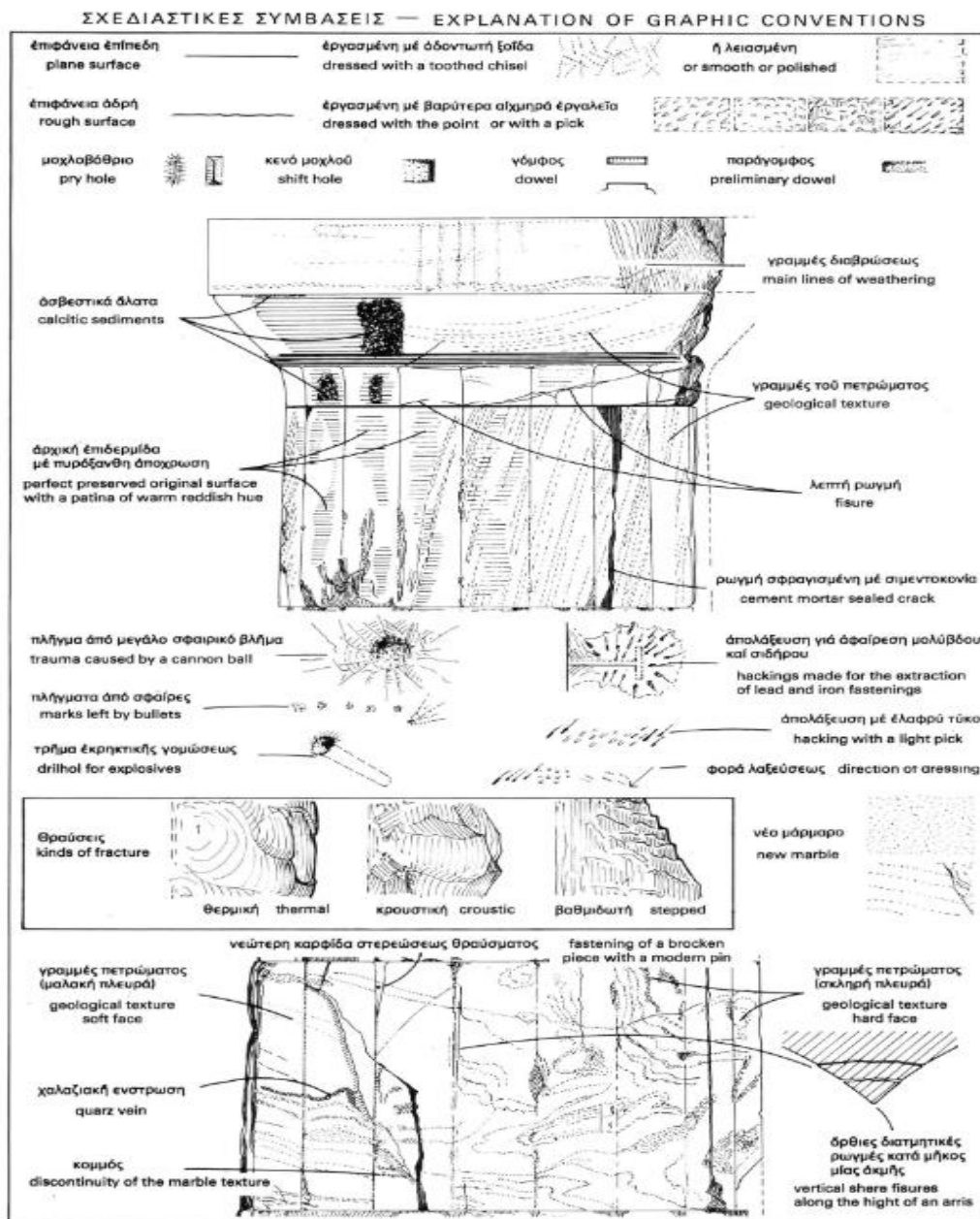


Εικόνα 146: Τμήμα εκρηκτικής γόμωσης. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 67)

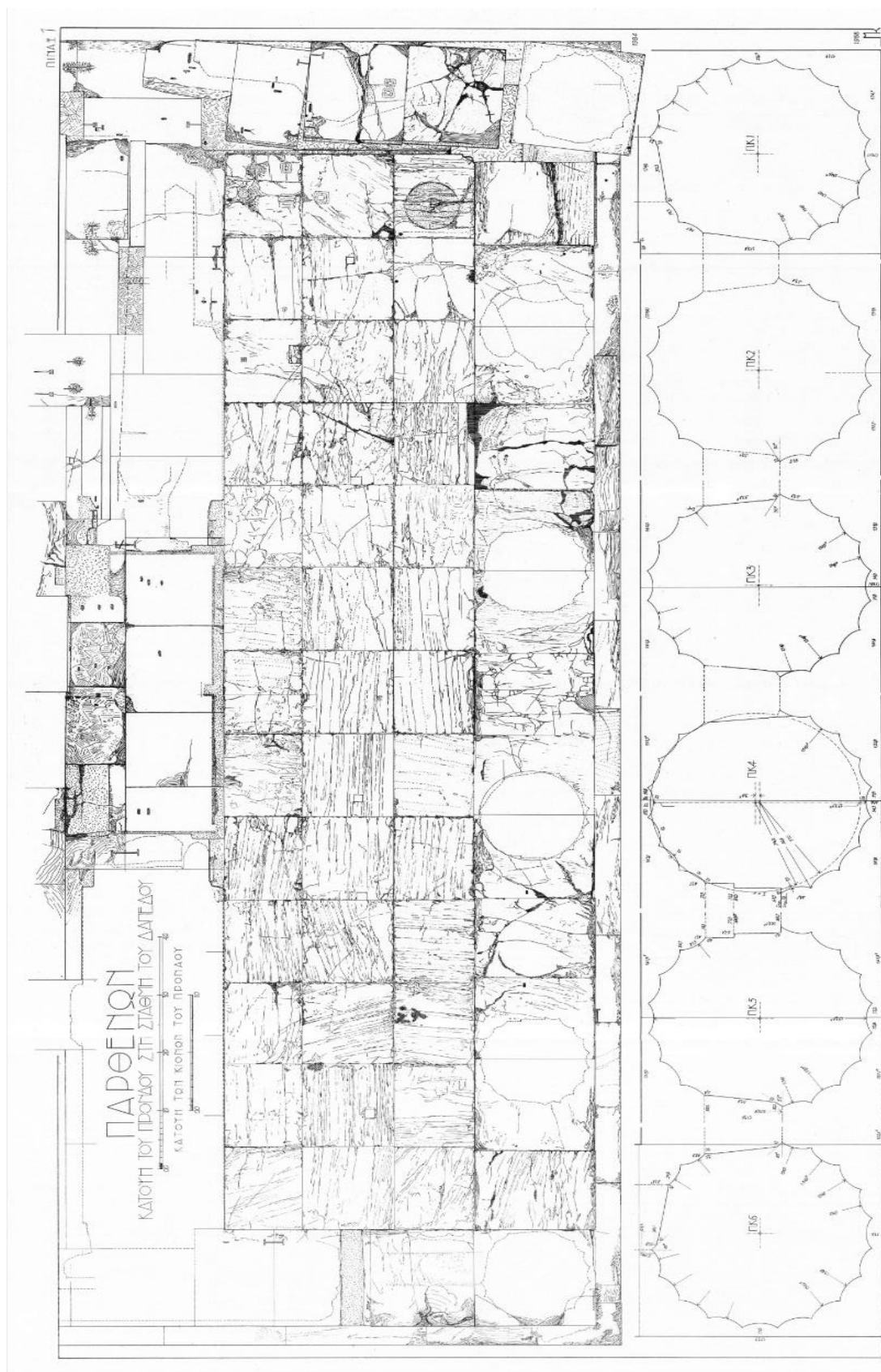


Εικόνα 147: Ανασήκωση αναστηλωμένων λίθων της ΝΑ παραστάδος λόγω διόγκωσης σιδηρών συνδέσμων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2α, Μ. Κορρές, Ν. Τογανίδης, Κ. Ζάμπας, Θ. Σκουλικίδης, κ.α., ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 67)

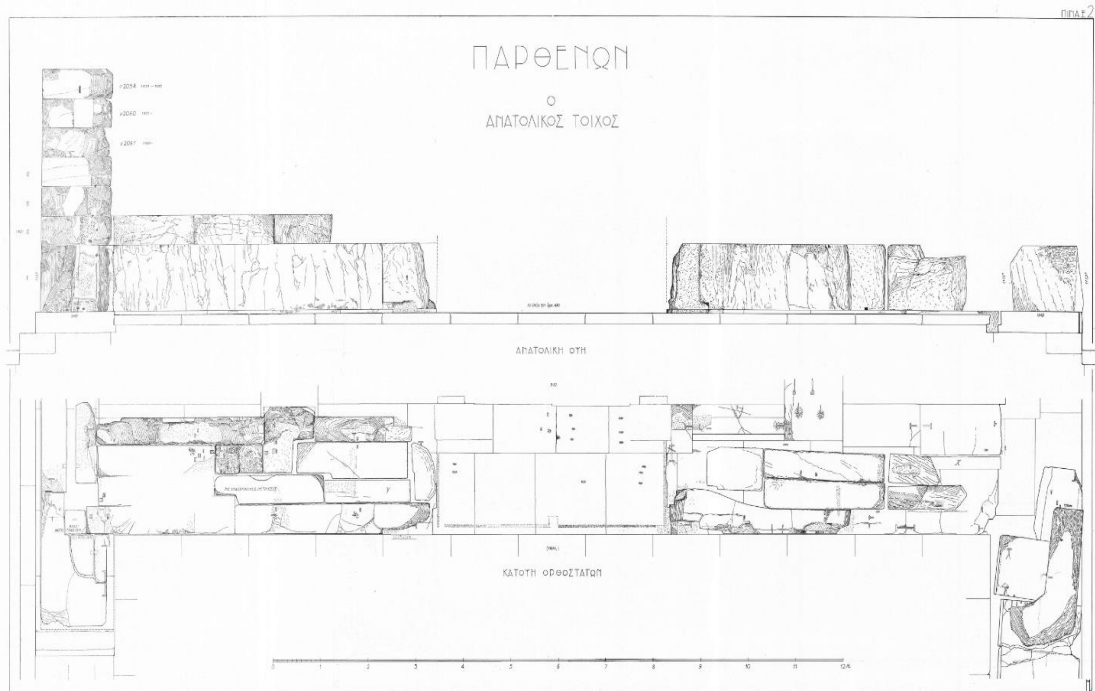
Στα σχέδια των εικόνων που ακολουθούν οι μετρήσεις έχουν γίνει με ελεγμένα όργανα (την περίοδο 1981-1988) και ακολουθείται σχεδίαση υπό κλίμακα (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ.5). Για τις γεωμετρικά καθαρές μορφές το μέγιστο σφάλμα των μετρήσεων είναι της τάξης του ενός χιλιοστόμετρου. Τα σχέδια των εικόνων 148 έως και 151 αποτυπώνουν την υφιστάμενη κατάσταση του Πρόναου στη διάρκεια αυτών των μετρήσεων, και στις 152 έως και 155 δίνεται η γραφική σύνθεση των σωζόμενων λίθων διαφόρων μερών του με σκοπό την παρουσίαση της γενικής κατάστασης αυτών.



Εικόνα 148: Επεξήγηση των σχεδιαστικών συμβάσεων (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, σ. 8)



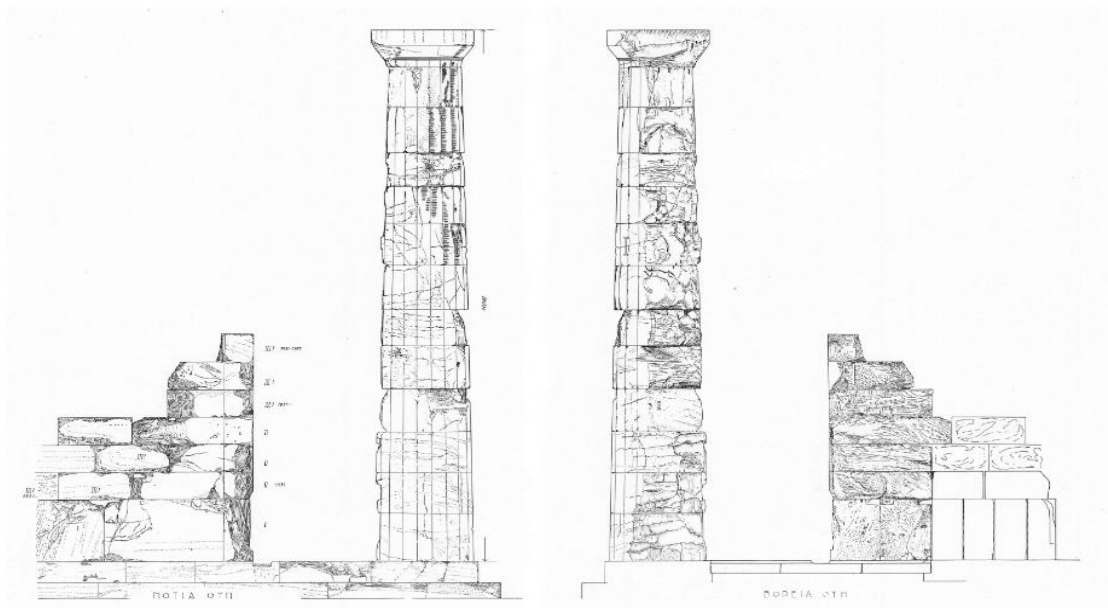
Εικόνα 149: Κάτοψη του Προναού στη στάθμη του δαπέδου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 1)



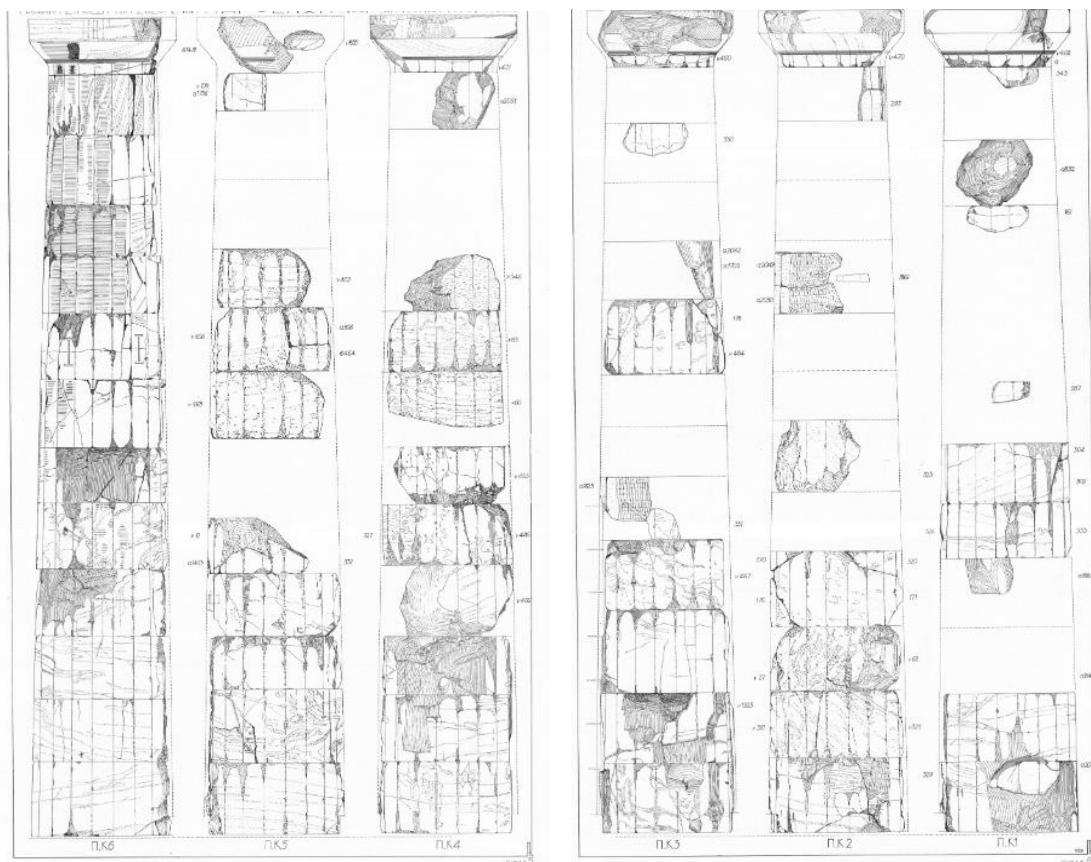
Εικόνα 150: Κάτοψη και Όψη του Θυραίου τοίχου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 2)



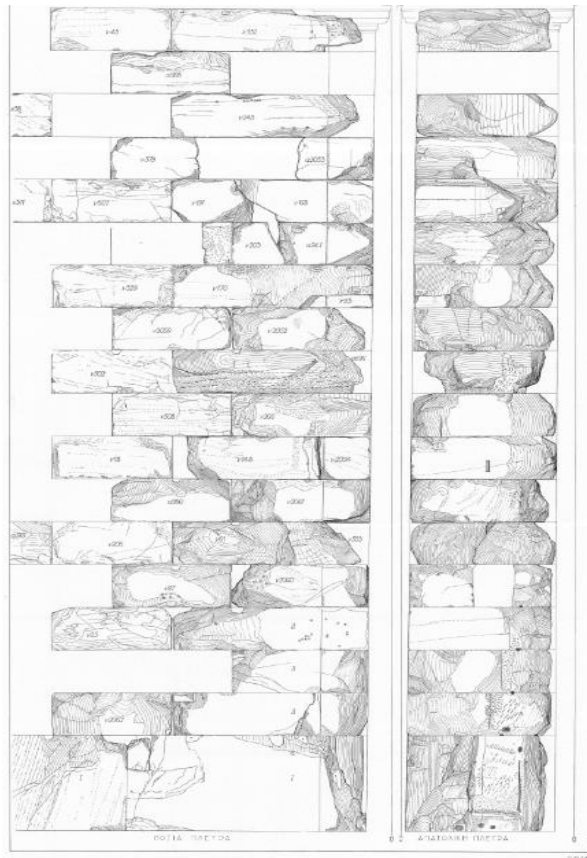
Εικόνα 151: Ανατολική πλευρά του Προναού (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 3)



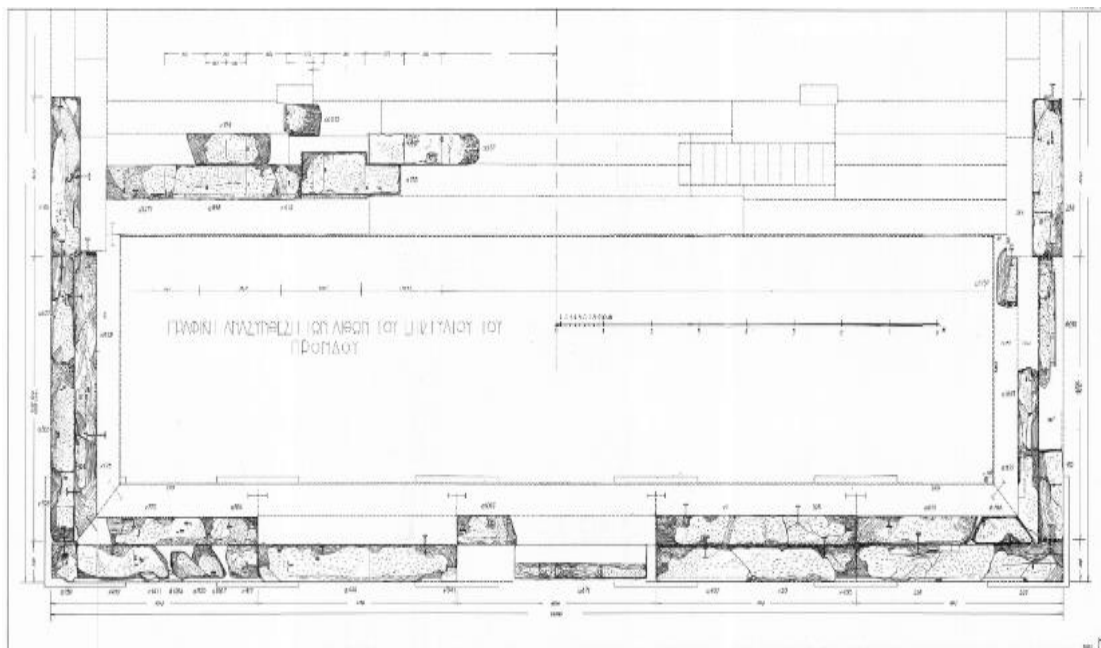
Εικόνα 153: Νότια πλευρά του Προνάου. Νότια και βόρεια όψη. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 4)



Εικόνα 152: Γραφική σύνθεση των σωζόμενων λίθων των κίονων Π.Κ 1-6 του Προνάου. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 5-6)



Εικόνα 154: Γραφική σύνθεση των σωζόμενων λίθων της ΝΑ παραστάδος. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 7)



Εικόνα 155: Γραφική σύνθεση των σωζόμενων λίθων των επιστυλίων του Προναού. (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 8)

3 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΙΟΝΑ ΤΟΥ ΠΡΟΝΑΟΥ ΣΤΟ 3DEC

3.1 Τεκμηρίωση της επιλογής του λογισμικού 3DEC

Για τη διερεύνηση της συμπεριφοράς των κίωνων σε σεισμική διέγερση επιλέχθηκε το λογισμικό 3DEC (Version 5.2) της εταιρείας ITASCA το οποίο συνίσταται στη μέθοδο των διακριτών στοιχείων (distinct element method).

Η μέθοδος είναι επαναληπτική και πραγματοποιεί υπολογισμό των μετακινήσεων των σωμάτων λαμβάνοντας υπόψη τις δυνάμεις που αναπτύσσονται στις διεπιφάνειες σε κάθε βήμα. Διαφέρει από τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων και των πεπερασμένων διαφορών και μπορεί να χαρακτηριστεί ως υβριδική διότι συνδυάζει στοιχεία συνεχούς αλλά και ασυνεχούς συμπεριφοράς. Οι κώδικες που βασίζονται στις δύο προαναφερόμενες μεθόδους παρουσιάζουν αδυναμίες ως προς την επίλυση τέτοιων προβλημάτων, που απαιτούν άμεσο υπολογισμό των νέων επαφών και συνθηκών σε κάθε επαναληπτικό βήμα, και την ανταπόκριση σε πιο πολύπλοκες δυναμικές φορτίσεις, είναι πιο ασταθείς σε περιπτώσεις μεγάλων μετακινήσεων και, κυρίως, έχουν πολύ υψηλό υπολογιστικό κόστος. Αντίθετα, η αριθμητική προσομοίωση με τη μέθοδο των διακριτών στοιχείων κρίνεται, για παράδειγμα, πιο κατάλληλη για δυναμικά προβλήματα, μη-γραμμικά προβλήματα, προβλήματα διάδοσης κυμάτων και προβλήματα μεγάλων μετακινήσεων. Τα σώματα θεωρούνται είτε ως άκαμπτα είτε ως παραμορφώσιμα τεμάχια που αλληλεπιδρούν στις επιφάνειες επαφής τους επιτρέποντας τη διατμητική κίνηση, την περιστροφή των τεμαχίων αλλά και τον πλήρη διαχωρισμό – αποκόλληση αυτών. Η μηχανική συμπεριφορά των αρμών προσομοιώνεται μέσω του γενικευμένου μοντέλου Mohr-Coulomb. Το σύνολο του θεωρητικού υποβάθρου συμπεριλαμβανομένων των εξισώσεων που εφαρμόζονται για την περιγραφή της κίνησης των σωμάτων δίνεται από τον οδηγό του προγράμματος στην ενότητα “3DEC Theory and Background” (<http://docs.itascacg.com/3dec700/3dec/docproject/source/theory/theory.html?node2046>).

Η επιλογή του συγκεκριμένου κώδικα τεκμηριώνεται καθώς υπάρχουν στοιχεία από αριθμητικές αναλύσεις σε συνδυασμό με πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί στο Εργαστήριο Αντισεισμικής Τεχνολογίας του ΕΜΠ, σύμφωνα με τα οποία ο κώδικας αυτός προβλέπει με ικανοποιητική ακρίβεια την απόκριση τέτοιων σπονδυλωτών κατασκευών. Μάλιστα, αναφέρεται και στη βιβλιογραφία (Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος, Κ. Ζάμπας, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002, σελ. 48) πως ήδη από το 1996 στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος Environment της Ευρωπαϊκής Ένωσης πραγματοποιήθηκαν αριθμητικές διερευνήσεις της σεισμικής συμπεριφοράς κίωνων με τον κώδικα 3DEC οι οποίες στη συνέχεια επαληθεύτηκαν με πειράματα στη σεισμική τράπεζα του ΕΜΠ σε μαρμάρينو ομοίωμα ενός κίονα του πρόναου του Παρθενώνα σε κλίμακα 1:3. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων από την αριθμητική προσομοίωση και από το πείραμα έδειξε ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ τους, η οποία επιτρέπει τη χρήση του 3DEC για τη μελέτη της συμπεριφοράς των αρχαίων κίωνων υπό σεισμική διέγερση παρά την πολυπλοκότητα και τη μεγάλη ευαισθησία στις αλλαγές τέτοιων συστημάτων.

3.2 Παρουσίαση των διαφορετικών μοντέλων του κίονα

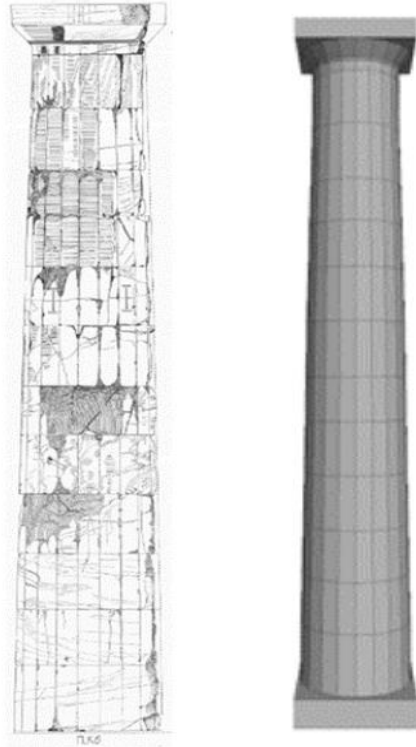
3.2.1 Χωρίς φθορές

Ο κίονας που επιλέχθηκε προκειμένου να διερευνηθεί η σεισμική του συμπεριφορά είναι ο αναστηλωμένος (6^{ος} ή νοτιοανατολικός) κίονας του πρόναου. Ο κίονας προσομοιώνεται αρχικά χωρίς φθορές (μοντέλο I ή non-damaged ή με ένδειξη «μη-βλάβη»: “non-damage” στα γραφήματα). Τα γεωμετρικά δεδομένα αντλήθηκαν αποκλειστικά με γραφικές μετρήσεις πάνω στα σχέδια όπως αυτά παρουσιάζονται στη βιβλιογραφία, συγκεκριμένα στη Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989 (εικόνα 156-157). Η κλίμακα για τις γραφικές μετρήσεις προκύπτει από το συσχετισμό των τιμών που μετρήθηκαν με το συνολικό ύψος του κίονα, το οποίο δίνεται στη βιβλιογραφία 10.081 m, και τη μέγιστη κάτω διάμετρο, που είναι καταγεγραμμένη 1.649 m. Ο κίονας αποτελείται από 12 σπονδύλους, καθένας από τους οποίους προσομοιώνεται ως «τύμπανο» (“poly drum”) με διαφορετική κάτω και άνω διάμετρο (εικόνα 159-160), και από το κιονόκρανο το οποίο προσομοιώνεται ως ενιαίο τεμάχιο (εικόνα 161). Επίσης, κάτωθεν του κατώτατου σπονδύλου έχει τοποθετηθεί σχεδόν τετράγωνη βάση (διαστάσεων 1.724 x 1.876 m).

Για καλύτερη εποπτεία της γεωμετρίας στην προσομοίωση του κίονα παρατίθεται το πλήρες σχετικό αρχείο στο Παράρτημα 1.

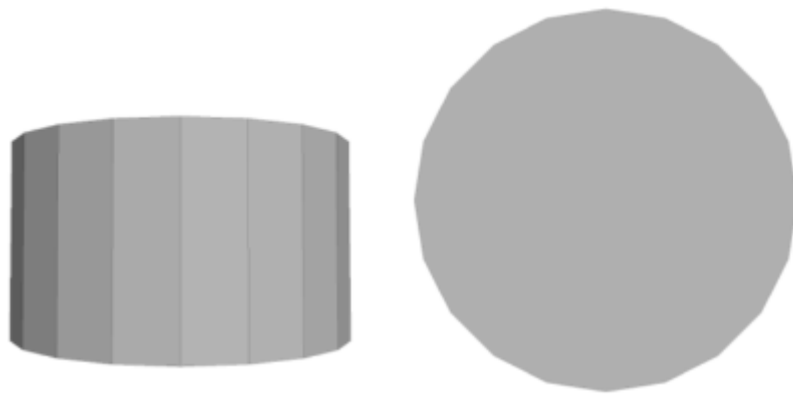


Εικόνα 156: Η ανατολική όψη των κίωνων της πρόστασης του πρόναου (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 3)



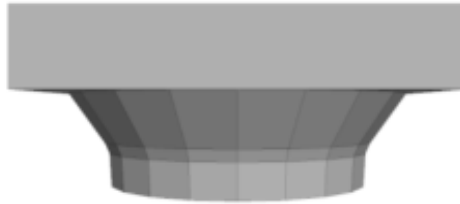
Εικόνα 157: Ο 6ος κίονας του πρόναου (με φθορές) όπως δίνεται στη βιβλιογραφία (Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2β, Μ. Κορρές, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989, Πίν. 5-6)

Εικόνα 158: Προσομοίωση του 6ου κίονα του πρόναου στο 3DEC χωρίς φθορές



Εικόνα 159: Όψη τυπικού σπονδύλου χωρίς φθορές (poly drum) στο 3DEC

Εικόνα 160: Κάτοψη τυπικού σπονδύλου χωρίς φθορές (poly drum) στο 3DEC

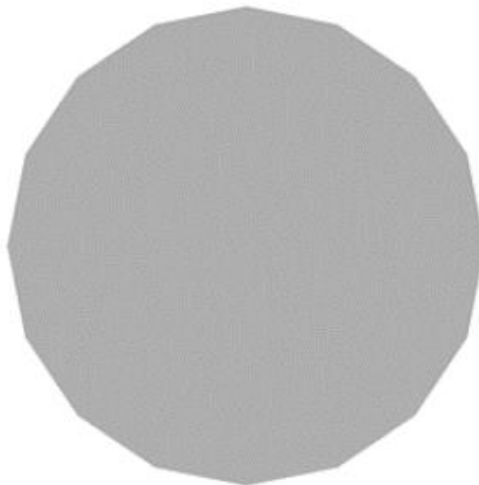


Εικόνα 161: Προσομοίωση του κινούκρανου ως ενιαίο τεμάχιο χωρίς φθορές στο 3DEC

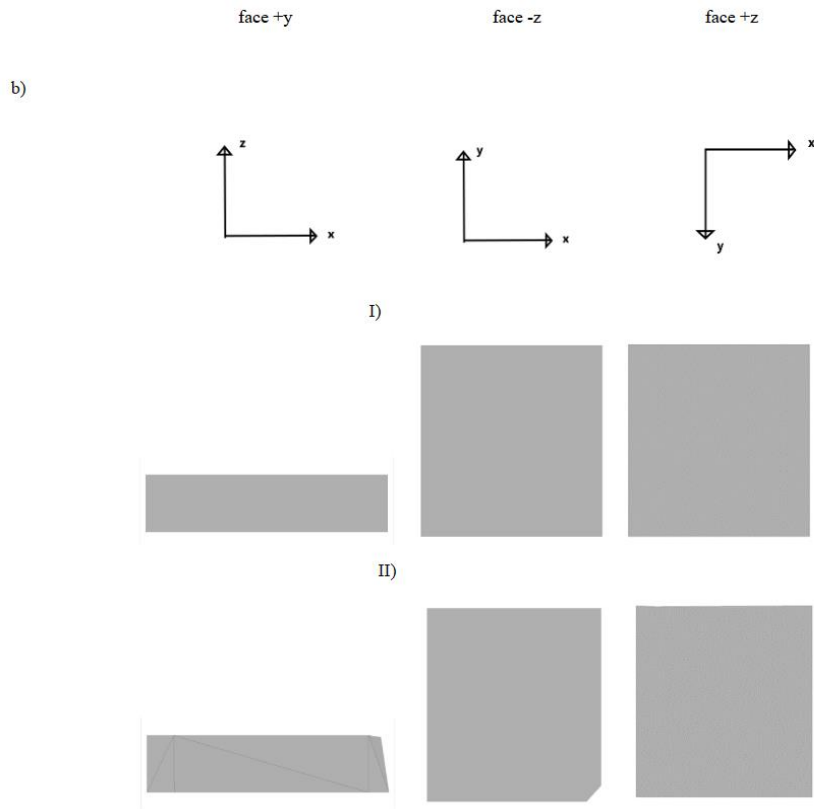
3.2.2 Με φθορές

Σε συνέχεια των παραπάνω ο κίονας προσομοιώνεται με φθορές (μοντέλο II ή damaged ή με ένδειξη «βλάβη»: "damage" στα γραφήματα). Προκειμένου να εφαρμοστούν οι απώλειες του υλικού οι σπόνδυλοι προσομοιώνονται ως "poly prism" με χρήση 16 βασικών σημείων στην κάτω και στην άνω επιφάνεια (εικόνα 162) στα οποία προστίθενται και επιπλέον σημεία, διαφορετικού αριθμού κατά περίπτωση, για τη σχηματοποίηση των φθορών που έχουν επιλεγεί. Οι φθορές που εφαρμόζονται έχει γίνει προσπάθεια να προσεγγίζουν κατά το δυνατό μερικές από αυτές που έχουν αποτυπωθεί στο σχέδιο της εικόνας 157. Στις εικόνες 163 έως 180 παρουσιάζονται οι φθορές κάθε επιμέρους τμήματος του κίονα σε σύγκριση με το αντίστοιχο χωρίς φθορές ώστε αυτές να καταστούν εμφανείς και κατανοητές.

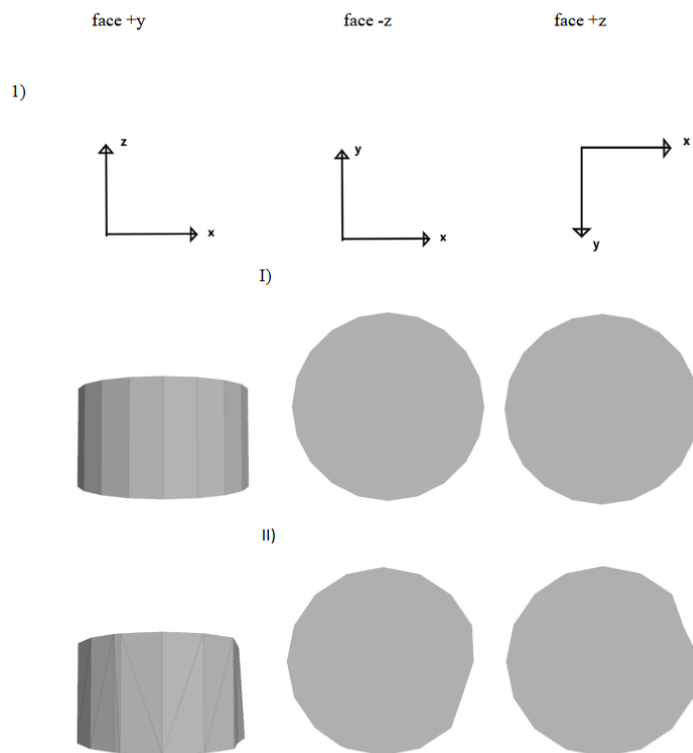
Ομοίως με προηγούμενως, το αντίστοιχο αρχείο του κώδικα παρατίθεται ολόκληρο στο Παράρτημα 1.



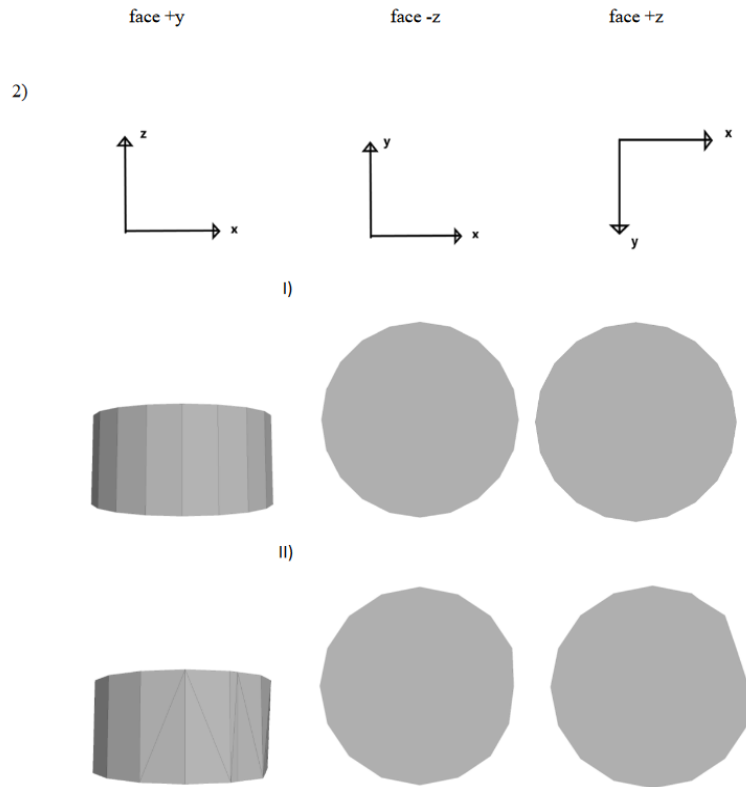
Εικόνα 162: Κάτοψη τυπικού σπονδύλου ως poly prism με 16 σημεία στο 3DEC χωρίς φθορές



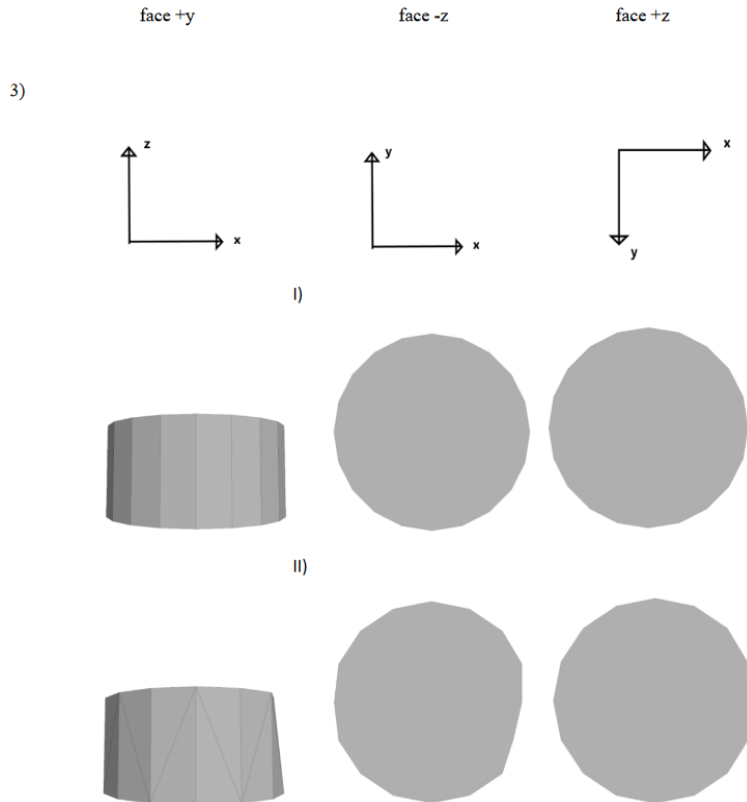
Εικόνα 163: Συγκριτική παρουσίαση της βάσης (b) του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



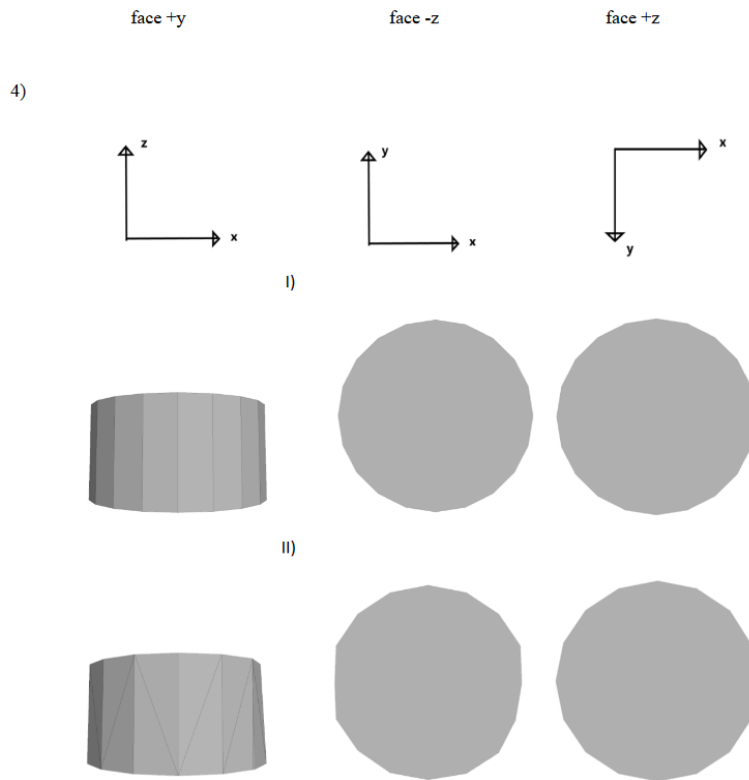
Εικόνα 164: Συγκριτική παρουσίαση του 1ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



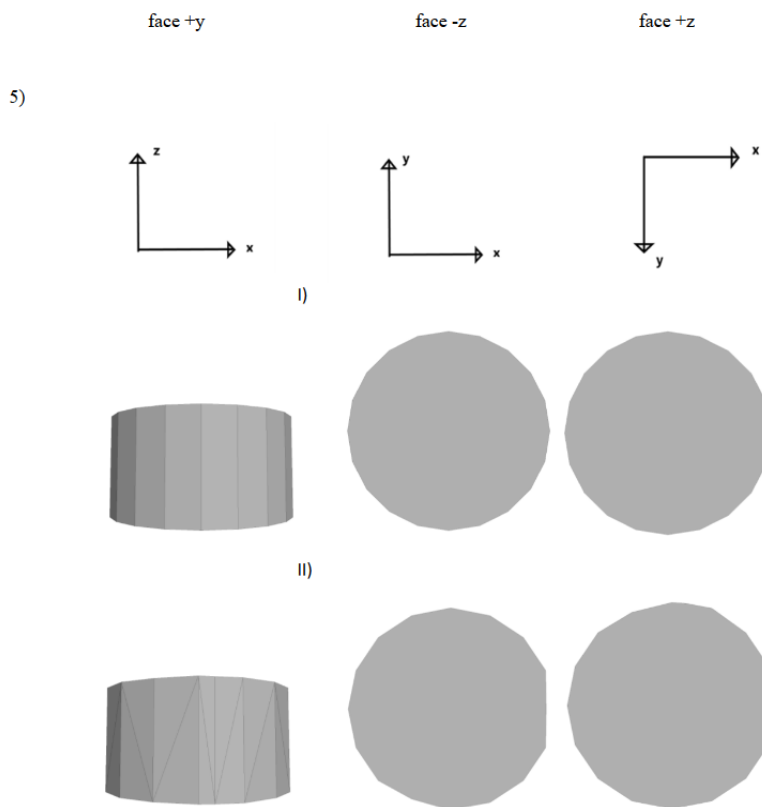
Εικόνα 165: Συγκριτική παρουσίαση του 2ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



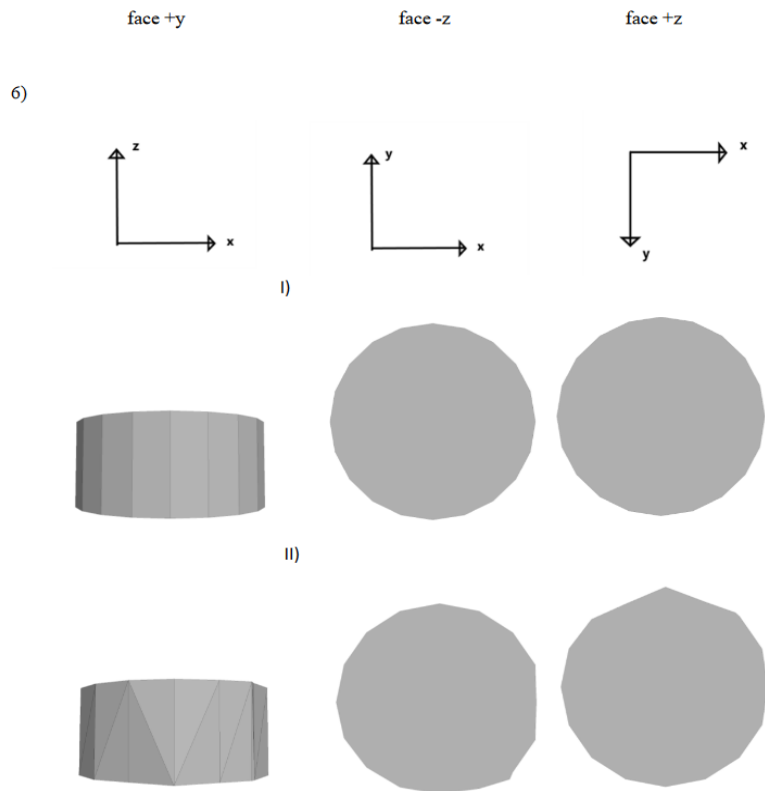
Εικόνα 166: Συγκριτική παρουσίαση του 3ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



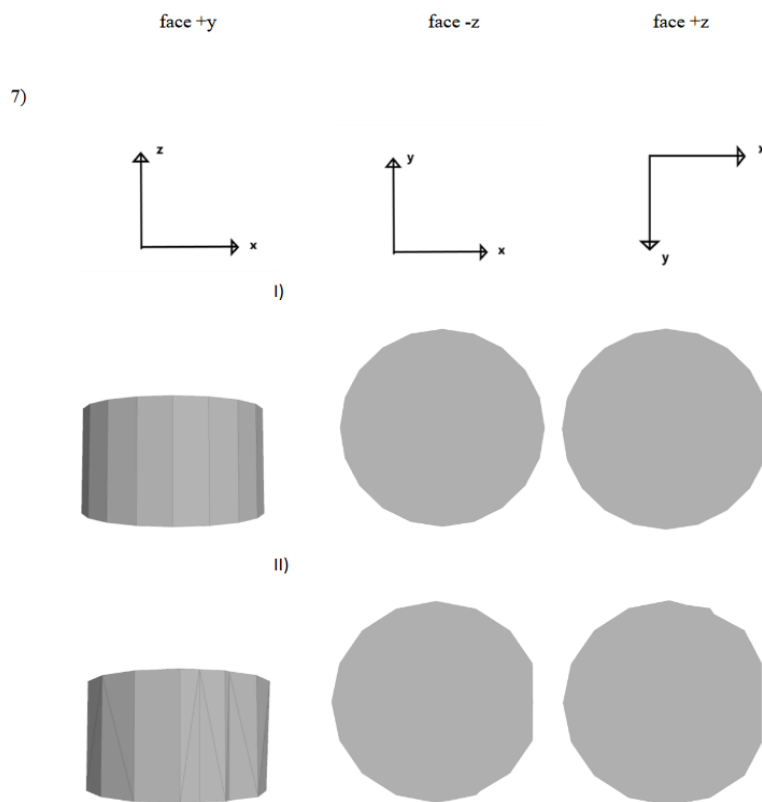
Εικόνα 167: Συγκριτική παρουσίαση του 4ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



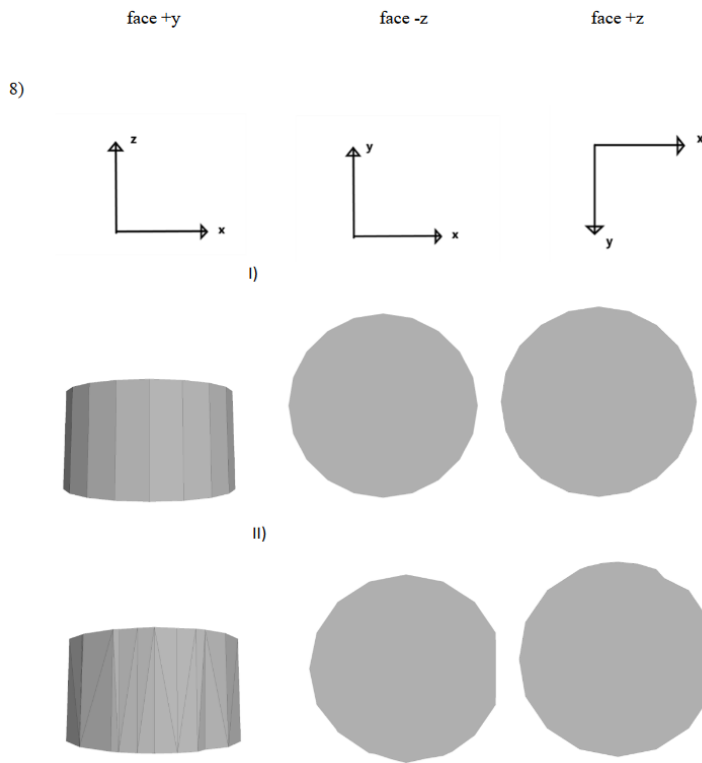
Εικόνα 168: Συγκριτική παρουσίαση του 5ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



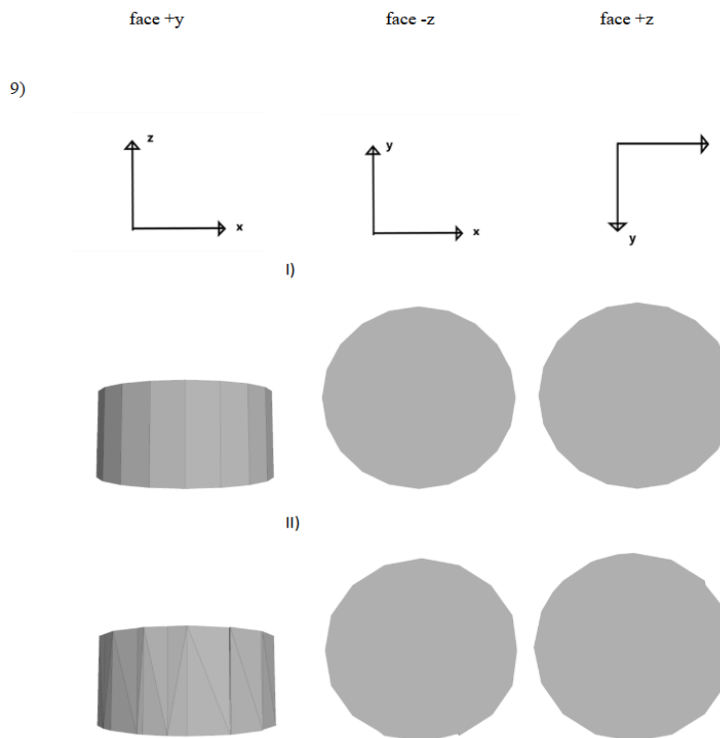
Εικόνα 169: Συγκριτική παρουσίαση του 6ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



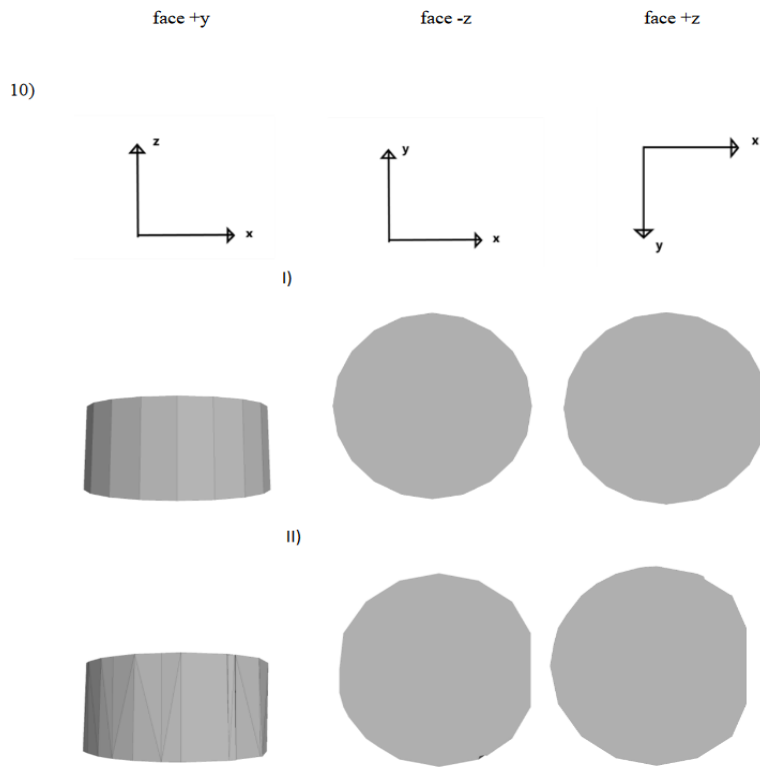
Εικόνα 170: Συγκριτική παρουσίαση του 7ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



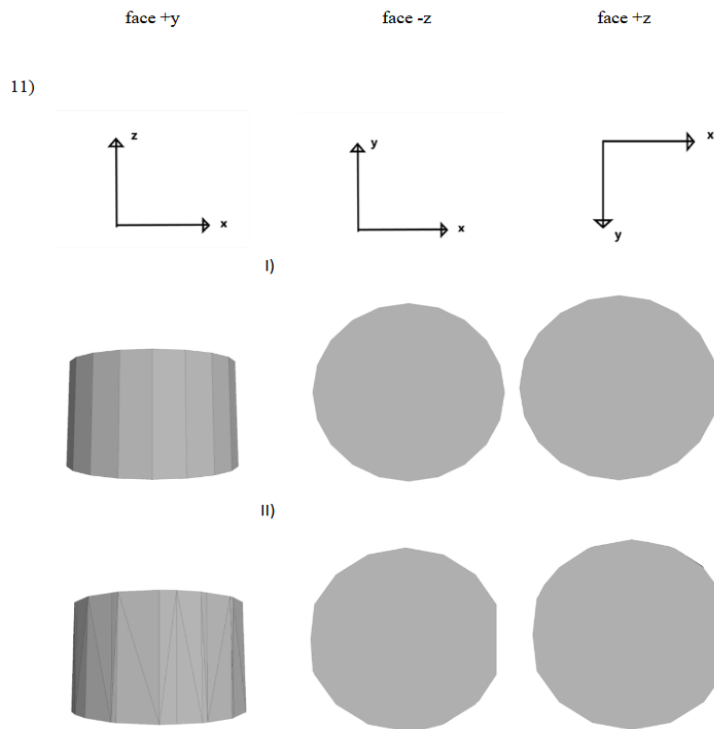
Εικόνα 171: Συγκριτική παρουσίαση του 8ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



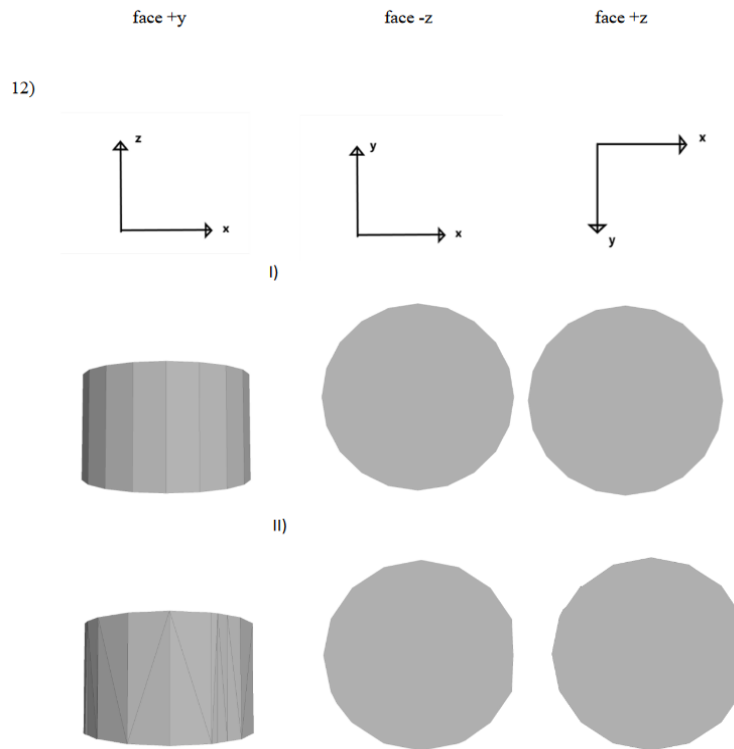
Εικόνα 172: Συγκριτική παρουσίαση του 9ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



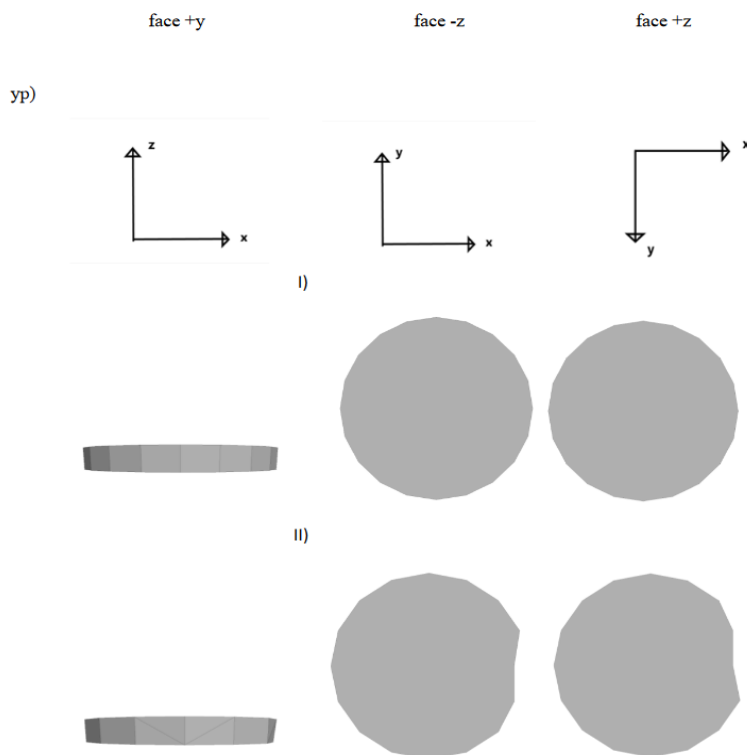
Εικόνα 173: Συγκριτική παρουσίαση του 10ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



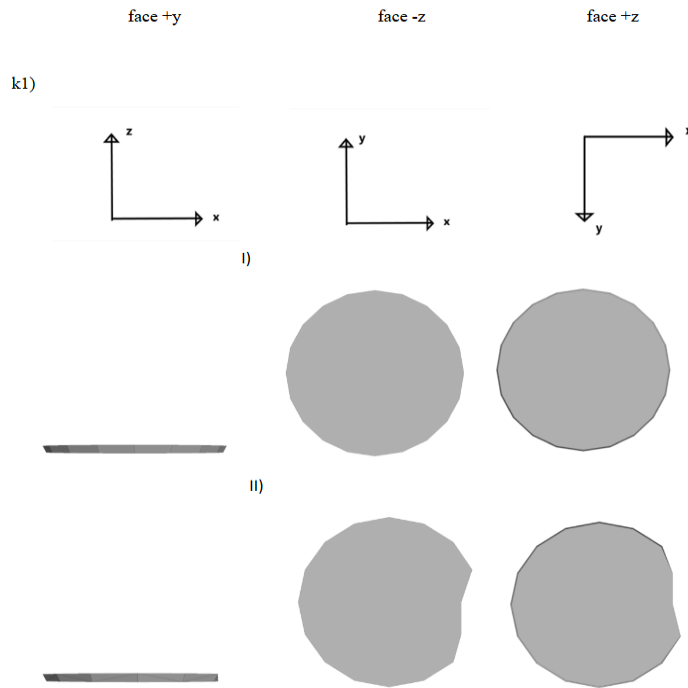
Εικόνα 174: Συγκριτική παρουσίαση του 11ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



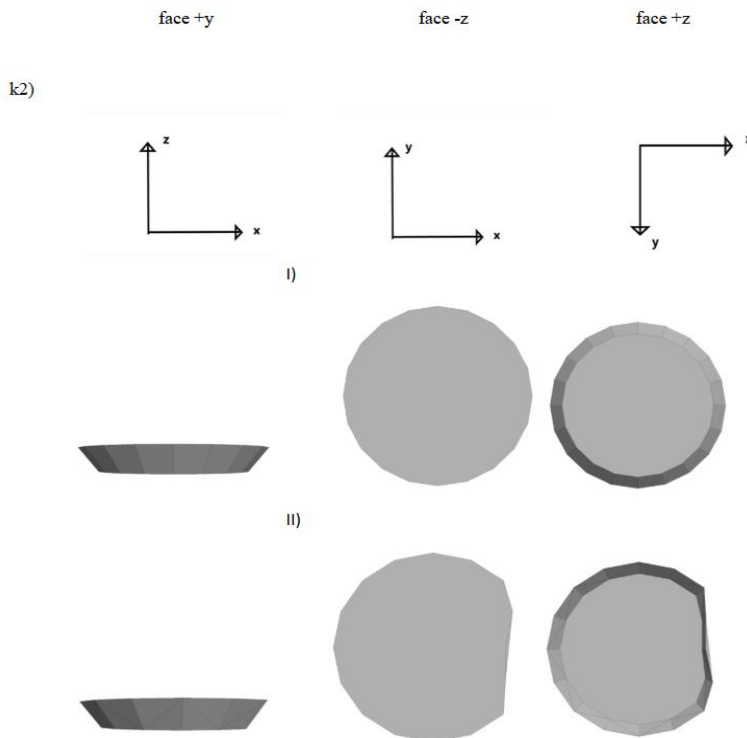
Εικόνα 175: Συγκριτική παρουσίαση του 12ου σπονδύλου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



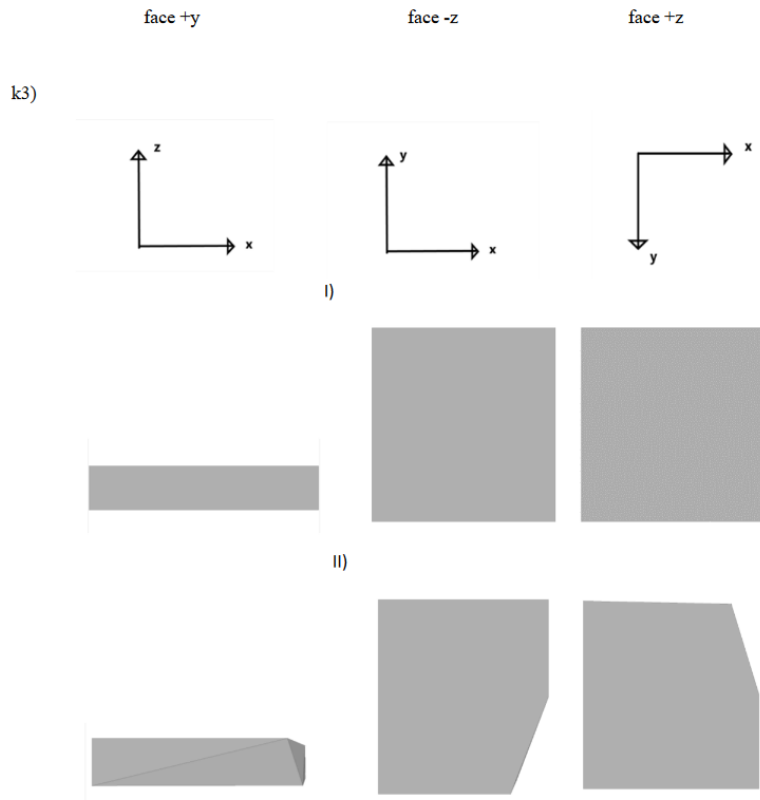
Εικόνα 176: Συγκριτική παρουσίαση του υποτραχηλίου του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



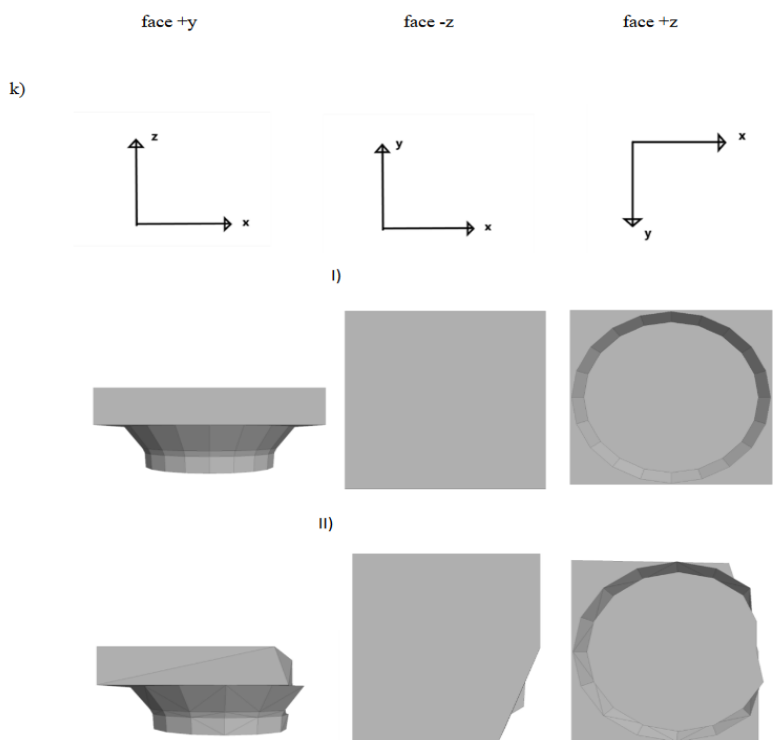
Εικόνα 177: Συγκριτική παρουσίαση τμήματος του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



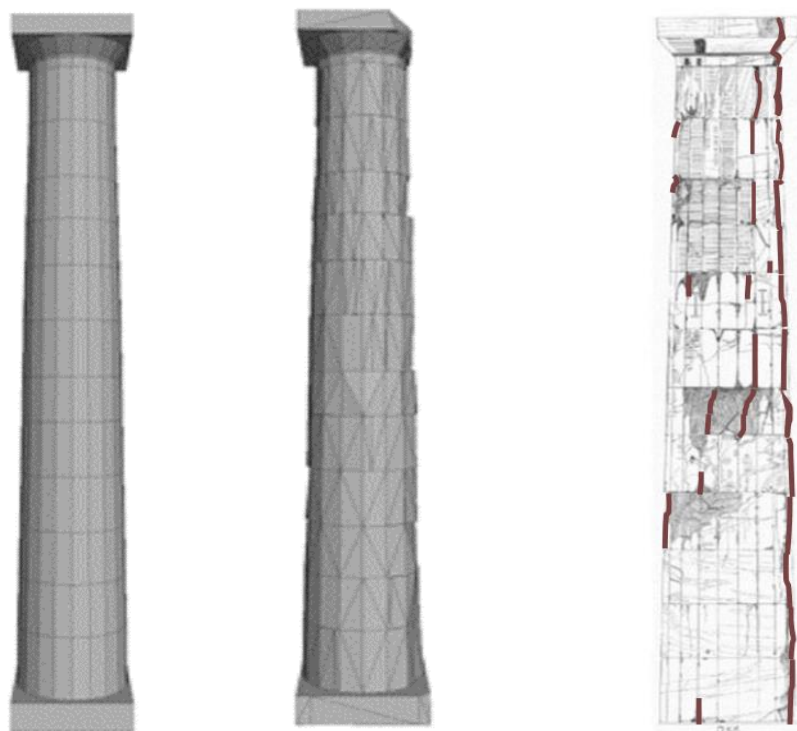
Εικόνα 178: Συγκριτική παρουσίαση τμήματος του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



Εικόνα 179: Συγκριτική παρουσίαση τμήματος του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



Εικόνα 180: Συγκριτική παρουσίαση του συνόλου του κιονόκρανου του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές) σε όψη, κάτοψη και άνοψη



Εικόνα 181: Συγκριτική παρουσίαση του κίονα στο μοντέλο I και στο μοντέλο II (χωρίς φθορές και με φθορές)

3.3 Προσομοίωση κίωνων με το λογισμικό 3DEC

Όπως προαναφέρθηκε, για την προσομοίωση των κίωνων στο 3DEC δημιουργούνται αρχεία δεδομένων με την κατάλληλη γεωμετρία. Στις εικόνες 182 και 183 παρουσιάζονται ενδεικτικά αποσπάσματα από τα αρχεία αυτά, για την προσομοίωση του 2^{ου} σπονδύλου στο μοντέλο I (χωρίς φθορές) στο μοντέλο II (με φθορές) του κίονα.

Στα μοντέλα προσομοίωσης δεν έχουν ληφθεί υπόψη οι σύνδεσμοι και τα σφραγίσματα από τις αναστηλώσεις. Επίσης, όσον αφορά το μοντέλο II, οι τυχόν απώλειες υλικού στην εσωτερική πλευρά του κίονα έχουν αγνοηθεί.

Το εκάστοτε αρχείο των γεωμετρικών δεδομένων καλείται από το πρόγραμμα αφού έχουν οριστεί το είδος της ανάλυσης (δυναμική) που θα ακολουθηθεί και οι βασικές παράμετροι. Στο πλαίσιο αυτό έχει οριστεί, για τις συγκεκριμένες αναλύσεις, η ενημέρωση του μοντέλου για τη θέση και τις επαφές και υπο-επαφές να πραγματοποιείται σε κάθε ένα κύκλο, καθώς και η γενική ανοχή του μοντέλου, πχ. για την ελάχιστη απόσταση μεταξύ σημείων του πλέγματος, να ισούται με 0.001. Η ανοχή για την απόσταση επαφής ορίζεται αυτόματα ως πέντε φορές η γενική ανοχή, δηλαδή εδώ 0.005. Αν η απόσταση από το κοινό επίπεδο υπερβαίνει αυτή την τιμή τότε οι επαφές διαγράφονται, ενώ προστίθενται αν το τεμάχιο είναι εντός της τιμής του κοινού επιπέδου. Στη συνέχεια, αφού κληθεί η γεωμετρία και καθοριστούν σύνολα τεμαχίων κατά περίπτωση προκειμένου να διευκολυνθεί η διατύπωση των ζητούμενων, οι

επιφάνειες «τριγωνοποιούνται» ώστε να αυξηθεί ο αριθμός των κορυφών σε αυτές. Επιπρόσθετα, η ανάλυση προαπαιτεί τον ορισμό των βασικών μηχανικών ιδιοτήτων που διέπουν το υλικό, οι οποίες παρατίθενται στον πίνακα 1.

Οι σεισμικές διεγέρσεις εφαρμόζονται σε μια σταθερή βάση (“Base”), της οποίας οι διαστάσεις επιλέγονται έτσι ώστε να δύναται να θεωρηθεί ότι δεν επηρεάζουν το πρόβλημα.

Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι λόγω της σπονδυλωτής κατασκευής η δυναμική συμπεριφορά των αρχαίων μνημείων είναι έντονα μη-γραμμική και ιδιαίτερα ευαίσθητη ακόμη και σε ασήμαντες μεταβολές στη γεωμετρία ή στα χαρακτηριστικά της κίνησης της βάσης.

```
;6th_2
poly drum 0.0 0.0 0.918 0.0 0.0 1.687 0.816 0.799 20 90
range name 6th_2 x -0.816 0.816 y -0.816 0.816 z 0.918 1.687
```

Εικόνα 182: Δεδομένα για την προσομοίωση του 2ου σπονδύλου του κίονα (μοντέλο I) στο 3DEC. Ορίζονται τα κέντρα της κάτω και της άνω επιφάνειας του τυμπάνου, οι ακτίνες και ο αριθμός των ακμών και δίνεται ονομασία ονομασία στο συγκεκριμένο εύρος τιμών.

```
;6th_2
poly prism a 0.768,0.0,0.918 0.754,0.312,0.918 0.577,0.577,0.918 0.312,0.754,0.918 &
0.0,0.816,0.918 -0.312,0.754,0.918 -0.577,0.577,0.918 -0.754,0.312,0.918 &
-0.816,0.0,0.918 -0.754,-0.312,0.918 -0.577,-0.577,0.918 -0.312,-0.754,0.918 &
0.0,-0.816,0.918 0.312,-0.754,0.918 0.367,-0.710,0.918 0.577,-0.577,0.918 &
0.667,-0.312,0.918 &
b 0.751,0.0,1.687 0.738,0.306,1.687 0.565,0.565,1.687 0.306,0.738,1.687 &
0.0,0.799,1.687 -0.306,0.738,1.687 -0.565,0.565,1.687 -0.738,0.306,1.687 &
-0.799,0.0,1.687 -0.738,-0.306,1.687 -0.565,-0.565,1.687 -0.306,-0.738,1.687 &
0.0,-0.799,1.687 0.306,-0.738,1.687 0.367,-0.700,1.687 0.565,-0.565,1.687 &
0.712,-0.306,1.687
range name 6th_2 x -0.816 0.816 y -0.816 0.816 z 0.918 1.687
```

Εικόνα 183: Δεδομένα για την προσομοίωση του 2ου σπονδύλου του κίονα (μοντέλο II) στο 3DEC. Ορίζονται 16+ σημεία στην κάτω (a) και στην άνω επιφάνεια (b) και δίνεται, ομοίως, ονομασία στο συγκεκριμένο εύρος τιμών.

Πίνακας 1: Μηχανικές ιδιότητες του υλικού (μάρμαρο) των κιόνων, όπως ορίστηκαν για την ανάλυση στο 3DEC

Πυκνότητα:	den = 2700 kg/m ³
Δυσκαμψία:	k = 5.8 x 10 ⁷ N/m
Μέτρο διάτμησης:	G = 2.2 x 10 ⁷ N/m ²
Συντελεστής αξονικής δυσκαμψίας:	jk _n = 5.0 x 10 ⁹
Συντελεστής διατμητικής δυσκαμψίας:	jk _s = 1.0 x 10 ⁹
Γωνία εσωτερικής τριβής:	jf _r = 37°

```
;materials
```

```
prop mat=1 den=2700 k=58000000 g=22000000 jkn=5000000000 jks=1000000000 jfri=37
```

Εικόνα 184: Ο ορισμός των μηχανικών ιδιοτήτων στο 3DEC

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

4.1 Επιλογή σεισμικών διεγέρσεων

Για τη διερεύνηση της συμπεριφοράς των κιόνων, μέσω αριθμητικής προσομοίωσης στο 3DEC, επιλέχθηκαν οι εξής έξι σεισμικές καταγραφές (Α-ΣΤ).

A) Bisaccia, 1980

B) Loma Prieta, 1989. Σταθμός καταγραφής: Agnews State Hospital.

Γ) Northridge, 1994. Σταθμός καταγραφής: LA Baldwin Hills.

Δ) Imperial Valley, 1979. Σταθμός καταγραφής: Compuertas.

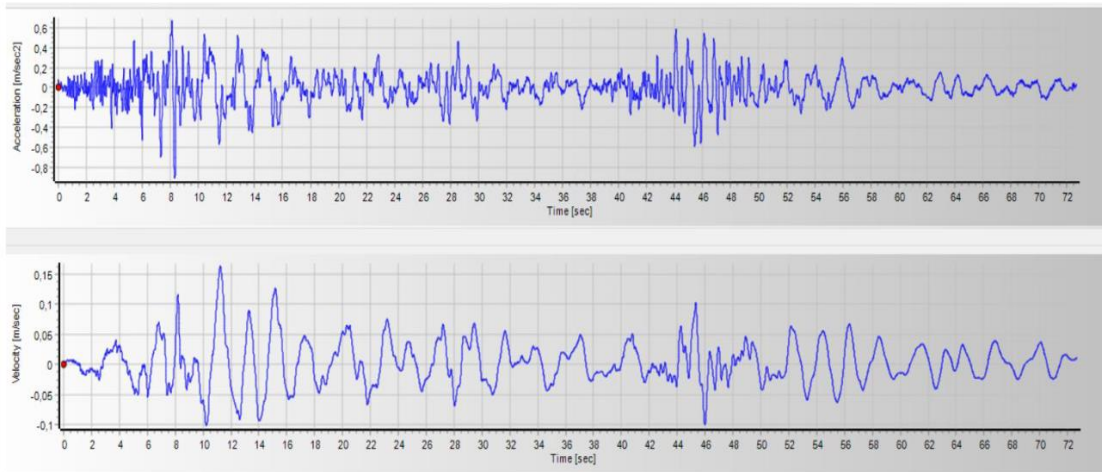
E) Imperial Valley, 1979. Σταθμός καταγραφής: Plaster City.

ΣΤ) Loma Prieta, 1989. Σταθμός καταγραφής: Hollister Diff. Array.

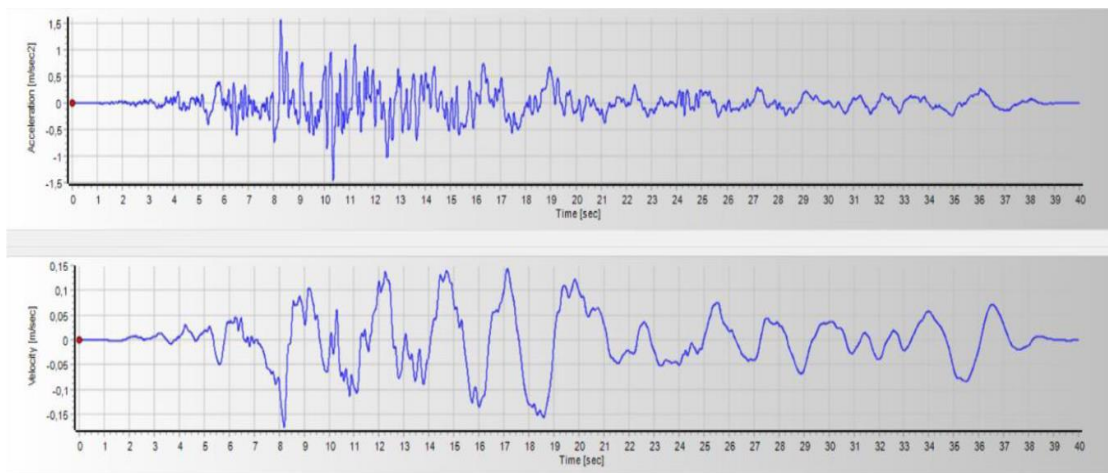
Καθεμιά από αυτές στη συνέχεια πολλαπλασιάστηκε με αυξητικό συντελεστή 2 και με αυξητικό συντελεστή 4. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα βασικά χαρακτηριστικά των σεισμικών καταγραφών που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση και, στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι χρονοϊστορίες των επιταχύνσεων και των ταχυτήτων, όπως αποτυπώθηκαν με χρήση του προγράμματος SeismoSignal (2021). Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η ανάλυση εισάγεται στο πρόγραμμα αρχείο με τη χρονοϊστορία των ταχυτήτων (εικόνα 191). Οι σεισμοί εφαρμόστηκαν κατά τη μία οριζόντια διεύθυνση (B-N) που αποτελεί, για την ανάλυση, τη διεύθυνση χ .

Πίνακας 2: Βασικά χαρακτηριστικά των καταγραφών που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση. Στην προτελευταία στήλη οι τιμές εκτός παρένθεσης είναι τα pga όπως υπάρχουν καταγεγραμμένα, ενώ οι τιμές εντός παρένθεσης είναι τα pga που προέκυψαν κατά την αναζήτηση των μέγιστων επιταχύνσεων από τις χρονοϊστορίες σε υπολογιστικό φύλλο excel.

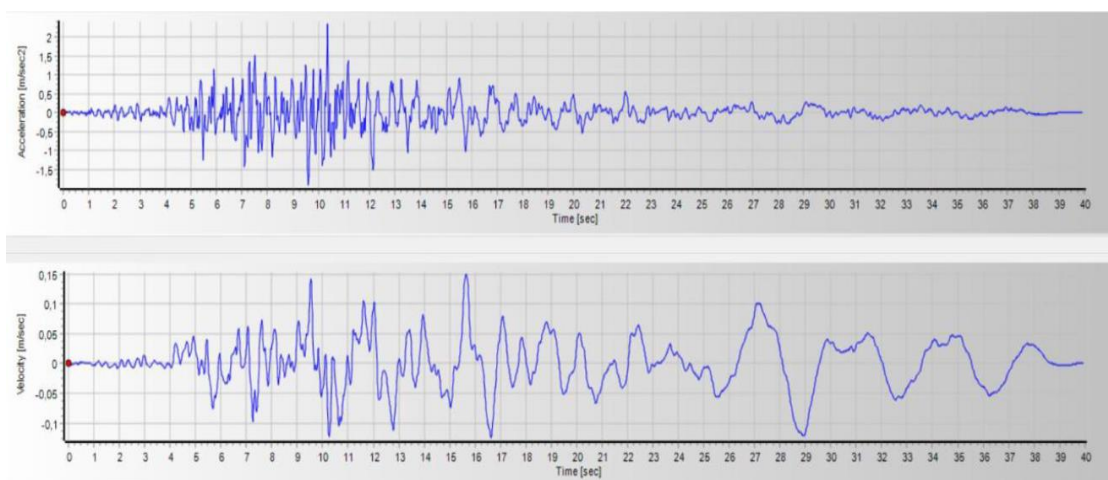
Σεισμική Καταγραφή	Μέγεθος M_w	Απόσταση από το επίκεντρο R (km)	pga (m/s^2)	Χρονική διάρκεια t (sec)
Bisaccia, 1980	6.9	21	0.90 (0.903)	72.69
Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital	6.9	28.2	1.59 (1.561)	40
Northridge, 1994, LA Baldwin Hills	6.7	31.3	2.39 (2.343)	40
Imperial Valley, 1979, Compuertas	6.5	32.6	1.47 (1.445)	36
Imperial Valley, 1979, Plaster City	6.5	31.7	0.57 (0.557)	18.75
Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array	6.9	25.8	2.79 (2.736)	39.64



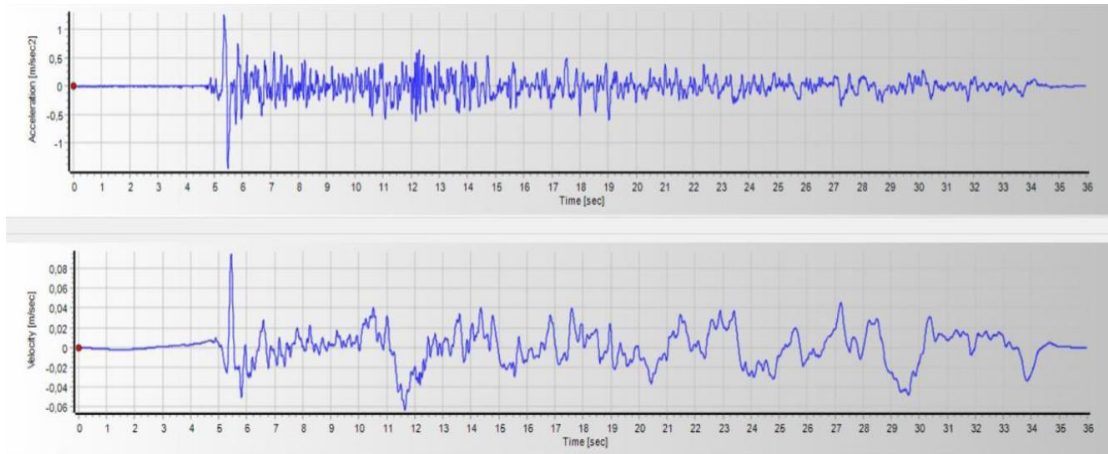
Εικόνα 185: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Α) Bisaccia, 1980.



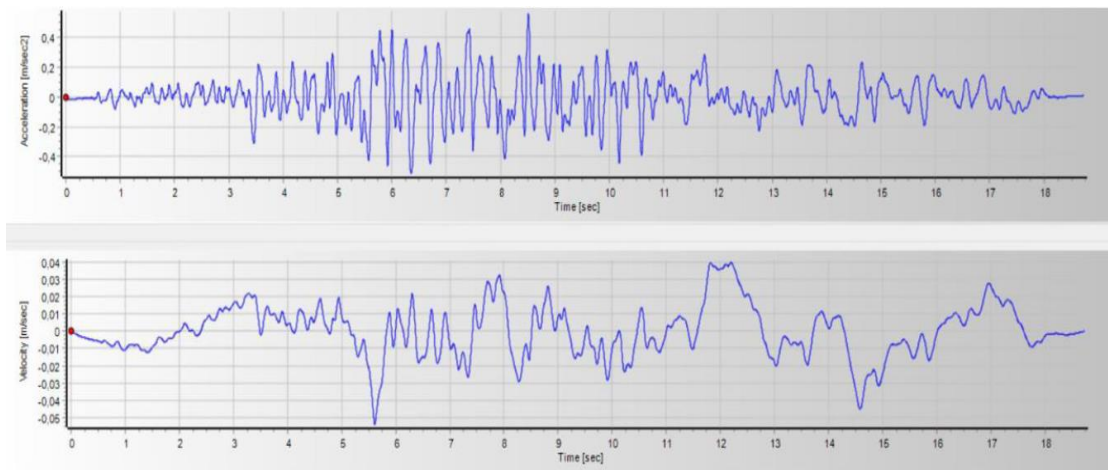
Εικόνα 186: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Β) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital.



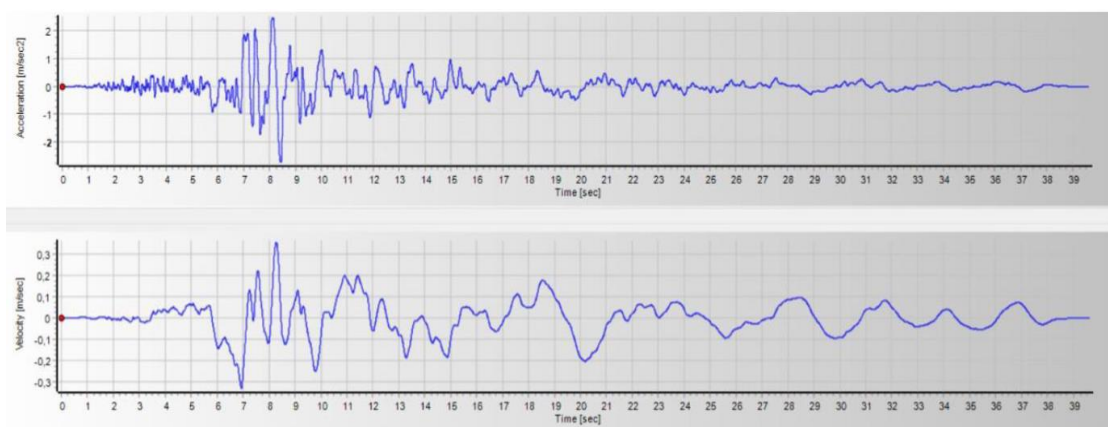
Εικόνα 187: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills.



Εικόνα 188: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas.



Εικόνα 189: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Ε) Imperial Valley, 1979, Plaster City.



Εικόνα 190: Χρονοϊστορίες επιτάχυνσης (m/s^2) και ταχύτητας (m/s) της σεισμικής καταγραφής Β) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array.

```

;load
table 1 read EQs\BSC_NS.txt
apply xvel 2. his table 1 range x -30.,30. y -30.,30. z -0.720,-0.420

```

Εικόνα 191: Εφαρμογή του σεισμού της Bisaccia με αυξητικό συντελεστή 2 στο 3DEC.

4.2 Αριθμητικά Αποτελέσματα

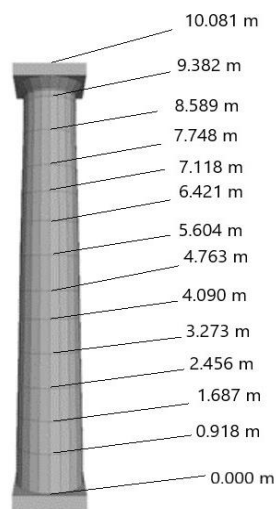
Η επεξεργασία των χρονοϊστοριών των μετακινήσεων που προέκυψαν από τις αναλύσεις οδήγησε στα αποτελέσματα που παρουσιάζονται γραφικά στα επόμενα σχέδια. Τα διαγράμματα που έχουν καταρτιστεί βάσει των αναλύσεων στην παρούσα εργασία είναι τριών ειδών:

Διαγράμματα ύψους του κίονα και απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά x , $h(m) - d_{max_x} (cm)$, (σχήματα 1 έως 18),

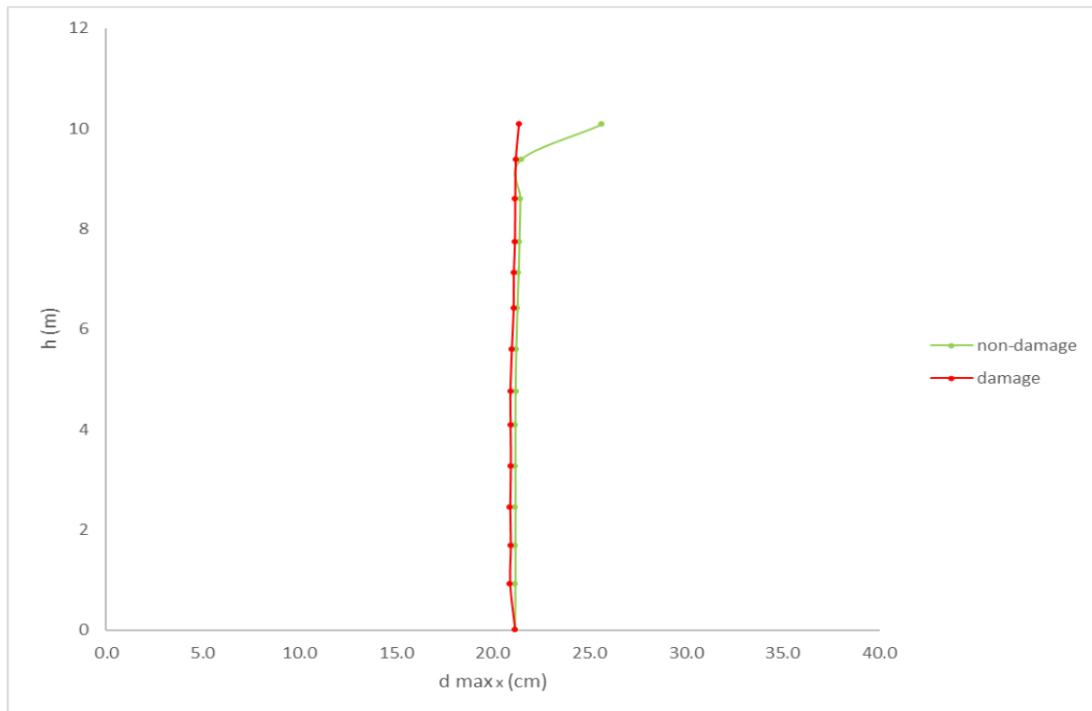
Διαγράμματα ύψους του κίονα και του γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y , $h(m) - (d_{max_x} \cdot d_{max_y})^{1/2} (cm)$, (σχήματα 19-36)

Διάγραμμα απόλυτων μέγιστων επιταχύνσεων και απόλυτων μέγιστων σχετικών μετακινήσεων κατά x , $rga (g) - dr_{max_x} (cm)$, (σχήμα 37). Στις περιπτώσεις της ύπαρξης καταρρέυσεων έχουν ληφθεί οι μέγιστες σχετικές μετακινήσεις έως και τη χρονική στιγμή της κατάρρευσης.

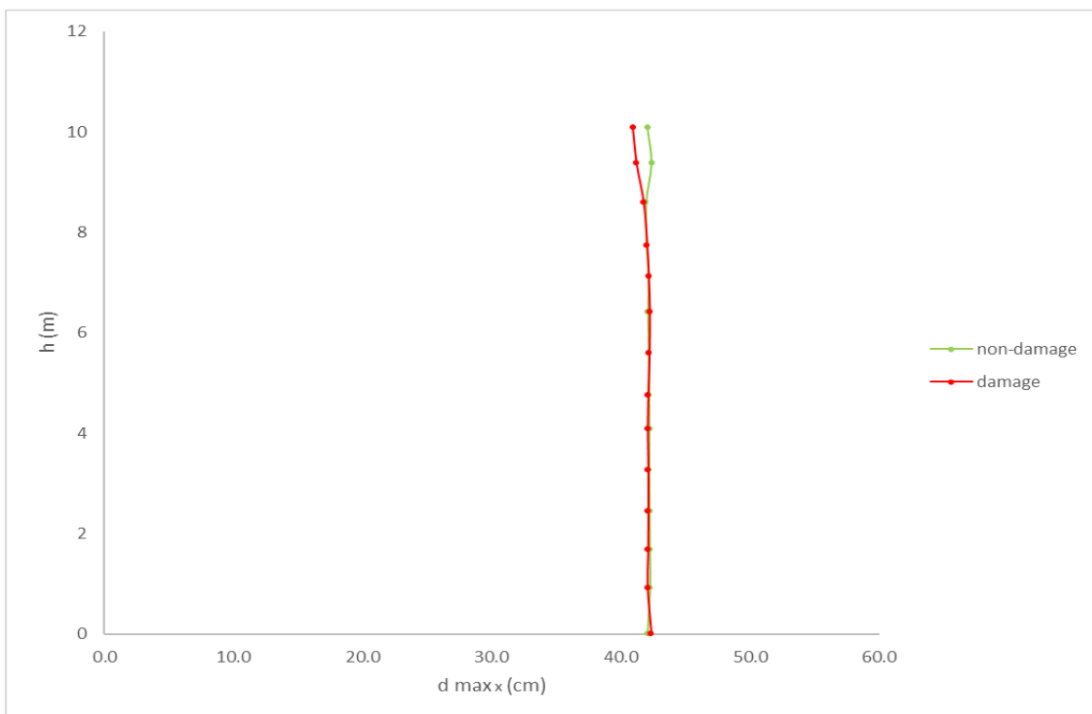
Στο Παράρτημα 2 δίνονται οι δύο πρώτες κατηγορίες διαγραμμάτων λαμβάνοντας υπόψη μη μονολιθική σύνδεση μεταξύ των μερών του κιονόκρανου.



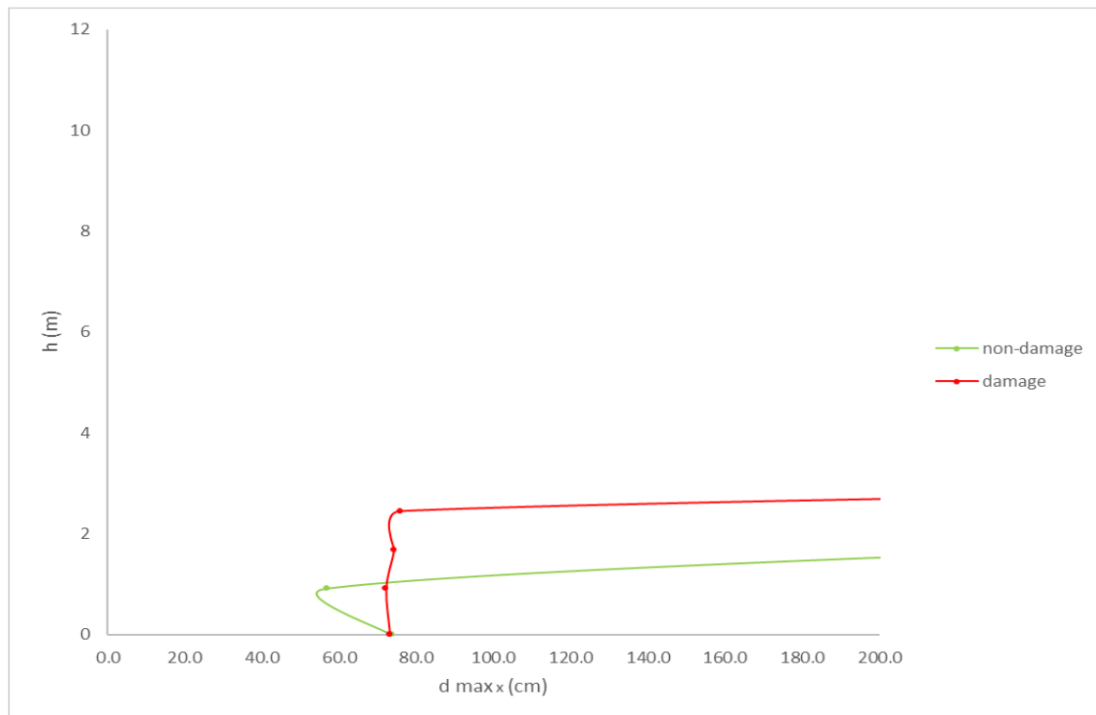
Εικόνα 192: Επισήμανση των υψών του κίονα επάνω στο μοντέλο I του κίονα



Σχήμα 1: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I (χωρίς φθορές) και II (με φθορές) όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980.



Σχήμα 2: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I (χωρίς φθορές) και II (με φθορές) όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980 πολλαπλασιασμένη με αυξητικό συντελεστή 2.



Σχήμα 3: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I (χωρίς φθορές) και II (με φθορές) όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980 πολλαπλασιασμένη με αυξητικό συντελεστή 4.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που απεικονίζονται στα παραπάνω σχέδια για τις απόλυτες μέγιστες ολικές μετακινήσεις κατά χ , μετά από ανάλυση με τη σεισμική καταγραφή A) Bisaccia, 1980, παρατηρούνται τα εξής:

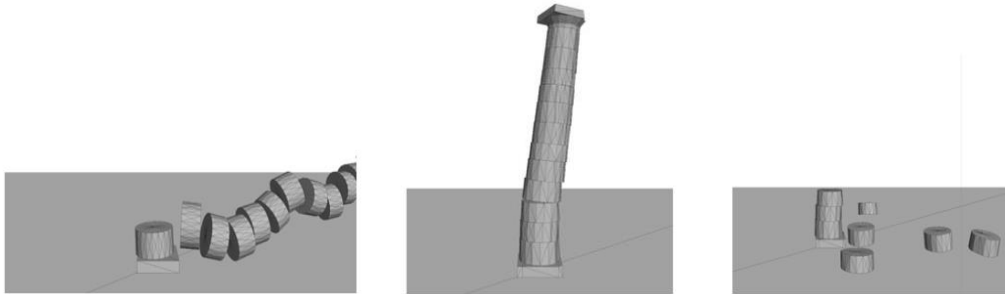
Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I (χωρίς φθορές), **25.6 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II (με φθορές), **21.4 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **42.4 cm** στην κορυφή του 12^{ου} σπονδύλου (9.382 m), και, στο μοντέλο II, **42.4 cm** στην κορυφή της βάσης του κίονα (0.000 m).

Με αυξητικό συντελεστή 4: Τόσο το μοντέλο I όσο και το μοντέλο II οδηγούνται σε κατάρρευση.

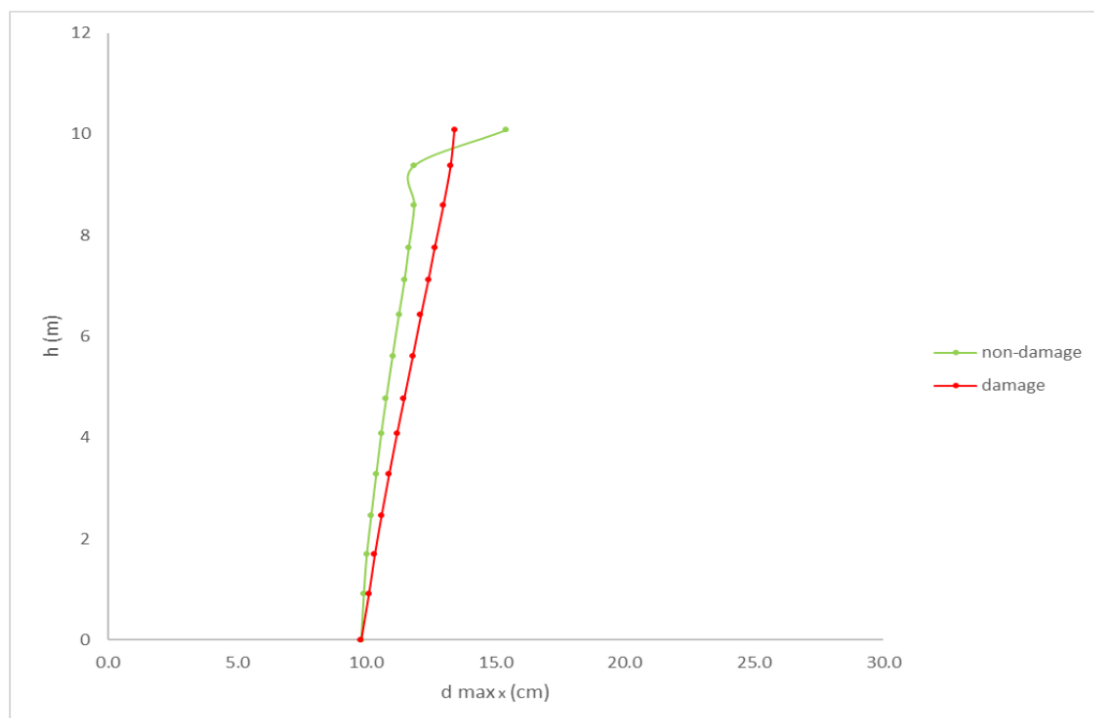
Μοντέλο I)

Μοντέλο II)

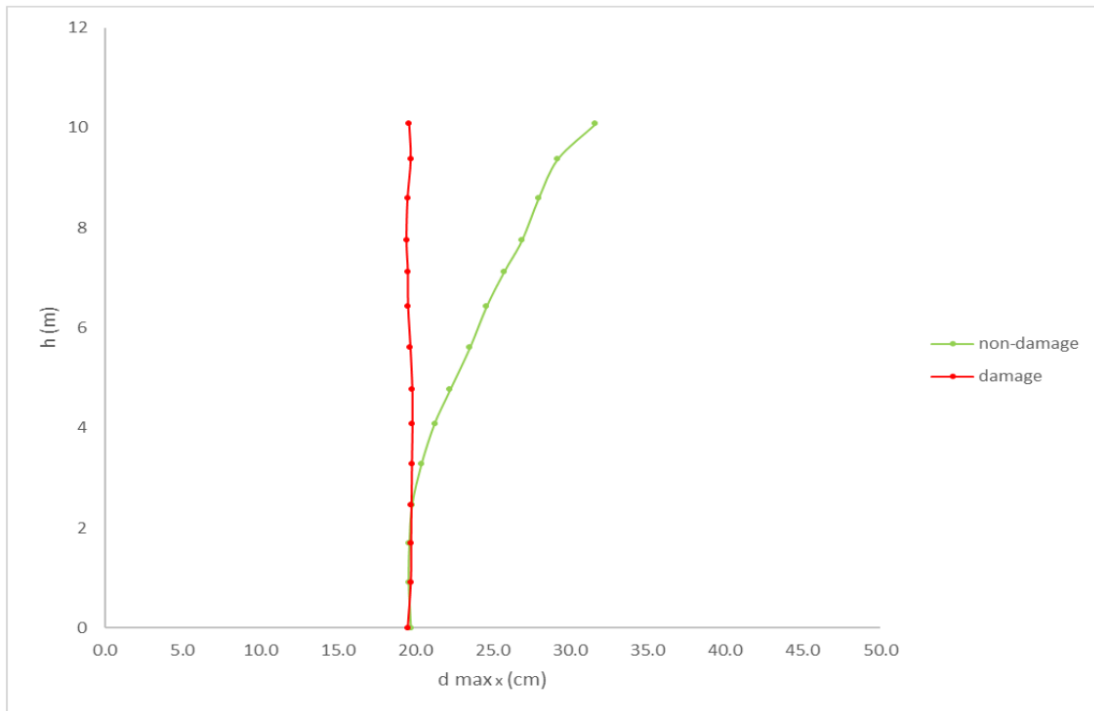


Εικόνα 193: Στιγμιότυπο από την ανάλυση με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980, x4 στο μοντέλο I (χωρίς βλάβες).

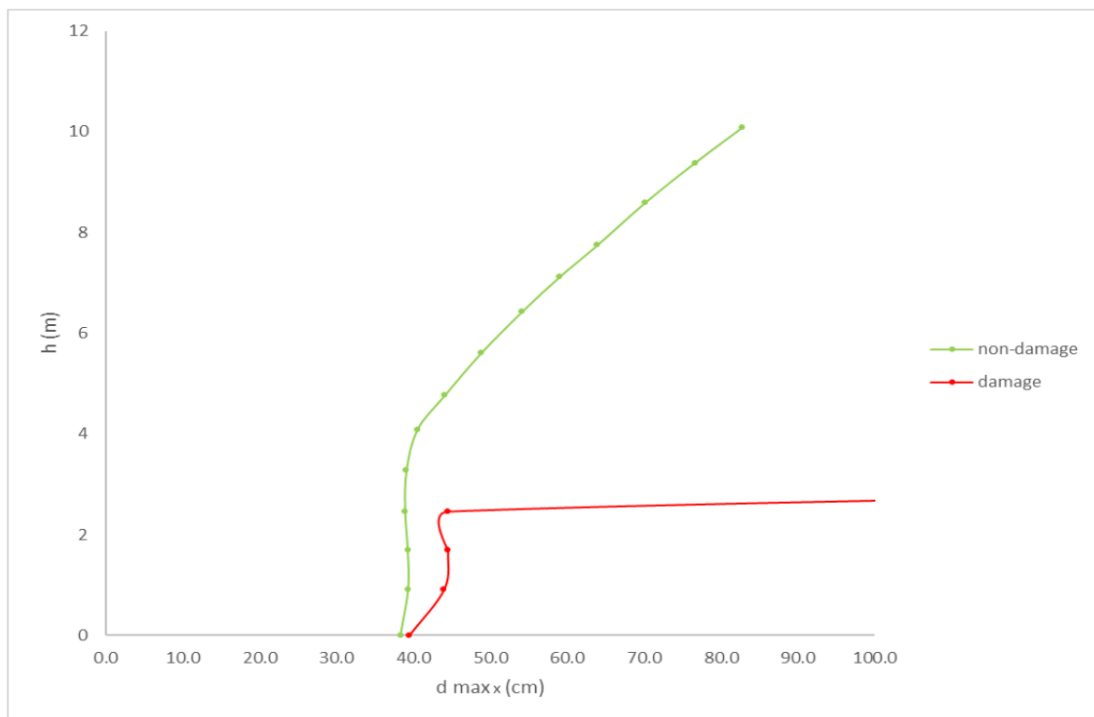
Εικόνα 194: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980, x4 στο μοντέλο II (με βλάβες).



Σχήμα 4: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή B) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital.



Σχήμα 5: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή B) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital πολλαπλασιασμένη με αυξητικό συντελεστή 2 (x_2).



Σχήμα 6: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή B) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital πολλαπλασιασμένη με αυξητικό συντελεστή 4 (x_4).

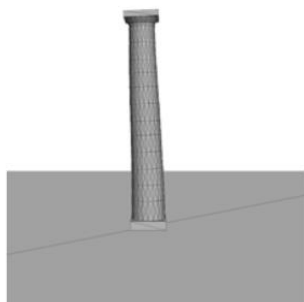
Επομένως, ως προς τις μέγιστες ολικές μετακινήσεις κατά χ , από την ανάλυση για την καταγραφή Β) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital, παρατηρείται ότι:

Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο Ι, **15.4 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο ΙΙ, **13.4 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο Ι, **31.6 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), και, στο μοντέλο ΙΙ, **19.8 cm** στην κορυφή των σπονδύλων 3, 4, 5, 6 (2.456, 3.273, 4.090, 4.763 m).

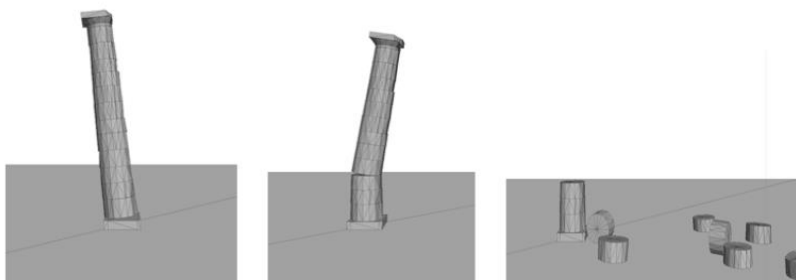
Με αυξητικό συντελεστή 4: Η μέγιστη τιμή είναι, στο μοντέλο Ι, **82.7 cm** στην κορυφή, ενώ το μοντέλο ΙΙ οδηγείται σε κατάρρευση.

Μοντέλο Ι)

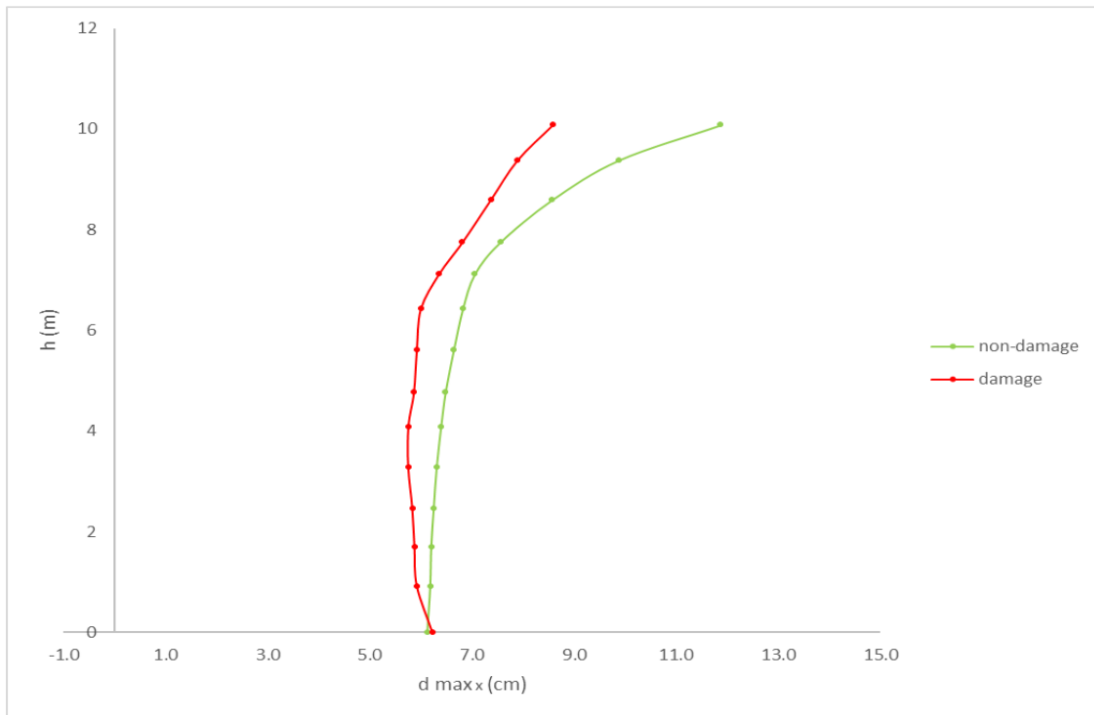


Εικόνα 195: Στιγμιότυπο από την ανάλυση με την καταγραφή Β) x4 στο μοντέλο Ι.

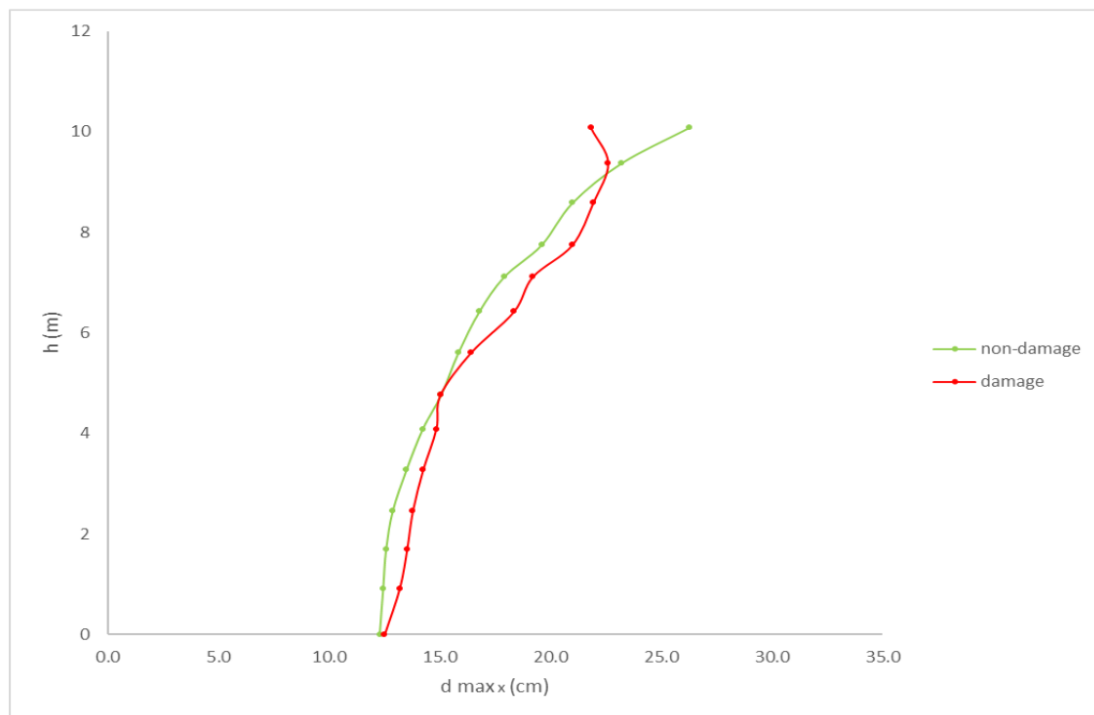
Μοντέλο ΙΙ)



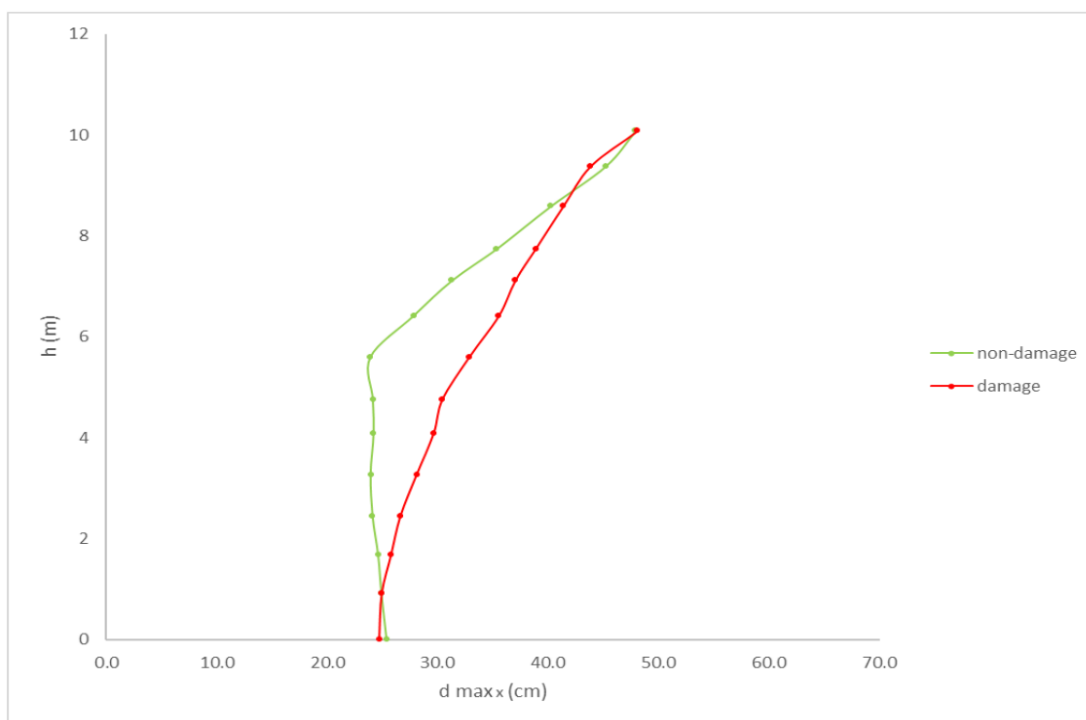
Εικόνα 196: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή Β) x4 στο μοντέλο ΙΙ.



Σχήμα 7: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills.



Σχήμα 8: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills, x2.



Σχήμα 9: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills, x4.

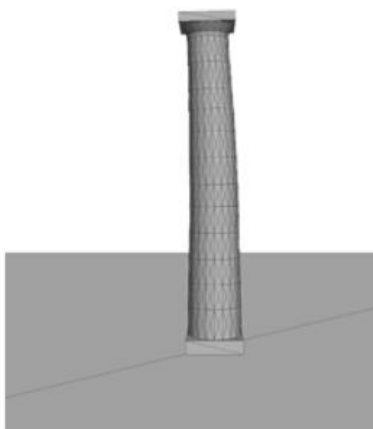
Επομένως, ως προς τις μέγιστες ολικές μετακινήσεις κατά χ , από την ανάλυση για την καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills, παρατηρείται ότι:

Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **11.9 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **8.6 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **26.3 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), και, στο μοντέλο II, **22.6 cm** στην κορυφή του 12^{ου} σπονδύλου (9.382 m).

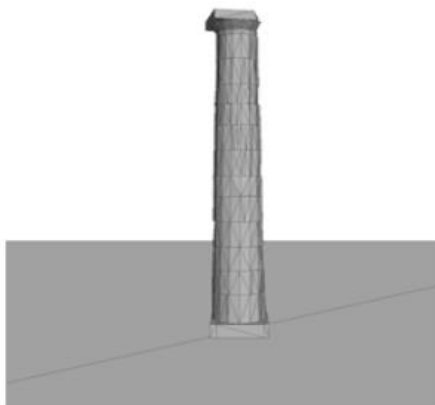
Με αυξητικό συντελεστή 4: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **47.9 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου, και, στο μοντέλο II, **48.1 cm** στο ίδιο ύψος.

Μοντέλο I)

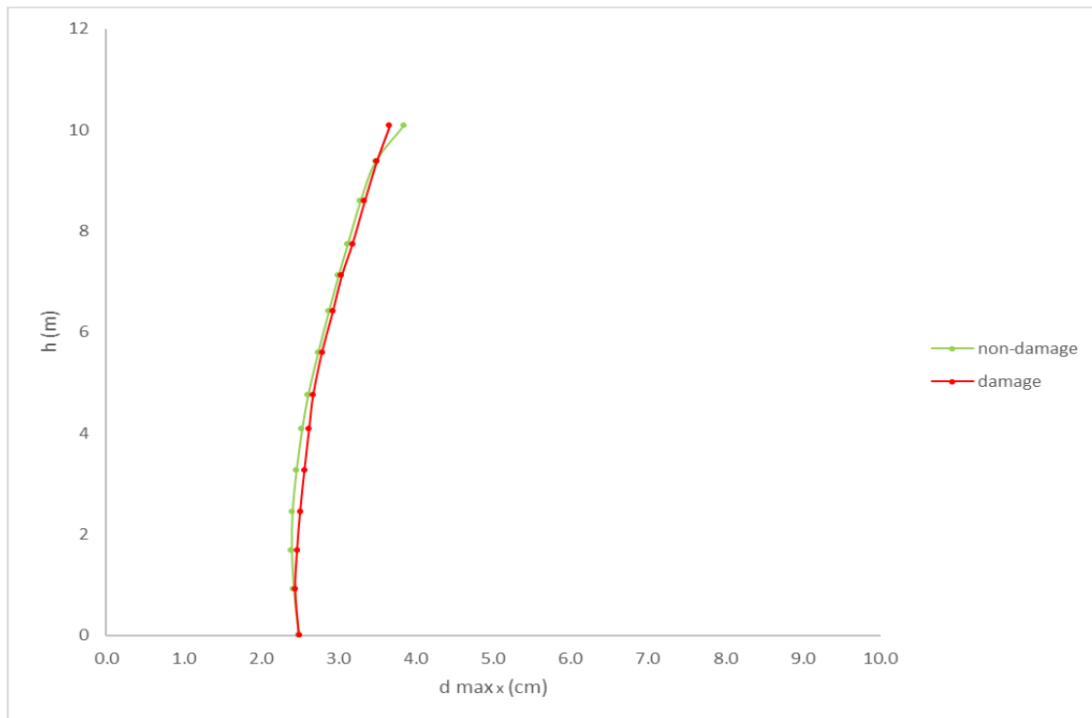


Εικόνα 197: Στιγμιότυπο από την ανάλυση με την καταγραφή Γ) x4 στο μοντέλο I.

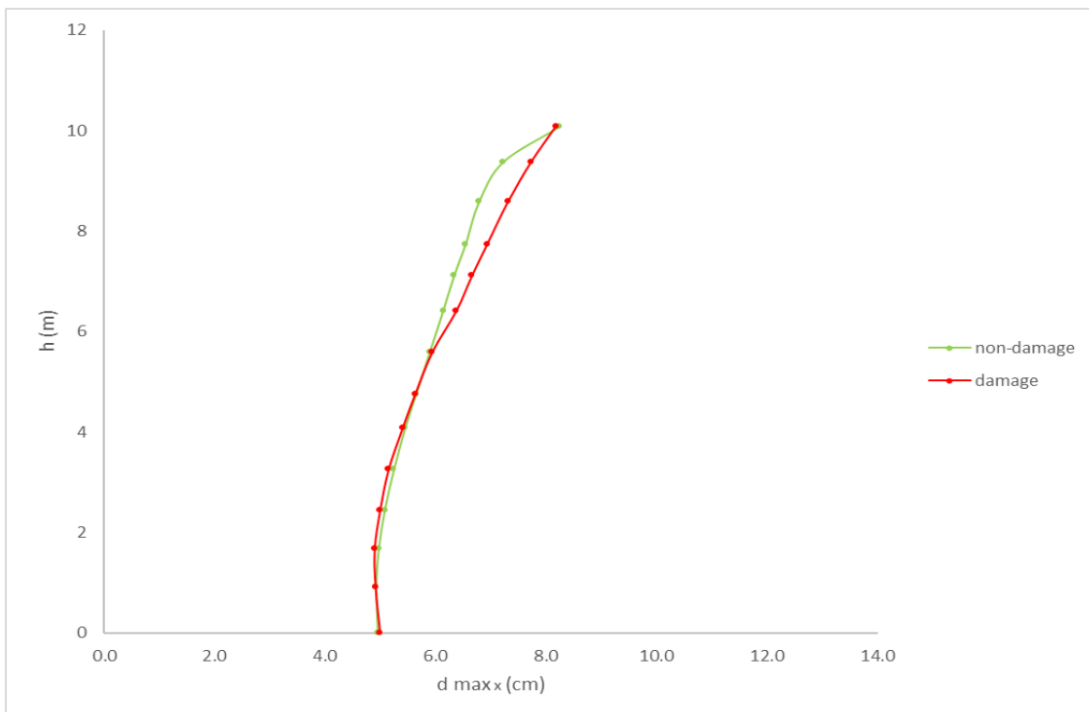
Μοντέλο II)



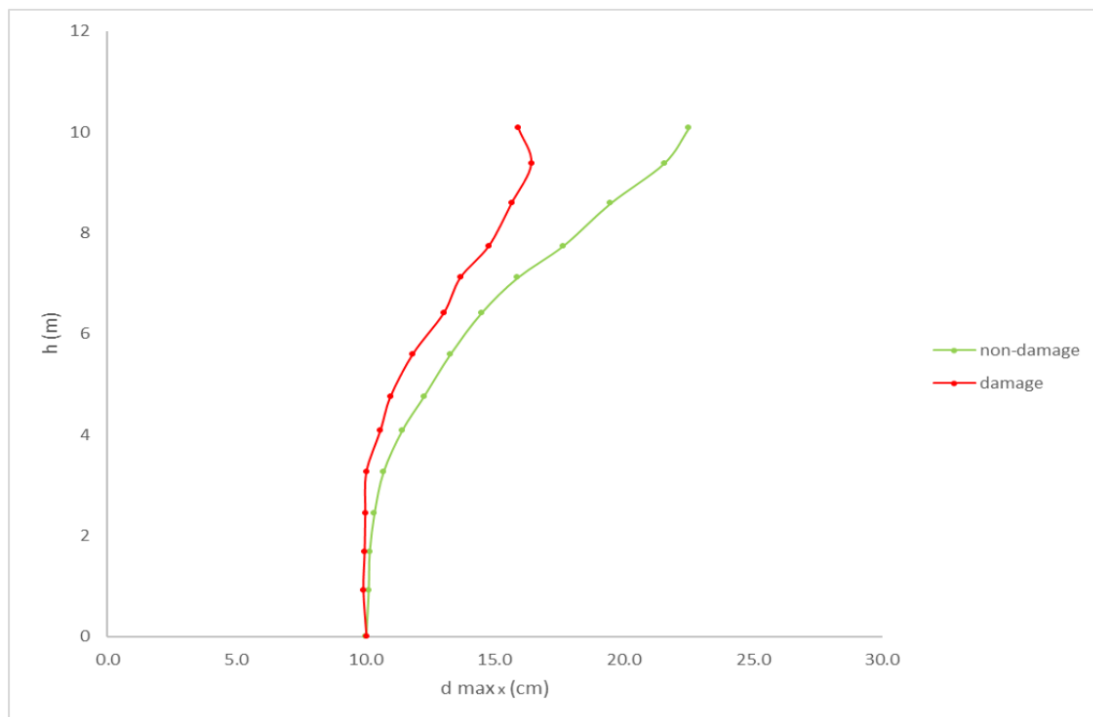
Εικόνα 198: Στιγμιότυπο από την ανάλυση με την καταγραφή Γ) x4 στο μοντέλο II.



Σχήμα 10: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas.



Σχήμα 11: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas, x2.



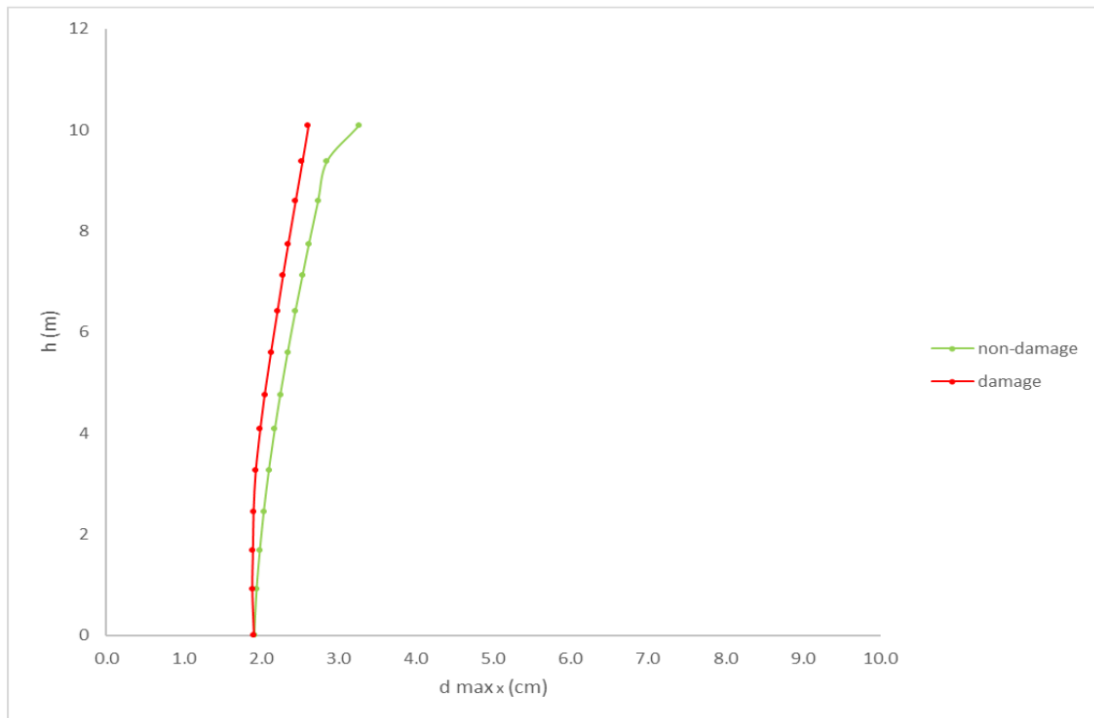
Σχήμα 12: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas, $\alpha 4$.

Επομένως, ως προς τις μέγιστες ολικές μετακινήσεις κατά χ , από την ανάλυση για την καταγραφή Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas, παρατηρείται ότι:

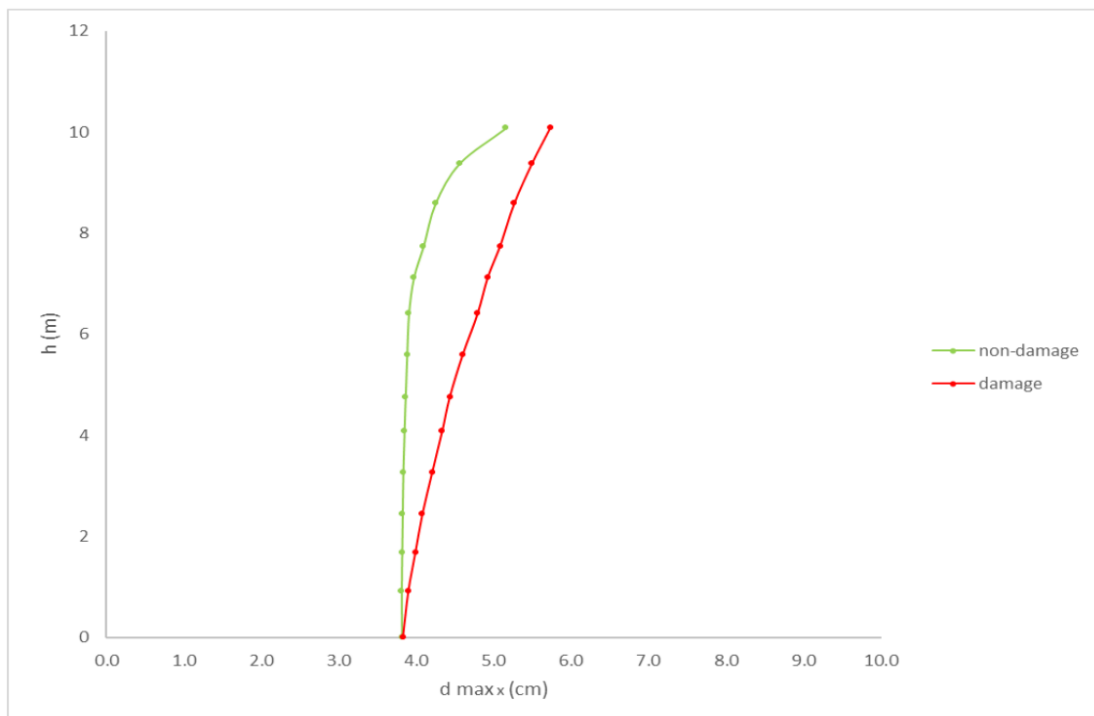
Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **3.8 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **3.7 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **8.2 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), και, στο μοντέλο II, ομοίως.

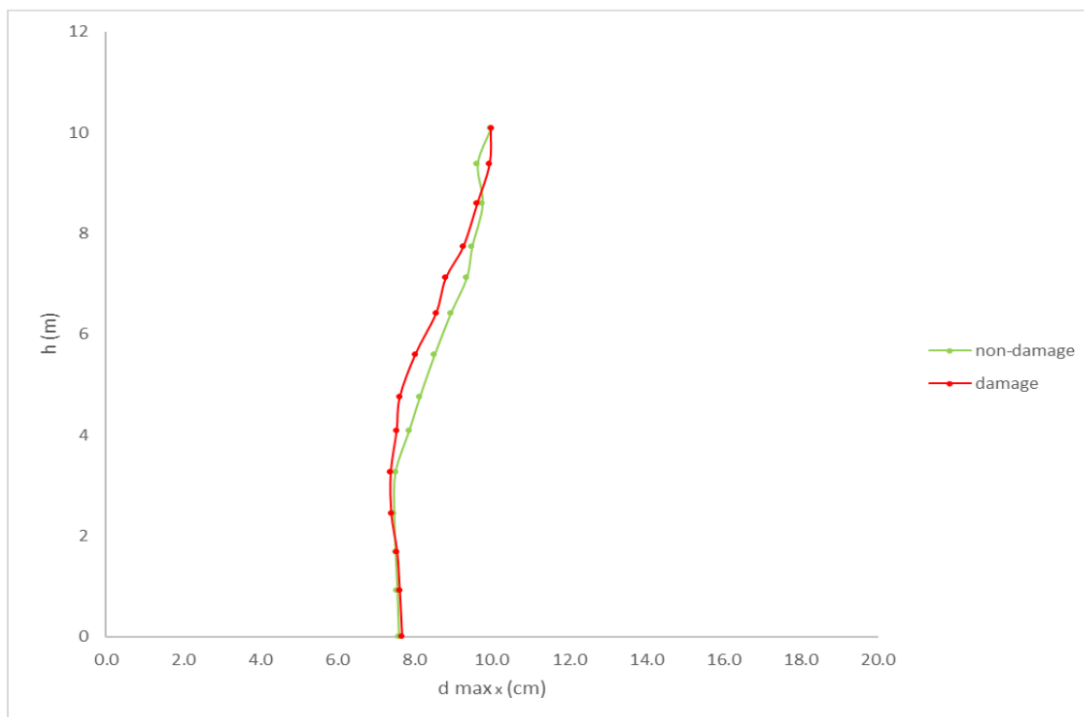
Με αυξητικό συντελεστή 4: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **22.5 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου, και, στο μοντέλο II, **16.4 cm** στην κορυφή του 12^{ου} σπονδύλου (9.382 m).



Σχήμα 13: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή E) Imperial Valley, 1979, Plaster City.



Σχήμα 14: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή E) Imperial Valley, 1979, Plaster City, x2.



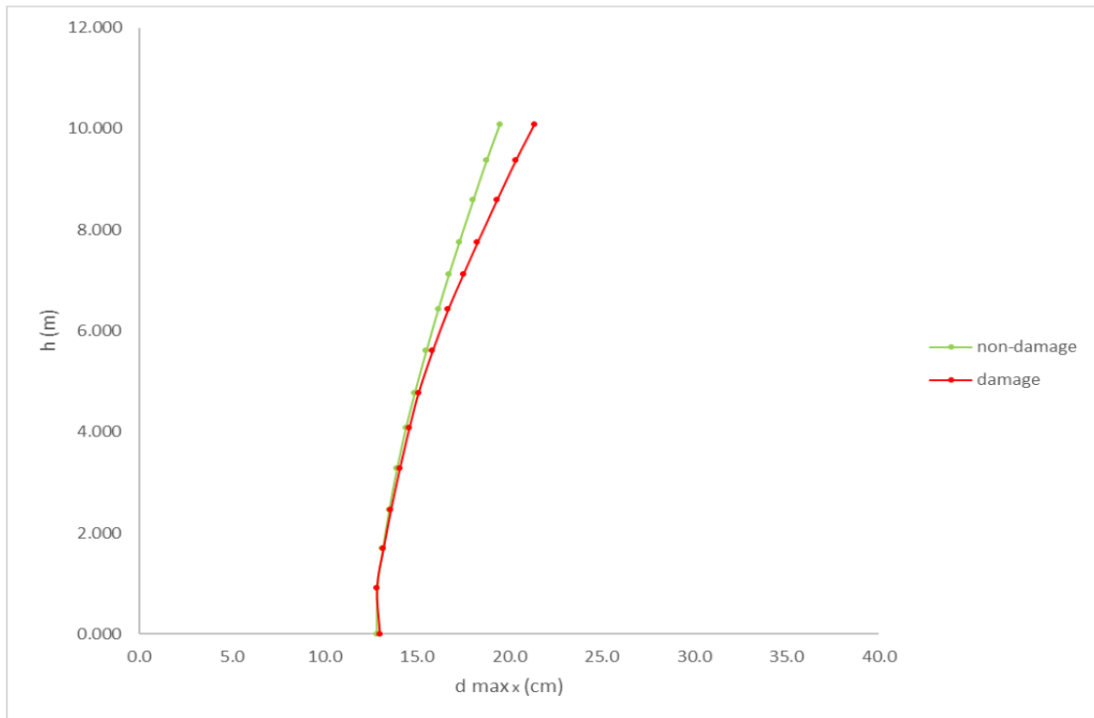
Σχήμα 15: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή E) Imperial Valley, 1979, Plaster City, x4.

Επομένως, ως προς τις μέγιστες ολικές μετακινήσεις κατά χ , από την ανάλυση για την καταγραφή E) Imperial Valley, 1979, Plaster City, παρατηρείται ότι:

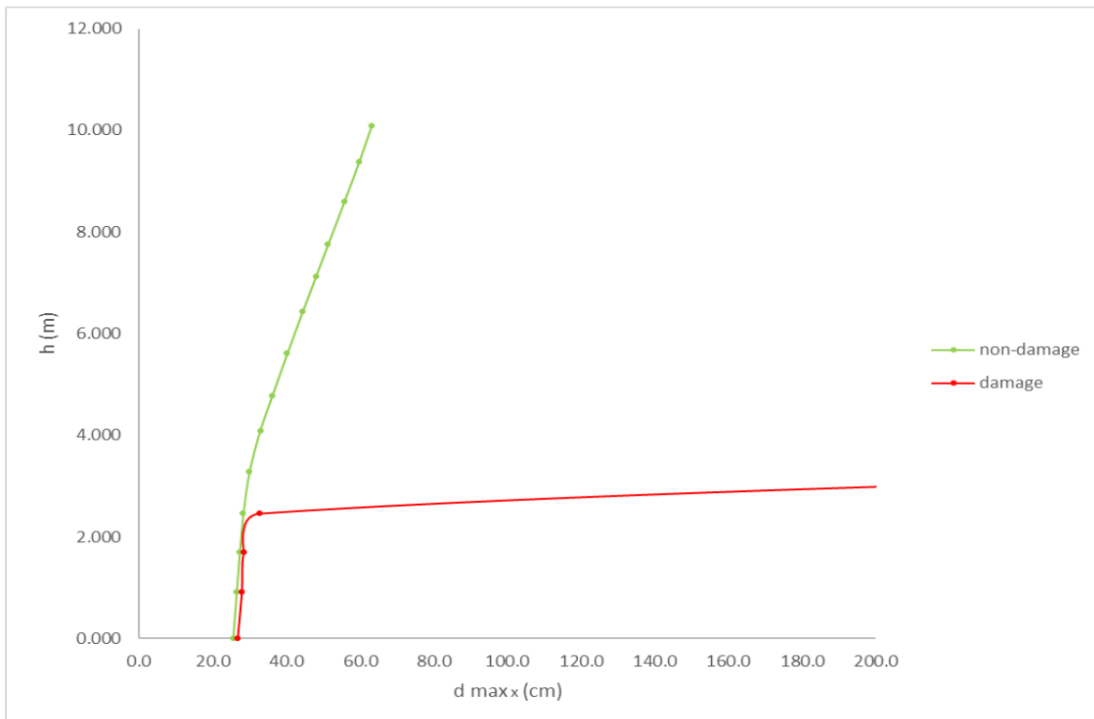
Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **3.3 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **2.6 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **5.2 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), και, στο μοντέλο II, **5.7 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

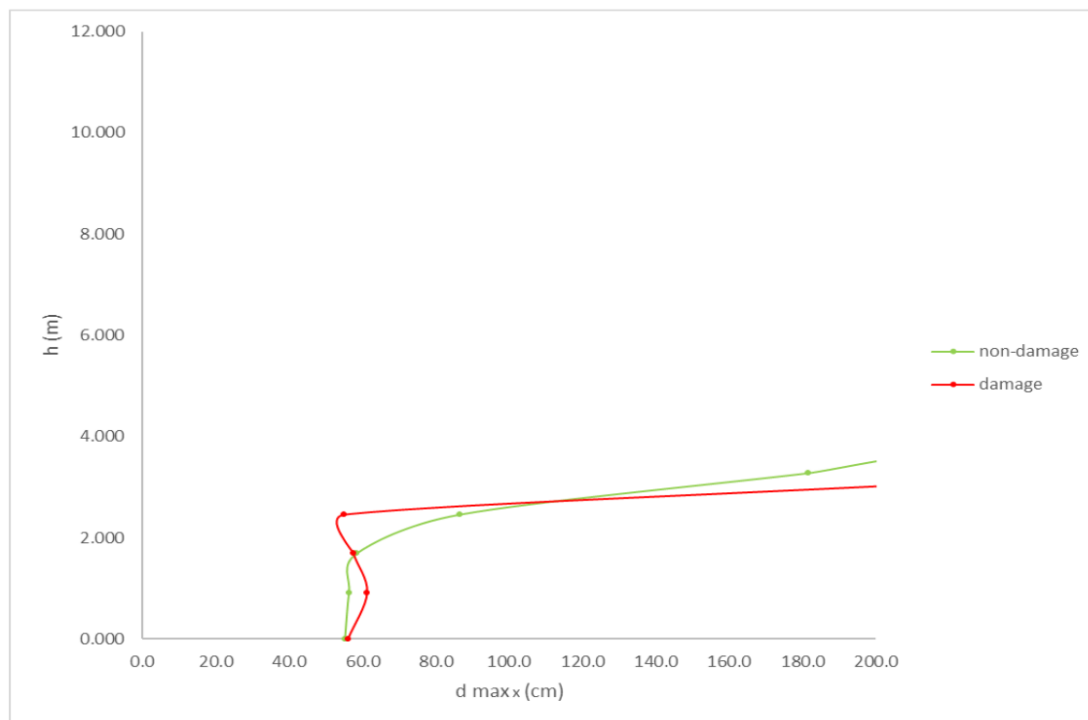
Με αυξητικό συντελεστή 4: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **10.0 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου, και, στο μοντέλο II, ομοίως.



Σχήμα 16: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή ΣΤ) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array.



Σχήμα 17: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή ΣΤ) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array, x2.



Σχήμα 18: Διάγραμμα απόλυτης μέγιστης ολικής μετακίνησης κατά χ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή ΣΤ) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array, x4.

Επομένως, ως προς τις μέγιστες ολικές μετακινήσεις κατά χ , από την ανάλυση για την καταγραφή ΣΤ) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array, παρατηρείται ότι:

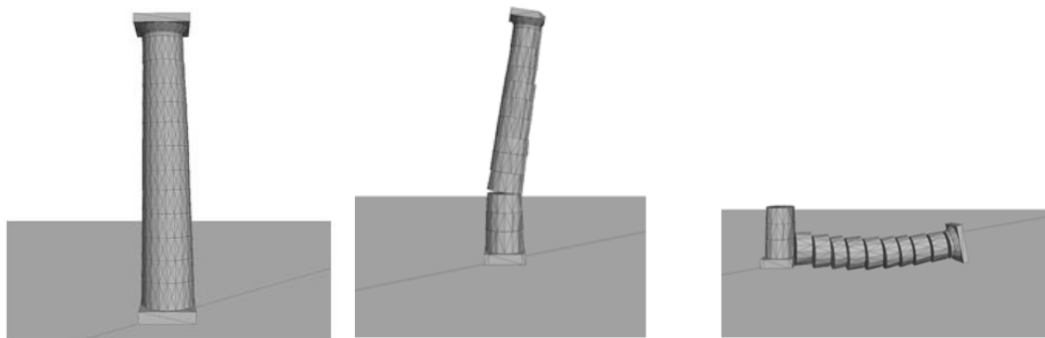
Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **19.5 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **21.4 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Η μέγιστη τιμή είναι, στο μοντέλο I, **63.1 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), ενώ το μοντέλο II οδηγείται σε κατάρρευση.

Με αυξητικό συντελεστή 4: Τόσο το μοντέλο I όσο και το μοντέλο II οδηγούνται σε κατάρρευση.

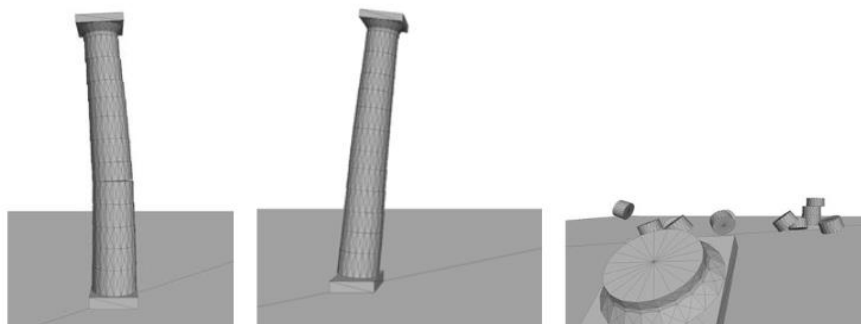
Μοντέλο I)

Μοντέλο II)



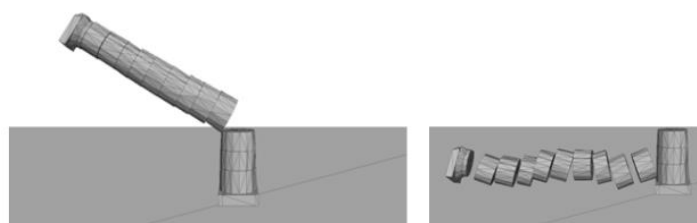
Εικόνα 199: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή ΣΤ) x2 στο μοντέλο I και στο μοντέλο II.

Μοντέλο I)

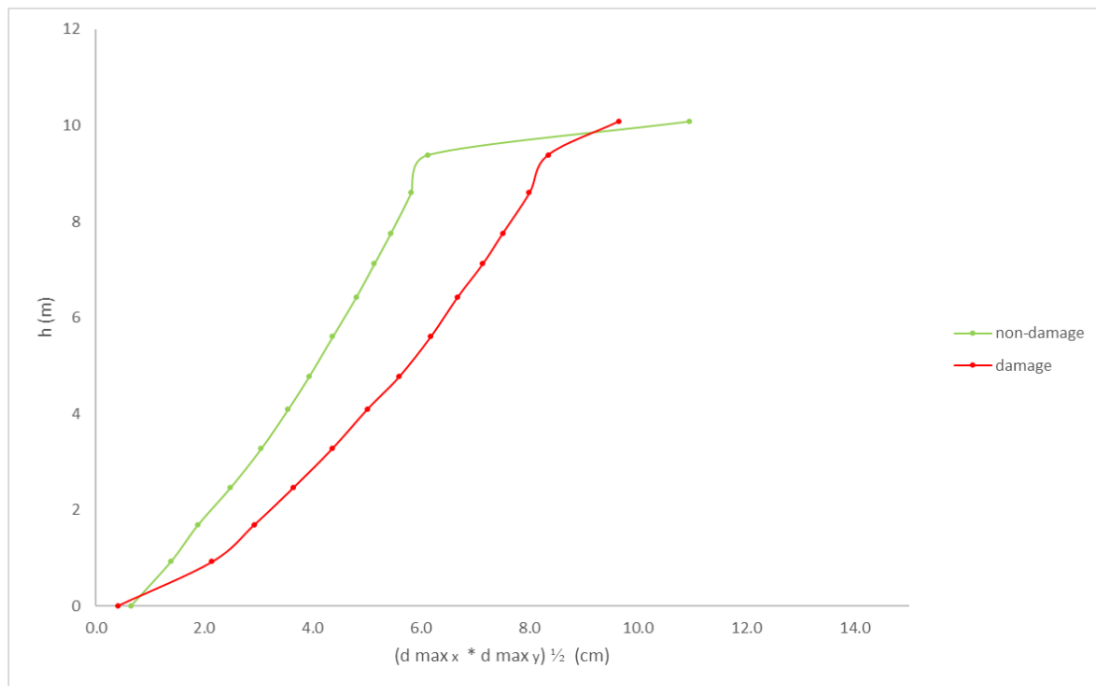


Εικόνα 200: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή ΣΤ) x4 στο μοντέλο I.

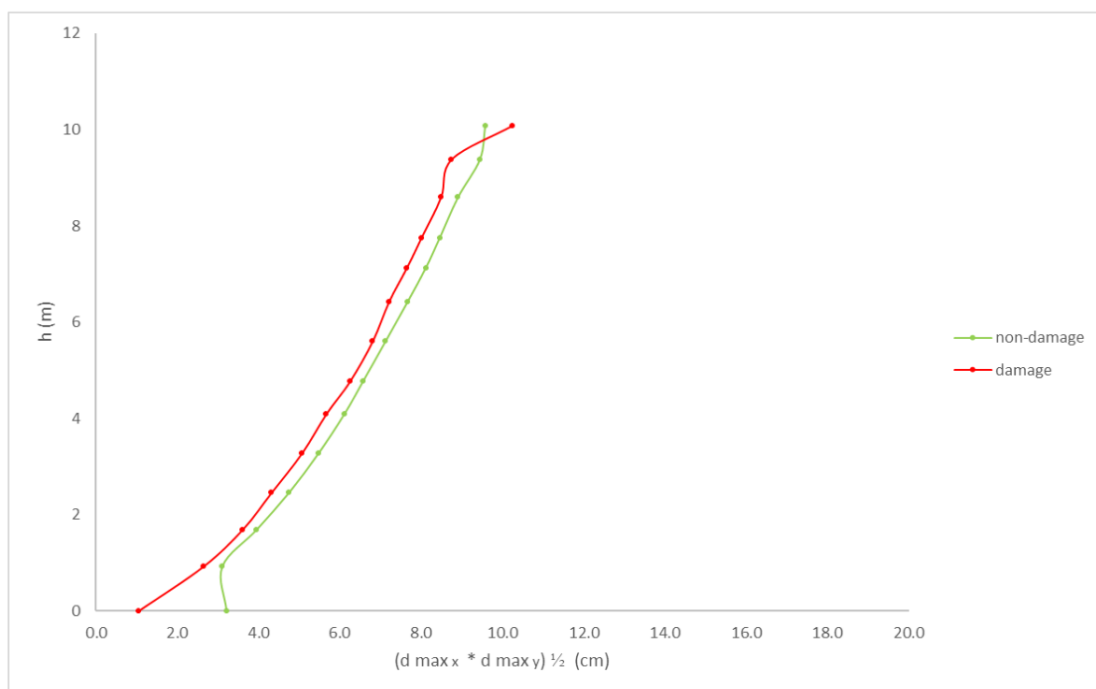
Μοντέλο II)



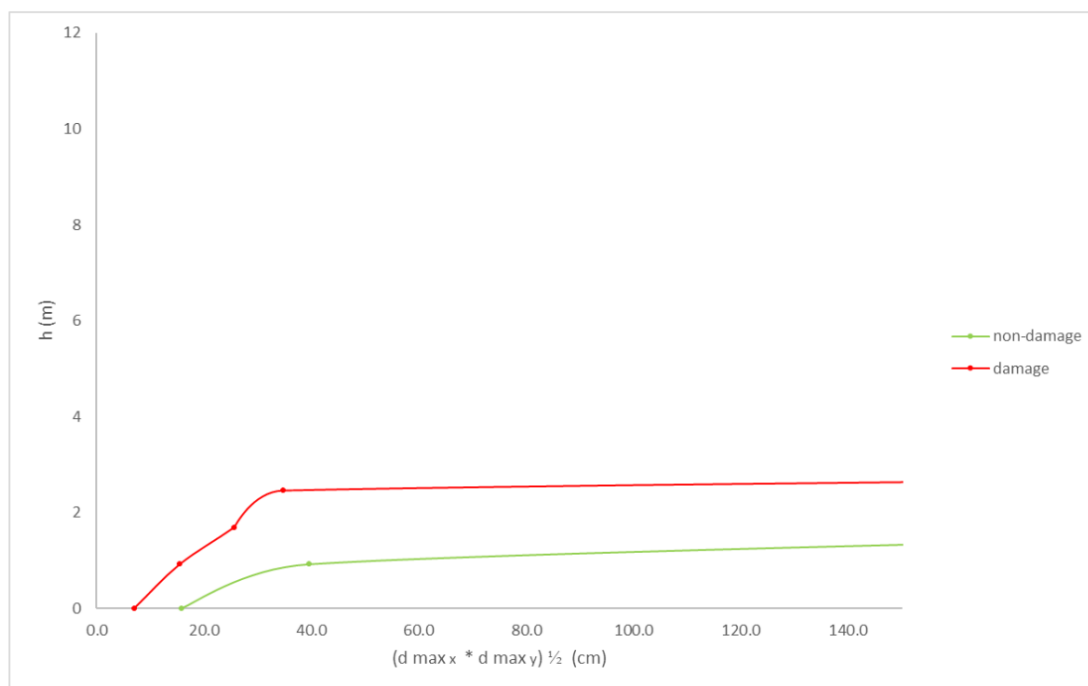
Εικόνα 201: Στιγμιότυπα από την ανάλυση με την καταγραφή ΣΤ) x4 στο μοντέλο II.



Σχήμα 19: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και κατά γ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980.



Σχήμα 20: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και κατά γ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980, x2.



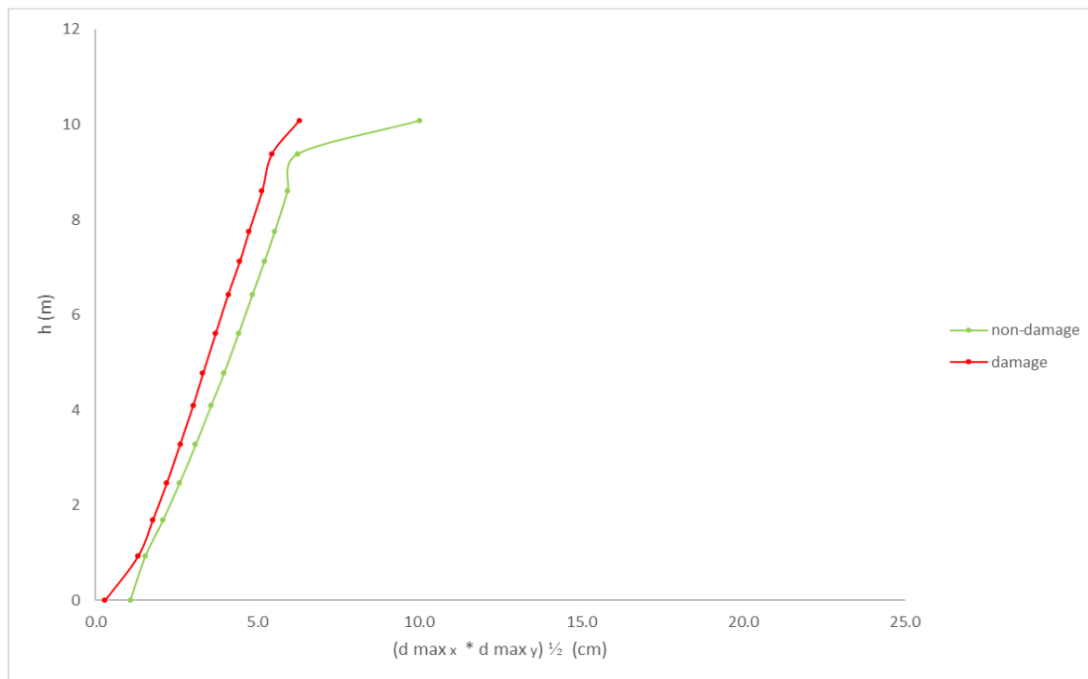
Σχήμα 21: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή A) Bisaccia, 1980, x4.

Επομένως, ως προς το γεωμετρικό μέσο των μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και y , από την ανάλυση για την καταγραφή A) Bisaccia, 1980 παρατηρείται ότι:

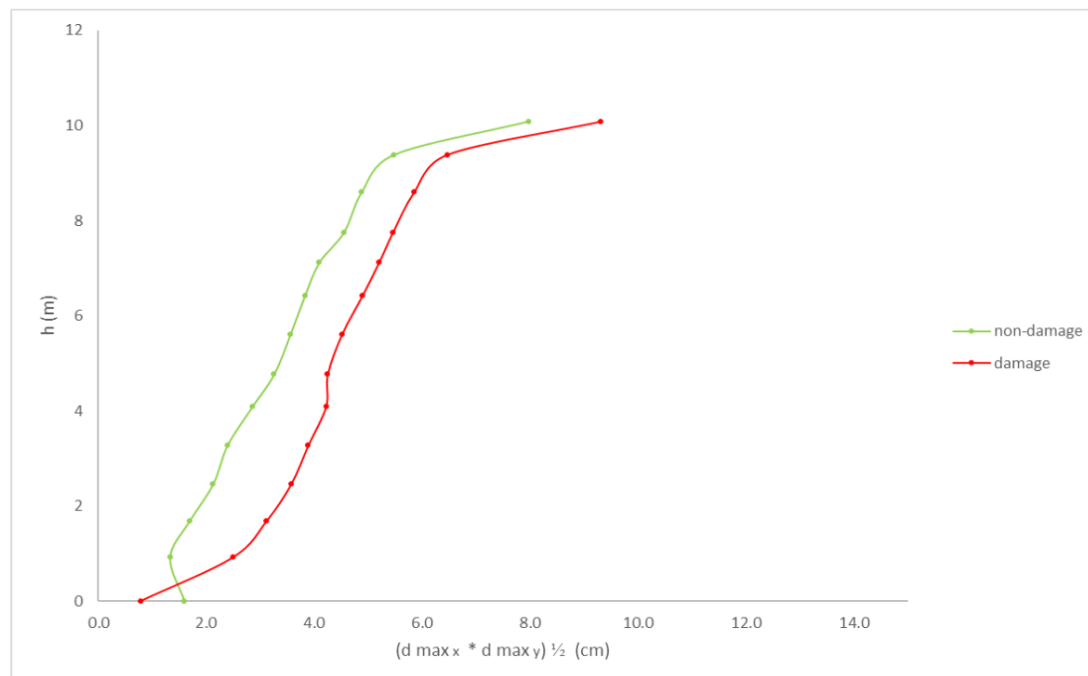
Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **11.0 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **9.7 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **9.6 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), και, στο μοντέλο II, **10.3 cm**, ομοίως στην κορυφή του κιονόκρανου.

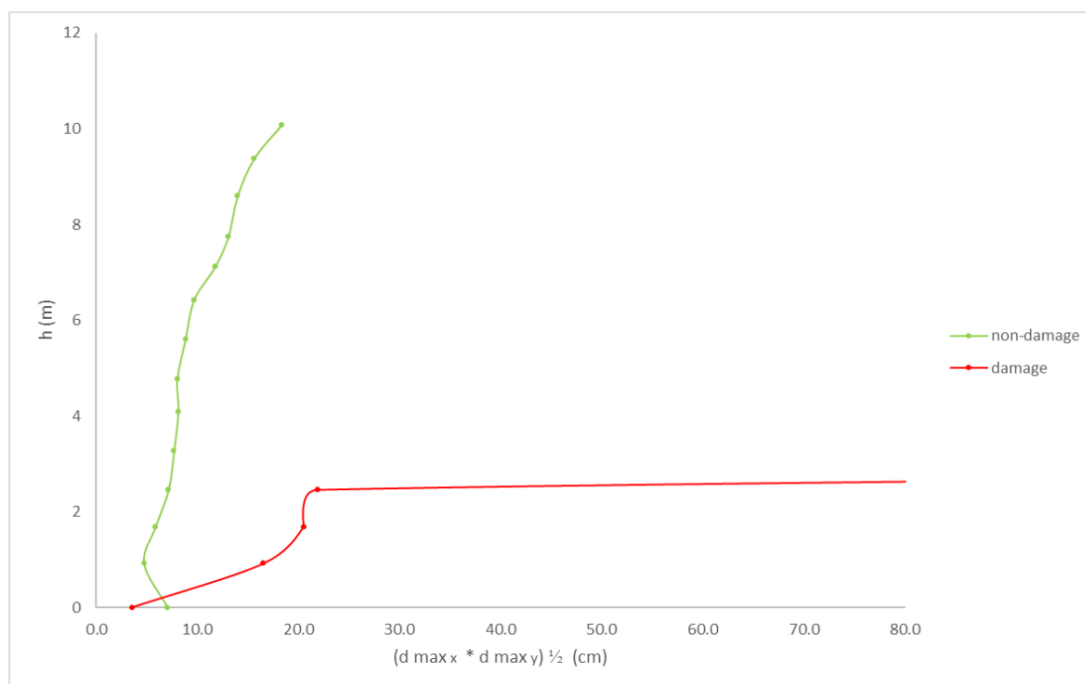
(Με αυξητικό συντελεστή 4: Τα μοντέλα καταρρέουν.)



Σχήμα 22: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και κατά γ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή B) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital.



Σχήμα 23: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και κατά γ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή B) x2.



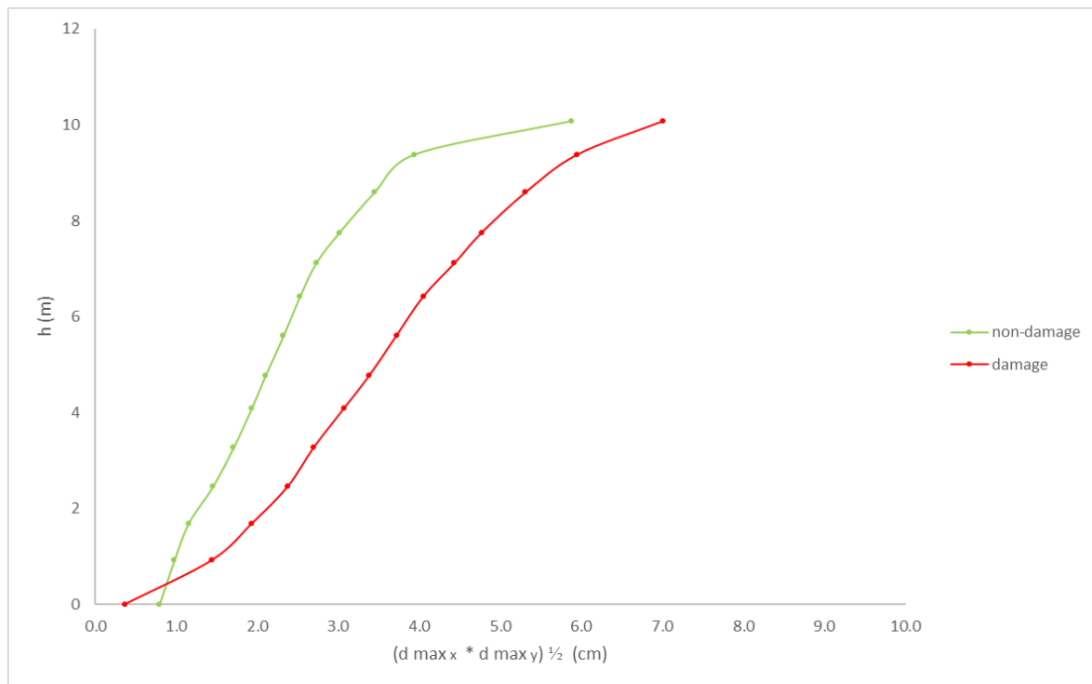
Σχήμα 24: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή B) x4.

Επομένως, ως προς το γεωμετρικό μέσο των μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και y , από την ανάλυση για την καταγραφή B) Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital, παρατηρείται ότι:

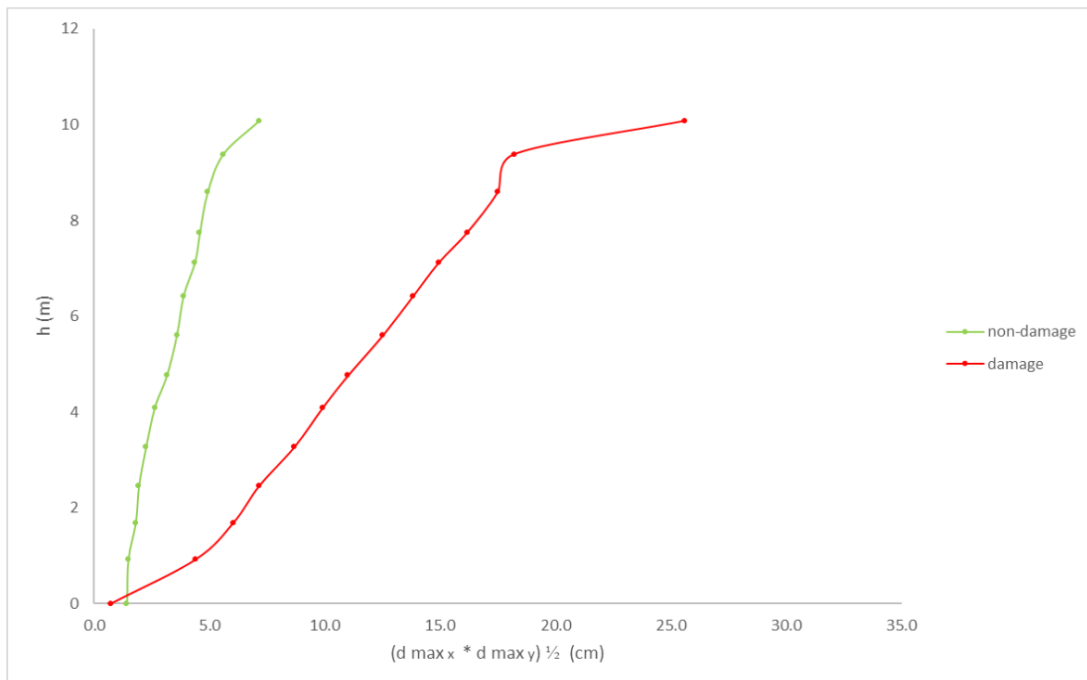
Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **10.0 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **6.3 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **8.0 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), και, στο μοντέλο II, **9.3 cm**, ομοίως στην κορυφή του κιονόκρανου.

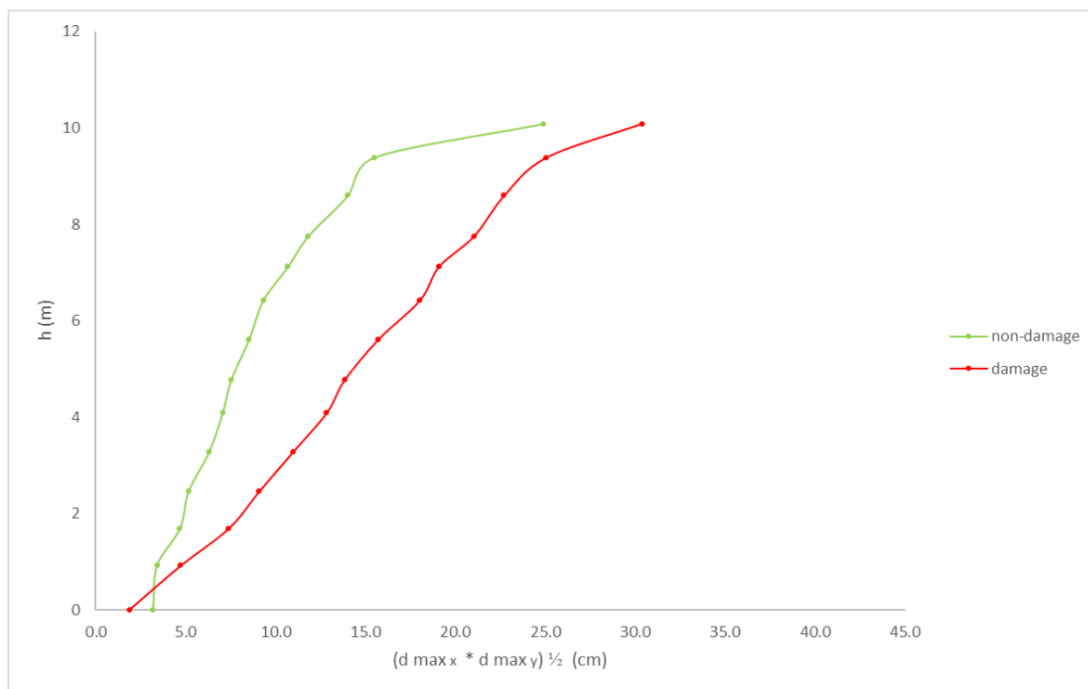
Με αυξητικό συντελεστή 4: Η μέγιστη τιμή είναι, στο μοντέλο I, **18.4 cm** στην κορυφή, (ενώ το μοντέλο II καταρρέει).



Σχήμα 25: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και κατά γ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills.



Σχήμα 26: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και κατά γ – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Γ) x2.



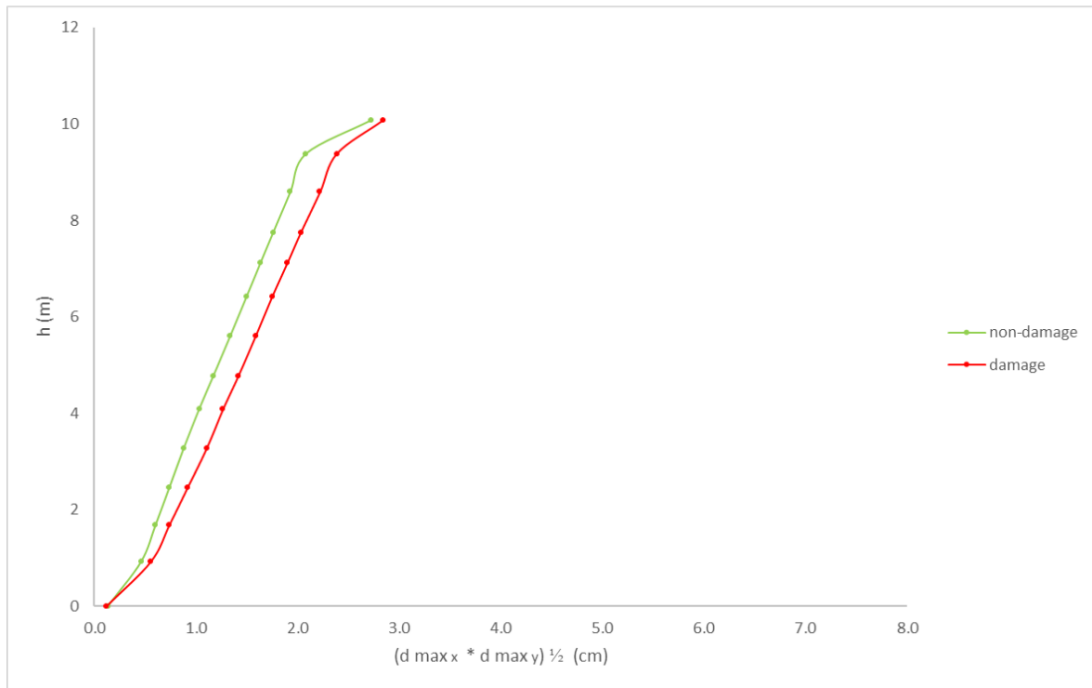
Σχήμα 27: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Γ) x4.

Επομένως, ως προς το γεωμετρικό μέσο των μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και y , από την ανάλυση για την καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills, παρατηρείται ότι:

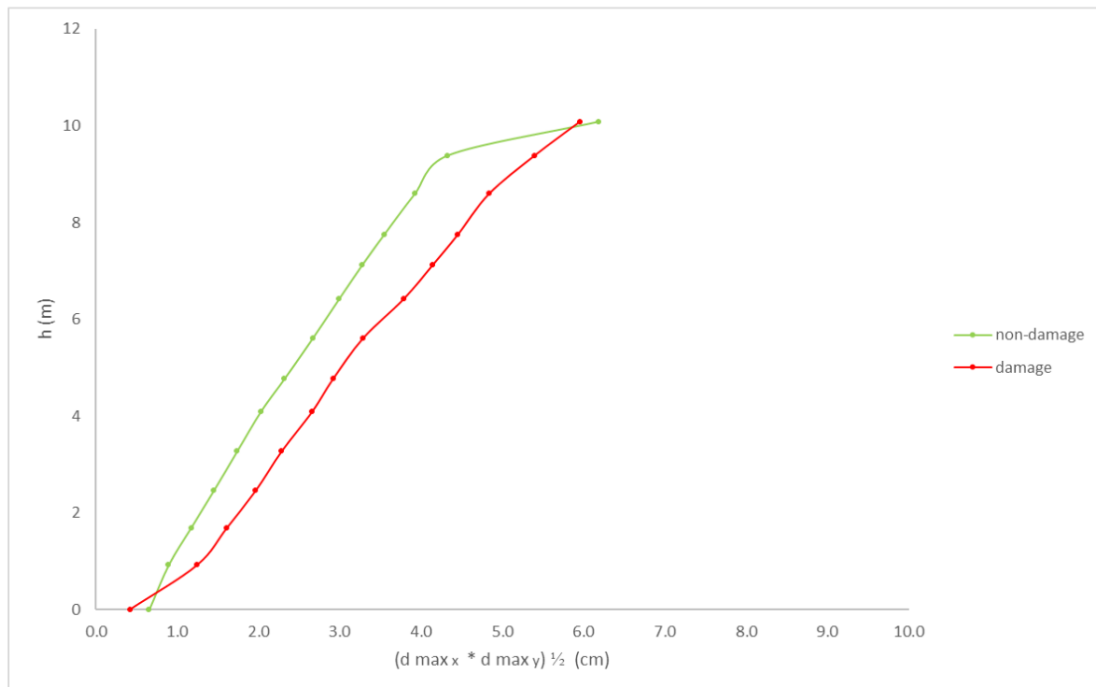
Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **5.9 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **7.0 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **7.2 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), και, στο μοντέλο II, **25.6 cm**, ομοίως στην κορυφή του κιονόκρανου.

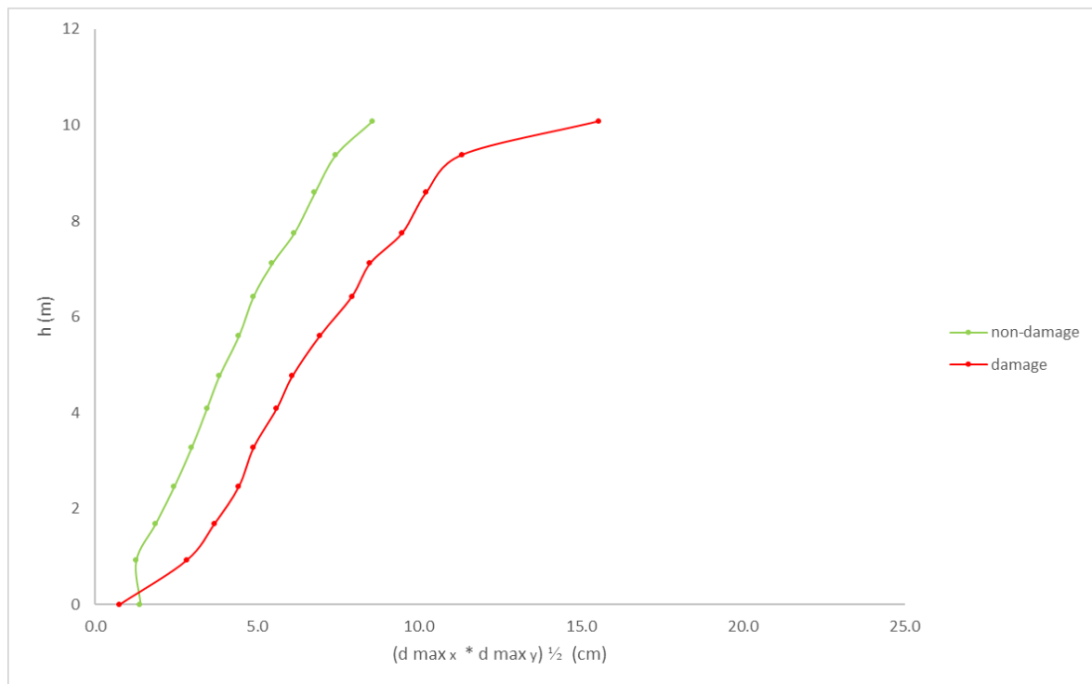
Με αυξητικό συντελεστή 4: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **24.9 cm** στην κορυφή, και, στο μοντέλο II, **30.4 cm**.



Σχήμα 28: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas.



Σχήμα 29: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Δ) x2.



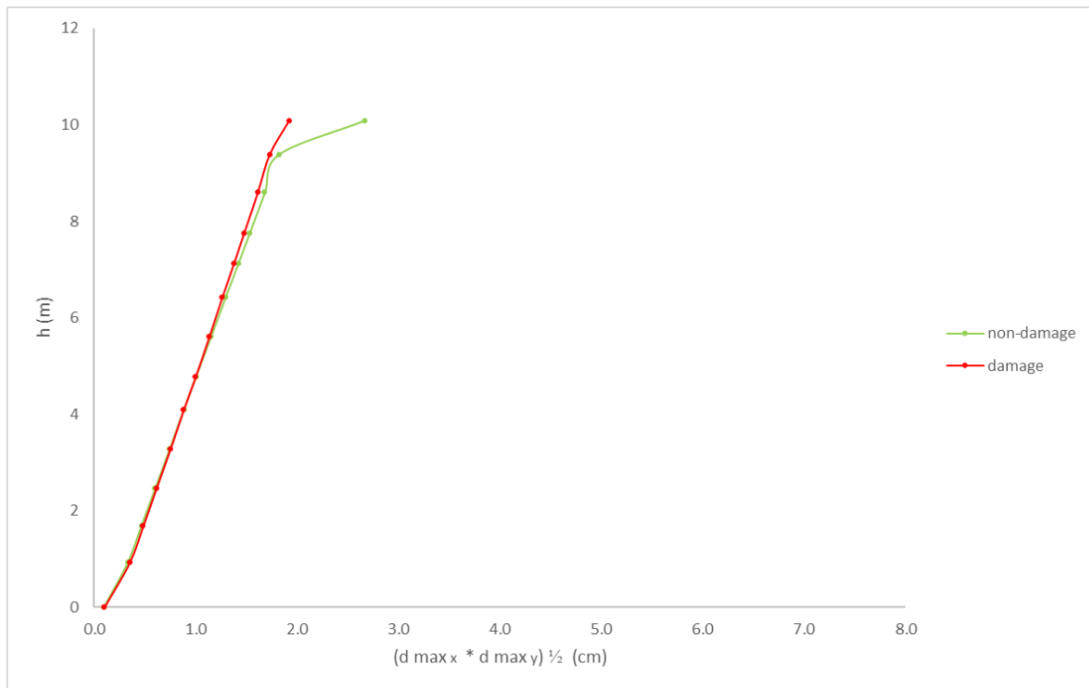
Σχήμα 30: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή Δ) x4.

Επομένως, ως προς το γεωμετρικό μέσο των μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και y , από την ανάλυση για την καταγραφή Δ) Imperial Valley, 1979, Compuertas, παρατηρείται ότι:

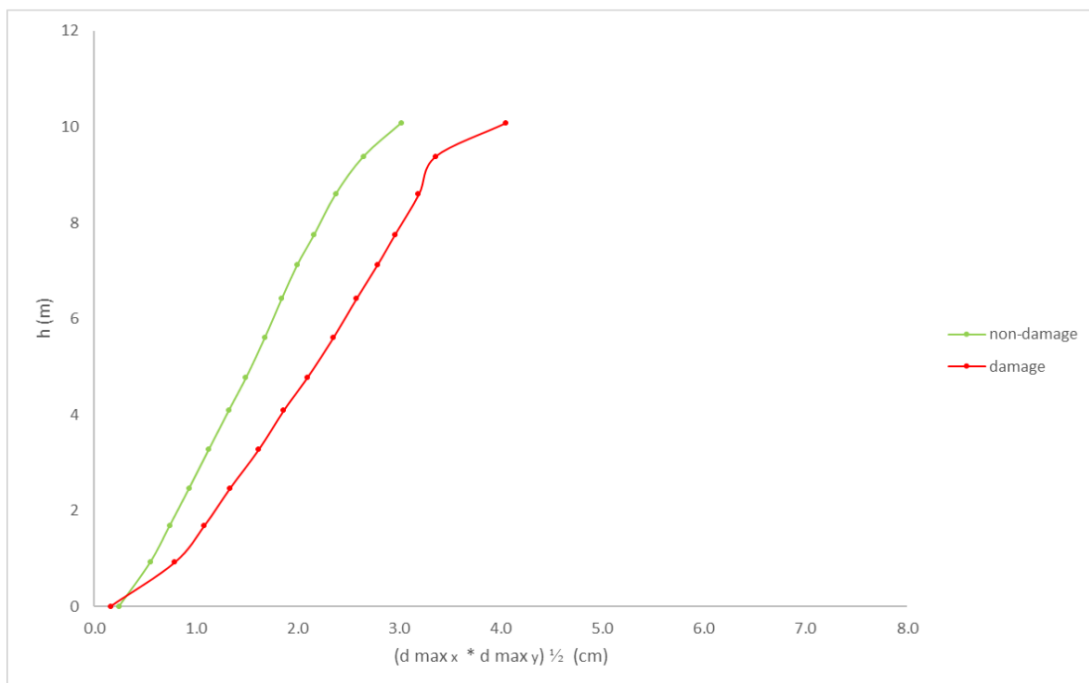
Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **2.7 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **2.8 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **6.2 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), και, στο μοντέλο II, **6.0 cm**, ομοίως στην κορυφή του κιονόκρανου.

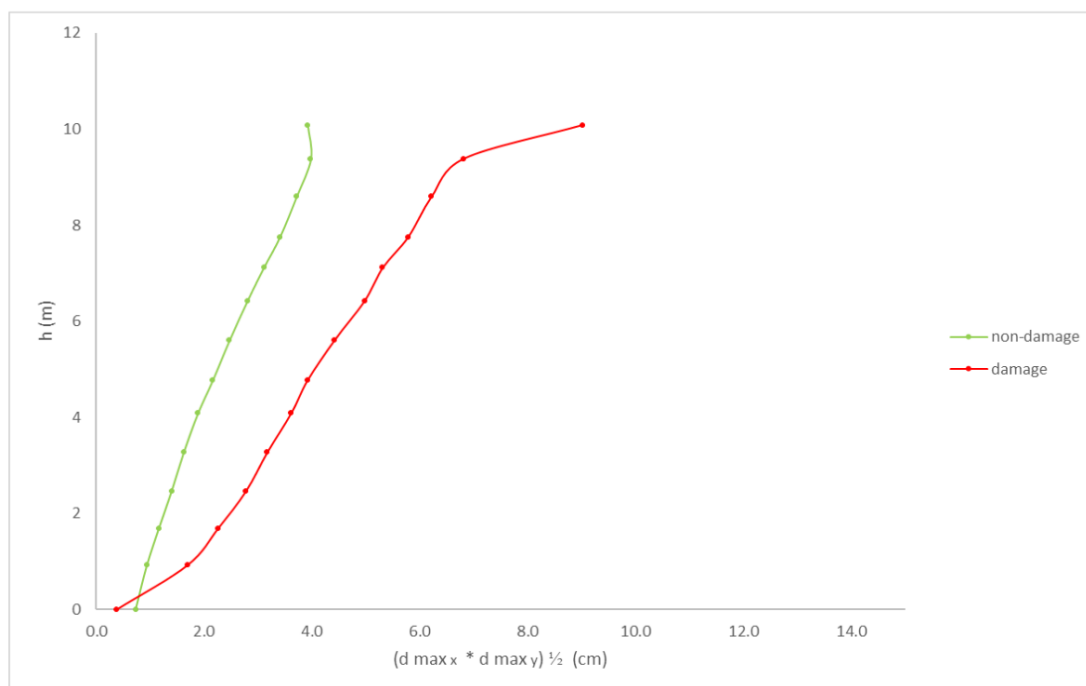
Με αυξητικό συντελεστή 4: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **8.6 cm** στην κορυφή, και, στο μοντέλο II, **15.6 cm**.



Σχήμα 31: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή E) Imperial Valley, 1979, Plaster City.



Σχήμα 32: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή E) x2.



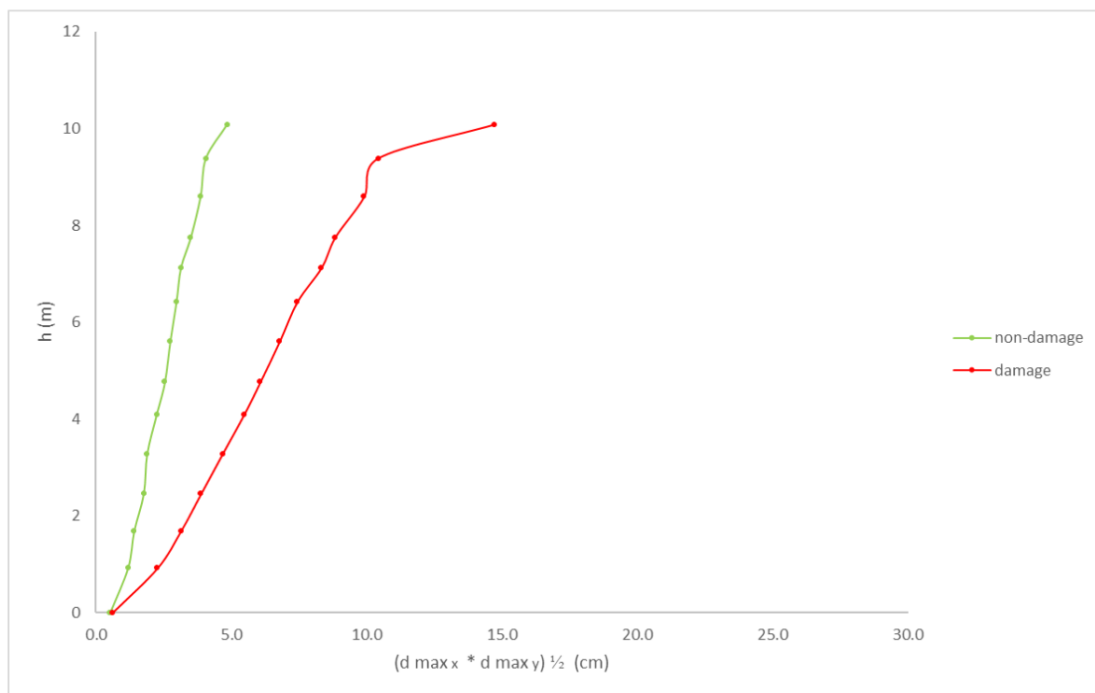
Σχήμα 33: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή E) x4.

Επομένως, ως προς το γεωμετρικό μέσο των μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και y , από την ανάλυση για την καταγραφή E) Imperial Valley, 1979, Plaster City, παρατηρείται ότι:

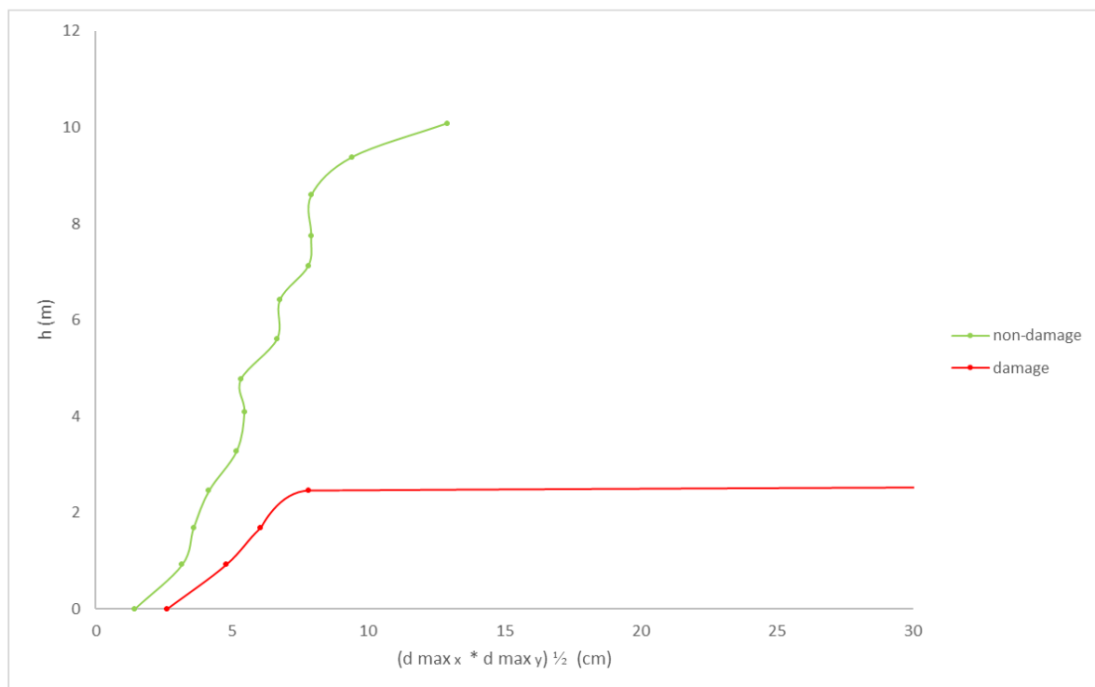
Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **2.7 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **1.9 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **3.0 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), και, στο μοντέλο II, **4.1 cm**, ομοίως στην κορυφή του κιονόκρανου.

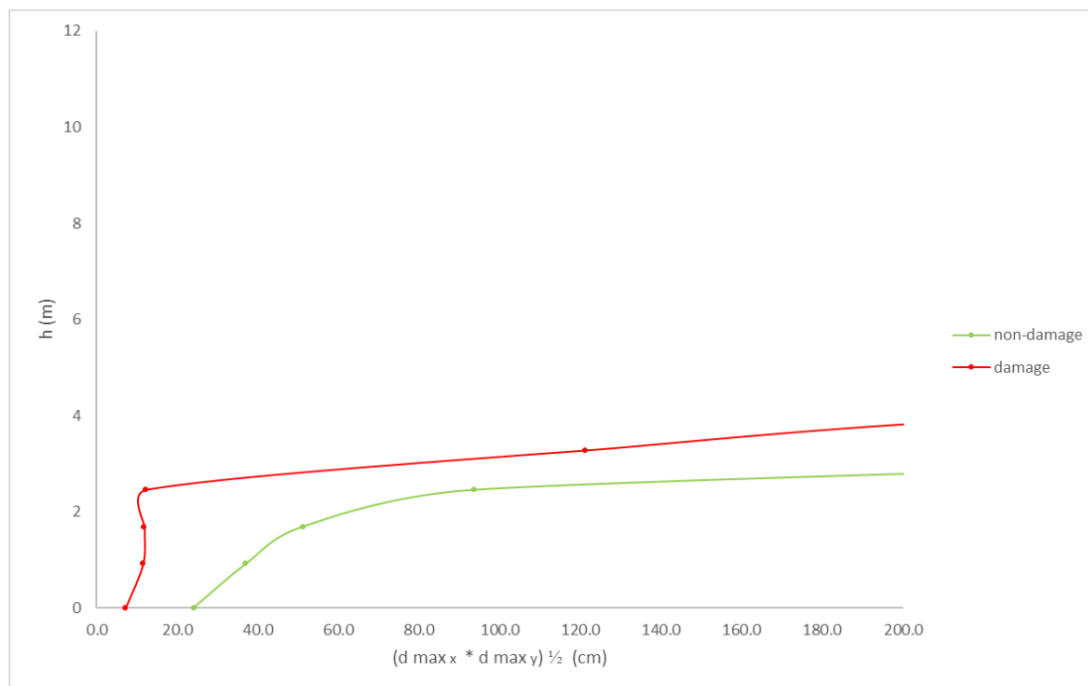
Με αυξητικό συντελεστή 4: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **4.0 cm** στην κορυφή του 12^{ου} σπονδύλου (9.382 m), και, στο μοντέλο II, **9.0 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου.



Σχήμα 34: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή ΣΤ) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array.



Σχήμα 35: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή ΣΤ) x2.



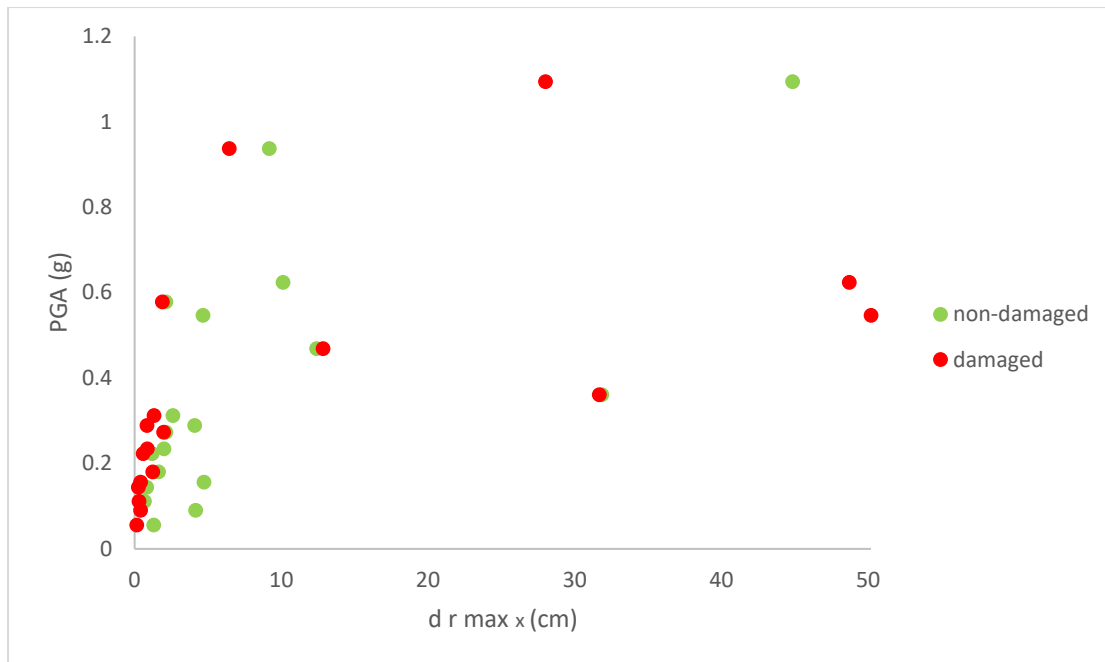
Σχήμα 36: Διάγραμμα γεωμετρικού μέσου των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και κατά y – ύψους του κίονα για το μοντέλο I και II, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ανάλυσης με την καταγραφή ΣΤ) $x4$.

Επομένως, ως προς το γεωμετρικό μέσο των μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά x και y , από την ανάλυση για την καταγραφή ΣΤ) Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array, παρατηρείται ότι:

Χωρίς αυξητικό συντελεστή: Οι μέγιστες τιμές είναι, στο μοντέλο I, **4.9 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m) και, στο μοντέλο II, **14.7 cm**, ομοίως, στην κορυφή του κιονόκρανου.

Με αυξητικό συντελεστή 2: Η μέγιστη τιμή είναι, στο μοντέλο I, **12.9 cm** στην κορυφή του κιονόκρανου (10.081 m), ενώ το μοντέλο II οδηγείται σε κατάρρευση.

Με αυξητικό συντελεστή 4: Τόσο το μοντέλο I όσο και το μοντέλο II οδηγούνται σε κατάρρευση.



Σχήμα 37: Διάγραμμα απόλυτων μέγιστων επιταχύνσεων και απόλυτων μέγιστων σχετικών μετακινήσεων κατά χ βάσει όλων των αναλύσεων στα μοντέλα I και II.

4.3 Σύγκριση- συμπεράσματα όσον αφορά στην επιρροή των βλαβών στην τρωτότητα των κίωνων

Βάσει όλων των παραπάνω αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις αναλύσεις καθίστανται εμφανή τα παρακάτω:

Ως προς την απόλυτη μέγιστη ολική μετακίνηση κατά τη διεύθυνση χ στον κίονα, αυτή εμφανίζει μέγιστη τιμή **82.7 cm** στο μοντέλο χωρίς τις βλάβες-φθορές (I) με μέγιστη επιτάχυνση 0.624g που αντιστοιχεί στην καταγραφή Β) με αυξητικό συντελεστή 4. Για την ίδια καταγραφή το μοντέλο με τις βλάβες οδηγείται στην κατάρρευση. Η αμέσως μικρότερη τιμή, **63.1 cm**, εμφανίζεται με μέγιστη επιτάχυνση 0.547g που αντιστοιχεί στην καταγραφή ΣΤ) με αυξητικό συντελεστή 2, στο μοντέλο I, ενώ το μοντέλο II οδηγείται και πάλι στην κατάρρευση.

Ως προς το γεωμετρικό μέσο των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ και y , η μέγιστη τιμή, **30.4 cm**, παρατηρείται στο μοντέλο II, με μέγιστη επιτάχυνση 0.937g που αντιστοιχεί στην καταγραφή Γ) με αυξητικό συντελεστή 4. Η αντίστοιχη τιμή για το μοντέλο I είναι **24.9 cm**. Οι καταγραφές που παρουσιάζουν τις μέγιστες τιμές ολικών μετακινήσεων κατά χ , όπως σημειώθηκαν παραπάνω, εμφανίζουν τιμές γεωμετρικού μέσου ίσες με **18.9 cm** και **12.9 cm**, αντίστοιχα.

Από τις συνολικά έξι καταρρεύσεις του κίονα που παρατηρήθηκαν κατά τις αναλύσεις, οι δύο αφορούσαν το μοντέλο χωρίς τις βλάβες (I) και οι τέσσερις συνέβησαν στο μοντέλο με τις βλάβες (II).

Με απλή παρατήρηση των διαγραμμάτων των σχημάτων 1-18 των απόλυτων μέγιστων ολικών μετακινήσεων κατά χ συναρτήσεως του ύψους, και του διαγράμματος του σχήματος 37 των απόλυτων μέγιστων σχετικών μετακινήσεων κατά χ συναρτήσεως των μέγιστων επιταχύνσεων των καταγραφών, προκύπτει ότι στην περιοχή των μικρών μετακινήσεων το μοντέλο II (με τις φθορές) παρουσιάζει μικρότερες μετακινήσεις σε σχέση με το μοντέλο I (χωρίς τις φθορές).

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση, συνεπώς, των αναλύσεων και τη σύγκριση κατ' αντιπαράσταση των αποτελεσμάτων στο προσομοίωμα χωρίς τις βλάβες (μοντέλο I) και στο προσομοίωμα με τις βλάβες (μοντέλο II), η οποία επιτρέπει τη ζητούμενη διερεύνηση, συμπεραίνεται ότι:

Με εξαίρεση την περίπτωση της σεισμικής καταγραφής A) Bisaccia, 1980 πολλαπλασιασμένης με αυξητικό συντελεστή 4 (0.361g), όλες οι καταρρεύσεις που έλαβαν χώρα στις αναλύσεις αντιστοιχούσαν σε ργα μεγαλύτερο από **0.50g**. Αξίζει να επισημανθεί, βέβαια, ότι η καταγραφή A) χαρακτηρίζεται από πολύ μεγαλύτερη χρονική διάρκεια t (72.69 sec) σε σχέση με τις υπόλοιπες καταγραφές.

Βάσει των αποτελεσμάτων των μέγιστων σχετικών μετακινήσεων κατά τη διεύθυνση χ , τόσο ο κίονας του μοντέλου I όσο και ο κίονας του μοντέλου II αποκρίνονται εν γένει ικανοποιητικά. Ο μέσος όρων των τιμών αυτών χωρίς να επέλθει κατάρρευση κυμαίνεται στα **4.3 cm** για το μοντέλο I και στα **2.1 cm** για το μοντέλο II. Αυτό, σε συνδυασμό με τις παρατηρήσεις από την ενότητα 4.3, υποδηλώνει ότι τα μοντέλα των κίωνων μετακινήθηκαν από τη βάση τους, με το σύνολο των σπονδύλων να ακολουθεί. Η μέγιστη τιμή μέγιστης σχετικής μετακίνησης χωρίς να επέλθει κατάρρευση είναι, στο μοντέλο I, **12.4 cm** με επιτάχυνση **0.469g** που αντιστοιχεί στην καταγραφή Γ) Northridge, 1994, LA, Baldwin Hills, επαυξημένη με συντελεστή 2, και, στο μοντέλο II, **12.8 cm** με την ίδια επιτάχυνση. Για σχετικές μετακινήσεις ίσες με **28 cm** και άνω παρατηρείται ότι τα προσομοιώματα εν τέλει καταρρέουν.

Για μικρές μετακινήσεις οι εμπλοκές που αναπτύσσονται από τις βλάβες λειτουργούν ευεργετικά για τον κίονα και συνεπώς, οι μετακινήσεις του μοντέλου II περιορίζονται εμφανώς σε σχέση με τις μετακινήσεις του μοντέλου I. Αντίθετα, για καταγραφές που έχουν ως συνέπεια μεγαλύτερες μετακινήσεις το μοντέλο με τις βλάβες (II) φαίνεται πιο τρωτό και επιρρεπές στην κατάρρευση.

Θα ήταν ιδιαίτερα χρήσιμη η εισαγωγή στη διερεύνηση και άλλων στοιχείων, όπως και άλλες επιπλέον φθορές από την εσωτερική πλευρά του κίονα, καθώς και η εισαγωγή των στοιχείων των συνδέσμων που έχουν χρησιμοποιηθεί στις αναστηλώσεις.

Από τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο Παράρτημα 2 προκύπτει ότι η μη μονολιθική σύνδεση μεταξύ των μερών του κιονόκρανου αποδεικνύεται πιο ευνοϊκή καθώς παρατηρούνται λιγότερες καταρρεύσεις με τις ίδιες αναλύσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Ορλάνδος Α. Κ., *Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος*, Τόμος Β', Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, Αθήνα 1977

Ζάμπας Κ., *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος*, Τόμος 3β, Δομική Μελέτη Αποκατάστασης Οπισθονάου, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1994

Ζάμπας Κ., *Μελέτη Δομικής Αποκαταστάσεως της Βόρειας Όψης του Παρθενώνος*, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 2002

Κορρές Μ., *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος*, Τόμος 2β, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989

Κορρές Μ., Τογανίδης Ν., Ζάμπας Κ., Σκουλικίδης Θ., κ.α., *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος*, Τόμος 2α, ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ, Αθήνα 1989

Βεΐζη Αικ., *Διερεύνηση της σεισμικής απόκρισης του οπισθόναου του Παρθενώνα και των σεισμικών δυνάμεων στα συνδετήρια στοιχεία του*, Διπλωματική Εργασία, Επιβλέπων: Καθ. Ι. Ψυχάρης, Σχολή Πολιτικών Μηχ. ΕΜΠ, Αθήνα, 2015

Itasca Consulting Group, Inc, 2007, *3- Dimensional Distinct Element Code, User's Guide* (Manual 3DEC 4.10)

Itasca Consulting Group, Inc, 2019, *3- Dimensional Distinct Element Code, Program Guide* (3DEC 7.0 documentation) διαθέσιμο στην ιστοσελίδα: http://docs.itascacg.com/3dec700/common/docproject/source/manual/program_guide/program_guide.html?node67

Psycharis Ioannis N, Fragiadakis Michalis and Stefanou Ioannis, 2013, *Seismic reliability assessment of classical columns subjected to near-fault ground motions*, Earthquake Engineering & Structural Dynamics, Wiley Online Library, 2013; 42:2061–2079, DOI: 10.1002/eqe.2312

Dasiou Maria-Eleni and Psycharis Ioannis N., 2015, *Numerical investigation of the seismic response of Hephaestus temple in Athens, Greece*, COMPDYN 2015, 5th ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering

Fragiadakis Michalis and Diamantopoulos Spyridon, 2020, *Fragility and risk assessment of freestanding building contents*, Research Article, DOI: 10.1002/eqe.3276

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 3DEC ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΚΙΟΝΩΝ

ΤΟ ΚΥΡΙΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

```
set log off
new
head
Pronaos_6th
config dyn
set nupdt 1
set nucp 1
set nucx 1
set _ucp_face off
set _cx_radial on
set atol 0.001

;=====
;Base

poly brick -30.,30. -30.,30. -0.720,-0.420
mark -30.,30. -30.,30. -0.720,-0.420 region 1
range name Base x -30. 30. y -30. 30. z -0.720 -0.420
;=====
;geometry

call Pronaos\pronaos_6th_c_j_c.txt *data file for non-damaged or damaged*
;=====

group block Base range z -0.720 -0.420
group block P.K6 range z -0.420 10.081
;=====
plot block colorby group colorlist lightgray white colece3df title off
;
;=====
facetri zr -0.720 0.0 triang
facetri zr 0.0 9.793 radial
facetri zr 9.793 10.081 triang
;=====
call Pronaos\ask_histories.txt
;=====
;materials

prop mat=1 den=2700 k=58000000 g=22000000 jkn=5000000000 jks=1000000000 jfri=37
;=====
save Pronaos_6th.sav
```

```

=====
fix -30.,30. -30.,30. -0.720,-0.420
damp auto
grav 0.0 0.0 -9.81

hist id 2 unbal
cy 5000
reset time
save Pronaos_6th.sav
damp 0.00 0.00 mass
=====
;load

table 1 read EQs\Loma_Prieta_Agnews_State_Hospital.txt
apply xvel 1. his table 1 range x -30.,30. y -30.,30. z -0.720,-0.420

hist n 100
hist id 1 time
hist type 1

cy ti 40
save Pronaos_6th.sav

=====
call Pronaos\write_histories_d.txt
call Pronaos\write_histories_x.txt

*H ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΧΩΡΙΣ ΒΛΑΒΕΣ (pronaos_6th_c_j_c)*

;6th_b
poly prism a -0.862,-0.938,-0.420 0.862,-0.938,-0.420 0.862,0.938,-0.420 -0.862,0.938,-0.420
&
      b -0.862,-0.938,0.0 0.862,-0.938,0.0 0.862,0.938,0.0 -0.862,0.938,0.0
range name 6th_b x -0.862 0.862 y -0.938 0.938 z -0.420 0.0

;6th_1
poly drum 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.918 0.825 0.816 20 90
range name 6th_1 x -0.825 0.825 y -0.825 0.825 z 0.0 0.918

;6th_2
poly drum 0.0 0.0 0.918 0.0 0.0 1.687 0.816 0.799 20 90
range name 6th_2 x -0.816 0.816 y -0.816 0.816 z 0.918 1.687

;6th_3
poly drum 0.0 0.0 1.687 0.0 0.0 2.456 0.799 0.785 20 90
range name 6th_3 x -0.799 0.799 y -0.799 0.799 z 1.687 2.456

;6th_4
poly drum 0.0 0.0 2.456 0.0 0.0 3.273 0.785 0.768 20 90
range name 6th_4 x -0.785 0.785 y -0.785 0.785 z 2.456 3.273

```

```

;6th_5
poly drum 0.0 0.0 3.273 0.0 0.0 4.090 0.768 0.7535 20 90
range name 6th_5 x -0.768 0.768 y -0.768 0.768 z 3.273 4.090

;6th_6
poly drum 0.0 0.0 4.090 0.0 0.0 4.763 0.7535 0.744 20 90
range name 6th_6 x -0.7535 0.7535 y -0.7535 0.7535 z 4.090 4.763

;6th_7
poly drum 0.0 0.0 4.763 0.0 0.0 5.604 0.744 0.732 20 90
range name 6th_7 x -0.744 0.744 y -0.744 0.744 z 4.763 5.604

;6th_8
poly drum 0.0 0.0 5.604 0.0 0.0 6.421 0.732 0.708 20 90
range name 6th_8 x -0.732 0.732 y -0.732 0.732 z 5.604 6.421

;6th_9
poly drum 0.0 0.0 6.421 0.0 0.0 7.118 0.708 0.6935 20 90
range name 6th_9 x -0.708 0.708 y -0.708 0.708 z 6.421 7.118

;6th_10
poly drum 0.0 0.0 7.118 0.0 0.0 7.748 0.6935 0.672 20 90
range name 6th_10 x -0.6935 0.6935 y -0.6935 0.6935 z 7.118 7.748

;6th_11
poly drum 0.0 0.0 7.748 0.0 0.0 8.589 0.672 0.648 20 90
range name 6th_11 x -0.672 0.672 y -0.672 0.672 z 7.538 8.589

;6th_12
poly drum 0.0 0.0 8.589 0.0 0.0 9.382 0.648 0.6385 20 90
range name 6th_12 x -0.648 0.648 y -0.648 0.648 z 8.589 9.382

;6th_y
poly drum 0.0 0.0 9.382 0.0 0.0 9.527 0.6385 0.648 20 90
range name 6th_y x -0.648 0.648 y -0.648 0.648 z 9.382 9.527
join_contact on range x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.383 10.081

;6th_k1
poly drum 0.0 0.0 9.527 0.0 0.0 9.576 0.648 0.672 20 90
range name 6th_k1 x -0.672 0.672 y -0.672 0.672 z 9.527 9.576
join_contact on range x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.383 10.081

;6th_k2
poly drum 0.0 0.0 9.576 0.0 0.0 9.793 0.672 0.840 20 90
range name 6th_k2 x -0.672 0.672 y -0.672 0.672 z 9.576 9.793
join_contact on range x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.383 10.081

;6th_k3
poly prism a -0.852,-0.852,9.793 0.852,-0.852,9.793 0.852,0.852,9.793 -0.852,0.852,9.793 &
      b -0.852,-0.852,10.081 0.852,-0.852,10.081 0.852,0.852,10.081 -0.852,0.852,10.081
range name 6th_k3 x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.793 10.081
join_contact on range x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.383 10.081
;

```

*Η ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΜΕ ΒΛΑΒΕΣ (pronaos_6th_dam_j_c) *

;6th_b

poly prism a -0.862,-0.938,-0.420 -0.670,-0.930,-0.420 0.718,-0.938,-0.420 0.862,-0.938,-0.420 0.862,0.938,-0.420 -0.862,0.938,-0.420 &

b -0.862,-0.938,0.0 -0.670,-0.938,0.0 0.718,-0.938,0.0 0.862,-0.782,0.0 0.862,0.938,0.0 -0.862,0.938,0.0

range name 6th_b x -0.862 0.862 y -0.938 0.938 z -0.420 0.0

;6th_1

poly prism a 0.825,0.0,0.0 0.762,0.316,0.0 0.583,0.583,0.0 0.316,0.762,0.0 0.0,0.825,0.0 -0.316,0.762,0.0 -0.583,0.583,0.0 -0.762,0.316,0.0 -0.825,0.0,0.0 -0.762,-0.316,0.0 -0.583,-0.583,0.0 -0.369,-0.730,0.0 -0.316,-0.762,0.0 0.0,-0.825,0.0 0.316,-0.762,0.0 0.583,-0.583,0.0 0.681,-0.300,0.0 &

b 0.768,0.0,0.918 0.754,0.312,0.918 0.577,0.577,0.918 0.312,0.754,0.918 0.0,0.816,0.918 -0.312,0.754,0.918 -0.577,0.577,0.918 -0.754,0.312,0.918 -0.816,0.0,0.918 -0.754,-0.312,0.918 -0.577,-0.577,0.918 -0.369,-0.728,0.918 -0.312,-0.754,0.918 0.0,-0.816,0.918 0.312,-0.754,0.918 0.577,-0.577,0.918 0.667,-0.312,0.918

range name 6th_1 x -0.825 0.825 y -0.825 0.825 z 0.0 0.918

;6th_2

poly prism a 0.768,0.0,0.918 0.754,0.312,0.918 0.577,0.577,0.918 0.312,0.754,0.918 0.0,0.816,0.918 -0.312,0.754,0.918 -0.577,0.577,0.918 -0.754,0.312,0.918 -0.816,0.0,0.918 -0.754,-0.312,0.918 -0.577,-0.577,0.918 -0.312,-0.754,0.918 0.0,-0.816,0.918 0.312,-0.754,0.918 0.367,-0.710,0.918 0.577,-0.577,0.918 0.667,-0.312,0.918 &

b 0.751,0.0,1.687 0.738,0.306,1.687 0.565,0.565,1.687 0.306,0.738,1.687 0.0,0.799,1.687 -0.306,0.738,1.687 -0.565,0.565,1.687 -0.738,0.306,1.687 -0.799,0.0,1.687 -0.738,-0.306,1.687 -0.565,-0.565,1.687 -0.306,-0.738,1.687 0.0,-0.799,1.687 0.306,-0.738,1.687 0.367,-0.700,1.687 0.565,-0.565,1.687 0.712,-0.306,1.687

range name 6th_2 x -0.816 0.816 y -0.816 0.816 z 0.918 1.687

;6th_3

poly prism a 0.727,0.0,1.687 0.727,0.306,1.687 0.565,0.565,1.687 0.306,0.738,1.687 0.0,0.799,1.687 -0.306,0.738,1.687 -0.565,0.565,1.687 -0.738,0.306,1.687 -0.799,0.0,1.687 -0.738,-0.306,1.687 -0.565,-0.565,1.687 -0.306,-0.738,1.687 0.0,-0.799,1.687 0.306,-0.738,1.687 0.565,-0.565,1.687 0.720,-0.306,1.687 &

b 0.708,0.0,2.456 0.708,0.300,2.456 0.555,0.555,2.456 0.300,0.725,2.456 0.0,0.785,2.456 -0.300,0.725,2.456 -0.555,0.555,2.456 -0.725,0.300,2.456 -0.761,0.0,2.456 -0.725,-0.300,2.456 -0.555,-0.555,2.456 -0.300,-0.725,2.456 0.0,-0.785,2.456 0.300,-0.725,2.456 0.555,-0.555,2.456 0.641,-0.290,2.456

range name 6th_3 x -0.799 0.799 y -0.799 0.799 z 1.687 2.456

;6th_4

poly prism a 0.720,0.0,2.456 0.720,0.300,2.456 0.555,0.555,2.456 0.300,0.725,2.456 0.0,0.785,2.456 -0.300,0.725,2.456 -0.555,0.555,2.456 -0.725,0.300,2.456 -0.785,0.0,2.456 -0.725,-0.300,2.456 -0.555,-0.555,2.456 -0.300,-0.725,2.456 0.0,-0.785,2.456 0.300,-0.725,2.456 0.545,-0.560,2.456 0.555,-0.555,2.456 0.720,-0.290,2.456 &

b 0.720,0.0,3.273 0.710,0.294,3.273 0.543,0.543,3.273 0.294,0.710,3.273 0.0,0.768,3.273 -0.294,0.710,3.273 -0.543,0.543,3.273 -0.710,0.294,3.273 -0.720,0.0,3.273 -0.710,-0.280,3.273 -0.543,-0.525,3.273 -0.294,-0.700,3.273 0.0,-0.755,3.273 0.294,-0.706,3.273 0.545,-0.541,3.273 0.543,-0.543,3.273 0.672,-0.289,3.273

range name 6th_4 x -0.785 0.785 y -0.785 0.785 z 2.456 3.273

;6th_5
poly prism a 0.725,0.0,3.273 0.710,0.294,3.273 0.543,0.543,3.273 0.294,0.710,3.273
0.0,0.768,3.273 -0.294,0.710,3.273 -0.543,0.543,3.273 -0.710,0.294,3.273 -0.768,0.0,3.273 -
0.710,-0.294,3.273 -0.543,-0.543,3.273 -0.294,-0.695,3.273 0.0,-0.768,3.273 0.105,-
0.761,3.273 0.294,-0.725,3.273 0.543,-0.543,3.273 0.710,-0.294,3.273 &
b 0.701,0.0,4.090 0.696,0.288,4.090 0.533,0.533,4.090 0.288,0.696,4.090
0.0,0.7535,4.090 -0.288,0.696,4.090 -0.533,0.533,4.090 -0.696,0.288,4.090 -0.7535,0.0,4.090
-0.696,-0.288,4.090 -0.533,-0.533,4.090 -0.288,-0.670,4.090 0.0,-0.7535,4.090 0.105,-
0.730,4.090 0.288,-0.696,4.090 0.533,-0.533,4.090 0.696,-0.288,4.090
range name 6th_5 x -0.768 0.768 y -0.768 0.768 z 3.273 4.090

;6th_6
poly prism a 0.739,0.0,4.090 0.696,0.288,4.090 0.533,0.533,4.090 0.288,0.696,4.090
0.0,0.7535,4.090 -0.288,0.696,4.090 -0.533,0.533,4.090 -0.696,0.288,4.090 -0.7535,0.0,4.090
-0.696,-0.288,4.090 -0.533,-0.510,4.090 -0.288,-0.625,4.090 0.0,-0.7535,4.090 0.288,-
0.640,4.090 0.504,-0.560,4.090 0.533,-0.533,4.090 0.696,-0.288,4.090 &
b 0.696,0.0,4.763 0.687,0.285,4.763 0.526,0.526,4.763 0.285,0.687,4.763
0.0,0.744,4.763 -0.285,0.687,4.763 -0.526,0.526,4.763 -0.687,0.285,4.763 -0.744,0.0,4.763 -
0.687,-0.270,4.763 -0.526,-0.490,4.763 -0.285,-0.640,4.763 0.0,-0.690,4.763 0.285,-
0.650,4.763 0.504,-0.580,4.763 0.526,-0.526,4.763 0.687,-0.285,4.763
range name 6th_6 x -0.7535 0.7535 y -0.7535 0.7535 z 4.090 4.763

;6th_7
poly prism a 0.648,0.0,4.763 0.648,0.285,4.763 0.526,0.526,4.763 0.285,0.687,4.763
0.0,0.744,4.763 -0.285,0.687,4.763 -0.526,0.526,4.763 -0.687,0.285,4.763 -0.744,0.0,4.763 -
0.687,-0.285,4.763 -0.526,-0.526,4.763 -0.285,-0.687,4.763 0.0,-0.744,4.763 0.120,-
0.710,4.763 0.285,-0.687,4.763 0.312,-0.645,4.763 0.526,-0.526,4.763 0.648,-0.285,4.763 &
b 0.679,0.0,5.604 0.676,0.280,5.604 0.518,0.518,5.604 0.280,0.676,5.604
0.0,0.732,5.604 -0.280,0.676,5.604 -0.518,0.518,5.604 -0.676,0.280,5.604 -0.732,0.0,5.604 -
0.676,-0.280,5.604 -0.518,-0.518,5.604 -0.280,-0.676,5.604 0.0,-0.732,5.604 0.120,-
0.710,5.604 0.280,-0.676,5.604 0.312,-0.645,5.604 0.518,-0.518,5.604 0.676,-0.280,5.604
range name 6th_7 x -0.744 0.744 y -0.744 0.744 z 4.763 5.604

;6th_8
poly prism a 0.674,0.0,5.604 0.674,0.280,5.604 0.518,0.518,5.604 0.280,0.676,5.604
0.0,0.732,5.604 -0.280,0.676,5.604 -0.518,0.518,5.604 -0.676,0.280,5.604 -0.722,0.0,5.604 -
0.676,-0.280,5.604 -0.516,-0.519,5.604 -0.518,-0.518,5.604 -0.280,-0.676,5.604 -0.228,-
0.696,5.604 -0.108,-0.724,5.604 0.0,-0.732,5.604 0.146,-0.717,5.604 0.280,-0.676,5.604
0.338,-0.610,5.604 0.518,-0.518,5.604 0.674,-0.280,5.604 &
b 0.655,0.0,6.421 0.654,0.271,6.421 0.501,0.501,6.421 0.271,0.654,6.421
0.0,0.708,6.421 -0.271,0.654,6.421 -0.501,0.501,6.421 -0.654,0.271,6.421 -0.708,0.0,6.421 -
0.654,-0.271,6.421 -0.516,-0.450,6.421 -0.501,-0.475,6.421 -0.271,-0.635,6.421 -0.228,-
0.640,6.421 -0.108,-0.680,6.421 0.0,-0.708,6.421 0.146,-0.675,6.421 0.271,-0.654,6.421
0.338,-0.622,6.421 0.501,-0.501,6.421 0.654,-0.271,6.421
range name 6th_8 x -0.732 0.732 y -0.732 0.732 z 5.604 6.421

;6th_9
poly prism a 0.636,0.0,6.421 0.654,0.271,6.421 0.501,0.501,6.421 0.271,0.654,6.421
0.0,0.708,6.421 -0.271,0.654,6.421 -0.501,0.501,6.421 -0.654,0.271,6.421 -0.708,0.0,6.421 -
0.654,-0.271,6.421 -0.573,-0.416,6.421 -0.501,-0.501,6.421 -0.309,-0.637,6.421 -0.271,-
0.654,6.421 -0.118,-0.698,6.421 0.0,-0.708,6.421 0.262,-0.658,6.421 0.271,-0.654,6.421
0.501,-0.501,6.421 0.506,-0.470,6.421 0.654,-0.271,6.421 &
b 0.674,0.0,7.118 0.641,0.265,7.118 0.490,0.490,7.118 0.265,0.641,7.118
0.0,0.6935,7.118 -0.265,0.641,7.118 -0.490,0.490,7.118 -0.641,0.265,7.118 -0.684,0.0,7.118 -
0.641,-0.265,7.118 -0.573,-0.365,7.118 -0.490,-0.490,7.118 -0.309,-0.605,7.118 -0.265,-

0.641,7.118 -0.118,-0.665,7.118 0.0,-0.6935,7.118 0.262,-0.625,7.118 0.265,-0.641,7.118
0.490,-0.490,7.118 0.506,-0.474,7.118 0.641,-0.265,7.118
range name 6th_9 x -0.708 0.708 y -0.708 0.708 z 6.421 7.118

;6th_10

poly prism a 0.583,0.0,7.118 0.583,0.265,7.118 0.490,0.490,7.118 0.265,0.641,7.118
0.0,0.6935,7.118 -0.265,0.641,7.118 -0.490,0.490,7.118 -0.641,0.265,7.118 -0.6935,0.0,7.118
-0.669,-0.155,7.118 -0.641,-0.265,7.118 -0.588,-0.355,7.118 -0.490,-0.490,7.118 -0.392,-
0.572,7.118 -0.265,-0.641,7.118 -0.106,-0.685,7.118 0.0,-0.6935,7.118 0.265,-0.641,7.118
0.264,-0.641,7.118 0.307,-0.622,7.118 0.309,-0.605,7.118 0.478,-0.495,7.118 0.490,-
0.490,7.118 0.583,-0.265,7.118 &

b 0.595,0.0,7.748 0.595,0.257,7.748 0.475,0.475,7.748 0.257,0.621,7.748
0.0,0.672,7.748 -0.257,0.621,7.748 -0.475,0.475,7.748 -0.621,0.257,7.748 -0.648,0.0,7.748 -
0.648,-0.155,7.748 -0.621,-0.257,7.748 -0.588,-0.325,7.748 -0.475,-0.475,7.748 -0.392,-
0.535,7.748 -0.257,-0.621,7.748 -0.106,-0.650,7.748 0.0,-0.672,7.748 0.257,-0.621,7.748
0.264,-0.600,7.748 0.307,-0.590,7.748 0.309,-0.597,7.748 0.478,-0.472,7.748 0.475,-
0.475,7.748 0.595,-0.257,7.748

range name 6th_10 x -0.6935 0.6935 y -0.6935 0.6935 z 7.118 7.748

;6th_11

poly prism a 0.619,0.0,7.748 0.619,0.257,7.748 0.475,0.475,7.748 0.257,0.621,7.748
0.0,0.672,7.748 -0.257,0.621,7.748 -0.475,0.475,7.748 -0.621,0.257,7.748 -0.648,0.0,7.748 -
0.621,-0.257,7.748 -0.610,-0.275,7.748 -0.571,-0.354,7.748 -0.475,-0.475,7.748 -0.288,-
0.607,7.748 -0.257,-0.621,7.748 0.0,-0.672,7.748 0.101,-0.655,7.748 0.257,-0.621,7.748
0.288,-0.607,7.748 0.475,-0.475,7.748 0.461,-0.489,7.748 0.480,-0.460,7.748 0.619,-
0.257,7.748 &

b 0.595,0.0,8.589 0.595,0.248,8.589 0.458,0.458,8.589 0.248,0.599,8.589
0.0,0.648,8.589 -0.248,0.599,8.589 -0.458,0.458,8.589 -0.599,0.248,8.589 -0.624,0.0,8.589 -
0.610,-0.219,8.589 -0.599,-0.248,8.589 -0.571,-0.290,8.589 -0.458,-0.458,8.589 -0.288,-
0.570,8.589 -0.248,-0.599,8.589 0.0,-0.648,8.589 0.101,-0.640,8.589 0.248,-0.599,8.589
0.288,-0.570,8.589 0.458,-0.458,8.589 0.461,-0.450,8.589 0.480,-0.435,8.589 0.595,-
0.248,8.589

range name 6th_11 x -0.672 0.672 y -0.672 0.672 z 7.538 8.589

;6th_12

poly prism a 0.600,0.0,8.589 0.599,0.248,8.589 0.458,0.458,8.589 0.248,0.599,8.589
0.0,0.648,8.589 -0.248,0.599,8.589 -0.458,0.458,8.589 -0.599,0.248,8.589 -0.648,0.0,8.589 -
0.599,-0.248,8.589 -0.576,-0.297,8.589 -0.552,-0.320,8.589 -0.458,-0.458,8.589 -0.456,-
0.450,8.589 -0.248,-0.599,8.589 0.0,-0.648,8.589 0.248,-0.599,8.589 0.288,-0.570,8.589
0.355,-0.525,8.589 0.458,-0.458,8.589 0.595,-0.248,8.589 &

b 0.600,0.0,9.382 0.590,0.244,9.382 0.451,0.451,9.382 0.244,0.590,9.382
0.0,0.6385,9.382 -0.244,0.590,9.382 -0.451,0.451,9.382 -0.590,0.244,9.382 -0.6385,0.0,9.382
-0.590,-0.244,9.382 -0.576,-0.271,9.382 -0.552,-0.321,9.382 -0.456,-0.447,9.382 -0.451,-
0.451,9.382 -0.244,-0.590,9.382 0.0,-0.6385,9.382 0.244,-0.590,9.382 0.288,-0.570,9.382
0.355,-0.520,9.382 0.451,-0.451,9.382 0.590,-0.244,9.382

range name 6th_12 x -0.648 0.648 y -0.648 0.648 z 8.589 9.382

;6th_y

poly prism a 0.543,0.0,9.382 0.590,0.244,9.382 0.451,0.451,9.382 0.244,0.590,9.382
0.0,0.6385,9.382 -0.244,0.590,9.382 -0.451,0.451,9.382 -0.590,0.244,9.382 -0.6385,0.0,9.382
-0.590,-0.244,9.382 -0.451,-0.451,9.382 -0.244,-0.590,9.382 0.0,-0.6385,9.382 0.244,-
0.590,9.382 0.451,-0.451,9.382 0.543,-0.244,9.382 &

b 0.562,0.0,9.527 0.599,0.248,9.527 0.458,0.458,9.527 0.248,0.599,9.527
0.0,0.648,9.527 -0.248,0.599,9.527 -0.458,0.458,9.527 -0.599,0.248,9.527 -0.648,0.0,9.527 -

0.599,-0.248,9.527 -0.458,-0.458,9.527 -0.248,-0.599,9.527 0.0,-0.648,9.527 0.248,-
0.599,9.527 0.458,-0.458,9.527 0.562,-0.248,9.527
range name 6th_y x -0.648 0.648 y -0.648 0.648 z 9.382 9.527
join_contact on range x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.383 10.081

;6th_k1

poly prism a 0.542,0.0,9.527 0.599,0.248,9.527 0.458,0.458,9.527 0.248,0.599,9.527
0.0,0.648,9.527 -0.248,0.599,9.527 -0.458,0.458,9.527 -0.599,0.248,9.527 -0.648,0.0,9.527 -
0.599,-0.248,9.527 -0.458,-0.458,9.527 -0.248,-0.599,9.527 0.0,-0.648,9.527 0.248,-
0.599,9.527 0.458,-0.458,9.527 0.542,-0.248,9.527 &
b 0.533,0.0,9.576 0.614,0.257,9.576 0.475,0.475,9.576 0.257,0.621,9.576
0.0,0.672,9.576 -0.257,0.621,9.576 -0.475,0.475,9.576 -0.621,0.257,9.576 -0.672,0.0,9.576 -
0.621,-0.257,9.576 -0.475,-0.475,9.576 -0.257,-0.621,9.576 0.0,-0.672,9.576 0.257,-
0.621,9.576 0.475,-0.475,9.576 0.533,-0.257,9.576
range name 6th_k1 x -0.672 0.672 y -0.672 0.672 z 9.527 9.576
join_contact on range x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.383 10.081

;6th_k2

poly prism a 0.523,0.0,9.576 0.552,0.257,9.576 0.475,0.475,9.576 0.257,0.621,9.576
0.0,0.672,9.576 -0.257,0.621,9.576 -0.475,0.475,9.576 -0.621,0.257,9.576 -0.672,0.0,9.576 -
0.621,-0.257,9.576 -0.475,-0.475,9.576 -0.257,-0.621,9.576 0.0,-0.672,9.576 0.257,-
0.621,9.576 0.475,-0.475,9.576 0.523,-0.257,9.576 &
b 0.610,0.0,9.793 0.672,0.321,9.793 0.594,0.594,9.793 0.321,0.776,9.793
0.0,0.840,9.793 -0.321,0.776,9.793 -0.594,0.594,9.793 -0.776,0.321,9.793 -0.840,0.0,9.793 -
0.776,-0.321,9.793 -0.594,-0.594,9.793 -0.321,-0.776,9.793 0.0,-0.840,9.793 0.321,-
0.776,9.793 0.594,-0.594,9.793 0.610,-0.321,9.793
range name 6th_k2 x -0.672 0.672 y -0.672 0.672 z 9.576 9.793
join_contact on range x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.383 10.081

;6th_k3

poly prism a -0.852,-0.852,9.793 0.420,-0.825,9.793 0.660,0.0,9.793 0.660,0.852,9.793 -
0.852,0.852,9.793 &
b -0.852,-0.852,10.081 0.321,-0.852,10.081 0.657,0.0,10.081 0.657,0.852,10.081 -
0.852,0.852,10.081
range name 6th_k3 x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.793 10.081
join_contact on range x -0.852 0.852 y -0.852 0.852 z 9.383 10.081

*ΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΣΣΕΩΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ (ask_histories) *

hide

find range Base

hist id 101 xdis 0.0 0.0 -0.420

find

hide

find range Base

hist id 102 ydis 0.0 0.0 -0.420

find

hide

find range Base

hist id 103 zdis 0.0 0.0 -0.420

find

```
hide
find range 6th_b
hist id 104 xdis 0.0 0.0 0.0
find
hide
find range 6th_b
hist id 105 ydis 0.0 0.0 0.0
find
hide
find range 6th_b
hist id 106 zdis 0.0 0.0 0.0
find

hide
find range 6th_1
hist id 107 xdis 0.0 0.0 0.918
find
hide
find range 6th_1
hist id 108 ydis 0.0 0.0 0.918
find
hide
find range 6th_1
hist id 109 zdis 0.0 0.0 0.918
find

hide
find range 6th_2
hist id 110 xdis 0.0 0.0 1.687
find
hide
find range 6th_2
hist id 111 ydis 0.0 0.0 1.687
find
hide
find range 6th_2
hist id 112 zdis 0.0 0.0 1.687
find

hide
find range 6th_3
hist id 113 xdis 0.0 0.0 2.456
find
hide
find range 6th_3
hist id 114 ydis 0.0 0.0 2.456
find
hide
find range 6th_3
hist id 115 zdis 0.0 0.0 2.456
find

hide
find range 6th_4
hist id 116 xdis 0.0 0.0 3.273
```

find
hide
find range 6th_4
hist id 117 ydis 0.0 0.0 3.273
find
hide
find range 6th_4
hist id 118 zdis 0.0 0.0 3.273
find

hide
find range 6th_5
hist id 119 xdis 0.0 0.0 4.090
find
hide
find range 6th_5
hist id 120 ydis 0.0 0.0 4.090
find
hide
find range 6th_5
hist id 121 zdis 0.0 0.0 4.090
find

hide
find range 6th_6
hist id 122 xdis 0.0 0.0 4.763
find
hide
find range 6th_6
hist id 123 ydis 0.0 0.0 4.763
find
hide
find range 6th_6
hist id 124 zdis 0.0 0.0 4.763
find

hide
find range 6th_7
hist id 125 xdis 0.0 0.0 5.604
find
hide
find range 6th_7
hist id 126 ydis 0.0 0.0 5.604
find
hide
find range 6th_7
hist id 127 zdis 0.0 0.0 5.604
find

hide
find range 6th_8
hist id 128 xdis 0.0 0.0 6.421
find
hide
find range 6th_8

hist id 129 ydis 0.0 0.0 6.421
find
hide
find range 6th_8
hist id 130 zdis 0.0 0.0 6.421
find

hide
find range 6th_9
hist id 131 xdis 0.0 0.0 7.118
find
hide
find range 6th_9
hist id 132 ydis 0.0 0.0 7.118
find
hide
find range 6th_9
hist id 133 zdis 0.0 0.0 7.118
find

hide
find range 6th_10
hist id 134 xdis 0.0 0.0 7.748
find
hide
find range 6th_10
hist id 135 ydis 0.0 0.0 7.748
find
hide
find range 6th_10
hist id 136 zdis 0.0 0.0 7.748
find

hide
find range 6th_11
hist id 137 xdis 0.0 0.0 8.589
find
hide
find range 6th_11
hist id 138 ydis 0.0 0.0 8.589
find
hide
find range 6th_11
hist id 139 zdis 0.0 0.0 8.589
find

hide
find range 6th_12
hist id 140 xdis 0.0 0.0 9.382
find
hide
find range 6th_12
hist id 141 ydis 0.0 0.0 9.382
find
hide

```
find range 6th_12
hist id 142 xdis 0.0 0.0 9.382
find
```

```
hide
find range 6th_k3
hist id 152 xdis 0.0 0.0 10.081
find
hide
find range 6th_k3
hist id 153 ydis 0.0 0.0 10.081
find
hide
find range 6th_k3
hist id 154 zdis 0.0 0.0 10.081
find
```

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΡΧΕΙΟ .dat

```
hist write 101 vs 1 file timehistories\Base_x.dat
hist write 102 vs 1 file timehistories\Base_y.dat
hist write 103 vs 1 file timehistories\Base_z.dat
```

```
hist write 104 vs 1 file timehistories\6th_b_x.dat
hist write 105 vs 1 file timehistories\6th_b_y.dat
hist write 106 vs 1 file timehistories\6th_b_z.dat
```

```
hist write 107 vs 1 file timehistories\6th_1_x.dat
hist write 108 vs 1 file timehistories\6th_1_y.dat
hist write 109 vs 1 file timehistories\6th_1_z.dat
```

```
hist write 110 vs 1 file timehistories\6th_2_x.dat
hist write 111 vs 1 file timehistories\6th_2_y.dat
hist write 112 vs 1 file timehistories\6th_2_z.dat
```

```
hist write 113 vs 1 file timehistories\6th_3_x.dat
hist write 114 vs 1 file timehistories\6th_3_y.dat
hist write 115 vs 1 file timehistories\6th_3_z.dat
```

```
hist write 116 vs 1 file timehistories\6th_4_x.dat
hist write 117 vs 1 file timehistories\6th_4_y.dat
hist write 118 vs 1 file timehistories\6th_4_z.dat
```

```
hist write 119 vs 1 file timehistories\6th_5_x.dat
hist write 120 vs 1 file timehistories\6th_5_y.dat
hist write 121 vs 1 file timehistories\6th_5_z.dat
```

```
hist write 122 vs 1 file timehistories\6th_6_x.dat
hist write 123 vs 1 file timehistories\6th_6_y.dat
```

hist write 124 vs 1 file timehistories\6th_6_z.dat

hist write 125 vs 1 file timehistories\6th_7_x.dat

hist write 126 vs 1 file timehistories\6th_7_y.dat

hist write 127 vs 1 file timehistories\6th_7_z.dat

hist write 128 vs 1 file timehistories\6th_8_x.dat

hist write 129 vs 1 file timehistories\6th_8_y.dat

hist write 130 vs 1 file timehistories\6th_8_z.dat

hist write 131 vs 1 file timehistories\6th_9_x.dat

hist write 132 vs 1 file timehistories\6th_9_y.dat

hist write 133 vs 1 file timehistories\6th_9_z.dat

hist write 134 vs 1 file timehistories\6th_10_x.dat

hist write 135 vs 1 file timehistories\6th_10_y.dat

hist write 136 vs 1 file timehistories\6th_10_z.dat

hist write 137 vs 1 file timehistories\6th_11_x.dat

hist write 138 vs 1 file timehistories\6th_11_y.dat

hist write 139 vs 1 file timehistories\6th_11_z.dat

hist write 140 vs 1 file timehistories\6th_12_x.dat

hist write 141 vs 1 file timehistories\6th_12_y.dat

hist write 142 vs 1 file timehistories\6th_12_z.dat

hist write 152 vs 1 file timehistories\6th_k3_x.dat

hist write 153 vs 1 file timehistories\6th_k3_y.dat

hist write 154 vs 1 file timehistories\6th_k3_z.dat

ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΡΧΕΙΟ .xls

hist write 101 vs 1 file timehistories\Base_x.xls

hist write 102 vs 1 file timehistories\Base_y.xls

hist write 103 vs 1 file timehistories\Base_z.xls

hist write 104 vs 1 file timehistories\6th_b_x.xls

hist write 105 vs 1 file timehistories\6th_b_y.xls

hist write 106 vs 1 file timehistories\6th_b_z.xls

hist write 107 vs 1 file timehistories\6th_1_x.xls

hist write 108 vs 1 file timehistories\6th_1_y.xls

hist write 109 vs 1 file timehistories\6th_1_z.xls

hist write 110 vs 1 file timehistories\6th_2_x.xls

hist write 111 vs 1 file timehistories\6th_2_y.xls

hist write 112 vs 1 file timehistories\6th_2_z.xls

hist write 113 vs 1 file timehistories\6th_3_x.xls

hist write 114 vs 1 file timehistories\6th_3_y.xls

hist write 115 vs 1 file timehistories\6th_3_z.xls

hist write 116 vs 1 file timehistories\6th_4_x.xls
hist write 117 vs 1 file timehistories\6th_4_y.xls
hist write 118 vs 1 file timehistories\6th_4_z.xls

hist write 119 vs 1 file timehistories\6th_5_x.xls
hist write 120 vs 1 file timehistories\6th_5_y.xls
hist write 121 vs 1 file timehistories\6th_5_z.xls

hist write 122 vs 1 file timehistories\6th_6_x.xls
hist write 123 vs 1 file timehistories\6th_6_y.xls
hist write 124 vs 1 file timehistories\6th_6_z.xls

hist write 125 vs 1 file timehistories\6th_7_x.xls
hist write 126 vs 1 file timehistories\6th_7_y.xls
hist write 127 vs 1 file timehistories\6th_7_z.xls

hist write 128 vs 1 file timehistories\6th_8_x.xls
hist write 129 vs 1 file timehistories\6th_8_y.xls
hist write 130 vs 1 file timehistories\6th_8_z.xls

hist write 131 vs 1 file timehistories\6th_9_x.xls
hist write 132 vs 1 file timehistories\6th_9_y.xls
hist write 133 vs 1 file timehistories\6th_9_z.xls

hist write 134 vs 1 file timehistories\6th_10_x.xls
hist write 135 vs 1 file timehistories\6th_10_y.xls
hist write 136 vs 1 file timehistories\6th_10_z.xls

hist write 137 vs 1 file timehistories\6th_11_x.xls
hist write 138 vs 1 file timehistories\6th_11_y.xls
hist write 139 vs 1 file timehistories\6th_11_z.xls

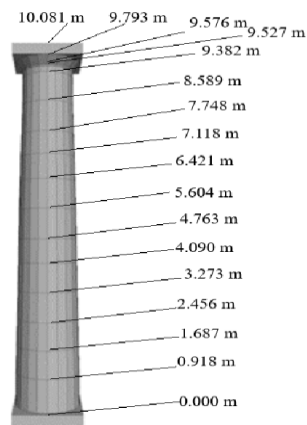
hist write 140 vs 1 file timehistories\6th_12_x.xls
hist write 141 vs 1 file timehistories\6th_12_y.xls
hist write 142 vs 1 file timehistories\6th_12_z.xls

hist write 152 vs 1 file timehistories\6th_k3_x.xls
hist write 153 vs 1 file timehistories\6th_k3_y.xls
hist write 154 vs 1 file timehistories\6th_k3_z.xls

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

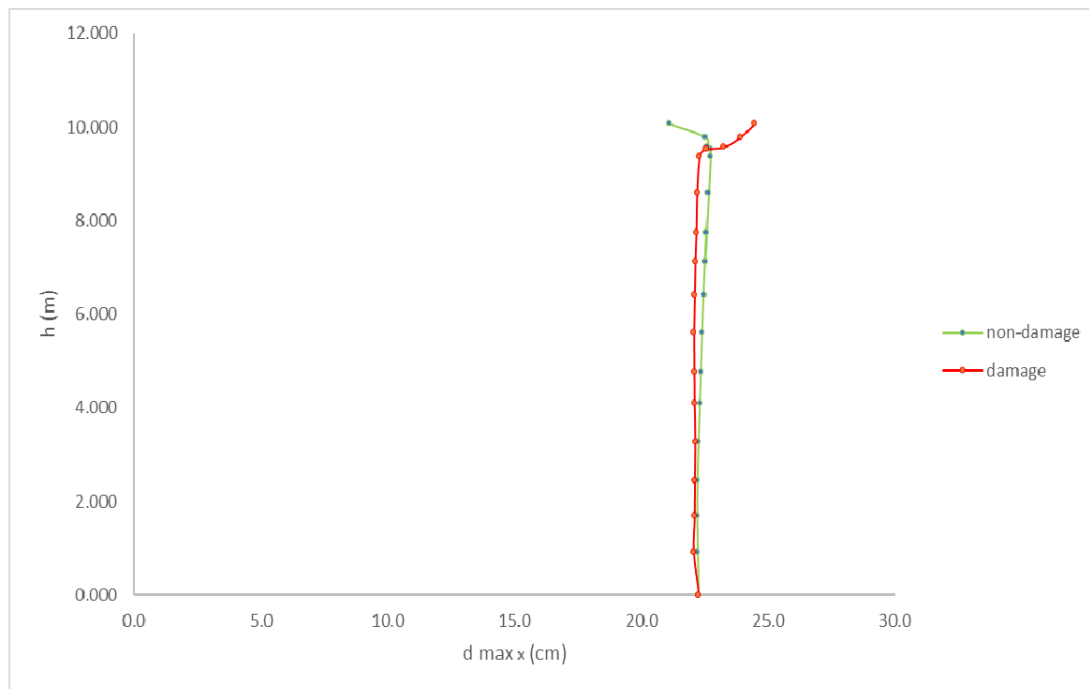
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΚΑΘ΄ ΥΨΟΣ ΓΙΑ ΜΗ ΜΟΝΟΛΙΘΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΙΟΝΟΚΡΑΝΟ

h (m)
0.000
0.918
1.687
2.456
3.273
4.090
4.763
5.604
6.421
7.118
7.748
8.589
9.382
9.527
9.576
9.793
10.081

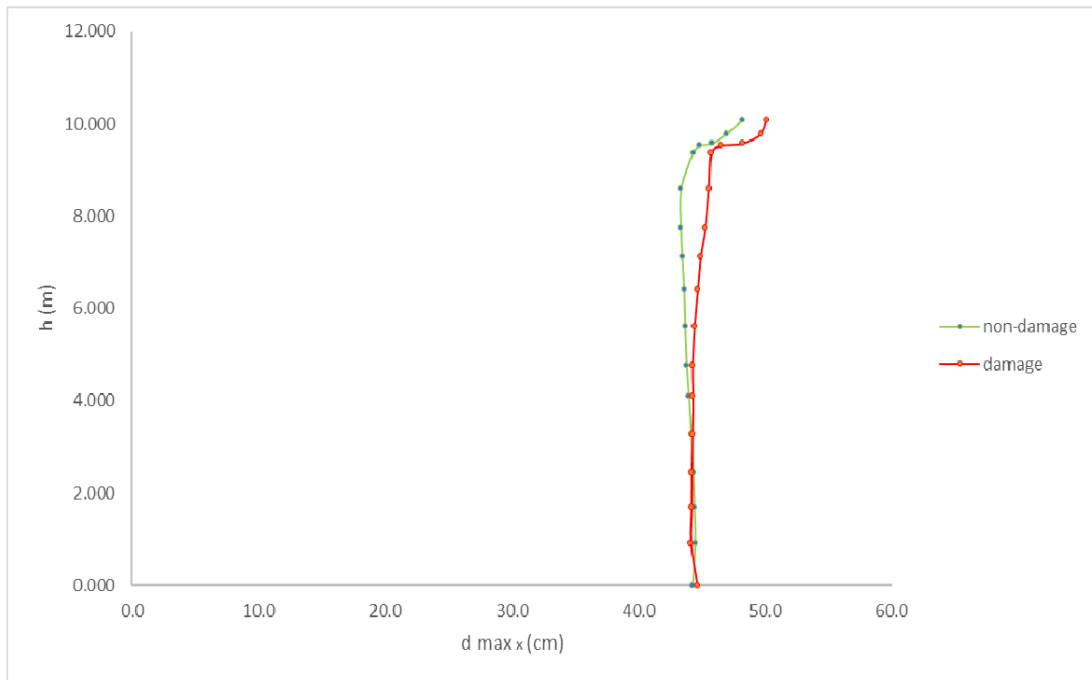


*ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΨΟΥΣ ΤΟΥ ΚΙΟΝΑ ΚΑΙ ΑΠΟΛΥΤΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΤΑ χ , $h(m) - d_{max x} (cm)$ *

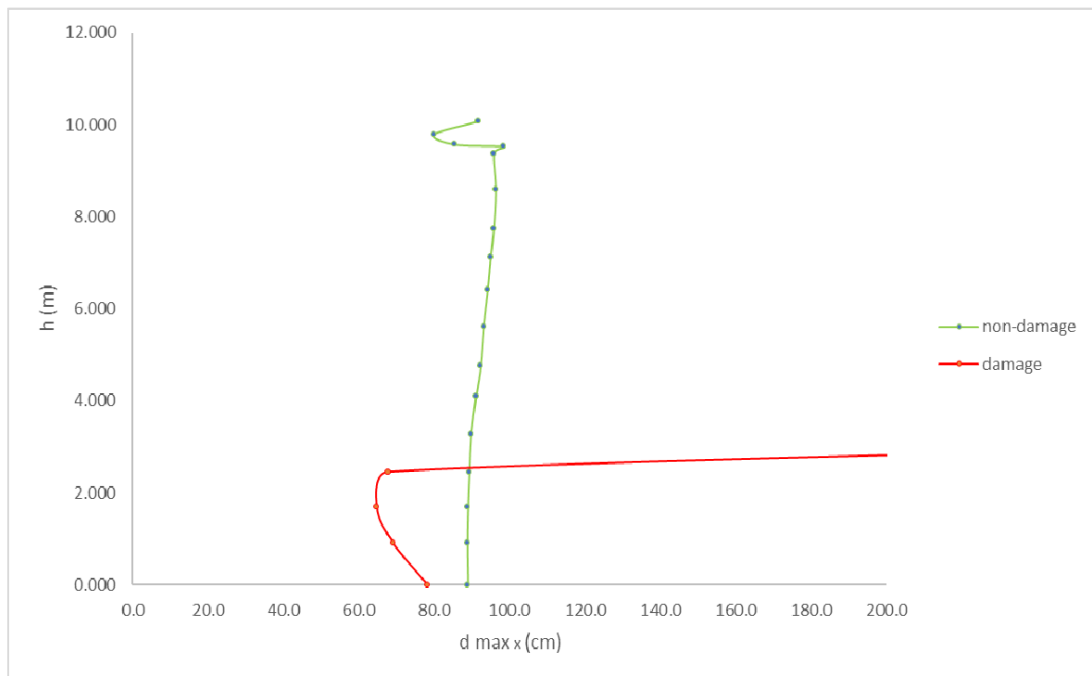
1. Bisaccia, 1980



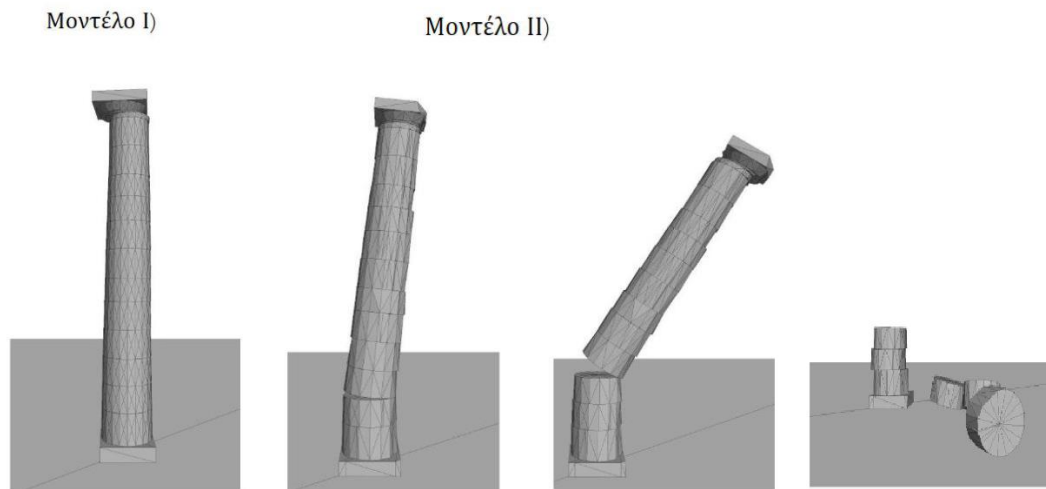
1. Bisaccia, 1980 - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



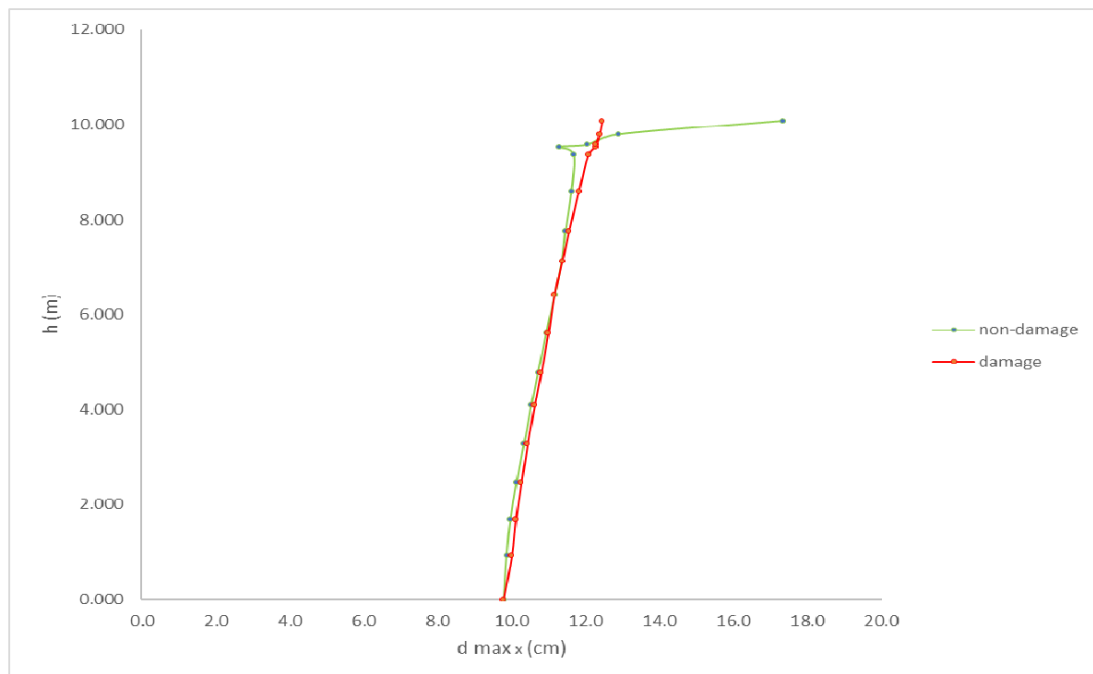
1. Bisaccia, 1980 - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



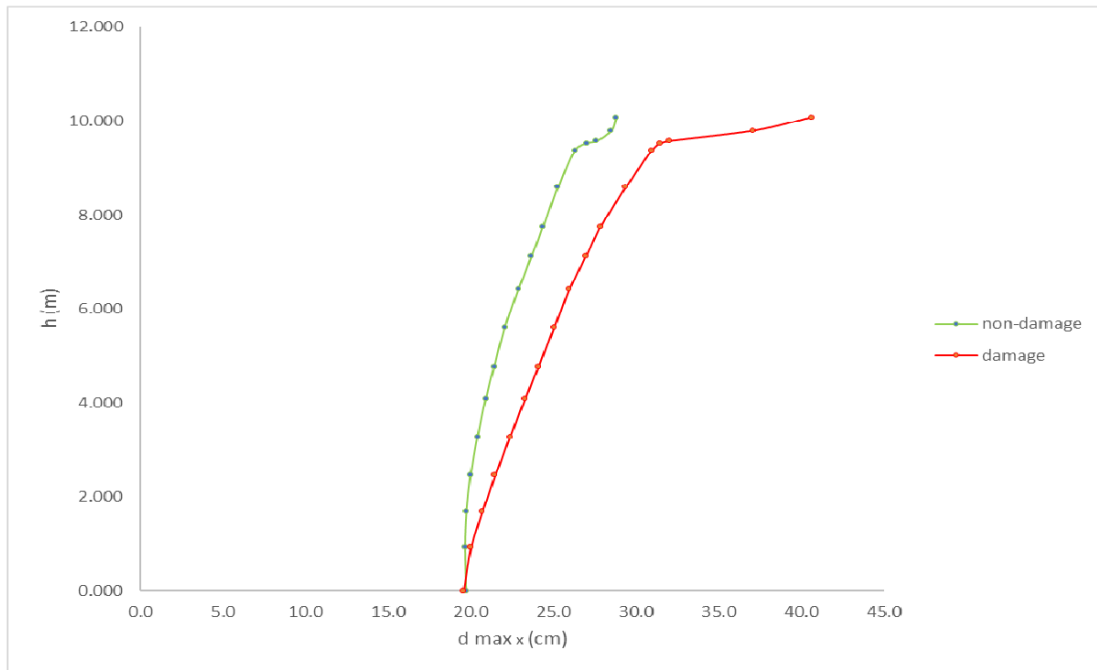
1. **Bisaccia**, 1980 - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



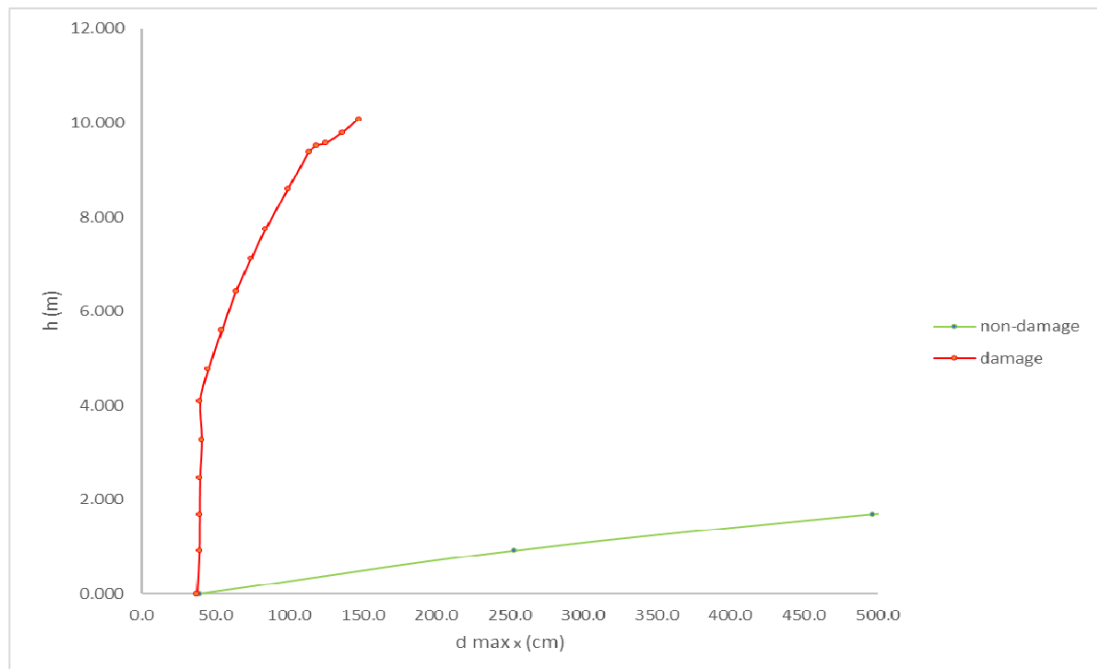
2. **Loma Prieta**, 1989, Agnews State Hospital



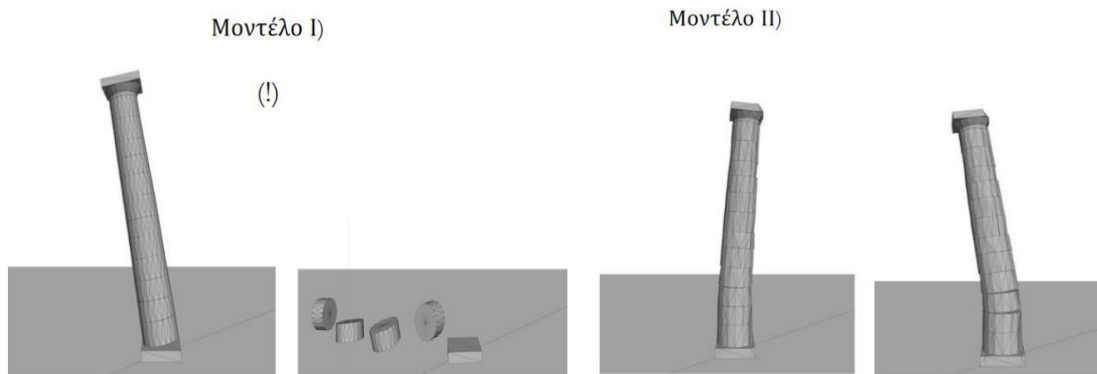
2. Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



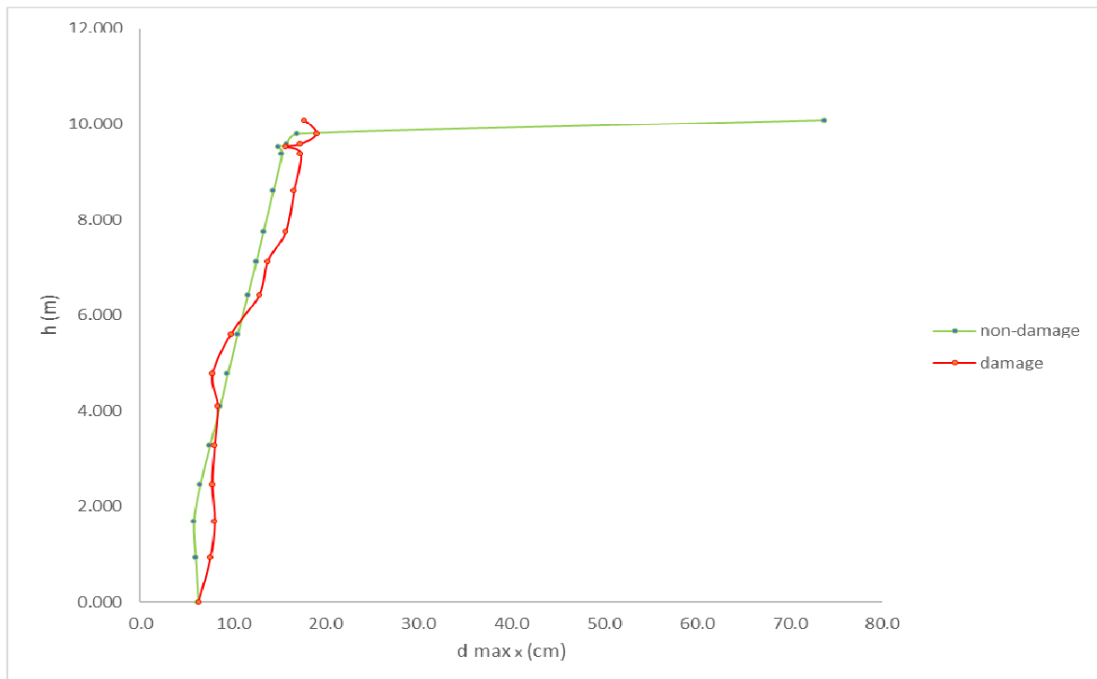
2. Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



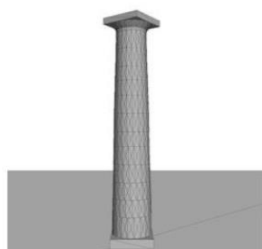
2. **Loma Prieta**, 1989, Agnews State Hospital - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



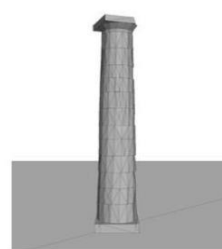
3. **Northridge**, 1994, LA Baldwin Hills



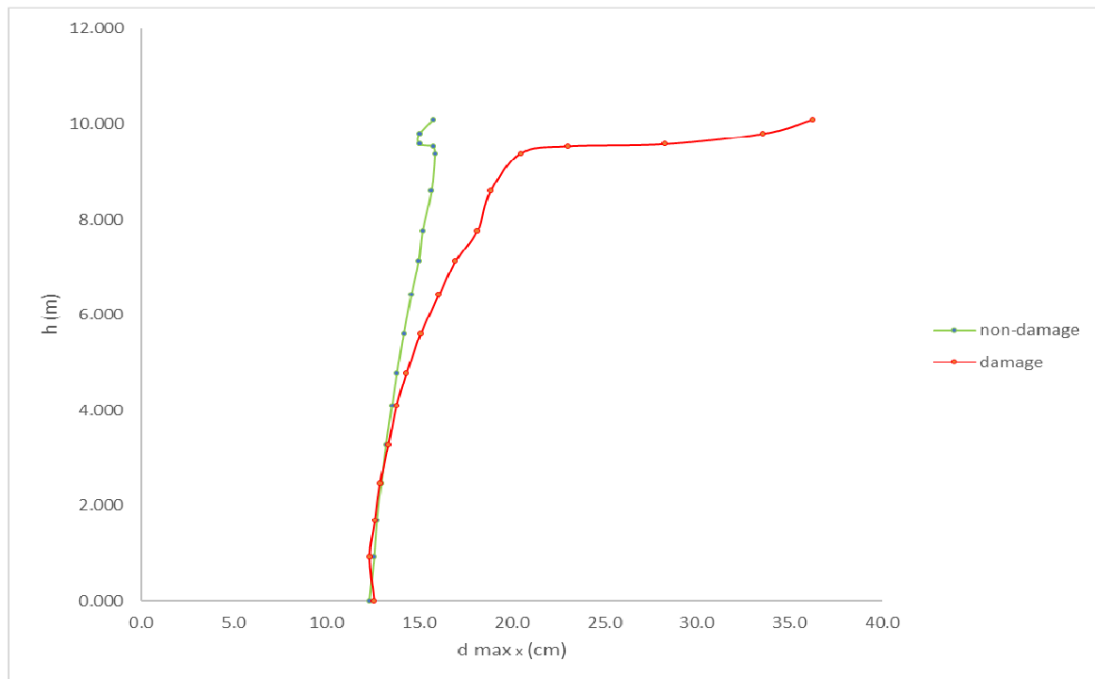
Μοντέλο I)



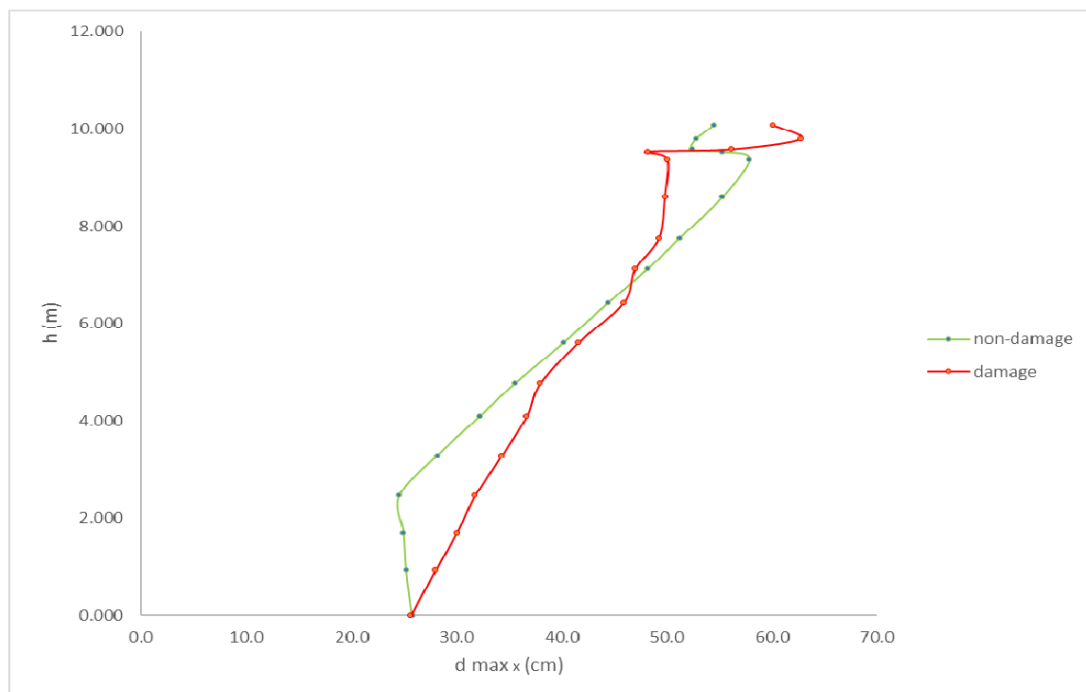
Μοντέλο II)



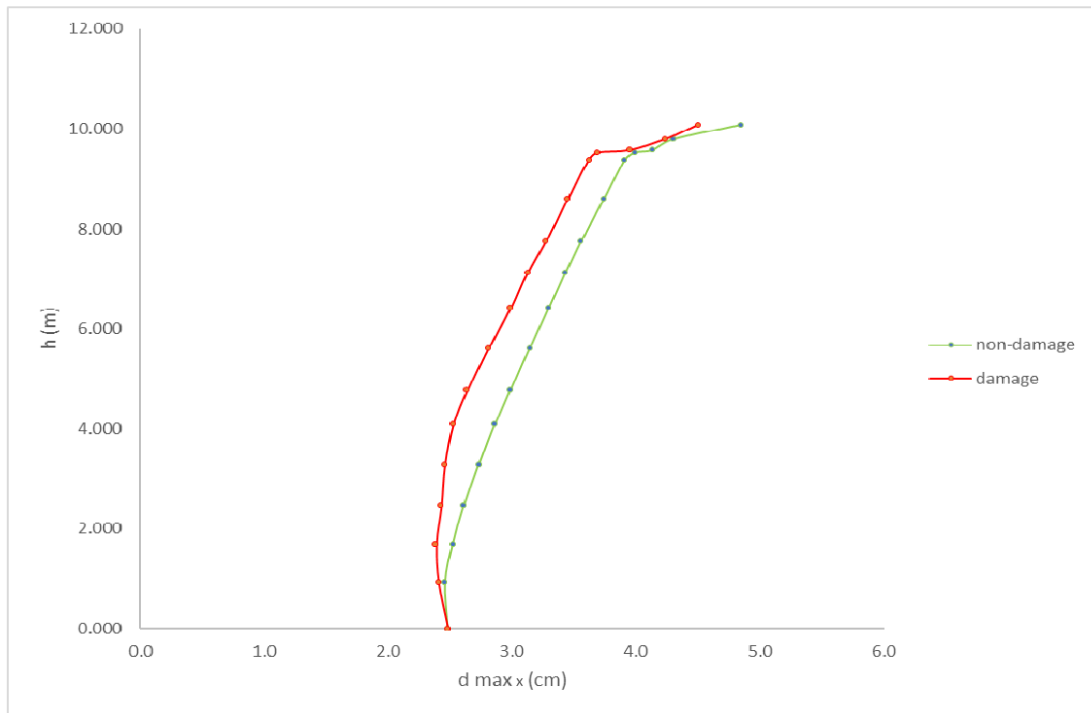
3. Northridge, 1994, LA Baldwin Hills - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



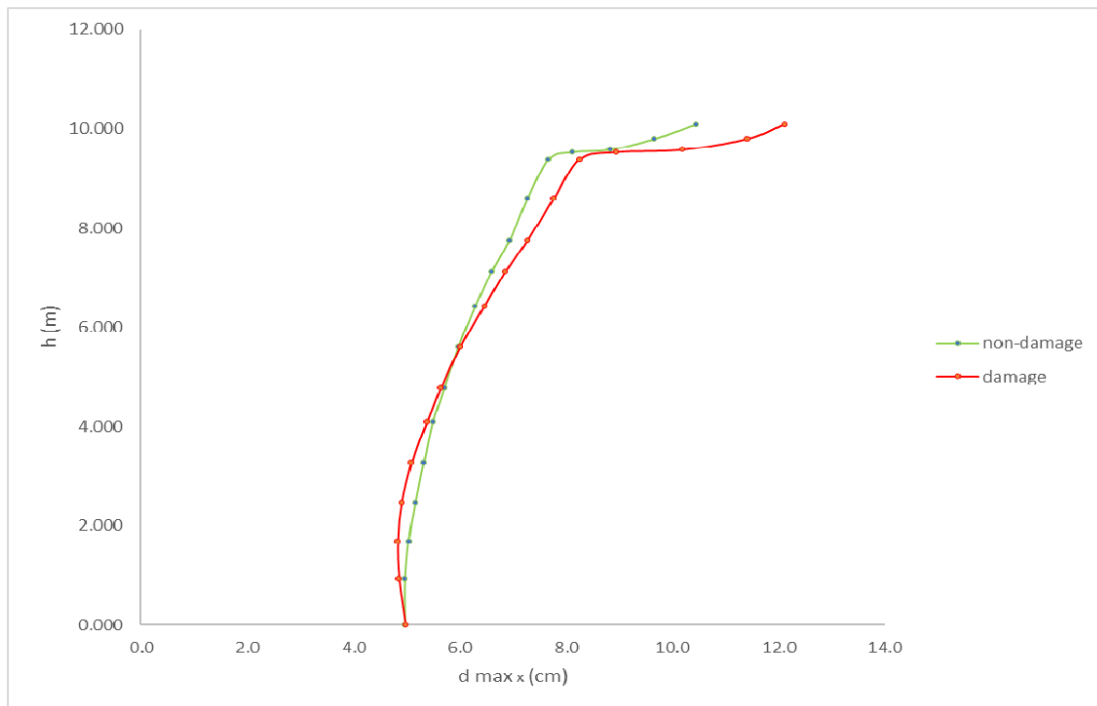
3. Northridge, 1994, LA Baldwin Hills - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



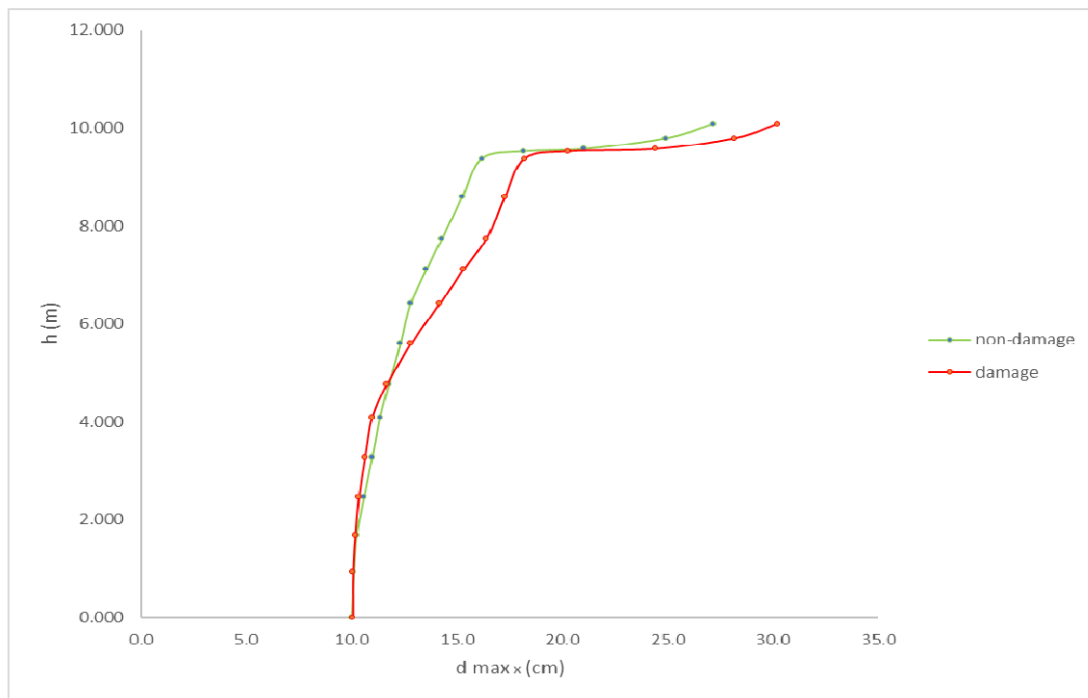
4. Imperial Valley, 1979, Compuertas



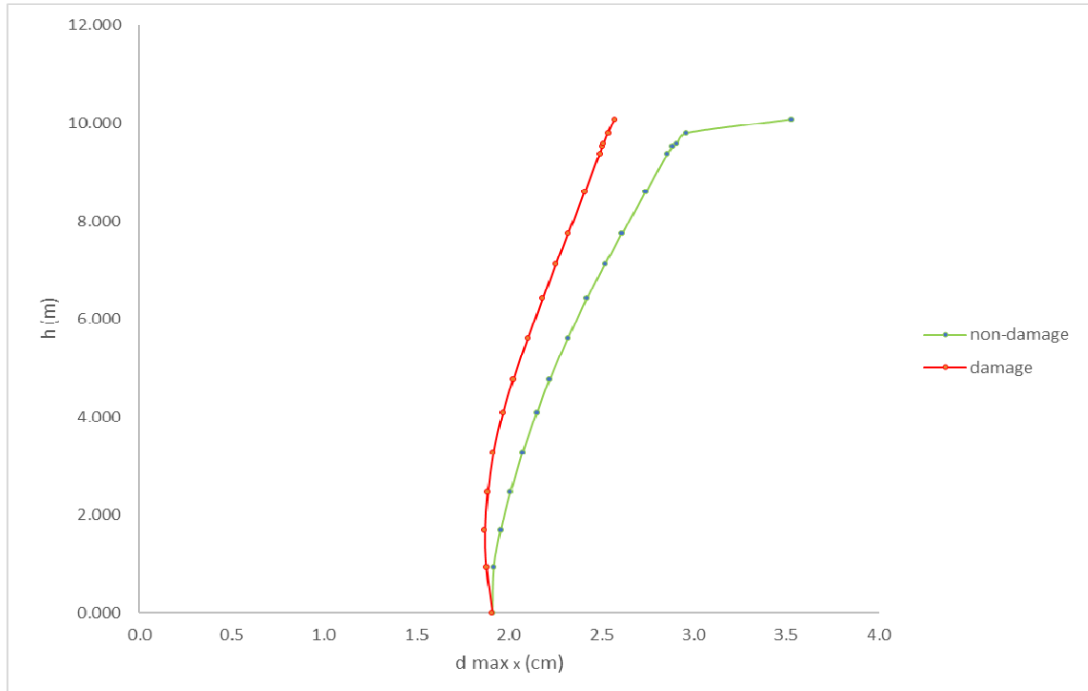
4. Imperial Valley, 1979, Compuertas - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



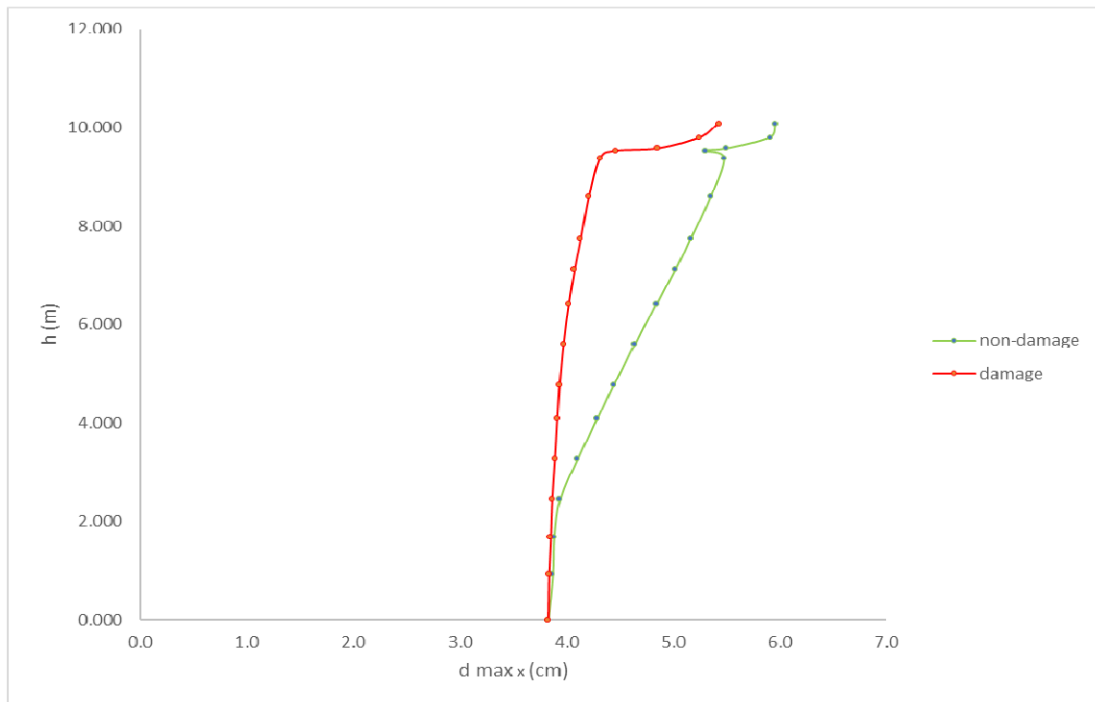
4. Imperial Valley, 1979, Compuertas - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



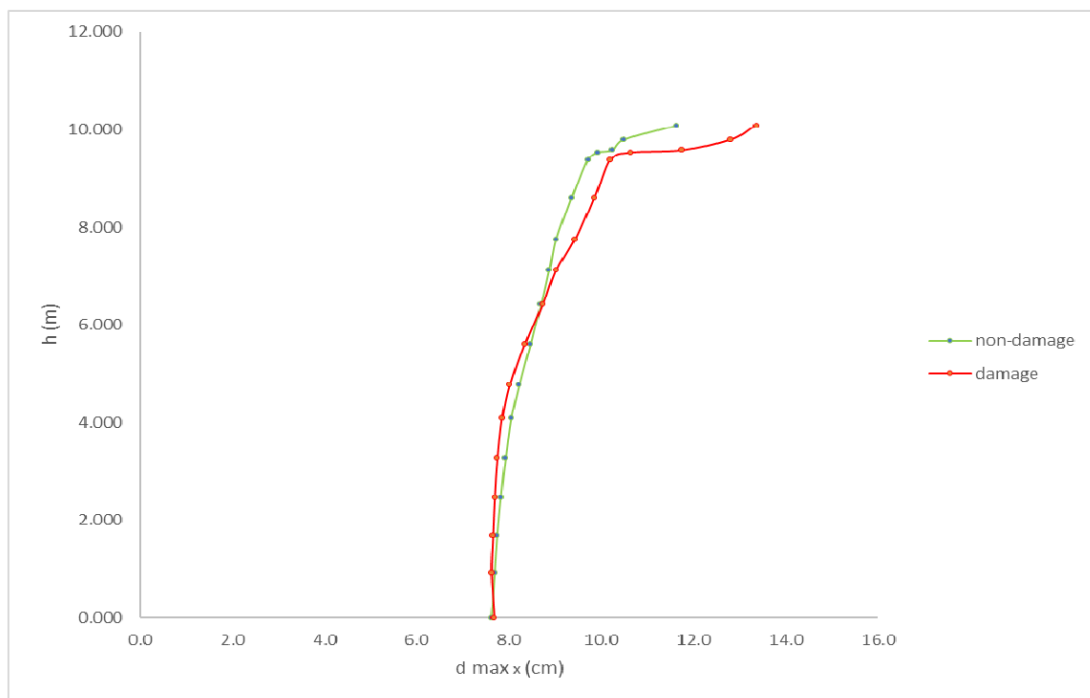
5. Imperial Valley, 1979, Plaster City



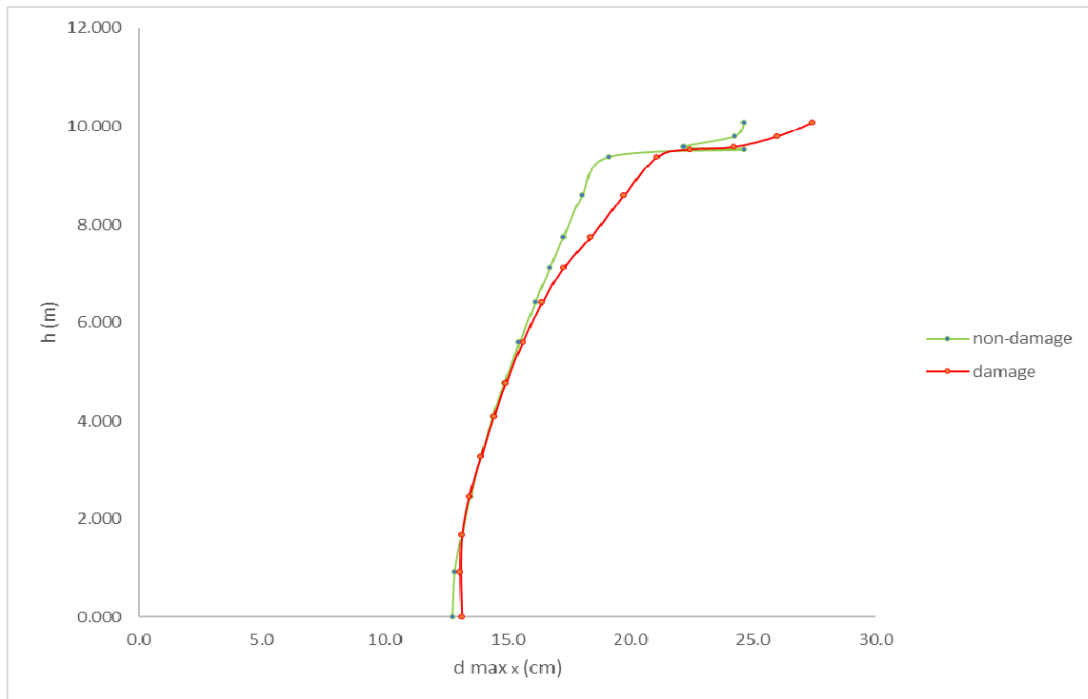
5. Imperial Valley, 1979, Plaster City - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



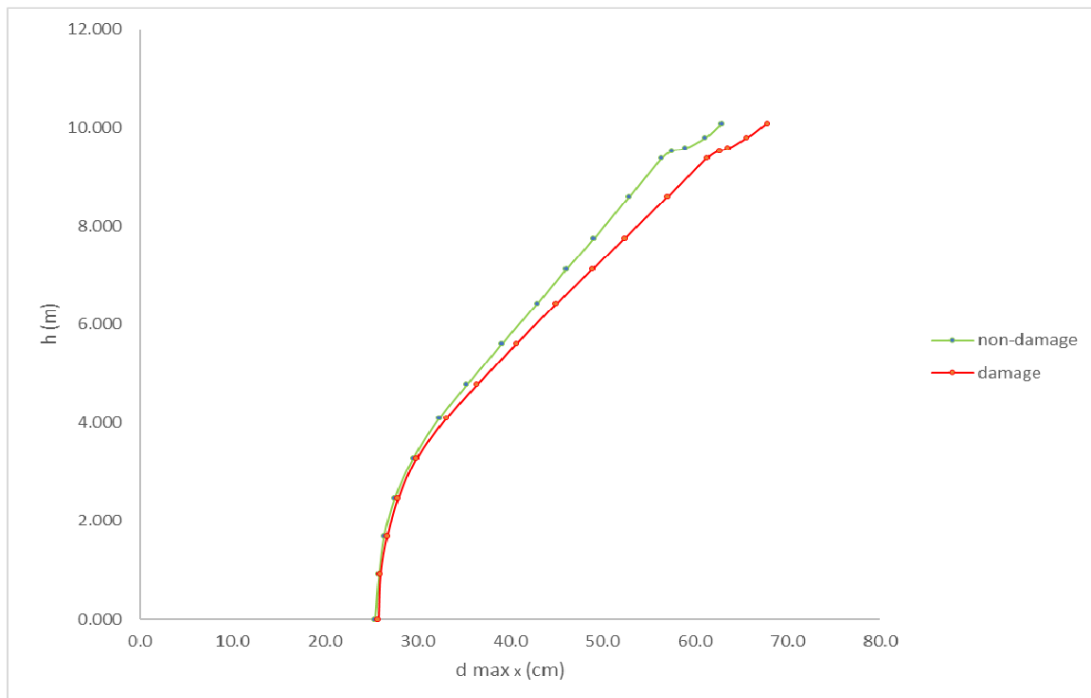
5. Imperial Valley, 1979, Plaster City - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



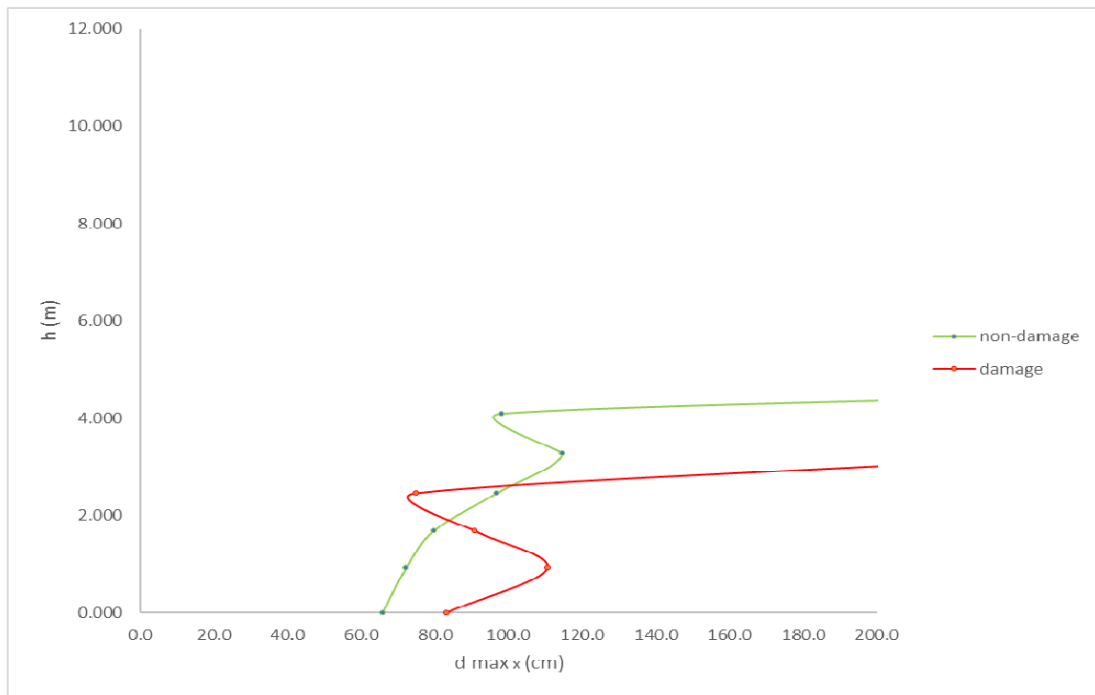
6. Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array



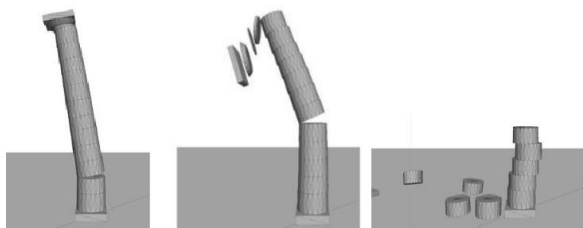
6. Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



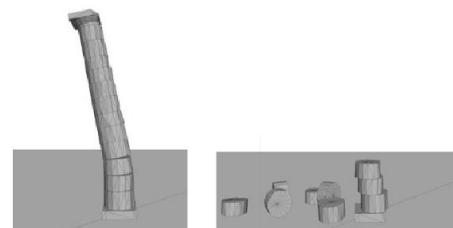
6. Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



Μοντέλο Ι)

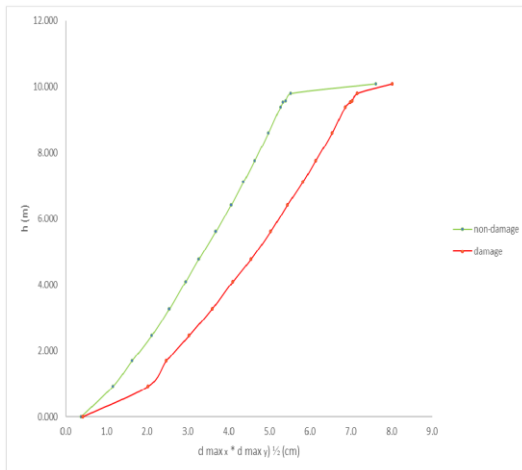


Μοντέλο ΙΙ)

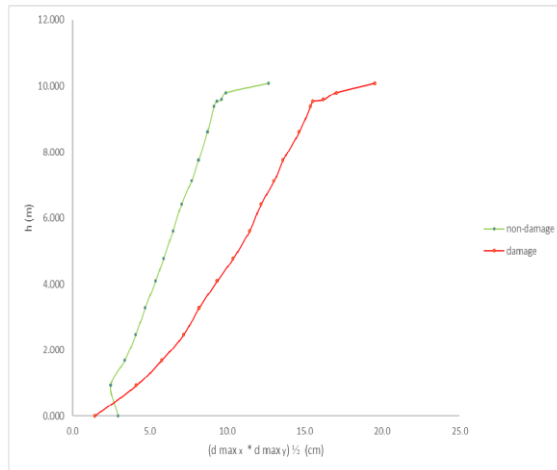


***ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΥΨΟΥΣ ΤΟΥ ΚΙΟΝΑ ΚΑΙ ΤΟΥ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ ΤΩΝ ΑΠΟΛΥΤΩΝ ΜΕΓΙΣΤΩΝ ΟΛΙΚΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΚΑΤΑ x ΚΑΙ y, $h(m) - (d_{max\ x} \cdot d_{max\ y})^{1/2} (cm) *$**

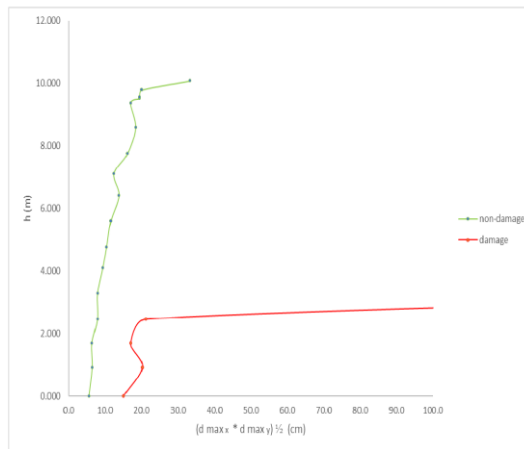
1. Bisaccia, 1980



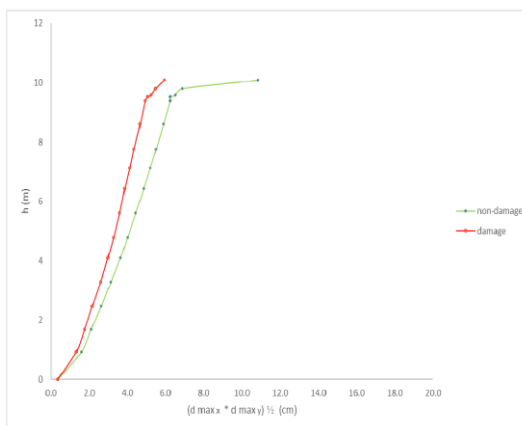
1. Bisaccia, 1980 - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



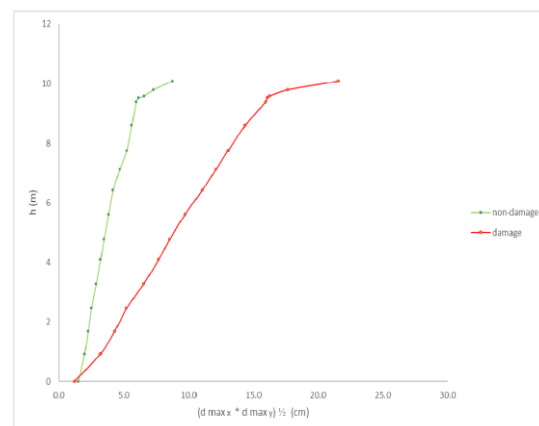
1. Bisaccia, 1980 - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



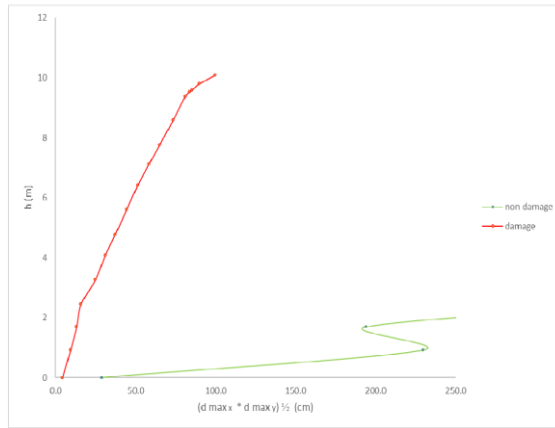
2. Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital



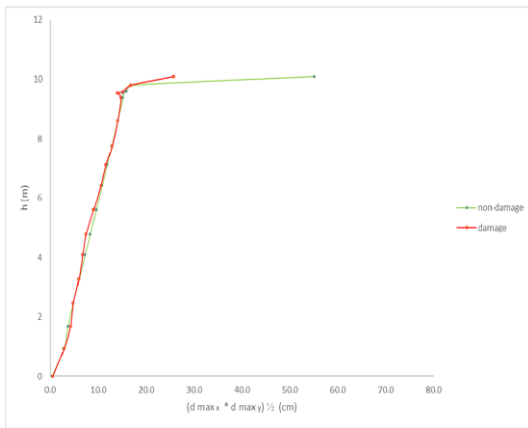
2. Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



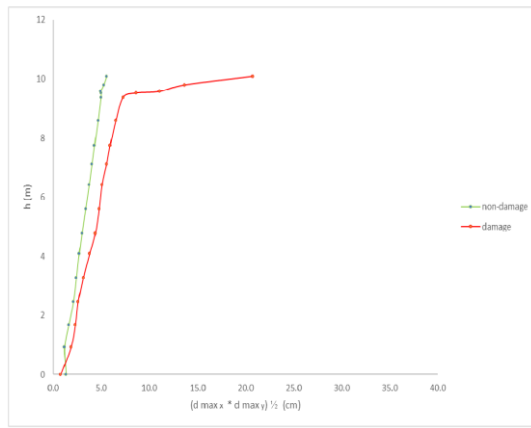
2. Loma Prieta, 1989, Agnews State Hospital - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



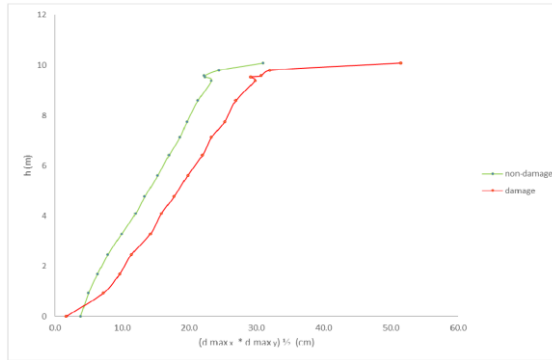
3. Northridge, 1994, LA Baldwin Hills



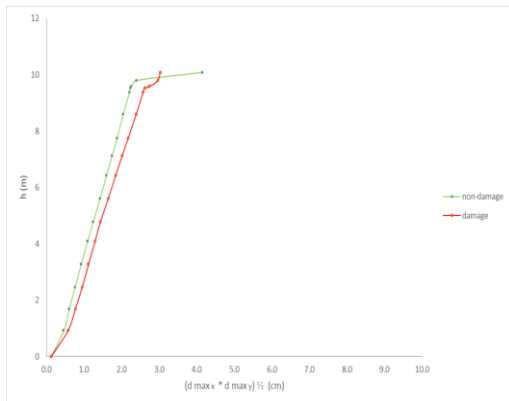
3. Northridge, 1994, LA Baldwin Hills - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



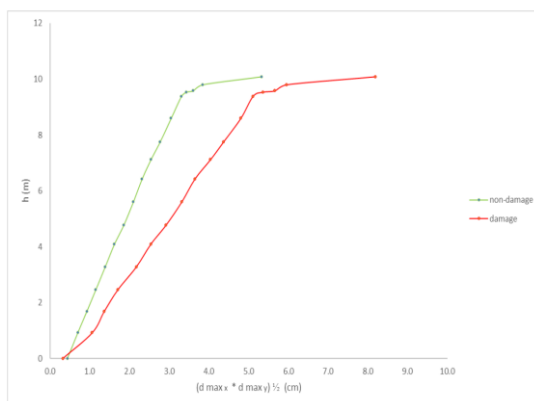
3. Northridge, 1994, LA Baldwin Hills - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



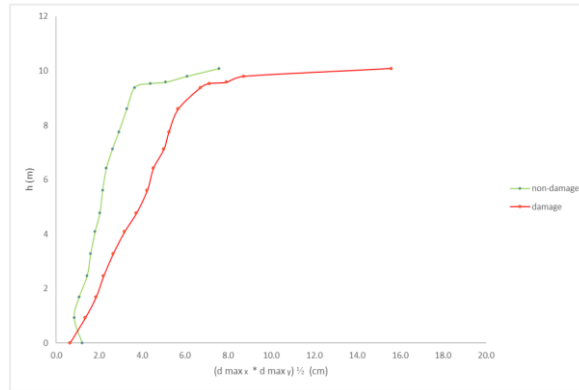
4. Imperial Valley, 1979, Compuertas



4. Imperial Valley, 1979, Compuertas - Με αυξητικό συντελεστή 2.0

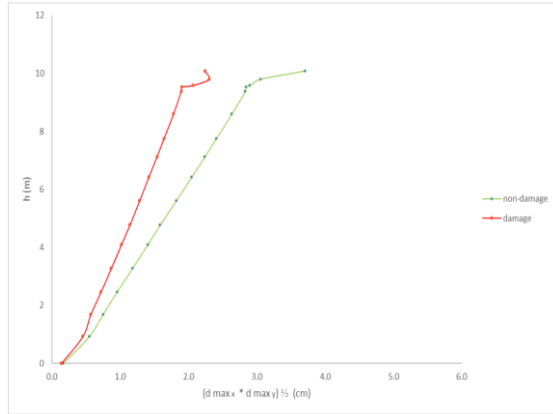
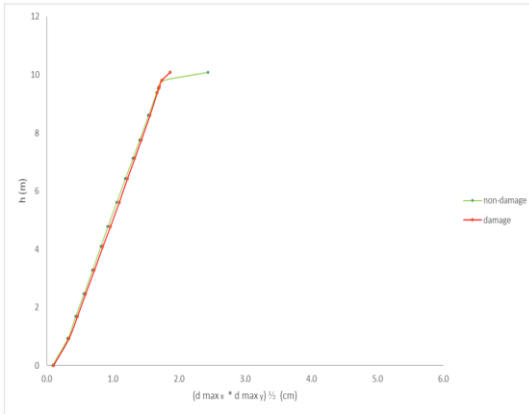


4. Imperial Valley, 1979, Compuertas - Με αυξητικό συντελεστή 4.0

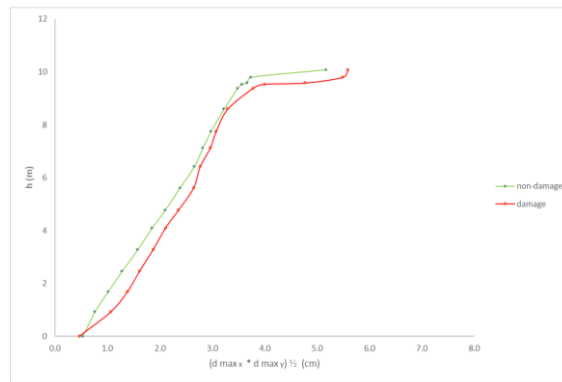


5. Imperial Valley, 1979, Plaster City

5. Imperial Valley, 1979, Plaster City - Με αυξητικό συντελεστή 2.0

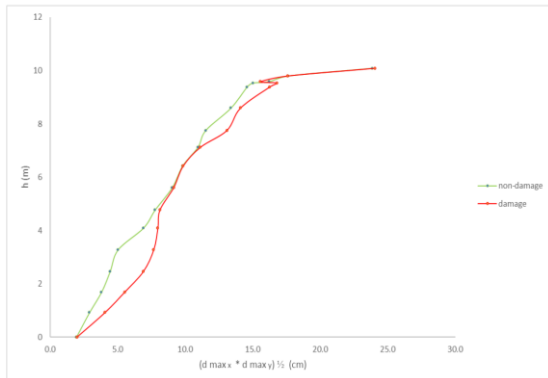
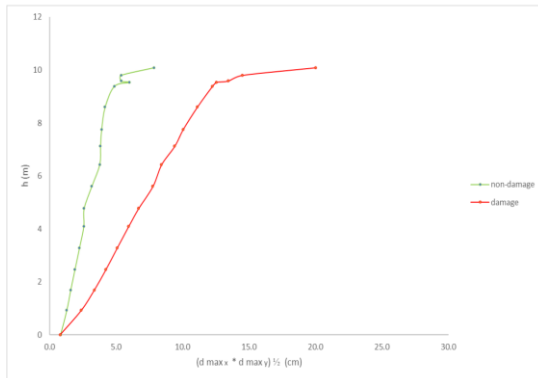


5. Imperial Valley, 1979, Plaster City - Με αυξητικό συντελεστή 4.0



6. Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array

6. Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array - Με αυξητικό συντελεστή 2.0



6. Loma Prieta, 1989, Hollister Diff. Array - Με αυξητικό συντελεστή 4.0

