ΤΟΜΟΣ
I

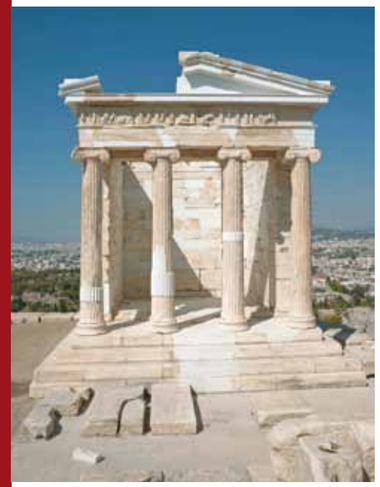
ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

Επεμβάσεις στα Μνημεία της Ακρόπολης 2000-2012. Τα Ολοκληρωμένα Προγράμματα

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ
ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΑΚΡΟΠΟΛΕΩΣ

Επεμβάσεις στα μνημεία της Ακρόπολης 2000-2012
Τα ολοκληρωμένα προγράμματα

With abstracts in English



ΤΟΜΟΣ
I

Επιστημονική επιμέλεια: Χαράλαμπος Μπούρας & Βασιλική Ελευθερίου

ΑΘΗΝΑ 2018

Επεμβάσεις στα μνημεία της Ακρόπολης 2000-2012

Τα ολοκληρωμένα προγράμματα

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ
ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΕΩΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΑΚΡΟΠΟΛΕΩΣ

Επεμβάσεις στα μνημεία της Ακρόπολης 2000-2012
Τα ολοκληρωμένα προγράμματα

with abstracts in English

Επιστημονική επιμέλεια: Χαράλαμπος Μπούρας & Βασιλική Ελευθερίου

ΤΟΜΟΣ

I

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και γενικά η αναπαραγωγή του παρόντος έργου, με οποιονδήποτε τρόπο, (ηλεκτρονικό, μηχανικό, φωτοτυπικό, ηχογράφησης ή άλλο), τμηματικά ή περιληπτικά, στο πρωτότυπο ή σε μετάφραση ή άλλη διασκευή, χωρίς την έγγραφη άδεια της ΥΣΜΑ.

Εφόσον δεν υπάρχει ειδική αναφορά, το σχεδιαστικό και φωτογραφικό υλικό του παρόντος τόμου προέρχεται από το Αρχείο της ΕΣΜΑ - ΥΣΜΑ και τα προσωπικά αρχεία των συγγραφέων. Σε κάθε περίπτωση η ευθύνη βαραίνει τους συγγραφείς.

Υπεύθυνη έκδοσης: Ευγενία Λεμπιδάκη

Μορφοποίηση - σελιδοποίηση: Μάρκος Κατσιάνης - Χρυσούλα Παράσχου

Γραφιστική επιμέλεια: Μαρία Καμπανιάρη

Εκδοτική Παραγωγή: ΕΘΝΙΚΟ ΤΥΠΟΓΡΑΦΕΙΟ

ISBN: 978-618-83653-0-8
978-618-83653-1-5

© 2018, Υπηρεσία Συντήρησης Μνημείων Ακρόπολης (ΥΣΜΑ)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΤΟΜΟΣ Ι

				σελίδα
		Πρόλογος	Β. Ελευθερίου	13
1.		Πρόλογος στην Ψηφιακή έκδοση «Επεμβάσεις στα μνημεία της Ακρόπολης 2000-2012. Τα ολοκληρωμένα προγράμματα», 2013	Β. Ελευθερίου	15
2.		Μεταξύ των δύο διεθνών συναντήσεων 2002-2013	Χ. Μπούρας	29
3.		Η φιλοσοφία της δομικής αποκατάστασης των μνημείων της Ακρόπολης	Μ. Ιωαννίδου	39
4.		*Το έργο στον Παρθενώνα*		
	4.1	Οργάνωση του αναστηλωτικού προγράμματος των ετών 2000-2011 στον Παρθενώνα	Ν. Τογανίδης	72
	4.2	*Η αποκατάσταση του Προνάου*		
	4.2.1	Ιστορικό επεμβάσεων και θεωρητικά ζητήματα στην αναστήλωση του Προνάου	Λ. Λαμπρινού	95
	4.2.2	Χρονολόγιο αναστήλωσης Προνάου	Λ. Λαμπρινού	113
	4.2.3	Είδη θραύσεων σπονδύλων. Το παράδειγμα του 6ου κίονα του Προνάου	Μ. Μεντζίνη	129
	4.3	*Η αποκατάσταση της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα*		
	4.3.1	*Το ιστορικό των επεμβάσεων και οι αρχιτεκτονικές μελέτες*		
		4.3.1.1. Ιστορία των επεμβάσεων στη βόρεια περίσταση του Παρθενώνα	Λ. Λαμπρινού	146
		4.3.1.2. Μελέτη κιόνων και επιστυλίων βόρειας κιονοστοιχίας - Νέες παρατηρήσεις	Λ. Λαμπρινού	174
		4.3.1.3. Μελέτη των ανώτερων στρώσεων του θριγκού της βόρειας περίστασης συμπεριλαμβανομένου του δυτικού τμήματος	Ρ. Χριστοδουλοπούλου	212
	4.3.2	*Στατικά θέματα - Ειδικά θέματα δομικής αποκατάστασης*		
		4.3.2.1. Συμπεριφορά σε κάμψη αποκαταστημένου επιστυλίου	Μ. Μεντζίνη	239
		4.3.2.2. Μελέτες και έρευνες για τη δομική αποκατάσταση της δωρικής ζωφόρου και των γείσων της βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνος (2004-2007)	Ε.-Ε. Τουμπακάρη	260
		4.3.2.3. Εξέταση κατάστασης διατήρησης των αρχιτεκτονικών μελών δυτικού τμήματος του θριγκού της βόρειας περίστασης	Α. Βρούβα	281
		ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Αναδιπλούμενα σχέδια		

ΤΟΜΟΣ II

					σελίδα
4	4.3.3.	*Η εκτέλεση του έργου*			
		4.3.3.1.	Κίονες και επιστύλια (δομική αποκατάσταση μελών)	Μ. Μεντζίνη	302
		4.3.3.2.	Επανατοποθέτηση κιόνων και επιστυλίων βόρειας κιονοστοιχίας	Λ. Λαμπρινού	326
		4.3.3.3.	Αρχιτεκτονικά θέματα της αποκατάστασης των ανώτερων στρώσεων του θριγκού της βόρειας περίστασης (2005-2006)	Ρ. Χριστοδουλοπούλου	353
		4.3.3.4.	Το έργο δομικής αποκατάστασης των ανώτερων στρώσεων του θριγκού της βόρειας κιονοστοιχίας (2004-2007)	Ε.-Ε. Τουμπακάρη	366
		4.3.3.5.	Η ανατοποθέτηση των λίθων των ανώτερων στρώσεων του θριγκού της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα	Β. Ελευθερίου	378
		4.3.3.6.	Συνδεσμολογία του θριγκού της βόρειας κοινοστοιχίας	Α. Βρούβα	403
	4.4.	*Η αποκατάσταση του Οπισθονάου*			
	4.4.1.	Η αποκατάσταση του οπισθονάου στον Παρθενώνα. Το ιστορικό των επεμβάσεων - Νέες παρατηρήσεις και μελέτες		Ρ. Χριστοδουλοπούλου	420
	4.4.2.	Μελέτες και έρευνες για τη δομική αποκατάσταση του οπισθονάου του Παρθενώνος (2001-2004)		Ε.-Ε. Τουμπακάρη	450
	4.4.3.	*Η εκτέλεση του έργου*			
		4.4.3.1.	Η αποκατάσταση του οπισθονάου. Σύντομο χρονικό του έργου	Π. Κουφόπουλος	471
		4.4.3.2.	Αρχιτεκτονικά θέματα: χρονικό των εργασιών, βασικές επιλογές, αναλυτική παρουσίαση της αποκατάστασης των επιστυλίων.	Ρ. Χριστοδουλοπούλου	483
		4.4.3.3.	Η εκτέλεση του έργου δομικής αποκατάστασης του οπισθονάου: πλαίσιο, προβληματισμοί, έρευνα, ειδικά θέματα	Ε.-Ε. Τουμπακάρη	512
	4.4.4.	Σχεδιασμός τεχνητού λίθου για την κατασκευή αντιγράφων των μελών της Δ. και Ν. ζωφόρου και των μετοπών της βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνα και της ζωφόρου του ναού της Αθηνάς Νίκης		Ε.-Ε. Τουμπακάρη	531
		ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Αναδιπλούμενα σχέδια			

ΤΟΜΟΣ III

				σελίδα
5.		*Το έργο στα Προπύλαια*		
	5.1.	Η αναστήλωση της ανωδομής του κεντρικού κτηρίου των Προπυλαίων	Τ. Τανούλας	558
	5.2.	Θέματα δομικής αποκατάστασης της ανωδομής του κεντρικού κτηρίου των Προπυλαίων	Μ. Ιωαννίδου Β. Παπαβασιλείου	588
	5.3.	Η αποκατάσταση της ανωδομής του νότιου τοίχου του κεντρικού κτηρίου των Προπυλαίων	Κ. Καρανάσος	620
6.		Το αναστηλωτικό πρόγραμμα του ναού της Αθηνάς Νίκης	Δ. Μιχαλοπούλου Κ. Μαμαλούγκας	643
7.		*Το έργο της συντήρησης της επιφάνειας*		
	7.1.	Επεμβάσεις συντήρησης της επιφάνειας στα μνημεία της Ακρόπολης (2000-2012)	Ε. Χ. Παπακωνσταντίνου Ε. Ε. Αγγελακοπούλου Α. Ν. Πάνου Κ. Θ. Φραντζικινάκη Α. Ν. Τσιμερέκη Γ. Γ. Φραντζή Κ. Α. Μπαμπανίκα	674
	7.2.	Η συντήρηση και ο καθαρισμός της δυτικής ζωφόρου του Παρθενώνα	Α. Ν. Πάνου Κ. Θ. Φραντζικινάκη Ε. Χ. Παπακωνσταντίνου	700
	7.3.	Η συντήρηση της φατνωματικής οροφής της πρόστασης των κορών του Ερεχθείου	Γ. Γ. Φραντζή Α. Μ. Μαριδάκη Δ. Λ. Γαρμπής Ε. Χ. Παπακωνσταντίνου	725
8.		Το έργο απογραφής, τεκμηρίωσης και ταξινόμησης των διασπάρτων αρχιτεκτονικών μελών της Ακρόπολης 2000-2012	Ε. Π. Σιουμπάρα	751
9.		Τοπογραφικές και φωτογραμμετρικές αποτυπώσεις στην Ακρόπολη των Αθηνών 2007-2012	Δ. Μαυρομάτη	777
10.		Η ψηφιακή διαχείριση της τεκμηρίωσης στα αναστηλωτικά έργα της Ακρόπολης 2000-2012	Ε. Λεμπιδάκη Ε. Καρακίτσου Ε. Πετροπούλου Γ. Αλεξόπουλος	811
11.		Εκπαιδευτικές δράσεις του τομέα ενημέρωσης & εκπαίδευσης (2003-2013)	Κ. Χατζηασλάνη Ε. Καϊμάρα Α. Λεοντή	849
12.		Οι διεθνείς συναντήσεις για την αποκατάσταση των μνημείων Ακροπόλεως: κατάληξη μελετών και προτάσεων, αφετηρία προβληματισμού και αποφάσεων	Φ. Μαλλούχου-Tufano	873
		ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Αναδιπλούμενοι πίνακες		

CONTENTS

VOLUME I

				page
		Foreword	V. Eleftheriou	13
1.		Foreword to the digital publication “Interventions on the Acropolis Monuments 2000-2012. The completed programmes”, 2013	V. Eleftheriou	15
2.		In between the two international meetings 2002 – 2013	Ch. Bouras	29
3.		The philosophy behind the structural restoration of the Acropolis Monuments	M. Ioannidou	39
4.		*The works on the Parthenon*		
	4.1	The organization of the restoration programme of the years 2000-2011 for the Parthenon	N. Toganidis	72
	4.2.	*The restoration of the Pronaos*		
	4.2.1.	History of interventions and theoretical issues of the restoration of the east porch of the Parthenon	L. Lambrinou	95
	4.2.2.	The Pronaos of the Parthenon - A chronicle of the work	L. Lambrinou	113
	4.2.3.	Drums’ fracture. The example of the 6th column of Parthenon’s Pronaos	M. Mentzini	129
	4.3.	*The restoration of the north side of the Parthenon*		
	4.3.1.	*History of the interventions and the architectural studies*		
		4.3.1.1. History of the interventions on the north side of the Parthenon	L. Lambrinou	146
		4.3.1.2. Study of the columns and architraves of the north colonnade - New observations	L. Lambrinou	174
		4.3.1.3. Study of the upper layers of the entablature of the north side including the western part	R. Christodoulopoulou	212
	4.3.2.	*Structural Issues – Special topics on structural restoration*		
		4.3.2.1. The bending of restored architrave: An evaluation	M. Mentzini	239
		4.3.2.2. Studies and researches on the structural restoration of the upper rows of the Parthenon northern colonnade (2004-2007)	E.-E. Toumbakari	260
		4.3.2.3. Examination of the preservation condition of the architectural members of the western part of the entablature of the north side	A. Vrouva	281
		APPENDIX: Folded out drawings		

VOLUME II

				page
	4.3.3.	*The implementation of the works*		
		4.3.3.1. Columns and architraves: the process of structural intervention	M. Mentzini	302
		4.3.3.2. Resetting of columns and architraves of the north colonnade	L. Lambrinou	326
		4.3.3.3. Architectural issues pertaining to the restoration of the upper layers of the entablature of the north side (2005-2006)	R. Christodoulopoulou	353
		4.3.3.4. The implementation of the structural restoration of the upper rows of the Parthenon northern colonnade (2004-2007)	E.-E. Toumbakari	366
		4.3.3.5. The resetting of the blocks of the upper layers of the entablature on the north side of the Parthenon	V. Eleftheriou	378
		4.3.3.6. Connections of the north colonnade's entablature	A. Vrouva	403
	4.4.	*The restoration of the Opisthonaos*		
	4.4.1.	The restoration of the Opisthonaos of the Parthenon - history of interventions - New observations and studies	R. Christodoulopoulou	420
	4.4.2.	Studies and researches on the structural restoration of the Parthenon Opisthodomos (2001-2004)	E.-E. Toumbakari	450
	4.4.3.	*The implementation of the works*		
		4.4.3.1. The restoration of the Opisthonaos - Brief chronicle of the work	P. Koufopoulos	471
		4.4.3.2. Architectural issues: A chronicle of the work, basic choices, a detailed presentation of the restoration of the architraves	R. Christodoulopoulou	483
		4.4.3.3. The implementation of the structural restoration of the Parthenon Opisthodomos: framework, interrogations, research, specific topics	E.-E. Toumbakari	512
	4.4.4.	Design of cast stone for the production of the copies of the W. and S. frieze & the metopes of the N. colonnade of the Parthenon and the frieze of Athena Nike temple	E.-E. Toumbakari	531
		APPENDIX: Folded out drawings		

VOLUME III

				page
5.		*The works on the Propylaea*		
	5.1.	The restoration of the superstructure of the central building of the Propylaea	T. Tanoulas	558
	5.2.	Issues pertaining to the structural restoration of the superstructure of the central building of the Propylaea	M. Ioannidou V. Papavasiliou	588
	5.3.	Restoration of the superstructure of the south wall of the central building of the Propylaea	K. D. Karanasos	620
6.		The restoration programme of the temple of Athena Nike	D. Michalopoulou K. Mamalougas	643
7.		*Surface conservation*		
	7.1.	Conservation interventions on the surface of the Acropolis Monuments (2000 - 2012)	E. Ch. Papakonstantinou E. E. Aggelakopoulou A. N. Panou K. Th. Frantzikinaki A. N. Tsimereki G. G. Frantzi K. A. Babanika	674
	7.2.	Conservation and cleaning of the west frieze of the Parthenon	A. N. Panou K. Th. Frantzikinaki E. Ch. Papakonstantinou	700
	7.3.	The conservation of the coffered ceiling of the porch of the Caryatids	G. G. Frantzi A. M. Maridaki D. L. Garbis E. Ch. Papakonstantinou	725
8.		The project of inventorying, documenting and classifying the scattered architectural members of the Acropolis (2000-2012)	E. P. Sioumpara	751
9.		Topographic and photogrammetric documentation at the Acropolis of Athens 2007 - 2012	D. Mavromati	777
10.		Digital management of the documentation of the restoration projects at the Acropolis (2000 - 2012)	E. Lebidaki E. Karakitsou E. Petropoulou I. Alexopoulos	811
11.		Educational activities of the Department of Information and Education (2003 – 2013)	C. Hadziaslani I. Kaimara A. Leonti	849
12.		The international meetings on the restoration of the Acropolis Monuments: Endpoint of studies and proposals, starting point for reflection and decision- making.	F. Mallouchou-Tufano	873
		APPENDIX: Folded out tables		

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Έχουν περάσει ήδη πέντε χρόνια από το 2013, τη χρονιά που η υπηρεσία μας πραγματοποίησε την 6η Διεθνή Συνάντηση για την αποκατάσταση των Μνημείων Ακροπόλεως. Σε μια συντονισμένη προσπάθεια, το αποτέλεσμα της οποίας δεν είχαμε συνειδητοποιήσει, ειδικότερα μάλιστα εγώ που μόλις ένα χρόνο πριν είχα αναλάβει τη διεύθυνση της Υπηρεσίας, καταφέραμε τότε να αποτυπώσουμε το έργο που είχε παραχθεί από την ΥΣΜΑ, υπό την εποπτεία της ΕΣΜΑ, τα τελευταία χρόνια. Η διατύπωση "τα τελευταία χρόνια" δεν αποτελεί απλώς έναν χρονικό προσδιορισμό, αλλά αφορά στην περίοδο κατά την οποία η ΥΣΜΑ έλαβε τη μέγιστη χρηματοδότηση για την πραγματοποίηση των έργων, έναντι των χρονικών περιόδων που είχαν προηγηθεί αλλά και αυτών που ακολούθησαν. Ήταν η περίοδος αμέσως μετά την ίδρυση της ΥΣΜΑ, που έδωσε ώθηση στην πρόοδο των έργων, η περίοδος που το προσωπικό της υπηρεσίας αριθμούσε περί τους 200 υπαλλήλους με υψηλή εξειδίκευση και μεγάλη εμπειρία στο αντικείμενο το οποίο είχαν κληθεί να αντιμετωπίσουν.

Έτσι, εκτός από την έκδοση των νέων μελετών, που κατά πάγια τακτική της ΕΣΜΑ διανέμονταν στους συνέδρους των διεθνών συναντήσεων, στην 6η Διεθνή Συνάντηση κατέστη δυνατό να δοθεί και ένας απολογισμός του έργου της κρίσιμης για τα έργα δεκαετίας 2000-2010.

Αυτός ο απολογισμός, με όλες τις αδυναμίες που αναφέρονται και στην ψηφιακή έκδοση του 2013, αποτελεί την μόνη μέχρι σήμερα αναλυτική παρουσίαση του αναστηλωτικού έργου και της συντήρησης στον Παρθενώνα, τα Προπύλαια και το ναό της Αθηνάς Νίκης. Παράλληλα παρουσιάζονται οι εργασίες που αφορούν στην καταγραφή των διασπάρτων λίθων, στην τεκμηρίωση των έργων και στην προβολή τους μέσω εκπαιδευτικών και άλλων δράσεων. Μέσα από τις σελίδες των τριών τόμων αναδεικνύεται η πολυπλοκότητα, οι απαιτήσεις αλλά και η διεπιστημονική προσέγγιση των προβλημάτων των μνημείων, που αποτέλεσε βασική αρχή των επεμβάσεων στην Ακρόπολη και επηρέασε πλήθος άλλων παρόμοιων έργων.

Βεβαίως ο απολογισμός που έγινε στο πλαίσιο της παρούσας έκδοσης δεν μας απαλλάσσει από την υποχρέωση για την αναλυτική επιστημονική απόδοση των έργων, που ξεκίνησε με την Αποκατάσταση του Ερεχθείου. Το οφείλουμε στην επιστημονική κοινότητα αλλά και στον καθηγητή μας και πρόεδρο της ΕΣΜΑ αείμνηστο Χ. Μπούρα, η βαθιά πεποίθηση του οποίου ήταν ότι ένα έργο ολοκληρώνεται μόνο μετά τη δημοσίευσή του, γι' αυτό και επέμενε πάντα προς αυτή την κατεύθυνση.

Η παρούσα έκδοση ελάχιστες αλλαγές έχει ως προς την ψηφιακή και αυτές αφορούν στην ενιαία αρίθμηση σελίδων και στην ένταξη στο τέλος κάθε τόμου των αντίστοιχων αναδιπλούμενων σχεδίων, τα οποία σημειώνονται με κίτρινο χρώμα στη θέση που έχουν στο κείμενο.

Η έκδοση αυτή δε θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς τη συνδρομή του Εθνικού Τυπογραφείου και ειδικότερα των Γ. Τσίπη και Μ. Καμπανιάρη, με τους οποίους η προϊσταμένη του Γραφείου Τεκμηρίωσης της ΥΣΜΑ, Δρ. Ε. Λεμπιδάκη είχε εξαιρετική συνεργασία.

Φεβρουάριος 2018

Βασιλική Ελευθερίου
Αρχιτέκτων Μηχανικός
Διευθύντρια της Υ.Σ.Μ.Α.

1

Πρόλογος στην ψηφιακή έκδοση

Βασιλική Ελευθερίου

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΣΤΗΝ ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΚΔΟΣΗ 'ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΜΝΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ 2000- 2012. ΤΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΑΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ'.

Βασιλική Ε. Ελευθερίου

Αρχιτέκτων μηχανικός ΕΜΠ, Διευθύντρια της ΥΣΜΑ

Η επιταγή του άρθρου 16 του Χάρτη της Βενετίας για τη δημοσίευση των εργασιών συντήρησης, αποκατάστασης και ανασκαφής μετά από εξαντλητική τεκμηρίωση αποτελεί την ύστατη υποχρέωση του αναστηλωτή απέναντι στα μνημεία και στην επιστημονική κοινότητα. Ωστόσο, επειδή οι αυξημένες απαιτήσεις μιας εμπεριστατωμένης παρουσίασης, συχνά πρέπει να συνδυαστούν με την ενασχόληση του αναστηλωτή με νέα αναστηλωτικά προγράμματα, τα περισσότερα ολοκληρωμένα έργα αποκατάστασης παραμένουν αδημοσίευτα για ικανό χρονικό διάστημα[1].

Φέτος συμπληρώνονται τριάντα οκτώ χρόνια από την έναρξη των αναστηλωτικών επεμβάσεων στα μνημεία της Ακρόπολης. Στο διάστημα αυτό εκπονήθηκαν δεκάδες σημαντικές μελέτες, πραγματοποιήθηκαν πρωτότυπες, από τεχνικής πλευράς, εργασίες, ενώ η Επιτροπή Συντηρήσεως Μνημείων Ακροπόλεως (ΕΣΜΑ) και η Υπηρεσία Συντήρησης Μνημείων Ακρόπολης (ΥΣΜΑ) από το 1999, ανέπτυξαν πολυσχιδή δράση προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα που αναδύονταν σε ποικίλους τομείς. Από την αρχή της λειτουργίας της ΕΣΜΑ βασικός στόχος υπήρξε η διεπιστημονική προσέγγιση των προβλημάτων των μνημείων και η δημοσιοποίηση των επεμβάσεων. Αυτό εκφράστηκε κυρίως με τη διοργάνωση των επιστημονικών συναντήσεων αλλά και με την παρουσίαση των έργων σε επιστημονικά συνέδρια και εκθέσεις στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Από το 2000, η έκδοση του ετήσιου ενημερωτικού δελτίου δίνει την ευκαιρία για την παρουσίαση θεμάτων που αφορούν αποκλειστικά στις επεμβάσεις στα μνημεία της Ακρόπολης. Όσον αφορά στις επιστημονικές εκδόσεις, έχουν παρουσιαστεί κατά προτεραιότητα οι μελέτες των έργων, στις οποίες ετέθησαν και ερωτήματα, που έδωσαν το έναυσμα για γόνιμες συζητήσεις. Ως προς την απόδοση όμως των ολοκληρωμένων έργων, μόλις το 2012, εκδόθηκε η απόδοση του έργου του Ερεχθείου[2], ένα δίτομο φιλόδοξο έργο στο οποίο παρουσιάζονται, εκτός από τις επεμβάσεις στο ίδιο το μνημείο, θέματα γενικότερα που απασχόλησαν την επιστημονική κοινότητα κατά την έναρξη της νεώτερης περιόδου των επεμβάσεων στα μνημεία από την Ελληνική Πολιτεία[3].

[1] Η έλλειψη ενημέρωσης δεν αφορά ασφαλώς στο ευρύ κοινό, για το οποίο αρκούν σύντομες περιγραφικές εκθέσεις. Άλλωστε η εποχή της 'γρήγορης ενημέρωσης' που διανύουμε δεν αρέσκεται σε μακροσκελή και λεπτομερειακά κείμενα.

[2] Πρόκειται για το πρώτο στη σειρά των αποδόσεων των έργων της ΕΣΜΑ και ΥΣΜΑ, Α. Παπανικολάου, *Η αποκατάσταση του Ερεχθείου (1978-1987), Η απόδοση του έργου* (επιμ. Φ. Μαλούχου-Tufano, Χ. Μπούρας), εκδ. ΥΣΜΑ-ΕΣΜΑ, Αθήνα 2012.

[3] Ως νεώτερη περίοδο θα ορίζαμε αυτήν που χρονικά ακολούθησε την μεταπολίτευση, κατά την οποία ο τομέας της προστασίας της πολιτιστικής κληρονομιάς αναπτύχθηκε σε επιστημονική βάση και σύμφωνα με τις διεθνείς συμβάσεις.

Η παρέλευση δέκα χρόνων από την προηγούμενη διεθνή συνάντηση της ΕΣΜΑ, το πολύ μεγάλο σε έκταση έργο που υλοποιήθηκε στο διάστημα αυτό αλλά και ο ταχύς ρυθμός με τον οποίο απαιτείται να προχωρήσουν τα έργα στο επόμενο χρονικό διάστημα ήταν οι λόγοι για τους οποίους αποφασίστηκε η παρούσα έκδοση. Φιλοδοξία μας ήταν και παραμένει η έντυπη έκδοση. Θεωρώντας όμως σκόπιμη και απαραίτητη την παρούσα δημοσίευση σε συνδυασμό με την προσεχή διεθνή συνάντηση[4] κρίναμε ότι μόνον μία ψηφιακή έκδοση ήταν εφικτή.

Παρά το γεγονός ότι, λόγω ελλείψεως χρόνου, η έκδοση δεν έχει τη φιλολογική και εικαστική επιμέλεια που αξίζει να έχει μια τέτοια προσπάθεια, το εγχείρημα ήταν μεγάλο για το προσωπικό της Υπηρεσίας. Δεκαοκτώ μηχανικοί, δεκατρείς αρχαιολόγοι, επτά συντηρητές, έξι σχεδιαστές, ένας φωτογράφος, το λοιπό προσωπικό του γραφείου τεκμηρίωσης και το διοικητικό προσωπικό εργάστηκαν άοκνα από την αρχή του έτους προκειμένου να συγκεντρωθούν και να παρουσιαστούν απολογιστικά στοιχεία για το παραχθέν έργο της τελευταίας δεκαετίας σε μια σειρά ευσύνοπτων άρθρων, που δεν υστερούν σε επιστημονική αρτιότητα.

Το περιεχόμενο αφορά τόσο στα κυρίως αναστηλωτικά έργα που πραγματοποιήθηκαν στα μνημεία όσο και στα προγράμματα της συντήρησης, της απογραφής-τεκμηρίωσης και ταξινόμησης των διασπάρτων λίθων, της τεκμηρίωσης και της ψηφιακής διαχείρισής της και των εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Παρουσιάζονται τρία ολοκληρωμένα προγράμματα στον Παρθενώνα, δύο προγράμματα στα Προπύλαια και το πρόγραμμα αποκατάστασης του ναού της Αθηνάς Νίκης. Περισσότερα από 1000 αρχιτεκτονικά μέλη αναδιατάχθηκαν στα τρία μνημεία της Ακρόπολης ενώ 686 αρχιτεκτονικά μέλη ανασυντέθηκαν από θραύσματα. Απαιτήθηκαν 900 συμπληρώματα από νέο μάρμαρο και 158 νέα εξ ολοκλήρου αρχιτεκτονικά μέλη. Η χρηματοδότηση του έργου από το Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης για την περίοδο 2000- 2009, ανήλθε στο ποσόν των 32,6 εκ. € από το πρόγραμμα 'Πολιτισμός' και 1,5 εκ. € από το πρόγραμμα 'Κοινωνία της Πληροφορίας', ενώ 11εκ. € επιπλέον παρείχε η Ελληνική Πολιτεία.

Πέραν όμως από τα αριθμητικά στοιχεία, αυτό που χαρακτηρίζει τα έργα της ΕΣΜΑ και της ΥΣΜΑ είναι η υψηλή ποιότητά τους και η πρωτοπορία στη χρήση νέων τεχνολογιών. Σε αυτό συντελεί η κατάρτιση και εξειδίκευση του προσωπικού, τόσο του επιστημονικού όσο και του εργατοτεχνικού, το οποίο καλύπτει όλες τις σχετικές ειδικότητες και ανταποκρίνεται πάντα με επιτυχία στις ιδιαίτερες απαιτήσεις του έργου[5]. Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις το προσωπικό της ΥΣΜΑ έχει συνδράμει άλλες υπηρεσίες του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού σε παρόμοια έργα.

[4] 6η Διεθνής Συνάντηση για την αποκατάσταση των μνημείων Ακροπόλεως, Αθήνα 4-5 Οκτωβρίου 2013.

[5] Το προσωπικό της ΥΣΜΑ αριθμεί σήμερα 181 υπαλλήλους, από τους οποίους 123 είναι μόνιμοι ή αορίστου χρόνου συμβασιούχοι του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού και 58 με συμβάσεις ορισμένου χρόνου έως τον Ιούνιο του 2015 (πρόγραμμα ΕΣΠΑ). Το 2009, πριν από τη λήξη του Γ' ΚΠΣ, ο αριθμός του προσωπικού ήταν 230.

Στη συνέχεια θα επιχειρήσουμε μία συνοπτική παρουσίαση των θεμάτων της έκδοσης.

Προτάσσονται τα γενικά άρθρα του προέδρου της ΕΣΜΑ, καθ. Χ. Μπούρα (2), όπου γίνεται μία συνοπτική αναφορά στα έργα αποκατάστασης της περιόδου 2000-2010 και της επίτιμης διευθύντριας της ΥΣΜΑ Μ. Ιωαννίδου (3), όπου συνοψίζονται τα θέματα μεθοδολογίας των επεμβάσεων, κυρίως από την πλευρά του πολιτικού μηχανικού.

Η παρουσίαση των έργων ξεκινά από τον Παρθενώνα (4) με ένα γενικό κείμενο του Ν. Τογανίδη, προϊσταμένου του έργου έως το 2011, σχετικό με την οργάνωση και τον εξοπλισμό του εργοταξίου (4.1).

Το έργο της αποκατάστασης του προνάου (της ανατολικής πρόστασης) (4.2) του Παρθενώνα παρουσιάζεται με τρία άρθρα[6]. Στο πρώτο παρατίθενται θεωρητικά ζητήματα αισθητικής και αρχιτεκτονικής ενώ στο δεύτερο το χρονολόγιο των εργασιών. Στο τρίτο άρθρο αναλύονται στατικά ζητήματα που άπτονται της ιδιαίτερης κατασκευής των κιόνων, με αναφορές στον 6^{ο} κίονα του προνάου, που αποτελεί ιδιαίτερη περίπτωση και παρουσιάζει όλη τη σειρά των προβλημάτων.

Το έργο της αποκατάστασης της βόρειας πλευράς (περίστασης) (4.3) του Παρθενώνα, με διάρκεια υλοποίησης από το 2001 έως το 2010, παρουσιάζεται εκτενέστερα από τα υπόλοιπα προγράμματα δεδομένου ότι αποτέλεσε το μεγαλύτερο μέχρι τώρα σε έκταση έργο της ΥΣΜΑ[7]. Σε έντεκα άρθρα παρουσιάζονται το ιστορικό των παλαιοτέρων επεμβάσεων, οι μελέτες, αρχιτεκτονικές και στατικές, η προετοιμασία και η υλοποίηση του έργου, καθώς και η επέκταση του έργου στο δυτικό τμήμα του θριγκού της περίστασης. Η έκταση των κειμένων είναι αντίστοιχη μίας κανονικής απόδοσης του έργου. Ωστόσο, καθώς υστερεί στην παρουσίαση της σχεδιαστικής τεκμηρίωσης, αποτελεί μάλλον τον απολογισμό των εργασιών και λιγότερο την απόδοσή τους.

Το έργο της αποκατάστασης του οπισθονάου (δυτικής πρόστασης) (4.4) του Παρθενώνα που ολοκληρώθηκε το 2004, παρουσιάζεται πληρέστερα, δεδομένου ότι προετοιμάζεται και η επιστημονική δημοσίευσή του. Η παρουσίαση γίνεται με πέντε άρθρα, στα οποία αναλύονται το ιστορικό των επεμβάσεων, οι μελέτες που εκπονήθηκαν κατά τη διάρκεια του έργου και η υλοποίησή του. Η παρουσίαση ολοκληρώνεται με ένα πρόσθετο άρθρο που διαπραγματεύεται θέματα σχεδιασμού τεχνητού λίθου για την κατασκευή των αντιγράφων του ανάγλυφου διακόσμου του Παρθενώνα αλλά και του ναού της Αθηνάς Νίκης.

Τα ολοκληρωμένα προγράμματα στα Προπύλαια (5) αφορούν στην αποκατάσταση της ανωδομής του κεντρικού κτηρίου, που ολοκληρώθηκε το 2009 και της ανωδομής του νότιου τοίχου, που

[6] Το έργο έχει ολοκληρωθεί στο σύνολο του από το 2004, εκκρεμούν όμως η κατάξεση των ραβδώσεων στα συμπληρώματα των πέντε κιόνων και η σύνδεση της κιονοστοιχίας με τον νότιο τοίχο του σηκού. Η κατάξεση των ραβδώσεων ξεκίνησε πρόσφατα, ενώ η σύνδεσή του με τον τοίχο θα καταστεί δυνατή μετά την αναστήλωση του τελευταίου.

[7] Η ολοκλήρωση της κατάξεσης των ραβδώσεων, με κατεργασία των επιφανειών των συμπληρώσεων στους σπονδύλους των αναστηλωμένων κιόνων διενεργείται στο πλαίσιο του ΕΣΠΑ.

ολοκληρώθηκε το 2011. Το πρώτο παρουσιάζεται με δύο άρθρα (5.1 και 5.2), στα οποία διαχωρίζονται τα ζητήματα της αρχιτεκτονικής από τα στατικά. Το σχετικά περιορισμένο πρόγραμμα της αποκατάστασης της ανωδομής του νότιου τοίχου εντάσσεται απολογιστικά στο ΕΣΠΑ, αλλά ως ολοκληρωμένο έργο παρουσιάζεται στην παρούσα έκδοση με ένα άρθρο, στο οποίο αναλύονται από κοινού τα αρχιτεκτονικά και τα στατικά θέματα (5.3).

Σε ένα άρθρο αναλύονται τα αρχιτεκτονικά και τα στατικά θέματα που αντιμετωπίστηκαν κατά την αποκατάσταση του Ναού της Αθηνάς Νίκης[8] (6).

Ακολουθεί η παρουσίαση των εργασιών που εκτελούνται παράλληλα με το κύριο αναστηλωτικό έργο στα μνημεία, όπως η συντήρηση, το έργο της αρχειοθέτησης και της ψηφιακής διαχείρισης των τεκμηρίων, η ενημέρωση και η εκπαίδευση. Ο απολογισμός σε αυτές τις ενότητες καλύπτει την περίοδο έως το 2012, δεδομένου ότι οι παραπάνω εργασίες διενεργούνται σε σταθερή βάση και δεν μπορούν να διαχωριστούν σε ενότητες άμεσα σχετιζόμενες προς τα ολοκληρωμένα προγράμματα αναστήλωσης.

Το έργο της συντήρησης της επιφάνειας (7) παρουσιάζεται απολογιστικά για όλα τα μνημεία της Ακρόπολης σε ένα άρθρο (7.1), ενώ οι εφαρμογές του καθαρισμού με λέιζερ, στη δυτική ζωφόρο του Παρθενώνα και στη φατνωματική οροφή της πρόστασης των Καρυατίδων, αναπτύσσονται σε ισάριθμα άρθρα (7.2 και 7.3).

Ακολουθεί η παρουσίαση του έργου της απογραφής, τεκμηρίωσης και ταξινόμησης των διασπάρτων αρχιτεκτονικών μελών στην Ακρόπολη (8), έργο που υλοποιεί η ΥΣΜΑ, καθώς ικανός αριθμός διασπάρτων έχει ενταχθεί στα μνημεία, μετά την ταύτισή τους.

Η εφαρμογή των φωτογραμμετρικών αποτυπώσεων, παρόλο που απασχόλησε την ΕΣΜΑ από πολύ νωρίς, βρήκε εφαρμογή στα μνημεία της Ακρόπολης από το 2007 και εξής. Στο άρθρο (9) παρουσιάζονται τόσο οι εργασίες που υλοποιήθηκαν από εξωτερικούς συνεργάτες, οι οποίοι ανέλαβαν το έργο μετά από διεθνή διαγωνισμό, όσο και από την συντάκτρια του άρθρου.

Από το *Γραφείο τεκμηρίωσης* της ΥΣΜΑ παρουσιάζεται το έργο της ψηφιακής διαχείρισης μέσω βάσεων δεδομένων της τεκμηρίωσης των αναστηλωτικών έργων και οι νέες ψηφιακές εφαρμογές για την ενημέρωση του κοινού (10), που αναδεικνύουν την πρωτοπορία της Υπηρεσίας και σε αυτόν τον τομέα.

Η ΕΣΜΑ σχεδόν εξ αρχής επένδυσε στην ενημέρωση και εκπαίδευση του κοινού, μέσω εκπαιδευτικών προγραμμάτων που απευθύνονται κυρίως σε μαθητές και εκπαιδευτικούς.

[8] Το κυρίως έργο ολοκληρώθηκε το 2010 ενώ ορισμένες εργασίες υλοποιήθηκαν έως το 2012, μετά τις αναγκαίες τροποποιήσεις του εργοταξιακού εξοπλισμού. Υπολείπεται ακόμη η διαμόρφωση της πρόσβασης, έργο που προγραμματίζεται μετά την ολοκλήρωση των εργασιών στη νότια πτέρυγα των Προπυλαίων και την απομάκρυνση των ικριωμάτων.

Παρουσιάζονται οι δράσεις του *Γραφείου ενημέρωσης και εκπαίδευσης* (11), το οποίο τα τελευταία χρόνια προωθεί εφαρμογές και στο διαδίκτυο.

Την παρουσίαση του έργου κλείνει ένα άρθρο (12) της αναπληρώτριας καθηγήτριας Φ. Μαλλούχου- Tufano, μέλους σήμερα της ΕΣΜΑ, η οποία συντάσσει ένα σύντομο χρονικό των επιστημονικών συναντήσεων της ΕΣΜΑ και επιχειρεί μία περιεκτική αποτίμηση της συμβολής τους στο έργο της ΕΣΜΑ και της ΥΣΜΑ.

Ο περιορισμένος χρόνος στον οποίο υλοποιήθηκε ο σχεδιασμός της έκδοσης, που αριθμεί 850 σελίδες, μοιραία δικαιολογεί αδυναμίες και ελλείψεις, τις οποίες ευελπιστούμε να αντιμετωπίσουμε στην έντυπη έκδοση ή σε προσεχείς εκδόσεις της ΥΣΜΑ. Βασική αδυναμία, υπήρξε η πλημμελής συνεργασία των μελετητών, ακόμη και όσων εμπλέκονταν στο ίδιο πρόγραμμα. Αναπόφευκτες κατά συνέπεια είναι κάποιες επαναλήψεις που παρατηρούνται.

Ένα πρόβλημα το οποίο αναδεικνύεται μέσα από τα άρθρα της έκδοσης είναι το ζήτημα της τεχνικής ορολογίας. Το θέμα απασχόλησε από πολύ νωρίς τους μελετητές της Ακρόπολης[9], ωστόσο διαπιστώνεται η ανάγκη επαναφοράς του καθώς τα πρόσωπα στην Υπηρεσία ανανεώνονται. Έτσι π.χ. με τον όρο *αποξήλωση, καταβίβαση ή αποσυναρμολόγηση* δηλώνεται η ίδια εργασία. Η *ανατοποθέτηση* χρησιμοποιείται συχνά αντί της *επανατοποθέτησης*, ενώ με τον όρο *τοποθέτηση* μάλλον υπονοείται ότι το αρχιτεκτονικό μέλος δεν βρισκόταν επί του μνημείου, αναγνωρίστηκε ανάμεσα στα κατακείμενα στο έδαφος διάσπαρτα αρχιτεκτονικά μέλη, ταυτίστηκε η αρχική του θέση στο μνημείο και επανήλθε σε αυτήν.

Συχνά γίνεται αναφορά στο *μέλος* χωρίς την προσθήκη του προσδιορισμού του ως *αρχιτεκτονικό*. Αντίστοιχα ζητήματα ορολογίας προέκυψαν και κατά την μετάφραση των αρχιτεκτονικών όρων. Το ζήτημα θα πρέπει να μας απασχολήσει στο αμέσως προσεχές διάστημα.

Ευχαριστίες οφείλονται στα μέλη της ΕΣΜΑ. Στον ακούραστο καθ. Μ. Κορρέ, βαθύ γνώστη των μνημείων που είναι πάντα διαθέσιμος για να υποδείξει στους νεώτερους συναδέλφους τα σημεία που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής. Την αναπλ. καθ. Φ. Μαλλούχου-Tufano που παρακολουθεί εκ του σύνεγγυς την πρόοδο στα θέματα τεκμηρίωσης. Τους καθ. Β. Κασελούρη και Μ. Χρονόπουλο για τις συμβουλές τους σε τεχνικά θέματα. Αλλά και όλα τα υπόλοιπα μέλη, Ν. Βαλάκου, Π. Θέμελη, Ε. Κουρίνου, Β. Λαμπρινουδάκη, Δ. Σβολόπουλο και Α. Χωρέμη για τις ουσιαστικές παρατηρήσεις τους κατά τη συζήτηση των θεμάτων στις συνεδριάσεις της Επιτροπής. Κυρίως στον Πρόεδρο της ΕΣΜΑ, ομοτ. καθ. Χ. Μπούρα, που παρακολουθεί αδιαλείπτως τις εργασίες, εφιστώντας την προσοχή μας σε ουσιαστικά θέματα και στους στόχους, όπως αυτοί καθορίζονται από τις ανάγκες των μνημείων.

[9]Κορρές, Μ.- Μπούρας, Χ. 1983. *Μελέτη αποκαταστάσεως του Παρθενώνος*, τ. 1, Αθήνα, 212-215.

Ευχαριστίες οφείλονται επίσης στους συναδέλφους Κ. Χατζηασλάνη, Τ. Τανούλα, Κ. Ματάλα, Ε. Παπακωνσταντίνου, Ν. Τογανίδη και Σ. Οικονομόπουλο, οι οποίοι αν και συνταξιοδοτήθηκαν συνεχίζουν να προσφέρουν τις γνώσεις και τις συμβουλές τους στους νεότερους, καθώς και στην επίτιμη Διευθύντρια Μ. Ιωαννίδου, η οποία συνεχίζει την συνεργασία της με την ΥΣΜΑ από την θέση της ειδικής συμβούλου.

Ιδιαίτερη ήταν η συμβολή των αρχαιολόγων Α. Σοφού και Μ. Κατσιάνη στην πραγματοποίηση της παρούσας έκδοσης.

Από τον Δεκέμβριο του 2010, με χρηματοδότηση από το τρέχον χρηματοδοτικό πρόγραμμα ΕΣΠΑ, ξεκίνησαν εργασίες σε άλλες περιοχές των μνημείων, στις οποίες έχουν επισημανθεί στατικά προβλήματα και ανάγκη για την αντιμετώπιση τους.

Διανύουμε μια νέα περίοδο για την χώρα. Η Υπηρεσία οφείλει να προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα και να προχωρήσει στην υλοποίηση των στόχων, δίχως εκπτώσεις στην ποιότητα αλλά λαμβάνοντας υπ' όψιν τις οικονομικές απαιτήσεις της εποχής. Απαιτείται η συντονισμένη προσπάθεια όλων μας προκειμένου να διαφυλάξουμε την παρακαταθήκη που λάβαμε και το προνόμιο να δουλεύουμε στα μνημεία της Ακρόπολης, ύψιστο σύμβολο του ευρωπαϊκού πολιτισμού.

Επισημαίνουμε ότι τα άρθρα αναφέρονται σε έργα, την επιστημονική ευθύνη των οποίων είχε η ΕΣΜΑ και για τα οποία έχουν εκδοθεί αποφάσεις από τα γνωμοδοτικά όργανα του Υπουργείου Πολιτισμού και Αθλητισμού. Ευνόητο είναι ότι την ευθύνη για το περιεχόμενο των άρθρων έχουν οι συγγραφείς.

Η συνοπτική απόδοση ή απολογισμός των έργων ασφαλώς δεν μας απαλλάσσει από την υποχρέωση της οριστικής απόδοσής τους στην επιστημονική κοινότητα. Γι' αυτό και θα πρέπει να καταβληθεί κάθε δυνατή προσπάθεια εκ μέρους όλων μας προς την κατεύθυνση αυτή.

1. FOREWORD TO THE DIGITAL PUBLICATION *INTERVENTIONS ON THE ACROPOLIS MONUMENTS 2000-2012. THE COMPLETED PROGRAMMES.*

Vasiliki E. Eleftheriou
Architect (NTUA), Director of YSMA

The directive of Article 16 of the Venice Charter, regarding the publication of conservation, restoration and excavation works after exhaustive documentation, is a restorer's ultimate responsibility towards the monuments and the academic community. However, as the substantial demands of a thorough presentation must often vie for precedence with a restorer's involvement in new restoration projects, most completed restoration projects remain unpublished for a significant period of time[1].

It has now been thirty-eight years since the commencement of restoration interventions on the monuments of the Acropolis. In this period, dozens of major studies were conducted and technically innovative work was undertaken, while after 1999, the Committee for the Conservation of the Acropolis Monuments (ESMA) and the Acropolis Restoration Service (YSMA), developed a multi-pronged plan of action to address the problems arising in various areas. From the beginning of ESMA's operation, the main objective was an interdisciplinary approach to the problems of the monuments and publication of the interventions. This was expressed mainly through the organisation of academic meetings and the presentation of the projects at academic conferences and exhibitions in Greece and abroad. Since 2000, the publication of YSMA's annual newsletter has afforded the opportunity to present topics which exclusively address the interventions on the Acropolis monuments. With regard to academic publications, priority has been given to the presentation of project studies that pose questions which give rise to fruitful discussions. In terms of reports on the completed projects, however, a report on the Erechtheion was published just in 2012[2], in an ambitious two-volume publication which, in addition to the interventions on the monument itself, presents issues of more general interest to the academic community at the beginning of the modern period of interventions on the monuments, by the Greek state[3].

[1] The lack of information does not, of course, concern the general public for which brief descriptive reports are sufficient. In any case, the "information age" that we are in is not partial to lengthy and detailed texts.

[2] This refers to the first in the series of reports on ESMA and YSMA's projects, A. Papanikolaou, *Restoration of the Erechtheion (1979-1987). Final report on the work* (eds. F. Mallouchou-Tufano, C. Bouras), YSMA-ESMA publications, Athens 2012 (in Greek with selected chapters in English).

[3] As "modern period" we would define the period following the post-dictatorship period, during which the field of the protection of cultural heritage was developed on a scientific basis, in accordance with international conventions.

The passage of ten years since the last international meeting of ESMA, the massive extent of the works completed during this period, and the rapid rate at which the projects need to progress in the next period, are the reasons that the present publication has been undertaken at this time. Our ambition was, and remains, to produce a print publication. However, considering that the publication of this work in conjunction with the forthcoming international meeting[4] was deemed both appropriate and necessary at this time, we felt that only a digital version was feasible at present.

Despite the fact that, due to lack of time, the publication did not receive the literary and artistic attention that corresponds to such a project, it constituted a major undertaking for the staff of the Service. Eighteen engineers, thirteen archaeologists, seven conservators, six draftspeople, a photographer, other staff of the Documentation Office, and the administrative staff, worked tirelessly from the beginning of the year in order to gather and present data about the work that has been carried out in the last decade, in a series of concise, yet academically sound, articles.

The content covers the main restoration projects that were carried out on the monuments as well as the programmes for conservation, the recording/documentation and classification of scattered stone fragments, documentation and its digital management, and education. Three completed programmes pertaining to the Parthenon, two Propylaia programmes, and the Temple of Athena Nike reconstruction programme are presented. More than 1000 architectural members were repositioned on these three monuments of the Acropolis, while 686 architectural members were reconstituted from fragments. Nine hundred supplements of new marble and 158 entirely new architectural members were required. Project funding from the Third Community Support Framework (CSF) for the 2000-2009 period amounted to 32.6 million euro from its "Culture" programme and 1.5 million euro from the "Information Society", while an extra 11 million euro was provided by the Greek state.

Beyond the figures, however, what characterises the projects of ESMA and YSMA is their high quality and the pioneering use of new technologies. A factor that contributes to this is the training and expertise of both its scientific and technical personnel, who cover all relevant disciplines and consistently respond successfully to specific project requirements[5]. In many cases YSMA personnel have also assisted other departments of the Ministry of Culture and Sports in similar projects.

In the remaining, we will endeavour to present an overview of the topics covered in the publication.

The publication opens with general articles by the chairman of ESMA, Professor C. Bouras (2), who provides a brief report on the restoration works of the 2000-2010 period, and by the honorary

[4] 6th International Meeting for the restoration of the Acropolis monuments, Athens, 4-5 October 2013.

[5] YSMA currently has 181 personnel, of which 123 are permanent employees or on contracts of indefinite duration and 58 on contracts of definite duration until June 2015 (NSRF programme). In 2009, prior to the expiry of the Third CSF, the number of personnel was 230.

director of YSMA M. Ioannidou (3), who summarises the methodological issues of the interventions, particularly from the point of view of a civil engineer.

The presentation of the works begins with the Parthenon (4) in a general text by N. Toganidis, head of the project until 2011, about the organisation and equipment of the work-site (4.1).

The project for the restoration of the pronaos (the eastern porch) (4.2) of the Parthenon is presented in three articles[6]. The first examines theoretical issues of aesthetics and architecture while the second presents a chronology of the works. The third article analyses structural issues related to the particular construction of columns, with reference to the 6th column of the pronaos, which constitutes a special case presenting the entire range of problems.

The project for the restoration of the north side (colonnade) (4.3) of the Parthenon, which was carried out in the period from 2001 to 2010, is presented more thoroughly than the other programmes, given that it is YSMA's most extensive project to date[7]. The history of the older interventions, architectural and structural studies, the preparation and implementation of the project, and the extension of the work to the western section of the colonnade entablature, are presented in eleven articles. The length of the texts corresponds to a full report on the project. However, as the texts are lacking in drawn documentation, it is more an account of the works than a report.

The restoration project for the opisthonaos (west porch) (4.4) of the Parthenon, which was completed in 2004, is presented more fully, given that its academic publication is in preparation. The presentation is made in five articles which detail the history of the interventions, the studies carried out during the project, and the implementation of the project. The presentation concludes with an additional article dealing with issues related to the design of artificial stone for the production of copies of the relief decoration of the Parthenon and the Temple of Athena Nike.

The completed programmes for the Propylaia (5) relate to the restoration of the superstructure of the main building, which was completed in 2009, and the superstructure of the south wall, completed in 2011. The former is presented in two articles (5.1 and 5.2), which separately deal with architectural and structural issues. The relatively limited programme for the restoration of the superstructure of the south wall has been incorporated in the present National Strategic Reference Framework (NSRF), but as a completed project, it is presented in this publication in an article that analyses both the architectural and structural issues (5.3).

[6] The project has been completed in its entirety since 2004, however, carving of the fluting on the fillings for five columns and the joining of the colonnade to the south wall of the cella, are still pending. Carving of the fluting commenced recently, while the joining of the colonnade with the wall will be possible after the reconstruction of the latter.

[7] Completion of the carving of the column fluting, along with the treatment of the surfaces of the fillings of the drums of the reconstructed columns, is being undertaken within the NSRF framework.

The architectural and structural issues that were faced during the restoration of the Temple of Athena Nike[8], are detailed in another article (6).

Following the above is a presentation of the work being carried out in parallel with the main restoration work on the monuments, such as conservation, the archiving and digital management of the documentation, the dissemination of information, and education. The account of these areas covers the period up to 2012, given that these operations are carried out on a regular basis and cannot be separated into sections directly related to the completed restoration programs.

The conservation of the surface (7) is presented accountably with regard to all the monuments of the Acropolis in one article (7.1), whereas the application of laser cleaning on the west frieze of the Parthenon and on the coffered ceiling of the porch of the Caryatids, is presented respectively in two articles (7.2 and 7.3).

Next is a presentation of the work undertaken to record, document and classify the scattered architectural members on the Acropolis (8), a project implemented by YSMA, since a sufficient number of scattered fragments have been incorporated back into the monuments, after their identification.

While ESMA was interested in photogrammetric surveys very early on, photogrammetry methods have only been applied to the monuments of the Acropolis monuments from 2007 onwards. The relevant article (9) presents both work carried out by external consultants, who undertook the project after an international competition, and by the author of the article.

YSMA's Documentation Office has presented the digital management of the reconstruction projects through the documentation databases and the new digital applications for disseminating information to the public (10), which highlight the Service's pioneering activity in this field.

ESMA has invested in informing and educating the public almost from the outset, through educational programmes directed at students and educators. These activities are presented by the Public Relations and Education Office (11), which in recent years has also been promoting applications on the internet.

The presentation of the work concludes with an article (12) by Associate Professor F. Mallouchou-Tufano, a current member of ESMA, who has written a concise account of ESMA's academic meetings and made a comprehensive assessment of their contribution to the work of ESMA and YSMA.

The limited time available for the design of the publication, which numbers 850 pages, justifies any flaws and shortcomings, which we hope to address in the printed version or in future YSMA

[8] The main part of the project was completed in 2010 while certain works were carried out up to 2012 after requisite modifications to the work-site equipment. Work on the access area remains to be carried out and is planned for after the completion of the works on the south wing of the Propylaia and removal of the scaffolding.

publications. A basic weakness was insufficient collaboration between those involved, even in such cases where they were associated with the same programmes. The duplications that can be noted in the publication were therefore inevitable.

A problem which is highlighted throughout the articles in the publication, is the issue of technical terminology. The subject concerned Acropolis scholars very early on[9], however there is a need to re-examine the matter as new personnel join the Service. Thus, for example, the terms *dismantlement*, *disassembly* or *lowering* are used to refer to the same work. *Relocation* is often used instead of *repositioning*, while the term *placement* probably implies that the architectural member was not on the monument, but was distinguished from the scattered architectural members lying on the ground, and returned to its original position on the monument once this was identified.

Reference is often made to *members* without the addition of *architectural* as a qualifier. Corresponding terminology issues have also emerged in the translation of architectural terms. We should address this issue in the immediate future.

Thanks are in order for the members of ESMA. To the indefatigable Professor M. Korres, who is deeply familiar with the monuments and is always available to show younger colleagues points that deserve special attention; to Associate Professor F. Mallouchou-Tufano who closely monitors progress on documentation matters; to Professors V. Kaselouri-Regopoulou and M. Chronopoulos for their advice on technical matters; and to all the other members: N. Valakou, P. Themelis, E. Kourinou, V. Lambrinoudakis, D. Svolopoulos, and A. Choremi for their substantive comments during the discussion of the topics in Committee meetings. Thanks are particularly due to the president of ESMA, Professor Emeritus Ch. Bouras, who constantly monitors the works, drawing our attention to important issues and objectives, as determined by the needs of the monuments.

Thanks are also due to our colleagues K. Hadziaslani, T. Tanoulas, K. Matala, E. Papakonstantinou, N. Toganidis, and S. Oikonomopoulos, who, although retired, continue to offer their knowledge and advice to younger members of the team, and to the Emeritus director M. Ioannidou, who is continuing her collaboration with YSMA in her role as special advisor.

A particular contribution to the preparation of the current publication was made by the archaeologists, A. Sofou and M. Katsianis.

Since December 2010, with funding from the current NSRF programme, works have commenced on other areas of the monuments, in which structural problems and the need to address these, have been identified.

We have entered a challenging period for the country. The Service needs to adapt to the new conditions and to proceed towards the realisation of its objectives without compromising on quality

[9] Korres, M. and Bouras, C. 1983. *Μελέτη αποκαταστάσεως του Παρθενώνος*, vol. 1, Athens, 212-215.

but considering the financial demands of the times. The coordinated efforts of all of us are required in order to preserve the legacy that we have inherited and the privilege of working on the monuments of the Acropolis, the preeminent symbol of European civilization.

It should be noted that the articles refer to projects for which ESMA held academic responsibility, and in reference to which decisions have been issued by the advisory bodies of the Ministry of Culture and Sports. Responsibility for the content of the articles obviously belongs to the authors.

A synoptic presentation or report on the works does not, of course, absolve us from the obligation of a final report to the academic community. For this reason, every effort should be made in this direction, on all our behalves.

2

Μεταξύ των δύο διεθνών συναντήσεων 2002-2013

Χαράλαμπος Μπούρας

2. ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΔΥΟ ΔΙΕΘΝΩΝ ΣΥΝΑΝΤΗΣΕΩΝ 2002 - 2013

Χαράλαμπος Μπούρας
Ομ. Καθ. Εθνικού Μετσόβειου Πολυτεχνείου - Πρόεδρος της Επιτροπής Συντηρήσεως Μνημείων Ακρόπολης

Η πείρα όλων όσοι εργάζονται για τα μνημεία της Ακροπόλεως, δείχνει ότι οι συγκλήσεις των Διεθνών Συναντήσεων υπήρξαν από πολλές απόψεις θετικές για το κύρος των έργων αποκαταστάσεως που γίνονται σε αυτά. Η φετεινή Συνάντηση γίνεται κάπως καθυστερημένα και αυτό οφείλεται στην συνεχή πιεστική απασχόληση του επιστημονικού προσωπικού, στο κλίμα εντατικής εργασίας που ακολούθησε την αναδιοργάνωση της Υπηρεσίας κατά το έτος 1999.

Τα προγράμματα που ολοκληρώθηκαν κατά το χρονικό αυτό διάστημα παρουσιάζονται στην παρούσα έκδοση. Πρόκειται για προγράμματα που εκτελέσθηκαν παράλληλα με μελέτες άλλων προγραμμάτων που εκπονήθηκαν από το επιστημονικό προσωπικό της Υπηρεσίας και οι οποίες ακολούθως εγκρίθηκαν από το Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο του αρμοδίου Υπουργείου Πολιτισμού.

Αφ' ενός η συνεχώς προστιθέμενη εμπειρία και αφ' ετέρου η σταθερότητα στην τήρηση των καθιερωμένων από εικοσαετίας αρχών υποβοηθούσαν την εκτέλεση της καθημερινής εργασίας και την θεωρητική στήριξη των νέων μελετών. Αλλά κατά την περίοδο 2002 - 2013 πραγματοποιήθηκαν και δευτερεύουσες νέες δραστηριότητες στην Ακρόπολη ενώ υιοθετήθηκαν νέες σύγχρονες τεχνολογίες οι οποίες έκαναν περισσότερο αποδοτική τόσο την τεκμηρίωση όσο και την εκτέλεση των έργων: Ακτίνες Laser, σύγχρονη φωτογραμμετρία, τρισδιάστατη σάρωση του βράχου και των μνημείων, ανανέωση της βάσεως δεδομένων, έλεγχοι με οπτικές ίνες, ψηφιακή τεχνολογία στην ενημέρωση και την εκπαίδευση, και άλλα.

Κατά το ίδιο διάστημα έγιναν σημαντικές αλλαγές στο προσωπικό της Υπηρεσίας. Η απώλεια του καθηγητή Θεόδωρου Σκουλικίδη ανέστειλε τις φυσικοχημικές έρευνες και η συνταξιοδότηση έξι στελεχών της Υπηρεσίας δημιούργησε προσωρινά προβλήματα, χωρίς να καθυστερήσει την πρόοδο των έργων και των μελετών. Χωρίς επιπτώσεις έγινε και η βαθμιαία αλλαγή προσώπων στην επιστημονική Επιτροπή Συντηρήσεως των Μνημείων Ακροπόλεως.

Σχετιζόμενο με τις εργασίες στον Βράχο, αν και εκτός αυτού, είναι το σημαντικό γεγονός της δεκαετίας, η ανέγερση και η λειτουργία του Νέου Μουσείου Ακροπόλεως. Η ανάδειξη με τον καλύτερο τρόπο, του γλυπτικού διακόσμου που απεσπάσθη από τα κλασικά μνημεία για την διάσωσή του, δικαίωσε μεγάλους κόπους, παλιές αποφάσεις και πρόσφατες ενέργειες.

Η αφετηρία των έργων στα μνημεία της Αθηναϊκής Ακροπόλεως, όπως είναι γνωστό, ήταν η προσπάθεια της απαλλαγής τους από τα οξειδωμένα σιδηρά στοιχεία που είχαν ενσωματωθεί στα μαρμάρινα αρχιτεκτονικά μέλη κατά το διάστημα των αμέσως προηγουμένων επεμβάσεων. Ήταν ένα

επείγον σωστικό έργο. Με την έναρξη όμως των έργων της Επιτροπής το 1979 έγινε σαφές ότι οι ζημιές ήταν πολύ περισσότερο εκτεταμένες, οφείλονταν σε ποικίλα αίτια καθώς και ότι συστηματική επισκευή ή συντήρηση δεν είχε γίνει στα μνημεία από την αρχαιότητα έως την εποχή μας. Οι διαπιστώσεις αυτές έγιναν περισσότερο εμφανείς με την έναρξη των εργασιών στον Παρθενώνα το 1986 στον οποίο η μεγάλη έκρηξη του 1687, οι μετέπειτα σεισμοί, βομβαρδισμοί, βανδαλισμοί και λεηλασίες είχαν αφήσει έναν πολύ μεγάλο αριθμό επικινδύνων ρηγμάτων. Επιπροσθέτως οι επεμβάσεις κατά τα πρώτα χρόνια του περασμένου αιώνος είχαν προκαλέσει παρατοποθετήσεις αρχιτεκτονικών μελών και σε κάποιες περιπτώσεις συμπληρώσεις με ευτελή υλικά.

Έτσι περάσαμε από την άρση των αιτίων της ζημιάς στην αποκατάσταση κάθε υφισταμένης βλάβης και στην απάλειψη παρατοποθετήσεων και ευτελών προσθηκών, δηλαδή σε μια γενικότερη αποκατάσταση των μνημείων. Αυτό δικαιολογεί την συνεχή επέκταση των προγραμμάτων στα Προπύλαια, στον Παρθενώνα και τον ναό της Νίκης, με συνέπεια την σοβαρή καθυστέρηση των σωστικών έργων, σε σχέση με τις αρχικές προοπτικές ολοκληρώσεώς τους. Το τελευταίο λ.χ. σωστικό έργο στην Ακρόπολη, το πρόγραμμα της δυτικής πλευράς του Παρθενώνος το οποίο ήταν φαινομενικώς απλό, αποδείχθηκε ότι είχε πολλά επί μέρους προβλήματα.

Η άρση των αιτίων της καταστροφής είχε πάντοτε προτεραιότητα, ακόμα και όταν οδηγούσε σε ακραίες λύσεις. Μια τέτοια περίπτωση είναι αυτή των ευπαθών θεμελιώσεων του Αρρηφορίου, η βέλτιστη λύση για την σωτηρία των οποίων κρίθηκε η κατάχωση, μετά από σχολαστική τεκμηρίωσή τους.

Από ετών η Επιτροπή Συντηρήσεως των Μνημείων Ακροπόλεως είχε θεωρήσει ότι η εκτέλεση των σωστικών έργων παρείχε την ευκαιρία έργων καθαρώς αναστηλωτικών, δηλαδή έργων εντάξεως στα μνημεία αυθεντικών κατακειμένων αρχιτεκτονικών μελών, με σκοπό αφ'ενός την προστασία των ιδίων από την φθορά και αφ' ετέρου την εικαστική αναβάθμιση των μνημείων. Οι απόψεις αυτές υιοθετήθηκαν και από το Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο. Στις περιπτώσεις των αναστηλώσεων συνήθως προκύπτουν προβλήματα αντιτιθεμένων αξιών, κυρίως μεταξύ αρχαιολογικών (αυθεντικότητος) και αισθητικών (ολοκληρωμένης μορφής), δεδομένου ότι για την συμπλήρωση των αρχαίων μελών ή για την στήριξή τους απαιτείται συνήθως και η προσθήκη νέου μαρμάρου. Κατά την δεκαετία μετά το 2002 τα προβλήματα αυτά τέθηκαν για τον Παρθενώνα (στην εσωτερική πρόσταση του προνάου) για τα Προπύλαια (στην οροφή του κεντρικού κτηρίου) και για τον ναό της Νίκης (στο αέτωμα της ανατολικής όψεως). Θεωρητικής φύσεως ενστάσεις αλλά και η αδυναμία διαθέσεως πολύ εξειδικευμένων μαρμαροτεχνιτών έφεραν την καθυστέρηση της απολαξεύσεως των ραβδώσεων στα συμπληρώματα των κιόνων του προνάου (που είχαν ενσωματωθεί στους κίονες προ του 2004) ενώ στα Προπύλαια και στην Νίκη υπήρξαν αντιρρήσεις για το ποσοστό νέου μαρμάρου που θεωρήθηκε απαραίτητο για να στηριχθούν τα αρχαία φατνώματα.

Τα αναστηλωτικά προγράμματα στην Ακρόπολη αν θεωρηθούν από την σκοπιά των κόπων, των δαπανών και κυρίως του χρόνου, ίσως πραγματοποιήθηκαν εις βάρος των σωστικών. Αύξησαν όμως θεαματικά την αρχιτεκτονική υπόσταση των ερειπωμένων κλασικών κτηρίων και κυρίως τα έκαναν περισσότερο κατανοητά από το ευρύ κοινό. Τέλος, επειδή οι προσθήκες νέου υλικού πραγματοποιήθηκαν με σεβασμό της αρχής της αναστρεψιμότητος, δεν έχει δημιουργηθεί πρόβλημα αυθεντικότητος, δεδομένου ότι αυτές είναι δυνατόν να αφαιρεθούν αν επικρατήσουν διαφορετικές από τις σημερινές αντιλήψεις, στο μέλλον.

Τα προγράμματα που ολοκληρώθηκαν κατά το διάστημα 2002 - 2013 αφορούν τον Παρθενώνα, τα Προπύλαια και τον ναό της Αθηνάς Νίκης.

Όπως ήδη σημειώθηκε, η κυρίως εργασία αναστηλώσεως στον πρόναο του Παρθενώνος είχε ολοκληρωθεί προ του 2004. Τα συμπληρώματα των σπονδύλων παρέμειναν χωρίς την λάξευση των ραβδώσεων με βάση μια αρχική απόφαση του Κεντρικού Αρχαιολογικού Συμβουλίου ότι η παραμονή των ακατέργαστων επιφανειών υποβοηθούσε την διάκριση μεταξύ των αρχαίων και νέων τμημάτων και ότι δεν απεκλείετο η αναθεώρηση της αποφάσεως μετά την περαίωση του έργου των συμπληρώσεων και την εκτίμηση του αποτελέσματος. Τελικώς το αποτέλεσμα κρίθηκε ατυχές από αισθητικής απόψεως γιατί η διακοπή της συνεχείας των ραβδώσεων από τις ακατέργαστες επιφάνειες κατέστρεφε την ολοκληρωμένη μορφή των δωρικών κιόνων και όλη την προσπάθεια εικαστικής αναβαθμίσεως του προνάου (Αποφάσεις της Επιτροπής τον Σεπτέμβριο του 2004 και του 2005). Το υποπρόγραμμα της λαξεύσεως των ραβδώσεων, εξαιρετικά δύσκολο (λαμβανομένων υπ' όψη των εκλεπτύνσεων των δωρικών κιόνων) δυστυχώς πολύ λίγο πραγματοποιήθηκε, για λόγους που ήδη αναφέρθηκαν.

Το σπουδαιότερο έργο της περιόδου 2002 - 2013 είναι βεβαίως η αποκατάσταση της βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνος, έργο πολυδάπανο, μακροχρόνιο και σύνθετο, δηλαδή συνάμα σωστικό και βελτιωτικό της μορφής του μεγάλου ναού: Είμαστε σε θέση να παρουσιάσομε τώρα την απόδοση του μεγαλύτερου προγράμματος που ολοκληρώθηκε από τη Υ.Σ.Μ.Α. από της ιδρύσεώς της, με την συμβολή πολλών συνεργατών.

Στον οπισθόναο του Παρθενώνος, μετά την απομάκρυνση της δυτικής ζωφόρου (σήμερα σε έκθεση στο Μουσείο) έγινε εκτεταμένη δομική αποκατάσταση των επιστυλίων, τοποθέτηση αντιγράφων της ζωφόρου από τεχνητό λίθο και επανατοποθέτηση των υπερκειμένων θράνων. Σε αναμονή της ολοκληρώσεως του εκτελουμένου προγράμματος της δυτικής πλευράς του ναού δεν έχουν τοποθετηθεί στην θέση τους οι αντίστοιχες δοκοί της οροφής.

Στην κεντρική υπόστυλη αίθουσα των Προπυλαίων τα έργα είχαν επίσης διπλό σκοπό, σωστικό και αναστηλωτικό. Το αναστηλωμένο από το Ν. Μπαλάνο τμήμα της μαρμάρινης οροφής, το οποίο είχε καταστεί ετοιμόρροπο, απαλλάχθηκε από τα οξειδωμένα σιδηρά στοιχεία και ανασυγκροτήθηκε. Από τα κατακείμενα θραύσματα που αναγνωρίσθηκαν, συντηρήθηκαν και συμπληρώθηκαν

σχηματίσθηκαν πολλές φατνωματικές πλάκες οι οποίες επέτρεψαν την σύνθεση ενός επίσης μεγάλου τμήματος της οροφής του κεντρικού τμήματος όπως και της οροφής της ανατολικής προστάσεως του κτηρίου. Για την στήριξη του νέου τμήματος της οροφής πάνω από την κεντρική αίθουσα χρειάσθηκε να αναστηλωθεί ένας ακόμα από τους ιωνικούς κίονές της και να δημιουργηθούν ακριβή αντίγραφα δύο κιονοκράνων. Είχε προηγηθεί η δομική αποκατάσταση της ανατολικής προστάσεως και παραλλήλως έγιναν στερεώσεις και μερικές αποκαταστάσεις των πλαγίων τοίχων της κεντρικής αιθούσης.

Στα ολοκληρωμένα προγράμματα της δεκαετίας που πέρασε ανήκει και η αποκατάσταση του ναού της Αθηνάς Νίκης ο οποίος αποσυναρμολογήθηκε εξ ολοκλήρου, και ανασυναρμολογήθηκε μετά από συντήρηση και απαλλαγή από τσιμεντοκονιάματα της αμέσως προηγουμένης αναστηλώσεως. Από νέο μάρμαρο έγινε το δάπεδο του ναού καθώς και τμήμα του ανατολικού αετώματος στο οποίο ενσωματώθηκαν αρχαία μέλη.

Κατά το ίδιο διάστημα 2002 - 2013 πραγματοποιήθηκαν από την Υπηρεσία εκτός από τις συνεχείς εργασίες επιφανειακής συντηρήσεως του μαρμάρου των μνημείων δευτερεύοντα έργα στα πλαίσια της συντηρήσεως, της προβολής και του κοινωνικού ρόλου των κλασικών μνημείων της Ακροπόλεως.

- Τακτοποίηση, αναγνώριση, καταγραφή, συντήρηση και φύλαξη των διασπάρτων θραυσμάτων αρχιτεκτονικών μελών πάνω στο Βράχο.
- Τοπογραφικές και φωτογραμμετρικές αποτυπώσεις στην Ακρόπολη.
- Ψηφιακή διαχείριση της τεκμηριώσεως των υπό εκτέλεση έργων.
- Διευκολύνσεις επισκεπτών με ειδικές ανάγκες. Ανελκυστήρας προσώπων και διάστρωση καταλλήλων διαβάσεων
- Έρευνα κυρίως σε ζητήματα συντηρήσεως του λίθου, συνθέσεως ειδικών κονιαμάτων και αρχαίας τεχνολογίας των χρωματισμών.
- Διαφάνεια. Ενημέρωση, εκπαίδευση, πληροφόρηση, συνεργασία με τα μουσεία Ακροπόλεως και Βρετανικό.
- Δημοσκοπική έρευνα για τη σημασία που αποδίδει το ευρύ κοινό στα έργα της Υπηρεσίας.

1. IN BETWEEN THE TWO INTERNATIONAL MEETINGS 2002 – 2013

Charalambos Bouras

National Technical University Professor Emeritus and President of the Committee for the Conservation of the Acropolis Monuments, F.S.A.

All those involved in work associated with the Acropolis monuments know from experience that the organization of the International Meetings have in many ways added to the prestige of the restoration work done on the monuments. This year's Meeting will be taking place somewhat belatedly, due to the fact that the scientific personnel are constantly engaged in pressing tasks in the light of the urgency for intensive work after the organization of the Acropolis Restoration Service (YSMA) in the year 1999.

The programmes that were completed during that time (2002 – 2013) are presented in this edition. These programmes were carried out alongside studies made by the scientific personnel of the Acropolis Restoration Service for other programmes and were subsequently approved by the Central Archaeological Council (CAC) of the Hellenic Ministry of Culture and Sports.

Both the continuously accumulating experience as well as the constancy in the observance of principles established twenty years ago have contributed to the execution of the daily tasks and to the theoretical support of the new studies. But in the period 2002 – 2013, new, secondary undertakings were carried out at the Acropolis, while new, modern technologies were adopted, which rendered both the documentation and the execution of the works more efficient: Lasers, modern photogrammetry, 3D-scanning of the Acropolis Rock and the monuments, updating the database, monitoring with optical fibers, using digital technology in public relations and education, etc.

In the same period, there were major changes in the personnel of the Acropolis Restoration Service. Physicochemical research was suspended due to the passing of Professor Theodoros Skoulikides, while the retirement of six members of the personnel of the Acropolis Restoration Service did cause some temporary problems, without, however, impeding the progress of the work and studies. The gradual change of the people comprising the scientific Committee for the Conservation of the Acropolis monuments (ESMA) was also without implications.

Associated to the work taking place at the Acropolis Rock, although not situated there, is the New Acropolis Museum, the construction and operation of which is the event of the decade. The sculptural decoration that was removed from the classical monuments, in order to be salvaged, has been showcased in the best possible way, thus vindicating great efforts, previous decisions and recent actions.

The point of departure for the work on the monuments of the Athenian Acropolis, as it is widely known, was the effort to rid them of the oxidized iron components that had been incorporated into the marble architectural members during the immediately preceding interventions. This was an urgent salvage. With the commencement of the work of the Committee, however, in 1979, it became clear that the damage was much more extensive, that it was attributable to various causes, as well as that there had been no systematic repair or restoration of the monuments from ancient times to this era. These observations became more evident with the commencement of the work on the Parthenon in 1986, which had sustained a great number of dangerous cracks as a consequence of the great explosion of 1687 and all subsequent earthquakes, bombardment, vandalism and pillaging. Furthermore, interventions made in the early part of the previous century had caused the missetting of architectural members and, in certain cases, there were supplements made of cheap materials.

Thus the transition was made from the elimination of the causes of damage to the repair of any existing damage, the amendment of missettings and the removal of cheap inserts, that is, to a general restoration of the monuments. This explains why the programmes for the Propylaea, the Parthenon, and the Temple of Athena Nike are constantly extended, which results in a serious delay in the preservation work, considering the initial estimation for its completion. The latest preservation work at the Acropolis, for instance, the programme for the west side of the Parthenon, which appeared to be a simple one, presented various additional problems in the process.

The elimination of the causes of destruction has always been a priority, even when it led to extreme solutions. One such case is that of the frail foundations of the Arrephorion, the best solution for the preservation of which was deemed to be back-filling, following a meticulous documentation of the foundations.

For years, the Committee for the Conservation of the Acropolis Monuments (ESMA) has held the view that the preservation work carried out offered the opportunity for purely restorative work (anastylosis), that is, work involving the integration of original, recumbent architectural members to the monuments, both for their own protection from decay as well as for the aesthetic upgrade of the monuments. These views have also been endorsed by the Central Archaeological Council (CAC). In cases of restorative work, problems that usually arise have to do with opposing values, mostly archaeological (authenticity) and aesthetic ones (the integrated form), since supplementing or supporting the ancient members usually requires the addition of new marble. In the decade after 2002 these questions were raised about the Parthenon (the inside portico of the pronaos), the Propylaea (the ceiling of the central building) and the Temple of Athena Nike (the pediment of the eastern façade). Objections of a theoretical nature, as well as the failure to involve highly specialized marble craftsmen, resulted in a delay in the incising of the flutes in the supplements for the columns of the pronaos (which had been incorporated in the columns before the year 2004), while, as regards the

Propylaea and the cornices of the pediment of the Nike temple, there were objections as to the amount of new marble that was considered necessary for supporting the ancient coffers.

Considered in terms of the labour, the costs, and the time required, in particular, the restoration programmes at the Acropolis may be seen to have been carried out at the expense of the preservation work. However, these projects did tremendously increase the architectural aspect of the dilapidated classical buildings and, most importantly, made them more comprehensible to the general public. Finally, because the additions of new material were made in a way that denotes respect for the principle of reversibility, there have been no issues of authenticity, since these additions can be removed, should other views on the matter prevail in the future.

The programmes that were completed in the period 2002 – 2013 pertain to the Parthenon, the Propylaea and the Temple of Athena Nike.

As already mentioned, the main restorative work on the pronaos of the Parthenon was completed before 2004. The supplements for the drums of the columns were left without flutes incised on them, based on an earlier decision by the Central Archeological Council whereby retention of the unincised surfaces would help in distinguishing between ancient and new parts while it did not preclude the possibility for a reconsideration of the decision after the completion of the supplement placing project and the evaluation of the outcome. Ultimately, the outcome was found to be unsuccessful in terms of the aesthetic effect because the disruption of continuity in the flutes by the unincised surfaces ruined the integrated form of the Doric columns as well as the entire attempt to aesthetically upgrade the pronaos (Committee Decisions, September of 2004 and 2005). The subproject of incising the flutes which was extremely difficult to carry out (considering the refinements of the Doric columns), was unfortunately realized to a limited extent for reasons already mentioned.

The most important project of the period 2002 – 2013 is most certainly the restoration of the north colonnade of the Parthenon, a very expensive, lengthy, and complex project, as it aimed both at salvaging and improving the form of the great temple: We are currently in a position to present the outcome of the greatest programme that has been completed by the Acropolis Restoration Service since its establishment, which was achieved with the contribution of many collaborators. After the removal of the western frieze of the opisthonaos of the Parthenon (currently on display at the Acropolis Museum), there was extensive structural restoration of the architraves, setting of replicas of the frieze made out of artificial stone, and resetting of the overlying crown blocks (thranoi). The corresponding beams of the ceiling have not been set in place, since the project on the west side is underway and its completion is pending.

The work on the central hypostyle hall of the Propylaea served a double purpose as well, that of preservation and restoration. The part of the marble ceiling that had been restored by Balanos and which had become dilapidated, was rid of all oxidized iron components and reconstructed. Many

coffered slabs were formed out of recumbent fragments that were identified, conserved and supplemented, which made possible the synthesis of another large part of the ceiling of the central section as well as of the ceiling of the east portico of the building. For the support of the new part of the ceiling over the central hall, it was necessary to restore one more of its Ionic columns and to create exact replicas of two column capitals. This had been preceded by the structural restoration of the east portico, while, at the same time, consolidation and partial restoration of the side walls of the central hall was realized.

One of the completed programmes of the previous decade was the restoration of the Temple of Athena Nike, which was entirely disassembled and reassembled after undergoing conservation and becoming rid of the cement mortars from the immediately preceding restoration. The floor of the temple was made out of new marble, as was part of the east pediment into which ancient members were incorporated.

In the same period, of 2002 – 2013, apart from the ongoing work involving surface conservation of the marble of the monuments, the Acropolis Restoration Service carried out subprojects as part of the conservation, the dissemination and the promotion of the social role of the classical monuments of the Acropolis.

- Arranging, identification, recording, conservation, and storage of the scattered fragments of architectural members on the Acropolis Rock.
- Topographic and photogrammetric surveys on the Acropolis.
- Digital management of the documentation of the ongoing projects.
- Amenities for visitors with disabilities. Elevator and paving of suitable pathways.
- Research on issues mainly related to the conservation of the stone blocks, the composition of special mortars and the ancient technology of colour decoration.
- Transparency. Public relations, education, raising public awareness, cooperation with the Acropolis Museum and the British Museum.
- Poll on the importance of the work of the Acropolis Restoration Service as perceived by the public.

3

Η φιλοσοφία της δομικής αποκατάστασης των μνημείων

Μαρία Ιωαννίδου

3. Η ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ ΤΗΣ ΔΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΜΝΗΜΕΙΩΝ ΤΗΣ ΑΚΡΟΠΟΛΗΣ

Μαρία Ιωαννίδου

Πολιτικός μηχανικός ΕΜΠ, Επίτιμη Διευθύντρια της ΥΣΜΑ, Ειδικός Εμπειρογνώμονας Αναστηλώσεων

1. Εισαγωγή

Η αντιμετώπιση των φθορών που είχαν τραυματίσει τον δομικό ιστό των μνημείων και απειλούσαν την ευστάθεια των ιστάμενων περιοχών τους, αποτέλεσε τον βασικό στόχο των επεμβάσεων που ξεκίνησαν στην Ακρόπολη το 1975, υπό την επιστημονική εποπτεία της ΕΣΜΑ, της διεπιστημονικής επιτροπής που ανέλαβε τότε, κατά τη γεμάτη αισιοδοξία και μεγάλες προσδοκίες εποχή της Μεταπολίτευσης, να προχωρήσει σε αναστηλωτικές επεμβάσεις σε αυτά.

Η φροντίδα για τα μνημεία της Ακρόπολης, του συμβόλου των υψηλότερων πνευματικών επιτευγμάτων της αρχαίας Ελλάδας και εθνικού μνημείου της σύγχρονης Ελλάδας ξεκινά αμέσως μετά την ίδρυση του νέου ελληνικού Κράτους, την τρίτη δεκαετία του 19ου αιώνα και ουδέποτε εγκαταλείπεται, ακόμα και στις πιο χαλεπές περιόδους του[1]. Ωστόσο, η ίδρυση της Επιτροπής Συντηρήσεως Μνημείων Ακροπόλεως (ΕΣΜΑ) το 1975 εγκαινιάζει μια νέα εποχή στην προσέγγιση της αποκατάστασης των μνημείων της, στην οποία κυριαρχεί η αντίληψη της διεπιστημονικής αντιμετώπισης των σύνθετων ζητημάτων της προστασίας των μνημείων και, υπό το πρίσμα αυτό, όλα τα θέματα που αφορούν στην αποκατάσταση των μνημείων της Ακρόπολης αντιμετωπίζονται από την αρχή: θεωρητικό πλαίσιο επεμβάσεων, προτεραιότητες, μεθοδολογία, υλικά, εργοταξιακή υποδομή, ανθρώπινο δυναμικό, διοικητική οργάνωση της εκτέλεσης του έργου. Τα ζητήματα αυτά αντιμετωπίζονται από την ΕΣΜΑ, σε συνεργασία με τους υπεύθυνους μηχανικούς των επεμβάσεων με συνεχή συνεργασία και διάλογο, με συχνές αυτοψίες στα μνημεία. Ειδικά τα θέματα της δομικής αποκατάστασης των μνημείων αντιμετωπίζονται με ιδιαίτερη προσοχή, καθώς στις εσφαλμένες επιλογές των προηγούμενων επεμβάσεων οφείλονται τα περισσότερα από τα δομικά προβλήματά των μνημείων. Οι συζητήσεις, ο προβληματισμός, αλλά και οι αντιπαραθέσεις είναι γόνιμες: το θεωρητικό υπόβαθρο και η μεθοδολογία επεμβάσεων αναπτύσσονται στο στάδιο της προετοιμασίας των εργασιών και εξελίσσονται σταδιακά κατά την εκτέλεση τους, για να εδραιωθεί τελικά το θεωρητικό και επιστημονικό πλαίσιο που διέπει τον σχεδιασμό, τη μελέτη και την εφαρμογή των επεμβάσεων δομικής αποκατάστασης των μνημείων της Ακρόπολης, που εφαρμόζεται σήμερα στην αναστηλωτικές επεμβάσεις όλων των μνημείων της χώρας μας και κατεξοχήν αυτών της κλασικής περιόδου[2].

[1] Μαλλούχου – Tufano, 1998.

2. Το θεωρητικό πλαίσιο των επεμβάσεων δομικής αποκατάστασης

Βασικά στοιχεία για τη διαμόρφωση των αρχών και της μεθοδολογίας των επεμβάσεων δομικής αποκατάστασης αποτέλεσαν τα ακόλουθα:

- *Το σύστημα δομής των μνημείων της Ακρόπολης,* από λαξευτούς λίθους, από πεντελικό μάρμαρο, που διαμορφώνουν αυτόνομα αρχιτεκτονικά μέλη, με μορφή σπονδύλων που σχηματίζουν τους κίονες, ή πλίνθων που σχηματίζουν τους τοίχους των μνημείων και που δομούνται κατά το ισόδομο σύστημα εν ξηρώ, χωρίς συνδετικά κονιάματα. Η εξαιρετική ακρίβεια στη λάξευση των επιφανειών και στη συναρμογή των λίθων αποτελεί το βασικό χαρακτηριστικό της δομής τους (Εικ. 1).

Εικ. 1. Ο ναός της Αθηνάς Νίκης από ΒΑ μετά την αναστήλωσή του.

[2] Ιωαννίδου, Λεμπιδάκη, 2011

Οι λίθοι των τοίχων συνδέονται με μεταλλικά συνδετήρια στοιχεία από σίδηρο, τους συνδέσμους και γόμφους, που τοποθετούνται σε ειδικά λαξευμένες εγκοπές των λίθων, τις *εντορμίες*, και περιβάλλονται από χυτό μόλυβδο (Εικ. 2). Οι σύνδεσμοι, μορφής διπλού ταύ, συνδέουν μέλη της ίδιας σειράς και αναλαμβάνουν κυρίως εφελκυστικές δυνάμεις, ενώ οι γόμφοι, ορθογωνικοί, συνδέουν μέλη διαδοχικών στρώσεων και ανθίστανται σε διατμητικές δυνάμεις, όταν υπερνικηθεί ο δεσμός τριβής μεταξύ των λίθων. Τα συνδετήρια στοιχεία συμβάλλουν στην συνολική αντοχή της κατασκευής κυρίως έναντι σεισμικών φορτίων ή έναντι παραμορφώσεων εξαιτίας διαφόρων αιτίων που μπορεί να είναι βίαιες μετακινήσεις, υποχωρήσεις θεμελίων κ.α. Η μολυβδοχόηση έχει ως βασικό στόχο την απομόνωση του σιδήρου των συνδέσμων από το περιβάλλον, προκειμένου να προστατεύεται από την οξείδωση. Πέραν αυτής της δράσης, ο μόλυβδος, εξασφαλίζει τη μηχανική συνέχεια μεταξύ συνδέσμου και λίθου και συμβάλλει στην ομαλή διανομή των φορτίων που αναλαμβάνει το συνδετήριο στοιχείο στις παρειές των εντορμιών που είχαν λαξευθεί στους λίθους για την τοποθέτησή τους. Ωστόσο, από τα σημερινά δεδομένα αποδεικνύεται ότι τα μεταλλικά συνδετήρια στοιχεία, είναι τα ευπαθή στοιχεία της κατασκευής των κλασικών μνημείων. Σε αρκετές περιπτώσεις οι σύνδεσμοι και οι γόμφοι οξειδώθηκαν και διογκώθηκαν, με αποτέλεσμα όχι μόνον να μη ανταποκριθούν στον ρόλο τους, αλλά και να προκαλέσουν περαιτέρω βλάβες στην κατασκευή.

Εικ. 2. Οι εντορμίες τοποθέτησης των συνδέσμων στα επιστύλια της ΒΑ γωνίας του Παρθενώνα.

Εικ. 3. Απομάκρυνση αρχαίου εμπολίου από κίονα της Ανατολικής Στοάς των Προπυλαίων .

Μεταξύ των σπονδύλων των κιόνων, οι σύνδεσμοι είναι ξύλινοι - εμπόλια και πόλοι - τοποθετημένοι σε εγκοπές που λαξεύονται στο κέντρο των επιφανειών συναρμογής τους. Οι σύνδεσμοι αυτοί, που αποτελούν κυρίως οδηγούς για την συναρμογή των σπονδύλων, έχουν και επικουρική δράση στη

φέρουσα ικανότητα του αρμού. Κατά τις επεμβάσεις στα μνημεία διαπιστώθηκε ότι στις περιπτώσεις που οι σπόνδυλοι δεν είχαν μετακινηθεί και ο αρμός μεταξύ τους παρέμεινε αδιατάρακτος οι ξύλινοι αυτοί σύνδεσμοι είχαν διατηρηθεί σε πολύ καλή κατάσταση, ενώ στην αντίθετη περίπτωση είχαν διαβρωθεί. (Εικ. 3). Το δομικό αυτό σύστημα, χαρακτηριστικό της κλασικής εποχής, βρήκε την τελειότητα της εφαρμογής του στα μνημεία της Ακρόπολης.

Οι διαστάσεις των δομικών στοιχείων είχαν καθορισθεί με βάση μορφολογικά κυρίως κριτήρια και χωρίς να έχει φυσικά προηγηθεί στατικός ή αντισεισμικός υπολογισμός, με τη σημερινή έννοια του όρου. Ωστόσο, η μηχανική συμπεριφορά των μνημείων στις φυσικές δράσεις του παρελθόντος αποδεικνύει ότι οι μηχανικές ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν γνωστές και ο τρόπος λειτουργίας των φορέων που διαμορφώθηκαν είχε εκτιμηθεί με σχετικά καλή προσέγγιση. Είναι χαρακτηριστικό ότι τα μνημεία της Ακρόπολης, ως δομικά συστήματα, ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις αντισεισμικού σχεδιασμού: διακρίνονται για την απλότητα και σαφήνεια της στατικής τους λειτουργίας, χαρακτηρίζονται από κανονικότητα σε κάτοψη, έχουν περίπου συμμετρική διάταξη φερόντων στοιχείων και μαζών και περίπου κανονική κατανομή ακαμψίας. Η μεγάλη ακαμψία των τοίχων σε συνδυασμό με την μέσω τριβής διαφραγματική λειτουργία οροφών και στεγών, συμβάλλουν στην αντοχή των κτηρίων σε οριζόντιες φορτίσεις. Τέλος, η έδραση σε σταθερό βράχο στο μεγαλύτερο μέρος τους και η καλή ποιότητα δομής των θεμελίων ευνοούν την καλή αντισεισμική συμπεριφορά τους.

- *Η σημερινή μορφή των μνημείων ως ερειπίων που είναι το αποτέλεσμα της φθοράς του χρόνου και των ανθρωπογενών παρεμβάσεων σε αυτά.*

Ο σχεδιασμός των μνημείων και η τελειότητα της αρχαίας οικοδομικής τέχνης εξασφάλισε την υψηλή αντοχή τους στις φυσικές δράσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σε πολλές περιπτώσεις, ωστόσο, η ανθρώπινη δραστηριότητα διατάραξε την ισορροπία της αρχαίας κατασκευής, καθιστώντας τα μνημεία περισσότερο ευάλωτα στη φθορά από φυσικά αίτια. Ανυπολόγιστες καταστροφές στα μνημεία προκλήθηκαν από εκρήξεις, βομβαρδισμούς, πυρκαϊές και αρπαγές, αλλά και από επεμβάσεις και μετατροπές τους με στόχο την αλλαγή της χρήσης τους (Εικ. 4). Στις καταστροφές που υπέστησαν τα μνημεία από την αρχαιότητα έως τις μέρες μας περιλαμβάνονται αυτές που οφείλονται στη σεισμική δραστηριότητα της περιοχής της Ακρόπολης. Αυτές περιλαμβάνουν παραμορφώσεις και στροφές των αρχιτεκτονικών μελών, θραύσεις συνδετηρίων και διάνοιξη αρμών μεταξύ των λίθων, αλλά ακόμα και καταρρεύσεις περιοχών των μνημείων (Εικ. 5).

Εικ. 4. Θραύση λίθων του νότιου τοίχου των Προπυλαίων από την μετακίνηση του τοίχου κατά την έκρηξη του 1640.

Εικ. 5. Μετακινήσεις και στροφές σπονδύλων κίονα του Παρθενώνα εξ αιτίας σεισμικών δράσεων.

Εκτεταμένες είναι και οι φθορές που προκλήθηκαν από σωστικές ή αναστηλωτικές επεμβάσεις του πρόσφατου παρελθόντος και ιδιαίτερα από τις επιλογές των αναστηλωτικών επεμβάσεων των ετών 1898 - 1939 των οποίων την ευθύνη είχε ο Νικόλαος Μπαλάνος[3]. Η αστοχία των επεμβάσεων αυτών οφείλεται, κυρίως, στη χρήση κοινού σιδήρου ως στοιχείου σύνδεσης θραυσμένων αρχιτεκτονικών μελών ή ενίσχυσης της αντοχής άλλων. Η οξείδωση και η διαστολή των σιδερένιων συνδετηρίων προκάλεσε διάρρηξη των μαρμάρων και μετακινήσεις αρχιτεκτονικών μελών (Εικ. 6). Ο χυτός μόλυβδος ή τα σιμεντοκονιάματα που χρησιμοποιήθηκαν ως υλικά πλήρωσης των κενών κατά τις επεμβάσεις αυτές, δεν ακολούθησαν την τελειότητα χύτευσης των αρχαίων μολυβδοχοήσεων, ενώ η ερμητική επαφή των αρχιτεκτονικών μελών της αρχαίας φάσης δεν επιτεύχθηκε κατά την αποκατάσταση.

[3] Μπαλάνος 1940, Μαλλούχου Tufano, 1998.

Εικ. 6. Απομάκρυνση των σιδερένιων δοκών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την αναστήλωση Μπαλάνου για την σύνδεση των δοκών των οροφών των Προπυλαίων.

- *Το διαμορφωμένο θεωρητικό πλαίσιο αρχών επεμβάσεων σε μνημεία,* των οποίων το επιστέγασμα αποτελεί *ο Χάρτης της Βενετίας***,** ο οποίος ψηφίσθηκε το 1964, μετά από δύο σχεδόν αιώνες θεωρητικών προσεγγίσεων και εφαρμογών στο ζήτημα της μνημειακής προστασίας. Ο Χάρτης αποτελεί ως σήμερα το κύριο ισχύον διεθνώς πλαίσιο αρχών επεμβάσεων σε μνημεία[4]. Η ίδια η ίδρυση της ΕΣΜΑ ανταποκρίνεται στις συστάσεις του Χάρτη, ο οποίος στο 2ο άρθρο του επιτάσσει *«τη συνεργασία όλων των επιστημών και των τεχνών, που μπορούν να συνεισφέρουν στη μελέτη και διάσωση της μνημειακής κληρονομιάς».*

Το θεωρητικό πλαίσιο των επεμβάσεων δομικής αποκατάστασης στα μνημεία καθορίζεται από τις επιταγές των άρθρων 9, 10, 12, 15 και 16 του Χάρτη της Βενετίας, οι οποίες εμπλουτίζονται με πρόσθετα desiderata που απορρέουν από την ανάλυση του δομικού συστήματος των κλασικών μνημείων και από την μεγάλη εμπειρία που έχει αποκτηθεί σχετικά με την αποκατάστασή τους.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την δομική αποκατάσταση των μνημείων έχει το άρθρο 9 που χαρακτηρίζει τη διαδικασία της αποκατάστασης των μνημείων ως *«μία επέμβαση υψηλής εξειδίκευσης, που επιβάλλεται*

[4] Ο Χάρτης της Βενετίας 1975.

να γίνεται κατ΄εξαίρεση..... βασίζεται στο σεβασμό προς την αρχική του υπόσταση και τα αυθεντικά του στοιχεία». Το άρθρο 10 επιτρέπει τη χρήση σύγχρονων υλικών και τεχνικών για τη στερέωση ενός μνημείου που η αποτελεσματικότητά τους έχει αποδειχθεί από επιστημονικά δεδομένα. Το άρθρο 12 επιτρέπει την ένταξη στο μνημείο στοιχείων που θα συμπληρώσουν ή θα αντικαταστήσουν τμήματα που έχουν καταστραφεί, τα οποία όμως θα πρέπει να εντάσσονται αρμονικά στο σύνολο, αλλά και να διακρίνονται από τα αυθεντικά μέρη. Το άρθρο 15 του Χάρτη συνιστά ως μόνη επιτρεπτή επέμβαση για την αποκατάσταση μνημείων σε κατάσταση ερειπίων την *αναστήλωσή* τους, *την ανασύνθεση δηλαδή των μελών τους που έχουν διασωθεί αλλά και που βρίσκονται εκτός των μνημείων, με την βοήθεια των απολύτως αναγκαίων νέων προσθηκών, οι οποίες θα πρέπει να είναι διακριτές και αναγνωρίσιμες.* Η αναστήλωση είναι το είδος της επέμβασης που κατεξοχήν συνάδει με το δομικό σύστημα των κλασικών μνημείων που αποτελούνται από διακεκριμένα αρχιτεκτονικά μέλη καθένα από τα οποία φέρει πάνω του την αρχιτεκτονική μορφή και τη δομική του λειτουργία. Μορφή και λειτουργία καθορίζουν τις σχέσεις μεταξύ των αρχιτεκτονικών μελών και τη θέση τους στο μνημείο, η οποία είναι μοναδική και διακεκριμένη. Τα χαρακτηριστικά αυτά προσδίδουν μια ιδιαίτερη αξία στα μεμονωμένα αρχιτεκτονικά μέλη των μνημείων, τα καθιστούν αυτά τα ίδια αυτόνομα μνημεία, πολύτιμους μάρτυρες τέχνης αλλά και οικοδομικής τεχνολογίας και επιβάλλουν μια ιδιαίτερη μεταχείρισή τους κατά τις επεμβάσεις. Το άρθρο 16 του Χάρτη επιτάσσει την ακριβή και συστηματική τεκμηρίωση *όλων των φάσεων των εργασιών* κάθε έργου αποκατάστασης μνημείου, η οποία θα πρέπει *να κατατίθεται στα αρχεία ενός δημόσιου ιδρύματος και να είναι προσιτή στους ερευνητές.*

Οι επιταγές του Χάρτη της Βενετίας, σε συνδυασμό με τα ιδιαίτερα δομικά χαρακτηριστικά των κλασικών μνημείων οδηγούν, κατά την αποκατάστασή τους, στη διαμόρφωση πρόσθετων αρχών για τις επεμβάσεις δομικής αποκατάστασης στα μνημεία της Ακρόπολης[5]. Οι πρόσθετες αυτές αρχές που ισχύουν πέραν των κριτηρίων και απαιτήσεων που διέπουν τις συνήθεις κατασκευές όπως αντοχή, παραμορφωσιμότητα, περιορισμός βλαβών, αποφυγή καταρρεύσεων[6], μπορούν να συνοψισθούν ως ακολούθως:

Η αρχή της αναστρεψιμότητας των επεμβάσεων, της θεωρητικής δηλαδή κατοχύρωσης της δυνατότητας επαναφοράς του μνημείου, τόσο στο σύνολο του όσο και σε επίπεδο μεμονωμένων αρχιτεκτονικών μελών, στην πριν από την επέμβαση κατάσταση. Η εφαρμογή της αρχής αυτής είναι δυνατή σε μεγάλο βαθμό στα αρθρωτά, «εν ξηρώ» δομημένα, κλασικά μνημεία. Η αναστρεψιμότητα των επεμβάσεων

[5] Μπούρας 2007.

[6] Ζάμπας 1994, σελ. 27.

αποσκοπεί κυρίως στην διατήρηση όλων των πληροφοριών που μεταφέρει το μνημείο ή το αρχιτεκτονικό μέλος και στην εξασφάλιση της δυνατότητας διενέργειας νέων επεμβάσεων βελτιωτικών της κατάστασης διατήρησης των μνημείων, στο μέλλον.

Η αρχή του σεβασμού και της διατήρησης κατά τη νέα επέμβαση του αρχικού δομικού συστήματος των μνημείων. Η εφαρμογή της αρχής αυτής, που απορρέει από την επιταγή του άρθρου 9 του Χάρτη της Βενετίας για σεβασμό της αρχικής υπόστασης και των αυθεντικών στοιχείων των μνημείων κατά τις επεμβάσεις, συνεπάγεται την επιλογή, κατά τη δομική αποκατάσταση των μνημείων, λύσεων που θα σέβονται το αυθεντικό υλικό, τη δομική αυτοτέλεια των αρχιτεκτονικών μελών και τα αρχικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους.

Ο περιορισμός, κατά το δυνατόν, των επεμβάσεων στις απολύτως απαραίτητες, αρχή που απορρέει από το άρθρο 9 του Χάρτη της Βενετίας. Οι σημερινές επεμβάσεις πραγματοποιούνται στα τμήματα των μνημείων που έχουν διαταραχθεί από επεμβάσεις του παρελθόντος και παρουσιάζουν αστοχίες που συνεπάγονται κίνδυνο κατάρρευσης περιοχών, διαρρήξεις ή ρηγματώσεις μελών, ή μεγάλες μετακινήσεις που δημιουργούν κινδύνους ετοιμορροπίας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η βόρεια πλευρά του Παρθενώνα (Εικ. 7, 8) και οι οροφές του κεντρικού κτηρίου των Προπυλαίων, περιοχές των μνημείων με σοβαρά δομικά προβλήματα, όπως διαρρήξεις αρχιτεκτονικών μελών, ακόμη και καταρρεύσεις, εξ αιτίας των προηγούμενων επεμβάσεων. Οι αδιατάρακτες περιοχές των μνημείων παραμένουν άθικτες, έτσι ώστε να διατηρήσουν τον αυθεντικό τους χαρακτήρα και να μεταφέρουν τον πλούτο των πληροφοριών τους στις μελλοντικές γενιές.

Εικ. 7. Διάρρηξη επιστυλίου της βόρειας πλευράς του Παρθενώνα από την οξείδωση ενσωματωμένης σε αυτό σιδερένιας δοκού κατά την αναστήλωση Μπαλάνου.

Εικ. 8. Διάρρηξη δοκού οροφών Προπυλαίων από την οξείδωση της ενσωματωμένης σε αυτήν σιδερένιας δοκού της αναστήλωσης Μπαλάνου.

Η αυστηρή τήρηση των παραπάνω αρχών κατά τις επεμβάσεις δομικής αποκατάστασης των μνημείων της Ακρόπολης δεν ήταν πάντοτε εύκολο να εφαρμοσθεί[7]. Η ερειπιώδης κατάσταση των μνημείων, ο κατακερματισμός των αρχιτεκτονικών μελών, η αποκάλυψη προβλημάτων στον δομικό ιστό των μνημείων και στα μεμονωμένα αρχιτεκτονικά μέλη μετά τις αποσυναρμολογήσεις, αλλά και η απουσία συστηματικής τεκμηρίωσης των προηγούμενων επεμβάσεων, καθώς και τα αποτελέσματα της συστηματικής διερεύνησης του διάσπαρτου στο έδαφος της Ακρόπολης αυθεντικού αρχαίου υλικού, απαιτούσαν ειδικές διερευνήσεις από πλευράς μελετητών και εκτεταμένες συζητήσεις στην ΕΣΜΑ προκειμένου να επιλεγούν οι κατάλληλες κάθε φορά λύσεις για την αποκατάσταση των μεμονωμένων αρχιτεκτονικών μελών και των περιοχών που αναστηλώνονται. Πρωτόγνωρα ήταν και τα τεχνικά ζητήματα που έπρεπε να αντιμετωπισθούν κατά την εκτέλεση των έργων: οι μέθοδοι επεξεργασίας, οι τεχνικές, οι μηχανικές ιδιότητες των υλικών, πολλά από τα οποία για πρώτη φορά χρησιμοποιούντο σε επεμβάσεις σε μνημεία.[8] Τα πολύπλοκα αυτά ζητήματα οδήγησαν, μετά από εκτενείς συζητήσεις μεταξύ των μελών της ΕΣΜΑ και του επιστημονικού προσωπικού των έργων, στην εξέλιξη των γενικών αρχών αποκατάστασης και στην ανάπτυξη συγκεκριμένων *επιστημονικών επιλογών, τεχνικών λύσεων και κατασκευαστικών λεπτομερειών* κατά τον σχεδιασμό, τη μελέτη και την εφαρμογή των διαφόρων φάσεων των επεμβάσεων[9] που αναπτύσσονται στη συνέχεια.

3. Δομική αποκατάσταση αρχιτεκτονικών μελών

Βασική αρχή του σχεδιασμού της δομικής αποκατάστασης στα αρχιτεκτονικά μέλη είναι η διατήρηση της αρχικής στατικής λειτουργίας τους και η αποκατάσταση της φέρουσας ικανότητας κάθε μέλους, ώστε αυτό να αναλαμβάνει τη μέγιστη δυνατή φόρτιση.[10] Τα αρχιτεκτονικά μέλη καταπονούνται σε μονοαξονική θλίψη (λιθόπλινθοι των τοίχων), σε κάμψη και διάτμηση (κιονόκρανα) και σε κυρίως κάμψη (δοκοί και επιστύλια). Η αποκατάσταση της μονολιθικότητας των αρχιτεκτονικών μελών που είναι κατακερματισμένα πραγματοποιείται με συγκόλληση των συνανηκόντων θραυσμάτων τους με οπλισμό τιτανίου και λευκό τσιμέντο (Εικ.9). Οι οπλισμοί από τιτάνιο είναι ράβδοι στις οποίες έχει διαμορφωθεί σπείρωμα, εμφυτεύονται σε διατρήματα στη μάζα του μαρμάρου και στερεώνονται με ανόργανη κονία από λευκό τσιμέντο στο διάκενο του αρμού και στο διάκενο μεταξύ των οπών και των ράβδων τιτανίου.

[7] Μπούρας 2009.

[8] Μαλλούχου -Tufano 2012, σ. 17-50.

[9] Ioannidou 2007, σ. 376 – 381.

[10] Κ. Ζάμπας,, 1989, σ. 164 – 168, Κ.Ζάμπας, 1994, σ. 146 – 149, Ioannidou 2003, σ. 150 – 155.

Τα διατρήματα δεν καταλήγουν στις εξωτερικές επιφάνειες των αρχιτεκτονικών μελών ή καταλήγουν στις αδρολαξευμένες εσωτερικές επιφάνειες ώστε να μην είναι ορατά (Εικ. 10).

Εικ. 9. Συγκόλληση δύο θραυσμάτων επιστυλίου του Παρθενώνα με ράβδους τιτανίου.

Εικ. 10. Οι ράβδοι τιτανίου στις κεφαλές των δοκών των οροφών των Προπυλαίων.

Για τον στατικό υπολογισμό της σύνδεσης των αρχιτεκτονικών μελών με συνδετήρια στοιχεία τιτανίου έχει αναπτυχθεί στα έργα της Ακρόπολης πρωτότυπη μεθοδολογία[11]. Η έδραση των μελών στο μνημείο με τρόπο ισοστατικό, με συνθήκες απλής επαφής, επιτρέπει στο κάθε μέλος να εξετάζεται μεμονωμένα από το σύνολο της κατασκευής. Κατά τον υπολογισμό των συγκολλήσεων των αρχιτεκτονικών μελών είναι δυνατόν να αποκαθίσταται η αρχική αντοχή του μέλους, ή να αποκαθίσταται η αντοχή των μελών για το σύνολο των δράσεων που προβλέπεται να δεχθούν μετά την αναστήλωσή τους. Στις δράσεις περιλαμβάνονται τα στατικά κατακόρυφα φορτία και οι δυναμικές - σεισμικές κατακόρυφες και οριζόντιες φορτίσεις. Κατά τον υπολογισμό της συγκόλλησης, προβλέπεται σε περίπτωση υπερβολικής καταπόνησης, αυτή να αναλαμβάνεται από τα συνδετήρια στοιχεία από τιτάνιο, χωρίς να αστοχεί το μάρμαρο. Ιδιαίτερη προσοχή δίδεται κατά την εφαρμογή ώστε το εύρος του αρμού στην περιοχή της συγκόλλησης να είναι το μικρότερο δυνατό προκειμένου να αποκαθίσταται η ακριβής μορφή και γεωμετρία του μέλους[12] (Εικ. 11).

Όπου κρίνεται απαραίτητο, τα ελλείποντα τμήματα των αρχαίων αρχιτεκτονικών μελών συμπληρώνονται με νέο μάρμαρο, επέμβαση που συντελεί στην αποκατάσταση της αρχικής δομικής τους

[11] Ιωαννίδου, Πασχαλίδης 2002 σ. 291- 300.

[12] Το πολύ μικρό πάχος του αρμού επιτυγχάνεται με την περίσφιξη των προς συγκόλληση τεμαχίων κατά την εφαρμογή της συγκόλλησης και κατά τα πρώτα στάδια ωρίμανσης του κονιάματος.

αυτοτέλειας[13] (Εικ. 12). Οι συμπληρώσεις με νέο μάρμαρο είναι συνήθως περιορισμένες και αποφασίζονται πάντοτε με κριτήριο την ευστάθεια του μέλους που συμπληρώνεται και την δομική και αισθητική αυτοτέλεια των περιοχών που αναστηλώνονται. Η τήρηση της αρχής του σεβασμού του αρχαίου υλικού επιβάλλει η συμπλήρωση των μελών να γίνεται με όσο το δυνατόν λιγότερο βλαπτικό τρόπο γι΄αυτά. Με την βοήθεια παραδοσιακών εργαλείων (σημειοθέτη) ή σύγχρονων μηχανικών μέσων (παντογράφου) διαμορφώνεται η επιφάνεια συγκόλλησης του συμπληρώματος, έτσι ώστε να προσαρμόζεται με ακρίβεια στη επιφάνεια θραύσης του αρχαίου τμήματος. Έτσι επιτυγχάνεται η τέλεια προσαρμογή των δύο μερών (Εικ. 13). Το συμπλήρωμα μετά την κατασκευή του συγκολλάται στο αρχαίο μάρμαρο πάλι με οπλισμό τιτανίου και κονία από λευκό τσιμέντο. Πρόκειται για αντιστρεπτό τρόπο επέμβασης ο οποίος επιτρέπει σε περίπτωση ανεύρεσής του, την ταύτιση και επανένταξη στο αρχαίο μέλος του ελλείποντος θραύσματος.

Εικ. 11. Περίσφιξη δοκού Προπυλαίων μετά την δομική αποκατάσταση των θραυσμάτων της.

Εικ. 12. Συμπλήρωση αρχαίου κιονοκράνου της βόρειας πλευρά του Παρθενώνα με νέο μάρμαρο.

Όλες οι εργασίες δομικής αποκατάστασης των αρχιτεκτονικών μελών, τεκμηριώνονται συστηματικά, σε σχέδια που παρουσιάζουν τον ακριβή αριθμό, τις διαστάσεις και τις θέσεις τοποθέτησης του οπλισμού στο εσωτερικό του αρχιτεκτονικού μέλους (Εικ. 14).

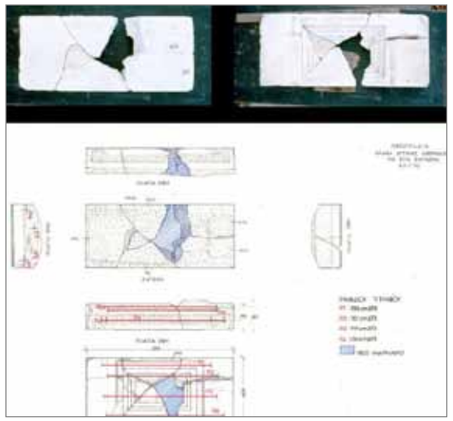
Η μεθοδολογία δομικής αποκατάστασης των αρχιτεκτονικών μελών έχει ελεγχθεί και συνεχίζει να ελέγχεται πειραματικά, σύμφωνα με το άρθρο 10 του Χάρτη που επιτρέπει την προσφυγή σε *σύγχρονες τεχνικές συντήρησης που η αποτελεσματικότητά τους έχει αποδειχθεί από επιστημονικά δεδομένα*[14]. Η

[13] Ιωαννίδου 2009β.

[14] Ζάμπας 1994, σελ. 146 – 149, Exadaktylos κ.α. 2001α, 2001β.

πειραματική διερεύνηση επιτρέπει την εξέλιξη της μεθόδου τόσο στον υπολογιστικό τομέα, όσο και στην εφαρμογή της στο εργοτάξιο.

Εικ. 13. Αναπαραγωγή συμπληρώματος από εκμαγείο σε νέο μάρμαρο με σημειοθέτη (ponταδόρο).



Εικ. 14. Σχεδιαστική τεκμηρίωση ράβδων τιτανίου συγκόλλησης θραυσμάτων φατνωματικής πλάκας Προπυλαίων.

4. Αποκατάσταση περιοχών των μνημείων

Κύριος στόχος των επεμβάσεων είναι η θεραπεία των σοβαρών δομικών βλαβών των μνημείων, δηλαδή καθαρά σωστικός. Κατά την πορεία των εργασιών, σημαντικοί παράγοντες, που δεν ήταν γνωστοί πριν από την έναρξη των επεμβάσεων έπρεπε να ληφθούν υπ' όψιν. Ανάμεσα σε αυτούς είναι 1) η διαπίστωση ότι οι επεμβάσεις Μπαλάνου είχαν επεκταθεί πέραν των ορίων που ήταν γνωστά από τα αρχεία και τις βιβλιογραφικές πηγές, 2) η αποσυναρμολήγηση των αναστηλωμένων περιοχών έφερε σε ορισμένες περιπτώσεις στην επιφάνεια δομικά προβλήματα σε αδιατάρακτες περιοχές και 3) κατά την διάρκεια των έργων κατέστη δυνατή η αναγνώριση της αυθεντικής προέλευσης του αρχαίου υλικού, που είχε αναστηλωθεί σε εσφαλμένες θέσεις σε συνδυασμό με το κατακείμενο στο έδαφος διάσπαρτο υλικό και δόθηκε η δυνατότητα, αποκατάστασης περιοχών των μνημείων με αρχαία αρχιτεκτονικά μέλη[15]. Το θέμα της συμπλήρωσης της μορφής των μνημείων με αρχαία αρχιτεκτονικά μέλη και νέο υλικό συζητείται πολύ κατά τα τελευταία χρόνια, με αφορμή τις νέες αντιλήψεις και σύγχρονες κοινωνικές

[15] Ωστόσο, δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός ότι τόσο η εικόνα των προηγούμενων επεμβάσεων, όσο και αυτή που δημιουργείται με την αναστήλωση των αρχιτεκτονικών μελών στα μνημεία δεν ανταποκρίνεται σε κάποια ιστορική τους φάση.

τάσεις και απαιτήσεις για αμεσότερη κατανόηση, απόλαυση και βίωση της πολιτιτιστικής μας κληρονομιάς[16]. Ωστόσο δεν θα πρέπει να παραλειφθούν τα σημαντικά οφέλη που προκύπτουν για το δομικό σύστημα των μνημείων από την αποκατάσταση περιοχών των μνημείων με αρχαία αρχιτεκτονικά μέλη.

- Η διόρθωση των εσφαλμένων τοποθετήσεων και η ένταξη αρχαίου υλικού που αναγνωρίσθηκε οδηγεί στην επαύξηση της αυθεντικότητας των μνημείων και στην αποκατάσταση του αρχικού δομικού συστήματος στις περιοχές που αναστηλώνονται.
- Στην περίπτωση αυτή μεγάλο ενδιαφέρον έχει η μελέτη της στατικής και σεισμικής καταπόνησης των περιοχών των μνημείων που αναστηλώνονται. Η διερεύνηση της σύνθετης κίνησης των εκατοντάδων μελών ενός κλασικού μνημείου υπό σεισμική φόρτιση, αποτελεί ένα εξαιρετικά δύσκολο επιστημονικό πρόβλημα, που επιτείνεται από τις ρηγματώσεις, τις παραμορφώσεις, τις μετακινήσεις και τις αστοχίες των συνδέσμων. Οι σύγχρονες μέθοδοι αντιμετωπίζουν το θέμα με την προσομοίωση των περιοχών με πεπερασμένα στοιχεία, ενώ η προσομοίωση της συμπεριφοράς των αρμών μεταξύ των λιθοπλίνθων αντιμετωπίζεται με τη θεώρηση μη γραμμικών ελατηρίων[17].
- Είναι βέβαιο ότι η ένταξη των αρχαίων μελών στα μνημεία, επηρεάζει με θετικό τρόπο τη στατική και αντισεισμική συμπεριφορά τους. Η αύξηση λ.χ. των κατακόρυφων φορτίων και η συνεπακόλουθη αύξηση της δύναμης της τριβής μεταξύ των λίθων, η συμπλήρωση του αρχικού σχήματος και της κανονικότητας της κάτοψης του μνημείου, η αύξηση της ακαμψίας με την αποκατάσταση των τοίχων, αλλά και οι συμπληρώσεις οροφών και στεγών που συντελούν στην μερική διαφραγματική λειτουργία του στερεού δίσκου της οροφής, έχουν ευνοϊκές συνέπειες για την ανάληψη σεισμικών δυνάμεων από το μνημείο[18]. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η επέμβαση για την αποκατάσταση των οροφών του κεντρικού κτηρίου των Προπυλαίων (Εικ. 15) και η υπό μελέτη πρόταση αποκατάστασης της οροφής του δυτικού πτερού του Παρθενώνα.
- Τέλος, η ένταξη των αρχαίων μελών στα μνημεία, δεν παύει να είναι μία σωστική επέμβαση. Τα ανεξάρτητα αρχιτεκτονικά μέλη αποτελούν μνημεία, που μεταφέρουν το καθένα την μορφή και τη λειτουργία του συνόλου, και αυτά πρέπει να διατηρηθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, δηλ. με την αναστήλωσή τους στα μνημεία από τα οποία προέρχονται.

[16] Μαλλούχου 2009.

[17] Ζάμπας 1994, σελ. 115 – 145.

[18] Ιωαννίδου 2009α.

Εικ. 15. Η οροφή της δυτικής αίθουσας των Προπυλαίων μετά την αναστήλωση.

Ωστόσο, η αρχή του σεβασμού στο αρχικό δομικό σύστημα επιβάλλει την, κατά το δυνατόν, διατήρηση του συστήματος αυτού, ειδικά στις περιοχές που δεν έχουν πραγματοποιηθεί προηγούμενες επεμβάσεις και παραμένουν αδιατάρακτες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η δομική αποκατάσταση των κατά χώραν σωζόμενων κιόνων του οπισθονάου του Παρθενώνα, που είχαν ρηγματωθεί από θερμική θραύση, εξ αιτίας της πυρκαϊάς των αρχαίων χρόνων η οποία αποφασίσθηκε να γίνει μέσω πλήρωσης των ρηγμάτων με κατάλληλα υδραυλικά ενέματα (Εικ. 16, 17). Η λύση αυτή προκρίθηκε, έναντι της αποσυναρμολόγησης, προκειμένου να μη θιγεί η διατηρούμενη έως σήμερα αυθεντική δομή των κιόνων[19].

[19] Προκειμένου να διατηρηθεί η δομική αυτοτέλεια κάθε σπονδύλου κατά την διάρκεια της ενεμάτωσης – καθώς οι έδρες των σπονδύλων αποτελούσαν θέσεις υποχρεωτικής διέλευσης των ενεμάτων- εφαρμόσθηκαν, δύο διαφορετικές συνθέσεις ενεμάτων, μία για τους σπονδύλους με δυνατότητα ανάπτυξης μεγάλης αντοχής και συνάφειας με το αρχαίο μάρμαρο, και μία για τις περιοχές των αρμών μεταξύ των σπονδύλων, πολύ χαμηλής αρχικής αντοχής και συνάφειας, που να εξασθενίζει σημαντικά με τον χρόνο.

(α)

(β)

Εικ. 16 (α, β). Εργασίες στερέωσης των κιόνων του οπισθονάου του Παρθενώνα με ενέματα.

Εικ. 17. Οι κίονες του οπισθονάου μετά την ολοκλήρωση των ενεμάτων.

5. Τα υλικά των επεμβάσεων δομικής αποκατάστασης

Η προσήλωση στα παραδοσιακά υλικά και οικοδομικούς λιθοξοϊκούς τρόπους ή η χρήση άλλων υλικών, με βέβαιη όμως συμπεριφορά στον χρόνο και όσο το δυνατόν περισσότερο συμβατών με τα αρχικά κατασκευαστικά υλικά των μνημείων συνάδει με τις επιταγές του άρθρου 10 του Χάρτη της Βενετίας. Η χρήση αβλαβών υλικών και υλικών συμβατών με τα αυθεντικά, σε συνδυασμό πάντοτε με τη μεθοδολογία εφαρμογής της δομικής αποκατάστασης επιβάλλεται και για καθαρά δομικούς λόγους: η πρόσφατη εμπειρία απέδειξε ότι οι παράγοντες αυτοί ευθύνονται για το μεγαλύτερο μέρος των βλαβών των μνημείων της Ακρόπολης κατά την προηγούμενη αναστήλωση.

Η χρήση πεντελικού μαρμάρου - του αρχικού δηλαδή δομικού υλικού των μνημείων - στα νέα συμπληρώματα των μελών και η αναπαραγωγή των αρχαίων μορφολογικών στοιχείων σε αυτά υπα-

γορεύεται από την υψηλότατη και κυρίαρχη στα μνημεία της Ακρόπολης, καλλιτεχνική ποιότητα[20]. Ως συνδετήριο στοιχείο για τις συγκολλήσεις των θραυσμένων μελών αλλά και την αντικατάσταση των οξειδωμένων συνδέσμων και γόμφων, χρησιμοποιείται το εμπορικώς καθαρό τιτάνιο (Grade 2, B265 και B348) ένα μέταλλο με μικρό σχετικά βάρος, ικανοποιητική αντοχή, και μηχανικές ιδιότητες (συντελεστή θερμικής διαστολής και μέτρο ελαστικότητας) που του επιτρέπουν να έχει καλή συνεργασία με το μάρμαρο. Η ιδιότητα όμως για την οποία κυρίως επελέγη ως συνδετήριο στοιχείο των μελών είναι η εξαιρετική αντοχή του σε όλες τις μορφές διάβρωσης. Ανάλογες προδιαγραφές (αβλαβείς και συμβατές με το μάρμαρο) πληρούν και οι ανόργανες κονίες με βάση το λευκό τσιμέντο, που χρησιμοποιούνται ως συγκολλητικό υλικό για τις συνδέσεις των θραυσμάτων. Τα συμπληρώματα των λίθων κατασκευάζονται από μάρμαρο Διονύσου που προέρχεται από την Πεντέλη και είναι συγγενές με το αρχαίο Πεντελικό μάρμαρο.

Τα φυσικά και μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών κατασκευής των μνημείων καθώς και των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά την αναστηλωτική επέμβαση (αρχαίο και νέο μάρμαρο, αρχαίος σίδηρος, τιτάνιο, ειδικά κονιάματα των επεμβάσεων) ελέγχονται με κατάλληλες πειραματικές διερευνήσεις[21]. Στους ελέγχους περιλαμβάνεται και η διερεύνηση του τεχνητού λίθου, που χρησιμοποιείται για την αντιγραφή των αυθεντικών γλυπτών, που απομακρύνονται από τα μνημεία (όπως λ.χ. της δυτικής ζωφόρου του Παρθενώνος ή της ζωφόρου του ναού της Αθηνάς Νίκης).

6. Συνδέσεις των αρχιτεκτονικών μελών

Μετά την ανατοποθέτησή τους στο μνημείο τα αρχιτεκτονικά μέλη συνδέονται με ελάσματα από τιτάνιο διαμορφωμένα σε συνδέσμους και γόμφους οι οποίοι στερεώνονται στις αρχαίες εντορμίες με κονία από λευκό τσιμέντο. Η αποκατάσταση των συνδέσεων που έχουν υποστεί βλάβες από μηχανικές καταπονήσεις ή οξείδωση του σιδήρου και εκδηλώνονται με καταστροφή του συνδετηρίου ή και του μαρμάρου, είναι επέμβαση που συντελεί στην αύξηση της επάρκειας του κτηρίου σε σεισμική καταπόνηση. Οι σύνδεσμοι είναι που σε περίπτωση σεισμού καλούνται να αναλάβουν φορτία και μαζί με τον δεσμό τριβής να εμποδίσουν τις σχετικές μετακινήσεις των μαρμάρων. Κατά τον σχεδιασμό των συνδέσεων επιδιώκεται το ασθενές στοιχείο να είναι το μεταλλικό συνδετήριο, ώστε σε περίπτωση

[20] Ωστόσο, εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε ότι, στις περισσότερες περιπτώσεις. οι παράγοντες που οδήγησαν στις βλάβες των μνημείων οφείλονται στο μέγεθος των καταπονήσεων που δέχθηκαν και στη γεωμετρία του φέροντος οργανισμού τους και όχι στις φυσικές και μηχανικές ιδιότητες του μαρμάρου που είναι υψηλές.

[21] Vardoulakis et al 1995, Βαρδουλάκης κ.α. 2002.

μεγάλης καταπόνησης, η σύνδεση να μπορεί να υποστεί μόνιμη παραμόρφωση, και αν κριθεί αναγκαία νέα επέμβαση αυτή να περιορισθεί στην αντικατάσταση των συνδετηρίων[22].

Η τήρηση της αρχής του περιορισμού των επεμβάσεων επιτάσσει την κατά το δυνατόν ελάχιστη επέμβαση στα αρχαία μέλη. Για τον λόγο αυτό επιδιώκεται συστηματικά η χρησιμοποίηση των υφιστάμενων αρχαίων εντορμιών, ή αυτών των παλαιότερων αναστηλώσεων κατά την ανασυναρμολόγηση των μνημείων και η αποφυγή απολάξευσης νέων (Εικ. 18). Τόσο οι οριζόντιοι σύνδεσμοι μορφής διπλού Τ όσο και οι κατακόρυφοι (γόμφοι) ακολουθούν την μορφή των αρχαίων συνδέσμων με μικρές διαφοροποιήσεις στα πάχη των σκελών τους[23]. Εάν η εντορμία είναι κατεστραμμένη, η ελάχιστη επέμβαση στο αρχαίο μάρμαρο εξασφαλίζεται με την διάνοιξη δύο διατρημάτων στις θέσεις αγκύρωσης των εγκάρσιων σκελών και την χρησιμοποίηση συνδέσμων μορφής Π, ενώ όταν είναι κατακερματισμένη η περιοχή αγκύρωσης του συνδέσμου σχεδιάζονται ειδικές μορφές συνδέσμων (Εικ. 19).

Εικ. 18. Τοποθέτηση συνδέσμου τιτανίου για την σύνδεση λίθων που έχουν συμπληρωθεί με νέο μάρμαρο.

Εικ. 19. Ειδικές μορφές συνδέσμων τιτανίου.

[22] Ζάμπας 1994 σελ. 150 – 181.

[23] Οι σύνδεσμοι μορφής διπλού Τ έχουν ενισχυμένα εγκάρσια σκέλη, τα οποία κατασκευάζονται παχύτερα στη θέση συγκόλλησής τους με τα διαμήκη σκέλη. Στο διάμηκες σκέλος διαμορφώνεται σε μεγάλο μήκος λαιμός, ώστε όταν ο σύνδεσμος εφελκύεται και το υλικό ξεπεράσει το όριο διαρροής του, να προηγείται της αστοχίας σημαντική παραμόρφωσή του άρα και σημαντική απορρόφηση ενέργειας. Στον χώρο μεταξύ συνδέσμου και εντορμίας, εκατέρωθεν του αρμού μεταξύ των λίθων, σε μία περιοχή πλάτους περίπου 2 εκ., αφήνεται κενό, χωρίς σιμεντοκονίαμα, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα εγκάρσιας παραμόρφωσης του συνδετηρίου.

7. Η οργάνωση των εργασιών δομικής αποκατάστασης

Η οργάνωση των εργασιών δομικής αποκατάστασης πάνω στον βράχο της Ακρόπολης, αποτελεί ένα ιδιαίτερα σύνθετο ζήτημα. Οι διαθέσιμες επιφάνειες είναι περιορισμένες, ενώ η πρόσβαση και η μεταφορά του τεχνικού εξοπλισμού και των υλικών είναι ιδιαίτερα δύσκολες. Οι διατάξεις που θα εγκατασταθούν θα πρέπει να εξασφαλίζουν την προστασία του μνημείου, αλλά και των αρχαίων λειψάνων που βρίσκονται στην περιοχή του. Ιδιαίτερη μέριμνα θα πρέπει να ληφθεί για την προστασία των πολυάριθμων επισκεπτών του αρχαιολογικού χώρου αλλά και για τη μικρότερη δυνατή αισθητική επιβάρυνση στα μνημεία από τις εγκαταστάσεις. Οι παράγοντες αυτοί καθόρισαν τις προδιαγραφές της οργάνωσης των εργασιών δομικής αποκατάστασης, που απορρέουν από τις αρχές της αποκατάστασης των μνημείων[24].

Ο τρόπος δομής των κλασικών μνημείων παρέχει τη δυνατότητα αποσυναρμολόγησης και ανασυναρμολόγησης των κατακερματισμένων μελών τους. Ο σεβασμός στο αυθεντικό υλικό επιβάλλει η διαδικασία αυτή να πραγματοποιείται με ιδιαίτερη φροντίδα, προκειμένου να αποφεύγονται περαιτέρω φθορές στις ακμές τους. Στον τομέα αυτό αναπτύχθηκε στην Ακρόπολη κατά τα τελευταία χρόνια σημαντική τεχνογνωσία, η οποία σε συνδυασμό με τη συνεχώς αυξανόμενη εμπειρία του έμψυχου δυναμικού των έργων, οδηγεί στην εκτέλεση των εργασιών με απόλυτη ασφάλεια.

Σε ό,τι αφορά στα ανυψωτικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για την αποσυναρμολόγηση και ανασυναρμολόγηση των μνημείων έχει αναπτυχθεί σημαντική τεχνογνωσία που βασίζεται, σε μεγάλο βαθμό, σε ιδέες και συστήματα ανυψώσεων που είχαν ήδη αναπτυχθεί κατά την κατασκευή των μνημείων, αλλά εκμεταλλεύεται τις εξελίξεις της σύγχρονης τεχνολογίας ως προς την κινητήρια δύναμη των συστημάτων και στην επιλογή των υλικών.[25] Έτσι έχουμε μεταλλικά συστήματα γερανών και γερανογεφυρών επί ικριωμάτων που κινούνται με ηλεκτρισμό με χαμηλές ταχύτητες που επιτυγχάνουν κινήσεις μεγάλης ακρίβειας (Εικ. 20). Ιδιαίτερη είναι η φροντίδα που καταβάλλεται για τη μορφή και την έκταση των ανυψωτικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται, ώστε αυτά να προσαρμόζονται στις αισθητικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις της ευαίσθητης περιοχής του μνημείου που περιβάλλεται από αρχαία λείψανα και κατακλύζεται καθημερινά από επισκέπτες.

[24] Ιωαννίδου2002, σ. 1 – 3, Ioannidou M. Oikonomopoulos S. 2003 σελ. 150 – 155.

[25] Οικονομόπουλος, 2002, σ 4-7 .

Εικ. 20. Ο γερανός στο εσωτερικό του Παρθενώνα.

Στο πλαίσιο της διαδικασίας αποσυναρμολόγησης, δομικής αποκατάστασης στο έδαφος και ανατοποθέτησης στο μνημείο περιλαμβάνεται και ο σχεδιασμός και η κατασκευή ειδικών κατασκευαστικών διατάξεων, με στόχο την ασφαλή εκτέλεση των εργασιών[26]. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι αρπάγες ανάρτησης αρχιτεκτονικών μελών (Εικ. 21), οι τράπεζες συγκόλλησης μεγάλων μαρμάρινων μελών, οι ειδικοί παντογράφοι. Ιδιαίτερη θέση μεταξύ αυτών κατέχει πρωτότυπη μηχανή λάξευσης, με προσέγγιση χιλιοστών, των ραβδώσεων των σπονδύλων των κιόνων από νέο μάρμαρο, η χρήση της οποίας επιτάχυνε τις εργασίες λάξευσης των ραβδώσεων στα συμπληρώματα και στους σπονδύλους από νέο μάρμαρο της βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνα. Ωστόσο, σύμφωνα και με την επιταγή του άρθρου 10 του Χάρτη, που επιτάσσει την προσήλωση στους παραδοσιακούς λιθοξοϊκούς

[26] Τογανίδης 2002, σελ. 8 - 9.

τρόπους, η τελική λάξευση των ραβδώσεων πραγματοποιείται από τους έμπειρους μαρμαροτεχνίτες της έργων της Ακρόπολης με παραδοσιακά εργαλεία, προκειμένου να αναπαράγεται κατά τη λάξευση η χειροποίητη ποιότητα και υφή στην επιφάνεια του μαρμάρου (Εικ. 22).

Εικ. 21. Ανατοποθέτηση αρχιτεκτονικού μέλους στη βόρεια πλευρά του Παρθενώνα με την βοήθεια αρπάγης.

Εικ. 22. Λάξευση ιωνικού κιονοκράνου των Προπυλαίων.

8. Χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας στη διερεύνηση της παθολογίας των μνημείων και τη δομική αποκατάστασή τους

Η αξιοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας για την αποκατάσταση των μνημείων, σε συνδυασμό με τις παραδοσιακές τεχνικές και μεθόδους απορρέει από το άρθρο 10 του Χάρτη της Βενετίας. Τα τελευταία χρόνια, νέες αντιλήψεις που απορρέουν από την παγκοσμιοποίηση του ζητήματος, εισάγουν όλο και περισσότερο τη χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας στη μνημειακή προστασία. Ειδικά στις εργασίες δομικής αποκατάστασης των μνημείων της Ακρόπολης, η σύγχρονη τεχνολογία αξιοποιήθηκε κατά τα τελευταία χρόνια στον τομέα της διερεύνησης, τεκμηρίωσης και καταγραφής της δομικής συμπεριφοράς,

των παραμορφώσεων και μικρομετακινήσεων, καθώς και των σεισμικών δράσεων στα μνημεία και στον βράχο της Ακρόπολης[27].

Τα μνημεία της Ακρόπολης έχουν υποστεί, ανά τους αιώνες, πλήθος σεισμικών καταπονήσεων και τα ιστάμενα τμήματά τους έχουν ανταποκριθεί ικανοποιητικά. Οι γεωμετρικές παραμορφώσεις, οι μετακινήσεις και οι βλάβες που παρουσιάζουν αποτελούν τα τεκμήρια της μακραίωνης σεισμικής συμπεριφοράς τους σε φορτία. Από τη διερεύνηση λ.χ. του αρχείου φωτογραφιών των έργων, διαπιστώνεται ότι η ρωγμή που παρατηρείται στο εξωτερικό νότιο επιστύλιο της ΝΔ γωνίας του Παρθενώνα οφείλεται στο σεισμό του 1981 (Εικ. 23). Το ρήγμα δεν εμφανίζεται στη φωτογραφία του αρχείου Μπαλάνου, άρα είναι μεταγενέστερο. Η δημιουργία του οφείλεται στον σεισμό του 1981, αλλά η αύξηση του εύρους του στον σεισμό του 1999. Μεγάλη σημασία έχει, συνεπώς, η αποτύπωση των βλαβών και η διάγνωση των αιτίων που τις προκάλεσαν, διαδικασία που συμβάλλει στην αναγνώριση των προβλημάτων του μνημείου στην σημερινή του μορφή, που η δομική του εικόνα έχει υποστεί σημαντικές αλλαγές σε σχέση με την αρχική. Οι αναλυτικές και πειραματικές έρευνες των τελευταίων χρόνων πρέπει να αξιολογηθούν, υπό το φως των ως άνω πληροφοριών, ώστε να συμβάλουν στην επιλογή των αναγκαίων επεμβάσεων που έχουν ως στόχο την ενίσχυση του φέροντος οργανισμού, προκειμένου αυτός να καταστεί ικανός να αναλάβει τα αναμενόμενα σεισμικά φορτία.

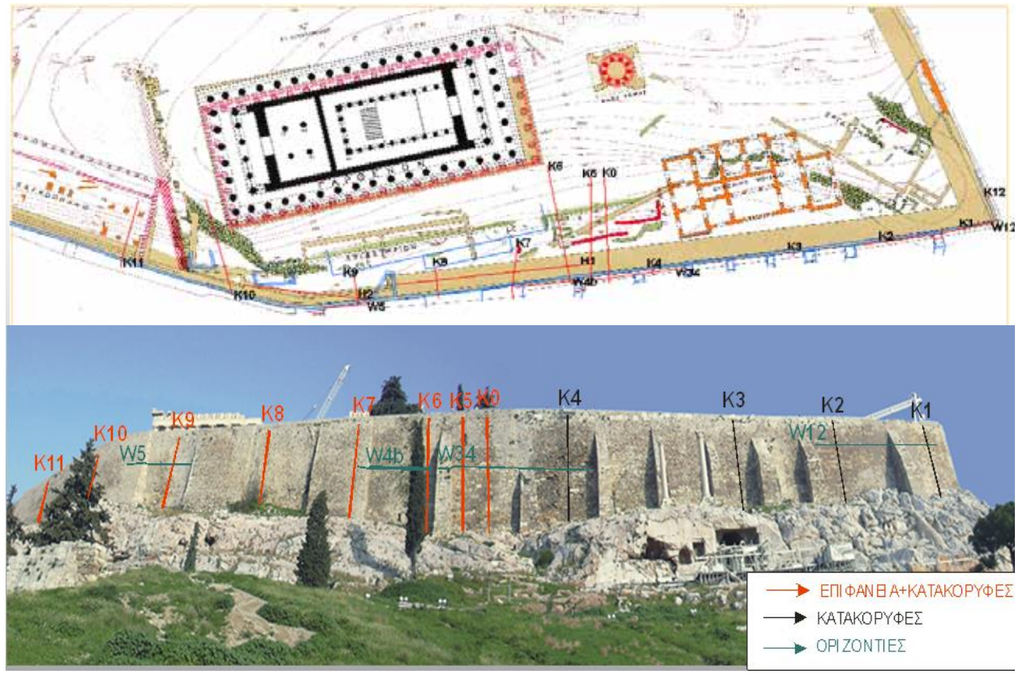
Εικ. 23. Το εξωτερικό νότιο επιστύλιο της ΝΔ γωνίας του Παρθενώνα. Αριστερά, φωτογραφία του αρχείου Μπαλάνου, στην οποία δεν εμφανίζεται ρήγμα. Δεξιά πρόσφατη φωτογραφία με το ρήγμα του επιστυλίου.

Εκτός από τα κλασικά μνημεία του βράχου της Ακρόπολης διερευνήθηκαν κατά τα τελευταία χρόνια τα προβλήματα των περιμετρικών τειχών της Ακρόπολης, που παρουσιάζουν σοβαρές δομικές βλάβες σε

[27] Ιωαννίδου 2005, Ιωαννίδου 2009α, Ioannidou 2012.

πολλές περιοχές της αρχαίας κατασκευής, όπως και στα νεώτερα επισκευασμένα τμήματά τους. Ανάμεσα στις σχετικές εφαρμογές των τελευταίων ετών, οι σημαντικότερες είναι[28]:

Γεωφυσικές διασκοπήσεις: πραγματοποιήθηκαν ηλεκτρικές τομογραφίες με στόχο τον καθορισμό διατομών στη νότια πλευρά του τείχους. Δεν κατέστη δυνατός ο καθορισμός ακριβών γεωμετρικών διατομών του τείχους, αλλά εντοπίσθηκαν οι περιοχές με υψηλό ποσοστό υγρασίας (Εικ. 24).



Εικ. 24. Κάτοψη και όψη του νοτίου τείχους της Ακρόπολης όπου επισημαίνονται οι θέσεις των ηλεκτρικών τομογραφιών.

- *Διερεύνηση της σεισμικής καταπόνησης των μνημείων*. Στο πλαίσιο της τεκμηρίωσης, της διάγνωσης και της αποτίμησης των δομικών βλαβών στα μνημεία της Ακρόπολης και της μελέτης της απόκρισής τους στα σεισμικά φορτία περιλαμβάνεται και η παρακολούθηση της σεισμικής καταπόνησης που έχει στόχο τον προσδιορισμό των σεισμικών δράσεων, που επιβαρύνουν τα μνημεία του χώρου[29]. Προς τον

[28] Ιωαννίδου 2010, σ. 4 – 7, Εγγλέζος 2010, σελ. 53-57, Egglezos et al 2013.

[29] Ιωαννίδου 2006, Ιωαννίδου 2009α.

σκοπό αυτό έχει εγκατασταθεί στην Ακρόπολη δίκτυο επτά επιταχυνσιογράφων. Οι επιταχυνσιογράφοι έχουν τοποθετηθεί σε χαρακτηριστικά σημεία: στις επιχώσεις, σε σημεία επιφανειακής ανάδυσης του ασβεστολίθου, στο σχιστολιθικό υπόβαθρο και σε χαρακτηριστικές θέσεις του Παρθενώνα (Εικ.25). Στόχος της ανάπτυξης του δικτύου, είναι η καταγραφή των σεισμικών συμβάντων και η απόκριση του λόφου και των μνημείων σε αυτά, καθώς και η μελέτη των επιπτώσεων των σεισμικών δονήσεων στα μνημεία σε συνδυασμό με τη διαμόρφωσή της από το πολύπλοκο γεωλογικό και τεκτονικό καθεστώς που επικρατεί στο λόφο της Ακρόπολης[30]. Η αξιοποίηση των σεισμικών καταγραφών σε συνδυασμό με τη μελέτη σεισμικής επικινδυνότητας θα οδηγήσει σε ρεαλιστική προσομοίωση και στον αντισεισμικό σχεδιασμό των επεμβάσεων[31].

Εικ. 25. Αεροφωτογραφία της Ακρόπολης όπου επισημαίνονται οι θέσεις των επιταχυνσιογράφων.

Εικ. 26. Δίκτυο οπτικών ινών στο εσωτερικό του βόρειου περιμετρικού τείχους της Ακρόπολης.

- *Εγκατάσταση συστήματος οπτικών ινών με αισθητήρες παραμόρφωσης, θερμοκρασίας και πίεσης* σε χαρακτηριστικές θέσεις του περιμετρικού τείχους και των μνημείων [32] (Εικ. 26).
- *Μετρήσεις υψηλής ακρίβειας τοπογραφικών στόχων επί του τείχους.* Οι μετρήσεις αποσκοπούν στην παρακολούθηση μικρομετακινήσεων σε χαρακτηριστικά σημεία του τείχους με τοπογραφικό όργανο υψηλής ακρίβειας[33].

[30] Καλογεράς 2010, σ. 39 – 42.

[31] Εγγλέζος 2010, σ. 53 – 57.

[32] Αστρεινίδης, Εγγλέζος 2010, σ. 43 – 47.

[33] Μανιδάκη κ.α. 2010, σ. 43 – 47.

9. Ποιότητα εργασιών δομικής αποκατάστασης

Ιδιαίτερα σημαντική για τη διατήρηση του αρχικού συστήματος δομής των μνημείων κατά τις επεμβάσεις είναι η εξασφάλιση της υψηλής ποιότητας κατασκευής σε όλες τις φάσεις των εργασιών. Η ποιότητα αυτή επιτυγχάνεται με την τήρηση της ακριβούς γεωμετρίας των αρχιτεκτονικών μελών κατά τις συγκολλήσεις των συνανηκόντων θραυσμάτων από τα οποία αποτελούνται, τη λάξευση των επιφανειών των συμπληρωμάτων και αρχιτεκτονικών μελών από νέο μάρμαρο με εξαιρετική επιμέλεια, ανάλογη με την κατεργασία των αρχαίων επιφανειών εδράσεως και ώσεως της αρχαίας κατασκευής. Η επιθυμητή μετ΄ επιτάσεως στον Χάρτη της Βενετίας (στα άρθρα 9 και 15) διαφοροποίηση των νέων συμπληρωμάτων από τα αρχαία μέρη των μνημείων δηλώνεται με διάφορους τρόπους, - διαφοροποιήσεις ως προς την επιφανειακή επεξεργασία των συμπληρωμάτων ή ως προς το βάθος της λάξευσης των μορφολογικών τους στοιχείων - κυρίως όμως δηλώνεται με τον καλό βαθμό διατήρησης της επιφάνειας του νέου μαρμάρου και την οξύτητα των περιγραμμάτων τους.

Ιδιαίτερη σημασία έχει, κατά την ανατοποθέτηση των αποκατεστημένων αρχιτεκτονικών μελών στα μνημεία, η αποκατάσταση του αρχικού συστήματος δομής που απαιτεί τη συναρμογή των περιοχών που αναστηλώνονται με τις αδιατάρακτες, με σοβαρά, ωστόσο, προβλήματα παραμορφώσεων και μετακινήσεων, περιοχές. Στις περιπτώσεις αυτές επιδιώκεται η διόρθωση των παραμορφώσεων της περιοχής που αναστηλώνεται, στο βαθμό που επιτρέπεται από τις παραμορφώσεις και μετακινήσεις των αρχιτεκτονικών μελών που δεν έχουν αποσυναρμολογηθεί. Ιδιαίτερη επιμέλεια απαιτείται για την εξασφάλιση της, κατά το δυνατόν, καλύτερης επαφής των αρχιτεκτονικών μελών κατά την ανατοποθέτησή τους στο μνημείο, χάρις στην οποία επιτυγχάνεται η ανάπτυξη των δυνάμεων τριβής μεταξύ τους και μέσω αυτών η συνοχή του μνημείου. Η επιμέλεια αυτή, πέραν των αισθητικών απαιτήσεων, επιβάλλεται και για λόγους καθαρά δομικούς: τον σεβασμό στο αρχικό σύστημα δομής που εξασφάλιζε με τον τρόπο αυτό την ασφαλή μεταφορά των φορτίων στο έδαφος (Εικ. 27).

Τέλος, απαραίτητη προϋπόθεση για την εξασφάλιση της υψηλής ποιότητας κατασκευής σε όλες τις φάσεις των εργασιών δομικής αποκατάστασης αποτελεί η επιλογή του έμψυχου δυναμικού των έργων. Οι αρχαίοι προγονοί μας στον τομέα αυτό ήταν εξαιρετικά τυχεροί. Όλοι οι συντελεστές, από τον επικεφαλής αρχιτέκτονα έως τον τελευταίο λατόμο, συνδύαζαν ένα εξαιρετικό ταλέντο με θεωρητικές και τεχνικές γνώσεις και λαμπρή τεχνική δεξιότητα εφαρμογής, που τους επέτρεπαν να συμμετέχουν σε όλα τα στάδια των εργασιών. Χωρίς τέτοιους ανθρώπους είναι βέβαιο ότι δεν θα είχαμε σήμερα τα μνημεία που όλοι θαυμάζουμε και θέλουμε να συντηρήσουμε.

Εικ. 27. Η βόρεια πλευρά του Παρθενώνα μετά την ολοκλήρωση της αναστήλωσης.

Αλλά και σήμερα στην Ακρόπολη, στο πλαίσιο βέβαια της σύγχρονης εποχής, η επιλογή του έμψυχου δυναμικού των αναστηλωτικών έργων ακολουθεί τα ίδια, περίπου, κριτήρια. Τόσο το επιστημονικό προσωπικό των έργων όσο και εκείνο της εφαρμογής των επεμβάσεων δομικής αποκατάστασης συνδυάζει υψηλές ικανότητες στην κατεργασία του μαρμάρου, ιδιαίτερο ενδιαφέρον για το αντικείμενο και τη συναίσθηση ότι εκτελεί ένα έργο τεράστιας αξίας και εθνικής σημασίας, στοιχεία απαραίτητα, που εξασφαλίζουν την υψηλή ποιότητα των επεμβάσεων.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Αστρεινίδης, Ε. - Εγγλέζος, Δ. 2010. Ενόργανη παρακολούθηση παραμορφώσεων του τείχους της Ακρόπολης με αισθητήρες οπτικών ινών: σύγκριση μετρήσεων και αναλυτικών προβλέψεων. *Ενημερωτικές Ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 10, Ιούλιος 2010, 43-47. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Βαρδουλάκης, Ι. - Κουρκουλής, Σ. - Εξαδάκτυλος, Γ. - Ροζάκης, Α. 2002. Μηχανικές ιδιότητες και συμβατότητα φυσικών δομικών λίθων στα αρχαία μνημεία, το διονυσιακό μάρμαρο. Στο: Βαρτή - Ματαράγκα, Μ.- Κατσίκη, Γ. (επιμ.), *Ο Δομικός λίθος στα Μνημεία,* 187 - 210.

Εγγλέζος, Δ. 2010. Αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογικών εφαρμογών για την αποκατάσταση των περιμετρικών τειχών της Ακρόπολης. *Ενημερωτικές Ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 10, Ιούλιος 2010, 53 - 57. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Ζάμπας, Κ. 1989. *Μελέτη αποκαταστάσεως του Παρθενώνος,* τ. 2 α, 164 - 168.

Ζάμπας, Κ. 1994. *Μελέτη αποκαταστάσεως του Παρθενώνος,* τ. 3 β, 46 - 149.

Ιωαννίδου, Μ. 1994. Δομικά προβλήματα των Προπυλαίων, 335-448. Στο: Τανούλας, Τ. - Ιωαννίδου, Μ. - Μωραΐτου, Α., *Μελέτη αποκαταστάσεως των Προπυλαίων,* τ. 1. Αθήνα. Εκδόσεις: Ε.Σ.Μ.Α. - Υ.Σ.Μ.Α.

Ιωαννίδου, Μ. - Πασχαλίδης+, Β. 2002. Συγκόλληση οπλισμών τιτανίου με οπλισμό τιτανίου: νέα προσέγγιση. *5η Διεθνής Συνάντηση για την αποκατάσταση των μνημείων της Ακρόπολης.* Πρακτικά, Αθήνα, 4-6/10/2002, 291-300. Αθήνα: ΥΠ.ΠΟ. - Ε.Σ.Μ.Α.

Ιωαννίδου, Μ. - Τανούλας, Τ. 2002. Πρόταση αποκαταστάσεως της ανωδομής του κεντρικού κτηρίου των Προπυλαίων. *5η Διεθνής Συνάντηση για την αποκατάσταση των μνημείων της Ακροπόλεως.* Πρακτικά, Αθήνα, 4-6/10/2002, 259-280. Αθήνα: ΥΠ.ΠΟ. - Ε.Σ.Μ.Α.

Ιωαννίδου, Μ. 2002. Οι γενικές αρχές της οργάνωσης των εργοταξίων αποκαταστάσεως των μνημείων. *Ενημερωτικές Ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 2, Ιούλιος 2002, 1-3, Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Ιωαννίδου, Μ. 2005. Έρευνα και τεχνολογία στην αναστήλωση της Ακρόπολης. *Ενημερωτικές ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 5, Ιούλιος 2005, 4 - 7. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Ιωαννίδου, Μ. 2006. Σεισμικές δράσεις στα μνημεία της Ακρόπολης. *Ενημερωτικές ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 6, Ιούλιος 2006, 11 - 14. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Ιωαννίδου, Μ. 2009α. Στρατηγικές για την αντισεισμική προστασία των Μνημείων Ακροπόλεως. *Ενημερωτικές ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 9, Ιούλιος 2009, 14 - 17. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Ιωαννίδου, Μ. 2009β. *Η αποκατάσταση των Προπυλαίων της αθηναϊκής Ακρόπολης.* Αθήνα. Εκδόσεις: ΕΡΓΟΝ IV.

Ιωαννίδου, Μ. 2010. Η σύγχρονη τεχνολογία στην αναστήλωση της Ακρόπολης. *Ενημερωτικές Ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 10, Ιούλιος 2010, 4 - 7. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Ιωαννίδου, Μ. Λεμπιδάκη, Ε. 2011. *Η αναστήλωση των μνημείων της Αθηναϊκής Ακρόπολης* (α΄ έκδοση 2010, β΄ έκδοση 2011) Υ.Σ.Μ.Α.

Καλογεράς, Ι. 2010. Ανάπτυξη δικτύου επιταχυνσιογράφων στην περιοχή της Ακρόπολης: υλοποίηση και προοπτικές. *Ενημερωτικές Ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 10, Ιούλιος 2010, 39 - 42. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Μαλλούχου - Tufano, Φ. 1998. *Η αναστήλωση των αρχαίων μνημείων στη νεώτερη Ελλάδα (1834- 1939).* Αθήνα: Βιβλιοθήκη της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας.α;

Μαλλούχου - Tufano, Φ. 2009. Μετά τον Χάρτη της Βενετίας: εξέλιξη ιδεών και προσεγγίσεων στην προστασία μνημείων. *3ο Συνέδριο της ΕΤΕΠΑΜ,* Πρακτικά. (CD).

Μαλλούχου - Tufano, Φ. 2012. Αναστηλώνοντας το Ερέχθειο. Στο: Παπανικολάου, Α. *Η αποκατάσταση του Ερεχθείου (1979 - 1987)*, 17 - 50. Αθήνα. Εκδόσεις: Ε.Σ.Μ.Α. - Υ.Σ.Μ.Α.

Μανιδάκη, Β. - Ηλιόπουλος, Θ. - Παρτσινέβελος, Ι. - Λελούδας, Σ. 2010. Η μεγάλης ακρίβειας τοπογραφική τεκμηρίωση καθορισμένων στόχων στον νότιο και ανατολικό τοίχο της Ακρόπολης. *Ενημερωτικές Ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 10, Ιούλιος 2010, 43 - 47. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Μεντζίνη, Μ. Συγκόλληση επιστυλίων και σπονδύλων του Παρθενώνος με οπλισμό τιτανίου : νέα προσέγγιση, *5η Διεθνής συνάντηση για την αποκατάσταση των Μνημείων της Ακροπόλεως*, ΥΠ.ΠΟ. - ΕΣΜΑ, Πρακτικά, 233-242. Αθήνα 2002.

Μπαλάνος, Ν. 1940. *Η αναστήλωσις των μνημείων της Ακροπόλεως. Προπύλαια. Ερέχθειον. Παρθενών.* Αθήναι: Εργαστήριο γραφικών τεχνών Σ.Ν. Ταρουσόπουλος.

Μπούρας, Χ. 1984. Athens. The Parthenon. *Monumentum* 27/2, 109 - 120.

Μπούρας, Χ. 2007. Θεωρητικές αρχές των επεμβάσεων στα μνημεία της Ακρόπολης. *Ενημερωτικές ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 7, Ιούλιος 2007, 2 - 5. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Μπούρας, Χ. 2009. Αυστηρή και χαλαρή τήρηση αρχών στις αναστηλώσεις των αρχαίων μνημείων στην Ελλάδα. *Ενημερωτικές ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 9, Ιούλιος 2009, 2 - 8. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Ο Χάρτης της Βενετίας: μετάφραση Φερεντίνου, Ε.: *Αρχιτεκτονικά Θέματα* 9/1975.

Οικονομόπουλος, Σ. 2002. Η ανυψωτική τεχνολογία των αναστηλωτικών έργων στην Ακρόπολη. *Ενημερωτικές Ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 2, Ιούλιος 2002, 4 - 7 . Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Παπανικολάου, Α. 2012. *Η αποκατάσταση του Ερεχθείου (1979 - 1987). Η απόδοση του έργου* (επιμ. Μαλλούχου - Tufano, Φ. - Μπούρας, Χ.), τ. 1, 2. Αθήνα. Εκδόσεις: Ε.Σ.Μ.Α. - Υ.Σ.Μ.Α.

Τανούλας, Τ. - Ιωαννίδου, Μ. 2002. Μελέτη αποκαταστάσεως της ανωδομής του κεντρικού κτηρίου. *Μελέτη αποκαταστάσεως των Προπυλαίων,* τ. 2. Αθήνα. Εκδόσεις: Ε.Σ.Μ.Α. - Υ.Σ.Μ.Α.

Τογανίδης, Ν. 2002. Το εργοτάξιο του Παρθενώνος. *Ενημερωτικές Ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 2, Ιούλιος 2002, 8 - 9. Αθήνα: Υ.Σ.Μ.Α.

Τουμπακάρη, Ε-Ε. Δομική αποκατάσταση των αρχιτεκτονικών μελών του οπισθονάου του Παρθενώνος, *5η Διεθνής συνάντηση για την αποκατάσταση των Μνημείων της Ακροπόλεως,* ΥΠΠΟ - ΕΣΜΑ, Πρακτικά, 149-160. Αθήνα 2002.

Τουμπακάρη, Ε-Ε. *Μελέτη φέροντος οργανισμού & απόδοση έργου δομικής αποκαταστάσεως οπισθονάου*, τόμος ΙΙΙ, Σεπτέμβριος 2007, αρ.πρωτ. ΥΣΜΑ 2119/ 12-9-2007.

Τουμπακάρη, Ε-Ε. *Μελέτη φέροντος οργανισμού & απόδοση έργου δομικής αποκαταστάσεως οπισθονάου*, τόμος ΙV, Σεπτέμβριος 2007, αρ.πρωτ. ΥΣΜΑ 2120/ 12-9-2007.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Bouras, Ch. 1994. Restoration work on the Parthenon, and changing attitudes towards the conservation of monument. In: Tournikiotis, P. (ed.), *The Parthenon and its impact in Modern Times*, 310-339. Athens.

Egglezos, D. - Toumbakari, E.E. 2011. In-situ tests on the Parthenon columns for the assessment of their foundation condition. *XVth European Conference on Soil Mechanics & Geotechnical Engineering, Hellenic Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*. Proceedings, Athens, v. A, 1847-1852.

Egglezos, D. - Ioannidou, M. - Moullou, D. - Kalogeras, I. 2013. Geotechnical issues of the Athenian Acropolis. In: Viggiani, C. (ed.), *Geotechnics and Heritage.* Naples: Taylor & Francis, 13-47.

Exadaktylos, G. E. - Vardoulakis, I. - Kourkoulis, S. K. 2001. Influence of nonlinearity and double elesticity on flexure of rock beams - I. Technical theory. *International Journal of Solids and Structures* 38, 4091- 4117.

Exadaktylos, G. E. - Vardoulakis, I. - Kourkoulis, S. K. 2001. Influence of nonlinearity and double elesticity on flexure of rock beams - II. Characterisation of Dionysos marble. *International Journal of Solids and Structures* 38, 4119-4145.

Ioannidou, M. 2003. The structural restoration. In: Filetici, M.G. (ed.), *Restoration of the Athenian Acropolis (1975-2003), Quaderni ARCo*, 150 - 155. Rome: Canzemi.

Ioannidou, M. - Oikonomopoulos, S. 2003. General principles for the organization of the worksite of the restoration of the monuments. In: Filetici, M.G. (ed.), *Restoration of the Athenian Acropolis (1975-2003), Quaderni ARCo*, 142 - 146. Rome: Canzemi.

Ioannidou, M. 2005. The Restoration Project of the Acropolis Restoration Service. *Il restauro dei temple di Poseidonia: un intervento di concervazione e valorizzazione*. Πρακτικά, Ιούνιος 2004, 103 - 117. Paestum.

Ioannidou, M. 2007. Principles and methodology of intervention for structural restoration. *XXI International CIPA Symposium.* Proceedings, Athens, 1-6/10/2007, 376-381. Athens: CIPA.

Ioannidou, M. 2012. Research and Technology. Στο: Bouras, Ch. - Ioannidou, M. - Jenkins, I. (eds), *Acropolis Restored.* London: British Museum.

Vardoulakis, I. - Kourkoulis, S. - Pazis, D. - Andrianopoulos, N. 1995. Mechanical behavior of Dionysos marble in direct tension. *Felsmechanik Kolloquium.* Proceedings. Karlsruhe.

3. THE PHILOSOPHY BEHIND THE STRUCTURAL RESTORATION OF THE ACROPOLIS MONUMENTS

Maria Ioannidou

Civil Engineer NTUA, Director Emerita of the Acropolis Restoration Service, Restoration Expert

Abstract

The treatment of the deterioration that had caused damage to the structural fabric of the monuments and had been threatening the stability of their standing areas was the primary goal of the interventions that were initiated at the Acropolis in 1975 under the scientific supervision of ESMA, the interdisciplinary committee that, at the time, undertook the task of proceeding with restorative work on the monuments. These interventions are pervaded by the principles of the Venice Charter, which constitutes the first internationally accepted framework of principles wherein the ethics for the restoration of monuments has been codified. The articles of the Charter ensure that the values ascribed to the monuments (artistic, historical, scientific, and environmental value) are retained both in the way in which they are managed as well as during interventions made on them for their restoration, conservation and anastelosis.

The requirements in the Venice Charter, as well as the special structural characteristics of the classical monuments of the Acropolis, lead, during restoration, to the formulation of additional principles applying to the interventions of structural restoration of the Acropolis monuments. These additional principles may be summarized as follows:

The reversibility of the interventions, that is, the potential to reinstate the monument to the condition in which it was prior to the intervention, both in its entirety as well as in terms of individual architectural members. The reversibility of the interventions is primarily aimed at preserving all the information conveyed by the monument or the architectural member and at ensuring that new interventions towards an improvement of their state of preservation will not be obstructed in the future.

Respect for the authentic material, the original structural system and the preservation of the structural autonomy of the architectural members and their original static function during the new intervention.

Limiting interventions to the absolutely necessary ones, *as far as possible*, while the undisrupted areas of the monuments remain intact so that they may preserve their authentic character and convey their wealth of information to future generations.

In the course of the restorations works carried out at the Acropolis, the need to apply the general and additional principles leads to the development of specific *scientific options, technical solutions and constructional details* during the planning, study and implementation of the interventions on the monuments.

List of Figures

Fig. 1. The Temple of Athena Nike from the northeast after its restoration.

Fig. 2. The mortises for setting the clamps on the architraves of the NE corner of the Parthenon.

Fig. 3. Removal of an ancient *empolion* from a column in the east portico of the Propylaia.

Fig. 4. Fragmentation of architectural members of the southern wall of the Propylaia due to the shifting of the wall during the explosion of 1640.

Fig. 5. Shifting and rotation of column drums in one of the Parthenon's columns due to seismic actions.

Fig. 6. Removal of the iron beams that were used in the restoration by Balanos for the joining of the ceiling beam fragments of the Propylaia.

Fig. 7. Fracturing of an architrave on the north side of the Parthenon as a result of the oxidation, of the iron beam that was incorporated in it during the restoration by Balanos.

Fig. 8. Fracturing of a ceiling beam of the Propylaia as a result of the oxidation of the iron beam that was incorporated in it during the restoration by Balanos.

Fig. 9. Joining of two fragments of an architrave from the Parthenon with titanium bars.

Fig. 10. The titanium bars in the beam ends of the Propylaia ceilings.

Fig. 11. Confinement of a beam in the Propylaia after the its structural restoration.

Fig. 12. Supplementing an ancient column capital of the north side of the Parthenon with new marble.

Fig. 13. Reproduction of new marble supplement from cast by means of a pointing device (pontadoros).

Fig. 14. Documentation drawing of a coffered slab of the Propylaia on which the titanium bars for the joining of fragments are clearly indicated.

Fig. 15. The ceiling of the west hall of the Propylaia after restoration.

Fig. 16a-b. Consolidation of the columns of the opisthonaos of the Parthenon by means of grouting.

Fig. 17. The columns of the opisthonaos after the completion of grouting.

Fig. 18. Setting of a titanium clamp for the connection of two architectural members that have been filled in with new marble.

Fig. 19. Special types of titanium clamps.

Fig. 20. The crane inside the Parthenon.

Fig. 21. Resetting of an architectural member on the north side of the Parthenon by means of a grab.

Fig. 22. Carving of an Ionic column capital of the Propylaia.

Fig. 23. The outer southern architrave of the SW corner of the Parthenon. On the left, a photograph from the Balanos, archive, showing no crack. On the right, recent photograph depicting the crack on the architrave.

Fig. 24. Plan view and front view of the south wall of the Acropolis where the positions of the electric tomographies are indicated.

Fig. 25. Aerial photograph of the Acropolis where the positions of the accelerographs are indicated.

Fig. 26. Fiber optics network within the north wall of the Acropolis.

Fig. 27. The north side of the Parthenon after the completion of the restoration.

4

Το έργο στον Παρθενώνα

Νίκος Τογανίδης
Λένα Λαμπρινού
Μαριλένα Μεντζίνη
Ροζαλία Χριστοδουλοπούλου
Ελένη-Εύα Τουμπακάρη
Αντιγόνη Βρούβα
Βασιλική Ελευθερίου
Πέτρος Κουφόπουλος

4.1. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΝΑΣΤΗΛΩΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΩΝ ΕΤΩΝ 2000-2011 ΣΤΟΝ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ

Νίκος Τογανίδης
Αρχιτέκτων - Υπεύθυνος έργου μέχρι το 2011.

1. Γενικό πλαίσιο αναγκών

Το αναστηλωτικό έργο του Παρθενώνα στην Ακρόπολη των Αθηνών έχει ιδιαιτερότητες που έπρεπε να ληφθούν υπόψη για την οργάνωση του εργοταξίου και του εξοπλισμού του από το 2000 και μετά. Η περίοδος αυτή σηματοδοτείται με χρηματοδότηση από τα Κοινοτικά προγράμματα που άλλαξαν τους ρυθμούς των έργων (Εικ. 1).

Εικ. 1. Γενική άποψη του ναού και του εργοταξίου.

Είχα την ευτυχία να συμμετέχω στις αναστηλωτικές εργασίες από την αρχή του έργου, δηλαδή το 1984, γεγονός που μου επέτρεψε να έχω μια σφαιρική εικόνα όλων των διαδικασιών, των αναγκών και των προβλημάτων εκτέλεσης του έργου, αλλά παράλληλα και μια καλή εικόνα του διάσπαρτου

υλικού με το οποίο ασχολήθηκα μέχρι το τέλος επιτυγχάνοντας πολυάριθμες ταυτίσεις αρχιτεκτονικών μελών.

Από την εμπειρία που είχαμε αποκτήσει επανεκτιμήσαμε τις παραμέτρους που έπρεπε να ικανοποιούνται : Αυτές ήταν οι ακόλουθες.

Α. ο ασφυκτικά ζωντανός τουριστικά χώρος, με τον Παρθενώνα στο κέντρο της Ακροπόλεως, δεν έπρεπε να διαταραχθεί, τουλάχιστον σημαντικά. Σκέψεις για διακοπή κυκλοφορίας επισκεπτών στο νότιο τμήμα αποκλείστηκαν.

Β. Η διαχείριση και τακτοποίηση του μεγάλου πλήθους των προς αναστήλωση διάσπαρτων ή αποξηλωμένων μελών του μνημείου. Ειδικά τα μέλη των αποξηλωμένων λιθόπλινθων των μακρών τοίχων του σηκού.

Γ. Η διακίνηση πολύ ογκωδών και βαριών νέων όγκων για κατασκευή κατεστραμμένων μελών της τάξεως των 8-13 τόνων.

Δ. Η αποθήκευση και ταξινόμηση των μελών.

Ε. Η εξεύρεση χώρων για την απόθεση και αποκατάσταση μελών.

Ζ. Η εξεύρεση χώρων μεταφόρτωσης ή περιστροφής όγκων.

Η. Η αναβάθμιση του εργοταξιακού εξοπλισμού, ώστε να μπορεί να ανταποκριθεί στις νέες απαιτήσεις των χρονοδιαγραμμάτων.

Θ. Η επείγουσα στελέχωση του έργου με το κατάλληλο επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό που θα έπρεπε και να εκπαιδευτεί με ταχύτατους ρυθμούς.

Στο τελευταίο αυτό σημείο, πρέπει να επισημάνω μία πρόσθετη δυσκολία. Την απογύμνωση του έργου από έμπειρους μηχανικούς, που είχαν απομακρυνθεί από το έργο, παράλληλα με τη συνταξιοδότηση του μέχρι τότε επικεφαλής μαρμαροτεχνίτη και άλλων, καθώς και η μέχρι τότε αδυναμία πρόσληψης και ανανέωσης των συμβάσεων του προσωπικού.

Ι. Η επιδίωξη του μικρότερου κόστους στο μηχανολογικό εξοπλισμό και στην πολλαπλή χρησιμότητά του με ορίζοντα όχι μόνο τις τρέχουσες ανάγκες αλλά και τις μεταγενέστερες.

Κ. Τέλος το σημαντικότερο. Η ασφάλεια του αρχαίου υλικού αλλά και του προσωπικού.

Θα προσπαθήσω στη συνέχεια να παρουσιάσω παρακάτω, πρώτα τον εργοταξιακό εξοπλισμό, που είναι ο μεγάλος άψυχος συντελεστής απαραίτητος όμως στον έμψυχο συντελεστή αυτής της αναστηλωτικής προσπάθειας πολλών ετών και στη συνέχεια την εκπαίδευση του προσωπικού.

Η αγορά δεν διαθέτει μηχανήματα για τις δικές μας ανάγκες, προφανώς διότι δεν υπάρχει συστηματική ζήτηση. Έτσι οι πολλές κατασκευές που φτιάχνουμε, επειδή είναι ιδιοκατασκευές, χρειάζονται βελτίωση μέχρι να διορθωθούν οι ενδεχόμενες αρχικές τους αδυναμίες.

Τα αναστηλωτικά προγράμματα που ολοκληρώθηκαν αυτή την περίοδο ήταν ο Πρόναος, ο Οπισθόναος και η Βόρεια περίσταση.

2. Ο εξοπλισμός του εργοταξίου αναφορικά με το είδος των εργασιών

2.1. Κοπτικά μηχανήματα

Κόφτης μαρμάρων

Η εγκατάσταση ενός κόφτη στον εργοταξιακό χώρο δίπλα στο μνημείο, παρά τις συζητήσεις που προκάλεσε στην ΕΣΜΑ, θεωρήθηκε αναγκαία για την υλοποίηση του έργου.

Ο κόφτης με δύο περιστρεφόμενες κεφαλές εγκαταστάθηκε στο μέσον περίπου της νότιας πλευράς του Παρθενώνα, μεταξύ του μνημείου και του εργαστηρίου. Η δυσκολία του εγχειρήματος ήταν η διαχείριση των αποβλήτων της κοπής, της λεγόμενης «μπουργκάνας». Έτσι, σχεδιάστηκαν ειδικές στεγανές δεξαμενές σταδιακής καθίζησης των αποβλήτων, που άδειαζαν στην αρχή χειρωνακτικά και αργότερα με μηχανική αναρρόφηση. Το υλικό κοπής στράγγιζε σε σάκους και μετά από 2-3 ημέρες ήταν έτοιμο για απόρριψη στα μπάζα. Παράλληλα κατασκευάστηκε και μία ακόμη δεξαμενή σταδιακής καθίζησης, ώστε σε περίπτωση βροχής οι υπερχειλίζουσες δεξαμενές μαζί με τα υπόλοιπα όμβρια να μην χύνονται από τις υδρορροές του νότιου τείχους στους υποκείμενους αρχαιολογικούς χώρους της νότιας κλιτύος. Με κατάλληλη επιλογή των δίσκων κοπής ο θόρυβος από την κοπή ήταν ανεκτός μέσα στο γενικό πλαίσιο του εργοταξίου (Εικ. 2).

Ο κόφτης ήταν εξοπλισμένος με ένα βαγόνι κινούμενο σε ράγες, αρχικά χειρωνακτικά και αργότερα με υδραυλική κίνηση, επάνω στο οποίο τοποθετούνταν τα προς κατεργασία μάρμαρα.

Εκτός από την διαμόρφωση των νέων όγκων, ο κόφτης μείωνε το άπεργο από τις νέες επιφάνειες των συγκολλημένων συμπληρωμάτων επί των αρχαίων μελών αφήνοντας την τελική προς διαμόρφωση επιφάνεια στα τρία χιλιοστά, παρά τις προσπάθειες που έγιναν για περαιτέρω μείωση.

Επάνω στο βαγόνι του κόφτη, αξιοποιώντας την υδραυλική κίνηση, κατασκευάστηκε ένα φορητό περιστρεφόμενο στον κατακόρυφο άξονα τραπέζι. Ο προς διαμόρφωση όγκος έπαιρνε το απαιτούμενο κολουροκωνικό σχήμα σπονδύλου. Στην περίπτωση αυτή η περιστροφή ορίστηκε στις κοπτικές κεφαλές του κόφτη στις 90 μοίρες (Εικ. 3).

Κόφτης σπονδύλων

Το αναστηλωτικό πρόγραμμα αποκατάστασης του Πρόναου και της Βόρειας περίστασης περιελάμβανε πλήθος νέων σπονδύλων αλλά και συμπλήρωση άλλων κατεστραμμένων με νέο μάρμαρο.

Η κατεργασία των νέων σπονδύλων του Προνάου είχαν ανατεθεί στο εργαστήριο Ε. και Κ Φυλακτού. Η διαμόρφωση των ραβδώσεων αυτών των κολουροκωνικών σπονδύλων αποδείχθηκε εξαιρετικά χρονοβόρα. Οι νέοι μαρμαροτεχνίτες χρειάζονταν 2-3 χρόνια εκπαίδευσης σε όλους τους τομείς των αναστηλωτικών εργασιών και δεδομένου του ασφυκτικού χρόνου των χρονοδιαγραμμάτων, κρίθηκε απαραίτητη η κατασκευή κοπτικού μηχανήματος που θα μείωνε τους χρόνους κατεργασίας των σπονδύλων της βόρειας πλευράς που θα ήταν όλοι ραβδωμένοι και έτσι θα

εξασφαλιζόταν περισσότερος χρόνος στους μαρμαροτεχνίτες για άλλες εργασίες αποκατάστασης. Αφού πρώτα μελετήθηκαν οι κινήσεις του μηχανήματος και κρίθηκε ότι έπρεπε να είναι εξοπλισμένο με 7, διαφορετικής διαμέτρου, δίσκους πλάγιας κοπής, ο νέος κόφτης τοποθετήθηκε δίπλα στον άλλον ώστε να έχει τις ίδιες δεξαμενές καθίζησης.

Εικ. 2. Ο κόφτης μαρμάρων.

Εικ. 3. Το περιστρεφόμενο τραπέζι επάνω στο βαγόνι του κόφτη.

Στον κόφτη μαρμάρων γινόταν η κατεργασία των δύο εδρών του σπονδύλου και το αρχικό ξεχόντρισμα της πλευρικής επιφάνειας. Στις δύο έδρες σημαδεύονταν τα κέντρα και η αντίστοιχη περίμετρος, σύμφωνα με την ακτίνα που προέβλεπε η μελέτη. Στην άνω έδρα σχεδιαζόταν το προφίλ των ραβδώσεων ενώ στην κάτω ανοιγόταν στο κέντρο οπή. Στην συνέχεια ο σπόνδυλος κατέληγε στον κόφτη σπονδύλων με την κυκλική βάση που περιστρεφόταν μηχανικά και στο κέντρο της εξείχε ένας πείρος για το κεντράρισμα των σπονδύλων. Η βάση ήταν διαιρεμένη σε είκοσι ίσα τμήματα, όσα και οι ραβδώσεις και μπορούσε να περιστρέφεται και κατά το 1/20 της περιμέτρου. Δίπλα στην κυκλική βάση σε ανεξάρτητο μεταλλικό σκελετό στηρίζονταν οι κοπτικές κεφαλές. Αυτές μπορούσαν να κινούνται ολισθαίνοντας στην επιθυμητή γενέτειρα του κόλουρου κώνου με κατάλληλες ρυθμίσεις του χειριστή (Εικ. 4).

Σε πρώτο στάδιο εντός 3 ημερών περίπου, δημιουργείτο η μορφή του επιθυμητού κόλουρου κώνου. Σε δεύτερο στάδιο ξεχοντρίζονταν μερικώς οι ραβδώσεις με τη επιλογή του κατάλληλου δίσκου. Η όλη διαδικασία διαρκούσε περίπου 1 εβδομάδα.

Πολύ νωρίς διαπιστώθηκε, κατά την κατεργασία των συμπληρωμάτων επί των αρχαίων σπονδύλων, ότι το πλάτος των ραβδώσεων παρουσίαζε μικροδιαφορές, επειδή στην πραγματικότητα η έδρα του σπονδύλου δεν ήταν κύκλος αλλά έλλειψη με μικρή διαφορά διαμέτρων. Αυτή η διαπίστωση επέβαλε να παραμένει περισσότερο άπεργο στις ραβδώσεις. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να απαιτείται περισσότερος χρόνος κατά την in situ κατεργασία των ραβδώσεων. Ωστόσο, η χρήση

του κόφτη των σπονδύλων αποδείχθηκε πολύτιμη για την τήρηση των χρονοδιαγραμμάτων του έργου.

Συρματοκοπή

Από την αρχή του έργου έγινε προμήθεια μιας ισχυρής συρματοκοπής μαρμάρων για την κοπή νέων όγκων. Η χρήση της ήταν πολύ περιορισμένη αρχικά, καθώς δεν απαιτούνταν πολλά νέα συμπληρώματα.

Με το έργο της βόρειας πλευράς και το πλήθος των μαρμάρινων όγκων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν καθοριστική η χρήση της, ώστε να αξιοποιούνται και να κόβονται γρήγορα και αποτελεσματικά τα αναγκαία συμπληρώματα (Εικ. 5).

Εικ. 4. Ο κόφτης σπονδύλων.

Εικ. 5. Η συρματοκοπή με βαγόνι κατά την κοπή επιστυλίου.

Προκειμένου οι όγκοι να διακινούνται εύκολα μέσω του Γερανού- Αναβατορίου, η συρματοκοπή εγκαταστάθηκε στην ΝΑ κλιτύ της Ακροπόλεως και στην εμβέλεια του γερανού. Στο χώρο αυτό είχε εγκατασταθεί ένα μικρό τριμελές συνεργείο επιφορτισμένο με την ασφαλή διακίνηση όλων των φορτίων, που είναι αναγκαία για την λειτουργία των αναστηλωτικών εργασιών. Μέρος των καθηκόντων τους ήταν και η διακίνηση-αποθήκευση και κοπή των μαρμάρινων όγκων. Για την διευκόλυνση της διαδικασίας κοπής, σχεδιάστηκε ένα περιστρεφόμενο βαγόνι αντοχής φορτίου 10-11 τόνων, κινούμενο σε τροχιές στον άξονα Α-Δ. Έτσι ένα κομμένο μάρμαρο από την συρματοκοπή εύκολα όδευε στο γάντζο του αναβατορίου και εν συνεχεία οδηγείτο στα έργα και το αντίστροφο. Με την προσθήκη αυτού του περιστρεφόμενου βαγονιού η διαδικασία κοπής έγινε ευκολότερη.

2.2. Ανυψωτικά μέσα

Τετρακίνητο γερανοφόρο όχημα εξυπηρέτησης πλατφόρμας αναβατορίου

Ο χώρος αποθήκευσης μαρμάρων, κάτω από τον Γερανό- Αναβατόριο, λειτουργούσε αρχικά με ενοικιαζόμενα ανυψωτικά μέσα και συνεχίστηκε για τα πολύ μεγάλα φορτία. Η ανάγκη κάποιου μέσου για τη συνεχή τακτοποίηση του αποθηκευτικού χώρου, που ήταν περιορισμένος και τη διακίνηση των μικρότερων φορτίων πάσης φύσεως, οδήγησε στη διερεύνηση λύσεων με γνώμονα, το κόστος, την ευκολία διακίνησης των φορτίων, την επιβάρυνση του περιβάλλοντος αρχαιολογικού χώρου από τις κατασκευές υποδομών και την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης. Ως βέλτιστη λύση αποδείχθηκε ένα τετρακίνητο γερανοφόρο όχημα που κινείτο σε κλίσεις μέχρι και 60^{o}, διέθετε τηλεσκοπικό βραχίονα και εξοπλιζόταν εύκολα με μπασδέκα, πιρούνια ή κάδο. Το φορτίο ανύψωσης ήταν σχεδόν 4 τόνοι (Εικ. 6).

Εικ. 6. Το τετρακίνητο γερανοφόρο όχημα με μπασδέκα

Γερανός εξωτερικός POTAIN

Το αναστηλωτικό έργο ξεκίνησε με την εγκατάσταση στο εσωτερικό του ναού ενός γερανού τύπου Derrick, με μειωμένες τις ταχύτητές του ώστε να μπορεί να εκτελέσει αναστηλωτικές εργασίες. Ο γερανός αυτός ήταν σταθερός, εδραζόμενος σε τρία σημεία. Είχε μετακινηθεί ήδη 2 φορές με μεγάλη προσπάθεια και την βοήθεια σχεδόν όλων των εργαζομένων. Η εκτέλεση του προγράμματος της βόρειας περίστασης και η διακίνηση των φορτίων κατέδειξε ότι ο εσωτερικός γερανός δεν μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες του έργου. Έτσι αποφασίστηκε η προμήθεια ενός νέου γερανού. Ο νέος γερανός POTAIN, συγκρινόμενος με τον εσωτερικό γερανό τύπου Derrick του 1984, ήταν πιο εξελιγμένος τεχνολογικά, διέθετε συστήματα ασφαλείας για υπερφόρτωση και ανατροπή, τηλεχειρισμό και λειτουργούσε με πιο αργές ταχύτητες ανύψωσης. Το βελόνι του ήταν 30 μέτρα χωρίς δυνατότητα αυξομείωσής του. Κινείτο με δύο ταχύτητες σε σιδηροτροχιές, εδραζόμενες σε ειδικά κατασκευασμένη βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα (Εικ. 7).

Εικ. 7. Ο γερανός Potain στην βόρεια πλευρά του ναού

Ειδική μέριμνα είχε ληφθεί, όπως γίνεται για κάθε μεγάλο μηχάνημα ή αντικείμενο που πρόκειται να ανέβει στην Ακρόπολη, στα βάρη και τα μεγέθη των τμημάτων του, λόγω των ειδικών περιοριστικών συνθηκών στην περιοχή του γερανού αναβατορίου, αλλά και των διατιθέμενων μέσων διακίνησης (περονοφόρο) επί του εδάφους.

Τα τμήματα του γερανού μεταφέρθηκαν πλησίον της βόρειας πλευράς του ναού και αποτέθηκαν σε κατάλληλες θέσεις που είχαν προετοιμαστεί. Η συναρμολόγηση έγινε με τη βοήθεια του εσωτερικού γερανού Derrick και του περονοφόρου οχήματος της υπηρεσίας και διήρκεσε περίπου μια εβδομάδα με προσωπικό του αναδόχου αλλά και μέρος του προσωπικού του έργου. Ο γερανός επιχρωματίστηκε λευκός για αισθητικούς λόγους.

Βελτίωση τροχιών εσωτερικού γερανού HAULOTTE τύπου Derrick

Με την ύπαρξη του εξωτερικού γερανού ο ρόλος του εσωτερικού γερανού τύπου Derrick επαναπροσδιορίστηκε. Ήταν ο βασικός διακινητής φορτίων από τα εργαστήρια στο Ναό και αντίστροφα, και παράλληλα εκτελούσε εργασίες για το πρόγραμμα της βόρειας περίστασης (Εικ. 8).

Ο γερανός κατά την αρχική του τοποθέτηση στο εσωτερικό του σηκού εδραζόταν σε ένα εκφορικό σύστημα τυποποιημένων σιδηρών δοκών ώστε να επιμερίζονται τα φορτία στο δάπεδο εργασίας, που προστάτευε το αρχαίο δάπεδο. Η πίεση αυτή έφτανε τους 4 τόνους ανά τετραγωνικό μέτρο και

θεωρήθηκε ικανοποιητική. Ο γερανός είχε δυνατότητα μετακίνησης 4 μέτρων χωρίς μετατόπιση των πελμάτων. Επιπλέον εξασφαλίστηκαν συμπληρωματικά ζεύγη σιδηρών δοκών που επέκτειναν την διαδρομή στα 14 μέτρα. Η μετακίνηση γινόταν χειροκίνητα με παλάγκα και όχι ηλεκτροκίνητα για την αποφυγή ατυχήματος. Το μειονέκτημα της λύσης αυτής ήταν η κατάληψη ωφέλιμου χώρου στον σηκό.

Κυκλικές τροχιές εσωτερικού γερανού HAULOTTE τύπου Derrick

Ο γερανός Derrick διαθέτει έναν κατακόρυφο ιστό που εξασφαλίζεται από δύο αντηρίδες. Αυτή η κατασκευαστική λεπτομέρεια, περιορίζει την δυνατότητα περιστροφής του μέχρι τις 270^{o}. Ο γερανός εκτός από τις αναστηλωτικές εργασίες εκτελούσε και την διακίνηση των φορτίων από και προς τον χώρο των εργαστηρίων. Ο γερανός υποστήριξε τις εργασίες στο δυτικό τμήμα της βόρεια περίστασης αλλά στη συνέχεια όταν οι εργασίες επεκτάθηκαν ανατολικότερα, απαιτήθηκε η περιστροφή του γερανού στη βάση του κατά 60^{o} παραμένοντας στις ίδιες τροχιές κύλισης. Για την περιστροφή, με πρόταση του Σ. Οικονομόπουλου, κατασκευάστηκαν 4 δοκοί διπλού ταυ κυκλικής διατομής και χρησιμοποιήθηκαν μαζί με υπάρχουσες σιδηροδοκούς, γρύλλους και «κιθάρα» (έλξη συρματόσχοινου). Η περιστροφή πραγματοποιήθηκε σε 3 ημέρες με δμελές συνεργείο με απόλυτη επιτυχία. Έτσι ο γερανός μπόρεσε να συνεχίσει την διαδρομή ακολουθώντας τις εργασίες στη βόρεια πλευρά χωρίς διακοπή της επικοινωνίας με τα εργαστήρια (Εικ. 9).

Εικ. 8. Οι εργασίες μετακίνησης του γερανού Derrick.

Εικ. 9. Οι κυκλικές τροχιές του γερανού Derrick.

Νέα γερανογέφυρα 12 τόνων στη νότια πλευρά του Παρθενώνα

Ένα από τα πρώτα μηχανήματα που απέκτησε το νεοσύστατο συνεργείο του Παρθενώνα το 1983, ήταν μια γερανογέφυρα ανυψωτικής ικανότητας 5 τόνων εγκατεστημένη κατά μήκος της νότιας

πλευρά του ναού. Η γερανογέφυρα ήταν ανισοσκελής λόγω του κεκλιμένου εδάφους και είχε άνοιγμα τροχιών 9 μέτρα. Προκειμένου να σηκώσει μεγαλύτερο επίμηκες φορτίο μπορούσε να προστεθεί ένα πρόσθετο βαρουλκοφορείο 10 τόνων. Με τέτοια διάταξη μεταφέρθηκε το νέο μάρμαρο για το δυτικό υπέρθυρο, μήκους 7 μέτρων και βάρους 13 τόνων.

Σταδιακά όμως με τον περιορισμό των ελεύθερων χώρων, του ελεύθερου ύψους αλλά και των συγκεντρωμένων φορτίων των μαρμάρων των νέων σπονδύλων της τάξεως των 11 τόνων, η γερανογέφυρα ήταν ανεπαρκής.

Απαιτήθηκε μια καινούργια γερανογέφυρα μεγαλύτερου ύψους και ανυψωτικής ικανότητας 12,5 τόνων, που διέθετε πρόβολο προς τον νότο για την εξυπηρέτηση των φορτίων που μεταφέρονταν από τον γερανό αναβατόριο της ΝΑ γωνίας, με το 15 τόνων βαγόνι. Η γερανογέφυρα ήταν εξοπλισμένη με ζυγό φορτίων και ηχητική προειδοποίηση κίνησης (Εικ. 10).

Ο πρόβολος μπορούσε να σηκώσει 3 τόνους , ενώ με την προσθήκη αντιβάρου 3 τόνων από οπλισμένο σκυρόδεμα στο απέναντι βόρειο σκέλος της γέφυρας, μπορούσε να σηκώσει 7 τόνους. Επίσης μπορούσε να εξυπηρετήσει τις ανάγκες διακίνησης φορτίων στον χώρο του νέου παντογράφου, για τον οποίο κατασκευάστηκε συρόμενη οροφή. Η παλαιά γερανογέφυρα παραχωρήθηκε στο εργοτάξιο του Ναού της Αθηνάς Νίκης.

Φορητές γερανογέφυρες διαφόρων τύπων

Οι αναστηλωτικές εργασίες περιλαμβάνουν συγκολλήσεις θραυσμάτων. Τα θραύσματα ταυτίζονται στο κύριο σώμα του μέλους για να συγκολληθούν.

Για την εργασία αυτή το προσωπικό χρησιμοποιεί μέσα για την μετακίνηση των θραυσμάτων οριζοντίως ή καθέτως για μεγάλο χρονικό διάστημα, δηλαδή φορητές γερανογέφυρες με ηλεκτροκίνητο ή χειροκίνητο παλάγκο. Αυτές έχουν ένα μεταλλικό σκελετό επάνω στον οποίο εδράζεται μία δοκός διπλού ταυ εξοπλισμένη με βαρουλκοφορείο και παλάγκο. Χρησιμοποιούνται σε υπαίθριους και στεγασμένους χώρους κατά περίπτωση και είναι σταθερές ή κινητές. Κατά καιρούς χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από ικριώματα τύπου Βιοσώλ (Εικ. 11).

2.3. Εξοπλισμός συγκολλήσεων μαρμάρων

Τράπεζες συγκόλλησης

Η διαδικασία των συγκολλήσεων εξελίχθηκε με την πάροδο των χρόνων με την φροντίδα των μηχανικών της Ακροπόλεως και σήμερα έχει πια τυποποιηθεί. Χρησιμοποιούνται οι τράπεζες συγκόλλησης. Πρόκειται για στιβαρές μεταλλικές κατασκευές που έχουν ένα σταθερό μεταλλικό βάθρο συνδεδεμένο άλλοτε με ένα μεταλλικό βαγόνι που κινείται σε σιδηροτροχιές και άλλοτε δύο ή περισσότερα βαγόνια σε τροχιές. Το βάθρο και τα βαγόνια είναι ίδιου ύψους και οι επιφάνειές τους είναι *πλανισμένες* και αλφαδιασμένες.

Εικ. 10. Η γερανογέφυρα 12,5 τόνων κατά την μεταφορά μαρμάρινου όγκου.

Εικ. 11. Συγκόλληση συμπληρώματος με βοήθεια φορητής γερανογέφυρας.

Αρχικά τα βάθρα και οι τροχιές ήταν πακτωμένα στο έδαφος αλλά για μεγαλύτερη ευελιξία αργότερα σχεδιάστηκαν μεταλλικοί σκελετοί με βάθρο και βαγόνι που μπορούσαν να μεταφερθούν σε διαθέσιμο χώρο του εργοταξίου εξυπηρετούμενο όμως πάντοτε από κατάλληλο ανυψωτικό σύστημα. Πχ. Γερανός, γερανογέφυρα, περονοφόρο.

Η διαδικασία συγκόλλησης είναι η ακόλουθη.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε να συγκολλήσουμε ένα θραυσμένο επιστήλιο σε δύο κομμάτια. Τοποθετείται στο βάθρο το ένα τμήμα επάνω σε πλανισμένους τάκους από σκληρό πλαστικό με το πρόσωπό του παράλληλο με τον άξονα των σιδηροτροχιών ή για ευκολία παράλληλα με τις πλευρές του βαγονιού που είναι γωνιασμένο. Το υπόλοιπο τμήμα τοποθετείται στο κινητό βαγόνι επίσης σε ίδιους τάκους, φροντίζοντας το πρόσωπό του να είναι παράλληλο με τις τροχιές ή απλώς παράλληλο με την πλευρά του βαγονιού που είναι και αυτό γωνιασμένο. Τα τμήματα των μαρμάρων απέχουν το ίδιο από την ίδια πλευρά του βαγονιού. Τα άκρα του μαρμάρινου μέλους που θα έρθουν σε επαφή εξέχουν από το βάθρο και το βαγόνι αντιστοίχως. Με το πλησίασμα του βαγονιού στο βάθρο ελέγχουμε την ακρίβεια της επαφής των μαρμάρων και διορθώνουμε όπου χρειάζεται. Στην συνέχεια ο πολ. Μηχανικός σύμφωνα με το στατικό σχέδιο δομικής αποκατάστασης του μέλους, ορίζει την θέση των οπλισμών. Εφόσον θα χρησιμοποιήσει κρυφούς οπλισμούς για την αποκατάσταση είναι υποχρεωμένος να τους τοποθετήσει παράλληλους με τις τροχιές και την επιφάνεια βάθρου και βαγονιού. Σημαδεύει τους άξονες των οπλισμών και αποχωρίζεται το βαγόνι από το βάθρο. Σημαδεύει στις επιφάνειες θραύσης την ακριβή θέση του οπλισμού. Ακολουθεί η διάτρηση στο

ανάλογο βάθος. Επειδή οι επιφάνειες θραύσης θα κολληθούν με λευκό τσιμέντο και το μήκος του μέλους θα αυξηθεί, οι επιφάνειες θραύσης απομειώνονται σε μικρό βάθος και ακολουθεί η συγκόλληση και περίσφιξη του μέλους για μερικές ημέρες.

Λόγω των διαστάσεων των προς συγκόλληση τμημάτων οι συγκολλήσεις δεν γίνονται χωρίς την χρήση τράπεζας. Σε περιόδους αιχμής χρησιμοποιούνται πολλές τράπεζες για ταυτόχρονες εργασίες . Το εργοτάξιο διαθέτει 7 τράπεζες συγκόλλησης με σταθερά και κινητά βαγόνια, μεγάλου ή μικρότερου φορτίου. Μία από τις τράπεζες εξοπλίστηκε δοκιμαστικά με κεκλιμένες επιφάνειες ώστε να μπορεί ο τεχνικός να ελέγχει όλες τις επιφάνειες επαφής. Το σύστημα δεν βρήκε ανταπόκριση στην πράξη για διάφορους λόγους. Η καλλίτερη επιβράβευση ενός συστήματος είναι η ευρεία χρήση του στην πράξη από όλους τους εμπλεκόμενους (Εικ. 12).

Εικ. 12. Άποψη των τραπεζών κατά την συγκόλληση μαρμάρων.

2.4. Εξοπλισμός κατεργασίας μαρμάρου

Βελτίωση παλαιού παντογράφου

Το εργοτάξιο είναι εξοπλισμένο με δύο παντογράφους. Ο πρώτος ήταν μια ελληνική ιδιοκατασκευή και χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα της Ανατολικής πλευράς όπου οι απαιτήσεις συμπληρώσεως των μελών με νέο μάρμαρο ήταν περιορισμένες. Με την έναρξη όμως της νέας περιόδου, απαιτήθηκε η βελτίωση του μηχανήματος που αντιμετωπίστηκε σε συνεργασία με τον κατασκευαστή.

Ο παντογράφος διέθετε δύο περιστρεφόμενες περί κατακόρυφο άξονα τράπεζες για την δυνατότητα κατασκευής περίοπτου αντικειμένου, πχ. αγάλματος. Επειδή αυτό δεν αποκρινόταν στις απαιτήσεις του έργου δοκιμαστικά επιχειρήθηκε η αντικατάσταση των τραπεζών με δύο μεταλλικές επιφάνειες με δυνατότητα ανάκλισης, αλλά χωρίς αποτέλεσμα. Τελικά στη θέση των δύο τραπεζών κατασκευάστηκε μία ενιαία μεταλλική επιφάνεια πλανισμένη και με χαραγμένο κάναβο ώστε να

μπορεί εύκολα ο χειριστής να τοποθετεί μάρμαρο προς κατεργασία αντιγραφής και γύψινο αντίγραφο στη σωστή θέση (Εικ. 13).

Παράλληλα υπήρχε δυσκολία φόρτωσης του παντογράφου κυρίως με το βαρύτερο μάρμαρο και χρειάζονταν τη βοήθεια τεχνικού προσωπικού εκτός του χειριστού.

Κατασκευάστηκε σαν πρόσθετος εξοπλισμός, ένα μεταλλικό φορείο με κύλιστρα, συνεπίπεδο με την ενιαία μεταλλική επιφάνεια κατεργασίας του παντογράφου. Η γερανογέφυρα μετέφερε από τον εξωτερικό χώρο το μάρμαρο προς αντιγραφή και αυτό τοποθετείτο στο φορείο με τα κύλιστρα για να οδηγηθεί στον παντογράφο. Το σύστημα εφαρμόστηκε περιορισμένα για μικρά φορτία με την κατασκευή στο εσωτερικό του χώρου δοκού διατομής διπλού ταυ και βαρουλκοφορείου.

Σημαντικό στοιχείο για την απόδοση του μηχανήματος ήταν η εκπαίδευση του χειριστή.

Ο νέος Παντογράφος

Στο δυτικότερο άκρο των εργαστηρίων στη νότια πλευρά του ναού εγκαταστάθηκε ο νέος σύγχρονος τεχνολογικά παντογράφος. Η αδυναμία αντιμετώπισης μεγάλων όγκων μαρμάρου όπως σπονδύλων, συμπληρωμάτων επιστυλίων, γείσων από τον παλιό παντογράφο αλλά και η μείωση του αριθμού των εκμαγείων που κατασκευάζονταν οδήγησε στη διερεύνηση για την αγορά ενός νέου μηχανήματος, μίας αυτόματης μηχανής C.N.C. (computer numerical control). Επειδή δεν υπήρχαν τέτοια μηχανήματα στον Ελλαδικό χώρο, αναζητήθηκαν κατασκευάστριες εταιρίες κυρίως Ιταλικές. Για τον σκοπό αυτό μεταβήκαμε στην Ιταλία, όπου παρακολουθήσαμε την εκτέλεση δοκιμαστικού αντιγράφου ενός πολύπλοκου εκμαγείου από σπόνδυλο σε μάρμαρο γκρί Καράρας. Το αποτέλεσμα της κατεργασίας ήταν απογοητευτικό. Μεταξύ εκμαγείου και αντιγράφου υπήρχαν διαφορές της τάξεως του εκατοστού. Επιπρόσθετα το μέγεθος της μηχανής ήταν εκτός κλίμακας για τα εργοταξιακά μας δεδομένα.

Μετά από αυτό, προκηρύχθηκε διεθνής διαγωνισμός όπου ο κάθε ενδιαφερόμενος θα πρότεινε το κατάλληλο συμβατικό μηχάνημα αντιγραφής σύμφωνα με τις προδιαγραφές μας.

Ο διαγωνισμός ανέδειξε το μηχανουργείο Β. Παρχαρίδη. Η καινοτομία της πρότασης συνίστατο στα τραπέζια κατεργασίας του παντογράφου που θα μπορούσαν να ανεβοκατεβαίνουν συγχρονισμένα ενώ θα μπορούσαν να λαμβάνουν ταυτόχρονες κλίσεις προς όλες τις κατευθύνσεις. Με αυτό τον τρόπο αυξάνονταν οι δυνατότητες κατεργασίας σε σχέση με έναν συμβατικό παντογράφο (Εικ. 14).

Για μικρότερη αισθητική επιβάρυνση το δάπεδο του χώρου εγκατάστασης βυθίστηκε περίπου 150 εκ., όσο επέτρεπαν τα λείψανα των υποκείμενων εγκαταστάσεων των αρχαίων εργαστηρίων κατασκευής του Παρθενώνα. Ο νέος αυτός παντογράφος λειτούργησε σωστά. Για τον περιορισμό του θορύβου τροποποιήθηκαν τα συμβατικά κοπτικά εργαλεία με ηλεκτρολιζέ.

Εικ. 13. Ο παλαιός παντογράφος με νέα βάση και μονοραϊλ φόρτωσης.

Εικ. 14. Ο νέος παντογράφος κατά την διαμόρφωση συμπληρώματος.

Ανάθεση κατεργασίας μαρμάρου σε ιδιώτες

Για την επίσπευση των εργασιών ένα μέρος της κατεργασίας του μαρμάρου, ειδικών διαστάσεων, ανατέθηκε σε ιδιώτες.

Η συνεργασία μας με ιδιώτες χωρίζεται σε δύο τομείς.

Α. Παραγγελία νέων αρχιτεκτονικών μελών.

Αφορά στην κατασκευή 2 γείσων και 3 τριγλύφων της βόρειας πλευράς, με προδιαγραφές από την αρχιτέκτονα Ρ. Χριστοδουλοπούλου, που ανατέθηκε στην εταιρεία «Φυλακτός» στην Θεσσαλονίκη.

Β. Παραγγελία συμπληρωμάτων κυρίως μεγάλου μήκους.

Αυτά ανατέθηκαν στην εταιρεία Μάρμαρα Venus Α.Ε.Β.Ε. στο Κορωπί Αττικής, που διαθέτει μηχάνημα αντιγραφής C.N.C. 5 αξόνων.

Τα πρώτα μεγάλα συμπληρώματα παρουσίαζαν προβλήματα παραμόρφωσης στα άκρα, της τάξεως του εκατοστού. Τα εκμαγεία που αποστέλλονταν στο εργοστάσιο σαρώνονταν σε κλειστό χώρο με τη λήψη πολλών διαδοχικών επικαλυπτόμενων τμημάτων και παρήγετο η τρισδιάστατη εικόνα του αντικειμένου. Στο γεγονός αυτό οφειλόταν το πρόβλημα της παραμόρφωσης στα άκρα, που αντιμετωπίστηκε λαμβάνοντας χαρακτηριστικά τοπογραφικά σημεία στο εκμαγείο και προσαρμόζοντας την τρισδιάστατη εικόνα στις νέες μετρήσεις.

Η ταχύτητα εκτέλεσης των αντιγράφων σε σχέση με τον παντογράφο ήταν μεγαλύτερη, με σχέση 1/3 ή 1/4 αλλά είχε μεγάλο κόστος.

Διάτρηση μαρμάρων- ponταδόρος

Κατά τις εργασίες αποκατάστασης στις συγκολλήσεις θραυσμένων μελών απαιτείται η διάτρηση των επιφανειών επαφής σε κατάλληλα βάθη ώστε να τοποθετηθεί οπλισμός τιτανίου κατάλληλου μήκους και διατομής χωρίς να καταστραφεί η εξωτερική επιφάνεια και ο οπλισμός να είναι αφανής.

Το πρώτο βήμα είναι η συναρμογή των θραυσμένων τμημάτων που τοποθετούνται στις άκρες δύο βαγονιών. Το επόμενο βήμα είναι το σημάδεμα της θέσης των οπλισμών στην μία επιφάνεια θραύσης και η μεταφορά των ίδιων σημείων στην απέναντι επιφάνεια. Στη συνέχεια καθορίζονται άξονες παράλληλοι με τον άξονα κίνησης των βαγονιών, ώστε να γίνουν οι διατρήσεις στα δύο θραύσματα. Για την διαδικασία αυτή χρειάζονται 3 άτομα. Προκειμένου να μειωθεί ο αριθμός των ατόμων, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε ένα σύστημα που θα τοποθετείτο ανάμεσα στα δύο βαγόνια επί των ραγών μετά την απομάκρυνσή τους από την συναρμογή.

Το σύστημα ήταν ένα μεταλλικό τελάρο τοποθετημένο εγκάρσια στις τροχιές των βαγονιών και είχε μία οριζόντια δοκό που ολίσθαινε με ηλεκτροκίνηση στις δύο κατακόρυφες πλευρές του τελάρου. Στην οριζόντια δοκό προσαρμόστηκε σε κάθετη διεύθυνση ένα διατρητικό τρυπάνι παράλληλα με τις τροχιές. Με αυτό γινόταν διάτρηση της μίας επιφάνειας στην απαιτούμενη από την μελέτη θέση και στην συνέχεια με αναστροφή του τρυπανιού κατά 180^{o} ανοίγονταν αντίστοιχες οπές στην απέναντι επιφάνεια. Η εργασία τώρα μπορούσε να εκτελεστεί από ένα άτομο.

Αυτή η κατασκευή αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί και για διατρήσεις μεγάλου μήκους, όπως επιστήλια ή δοκούς. Χρησιμοποιήθηκαν τρυπάνια συμβατικά με δυνατότητα επέκτασης στο επιθυμητό μήκος διάτρησης. Σε διατρήσεις μεγαλύτερες των 3 μέτρων παρατηρήθηκαν αποκλίσεις έως και τρία εκατοστά. Επειδή όμως οι διατρήσεις μεγάλου μήκους ήταν πάντα απαραίτητες, δοκιμάστηκε διάτρηση με ποτηροτρύπανα διαμέτρου 20 χιλ., που μπορούσαν να επιμηκυνθούν με βίδωμα. Έτσι, βελτιώθηκε η ακρίβεια, μειώνοντας την απόκλιση από την ευθυγραμμία σε 0,5-1 εκατ. ανά τρία μέτρα.

Το σύστημα επαναχρησιμοποιήθηκε με τροποποίηση σαν ponταδόρος αφού εξοπλίστηκε με ποτηροτρύπανο νερού. Συγχρόνως με το διατρητικό τρυπάνι τοποθετήθηκε μία βελόνα παράλληλη με τον άξονα του τρυπανιού, στο ίδιο κατακόρυφο επίπεδο και μήκους όσο το εκάστοτε χρησιμοποιούμενο ποτήρι. Στο επίπεδο αυτό η βελόνα μπορούσε να πλησιάζει ή να απομακρύνεται από τον άξονα του ποτηριού (Εικ. 15).

Απέναντι από το σύστημα τοποθετείτο στο κάτω μέρος το μάρμαρο προς ponτάρισμα και επάνω του σε τάκους το αντίστοιχο εκμαγείο. Ρυθμιζόταν η απόσταση της βελόνας από το ποτήρι ,τόσο όσο ήταν η απόσταση του κάτω μέρους του μαρμάρου από το εκμαγείο. Η διαδικασία ήταν απλή. Ακολουθούσε η διάτρηση του μαρμάρου μέχρι η βελόνα να έρθει σε επαφή με το εκμαγείο, οπότε το σύστημα (ποτήρι-βελόνα) μεταφερόταν σε γειτονική θέση κ.οκ. Στο τέλος απομακρύνονταν με θραύση όλα τα «καρώτα» που δημιουργούνταν από την διάτρηση καθώς και τα εναπομένοντα

τμήματα μαρμάρου. Το αποτέλεσμα ήταν ο απαιτούμενος όγκος να έχει μορφοποιηθεί σύμφωνα με το εκμαγείο και να δίνεται στους μαρμαροτεχνίτες με το δυσκολότερο και πιο επίπονο στάδιο του ‘ξεχοντρίσματος¨ έτοιμο. Ας σημειωθεί ότι την κατεργασία αυτή μπορούσε να την εκτελέσει και ανειδίκευτο άτομο και δεν διαρκούσε περισσότερο από 3-4 ημέρες.

Διατρητικά τρυπάνια

Τα πρώτα χρόνια των εργασιών σε ορισμένες περιπτώσεις για την διαμόρφωση συμπληρώματος από κάποιον σε σύντομο χρόνο σχεδιαζόταν το μέγιστο περίγραμμα του συμπληρώματος επάνω στο μάρμαρο και με ένα τρυπάνι «γαζωνόταν» το περίγραμμα μέχρι να αποκοπεί από τον αρχικό όγκο. Η διαδικασία φάνταζε πρωτόγονη (Εικ. 16).

Για να βελτιωθεί η απόδοση αγοράστηκαν ποτηροτρύπανα νερού με ειδική βάση που μπορούσαν να κολλήσουν επάνω στο μάρμαρο με κενό αέρος και να εκτελέσουν τη διάτρηση εύκολα. Αυτά τα τρυπάνια χρησιμοποιήθηκαν και στον πονταδόρο.

Εικ. 15. Η μηχανή διάτρησης μαρμάρων-πονταδόρος.

Εικ. 16. Το φορητό διατρητικό τρυπάνι με βεντούζα κενού.

3. Τα εργαστήρια

Κατασκευή μεταλλικού παταριού

Επειδή μεγάλο τμήμα του σηκού καταλάμβανε ο γερανός και οι αποσυναρμολογημένες λιθόπλινθοι των τοίχων αποφασίστηκε η διαμόρφωση επιφάνειας εργασίας με την δημιουργία ενός δεύτερου επιπέδου. Εντός του σηκού, στο δυτικό τμήμα του, σχεδιάστηκε μία μεταλλική κατασκευή, ένα πατάρι, διαστάσεων 15μ. Χ 5μ. (Εικ. 17). Τα μεταλλικά στοιχεία μεταφέρθηκαν στο εσωτερικό

του ναού, όπου με την βοήθεια του εσωτερικού γερανού συναρμολογήθηκαν. Η κατασκευή αγκυρώθηκε στο δάπεδο εργασίας από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η οροφή του παταριού στρώθηκε με δοκούς από σιδερόξυλα και το σύνολο μπορούσε να δεχτεί φορτίο 70 τόνων. Σε αυτό το διαμορφωμένο δάπεδο, τοποθετήθηκαν δύο επάλληλοι προκατασκευασμένοι οικίσκοι 3μ. Χ 6μ., μεταλλικής κατασκευής από την ISOBAU επενδεδυμένοι με πάνελ σάντουιτς αλουμινίου και πολυουρεθάνης, που στέγασαν την ομάδα συντηρητών του Παρθενώνα. Η υπόλοιπη επιφάνεια χρησίμευσε ως αποθηκευτικός χώρος αποσυναρμολογημένων αρχιτεκτονικών μελών που δέχονταν συντήρηση μακριά από τις σκόνες του εργοταξίου. Η κατασκευή του ισογείου καλύφθηκε με πάνελ σάντουιτς αλουμινίου και πολυουρεθάνης και εξοπλίστηκε με επάλληλες συρόμενες πόρτες. Έτσι στον άξονα του ναού εξασφαλίστηκε ευρύ πέρασμα για τις κυκλοφοριακές ανάγκες του εργοταξίου.

Εικ. 17. Κατασκευή μεταλλικού παταριού και εργαστήρια συντηρητών.

Κατασκευή νέων κινητών εργαστηρίων

Οι εργασίες σε μη στεγασμένο χώρο διακόπτονται συχνά από τις καιρικές συνθήκες. Προκειμένου να υπάρχει δυνατότητα συνέχισης των εργασιών παρά τις αντίξοες συνθήκες διαμορφώθηκαν ειδικοί χώροι, πρόχειρα υπόστεγα, που μπορούσαν να φιλοξενήσουν τους τεχνίτες με τον απαραίτητο εξοπλισμό των εργασιών αποκατάστασης. Στην περίπτωση που η μετακίνηση ενός μαρμάρινου όγκου ήταν δυσχερής κατασκευάστηκε ένα κινητό υπόστεγο, 3μ. Χ 3μ. από μεταλλικές κοιλοδοκούς 50χιλ.Χ50χιλ., εξοπλισμένο με τέντες και άνοιγμα στην μία πλευρά, που κατά περίπτωση

χρησιμοποιήθηκε και ως χώρος φύλαξης εκμαγείων. Παρόμοιες κατασκευές με μεταλλικό σκελετό και επένδυση με κόντρα πλακέ θαλάσσης χρησιμοποιήθηκαν σαν αποθήκες και χώροι προσωπικού.

Εσωτερική διαρρύθμιση-επεκτάσεις υφισταμένων εργαστηρίων και γραφείων

Με την έναρξη των εργασιών και την πρόσληψη νέου προσωπικού υπήρξε ανάγκη δημιουργίας νέων χώρων εργαστηρίων και βελτίωσης των υπαρχόντων. Επεκτάθηκαν οι χώροι των ιματιοθηκών και δημιουργήθηκε νέος χώρος εστιατορίου νοτιότερα. Η αποθήκη που φυλάσσονταν τα αρχιτεκτονικά μέλη με γραπτό και γλυπτό διάκοσμο, που είχε συγκεντρώσει παλαιότερα ο Μ. Κορρές, μεταφέρθηκε βορείως του παλαιού Μουσείου σε περιφραγμένο και στεγασμένο χώρο που διαμορφώθηκε. Στη θέση της αποθήκης, σε βάθος ενός μέτρου κάτω από το έδαφος, δημιουργήθηκε χώρος γραφείου. Ο εσωτερικός χώρος στέγασης των γραφείων τροποποιήθηκε για να υποδεχτεί το αυξημένο τεχνικό προσωπικό.

Το 2011 η αποθήκη των υλικών τροποποιήθηκε και οργανώθηκε καλύτερα ο εσωτερικός χώρος.

4. Ανατρεπόμενοι κάδοι αποκομιδής υλικών

Η αντιμετώπιση πρακτικών προβλημάτων όπως η αποκομιδή και μεταφορά των αποβλήτων τριών εργοταξίων και ενός αρχαιολογικού χώρου, απασχόλησε πολλές φορές την υπηρεσία. Για το λόγο αυτό σχεδιάστηκαν τέσσερεις μικροί κάδοι, χωρητικότητας περίπου ενός κυβικού μέτρου, έκαστος με σύστημα ανατροπής και δυνατότητα διέλευσης από τα στενά σημεία του εργοταξίου. Έτσι οργανώθηκε μια συντονισμένη και ασφαλής επιχείρηση αποκομιδής αποβλήτων.

5. Ανυψωτικά εργαλεία

Αρπάγες γείσων

Με την έναρξη του προγράμματος της βόρειας περίστασης, τα πρώτα προς αποσυναρμολόγηση μέλη ήταν γείσα, που στην πλειονότητα τους είχαν συμπληρωμένο το πίσω τμήμα τους με οπλισμένο σκυρόδεμα.

Πρώτη μέριμνα ήταν η ασφάλεια των αρχιτεκτονικών μελών προς καταβίβαση. Επειδή δεν ήταν γνωστή εκ των προτέρων η αντοχή των συμπληρώσεων οπλισμένου σκυροδέματος, σχεδιάστηκε, από τον γράφοντα, μία ειδική αρπάγη από κοιλοδοκούς. Η αρπάγη με ειδικές διατάξεις έπιανε το πρόσθιο μέρος του γείσου και το αγκύρωνε στο οπίσθιο. Παράλληλα τοποθετείτο μία φουρκέτα που εξασφάλιζε το γείσο από διάρρηξη κάμψης. Ακολουθούσε επιμελής περίδεση και το γείσο απομακρυνόταν από το μνημείο (Εικ. 18).

Εικ. 18. Η χρήση της αρπάγης κατά την αποσυναρμολόγηση γείσου του βόρειου θριγκού.

Αρπάγη γείσων - διαζωμάτων

Για την επανατοποθέτηση των γείσων, επειδή το πίσω μέρος των μελών ήταν πλέον συμπληρωμένο από μάρμαρο δεν μπορούσε να εφαρμοστεί το ίδιο σύστημα που χρησιμοποιήθηκε στην αποξήλωση τους.

Η λύση δόθηκε από τον μηχανολόγο Σ. Οικονομόπουλο που μελετούσε μία αρπάγη για τα διαζώματα. Με τροποποίηση ενός στοιχείου, η ίδια αρπάγη είχε την δυνατότητα ανάρτησης ενός γείσου από τις στενές του πλευρές. Με αυτό το τρόπο το γείσο μπορούσε να έρθει άμεσα σε επαφή με το υποκείμενο μέλος χωρίς την παρεμβολή ιμάντων ανάρτησης.

Η διαδικασία είχε ως εξής: το γείσο που επρόκειτο να τοποθετηθεί αναρτάτο από ιμάντες και με ασφάλεια οδηγείτο με τον γερανό στην περιοχή επανατοποθέτησης. Μετά την απόθεσή του σε τάκους απομακρύνονταν οι ιμάντες μεταφοράς και τοποθετείτο η αρπάγη των γείσων. Ακολουθούσαν αρκετές δοκιμές ανύψωσης για τον έλεγχο της ισορροπίας του γείσου ώστε να εξασφαλιστεί ότι η κάτω επιφάνεια του μέλους ήταν παράλληλη με την επιφάνεια έδρασης. Το σύστημα λειτούργησε με επιτυχία.

Η ίδια αρπάγη χρησιμοποιήθηκε και στα διαζώματα με την αλλαγή ενός μεταλλικού στοιχείου. Η μορφή του διαζώματος με την εσοχή για την τοποθέτηση του θράνου, δημιουργούσε ένα πρόβλημα ισορροπίας του μέλους. Αντιμετωπίστηκε με την προσθήκη ενός μαρμάρινου αντίβαρου στη εσοχή.

Και στις δύο περιπτώσεις όταν λέμε τοποθέτηση εννοούμε ένα σύνολο επαναλαμβανόμενων δοκιμών και κατεργασιών στα νέα συμπληρώματα, μέχρι το αποτέλεσμα να είναι το επιθυμητό. Για την ακεραιότητα του μέλους και την ασφάλεια του προσωπικού, οι εργασίες αυτού του τύπου δεν μπορούν να εκτελούνται με δυνατό άνεμο για προφανείς λόγους (Εικ. 19).

6. Προετοιμασία εργοταξίου για τα επόμενα προγράμματα και υποστήριξη άλλων προγραμμάτων

Η οργάνωση του εργοταξίου, εκτός από την υποστήριξη των προγραμμάτων που ολοκληρώθηκαν κατά την περίοδο 2000- 2010, αφορούσε και στην προετοιμασία για τις επεμβάσεις στη δυτική πλευρά του Παρθενώνα, πρόγραμμα που ξεκίνησε στο τέλος του 2010.

Προκειμένου να εκπονηθεί η μελέτη της Δυτικής πλευράς εγκαταστάθηκε μια ηλεκτροκίνητη πλατφόρμα με στηθαίο που καταλάμβανε όλο το πλάτος της πλευράς στηριζόμενη σε δύο κατακόρυφους ιστούς τριγωνικής διατομής. Η πλατφόρμα είχε την δυνατότητα να ανεβοκατεβαίνει σε οποιοδήποτε υψόμετρο μεταφέροντας μέχρι 6 άτομα ταυτοχρόνως. Στο πέρας των καθημερινών εργασιών κατέβαινε στο χαμηλότερο σημείο, περίπου 1,50 μέτρα υπεράνω της βάσης των κιόνων και η όχληση των επισκεπτών ήταν κατά το δυνατόν περιορισμένη.

Εικ. 19. Η χρήση της αρπάγης κατά την ανάρτηση γείσου και διαζώματος.

Για την έδραση των ιστών κατασκευάστηκαν δύο βάθρα 2,00 Χ 2,00μ., από οπλισμένο σκυρόδεμα, που εγκαταστάθηκαν εκτός του δυτικού βάθρου του ναού. Οι ιστοί αγκυρώθηκαν αφ' ενός στην κορυφή στο αέτωμα, μέσω στοιχείων ικριωμάτων και αφ΄ετέρου χαμηλά, σε διαφορετικά υψόμετρα μεταξύ των κιόνων μέσω τριών ζευγών οριζοντίων σωλήνων, που εξασφάλισαν την μείωση της ταλάντωσης του συστήματος. Η πλατφόρμα και τα βάθρα απομακρύνθηκαν μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων.

Μετά την ολοκλήρωση της επέμβασης στη βόρεια πλευρά, ο γερανός Potain μεταφέρθηκε στην εξωτερική Δυτική πλευρά του ναού. Λόγω χαλαρών εδαφών η κίνηση του γερανού προς Νότον περιορίστηκε. Η συνέπεια αυτού του περιορισμού ήταν η αδυναμία επανατοποθέτησης των

επιστηλίων της ΝΔ γωνίας, το βάρος των οποίων μετά την αποκατάστασή τους υπολογιζόταν σε 11 τόνους. Παράλληλα, για λόγους ασφαλείας του μνημείου αλλά και του προσωπικού, η κίνηση αρχιτεκτονικών μελών υπεράνω του μνημείου δεν ήταν επιθυμητή. Έτσι, αποφασίστηκε η σύνδεση σηκού- δυτικής πλευράς μέσω ενός χειροκίνητου βαγονιού, αντοχής 12 τόνων, κινούμενου σε τροχιές εδραζόμενες σε μεταλλική κατασκευή από κοιλοδοκούς και ξύλινους τάκους. Η κατασκευή προετοιμάστηκε σε 4 βασικά κομμάτια στο μηχανουργείο βάσει της μελέτης, ήρθε βαμμένη και συναρμολογήθηκε στον άξονα του ναού μόνο με κοχλιώσεις, χωρίς επικίνδυνες για το μνημείο ηλεκτροσυγκολλήσεις.

Επίσης κατά τις εργασίες αποσυναρμολόγησης στην δυτική περίσταση κρίθηκε αναγκαία η παρακολούθηση των δύο γωνιακών κιόνων, του ΒΔ και ΝΔ, για τυχόν μετακινήσεις. Τοποθετήθηκαν οπτικές ίνες στους άξονες των δύο κιόνων μέσα σε σωλήνες για προστασία από ισχυρό άνεμο. Την ευθύνη παρακολούθησης των αποτελεσμάτων είχε η πολ. μηχανικός Α. Βρούβα.

Η αποσυναρμολόγηση των θράνων στο βόρειο τμήμα της Δυτικής πλευράς παρουσίασε δυσκολίες γιατί ήταν συγκολλημένοι με χυτά κονιάματα με τα παρακείμενα μέλη. Επειδή ήταν αναστηλωμένοι από τον Ν. Μπαλάνο από νέο μάρμαρο, αποφασίστηκε η αδιατάρακτη κοπή στην πίσω επιφάνεια τους, προκειμένου να ξεκολλήσουν και να απομακρυνθούν.

Τα τείχη της Ακροπόλεως σε διάφορα σημεία χρήζουν παρακολούθησης λόγω των εργασιών που λαμβάνουν χώρα στο επάνω μέρος του βράχου, με αποτέλεσμα να δέχονται μεγάλα φορτία. Στην περιοχή ευθύνης του εργοταξίου Παρθενώνα αποφασίστηκε η εγκατάσταση ενός συστήματος παρακολούθησης πιθανής μετακίνησης του Νότιου τείχους. Διανοίχτηκε κανάλι στο έδαφος από την βάση του Παρθενώνα μέχρι το τείχος, στο οποίο τοποθετήθηκαν σωλήνες που διακόπτονταν από φρεάτια επίσκεψης. Ένα σύρμα από Invar αγκυρώθηκε στη βάση του ναού και διερχόμενο μέσα από τον σωλήνα καταλήγει στο τείχος με κατάλληλη διάταξη.

7. Τομέας εκπαίδευσης

Άφησα σκόπιμα για το τέλος, τον τομέα της οργάνωσης της εκπαίδευσης, για να τονιστούν ορισμένα θέματα που είναι πιθανόν καθοριστικά για την πορεία του έργου. Η κατά καιρούς δυσκολία διαχείρισης νέων προσλήψεων επιστημονικού και τεχνικού προσωπικού δημιούργησε σταδιακά ένα «γερασμένο» συνεργείο με περιορισμένη απόδοση.

Με την έναρξη των εργασιών αποκατάστασης των νέων προγραμμάτων, το συνεργείο έπρεπε να ανασυγκροτηθεί και απαραίτητη ήταν η ανάλογη εκπαίδευση. Απαιτούνται δύο έως τρία χρόνια συστηματικής εκπαίδευσης ώστε ο μαρμαροτεχνίτης να μπορεί να χειριστεί αποτελεσματικά τους διαφορετικούς τομείς των εργασιών απακατάστασης .

Μετά την συνταξιοδότηση του προηγούμενου επικεφαλής του συνεργείου Γιάννη Αρμπιλιά, έπρεπε να βρεθεί ο αντικαταστάτης του. Επέλεξα για το ρόλο αυτό, τον αρχαιότερο και

αναμφισβήτητα τον πιο έμπειρο μαρμαροτεχνίτη με πολυετή θητεία στο έργο του Ερεχθείου, τον Στέλιο Καφούρο. Σύντομα εκτός από τις διοικητικές του αρετές, διαπιστώθηκε η ικανότητά του μετάδοσης γνώσεων στους νέους τεχνίτες, σε όλα τα στάδια αποκατάστασης. Πραγματικός δάσκαλος, μπορούσε με έναν άπειρο αλλά ικανό τεχνίτη να κατασκευάσει ένα δωρικό κιονόκρανο ισάξιο του αρχαίου. Η νοοτροπία των παλαιοτέρων να μην αποκαλύπτουν τις γνώσεις τους στους νεότερους εδώ δεν ίσχυσε. Στην 26χρονη θητεία μου στα αναστηλωτικά έργα πρώτη φορά είχα συναντήσει κάτι παρόμοιο. Με αμείωτο ενδιαφέρον και μεράκι συνέχισε μέχρι την συνταξιοδότησή του. Θεωρώ τον εαυτό μου πολύ τυχερό που τον είχα πραγματικό συνεργάτη.

Έγκαιρα φρόντισε και για τον αντικαταστάτη του, τον οποίο εκπαίδευσε για μεγάλο διάστημα και σήμερα συνεχίζει ως επικεφαλής του συνεργείου των μαρμαροτεχνιτών, τον Γιώργο Αγγελόπουλο (Εικ. 20). Ο Γ. Αγγελόπουλος συνέχισε το έργο του προκατόχου επικουρούμενος από τον Δ. Φώσκολο.

Σταδιακά πολλοί άλλοι τεχνίτες εξελίχθηκαν και σήμερα βρίσκονται σε άριστο επίπεδο. Ελπίζω να αντέξουν τις δυσκολίες και να μην χάσουν τον ενθουσιασμό για την δουλειά τους.

Εικ. 20. Ο Στ. Καφούρος και ο Γ. Αγγελόπουλος χαράζοντας σταγόνες σε γείσο.

4.1. THE ORGANIZATION OF THE RESTORATION PROGRAMME OF THE YEARS 2000-2011 FOR THE PARTHENON

N. Toganidis

Architect Engineer, Head of project until 2011.

Abstract

The restoration project for the Parthenon has certain peculiarities that had to be taken into account for the organization of the worksite and its equipment from 2002 onwards. Parameters that had to be considered were the crammed space that is alive with tourists, the management of the great number of members that were to be restored to the monument, the moving of massive and heavy new bulks of marble for the construction of destroyed members, the upgrade of the worksite equipment, and the safety of the ancient material and of the personnel. As regards the worksite equipment, reference should be made to the ready-made marble cutting machine, which made it possible to observe the timeframes for the projects. Due to the project for the north side, it became necessary to improve the available marble wire-saw with the addition of a pivoting carriage. In the storage space where marble was stacked by the Crane – Lift, the hoisting systems used were rented. Soon, a four-wheel drive crane vehicle was purchased to serve the platform lift. The restoration project began with the installation of a Derrick type crane inside the temple. In 2010, a more sophisticated crane, a POTAIN tower crane, was installed. A new, 12 ton bridge crane was installed at the north side of the Parthenon in order to replace the previous one. Mobile bridge cranes of various types made it possible to move fragments horizontally or vertically so that their joining could be achieved. Joining platforms are used for the joining of architectural members. For the improvement of the old pantograph (copying machine), a single metallic surface was created in place of the two platforms. The new, state-of-the-art pantograph was installed at the westernmost end of the laboratory. For the joining of fragmented members, a special system (pointing system) was created, which was placed on the rails between the two carriages. In order to improve its performance, water-cooled hole saws (drill bits) with a special base were purchased. In 2012, storage bins for materials were purchased and also four dumper bins were designed for the disposal of materials. As regards placing orders for new architectural members and fillers of great length, it is often necessary to collaborate with private companies. In the field of hoisting tools, special cornice grabs were designed. Finally, in the field of training the technical personnel, it is crucial that they have the opportunity of an apprenticeship with experienced professionals, eager to pass on to their successors their love of art

List of Figures

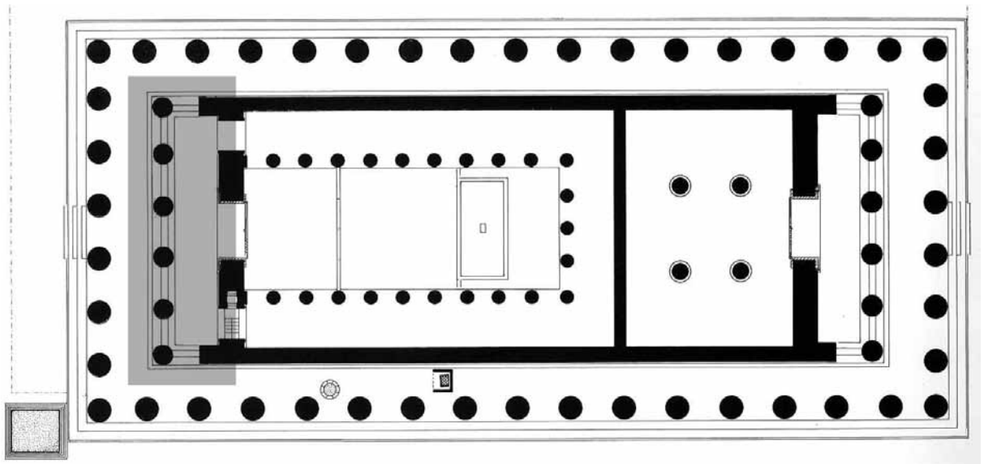
Fig. 1. General overview of the temple and the worksite.
Fig. 2. The marble-cutting machine.
Fig. 3. The pivoting platform on the carriage of the cutting machine.
Fig. 4. The column drum cutting-machine.
Fig. 5. The wire-saw with carriage while cutting an architrave.
Fig. 6. The four-wheel drive crane vehicle with lifting block.
Fig. 7. The Potain crane at the north side of the temple.
Fig. 8. The process of moving the Derrick crane.
Fig. 9. The circular tracks of the Derrick crane.
Fig. 10. The 12.5 ton bridge-crane while moving a bulk of marble.
Fig. 11. Joining of filler facilitated by mobile bridge-crane.
Fig. 12. View of joining platforms during the joining of marbles.
Fig. 13. The old pantograph with a new base and monorail hoist.
Fig. 14. The new pantograph during the formulation of a filler.
Fig. 15. The marble drilling device – pointing system.
Fig. 16. Portable drill press with vacuum suction cup.
Fig. 17. Construction of metallic infrastructure for worksite offices and conservators' workshops.
Fig. 18. Use of the grab for the disassembly of a cornice on the northern entablature.
Fig. 19. Use of the grab for the setting of a cornice and of a backing block.
Fig. 20. St. Kafouros and G. Angelopoulos incising guttae on a cornice.

4.2.1. ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΝΑΟΥ

Λένα Λαμπρινού
Αρχιτέκτων-Μηχανικός, Αρχαιολόγος, MA University of York, ΥΣΜΑ

1. Ιστορία

Η ανατολική πρόσταση των έξι κιόνων του Προνάου του Παρθενώνα, αποτελεί τμήμα του προθαλάμου εισόδου στο ανατολικό διαμέρισμα, στον κυρίως ναό της θεάς Αθηνάς (Εικ. 1). Κατά την αποκαλούμενη «αρχαία πυρκαγιά» του 3ου μ.Χ αιώνα (8 αιώνες από την κατασκευή τους) οι κίονες του Προνάου απώλεσαν σημαντικό τμήμα της επιφάνειας τους προς το εσωτερικό του κτηρίου, δηλαδή την περιοχή των δυτικών ραβδώσεων (Τραυλός 1971, 444, ο.π. 1973, 219). Με αυτή την μορφή, και την κατοπινή ενσωμάτωση των δύο μεσαίων από αυτούς στην χριστιανική αψίδα, οι κίονες διάνυσαν τους επόμενους 14,5 αιώνες, έως το τέλος του 17ου, οπότε και συνέβη η κατακλυσμιαία ανατίναξη του 1687 (Κορρές 1994, 155). Η κατάρρευση των τμημάτων του προνάου και του ανατολικού τοίχου δεν έγινε ακαριαία κατά την έκρηξη, αλλά τμηματικά μέχρι τον 18ο αιώνα. Έτσι, σταδιακά καθαιρέθηκαν τα εναπομείναντα τμήματα του ανατολικού τοίχου και των κιόνων 4ου και 5ου, αλλά όχι ο έκτος κίων (Κορρές 1989, 54).

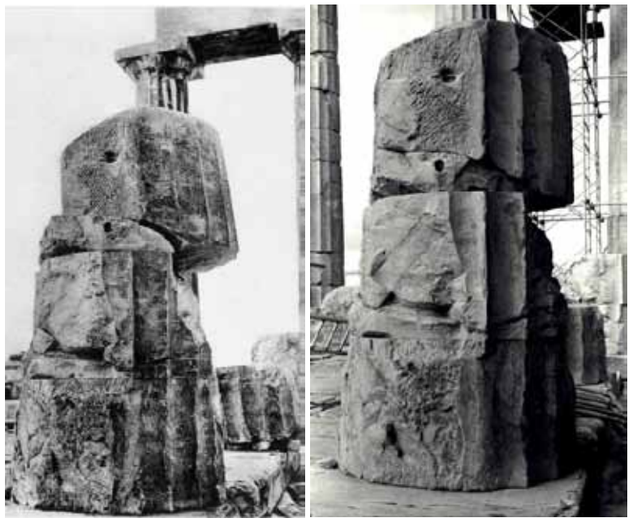


Εικ. 1. Παρθενών: Με γκρι η περιοχή του Προνάου (Σχέδιο: Μ. Κορρές 1994).

1.1. Μπαλάνος

Η κατά μεγάλο μέρος κατάρρευση του ανατολικού τοίχου και των κιόνων (εκτός ενός) αναιρέθηκε εν μέρη από την μερική αναστήλωση τους από τον Νικόλαο Μπαλάνο (Εικ. 2). Ο Μπαλάνος αφιερώνει μία σελίδα μόνο σε αυτήν την αναστήλωση, την οποία διεξήγαγε το 1931 (Μπαλάνος 1940, 118). Η επέμβαση του έγκειτο στην ανατοποθέτηση ενός σπονδύλου (3ου) στον 3ο και 4ο κίονα, δύο σπονδύλων στον 5ο κίονα (3ου-4ου), και η αποξήλωση, επιδιόρθωση και ανατοποθέτηση 10 σπονδύλων και του κιονοκράνου του 6ου κίονα, όπως και τμήματος επιστυλίου (Εικ. 3).

Εικ. 2. Άποψη του Προνάου μετά την αναστήλωση Μπαλάνου (Αρχείο ΕΣΜΑ).



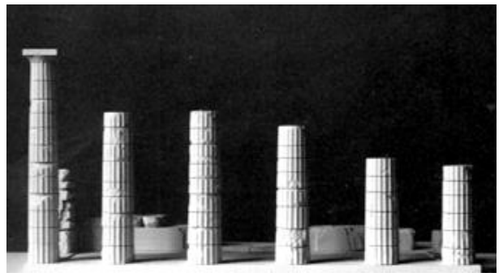
Εικ. 3. Άποψη 3ου κίονα από ΝΑ - Πριν και μετά την επέμβαση Μπαλάνου (Αρχείο ΕΣΜΑ).

1.2. Μελέτη Κορρέ - Νέα αναστήλωση

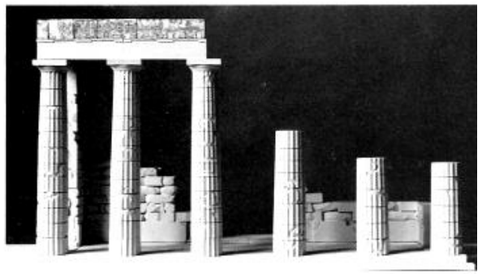
Οι προτάσεις του μελετητή Μανόλη Κορρέ για την αναστήλωση του Προνάου διαμορφώθηκαν σε τέσσερεις, ξεκινώντας από την πρόταση Ι, η οποία πρότεινε ελάχιστη επέμβαση και καταλήγοντας στην πρόταση IV με πλήρη αποκατάσταση της εξάστυλης πρόστασης έως και το ύψος της ζωφόρου (με την τοποθέτηση αντιγράφων της στο μνημείο). Η πρόταση ΙΙ, η οποία τελικά επιλέχτηκε, συμβίβαζε τις προτάσεις με την μερική αναστήλωση της ανατολικής πρόστασης και άρα τη χρήση μικρότερου ποσοστού νέων συμπληρώσεων, σε σχέση με την ολική αποκατάσταση (Κορρές 1989, 79-80) (Εικ. 4).

Η πρόσφατη μερική αναστήλωση της (1998-2004), με την υλοποίηση της πρότασης ΙΙ της μελέτης του Κορρέ (Κορρές 1989), ανατοποθέτησε πολλά νέα θραύσματα στη θέση τους διαμορφώνοντας μια διαφορετική μορφή στην ανατολική περιοχή του μνημείου. Η επέμβαση αυτή δεν είχε το σωστικό

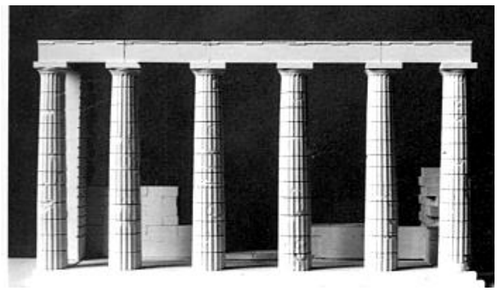
χαρακτήρα των υπολοίπων επεμβάσεων της ΥΣΜΑ στον Παρθενώνα, αλλά είχε ως στόχο την επανένταξη πολλών διασπάρτων θραυσμάτων. Το διεθνές συνέδριο το Μάρτιο του 1989 (Πρακτικά 1989) έθεσε το θέμα στη διεθνή κοινότητα προσπαθώντας να σφυγμομετρήσει τις αντιδράσεις ειδημόνων και μη για την επιθυμητή έκταση της αναστήλωσης του Προνάου. Παρόλο που η πλειοψηφία των ερωτηθέντων έδειξε προτίμηση στην εκτενέστερη επέμβαση (λύση IV), η οποία ήταν και η άποψη του μελετητή, το γεγονός δεν καθόρισε την τελική απόφαση για τον Πρόναο.



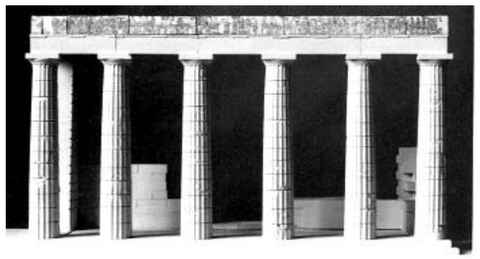
Πρόταση Ι



Πρόταση ΙΙ



Πρόταση ΙΙΙ



Πρόταση IV

Εικ. 4. Οι τέσσερεις προτάσεις για την αναστήλωση του Προνάου (1989) (φωτ. Σ. Μαυρομάτης).

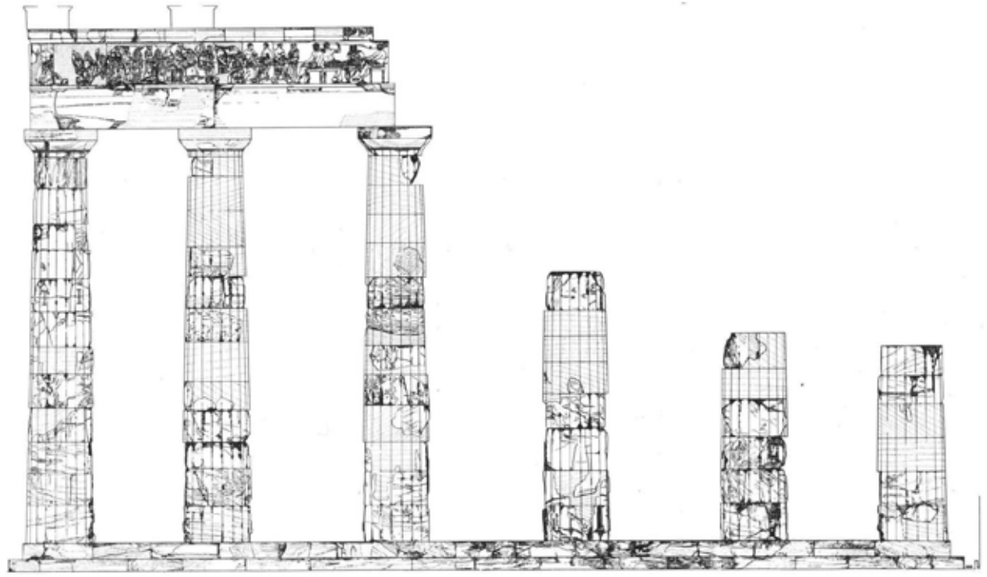
1.3. Πλαίσιο αποφάσεων

Μετά την, *κατά πλειοψηφία*, απόφαση της ΕΣΜΑ για έγκριση της πρότασης ΙΙ της μελέτης Κορρέ για αποκατάσταση του Προνάου (Εικ. 5), και χωρίς τη χρήση αντιγράφων ζωφόρου, έως την επανεξέταση μετά την ολοκλήρωση (ΕΣΜΑ 33/22.2.1990, 31), το θέμα παραπέμφθηκε στο ΚΑΣ μετά παρέλευσης εξαμήνου.

Στις 23 Οκτωβρίου 1990, το ΚΑΣ γνωμοδότησε υπέρ μιας σταδιακής εφαρμογής αναστήλωσης του Προνάου του Παρθενώνος, ξεκινώντας από την πρόταση Ι και, κατόπιν εγκρίσεως αυτής, σε δοκιμαστική εφαρμογή της πρότασης ΙΙ, και εφόσον αυτή εγκριθεί από το ΚΑΣ, τότε μόνον να πραγματοποιηθεί (ΚΑΣ 33/23-10-1990). Παρόλα αυτά, στην εγκριτική υπουργική απόφαση, η οποία

τελικώς επικυρώνει ή όχι τις γνωμοδοτήσεις του ΚΑΣ (486/41165/16-9-1991), 11 μήνες μετά, δεν υπάρχει καν αναφορά στην αναστήλωση της ανατολικής πρόστασης.

Στις 25 Ιουνίου 1992 (9 μήνες μετά), μετά την επίσκεψη της υπουργού κας Ψαρούδα - Μπενάκη στην Ακρόπολη, αποφασίζεται η αναπομπή του θέματος στο ΚΑΣ, μόνον εφόσον γίνουν σχέδια της πρότασης ΙΙ για τους τρεις, προς πλήρη αναστήλωση, κίονες, σε κλίμακα 1:10 με αναπτύγματα των επιφανειών τους (ΕΣΜΑ 10/25-6-1992, 5,7).



Εικ. 5. Η Πρόταση ΙΙ της μελέτης Μ. Κορρέ (1989).

Τελικά στις 24 Φεβρουαρίου 1994 και μετά από άρνηση του Μ. Κορρέ για την εκπόνηση νέων σχεδίων, ο Χ. Μπούρας καταθέτει την δική του πρόταση για τον Πρόναο (ΕΣΜΑ 4/24-2-1994). Η ΕΣΜΑ αποδέχτηκε την συμπληρωματική πρόταση του καθ. Χ. Μπούρα για την αποκατάσταση του Προνάου του Παρθενώνος, σύμφωνα με την πρόταση ΙΙ της μελέτης Κορρέ, αλλά με διαφοροποίηση της μορφής των συμπληρώσεων των κιόνων.

Στις 5 Απριλίου 1994 το ΚΑΣ εγκρίνει ομοφώνως την πρόταση Μπούρα - Κορρέ (ΚΑΣ 12/5-4-94) και η σχετική υπουργική απόφαση εκδίδεται στις 16 Ιουνίου 1994 με την έγκριση της συμπληρωματικής μελέτης του Προνάου. Ως προς την κατεργασία των νέων επιφανειών, η απόφαση προέβλεπε να παραμείνουν ανεπεξέργαστοι οι νέοι σπόνδυλοι των κιόνων (χωρίς τη λάξευση των ραβδώσεων) (ΥΠΠΟ/ΔΑΑΜ/12347/205/450/16-6-1994).

2. Το θεωρητικό ζήτημα

Η αναστήλωση της ανατολικής εξάστηλης πρόστασης του Προνάου του Παρθενώνα, αναδείχθηκε ως μείζον θέμα θεωρητικής αντιπαράθεσης από την ολοκλήρωση της μελέτης αποκατάστασης από τον Κορρέ, το 1989, και μέχρι πρόσφατα, 20 χρόνια μετά. Η περίπτωση του Προνάου, για τον οποίο έπρεπε να παρθεί μία απόφαση για μια νέα εκτεταμένη επέμβαση, χωρίς σύγχρονο ανάλογο προηγούμενο στο μνημείο, προκάλεσε ποικίλες αντιδράσεις για την αποδοχή μιας δραστικής, έστω και εμπεριστατωμένης, αλλαγής της μορφής του μνημείου. Έκανε επίσης φανερό ένα γενικότερο πρόβλημα της αναστηλωτικής πρακτικής, την διαφορετική δηλαδή θεωρητική σκοπιά ειδικοτήτων απέναντι στα αναστηλωτικά θέματα, φιλοσοφικά ή πρακτικά. Η τότε προβληματική επικεντρώθηκε καταρχήν στις προτεινόμενες προτάσεις της ολικής ή μερικής αναστήλωσης του Προνάου και την αντίθεση στην ένταξη μεγάλων ποσοτήτων νέου μαρμάρου, σύμφωνα την προτιμώμενη αναστήλωση, για να εξελιχθεί στο άλυτο πρόβλημα της μορφής των εσωτερικών πλευρών των κιόνων.

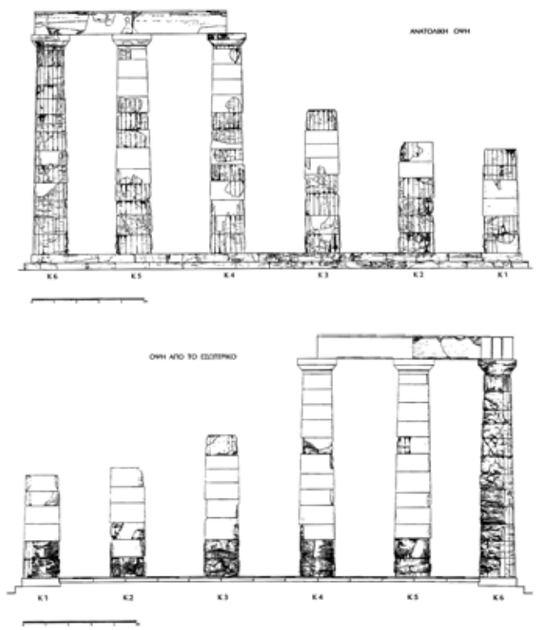
Η μη συμφωνία για την μορφή της τελικής επιφάνειας των συμπληρώσεων των κιόνων οδήγησε, μετά από την πρόταση του Προέδρου της ΕΣΜΑ καθ. Χ. Μπούρα, στην συμπληρωματική μελέτη το 1994, με τη λύση της κατεργασίας των νέων συμπληρωμάτων έως τον μανδύα του συνεχούς απέργου (Εικ. 6). Η μορφή αυτή είχε σαν πρότυπο μια πετυχημένη επιλογή που είχε χρησιμοποιηθεί από τον Ορλάνδο στην αναστήλωση του Προνάου του Θησείου το 1936-37 (ΕΣΜΑ 4/24-2-1994, Μαλλούχου 1998, 236) (Εικ. 7). Στην εισήγηση Μπούρα, είχε τεθεί, ως πλεονέκτημα της λύσης του απέργου, η δυνατότητα κατάξεσης των ραβδώσεων στο μέλλον[1], δηλαδή η δυνατότητα της επανεξέτασης του θέματος μετά την υλοποίηση. Στην περίπτωση του Προνάου του Παρθενώνα η λύση αυτή, που τότε επιδοκιμάστηκε ως πλήρως αναστρέψιμη, μετέθεσε το πρόβλημα της επιλογής της τελικής κατεργασίας στην επόμενη δεκαετία. Η υλοποίηση της απόφασης του 1994 έδωσε τη δυνατότητα της κριτικής και επανεξέτασης της, μετά το 2004, ώστε να δοθεί μια πληρέστερη απάντηση στα αισθητικά ζητήματα και τους θεωρητικούς προβληματισμούς της σημερινής αναστηλωτικής προσέγγισης.

Οι αποφάσεις για την αναστήλωση του Προνάου διατυπώθηκαν πάντα με την επιφύλαξη για μελλοντική επανεξέταση. Η αρχική απόφαση, το 1990, πάρθηκε από την Επιτροπή Συντηρήσεως Μνημείων Ακροπόλεως, ως το πρώτο στάδιο μιας μελλοντικής τελικής λύσης για τον Πρόναο, όπως αναφέρθηκε και από τον Πρόεδρο της καθ. Χ. Μπούρα, αλλά και από κάποια από τα μέλη της τότε ΕΣΜΑ[2], παρόλο που αυτό δεν καταγράφηκε στην τελική απόφαση. Η υλοποίηση της μελέτης θα έδινε

[1] Εισήγηση Χ. Μπούρα για την συμπληρωματική μελέτη του Προνάου (ΕΣΜΑ 4/24-2-1994, 2).

[2] Εισήγηση Γ. Δεσπίνη: «…να προχωρήσουμε κατά φάσεις…»σελ. 8, εισήγηση Π. Καλλιγά: «απαιτείται η κατά στάδια προσέγγιση της αναστήλωσης του Προνάου…», σελ. 12, εισήγηση Γ. Λάββα: «…σταδιακή αναστήλωση με δυνατότητα

τη δυνατότητα της επανεξέτασης της απόφασης σχετικά με την έκταση της αναστήλωσης, με στόχο την επαύξηση της, θέμα όμως που έκτοτε δεν επανατέθηκε.



Εικ. 6. Πρόταση Μπούρα 1994, υλοποίηση 1998-2004 (βάση σχεδίου: Μ. Κορρές 1989 συμπληρώσεις: Χ. Μπούρας 1994).

Εικ. 7. Πρόναος Ηφαιστείου - Αναστήλωση Ορλάνδου 1936-37 (φωτ. της συγγραφέως).

2.1. Σωστικός χαρακτήρας

Οι σύγχρονες επεμβάσεις στα μνημεία της Ακρόπολης έχουν καταρχήν σωστικό χαρακτήρα, με την έννοια ότι δίνουν προτεραιότητα στην αντικατάσταση των μπαλάνειων αναστηλώσεων (Μπούρας 1983, 401). Το γεγονός αυτό δίδει το πλεονέκτημα του 'δεδικασμένου', ως προς την έκταση, αλλά και την μορφή των επεμβάσεων στα τμήματα που είχαν παλαιότερα αναστηλωθεί. Ο Μπαλάνος, στην περίπτωση της αναστήλωσης της Βόρειας Κιονοστοιχίας, έδωσε σκληρή μάχη για την αποδοχή της νέας μορφής που πρότεινε για το μνημείο, αποδοχή την οποία επέτυχε μετά από δεκάχρονο αγώνα (Μπαλάνος 1940, 104, Ορλάνδος 1922, 97). Η μορφή που μας κληρονόμησε αποτελεί πλέον μια αισθητικά αποδεκτή εικόνα, δεδομένη και δύσκολα ανατρέψιμη. Η δυσκολία σε κάθε νέα μορφική αλλαγή του μνημείου είναι χαρακτηριστική στον σκεπτικισμό με τον οποίο αντιμετωπίστηκαν σύγχρονες προτάσεις, όπως αυτές για τον Πρόναο, οι οποίες πρότειναν τη διαφοροποίηση της οικείας εικόνας του μνημείου. Σκεπτικισμός, ο οποίος επικαλούνταν λόγους ιστορικής συνέπειας (Dimacopoulos 1994, 198), παραβλέποντας το γεγονός ότι η εικόνα των μνημείων της Ακρόπολης είναι, κατά μεγάλο μέρος, κατασκευασμένη από τους προηγούμενους αναστηλωτές και όχι από την ιστορική διεργασία.

ελέγχου….», σελ.17, εισήγηση Χ. Μπούρα: «έγκριση …της λύσεως 2,…κρίση του αποτελέσματος….συνέχιση της εργασίας προς τη λύση 4….» (ΕΣΜΑ 1990).

2.2. Αλλαγή της εικόνας

Η μη δραστική αλλαγή της εικόνας του ερειπίου είναι μία θεμιτή αρχή των σύγχρονων αναστηλώσεων (Μπούρας 1983, 412), αρκεί να μην αποτελεί τροχοπέδη στην προσπάθεια εμπλουτισμού του κτηρίου με νέα διασωθέντα και ταυτισθέντα μέλη. Οι επεμβάσεις στην Ακρόπολη δεν περιορίζονται στην απλή συντήρηση των ερειπίων, αλλά στοχεύουν στην επανένταξη νέων θραυσμάτων στα μνημεία, τα οποία έτσι αντιμετωπίζονται ως αρχιτεκτονήματα και όχι απλά ως παγιωμένα εκθέματα. Με την έννοια αυτή, ο σκοπός της επανένταξης νέων διασπάρτων θραυσμάτων στα κτήρια είναι η πληρέστερη και άρα πιο αναγνώσιμη μορφή τους, έστω και αν αυτό διαταράσσει την οικεία εικόνα τους. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται προσπάθεια για την αισθητική και διδακτική αναβάθμιση των μνημείων της Ακρόπολης (Μπούρας 1996, 29). Είναι επίσης αυτονόητο ότι υπό αυτήν την έννοια κάθε επέμβαση δημιουργεί μια, μη ιστορικά αναστρέψιμη, νέα εικόνα των μνημείων. Αυτό το a priori κόστος θεωρούμε ότι ισοφαρίζεται μέσα από το κέρδος στην αναγνωσιμότητα του αποτελέσματος, αλλά επίσης και σαφώς από την 'διάσωση' του αρχαίου υλικού με την ένταξη του στα μνημεία. Και θεωρείται 'διάσωση' εφόσον τα διάσπαρτα μέλη στο έδαφος είναι απλώς θραυσματικό υλικό, μη εκθέσιμο και μη εύκολα κατανοητό, ενώ στην αρχική τους θέση μέσα στα μνημεία επανακτούν τον αυθεντικό τους ρόλο και προφανώς προσδίδουν στην ολότητα των κτιρίων.

2.3. Διάσωση ιστορικών τεκμηρίων

Στην αναστηλωτικ ή προσπάθεια δεν υποτιμάται η βασική προϋπόθεση κάθε επέμβασης, δηλαδή η, κατά το δυνατόν, διάσωση των ιστορικών τεκμηρίων του μνημείου (Χάρτης Βενετίας 1964, άρθρο 9), παρόλο που είναι επίσης αυτονόητο ότι κάθε επέμβαση, όπως και κάθε ανασκαφική διαδικασία, έχει κόστος στη διατήρηση τους. Ιστορικά τεκμήρια θεωρούνται τα ίχνη στα οποία μπορεί να διαγνωστεί το ιστορικό συμβάν που τα προκάλεσε. Με αυτήν την έννοια κάθε ίχνος, τυχαίο, ή σκόπιμο, αποτελεί μια ιστορική μαρτυρία.

Η επέμβαση εφόσον βασίζεται στην συμπλήρωση του θραυσματικού υλικού, δεν μπορεί να θέσει ως προτεραιότητα την πλήρη διάσωση των ιχνών τυχαίων γεγονότων πάνω στα μέλη, όπως είναι η θραύση τους, γιατί θα αυτοαναιρούνταν. Αντίθετα οριοθετεί την συμπλήρωση τους με τέτοιο τρόπο, ώστε να διαφυλάξει ίχνη από τις οικοδομικές φάσεις του κτηρίου. Τα ίχνη της κατεργασίας, τα

αναγνωρίσιμα ίχνη κατασκευών πάνω στο κτήριο είναι αυτά τα ιστορικά τεκμήρια που έχουν προτεραιότητα στη διαφύλαξη και διάσωση (Εικ. 8). Σε κάθε περίπτωση αποτιμάται το όφελος του μέλους σε σχέση με το σύνολο του μνημείου. Το κάθε μέλος πρέπει να συναποτελέσει μέρος του συνόλου και να δράσει ως στατικά επαρκές, οπότε η συμπλήρωση του, και μόνον τότε, είναι επιβεβλημένη.

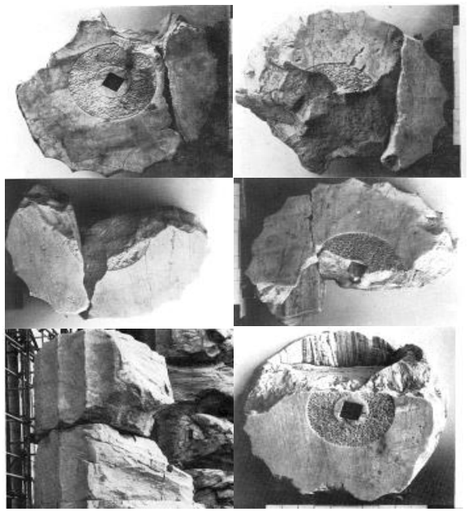
Οι αποφλοιωμένες από την αρχαία πυρκαγιά επιφάνειες των πίσω όψεων των κιόνων του Προνάου, διασώζονται κυρίως στο κάτω τμήμα των κιόνων (Εικ. 9). Το ιστορικό αυτό τεκμήριο είναι το τυχαίο μορφολογικά αποτέλεσμα ενός ιστορικού γεγονότος, όπως είναι και η κάθε θραυσμένη επιφάνεια των μελών, η οποία υποδηλώνει τον τρόπο καταστροφής τους. Παρόλα αυτά, η περίπτωση του Προνάου θεωρείται ιδιαίτερη, αφού η θερμική θραύση των επιφανειών λειτούργησε ως ένα από τα βασικά αποδεικτικά στοιχεία της βλάβης που προκάλεσε η αρχαία πυρκαγιά στο κτήριο.

Εικ. 8. Ίχνη της βυζαντινής αψίδας στον 3ο κίονα (φωτ. της συγγραφέως).

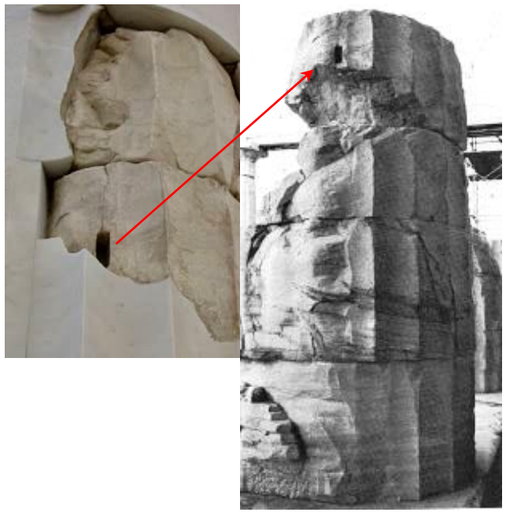
Εικ. 9. Ίχνη θερμικής θραύσης στο κατώτερο τμήμα του 2ου κίονα - στη βάση του σώζονται τμήματα ραβδώσεων (φωτ. της συγγραφέως).

Η εσωτερική καμένη πλευρά των κιόνων διατηρείται όμως σε ελάχιστα σημεία. Η κατάρρευση των κιόνων του Προνάου το 1687 προκάλεσε την διασπορά των ρηγματωμένων από την πυρκαγιά δυτικών περιοχών των σπονδύλων (Κορρές 1989, 75). Τα θραύσματα που επανεντάχθηκαν στο μνημείο δεν σώζουν παρά ελάχιστα σημεία της δυτικής καμένης επιφάνειας, δηλαδή είναι ως επί το πλείστον εσωτερικά ή ανατολικά τμήματα των σπονδύλων (Εικ. 10). Η συμπλήρωση τους με νέο υλικό δεν κάλυψε τμήματα που έσωζαν θερμική θραύση, αφού δεν σώζονταν, ενώ συμπλήρωσε τα θραύσματα με νέο μάρμαρο, ώστε να γίνουν στατικά επαρκή.

Οι αρχαίες εντορμίες στις πλάγιες πλευρές των κιόνων, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την στερέωση των αρχαίων κιγκλιδωμάτων, δεν καλύφτηκαν από τις νέες συμπληρώσεις, απόφαση, η οποία αναγκαστικά οδήγησε σε ασυνεχείς μορφές συμπληρώσεων, με μάλλον μη αρμονικό αισθητικό αποτέλεσμα (Εικ. 11). Η διαφύλαξη των κατεργασμένων αδρά με βελόνι περιοχών, της προσαρμογής της βυζαντινής αψίδας, κυρίως στο κατώτερο μέρος των δύο μεσαίων κιόνων, ήταν ανάλογη (βλ. Εικ. 8).



Εικ. 10. Σπόνδυλοι του Προνάου πριν την επέμβαση. Διακρίνονται οι θραυσιγενείς επιφάνειες οι οποίες δεν σώζουν ίχνη θερμικής θραύσης (Αρχείο ΕΣΜΑ).



Εικ. 11. Σπόνδυλοι του Προνάου πριν και μετά την επέμβαση. Διακρίνονται οι αρχαίες εντορμίες στερέωσης κιγκλιδωμάτων (έγχρωμη φωτ. της συγγραφέως, ασπρόμαυρη: Αρχείο ΕΣΜΑ)

2.4. Ιστορική ασυνέπεια

Υπάρχει μία ιστορική ασυνέπεια ήδη από την ιδέα της διατήρησης των ερειπωμένων αρχαίων μνημείων, την παγίωση τους δηλαδή, σε μια επιλεγμένη στιγμή της ιστορίας τους, σε αυτήν της ερείπωσης τους. Πόσο μάλλον όταν αυτή η ιδέα προχωρά ακόμα περισσότερο διευρύνοντας το πεδίο της απλής διατήρησης με την αναστήλωση τμημάτων των μνημείων, με μια διάθεση αντιστροφής της ιστορίας τους. Η μορφή δε, του κτηρίου, την οποία ανακαλούμε με την αναστήλωση, είναι μια επιλεκτική ανάπλαση του κτηρίου αποτελούμενη από κάποια από τα - τυχαία - διασωθέντα τμήματα του. Η προσπάθεια αυτή δεν μπορεί να ονομαστεί ‘επιστροφή’ σε μια προηγούμενη ιστορική φάση του, καταρχήν λόγω της τυχαιότητας των σωζομένων και εντασσόμενων λειψάνων και κατά δεύτερον διότι επιδρά δραστικά στο ίδιο το μνημείο, ως ιστορικό τεκμήριο, και, διαφοροποιώντας το, το αναιρεί

ως τέτοιο (Dimacopoulos 1994, 198, Petzet 2004, 12). Έτσι και η αναστήλωση του Προνάου, εξ' ορισμού αποτελεί αποδοχή αυτού του παραδόξου.

Παρόλα αυτά, θεωρείται μια πλήρως αποδεκτή διαδικασία, όταν ακολουθεί αρχές βασισμένες στη ειδική εμπειρία και στις διεθνείς συμβάσεις (Athens Charter: Art VI[3], Venice Charter: Art. 15[4], Lausanne Charter: Art 7, Petzet 2004, 15, 19, 24). Είναι προφανώς ιστορική δράση, με την έννοια της μη αντιστρεπτής αλλαγής, και με αποτέλεσμα μια ιστορικά νέα εικόνα του κτηρίου. Η νέα αυτή εικόνα δικαιώνει την επέμβαση, μόνο στο βαθμό που ακολουθεί την αρχική κατασκευή και δρα υπέρ της. Η σημερινή μορφή του Παρθενώνα, όπως και των υπολοίπων μνημείων της Ακρόπολης έχουν σε μεγάλο τμήμα τους - στην Αθηνά Νίκη δε, ολοκληρωτικά - μία εικόνα κατασκευασμένη, ήδη από τους προηγούμενους αναστηλωτές και αυτό ήταν μια σαφής ιστορική απόφαση, ως προς το στόχο, τη μορφή και την αναβιούμενη περίοδο, από την πρώτη μέρα των αναστηλωτικών προσπαθειών στην Ακρόπολη, τον Σεπτέμβριο του 1834.

2.5. Ποια φάση;

Το ερώτημα της επιλεγόμενης φάσης ενός κτηρίου υπό αναστήλωση είναι όντως ιδιαίτερα περίπλοκο. Η μοντέρνα τάση στις αναστηλώσεις αποδέχεται την ισοβαρή σπουδαιότητα όλων των ιστορικών φάσεων του κτηρίου (Χάρτης Βενετίας 1964, άρθρο 11). Στην πράξη όμως αυτό παραμένει ιδιαίτερα δύσκολο και εμπλέκει προτεραιότητες οι οποίες μπορεί κατά περίπτωση να είναι αντιθετικές. Στην περίπτωση του Παρθενώνα οι αλλαγές του κτηρίου ανά τους αιώνες είναι σχετικά περιορισμένες, ενώ τα σωζόμενα τεκμήρια από αυτές είναι ελάχιστα, πράγμα στο οποίο συνέβαλαν κατά πολύ οι αναστηλωτές του 19ου αι με τις οικοδομικές εκκαθαρίσεις τους[5]. Αυτή η διαπίστωση μονοδρομεί μάλλον τις εναλλακτικές, έτσι ώστε κάθε νέα αναστήλωση του μνημείου να αναφέρεται στην αναβίωση του κλασικού κτηρίου.

Το δίλημμα για το ποια φάση του Παρθενώνα αναστηλώνουμε ετέθη λίγο διαφορετικά στην περίπτωση του Προνάου και οδήγησε στην λήψη αυτής της ιδιαίτερης απόφασης της μη λάξευσης ραβδώσεων στα νέα συμπληρώματα. Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι δυτικές ραβδώσεις του Προνάου διατηρήθηκαν για 8 αιώνες, ενώ, ως απομειωμένοι, οι κίονες διατηρήθηκαν 14,5 αιώνες. Το δίλημμα αφορούσε στο αν θα πρέπει να αναστηλωθεί η αρχική φάση του μνημείου, ή αν θα πρέπει να

[3] Athens Charter, Art VI: 'In the case of ruins...steps should be taken to reinstate any original fragment that may be recovered (anastylosis) whenever this is possible....'

[4] Venice Charter, Art 15; All reconstruction works should however be ruled a priori. Only anastylosis, that is to say, the reassembling of existing but dismembered parts, can be permitted....'

[5] Στη μελέτη του Προνάου προτείνεται μια συναναστήλωση δηλαδή μικρή ανακατασκευή της βυζαντινής αψίδας του 12ου αι, της οποίας σώζονται ελάχιστοι λίθοι, ως υπενθύμιση της βυζαντινής φάσης του κτηρίου (*Κορρές 1989, 77-78*).

σεβαστούμε την μακρύτερη ιστορικά φάση του, δηλαδή αυτήν με τους απομειωμένους κίονες από την αρχαία πυρκαγιά. Το ερώτημα εδώ αφορούσε στην επιλογή μιας αισθητικής ή μιας ιστορικής προσέγγισης της αναστήλωσης. Αναστηλώνεται το αρχιτεκτόνημα ή η ιστορία του? Στην ενδεχόμενη απάντηση του ότι η μακρύτερη ιστορικά φάση του είναι και η σπουδαιότερη, το μείζον ερώτημα που ετέθη ήταν πως υποδηλώνεται πρακτικά η φάση αυτή, δηλαδή ποια θα πρέπει να είναι η μορφή των εσωτερικών συμπληρωμένων όψεων των κιόνων? Τέθηκαν έτσι προς πειραματισμό ιδέες για την μίμηση της επιφάνειας των καμένων σπονδύλων με τεχνητή καταστροφή των οπίσθιων πλευρών των νέων συμπληρώσεων των κιόνων, ώστε να προσομοιάζουν με την εντύπωση της θερμικής θραύσης. Μια τέτοια επιλογή όμως δεν μπορεί παρά να αποτελεί μίμηση του τυχαίου αποτελέσματος ενός ιστορικού γεγονότος, δηλαδή μια σκηνογραφία (Δοντάς 1996, 15).

Οι αρχές των διεθνών συμβάσεων, όπως του Χάρτη της Βενετίας, τις οποίες ακολουθούν οι αναστηλώσεις στην Ακρόπολη, δεν επικροτούν κανενός είδους σκηνογραφική επιλογή, η οποία θα φαλκίδευε την μορφή των νέων συμπληρώσεων με αποτέλεσμα την μορφολογική παραπλάνηση ή τη χρονική σύγχυση (Χάρτης Βενετίας 1964, άρθρο 12). Με άλλα λόγια, δεν μιμούμαστε την φυσική διεργασία αλλοίωσης των μελών, *δεν αναπαριστούμε την ιστορία του κτηρίου, αλλά ανακατασκευάζουμε το κτήριο ως αρχιτεκτόνημα*. Η αναστήλωση δεν μπορεί να απεικονίζει τα αποτελέσματα των περιπετειών των μελών του κτηρίου, ως τρισδιάστατο αφήγημα. Οι επεμβάσεις δικαιώνονται μόνον με την πλήρη αντιστοιχία, ή την εμπεριστατωμένη απόκλιση, κάθε νέας κατασκευής σε σχέση με την αυθεντική κατασκευή (Μπούρας 1983, 410). Και με αυτήν την έννοια, για το κάθε μέλος της, δεν είναι αποδεκτή καμία άλλη μορφή εκτός της αρχικής, εφόσον μπορούμε πιστά να την ανακατασκευάσουμε, βασιζόμενοι σε ακράδαντα τεκμήρια και ενδελεχή μελέτη των αρχιτεκτονικών κανόνων και της μορφολογίας της αρχικής κατασκευής.

Στην πράξη, δε, είναι μία από τις αρχές που έχει πιστά ακολουθηθεί στα ήδη ολοκληρωμένα αναστηλωτικά προγράμματα και ακολουθείται στα τρέχοντα, εκτός ελαχίστων μεμονωμένων - και μάλλον ατυχών - περιπτώσεων (ΝΑ γωνιακό τρίγλυφο Παρθενώνα). Τα μέλη, δηλαδή, ολοκληρώνονται με συμπληρώματα από νέο μάρμαρο στις αρχικές τους διατάσεις και μορφή, ακολουθώντας ακόμα και την αρχική κατεργασία της επιφάνειας. Και αυτή η συμφωνία από το γενικό σχέδιο μέχρι τη λεπτομέρεια είναι αυτή που, σε ένα τόσο περίπλοκο κτήριο, βοηθά στην αισθητική ένταξη των νέων συμπληρωμάτων στην αρχαία κατασκευή, δηλαδή στην καλύτερη αναγνωσιμότητα του κτηρίου. Στην περίπτωση των κιόνων του Προνάου, γνωρίζοντας το σχέδιο του κτηρίου, αλλά και τα επιτόπου στοιχεία που διασώζονται είναι δυνατή η περιγραφή επακριβώς της μορφής τους κατά την αρχική κατασκευή.

Παρόλα αυτά, το 1990, η δυσκολία στην απάντηση του παραπάνω ερωτήματος σε επίπεδο επιτροπών και Κεντρικού Αρχαιολογικού Συμβουλίου, οδήγησε σε πλήρες αδιέξοδο, το οποίο επέλυσε η πρόταση του 1994, με την πρόταση της ημίεργης λάξευσης για τα νέα συμπληρώματα των

σπονδύλων, αποφεύγοντας έτσι να πάρει θέση στο δίλημμα της τελικής μορφής. Πρότεινε δηλαδή, την αναπαραγωγή μίας φάσης της κατασκευαστικής διαδικασίας λίγο πριν την τελική. Η πρόταση, φυσικά, δεν είχε στόχο να καταδείξει την άγνοια μας για τη μορφή ή τον βαθμό κατεργασίας των κιόνων, μια και, γνωρίζουμε πολύ καλά ότι η κατεργασία είχε ολοκληρωθεί στους κίονες του Προνάου, όπως και σε όλους τους κίονες του κτηρίου. Διαφύλαξε όμως την δυνατότητα, αλλά και επέβαλλε την επανεξέταση για την αναμενόμενη ολοκλήρωση της σε ένα επόμενο βήμα. Και με αυτήν την έννοια η πρόταση αυτή έγινε τελικά αποδεκτή και υλοποιήθηκε.

3. Νέα προσέγγιση

Η υλοποίηση της αναστήλωσης της πρότασης του 1989/1994 και η αισθητική ασυμμετρία που προκλήθηκε στους κίονες του Προνάου, έφεραν το θέμα της τελικής μορφής των δυτικών συμπληρωμάτων των κιόνων και πάλι στο προσκήνιο (Εικ. 12, 13). Η πρόταση του 2004/2005, προσπάθησε να ανατρέψει αυτήν την ασυμμετρία με την πρόταση λάξευσης των ραβδώσεων στα νέα συμπληρώματα. Πρότεινε τη μηχανική λάξευση των ραβδώσεων, από μηχανικό κόφτη, σε συνδυασμό με χειροποίητη τελική κατεργασία. Για τη μηχανική κατάξεση ήταν απαραίτητη η αποξήλωση των αναστηλωμένων σπονδύλων και η ανα-αναστήλωση τους μετά την ολοκλήρωση της μηχανικής κατεργασίας.

Εικ. 12. Απόψεις της σημερινής μορφής των κιόνων του Προνάου (φωτ. της συγγραφέως).

Η πρόταση συντάχθηκε σε μια προσπάθεια περιορισμού του απαιτούμενου χρόνου. Το μηχάνημα αυτό λάξευσε επιτυχώς τις ραβδώσεις σε όλα τα συμπληρώματα των σπονδύλων του προγράμματος της βόρειας κιονοστοιχίας. Η μελέτη του 2005 (Λαμπρινού 2005), για τον απαιτούμενο χρόνο της λάξευσης έκανε φανερή την χρονική διαφορά ανάμεσα στην χειρονακτική και μηχανική λάξευση των ραβδώσεων, συνυπολογίζοντας ακόμα και την αναγκαστική αποξήλωση και ανατοποθέτηση των σπονδύλων. Φυσικά, όπως επεξηγήθηκε στη μελέτη, η μηχανική λάξευση δεν θα έφτανε έως την αρχαία επιφάνεια, πρώτον για λόγους ασφαλείας, αλλά βασικά διότι, ως γνωστόν η κατατομή των αρχαίων ραβδώσεων είναι τμήμα ψευτοέλλειψης, την οποία ο κυκλικός δίσκος του κόφτη δεν μπορεί να αναπαραγάγει. Θα άφηνε άπεργο κάποιων χιλιοστών, ώστε η τελική κατεργασία να ολοκληρωθεί χειρονακτικά. Η επιλογή της μηχανικής λάξευσης προφανώς, δεν θέτει θέμα αδυναμίας των παραδοσιακών τεχνικών, αλλά θέμα επιβράδυνσης του έργου από την πλήρη χειροποίητη κατεργασία. Η χειροποίητη τελική κατεργασία των ραβδώσεων δεν μπορεί να υποκατασταθεί από κάποιο μηχανικό τρόπο και συνεχίζει να αποτελεί βασικό και επιθυμητό τμήμα της αναστηλωτικής διαδικασίας.

Εικ. 13. Άποψη της σημερινής μορφής των κιόνων του Προνάου από το εσωτερικό του σηκού (φωτ. της συγγραφέως).

Η αναστηλωτική επέμβαση στα μνημεία της Ακρόπολης, έχοντας το στίγμα της εποχής της, χρησιμοποιεί, από την αρχή των εργασιών της και σε όλα τα στάδια της, την τεχνολογία, όπου αυτό είναι εφικτό και αναγκαίο. Ας αναφέρουμε τους γερανούς, τους ηλεκτρικούς παντογράφους και τους ηλεκτρικούς κόφτες που όλοι ανεξαιρέτως οι τεχνίτες χρησιμοποιούν. Η τεχνολογία της μηχανικής λάξευσης έχει ενταχθεί στα αναστηλωτικά εργοτάξια με σοβαρό υποστηρικτικό ρόλο στην κατεργασία και στη δραστική μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης των μελών. Η μηχανική μάλιστα λάξευση των νέων μελών με λέιζερ υποκαθιστά σε ορισμένες περιπτώσεις, σε μεγάλο ποσοστό την χειροποίητη κατεργασία, η οποία περιορίζεται στην τελική απόδοση της επιφάνειας. Σε κάθε περίπτωση οι λόγοι επιλογής δεν είναι λόγοι αδυναμίας των παραδοσιακών τεχνικών, αλλά είναι λόγοι επίσπευσης του χρόνου των έργων. Εάν φυσικά μιλήσουμε με οικονομοτεχνικά κριτήρια, θα παραδεχόμασταν όντως την ανεπάρκεια των παραδοσιακών τεχνικών να επιτύχουν οικονομία δυνάμεων και κυρίως χρόνου σε τόσο εκτεταμένα αναστηλωτικά έργα. Η ένταξη των έργων δε, σε ευρωπαϊκά χρηματοδοτικά προγράμματα με περιορισμένο χρονικό ορίζοντα, τα κάνει υπόλογα σε σχέση με το χρόνο ολοκλήρωσης τους. Η αναστηλωτική πρακτική λοιπόν, υπολογίζοντας το κόστος και την ζημία, αποφάσισε σωστά την λελογισμένη χρήση της τεχνολογίας, εκεί που οι παραδοσιακές τεχνικές αποβαίνουν χρονικά ανεπαρκείς, απόφαση η οποία δεν αντιβαίνει κατά κανένα λόγο στην αναστηλωτική δεοντολογία[6].

3.1. Ολοκλήρωση προγράμματος

Σωρεία εγγράφων εμπόδισε την υλοποίηση της απόφασης της ΕΣΜΑ του 2004 και 2005 για την μηχανική κατάξεση των ραβδώσεων του Προνάου, οδηγώντας στην αναβολή της απόφασης από το Κεντρικό Αρχαιολογικό Συμβούλιο. Αυτή τη φορά το ζήτημα, εκτός της αντίδρασης για την μηχανική λάξευση, επανήλθε στην εκ βάθρων συζήτηση της λάξευσης ή όχι ραβδώσεων, ακόμα και σε αναρωτήσεις για την θεμιτή ή όχι υλοποίηση των συμπληρωμάτων στους κίονες. Οι καθυστερήσεις αυτές οδήγησαν στην αφαίρεση της κατάξεσης των κιόνων από το τεχνικό δελτίο του Γ' κοινοτικού πλαισίου και στην τότε επ' αόριστον αναβολή της. Πρέπει να αναφερθεί εδώ ότι το πρόγραμμα του Προνάου έχει εν μέρει μόνον ολοκληρωθεί και σε άλλα τμήματα του. Η αναστήλωση της εξάστυλης πρόστασης αποτελεί ένα μέρος του. Το πρόγραμμα, σύμφωνα με την εγκεκριμένη από το ΚΑΣ μελέτη του 1989/1994 (πρακτικά ΚΑΣ 1989, 1994), περικλείει την αναστήλωση της ΝΑ παραστάδας, του ανατολικού τοίχου και των νότιων επιστυλίων, τα οποία γεφυρώνουν την πρόσταση με την παραστάδα. Τα τμήματα όμως αυτά είναι οικοδομικά συμπλεκόμενα με τον νότιο τοίχο, του οποίου η

[6] Χάρτης Βενετίας 1964, Άρθρο 2: " The …restoration ….must have recourse to all the… techniques, which can contribute to the…..safeguarding of the architectural heritage.", αλλά και το άρθρο 10, μια που η φύση της ανεπάρκειας δεν καθορίζεται…(*Icomos 2004, 37-38*).

αναστήλωση δεν έχει ακόμα αρχίσει. Μέχρι την ολοκλήρωση της περιοχής αυτής, το πρόγραμμα του Προνάου θα παραμένει στο σύνολο του ημιτελές.

Μετά την εκ νέου πρόταση του 2009 (Λαμπρινού-Ελευθερίου 2009) για χειροποίητη κατάξεση των συμπληρωμάτων, η τελική απόφαση του ΚΑΣ, τον Ιούλιο του 2009, αποδέχθηκε μεν την αναγκαιότητα της λάξευσης των ραβδώσεων στα νέα συμπληρώματα των αναστηλωμένων κιόνων του Προνάου, προτίμησε δε, τον χειρονακτικό τρόπο λάξευσης σε όλα τα στάδια της κατεργασίας των νέων συμπληρώσεων, αντισταθμίζοντας τα οφέλη της μη αποξήλωσης των αναστηλωμένων σπονδύλων με τον απαιτούμενο, αν και μακρύτερο, χρόνο της χειροποίητης επεξεργασίας. Η αποδοχή της πρότασης πλήρους κατάξεσης κλείνει οριστικά ένα μεγάλο θέμα, καλύπτοντας κάθε θεωρητικό, αλλά και πρακτικό ζήτημα. Η μόνη αποδεκτή και αναγνώσιμη μορφή, σύμφωνη με την δεοντολογία και την γενική φιλοσοφία διαχείρισης των μελών και των συμπληρωμάτων τους στα έργα της Ακρόπολης είναι η πλήρης κατάξεση των ραβδώσεων των συμπληρωμάτων των κιόνων του Προνάου. Η υλοποίηση αυτής της απόφασης, στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος ΕΣΠΑ, θα φέρει ένα τέλος στο χρονοβόρο ζήτημα της αναστήλωσης του Προνάου, έχοντας επιλύσει τα θεωρητικά ζητήματα που αυτή έθεσε με έναν έγκυρο και αισθητικά αποδεκτό τρόπο.

Ελληνική Βιβλιογραφία

ΕΣΜΑ 1990 — *Πρακτικά Συνεδριάσεως Επιτροπής Συντηρήσεως Μνημείων Ακροπόλεως 3/22.2.1990*, Αρχείο ΥΣΜΑ.

ΕΣΜΑ 1994 — *Πρακτικά Συνεδριάσεως Επιτροπής Συντηρήσεως Μνημείων Ακροπόλεως 4/24.2.1994,* Αρχείο ΥΣΜΑ.

Μπαλάνος 1940 — Νικολάου Μπαλάνου, *Η Αναστήλωσις των Μνημείων της Ακροπόλεως,* 1940, Αθήναι.

Μπούρας 1983 — Χαράλαμπου Μπούρα, Δ. "Οι Σκοποί / Ε. Οι Αρχές / Στ. Οι Προτάσεις Επεμβάσεως στον Παρθενώνα", στο *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος,* 1983, Αθήνα. 401-422.

Μπούρας 1996 — Χαράλαμπου Μπούρα, Μνημεία της Αρχαιότητος. Τα όρια των αποκαταστάσεων, στο *Οι Ελληνικές Αναστηλώσεις, Πρακτικά της Δεύτερης Συνεδρίας των Εταίρων, Μέντωρ*, Τεύχος 37, 1996, Αθήνα. 24-30.

Δοντάς 1996 — Γεωργίου Σ. Δοντά, Ομιλίες Δεύτερης Συνεδρίας των Εταίρων, στο *Οι Ελληνικές Αναστηλώσεις, Μέντωρ* Τεύχος 37, 1996, Αθήνα. 5-19.

ΚΑΣ 1990 — *Πρακτικά Συνεδριάσεως Κεντρικού Αρχαιολογικού Συμβουλίου 33/23-10-1990*, Αρχείο ΥΠΠΟ.

Κορρές 1989 — Μανόλη Κορρέ, Νίκου Τογανίδη, Κώστα Ζάμπα, Θ. Σκουλικίδη, 'Ο Πρόναος', στο *Μελέτη Αποκαταστάσεως Παρθενώνος*, τ. 2α, 1989, Αθήνα. 13-91.

Κορρές 1994 Μανόλη Κορρέ, 'Ο Παρθενών από την Αρχαιότητα έως τον 19ο αιώνα', στο *Ο Παρθενών και η Ακτινοβολία του από την Αρχαιότητα*, 1994, Αθήνα. 138-161.

Λαμπρινού 2004 Λένα Λαμπρινού, *Πρόναος: Νέες Επεμβάσεις, Λάξευση ραβδώσεων στα νέα συμπληρώματα των κιόνων,* αδημοσίευτη μελέτη, ΥΣΜΑ 2004.

Λαμπρινού 2005 Λένα Λαμπρινού, *Ανατολική Πρόσταση Σηκού Παρθενώνα, Κατάξεση ραβδώσεων κιόνων,* αδημοσίευτη μελέτη, ΥΣΜΑ 2005.

Λαμπρινού-Ελευθερίου 2009 Λένα Λαμπρινού, Βασιλική Ελευθερίου, *Αποκατάσταση της Ανατολικής Πρόστασης του Παρθενώνα και η Λάξευση των Ραβδώσεων*, αδημοσίευτη μελέτη, ΥΣΜΑ 2009.

Μαλλούχου 1998 Φανή Μαλλούχου-Tufano, *Η Αναστήλωση των Αρχαίων Μνημείων στη Νεώτερη Ελλάδα,* 1998, Αθήνα.

Ορλάνδος 1922 Αναστάσιος Ορλάνδος, Pro Parthenone, *Μέντωρ 37, Οι Ελληνικές Αναστηλώσεις,* 1996, Αθήνα. 97-102.

Petzet 2004 Michael Petzet, 'Principles of Preservation' in *International Charters for Restoration and Conservation,* Paris: Icomos 2004, 7-29.

Πρακτικά 1990 *3η Διεθνής Συνάντηση για την Αποκατάσταση των μνημείων της Ακρόπολης,* Αθήνα, 31.3-2.4.1989, Πρακτικά, Αθήνα.

Τραυλός 1973 Ιωάννης Τραυλός, 'Η πυρπόληση του Παρθενώνος υπό των Ερούλων και η επισκευή του κατά τους χρόνους του αυτοκράτορος Ιουλιανού', *ΑΕ* 1973, 218-236.

ΥΣΜΑ 2009 *Πρακτικά συνεδριάσεως Επιτροπής Συντήρησης Μνημείων Ακροπόλεως*, 2009, Αθήνα: Αρχείο ΥΣΜΑ.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Dimakopoulos 1994 CCAM Questionnaire *Acropolis Restoration; The CCAM Interventions,* 1994, London. 197-198.

ICOMOS 2004 Icomos I, *International Charters for Restoration and Conservation*, 2004, Rome.

The Athens Charter 1931 *International Charters for Restoration and Conservation*: Icomos 2004, Rome. 31-32.

The Venice Charter 1964 *International Charters for Restoration and Conservation*, Rome Icomos 2004, Rome. 37-38.

The Lausanne Charter 1990 *International Charters for Restoration and Conservation*, Rome Icomos 2004, Rome. 104-106.

Travlos 1971 John Travlos, *Pictorial Dictionary of Ancient Athens*, 1971, Thames & Hudson, London.

4.2.1. HISTORY OF INTERVENTIONS AND THEORETICAL ISSUES OF THE RESTORATION OF THE EAST PORCH OF THE PARTHENON

Lena Lambrinou

Architect-Engineer, Archaeologist, MA University of York, Acropolis Restoration Service

Abstract

The anastylosis of the Parthenon's hexastyle Pronaos has long proved a subject of major theoretical discussion, which has continued from the completion of Korres' restoration study in 1989, through its implementation in 1998-2004, until recently--more than 20 years later. This relatively far-reaching intervention had no precedent among previous modern works on the Parthenon, with regard to its extent, and it therefore elicited a variety of objections concerning the acceptance of such a drastic change to the long-familiar form of the monument--even if such a change were to be documented in detail.

The main concerns to arise at the time of the 1990 decision focused initially on the questions of total versus partial restoration of the Pronaos and the acceptable quantity of new marble to be introduced. Ultimately, however, the greatest concern seemed to become the unresolved problem of which final form should be approved for the new in-fillings on the inner sides of the columns.

Disagreement in 1990 at the level of the governing Central Archaeological Council concerning the final form of the surfaces of new fillings to be installed in the Pronaos' columns postponed the final decision to proceed with the restoration and led to the supplementary study of 1994 by C. Bouras. The new 1994 study proposed leaving the intended marble in-fillings of the column drums unfluted, with the result that the in-filled parts would appear as simple, partial cylinders.

With the completion of the anastylosis of the Pronaos, the obvious aesthetic asymmetry of the restored columns in the Parthenon's east porch has once again brought to the fore the question of the final form of the new, western in-fillings. In a positive step forward, final approval for the full carving of the new marble additions in the columns of the Pronaos was passed by the Central Archaeological Council (KAS) in late July 2009. This fluting, however, is only to be achieved by hand and in situ, since the necessary disassembling was decided to be out of the question. The recent acceptance of the 2004/2005/2009 proposal to cut the Pronaos flutes appears to bring a long-standing debate to a definitive close, with all significant theoretical and practical matters having been addressed.

List of Figures

Fig. 1. Parthenon: Gray indicates the area of the Pronaos (Drawing: M. Korres 1994).

Fig. 2. View of the Proanos after the restoration by Balanos (ESMA Archive).

Fig. 3. SE view of the 3rd column - Before and after the intervention by Balanos (ESMA Archive).
Fig. 4. The four proposals for the restoration of the Pronaos (1989) (Photo: S. Mavromatis).
Fig. 5. Proposal II from the study by M. Korres (1989).
Fig. 6. The Proposal of 1994 by Bouras, implementation in 1998-2004 (Basic drawing: M. Korres 1989; Additions: Ch. Bouras 1994).
Fig. 7. The Pronaos of the Hephaisteion - Restoration by Orlandos 1936-37 (Photo: L. Lambrinou).
Fig. 8. Traces of the Byzantine arch on the 3rd column (Photo: L. Lambrinou).
Fig. 9. Traces of thermal fracture at the lowest part of the 2nd column - parts of flutes survive on its base (Photo: L. Lambrinou).
Fig. 10. Column drums from the Pronaos before the recent intervention. Discernible are the brittle surfaces where no traces of thermal fracture have survived (ESMA Archive).
Fig. 11. Column drums from the Pronaos before and after the recent intervention. Discernible are the ancient mortises where railings were joined (True colour photo: L. Lambrinou; Black and white photo: ESMA Archive).
Fig. 12. Views of the current form of the columns of the Pronaos (Photo: L. Lambrinou).
Fig. 13. View of the current form of the columns of the Pronaos from the inside of the cella (Photo: L. Lambrinou).

4.2.2. ΠΡΟΝΑΟΣ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ – ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Λένα Λαμπρινού
Αρχιτέκτων-Μηχανικός, Αρχαιολόγος, MA University of York, ΥΣΜΑ

Η πρόσφατη μερική αναστήλωση της ανατολικής πρόστασης του Παρθενώνα (1997-2004) (Εικ. 1), αποτέλεσε την υλοποίηση της πρότασης του Χαράλαμπου Μπούρα του 1994, μια πρόταση σε προσαρμογή της πρότασης ΙΙ [1] της μελέτης του Μανόλη Κορρέ του 1989 (Κορρές 1989). Ανατοποθέτησε πολλά νέα θραύσματα στη θέση τους διαμορφώνοντας μια διαφορετική μορφή στην ανατολική περιοχή του μνημείου και βοηθώντας ιδιαίτερα στην καλύτερη πρόσληψη της αρχιτεκτονικής διάστασης του μνημείου. Η επέμβαση αυτή δεν είχε το σωστικό χαρακτήρα των υπολοίπων επεμβάσεων στον Παρθενώνα, αλλά είχε ως στόχο την επανένταξη πολλών διασπάρτων θραυσμάτων. Με τις ταυτίσεις θραυσμάτων, τις οποίες επέτυχε με την έρευνα του ο Κορρές 54 θραύσματα συναρμόστηκαν σε 31 σπονδύλους (Κορρές 1989, 14), ενώ θραύσματα κιονοκράνων αποτέλεσαν τα δύο κιονόκρανα που αναστηλώθηκαν (Εικ. 2).

Εικ. 1. α) Ο Πρόναος μετά την αποξήλωση της αναστήλωσης Μπαλάνου (φωτο: Κολυδάκη, 1999, Αρχείο ΕΣΜΑ), β) Ο Πρόναος κατά την αναστήλωση του ΒΑ κίονα (φωτο της συγγραφέως 2000, Αρχείο ΕΣΜΑ), γ) Αναστήλωση Προνάου (φωτο της συγγραφέως 2002, Αρχείο ΕΣΜΑ).

[1] Οι προτάσεις του μελετητή για την αναστήλωση του Προνάου διαμορφώθηκαν σε τέσσερεις, ξεκινώντας από την πρόταση Ι, η οποία πρότεινε ελάχιστη επέμβαση και καταλήγοντας στην πρόταση IV με πλήρη αποκατάσταση της εξάστυλης πρόστασης έως και το ύψος της ζωφόρου (με την τοποθέτηση αντιγράφων της στο μνημείο). Η πρόταση ΙΙ, η οποία τελικά επιλέχτηκε, συμβίβαζε τις προτάσεις με την μερική αναστήλωση της ανατολικής πρόστασης και άρα τη χρήση μικρότερου ποσοστού νέων συμπληρώσεων, σε σχέση με την ολική αποκατάσταση (*Κορρές 1989, 79-80).*

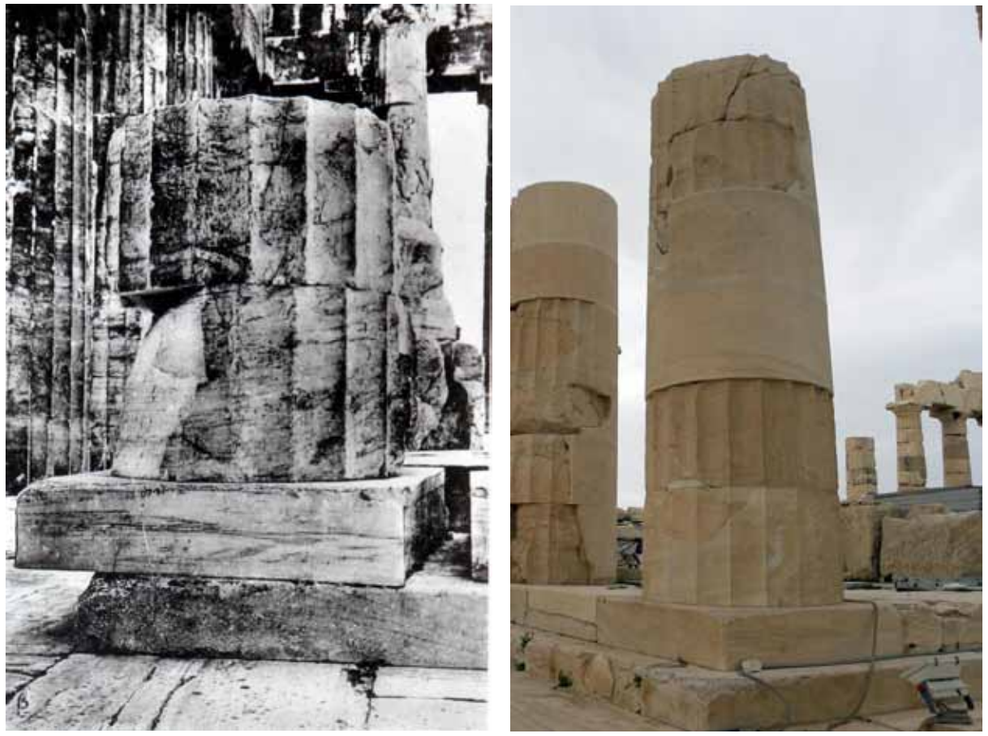
Το 1990, η ΕΣΜΑ ενέκρινε την πρόταση ΙΙ του Κορρέ για την αποκατάσταση του Προνάου του Παρθενώνος, η οποία όμως δεν ενεκρίθη από το ΚΑΣ. Το 1994 η ΕΣΜΑ και το τελικώς το ΚΑΣ αποδέχτηκε την συμπληρωματική πρόταση του καθ. Χ. Μπούρα για την αποκατάσταση του Προνάου του Παρθενώνος επί της πρότασης ΙΙ του Μ. Κορρέ. Ως προς την κατεργασία των νέων επιφανειών, η πρόταση προέβλεπε να παραμείνουν σε κυλινδρική μορφή οι νέοι σπόνδυλοι και οι συμπληρώσεις των αρχαίων σπονδύλων των κιόνων, χωρίς την κατεργασία των ραβδώσεων τους, ώστε να διαφοροποιούνται από την αρχαία επιφάνεια, αλλά και για την εξοικονόμηση δυνάμεων και χρόνου. Επέτρεπε επιπλέον την επανεξέταση του αισθητικού αποτελέσματος και την εκ των υστέρων διαμόρφωση των ραβδώσεων των κιόνων. Η σχετική υπουργική απόφαση υπεγράφη στις *16-6-1994*.

Τον Σεπτέμβριο του 1994 ξεκινά η προσπάθεια για την αποκατάσταση του ρωμαϊκού κατωφλίου της ανατολικής θύρας, με 7 από τους αρχικούς του λίθους και έναν καινούριο. Οι λίθοι αυτοί είχαν απομακρυνθεί από το κτήριο το 1862 από τον Bötticher, εξαιτίας της εσφαλμένης πεποίθησης του ότι ανήκαν στο κατώφλι της χριστιανικής αψίδας (Κορρές 1989, 48). Οι λίθοι ανατοποθετήθηκαν στη θέση τους, σύμφωνα με την αρχική έγκριση του ΚΑΣ του 1990 και η επέμβαση ολοκληρώθηκε τον Φεβρουάριο του 1995 (14-2, 15-216-2-1995) (Εικ. 3).

Εικ. 2. Κιονόκρανο του 4ου κίονα (ΠΚΚ4) (φωτο της συγγραφέως 2001, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Η αποξήλωση των αποκατεστημένων από τον Μπαλάνο σπονδύλων, αλλά και κατά χώραν σπονδύλων ξεκίνησε το 1994 με την αποξήλωση του πρώτου από βορράν κίονα, ο οποίος διατηρούσε κατά χώραν μόνον τους δύο κατώτερους σπονδύλους του. Κατά την έκρηξη του 17ου αιώνα, ο ΒΑ λίθος του στυλοβάτη της πρόστασης είχε μετακινηθεί από την αρχική του θέση (Εικ. 4). Μετά την αποξήλωση των σπονδύλων και του λίθου του υποκείμενου στυλοβάτη, η μελέτη του θεμελίου έδωσε πολλά νέα στοιχεία, κάποια από τα οποία παρουσιάστηκαν από τον Μ. Κορρέ στο εκτενές άρθρο του «Der Plan» (Korres 1994). Το 1994 γίνονται εργασίες στερέωσης στο δάπεδο του Προνάου, όπως καθαρισμοί και συγκολλήσεις πλακών του δαπέδου. Ολοκληρώνεται η συγκόλληση και ανατοποθέτηση της ρηγματωμένης πλάκας ΠΣ1, στη ΒΔ γωνία του δαπέδου του Προνάου. Τον Μάρτιο 1995, οι εργασίες επεκτάθηκαν και σε δύο επόμενες προς νότον πλάκες του δαπέδου (ΠΣ14, ΠΣ27).

Εικ. 3. α) Άποψη της περιοχής του κατωφλίου της ανατολικής θύρας (Μπαλάνος 1940, εικ. 59β), β) Άποψη του κατωφλίου της ανατολικής θύρας μετά την αποκατάσταση των λίθων του (φωτο της συγγραφέως 2012).



Εικ. 4. α) Άποψη 1ου κίονα από βορρά πριν την πρόσφατη αναστήλωση (Μπαλάνος 1940, εικ. 128), β) Άποψη 1ου κίονα από βορρά, μετά την πρόσφατη αναστήλωση (φωτο της συγγραφέως 2009, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Το Φεβρουάριο του 1995 ξεκίνησε ουσιαστικά η υλοποίηση της πρότασης για την πρόσταση του Προνάου. Με την εποπτεία της Α΄ΕΠΚΑ και κονδύλια των ΤΑΔΙΠΕΑΕ αγοράστηκαν νέοι όγκοι μαρμάρου (εταιρεία Μεσογειακά Μάρμαρα) για συμπληρώματα των σπονδύλων και έναν εξ' ολοκλήρου νέο σπόνδυλο. Ο Κώστας Ζάμπας εκπόνησε αναλυτικούς πίνακες των μελών που θα αναστηλώνονταν με τις διαμέτρους και τα ύψη τους (Εικ. 5). Νέα λεπτομερή αξονομετρικά σχέδια κατασκευάστηκαν με αναπαράσταση των θραυσμάτων και των νέων συμπληρώσεων. Ο Νίκος Τογανίδης διακινούσε τις παραγγελίες των νέων μαρμάρων και μαζί με τον Κώστα Ζάμπα είχαν την εποπτεία των εργασιών αποκατάστασης. Σύντομα ξεκινά η λήψη εκμαγείων από τα θραύσματα των σπονδύλων για την κατασκευή νέων συμπληρωμάτων. Ο πρώτος σπόνδυλος που συγκολλάται από δύο μεγάλα αρχαία θραύσματα είναι ο ΠΚ4.5 (ν486 + 327)[2] τον Φεβρουάριο 1995.

ΠΑΡΘΕΝΩΝ. ΑΝΑΣΤΗΛΩΣΗ ΠΡΟΝΑΟΥ. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΠΟΝΔΥΛΩΝ.

ΚΙΩΝ	ΠΚ6			ΠΚ5			ΠΚ4			ΠΚ3			ΠΚ2			ΠΚ1		
ΣΕΙΡΑ	ΘΕΣΗ	h/H	Dκ/Dα	ΘΕΣΗ	h/H	Dκ/Dα	ΘΕΣΗ	h/H	Dκ/Dα	ΘΕΣΗ	h/H	Dκ/Dα	ΘΕΣΗ	h/H	Dκ/Dα	ΘΕΣΗ	h/H	Dκ/Dα
1	6.1	*916*	1649	5.1	868	1649	4.1	874	1649	3.1	850	1649	2.1	916	1649	1.1	856	1649
		916	1629		868	1630		874	1630		850	1631		916	1629	α2000,329	856	1631
2	6.2	*773*	1629	5.2	909	1630	4.2	820	1630	3.2	855	1631	2.2	819,7	1629	1.2	832,2	1631
		1689	1610		1777	1608		1694	1610	ν1925	1705	1610	ν361ν325	1735,7	1609		1679	1610
3	6.3	*772*	1610	5.3	648	1608	4.3	718	1610	3.3	1021,5	1610	2.3	788,3	1609	1.3	804	1610
		2461	1589		2425	1590		2412	1590		2726,5	1581	8	2510	1587	α1848	2483	1588
4	6.4	*833*	1589	5.4	779	1590	4.4	877	1590	3.4	849,5	1581	2.4	919	1587	1.4	831	1588
		3294	1563	Π1931	3204	1566	ν466	3289	1563	ν467	3576	1554	176-171	3429	1559	α1816	3314	1562
5	6.5	*818*	*1563*	5.5	689	1566	4.5	750	1563	3.5	775	1554	2.5	746	1559	1.5	677,3	1562
		4112	1535	α1463ν12	3893	1543	ν486	4039	1538	α1825,331	4351	1526		4175	1533	326,333	3991,3	1539
6	6.6	*673*	1535	5.6	970	1543	4.6	710	1538	3.6	634	1526	2.6	878,5	1533	1.6	726	1539
		4785	1510		4863	1507	ν465,327	4749	1511		4985	1502	ν340	5053,5	1499	304,319,323	4717,3	1512
7	6.7	*840*	1510	5.7	828	1507	4.7	930	*1511*	3.7	622	1502						
		5625	1476	ν463	5691	1473	ν60	5679	1473		5607	1476						
8	6.8	*813*	*1474*	5.8	782	*1473*	4.8	745	1473	3.8	917	1476						
		6438	1439	ν458ν868	6473	1438	ν85	6424	1440	ν884-178	6524	1435						
9	6.9	*707*	1439	5.9	725	1438	4.9	750	1440									
		7145	1405	ν462	7198	1402	ν346	7174	1404									
10	6.10	*630*	*1405*	5.10	860	1402	4.10	790	1404									
		7775	1372		8058	1356		7964	1362									
11	6.11	*863*	*1372*	5.11	863	1356	4.11	714	1362									
		8638	1323		8921	1306		8678	1321									
12	6.12	*742*	*1323*	5.12	459	*1306*	4.12	702	1321									
		9380	1277	ν108	9380	1277	α2051	9380	1277									

XV ΘΕΣΗ

x/H ΥΨΟΣ ΣΤΑΘΜΗ ΑΝΩ ΕΔΡΑΣ

Dκ/Dα ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΤΩ ΑΝΩ

XXX ΥΨΗ, ΔΙΑΜΕΤΡΟΙ ΝΕΩΝ ΣΠΟΝΔΥΛΩΝ

XXY ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

ΝΕΟΙ ΣΠΟΝΔΥΛΟΙ

Εικ. 5. Πίνακας υψών και διαμέτρων (Κ. Ζάμπας, 1995).

Το 1999 και πριν αρχίσει η ανατοποθέτηση των αποκατεστημένων σπονδύλων διερευνήθηκαν, από τον πολ. μηχανικό Κ. Παπαδόπουλο[3], οι απαιτούμενες διαστάσεις των πόλων των εμπολίων. Αρχή για τον υπολογισμό των διαστάσεων ήταν η αντιστοιχία της αντοχής του επιλεγόμενου πόλου με το επίπεδο θραύσης του αρχαίου πόλου κατά τη δράση διατμητικού φορτίου. Μετά από πειραματικές διερευνήσεις στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, αλλά και επιτόπου στο εργοτάξιο,

[2] Ο ίδιος σπόνδυλος όμως θα αποκολληθεί το 2001, για να αναταχθεί ορθότερα.

[3] Μελέτη που είχε ξεκινήσει ο Κ. Ζάμπας.

αποφασίστηκε ο πόλος να έχει διάμετρο 2,45 εκ. και πάχος 0,35 εκ., ενώ είχε μήκος 10 εκ. (Παπαδόπουλος 2000, 20). Τα μεταλλικά εμπόλια ήταν επίσης από τιτάνιο και διαφόρων μεγεθών ανάλογα με τις εντορμίες των σπονδύλων (Εικ. 6).

Εικ. 6. α) Ένα από τα δύο μέρη του εμπολίου από τιτάνιο με τον κεντρικό πόλο από τιτάνιο (φωτο της συγγραφέως 2013), β) Διαδικασία τοποθέτησης του μεταλλικού εμπολίου στην εντορμία της άνω έδρας σπονδύλου του Προνάου (φωτο της συγγραφέως 2001, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Η ανατοποθέτηση των σπονδύλων του Προνάου ξεκίνησε στο τέλος του 1999 από τον κατώτατο σπόνδυλο του δεύτερου κίονα. Ο κατώτατος σπόνδυλος είχε αποξηλωθεί για να αποκατασταθεί. Ο πρώτος, από βορρά, κίονας επίσης αποξηλώθηκε έως τη βάση του, λόγω της συστροφής του λίθου του υποκείμενου στυλοβάτη. Ο γωνιαίος λίθος είχε μετακινηθεί από τη θέση του κατά την έκρηξη του 17ου αιώνα και οι σπόνδυλοί του εκτός από τους δύο κατώτατους είχαν καταπέσει. Μετά από μετρήσεις, έγινε η ανάταξη του γωνιαίου λίθου και η τοποθέτηση έξι από τους σπονδύλους του κίονα, σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη. Η ανατοποθέτηση των έξι σπονδύλων του κίονα ολοκληρώνεται τον Οκτώβριο του 2000.

Μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2000 είχαν ανατοποθετηθεί 11 σπόνδυλοι στον Πρόναο, όταν νέοι μηχανικοί προσελήφθηκαν στα έργα. Στο έργο του Προνάου τοποθετήθηκαν η γράφουσα και η πολιτικός μηχανικός Μ. Μεντζίνη. Οι εργασίες προχώρησαν με ταχύτερους ρυθμούς στα πλαίσια του Γ' Ευρωπαϊκού Κοινοτικού Προγράμματος Στήριξης (Γ' ΚΠΣ). Συγχρόνως έγιναν σημαντικά έργα υποδομής στο εργοτάξιο για την καλύτερη οργάνωση των εργασιών. Για τις ανάγκες του έργου της Βόρειας Κιονοστοιχίας κατασκευάστηκε ηλεκτρικός κόφτης διαμόρφωσης ραβδώσεων κυκλικής διατομής. Ο κόφτης αυτός μπορούσε να καταξέει την παράπλευρη επιφάνεια κυλινδρικών όγκων μαρμάρου, διαμορφώνοντας ραβδώσεις κυκλικής διατομής (Λαμπρινού 2005, 3). (Εικ. 7). Η δομική αποκατάσταση των σπονδύλων συνεχίζει με ταχείς ρυθμούς (Εικ. 8).

Εικ. 7. Ηλεκτρικός κόφτης διαμόρφωσης ραβδώσεων (φωτ. της συγγραφέως 2004, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Εικ. 8. Δομική αποκατάσταση σπονδύλου του Προνάου (φωτ. της συγγραφέως 2000, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Οι τοποθετήσεις των σπονδύλων ακολουθούν δοκιμαστικές τοποθετήσεις (Εικ. 9). Τον Ιούνιο 2001 ξεκίνησε η αποξήλωση του 6ου κίονα, ο οποίος είχε επίσης αναστηλωθεί από τον Νικόλαο Μπαλάνο. Έγινε χωροστάθμηση της άνω έδρας του πρώτου σπονδύλου του 6ου κίονα με τοπογραφικό σταθμό για τη διερεύνηση των κλίσεων της άνω έδρας σε σχέση με τον στυλοβάτη (Ιούλιος 2001). Έγιναν αποτυπώσεις των εδρών των σπονδύλων του 6ου κίονα και προχώρησε η δομική αποκατάσταση τους.

Κατά την αποσυναρμολόγηση του 6ου κίονα και ανάμεσα στον 2ο - 3ο αλλά και ανάμεσα στον 1ο και 2ο σπόνδυλο, ανακαλύπτονται αρχαία εμπόλια (Εικ. 10). Προφανώς, η αποξήλωση του Μπαλάνου, το 1931, είχε σταματήσει στον τρίτο

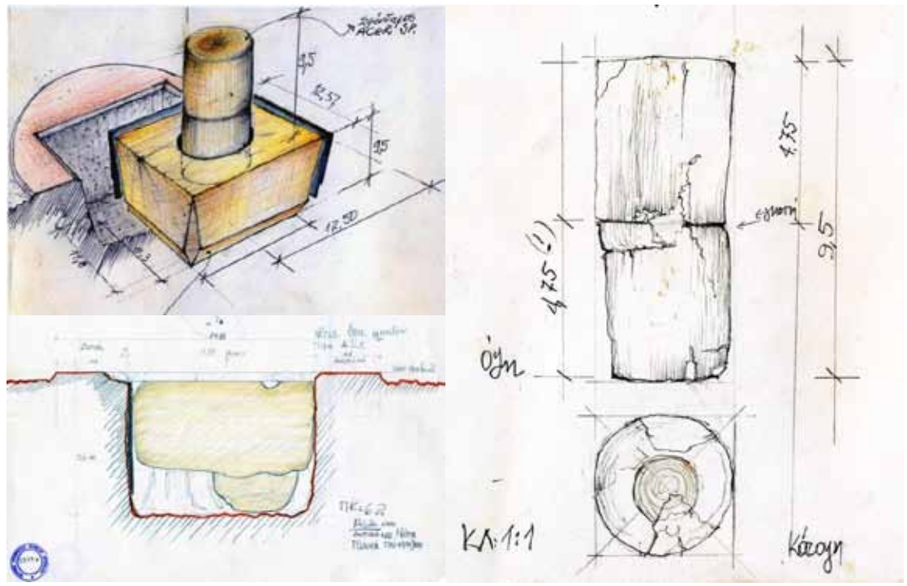
Εικ. 9. Δοκιμαστικές τοποθετήσεις σπονδύλου του 5ου κίονα (φωτ. της συγγραφέως 2001, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Εικ. 10. α) Υπολείμματα εμπολίου στην άνω έδρα του 2ου σπονδύλου του Προνάου. Ανάμεσα στα υπολείμματα διακρίνεται σχεδόν ανέπαφος ο πόλος από σφένδαμο (ΠΚ6.2) (φωτ. της συγγραφέως 2001, Αρχείο ΕΣΜΑ), β) Υπολείμματα εμπολίου στην άνω έδρα του 1ου σπονδύλου του 6ου κίονα του Προνάου. Διακρίνεται φύλλο μολύβδου, το οποίο ήταν ενσφηνωμένο στην αντίστοιχη εντορμία της κάτω έδρας του υπερκείμενου σπονδύλου (φωτ. της συγγραφέως 2001, Αρχείο ΕΣΜΑ).

σπόνδυλο[4]. Τα δύο τμήματα του εμπολίου ήταν αποσαθρωμένα, αλλά ο πόλος διατηρούνταν πολύ καλά. Στον σπόνδυλο ΠΚ6.1 το αρχαίο εμπόλιο είχαν επίσης διασωθεί δύο φύλλα μολύβδου, τα οποία είχαν ενσφηνωθεί ανάμεσα στο ξύλινο εμπόλιο και την εντορμία του για την στερέωση του στην εντορμία (Εικ. 11). Έγινε πρόταση από την γράφουσα να αντικατασταθεί το αρχαίο εμπόλιο με όμοιο ξύλινο, ώστε να αναχρησιμοποιηθούν τα φύλλα μολύβδου στην αρχαία εντορμία (Λαμπρινού 2001). Διερευνήθηκε η ανακατασκευή του ξύλινου εμπολίου, κατ' αναλογία του ευρεθέντος στον πρώτο σπόνδυλο του 6ου κίονα και κατ' απομίμηση των παλαιότερων ευρεθέντων εμπολίων, τα οποία βρίσκονται στο Μουσείο Ακροπόλεως. Ένα από αυτά μάλιστα αποτυπώθηκε, ώστε να αποτελέσει τον οδηγό του νέου εμπολίου. Σύμφωνα με δενδρολογική μελέτη, η οποία είχε γίνει στο παρελθόν, ο πόλος ήταν από ξύλο σφενδάμου, ενώ τα δύο εμπόλια ήταν από ξύλο κυπαρισσιού. Ένας από τους τεχνίτες (Γ. Σπύρου), μετά από πολυήμερο ψάξιμο στα δάση της Εύβοιας, φέρνει ένα υγιές κομμάτι κυπαρισσιού, κομμένο από καλά αποξηραμένο κορμό, ενώ άλλος τεχνίτης (Η. Κωνσταντινόπουλος) φέρνει κομμάτι σφενδάμου από την Πελοπόννησο. Τα τμήματα του εμπολίου κόβονται, σύμφωνα με σχέδια της γράφουσας, και διαμορφώνονται από τον μαραγκό Χρυσομάλλη

[4] Παρόλα αυτά, ο τρίτος σπόνδυλος φέρει δύο αντιδιαμετρικές εντορμίες για μικρές καμπάνες, το οποίο θα ήταν τεκμήριο μετακίνησης του κατά την αναστήλωση Μπαλάνου. Είναι λοιπόν πιθανόν είτε απλώς να συνεστράφει ώστε να αρθεί τυχόν μικρομετατόπιση του σπονδύλου, είτε αρχικά να υπήρχε απόφαση αποξήλωσης του, η οποία δεν εκτελέστηκε εντέλει. Στο συμπέρασμα αυτό καταλήγει η γράφουσα, εφόσον θεωρεί δεδομένο ότι σε περίπτωση αποξήλωσης του σπονδύλου θα είχαν απομακρυνθεί τα υπολείμματα του αρχαίου εμπολίου.

(Εικ. 12). Η ΕΣΜΑ δεν εγκρίνει την πρόταση της γράφουσας για τη χρήση του ξύλινου εμπολίου και αποφασίζεται το εμπόλιο να χρησιμοποιηθεί για διδακτικούς λόγους.



Εικ. 11. Πόλος και εμπόλιο του πρώτου σπονδύλου του 6ου κίονα - Αρχαία φύλλα μολύβδου αποκαλύφθηκαν σε δύο από τις παρειές της εντορμίας του εμπολίου (σχέδια της συγγραφέως).

Εικ. 12. Νέο ξύλινο εμπόλιο κατά αναλογία διαστάσεων των ευρεθέντων αρχαίων εμπολίων του Παρθενώνα (φωτ. της συγγραφέως 2013).

Ο πρώτος σπόνδυλος του 6ου κίονα δεν αποξηλώθηκε. Έγιναν μετρήσεις με γεωδαιτικό σταθμό (με τη συμβολή του τοπογράφου της Α' ΕΠΚΑ, Γ. Καννελόπουλου, Ιούλιος 2001), αλλά και με μεταλλικές πήχες και ηλεκτρονικό αλφάδι και καταγράφηκαν τα υψόμετρα και η κλίση της άνω έδρας του πρώτου σπονδύλου σε σχέση με τον στυλοβάτη.

Μετά την αποκατάσταση των ρηγμάτων των σπονδύλων του 6ου κίονα και την κατασκευή δύο μικρών νέων συμπληρώσεων για την καλύτερη έδραση δύο από τους σπονδύλους, ξεκινά η ανατοποθέτηση του κίονα, την 1η Φεβρουαρίου 2002, η οποία ολοκληρώνεται στις αρχές Απριλίου του ίδιου έτους. Οι υπόλοιποι σπόνδυλοι της πρόστασης ανατοποθετούνται έως το καλοκαίρι του

2002. Η κατασκευή των συμπληρωμάτων των δύο εξωτερικών επιστυλίων του 5ου και 6ου μετακιονίου (μετρώντας από βορρά) ξεκινούν τον Αύγουστο 2002 (Εικ. 13) και, όπως και τα κιονόκρανα συνεχίζουν να επεξεργάζονται από τους τεχνίτες της υπηρεσίας, έως την ολοκλήρωση τους το 2004 (Εικ. 14). Η κατεργασία του κιονοκράνου του 5ου κίονα (ΠΚΚ5) διήρκεσε αρκετούς μήνες, λόγω της μεγάλης ποσότητας νέου υλικού, το οποίο περιέκλεισε το μικρό αρχαίο θραύσμα (Εικ. 15).

Εικ. 13. Δομική αποκατάσταση επιστυλίων Προνάου. εξωτερικά επιστύλια: α) ΠΕ5.1, β) ΠΕ6.1 (φωτ. της συγγραφέως 2002, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Συνολικά κατασκευάστηκαν νέα συμπληρώματα σε 30 σπονδύλους και δύο κιονόκρανα και 9 εξ' ολοκλήρου νέοι σπόνδυλοι. Μετά την τοποθέτηση, έγινε κατάξεση μόνο στις νέες ραβδώσεις που γειτνίαζαν με αρχαίο τμήμα. Έτσι λαξεύτηκαν περίπου 95 ραβδώσεις από τις συνολικά 450. Η κατάξεση των 95 αυτών ραβδώσεων έγινε στο χέρι, από δύο συνεργεία των δύο τεχνιτών και διήρκεσε 12 μήνες. Οι υπόλοιπες ραβδώσεις αφέθηκαν με πλήρες άπεργο και δέχτηκαν μόνο αδρή λάξευση με βελόνι και αχνή σήμανση των ακμών μέσω λεπτότερης κατεργασίας (Εικ. 16). Οι μεγάλες νέες επιφάνειες κυρίως στην πίσω εσωτερική πλευρά των κιόνων αποφασίστηκε να λάβουν επίστρωση τεχνητής πάτινας, ώστε να αποσοβηθεί η μεγάλη χρωματική διαφορά μεταξύ των νέων και των αρχαίων τμημάτων (Εικ. 17).

Εικ. 14. Δομική αποκατάσταση κιονοκράνου 4ου κίονα Προνάου (ΠΚΚ4). Λάξευση ραβδώσεων υποτραχηλίου (φωτ. της συγγραφέως 2002, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Εικ. 15. Δομική αποκατάσταση κιονοκράνου 5ου κίονα Προνάου (ΠΚΚ5) α-β) Λάξευση τελικής επιφανείας, γ) ανατοποθέτηση στον κίονα (φωτο της συγγραφέως 2002, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Εικ. 16. α) Λάξευση ραβδώσεων στον 3ο κίονα του Προνάου (φωτο της συγγραφέως 2001, Αρχείο ΕΣΜΑ). β) Τελικό αποτέλεσμα στον πρώτο κίονα (φωτο της συγγραφέως 2012).

Το 2004 ολοκληρώθηκε η αποκατάσταση της ανατολικής πρόστασης του Προνάου, σύμφωνα με την εγκεκριμένη μελέτη. Το αισθητικό όμως αποτέλεσμα των αράβδωτων συμπληρώσεων των κιόνων κρίθηκε μη ικανοποιητικό και οι υπεύθυνοι εμπλεκόμενοι μηχανικοί, όπως και ο πρόεδρος της ΕΣΜΑ έθεσαν το θέμα της επανεξέτασης της μορφής των συμπληρώσεων (Εικ. 18).

Έτσι, στις 30 Σεπτεμβρίου 2004 (17η/2004 συνεδρίαση), η ΕΣΜΑ ενέκρινε ομόφωνα την εισήγηση της γράφουσας για τις νέες επεμβάσεις στον Πρόναο. Η εισήγηση έθετε το ζήτημα της επανεξέτασης της μορφής των νέων συμπληρωμάτων των κιόνων, προτείνοντας την κατάξεση των

ραβδώσεων, η οποία μπορούσε να υλοποιηθεί ταχύτατα με την χρήση του ειδικού μηχανικού κόφτη που είχε ήδη κατασκευαστεί στο εργοτάξιο του Παρθενώνος για την κατάξεση των συμπληρώσεων των σπονδύλων της βόρειας κιονοστοιχίας. Η πρόταση προϋπόθετε όμως την σταδιακή αποσυναρμολόγηση των αναστηλωμένων κιόνων, και τη μεταφορά των σπονδύλων στον μηχανικό κόφτη για την επιτόπια κατάξεση των ραβδώσεων (Λαμπρινού 2004). Στη ίδια συνεδρίαση της ΕΣΜΑ αποφασίστηκε να δοθούν περισσότερα συγκριτικά στοιχεία σχετικά με τον απαιτούμενο χρόνο των δύο μεθόδων: καταρχήν για χειροποίητη κατεργασία των συμπληρώσεων επιτόπου πάνω στους αναστηλωμένους κίονες, χωρίς αποσυναρμολόγηση και κατά δεύτερον, στοιχεία για την κατεργασία των σπονδύλων με τον ηλεκτρικό κόφτη κατόπιν αποξηλώσεως τους, και τελική κατεργασία πάνω στον κίονα με την εκ νέου ανασυναρμολόγηση τους.

Εικ. 17. Τεχνητή πάτινα στα νέα συμπληρώματα του Προνάου (φωτ. της συγγραφέως 2009, αρχείο ΕΣΜΑ).

Εικ. 18: Άποψη από τα ΝΑ της πρόστασης του Προνάου (φωτ. της συγγραφέως 2009, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Στις 12 Ιουλίου 2005 (7η/2005 συνεδρίαση) συζητήθηκε στην ΕΣΜΑ συμπληρωματική αναφορά της γράφουσας σχετικά με το θέμα των ραβδώσεων του Προνάου. Στην αναφορά υπολογιζόταν ο χρόνος κατεργασίας κατά τις δύο μεθόδους, δηλαδή της μηχανικής λάξευσης και της λάξευσης με το χέρι πάνω στο μνημείο. Στην α' περίπτωση απαιτούνταν 6 μήνες για την αποσυναρμολόγηση των αναστηλωμένων σπονδύλων, τη μεταφορά και κοπή των νέων ραβδώσεων στο μηχανικό κόφτη και την ανατοποθέτηση των σπονδύλων στο μνημείο[5] και επιπλέον 6 μήνες για την τελική κατεργασία

[5] Ένας σπόνδυλος από νέο μάρμαρο χρειαζόταν 5 εργάσιμές ημέρες για την κοπή των ραβδώσεων του με το μηχανικό κόφτη.

τους με 2 συνεργεία των 2 τεχνιτών. Στην β' περίπτωση κατά την οποία η κατεργασία γινόταν εξ' ολοκλήρου επί των κιόνων, χειρονακτικά, απαιτούνταν, στην καλύτερη περίπτωση, 27 μήνες με 5 συνεργεία των δύο ατόμων (ένα συνεργείο τεχνιτών σε κάθε κίονα). (Λαμπρινού 2005). Τα μέλη αποφάσισαν κατά πλειοψηφία, μειοψηφούντος του Διευθυντή Αναστήλωσης Δ. Ζιρώ, την λάξευση των ραβδώσεων του Προνάου με την βοήθεια του ειδικού μηχανήματος. Η εκτέλεση του έργου με αυτόν τον τρόπο, ήταν δυνατόν να ολοκληρωθεί στο χρονικό διάστημα που υπολειπόταν έως την λήξη του 3ο ΚΠΣ (τέλος 2006), οπότε και αποφασίστηκε να συμπεριληφθεί στο Τεχνικό Δελτίο του έργου.

Όμως, λόγω της ύπαρξης προηγούμενης απόφασης του ΚΑΣ σχετικά με την διαμόρφωση των κιόνων του Προνάου, απαιτείτο αναπομπή του θέματος από τον Υπουργό Πολιτισμού, ώστε το θέμα να ανασυζητηθεί στο ΚΑΣ και να παρθεί νέα απόφαση. Κατά το Μάρτιο του 2006, μετά από αυτοψία της ΕΣΜΑ στον Πρόναο αποφασίστηκε η δοκιμαστική κατάξεση στον πρώτο κίονα από βορρά με τον μηχανικό κόφτη (2-3-2006/ 3η συνεδρίαση). Μειοψήφησαν ο Ι. Δημακόπουλος, ο οποίος ήταν αντίθετος με κάθε πρόσθετη εργασία στον Πρόναο και ο Δ. Ζιρώ, ο οποίος επιθυμούσε η εργασία να γίνει χειροποίητα, χωρίς την χρήση του κοπτικού μηχανήματος. Το θέμα δεν προχώρησε στο ΚΑΣ, παρόλα τα έγγραφα της διευθύντριας της ΥΣΜΑ Μ. Ιωαννίδου προς τον Γ. Γραμματέα για την μείωση των χρονικών περιθωρίων για την πραγματοποίηση των εργασιών εντός του πλαισίου του Γ' ΚΠΣ. Η εισήγηση του Διευθυντή της ΔΑΑΜ, Δ. Ζιρώ έθεσε διάφορα θεωρητικά και τεχνικά ζητήματα δηλώνοντας την αντίθεση του στην κατάξεση του ΒΑ κίονα του Προνάου, ενώ ζητούσε την καταγραφή των απόψεων της διεθνούς κοινότητας πάνω στο θέμα. Πρότεινε την λάξευση των ραβδώσεων, χειρονακτικά και μόνον στην ανατολική πλευρά των κιόνων (αρ. πρωτ. ΥΠΠΟ/ΔΑΑΜ/1000/42326/16-5-2006).

Τον Ιούλιο του 2006 η Διευθύντρια Μ. Ιωαννίδου ενημέρωσε εγγράφως τον Γ. Γραμματέα σχετικά με την αδυναμία της Υπηρεσίας να εκτελέσει το έργο εντός των προβλεπόμενων χρονικών ορίων, καθώς το θέμα δεν είχε συζητηθεί ακόμη στο ΚΑΣ και το έργο απεντάχθηκε από το Τεχνικό Δελτίο του Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης. Ενώ τον Δεκέμβριο του 2006 ο Υπουργός Πολιτισμού υπέγραψε την απόφαση για αναπομπή στο ΚΑΣ της πρότασης της ΕΣΜΑ για δοκιμαστική κατάξεση ραβδώσεων στον ακραίο βορειοανατολικό κίονα του Προνάου του Παρθενώνος, ο διευθυντής της ΔΑΑΜ έστειλε νέο ενημερωτικό σημείωμα προς τον Υπουργό, στο οποίο ανέπτυσσε την αντίθεση του προς τη λάξευση ραβδώσεων με αποσυναρμολόγηση και χρήση μηχανικού κόφτη, και αντιπρότεινε, ανάμεσα σε άλλα, την επιτόπια λάξευση των ραβδώσεων με χειρονακτικό τρόπο (αρ. πρωτ. ΥΠΠΟ/ΔΑΑΜ/326/14731 / 14-2-2007). Το θέμα δεν συζητήθηκε στο ΚΑΣ.

Το Φεβρουάριο 2009 εγκρίνεται ομόφωνα από την ΕΣΜΑ *νέα* πρόταση για την κατάξεση των ραβδώσεων (25-2-2009/ 2η συνεδρίαση) των Β. Ελευθερίου και της γράφουσας, όπου, προτεινόταν η

κατάξεση των ραβδώσεων με χειρονακτικό τρόπο χωρίς αποξήλωση των σπονδύλων. Στη μελέτη παρουσιάστηκαν δύο κείμενα, το πρώτο αναφερόταν σε θεωρητικά αναστηλωτικά ζητήματα σε σχέση με την αναστήλωση του Προνάου, τα οποία είχαν τεθεί στα εισηγητικά σημειώματα της ΔΑΑΜ και το δεύτερο αναφερόταν σε τεχνικές λεπτομέρειες για την μορφή των ραβδώσεων του Προνάου και το τρόπο κατάξεσης, θέματα τα οποία επίσης είχαν τεθεί από τον διευθυντή ΔΑΑΜ. Ο αριθμός των ραβδώσεων προς κατάξεση υπολογίστηκε σε 450 και η επιφάνεια τους σε 88μ2. Έτσι ο χρόνος ολοκλήρωσης του προγράμματος ανερχόταν σε περίπου 3,5 χρόνια με 3 συνεργεία τεχνιτών των 2 ατόμων (Λαμπρινού - Ελευθερίου 2009).

Τον Ιούλιο 2009 εντέλει το ΚΑΣ εγκρίνει ομόφωνα τη νέα μελέτη (30/21-7-2009), και η υπουργική απόφαση εκδίδεται την 12η Απριλίου 2010 από τον Υπουργό Πολιτισμού Παύλο Γερουλάνο (αρ. πρωτ. ΥΠΠΟ/ΓΔΑΠΚ/ΑΡΧ/Α1/Φ1/33574/1202/12-4-2010). Το έργο της κατάξεσης των ραβδώσεων προτάθηκε να ενταχθεί στο επόμενο κοινοτικό πρόγραμμα, όπως και έγινε.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Κορρές 1989 — Κορρές, Μ. *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος*, τόμος 2α, ΥΣΜΑ 1989.

Λαμπρινού 2001 — Λαμπρινού, Λ. *1ος Σπόνδυλος Κίονα Προνάου Παρθενώνα: Χρησιμοποίηση ξύλινου εμπολίου κατά την προσεχή αναστήλωση*, Αναφορά ΥΣΜΑ, 3.10. 2002.

Λαμπρινού 2005 — Λαμπρινού, Λ. *Ανατολική Πρόσταση Σηκού Παρθενώνα - Κατάξεση Ραβδώσεων Κιόνων*, Αναφορά ΥΣΜΑ, 6-7-2005.

Λαμπρινού-Ελευθερίου 2009 — Λαμπρινού, Λ., Ελευθερίου, Β. *Η Αποκατάσταση της Ανατολικής Πρόστασης του Παρθενώνα και η Κατάξεση των Ραβδώσεων των Κιόνων*, ΥΣΜΑ Φεβρουάριος 2009.

Παπαδόπουλος 2000 — Παπαδόπουλος, Κ. *Διαστασιολόγηση πόλων και εμπολίων σπονδύλων Προνάου Παρθενώνα*, Αναφορά ΥΣΜΑ, 23-5-2000.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Korres 1994 — Korres, M. "Der Plan des Parthenon", *Mitteilungen des Deutsche Archaologischen Instituts*, Athenische Abteilung, 109 [1994], 53-120.

4.2.2. THE PRONAOS OF THE PARTHENON - A CHRONICLE OF THE WORK

Lena Lambrinou

Architect-Engineer, Archaeologist, MA Uniersity of York, Acropolis Restoration Service

Abstract

The recent partial restoration of the east portico of the Parthenon (1997-2004) constituted an implementation of the proposal made by Charalambos Bouras in 1994, which was an adaptation of proposal II from the study by Manolis Korres in 1989. This intervention did not have the salvaging character of the other interventions on the Parthenon, but aimed at the reintegration of many scattered fragments into the monument. Following the identifications of fragments, which were achieved by Korres through his research, 54 fragments have been joined onto 31 column drums (Korres 1989, 14), while fragments of column capitals have been identified as belonging to the two capitals of the 4th and 5th columns.

As regards the treatment of the new surfaces, the approval given specified that the new column drums and the additions for the ancient column drums were to be hewn in cylindrical shape, without the incising of flutes, in order for them to be distinguishable from the ancient surface. The permit also anticipated the reevaluation of the aesthetic effect for the a posteriori chiseling of flutes on the new additions for the columns. The resetting of the column drums of the Pronaos began in late 1999 with the lowermost drum of the second column. The setting of the column drums is done in accordance with test settings. The disassembly of the 6th column, which had also been restored by Nikolaos Balanos, began in June 2001.

The total number of new marble additions included new additions for 30 column drums, two column capitals and nine entirely new drums. After the setting, new flutes were only chiseled onto additions that were abutting original, ancient material. Thus, approximately 95 flutes were incised out of a total of 450 potential flutes. The chiseling of these 95 flutes was done by hand by two teams, each comprised of two stonemasons, and lasted 12 months. The rest of the additions were left with full apergon (unworked surface) and flutes were only roughly outlined onto them with a pointed chisel, later receiving a faint marking of the edges through finer treatment. It was decided that the extensive new surfaces, mostly on the inner, back side of the columns, should be coated with an artificial patina, so that the marked colour contrast between new and original parts could be reduced.

The Programme for the Pronaos was completed in 2004 with the resetting of many new fragments to their original position, thus giving a different form to the eastern part of the monument and helping to make the architectural aspect of the building more comprehensible. The chiseling of flutes on the new additions and column drums, which was approved in 2009 by the CAC, has been incorporated into one of the current programmes for the Parthenon.

List of Figures

Fig. 1. a) The Pronaos after disassembly of the restoration by Balanos (Photo: Kolydaki, 1999, ESMA Archive), b) The Pronaos during restoration of the NE column (Photo: L. Lambrinou, 2000, ESMA Archive), c) Restoration of the Pronaos (Photo: L. Lambrinou, 2002, ESMA Archive).

Fig. 2. The capital of the 4th column (ΠΚΚ4) (Photo: L. Lambrinou, 2001, ESMA Archive).

Fig. 3. a) View of the area of the threshold of the eastern doorway (Balanos 1940, Fig. 59b), b) View of the threshold of the eastern doorway after restoration of its blocks (Photo: L. Lambrinou, 2012)

Fig. 4. a) View of the 1st column from the North before the recent restoration (Balanos 1940, Fig. 128), b) View of the 1st column from the North after the recent restoration (Photo: L. Lambrinou, 2009, ESMA Archive).

Fig. 5. Table of heights and diameters (Zambas, 1995).

Fig. 6. a) One of the two parts of the titanium empolion with the central titanium polos (Photo: L. Lambrinou, 2013), b) Procedure of setting the metallic empolion into the mortise of the upper face of a column drum from the Pronaos (Photo: L. Lambrinou, 2001, ESMA Archive).

Fig. 7. Electric cutting machine for the incision of flutes (Photo: L. Lambrinou, 2004, ESMA Archive).

Fig. 8. Structural restoration of a column drum from the Pronaos (Photo: L. Lambrinou, 2000, ESMA Archive).

Fig. 9. Test settings of drum of the 5th column (Photo: L. Lambrinou, 2001, ESMA Archive).

Fig. 10. a) Remnants of empolion on the upper face of the 2nd drum of the 6th column of the Pronaos. Discernible amid the remnants is the almost intact maple wood polos (ΠΚ6.2) (Photo: L. Lambrinou, 2001, ESMA Archive), b) Remnants of empolion on the upper face of the 1st drum of the 6th column of the Pronaos. Discernible is a lead sheet which had been wedged into the corresponding mortise joint of the underside of the overlying drum (Photo: L. Lambrinou, 2001, ESMA Archive).

Fig. 11. Pole and empolion from the 1st drum of the 6th column - Ancient lead sheets have been revealed on two of the faces of the mortise of the empolion (Drawings: L. Lambrinou).

Fig. 12. New wooden empolion made made to the specifications of the ancient empolia found on the Parthenon (Photo: L. Lambrinou, 2013).

Fig. 13. Structural restoration of the architraves of the Pronaos. Outer architraves: a) ΠΕ5.1, b) ΠΕ6.1) (Photo: L. Lambrinou, 2002, ESMA Archive).

Fig. 14. Structural restoration of column capital from the 4th column of the Pronaos (ΠΚΚ4). Incision of flutes on the hypotrachelium (Photo: L. Lambrinou, 2002, ESMA Archive).

Fig. 15. Structural restoration of the capital of the 5th column of the Pronaos (ΠΚΚ5) a,b) Chiseling of the end surface, c) Resetting on the column (Photo: L. Lambrinou, 2002, ESMA Archive).

Fig. 16. a) Incision of flutes on the 3rd column of the Pronaos (Photo: L. Lambrinou, 2001, ESMA Archive), b) End result on the 1st column (Photo: L. Lambrinou, 2012).

Fig. 17. Artificial patina on the new marble additions of the Pronaos (Photo: L. Lambrinou, 2009, ESMA Archive).

Fig. 18. SE view of the portico of the Pronaos (Photo: L. Lambrinou, 2009, ESMA Archive).

4.2.3. ΕΙΔΗ ΘΡΑΥΣΕΩΝ ΣΠΟΝΔΥΛΩΝ. ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΟΥ 6ΟΥ ΚΙΟΝΑ ΤΟΥ ΠΡΟΝΑΟΥ

Μαριλένα Μεντζίνη
Πολιτικός Μηχανικός, Δρ.Ε.Μ.Π., ΥΠΠΟΑ

1. Κίνητρο της έρευνας - στόχοι

Στην παρούσα διερεύνηση επιχειρείται μια καταγραφή της μορφής των βλαβών σε μαρμάρινους σπονδύλους έπειτα από μια στατική ή δυναμική καταπόνηση με σκοπό την αποκάλυψη τόσο των αιτιών, όσο και του μηχανισμού των θραύσεών τους.

Για το λόγο αυτό μελετήθηκε διεξοδικά ανάμεσα σε άλλους παράγοντες η επιρροή της θέσης του μέλους, αλλά και της διαφορετικής κατεύθυνσης της γεωλογικής διαστρωμάτωσης του υλικού από το οποίο αποτελείται (η εσωτερική δομή του μαρμάρου χαρακτηρίζεται από ατέλειες και αποτελείται από επάλληλες στρώσεις κρυστάλλων).

Οι σπόνδυλοι του 6ου κίονα του Πρόναου του Παρθενώνος χρησιμοποιήθηκαν εδώ σαν παράδειγμα εφαρμογής. Η πραγματοποιηθείσα ανάλυση καταλήγει σε αποτελέσματα, τα οποία πρέπει να ληφθούν προσεκτικά υπόψη, κατά το σχεδιασμό και την εκτέλεση των αποκαταστάσεων[1,2,3].

2. Παράγοντες αστοχίας, ιστορικά δεδομένα

2.1. Το υλικό κατασκευής

Το υλικό της κατασκευής των μνημείων της Ακρόπολης είναι το πεντελικό μάρμαρο, το οποίο έχει συνδεθεί με την κατασκευή των αριστουργημάτων της κλασικής περιόδου. Η εξάντληση των αρχαίων λατομείων στις μέρες μας, οδήγησε στη χρήση του μαρμάρου Διονύσου για τις ανάγκες της αποκατάστασης των μνημείων της Ακρόπολης (κατασκευή συμπληρωμάτων ή και νέων μελών). Το Διονυσιακό μάρμαρο (που εξορύσσεται από το όρος Διόνυσος στην Αττική) έχει τις πιο συγγενείς φυσικομηχανικές ιδιότητες με αυτές του αυθεντικού υλικού των μνημείων και αποτελεί το πειραματικό υλικό για τη μελέτη της μηχανικής συμπεριφοράς του αρχαίου δομικού λίθου[4]. Όσον αφορά τις μηχανικές του ιδιότητες τα αναφερόμενα μέχρι πρότινος στην ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία δεδομένα ποικίλουν μέσα σε ευρέα όρια.

Η διασπορά αυτή οφείλεται εν μέρει στις διαφορετικές συνθήκες κάτω από τις οποίες εκτελούνται τα πειράματα, αλλά και στην ανισοτροπία η οποία χαρακτηρίζει τη μηχανική συμπεριφορά του μαρμάρου Διονύσου. Υπάρχουν τρεις διευθύνσεις ανισοτροπίας, μία κάθετη στις στρώσεις του

[1,2,3] Μεντζίνη 2009. Mentzini 2010, 56-57. Μεντζίνη 2012, 4-6.

[4] Zampas 1988, 1813-1818.

υλικού (rift plane ή verso ή Π-plane) και δύο εντός του επιπέδου των στρώσεων (grain plane ή secondo ή M-plane και head-grain plane ή contro ή k-plane). Μετά από μια μακρά σειρά πειραμάτων άμεσου εφελκυσμού και τριαξονικής θλίψης καταδεικνύεται ότι οι μηχανικές ιδιότητες κατά τις δύο διευθύνσεις ανισοτροπίας (αυτές κατά τα επίπεδα grain και head-grain) είναι παραπλήσιες. Έτσι σε μια πρώτη προσέγγιση το μάρμαρο Διονύσου μπορεί να αντιμετωπίζεται ως εγκαρσίως ισότροπο υλικό, που περιγράφεται με τη βοήθεια πέντε ελαστικών σταθερών: δύο μέτρων ελαστικότητας - στο επίπεδο εγκάρσιας ισοτροπίας και κάθετα σε αυτό -, δύο λόγων Poisson, οι οποίοι περιγράφουν την εγκάρσια απόκριση των παραμορφώσεων εντός του επιπέδου ισοτροπίας σε εφελκυστικές φορτίσεις παράλληλα και κάθετα σε αυτό και του μέτρου διάτμησης G, σε επίπεδα κάθετα στο επίπεδο ισοτροπίας. Από τα πειράματα αυτά επίσης προέκυψε ότι το εν λόγω μάρμαρο είναι «διπλομετρικό» (bimodular) υλικό, δηλ. το μέτρο ελαστικότητας σε θλίψη υπερβαίνει το αντίστοιχο σε εφελκυσμό[5,6,7]. Ο συνδυασμός αυτών των μηχανικών χαρακτηριστικών με την ιδιαίτερη φύση της σύνθεσης του υλικού (κυρίως ασβεστίτης, μικρές ποσότητες από μοσχοβίτη, σερισίτη, χαλαζία, χλωρίτη και περιοχές με ατέλειες -κομμοί ή ελαττώματα - του κρυσταλλικού ιστού) προσδίδουν στις επιφάνειες θραύσης του μέλους την πολύπλοκη μορφή τους.

2.2. Διάφορες δράσεις, θερμική δράση, δυναμικές δράσεις

Το σχήμα και το μέγεθος των βλαβών επηρεάζεται επίσης από τη ιδιαίτερη απόκριση των σπονδύλων ανάλογα με το είδος των καταπονήσεων, το ρόλο του μέλους στη σύνθεση της κατασκευής, καθώς και τον προσανατολισμό του ως προς τη πιθανή δράση. Οι καταστροφικοί παράγοντες, που αλλοιώνουν τόσο τη μορφή τους, όσο και τις ιδιότητες του υλικού δομής τους[8], ανήκουν σε δύο κατηγορίες, τους φυσικούς και τους ανθρωπογενείς. Στους φυσικούς κατατάσσονται η επιρροή του χρόνου (γήρανση), η ιδιαίτερη - όπως ήδη αναφέρθηκε - φύση και οι ατέλειες του υλικού κατασκευής τους, η φθορά από φυσικοχημικές/βιολογικές δράσεις, η παγοπληξία, η σεισμική δράση κ.τ.λ. Στους ανθρωπογενείς περιλαμβάνονται η πυρκαγιά, οι βομβαρδισμοί, η ανατίναξη, οι βανδαλισμοί, οι αστοχίες προηγούμενων αναστηλωτικών επεμβάσεων (αλόγιστη χρήση του σιδήρου για την ενίσχυση των μελών, που προκάλεσε - λόγω και της ελλιπούς προστασίας του - την οξείδωση και ακολούθως τη διόγκωσή του, με αποτέλεσμα την πρόκληση θραύσεων στο περιβάλλον μάρμαρο και συνακόλουθα εκτεταμένων βλαβών), ακόμα και η επίπτωση από τη μόλυνση του περιβάλλοντος.

Αν και το μάρμαρο θεωρείται παγκόσμια σαν ένα από τα πιο σκληρά υλικά, πολλοί από τους προαναφερόμενους παράγοντες μπορούν να αλλάξουν τις αρχικές του ιδιότητες και τα μηχανικά του χαρακτηριστικά. Η μικρή θερμική αγωγιμότητα του μαρμάρου έχει σαν αποτέλεσμα την έντονη διαφορά της θερμοκρασίας συναρτήσει του βάθους από την εξωτερική του επιφάνεια. Στη διαφορά αυτή οφείλεται η ανάπτυξη υψηλών τάσεων και παραμορφώσεων κατά την προσβολή του από μια πηγή έντονης θερμότητας (όπως η αρχαία πυρκαγιά). Το σύνολο των σημείων με ίση θερμοκρασία σχηματίζουν μια ισόθερμη επιφάνεια. Η διαστολή και η κύρτωση προς την πλευρά της υψηλότερης θερμοκρασίας τείνουν να αποκολλήσουν τη θερμαινόμενη ζώνη από την εσωτερική μάζα προκαλώντας θραύση που χαρακτηρίζεται ως πρωτογενής θερμική θραύση με την επιφάνειά της να συμπίπτει σχεδόν με την ισόθερμη αυτή επιφάνεια (η θερμική θραύση, όπως οπτικά παρατηρείται, προσομοιάζει με το γεωλογικό φαινόμενο της αποφλοίωσης). Στη συνέχεια η διαστολή ασκεί στην περιβάλλουσα μάζα δυνάμεις, προκαλώντας τις δευτερογενείς θερμικές θραύσεις. Οι δευτερογενείς θερμικές θραύσεις θα ακολουθήσουν κατά την πορεία τους τις αδυναμίες του πετρώματος και τις επιφάνειες εσωτερικής ασυνέχειας.

Έτσι η πρωτογενής θερμική θραύση διακρίνεται από το σχηματισμό επάλληλων στιβάδων θραυστικών επιφανειών με αναπαραγωγή σχηματικά της αρχικής μορφής της προσβληθείσας επιφάνειας, ενώ η δευτερογενής δημιουργεί επιφάνεια που ομοιάζει με αυτήν που προκαλείται από φορτία (άλλωστε έμμεσα πρόκειται περί του ιδίου μηχανισμού) και ακολουθεί τη μηχανικά συντομότερη διαδρομή.

Σε κάθε περίπτωση το μάρμαρο υπόκειται σε αλλαγές στις φυσικές και μηχανικές ιδιότητές του - στη διαπερατότητα και στην ταχύτητα διάδοσης των υπερηχητικών κυμάτων στη μάζα του[9] και συνακόλουθα στην αντοχή σε εφελκυσμό, σε θλίψη και στην ικανότητα παραμόρφωσης, που επηρεάζονται ακόμα και από την παρουσία των προκαλούμενων από τις "θερμικές τάσεις" μικρορωγμών. Μια προσεκτική μελέτη αυτού του είδους των βλαβών επιτρέπει να εντοπιστούν τόσο ο τύπος και η θέση των ξύλινων τμημάτων του ναού, όσο και πολλών λίθινων, που σήμερα δεν διατηρούνται [10,11].

Ο Παρθενώνας αποτελεί ένα κατασκευαστικό σύστημα συντιθέμενων και αλληλοστηριζόμενων μελών. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του είναι η συμμετρική διάταξη ως προς σύστημα δύο καθέτων αξόνων των κατακόρυφων φερόντων στοιχείων, που μεταφέρουν σταδιακά τα φορτία (νεκρά κυρίως βάρη) στο έδαφος. Η ύπαρξη πλαισιακής λειτουργίας επιτυγχανόταν μέσω του θριγκού, διέθετε διαφραγματική λειτουργία, η οποία πραγματοποιείτο μέσω της οροφής των πτερών και της ξύλινης στέγης και ένα άκαμπτο πυρήνα - το σηκό. Η συνέχεια και στερεότητα της κατασκευής υλοποιείται ακόμα και τώρα με την τέλεια επαφή των λίθων - έδραση του ενός επί του άλλου με απλή επαφή των μελών, με την απουσία συνδετικού κονιάματος, την ανάπτυξη του ισχυρού δεσμού της τριβής ως κύριου συνδετικού στοιχείου και την κατάλληλη διάταξη, ώστε να μην συμπίπτουν οι κατακόρυφοι

[5,6,7] Vardoulakis+ et al 1997. Vardoulakis+ et al 2002, 187-210. Kourkoulis et al 2009.

[8] υποβάθμιση των μηχανικών και φυσικών χαρακτηριστικών του δομικού υλικού με αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής του.

[9] άμεσα συνδεδεμένες με το βαθμό θραύσης του πετρώματος.

[10,11] Κορρές κ.ά 1983. Bellopede et al 2006, 397-425.

αρμοί (πλοκή). Στη διαμόρφωση του συστήματος συντελεί επίσης επικουρικά, αλλά με πολύ σημαντικό ρόλο η ύπαρξη συνδετικών στοιχείων, που αναλαμβάνουν κυρίως εφελκυσμό (σύνδεσμοι) και κυρίως διάτμηση (γόμφοι).

Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια σπονδυλωτή κατασκευή, που διαθέτει ιδιαίτερη συμπεριφορά σε ισχυρό σεισμό, με τα επιμέρους αυτοτελή δομικά στοιχεία να λικνίζονται (rocking) και να ολισθαίνουν μεταξύ τους ανεξάρτητα ή σε ομάδες. Η πολυπλοκότητα αυτή προέρχεται από το γεγονός ότι το δόμημα μετακινείται συνέχεια από μια μορφή (mode)[12] δόνησης σε μια άλλη - σε κάθε μορφή ανοίγουν διαφορετικοί αρμοί και δημιουργούνται άλλοι πόλοι περιστροφής. Κατά τη διάρκεια του λικνισμού των κιόνων, ο πόλος περιστροφής κάθε σπονδύλου δύναται να μετακινείται από τη μια ακμή της βάσης του στην άλλη. Η μεταφορά αυτή προκαλεί κρουστικά φαινόμενα και διάχυση ενέργειας με συνέπεια μια απότομη μείωση των γωνιακών ταχυτήτων. Η τρωτότητα των κλασικών μνημείων στους σεισμούς εξαρτάται από δύο κύριους παραμέτρους: τη δεσπόζουσα περίοδο της εδαφικής κίνησης και το μέγεθος της κατασκευής. Η πρώτη επηρεάζει σημαντικά την απόκριση και την πιθανότητα κατάρρευσης με τους χαμηλών συχνοτήτων σεισμούς να καθίστανται πιο επικίνδυνοι από τους υψίσυχνους. Στην περίπτωση των χαμηλών συχνοτήτων, η απόκριση χαρακτηρίζεται από έντονο λικνισμό. Στην περίπτωση των υψίσυχνων σεισμών προκύπτει σημαντική ολίσθηση των σπονδύλων, κυρίως αυτών του άνω τμήματος του κίονα, ενώ ο λικνισμός περιορίζεται σε μικρές τιμές. Μια άλλη σημαντική παράμετρος είναι το μέγεθος της κατασκευής - οι ογκώδεις κατασκευές εμφανίζονται πιο σταθερές από τις μικρότερες αναλογικά σε διαστάσεις[13]. Αριθμητική ανάλυση σε ομοίωμα κίονος του Πρόναου υπό σεισμική διέγερση με δεδομένα ανάλογα των καταγραφών των σεισμών της Καλαμάτας, Αιγίου, Βουκουρεστίου κ.λ.π. επέδειξε διάφορους τρόπους κίνησης, όπως λικνισμό, αλλά και περιστροφή γύρω από κατακόρυφο άξονα, που μεγαλώνει προοδευτικά από τη βάση στο κιονόκρανο ή ακόμα και λικνισμό του κάτω τμήματος του κίονα, ενώ το άνω κινείται σαν ολόσωμο και όχι σαν σπονδυλωτό σώμα[14].

Η ανωτέρω έρευνα κατέδειξε επίσης, ότι οι ρωγμές στους σπονδύλους, που οφείλονται σε διάφορα αίτια ή και από την αλληλοσύγκρουση των μελών κατά τη διάρκεια των κραδασμών δεν φαίνεται ότι επιφέρουν άμεσο κίνδυνο στη φέρουσα ικανότητα του κίονα, όσο δεν σχηματίζουν θραύσματα μορφής σφήνας, η ολίσθηση των οποίων μπορεί να προκαλέσει απώλεια επαφής με τα γειτονικά μέλη, με κρίσιμο το μέγεθος του δυνάμενου να ολισθήσει τεμαχίου. Οι υπάρχουσες όμως ρωγμές διευρύνονται κατά τη διάρκεια των σεισμών και η επανάληψη της διέγερσης μεγαλώνει την αποδιοργάνωση με ένα σχεδόν γραμμικό τρόπο. Με αυτήν την έννοια ακόμα και οι θραύσεις στους σπονδύλους που δεν σχηματίζουν τεμάχια σφήνας και άρα δεν είναι καταρχάς επιρρεπείς σε αστοχία, μπορούν να καταστούν επικίνδυνες, αφού αν δεν αποκατασταθούν μπορεί τα ρήγματά τους να επεκταθούν μετά από κάποιο αριθμό σεισμών.

Η διαφορά της σεισμικής δράσης με αυτήν της έκρηξης ως δυναμικά φαινόμενα συνίσταται ότι στην πρώτη περίπτωση η εκλυόμενη ενέργεια είναι επαναλαμβανόμενη και με διάρκεια - πρόκειται για διάφορα κύματα[15], ενώ στη δεύτερη περίπτωση υπάρχει μόνο ένα ωστικό κύμα, με το φορτίο να ανισοκατανέμεται ανάλογα με τη δυνατότητα προσβολής της επιφάνειας και την απόσταση από τη θέση έναρξης του φαινομένου.

2.3 Σύντομη ιστορική προσέγγιση, Στόχοι έρευνας

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκαν σαν παράδειγμα εφαρμογής οι σπόνδυλοι του 6ου κίονα του Πρόναου του Παρθενώνος. Η επιλογή των μελών του συγκεκριμένου κίονα έγινε με το κριτήριο ότι είναι ο μόνος κίονας του ναού, που φέρει τα σημάδια από όλες τις φάσεις των περιπετειών που υπέστη το μνημείο στο πέρασμα των αιώνων: σεισμούς, πυρκαγιά, βομβαρδισμούς, έκρηξη[16,17,18]. Παρά τις δοκιμασίες δεν μετακινήθηκε από την αρχική θέση του, αλλά αποσυναρμολογήθηκε και ανασυντέθηκε κατά τη διάρκεια της αναστήλωσης Μπαλάνου στις αρχές του προηγούμενου αιώνα. Η σημερινή επέμβαση που πραγματοποιήθηκε από την Υπηρεσία Συντήρησης Μνημείων Ακροπόλεως (Υ.Σ.Μ.Α.) για την αποκατάσταση της προηγούμενης αναστήλωσης έφερε στο φως τις λεπτομέρειες των επιφανειών θραύσης, αφού σχεδόν όλοι οι σπόνδυλοι καταβιβάστηκαν, αποσυντέθηκαν στα πολλά θραύσματά τους και ακολούθως αποκαταστάθηκε η μονολιθικότητά τους, χωρίς σχεδόν καθόλου χρήση νέου υλικού[19]. Οι πρώτες σοβαρές δομικές βλάβες στο μνημείο παρουσιάζονται εξαιτίας του καταστρεπτικού σεισμού του 426 π.Χ., αλλά η εκτεταμένη καταστροφή προήλθε από τον εμπρησμό του από τους Έρουλους το 267 μ.Χ. Τα σημάδια της θερμικής θραύσης με τη χαρακτηριστική μορφή των αλλεπάλληλων αποφλοιώσεων του μαρμάρου έχουν αποτυπωθεί και στη στραμμένη προς το εσωτερικό του ναού παρειά των κιόνων του Πρόναου. Η παρουσία των αρχαίων παραθύρων, καθώς και των ξύλινων διαφραγμάτων και θυρωμάτων της ανατολικής Πρόστασης συνετέλεσαν στην εκεί διάδοση της φωτιάς. Το 1687 ο Morosini πολιορκεί την Αθήνα και βομβαρδίζει τον Παρθενώνα από το λόφο των Μουσών. Από την έκρηξη της πυριτιδαποθήκης στο εσωτερικό του ναού ανατράπηκαν οι τρεις από τους τέσσερις τοίχους του σηκού, έξι κίονες της νότιας πλευράς, οκτώ της βόρειας και τα

[12] Ο όρος mode χρησιμοποιείται εδώ για να καθορίσει διάφορα σχήματα λικνιστικής ανταπόκρισης.

[13] Psycharis 2006, 239-255.

[14] Psycharis et al 2003, 2063-2084 .

[15] τα οποία τροποποιούνται κατά τη διέλευση τους από το έδαφος θεμελίωσης ή τοπογραφικά ενισχύονται από το ανάγλυφο της εδαφικής επιφάνειας (και βέβαια επηρεάζονται από την «κατευθυντικότητα» της σεισμικής διάρρηξης).

[16,17,18] Κορρές 1989. Ορλάνδος 1977. Μπαλάνος 1940.

[19] Μεντζίνη κ.ά. 2001.

απομεινάρια του Πρόναου εκτός του 6ου κίονα, ενώ την καταστροφή επέτεινε η πυρκαγιά που ακολούθησε.

Όλοι οι σπόνδυλοι μελετήθηκαν ένας προς έναν με ενδελεχή παρατήρηση της αστοχίας τους. Οι ρωγμές, οι μετακινήσεις και οι παραμορφώσεις τους, καταγράφηκαν, διερευνήθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν. Ανάμεσα στα άλλα εξετάζεται εδώ η δυνατότητα γνωρίζοντας την κατεύθυνση των στρώσεων του υλικού τους να καταστεί προβλέψιμη η μορφή των ρωγμών που μια καταπόνηση θα προκαλέσει. Η εικόνα αυτή σε συνδυασμό με τη θέση και το ρόλο του μέλους στη σύνθεση της κατασκευής, καθώς και τον προσανατολισμό του ως προς τη πιθανή δράση, οδηγεί στην αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο η γένεση της ρωγμής θα προκαλέσει σημαντικό πρόβλημα στην ευστάθεια του συγκεκριμένου μέλους και κατά συνέπεια όλου του δομήματος, ώστε να ληφθούν κατάλληλα μέτρα για την αποφυγή ή το μετριασμό μελλοντικής αστοχίας. Επιπλέον καθίσταται δυνατή η ανίχνευση ή η επιβεβαίωση της ιστορίας του μνημείου μέσω της παθολογίας του.

3. Ανάλυση πεδίου

Εικ. 1. Ο 6ος κίονας από ΒΔ.

Ατενίζοντας τον 6ο κίονα του Πρόναου του Παρθενώνος μπορεί κανείς άμεσα να παρατηρήσει τις θερμικές θραύσεις που εκτείνονται καθ' ύψος του και τον τρόπο με τον οποίο περιβάλουν την επιφάνεια των σπονδύλων στην ΒΔ περιοχή τους. Όπως καταφανώς διαπιστώνεται τα όρια της φωτιάς συνδέονται με τη θέση των λαξευμάτων στο μάρμαρο, που καθορίζουν τη θέση των αρχαίων διαφραγμάτων και έτσι συμπεραίνεται ότι η πυρκαγιά προήλθε από το εσωτερικό του ναού (Εικ. 1, 2).

Εικ. 2. Η έναρξη της θερμικής θραύσης στην περιοχή του αρχαίου λαξεύματος.

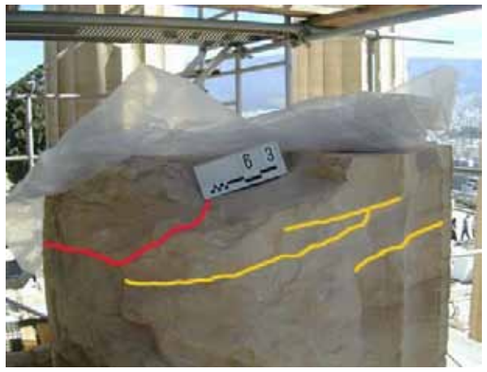
Εικ. 3

Η διεύρυνση των ορίων της θερμικής θραύσης κατά περίπου μια ράβδωση στην επιφάνεια του κίονα από τον 10ο σπόνδυλο και πάνω (η αρίθμηση των σπονδύλων ξεκινά από το στυλοβάτη, όπου σαν πρώτος (1ος) χαρακτηρίζεται ο εδραζόμενος στον υποβατήρα) σχετίζεται με τη θέση της αρχαίας εντορμίας (που υποδεικνύει την προτέρα ύπαρξη ξύλινου στηρίγματος), αλλά πιστοποιεί και την ύπαρξη του αρχαίου νότιου παράθυρου του ανατολικού τοίχου, που βρισκόταν σε αυτό ακριβώς το ύψος και συνέτεινε στην επέκταση της φωτιάς (Εικ. 3). Η γένεση των θραυσμάτων σε αυτήν την περιοχή του κίονα αποδίδεται στην αιτία της πυρκαγιάς κρίνοντας, όπως ήδη αναφέρθηκε, από τη χαρακτηριστική κύρτωση της εξωτερικής τους επιφάνειας, αλλά η εξέλιξη τους σε σαφή ακόμα μεγαλύτερα τεμάχια, μερικά από τα οποία κατέπεσαν αφήνοντας τα ίχνη τους στις εναπομένουσες επιφάνειες θραύσης, οφείλεται σε άλλα αίτια.

Τα πιο σημαντικά από αυτά είναι η επιρροή της γεωλογικής διαστρωμάτωσης και τα αποτελέσματα των δυναμικών δράσεων. Είναι ευνόητο ότι οι δύο αυτοί παράγοντες προκάλεσαν επίσης αστοχίες και στο υπόλοιπο ¨εξωτερικό¨ τμήμα των σπονδύλων, αλλά εκεί είναι εύκολο να αναγνωριστεί το αίτιο πρόκλησης των βλαβών. Πρέπει όμως να επισημανθεί το γεγονός ότι ακόμα και σε μια κατάσταση ισορροπίας, εμφανίζεται πάντα συγκέντρωση των εσωτερικών δυνάμεων στην περίμετρο κάθε μέλους.

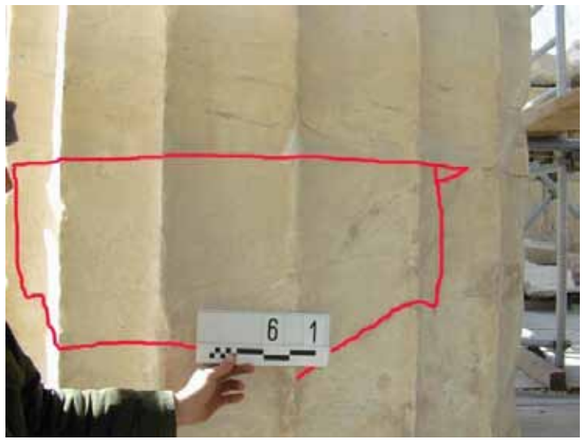
Η πρόσκρουση δύο γειτονικών σπονδύλων, που διαθέτουν αντίθετης κατεύθυνσης γεωλογική διαστρωμάτωση προκαλεί την έναρξη ή την εξέλιξη των θραύσεων. Επίσης μερικές φορές υφίσταται μια τοπική αλλαγή στην κατεύθυνση του κρυσταλλικού ιστού, η οποία μπορεί να αποβεί επικίνδυνη όταν απολήγει στην άνω ή στην κάτω έδρα του σπονδύλου και συναντά τη γεωλογική διαστρωμάτωση του γειτονικού μέλους. Ακόμα και όταν οι γεωλογικές στρώσεις έχουν την ίδια διεύθυνση, οι ρωγμές μεταφέρονται εύκολα από τον ένα σπόνδυλο στον άλλο σαν να μην υπήρχε διαχωριστικός αρμός, δηλαδή τελικά κάθε σύγκλιση των μελών γύρω από την επιφάνεια επαφής τους, προκαλεί (σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό) ανεπιθύμητα αποτελέσματα (Εικ. 4-6, 18 επισήμανση με κύκλο).

Εικ. 4

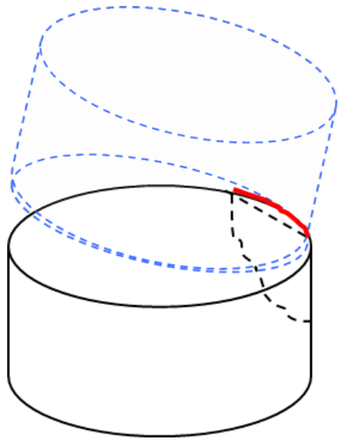


Εικ. 5-6. Τα όρια της θραύσης ακολουθούν τις κρυσταλλικές στρώσεις.

Όσον αφορά στις δυναμικές δράσεις - στην περίπτωσή μας σεισμό και έκρηξη - οι σπόνδυλοι εξαιτίας τους δύναται να αποκλίνουν από την οριζόντια θέση τους (να ανασηκώνονται), ενώ ο παραγόμενος λικνισμός τους οδηγεί σε πρόσκρουση των γειτονικών μελών. Κατά την εξέλιξη του φαινόμενου οι κραδασμοί προσβάλλουν ιδιαίτερα τη νέα δημιουργημένη επιφάνεια επαφής - που είναι μάλλον «γραμμική» και αποτελεί σχηματικά τόξο κύκλου. Σαν αποτέλεσμα παράγονται θραύσματα, τα οποία έχουν συνήθως τη μορφή σφήνας, ενώ η παρουσία συγκλινόντων γεωλογικών στρώσεων - όπως προηγούμενα αναφέρθηκε, καθιστά εύκολη την έναρξη αστοχίας.



Εικ. 7. Η δεξιά - στη φωτογραφία - άνω απόληξη του θραύσματος συμπίπτει ακριβώς με τη σύγκλιση των κρυσταλλικών στρώσεων του σπονδύλου με τον υπερκείμενο στην επιφάνεια επαφής τους (βλ. και Εικ. 5).

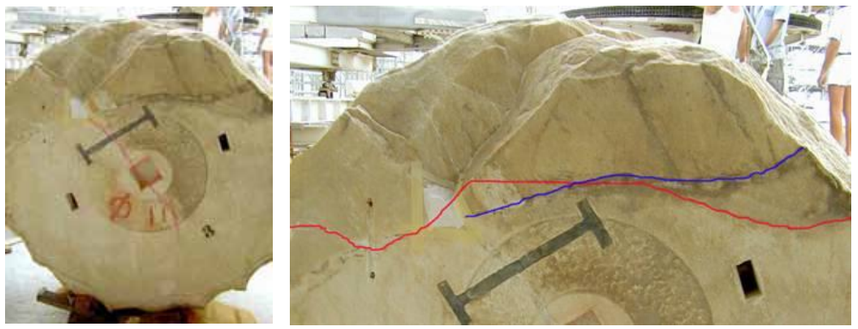


Εικ. 8. Γένεση του μηχανισμού της θραύσης στην περιοχή της άνω έδρας των σπονδύλων, οφειλόμενη σε λικνισμό (βλ και Εικ.7).

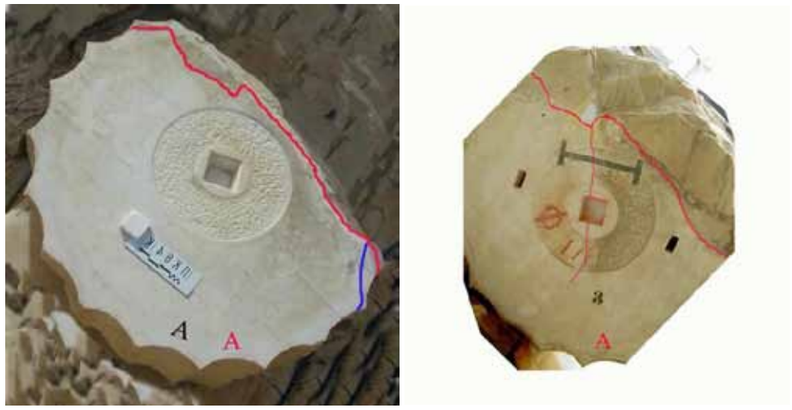
Εικ. 9. Ο 2ος σπόνδυλος - άνω έδρα - ΒΔ όψη.

Στον 2ο σπόνδυλο κυριαρχεί το διαμπερές καθ' ύψος ρήγμα, που χωρίζει το μέλος σε δύο τμήματα (Εικ. 9). Η όλη εικόνα μαζί με την ανάλογη απότμηση, που παρουσιάζεται και στον επόμενο στην περιοχή επαφής τους, οδηγούν στην υπόνοια ότι προκλήθηκαν από μια δυναμική κρούση συγκεκριμένης κατεύθυνσης (βλ. Εικ. 9 δεξιά), που μπορεί να αποδοθεί σε αποτέλεσμα της ανατίναξης του 1687. Είναι φανερό ότι τα θραύσματα Α, Β, Γ και Ε οφείλονται στην πυρκαγιά, σε αντίθεση με τα Ζ και Δ, που όντας αντιδιαμετρικά είναι μάλλον αποτέλεσμα λικνισμού στον άξονα ανατολή - δύση, όπως διαφαίνεται και από τη σύνθλιψη των ακμών στην περιοχή τους (Εικ. 9 δεξιά σε κύκλο).

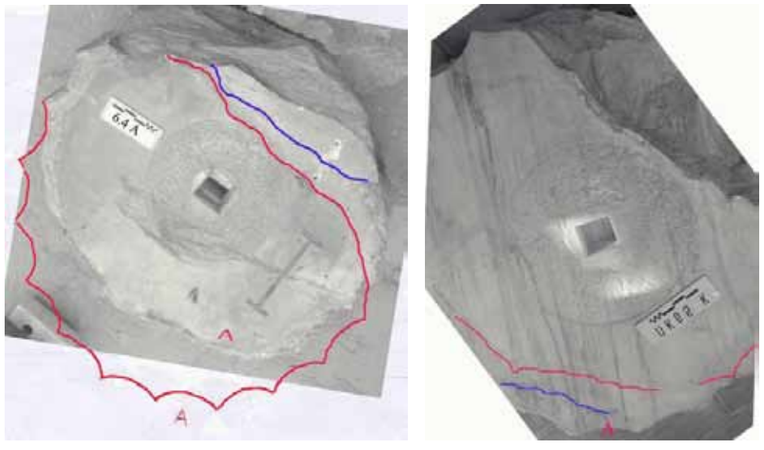
Οι δυναμικές δράσεις, όπως ήδη αναφέρθηκε, προκαλούν λικνισμό, ολίσθηση, ή ακόμα και περιστροφή των σπονδύλων, με αποτέλεσμα πολλές φορές αυτοί να χάνουν την αρχική τους θέση. Η ενδελεχής παρατήρηση πέτυχε στο να διαπιστωθούν και να καταγραφούν οι μετακινήσεις των σπονδύλων στο παρελθόν, παρότι είχαν ήδη διορθωθεί από τον Ν.Μπαλάνο.



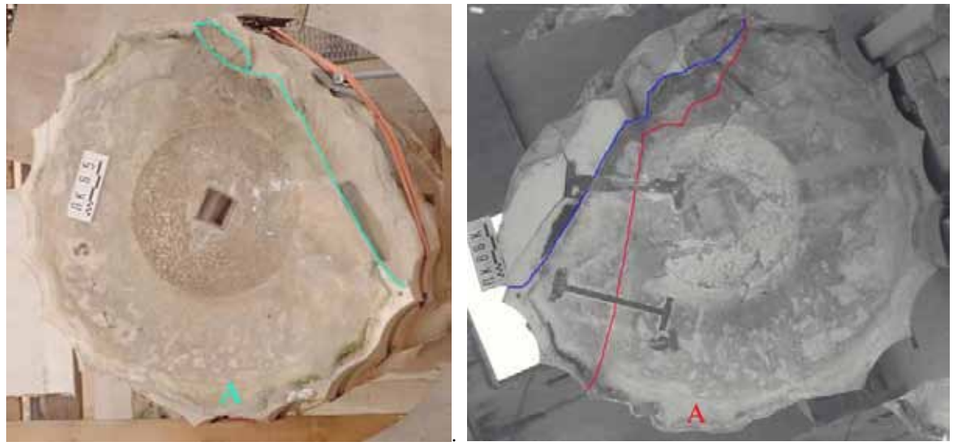
Εικ. 10. Δύο διαφορετικές θέσεις του υπερκείμενου μέλους του σπονδύλου (οφειλόμενες σε μετακινήσεις προκαλούμενες από δυναμικά φορτία) άφησαν τα ίχνη τους στην άνω έδρα του. Η μπλε γραμμή επισημαίνει τα απομειωμένα όρια της κάτω έδρας του επόμενου - ανώτερου - σπονδύλου στην αρχική του θέση, ενώ η κόκκινη υποδεικνύει την περιστροφή του προς νότο (βλ.Εικ. 11).



*Εικ. 11. Κατοπτρισμός της κάτω έδρας του υπερκείμενου σπονδύλου αυτού της Εικ.10 με στροφή του (αριστερή εικόνα), έτσι ώστε να φανεί η σύμπτωση των ιχνών του με αυτά της άνω έδρας του υποκείμενου (δεξιά). Με **Α** η ανατολή στο σπόνδυλο στην αρχική του θέση και με κόκκινο **Α** η ανατολή στον κίονα. Είναι αξιοσημείωτο ότι η έναρξη της κύριας ρωγμής του σπόνδυλου της δεξιάς εικόνας έγινε από τη γωνιακή απότμηση της άνω έδρας του, η οποία αποτελεί συνάμα πέρας της φορτισμένης από τον υπερκείμενο σπόνδυλο (αριστερή εικόνα) περιοχής, όπως έχει προκύψει μετά την απώλεια της μάζας του.*

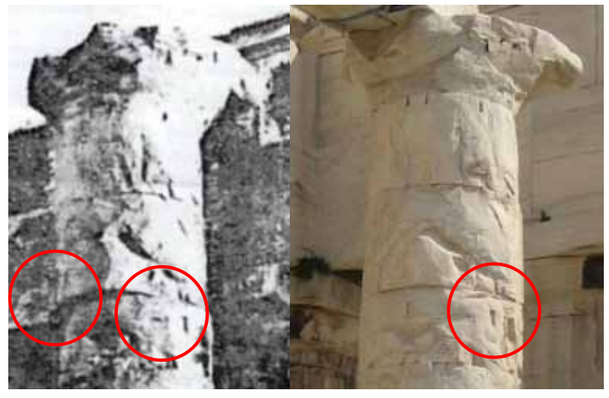


Εικ. 12. Οι ρωγμές της άνω έδρας του 4^{ου} σπόνδυλου αποκαλύπτουν την αρχική και τη μετατοπισμένη θέση του 5^{ου}, ενώ ταυτόχρονα καθορίζουν τα όρια του απολεσθέντος τμήματος του τελευταίου (αριστερή εικόνα). Η δεξιά εικόνα αποτελεί τον κατοπτρισμό της κάτω έδρας του 5^{ου} σπόνδυλου, όπου διακρίνονται καθαρά τα ίχνη από την άνω έδρα του 4^{ου} έτσι ώστε να φανεί η σύμπτωση των ιχνών του με αυτά της άνω έδρας του υποκείμενου. Είναι αξιοσημείωτο ότι η έναρξη της κύριας ρωγμής στην επιφάνεια του σπόνδυλου (αριστερή εικόνα) συμπίπτει με τη σύγκλιση των περιγραμμάτων των δύο αυτών γειτονικών σπονδύλων, ενώ η διεύθυνσή της, η οποία είναι σχεδόν παράλληλη στο απολεσθέν μέτωπο του σπόνδυλου υποδεικνύει επίσης την κατεύθυνση του λικνισμού



Εικ. 13. Η σύγκριση της άνω έδρας του 5^{ου} σπόνδυλου με την κάτω έδρα του 6^{ου} (άνω αριστερή και δεξιά εικόνα αντίστοιχα) υποδεικνύουν την κανονική και τη μετατοπισμένη θέση του ενός ως προς τον άλλο. Ο πρώτος προκάλεσε στο δεύτερο την "μπλε" λεπτή ρωγμή, η οποία αντιπροσωπεύει τα όρια της απομειωμένης του επιφάνειας (με χρώμα στην εικόνα αριστερά), αλλά επίσης και την επικίνδυνη "κόκκινη" ρωγμή σαν αποτέλεσμα της σύγκρουσής τους, όταν βρίσκονταν σε διαφορετική σχετική θέση από την αρχική/αυθεντική τους. Στην άνω δεξιά εικόνα διακρίνεται επίσης η ρωγμή που οφείλεται στη διόγκωση των σιδηρών στοιχείων και ξεκινάει από την κεφαλή των συνδέσμων.

Εικ. 14. Τα ίχνη στην άνω έδρα του 10^{ου} σπόνδυλου πιστοποιούν σαφώς τη μετακίνηση του 11^{ου} ως προς τον υποκείμενό του. Η στροφή αυτή επιβεβαιώνεται επίσης από την Εικ. 15.

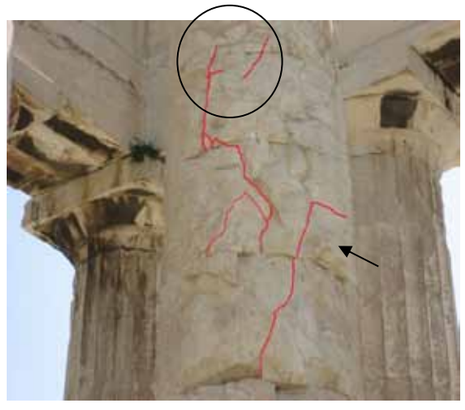


Εικ. 15. Η σχετική θέση του 11ου ως προς το 10ο σπόνδυλο, πριν από τις αναστηλωτικές επεμβάσεις και σήμερα. Η αριστερή φωτογραφία είναι του Ν. Μπαλάνου.

Η παρατήρηση, τόσο των ρωγμών, όσο και των επιπέδων θραύσης σε γειτονικούς σπόνδυλους βοηθά στην κατανόηση του μεγέθους και της κατεύθυνσης των δυναμικών δράσεων. Για παράδειγμα η συγκεκριμένη θέση της συνεχούς ρωγμής, που εμφανίζεται στην ανατολική και νότια επιφάνεια των δύο γειτονικών σπονδύλων (Εικ. 16, 17) παραπέμπει σε λικνισμό στον άξονα ΒΔ προς ΝΑ δηλαδή προς την ίδια κατεύθυνση που υποδεικνύει το διαμπερές ρήγμα (που προήλθε πιθανά από την έκρηξη) στον προηγούμενό τους 7^{ο} σπόνδυλο.

Εικ. 16. Ανατολική όψη του 6ου κίονα - ρωγμές καθ' ύψος του 8ου και 9ου σπόνδυλου.

Εικ. 17. Νότια όψη του 6^{ου} κίονα - ρωγμές καθ' ύψος του 8^{ου} και 9^{ου} σπόνδυλου.



Εικ. 18. Βορειοδυτική όψη του 6^{ου} κίονα - η διαδρομή των ρωγμών στον 7^{ο}, 8^{ο} και 9^{ο} σπόνδυλο.

Το ρήγμα στον 7^{ο} σπόνδυλο ενοποιείται με τα βόρεια όρια του θραύσματος (τύπου σφήνας) που βρίσκεται κοντά στην κάτω έδρα του επόμενου 8^{ου} (στην Εικ. 18 υποδεικνύεται με το βέλος), το οποίο κείται στη δύση και δημιουργήθηκε σαν αποτέλεσμα του λικνισμού κατά τη διεύθυνση ανατολή –δύση. Το ίδιο φαινόμενο προκάλεσε τη συνεχή ρωγμή από τον 8^{ο} στον 9^{ο} σπόνδυλο (επίσης Εικ. 18), αν και δεν γίνεται άμεσα κατανοητό, λόγω της τοπικής απόκλισης της ρωγμής κοντά στη βάση του 8^{ου}, που οφείλεται στο συνδυασμό θερμικής θραύσης και γεωλογικής διαστρωμάτωσης.

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η επεξεργασία όλων των δεδομένων κατέληξε σε μια σημαντικά αξιόπιστη αξιολόγηση της συμπεριφοράς των σπονδύλων, που συνοδεύεται από εκτίμηση και διάγνωση των κρίσιμων - επιρρεπών σε αστοχίες - περιοχών.

Όπως επισημάνθηκε η σύγκλιση των, αντίθετης κατεύθυνσης, γεωλογικών στρώσεων των μελών στην επιφάνεια επαφής τους προκαλεί την έναρξη θραύσεων. Η σύμπτωση της διεύθυνσης του κρυσταλλικού ιστού ομόρων σπονδύλων διευκολύνει τη μετάδοση των ρωγμών μεταξύ τους. Η παράλληλη στο επίπεδο φόρτισης γεωλογική διαστρωμάτωση διαμορφώνει σπόνδυλο με εξορισμού ασθενή φέρουσα ικανότητα, ο οποίος επιπλέον, λόγω της απόληξης των επιπέδων ασυνέχειας στην παράπλευρη - εκτεθειμένη επιφάνεια είναι ευαίσθητος και σε διάβρωση.

Το πιο σημαντικό συμπέρασμα όμως που εξάγεται είναι το ότι η ύπαρξη θραύσεων στους σπονδύλους, η οποία προκαλεί την απόσπαση τεμαχίων από τον όγκο τους δεν επιφέρει μόνο μείωση της φέρουσας ικανότητας του ίδιου μέλους που ανήκουν, αλλά και των γειτονικών.

Καταδεικνύεται ότι η απώλεια μάζας δημιουργεί περιοχές μεγάλης συγκέντρωσης τάσεων εκεί που το απομένον τμήμα του σπονδύλου (η απόληξη της επιφάνειας θραύσης) προσκρούεται με το ακέραιο όμορο κατά τη δυναμική απόκριση του κίονα, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ρωγμών και στο τελευταίο.

Το γεγονός αυτό πρέπει να ληφθεί πολύ σοβαρά υπόψη, ώστε να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό και την εκτέλεση των αποκαταστάσεων.

Η επιδίωξη της μονολιθικότητας του σπονδύλου ακόμα και με τη χρήση συμπληρωμάτων από νέο μάρμαρο οφείλεται να εξετασθεί, έστω και αν οι απώλειές του δεν είναι προς το παρόν κρίσιμες για την ευστάθειά του, (δεν υπάρχει δηλ. πιθανότητα ανατροπής του μέλους ή των ομόρων λόγω ελλιπούς στήριξης) συνυπολογίζοντας την επιρροή τους στα γειτονικά μέλη.

Η ενέργεια αυτή δεν συμβάλλει μόνο στην αισθητική ολοκλήρωση της μορφής του σπονδύλου, αλλά αποτρέπει την επέκταση ρηγμάτων στους όμορους από περιοχές, που καταρχάς δεν θεωρούνταν ότι επιφέρουν άμεσο κίνδυνο στη φέρουσα ικανότητα του μέλους ή του κίονα, αίροντας πιθανή μελλοντική αστοχία.

Τέλος πολλές από τις ιστορικές μαρτυρίες και υποθέσεις επιβεβαιώθηκαν ή αποσαφηνίστηκαν όπως η ύπαρξη του νότιου παράθυρου του ανατολικού τοίχου. Κυρίως όμως η σχετική μετακίνηση των σπονδύλων και η κυρίαρχη κατεύθυνση του λικνισμού τους, όπως καταγράφηκε στην παρούσα διερεύνηση, αποδεικνύουν την προέλευσή τους ως αποτελέσματα της έκρηξης κατά την πολιορκία της Ακρόπολης το 1687, της οποίας και την ακριβή κατεύθυνση αποδίδουν.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Κορρές, Μ. - Μπούρας, Χ. 1983. *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος*. Αθήνα: ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ.

Κορρές, Μ. - Τογανίδης, Ν. - Ζάμπας, Κ. - Σκουλικίδης, Θ. - κ.ά. 1989. *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, Τόμος 2^{α}*. Αθήνα: ΥΠΠΟ, ΕΣΜΑ.

Μεντζίνη, Μ. - Τογανίδης, Ν. 2001. *Μελέτη αναστήλωσης του 6ου κίονα του Πρόναου του Παρθενώνος με μερική συμπλήρωση στην περιοχή της κάτω έδρας των απολεσθέντων τμημάτων του 4ου και 5ου σπονδύλου*. Αθήνα: Αρχείο ΕΣΜΑ, ΥΣΜΑ.

Μεντζίνη, Μ. 2009. *Είδη θραύσεων σπονδύλων. Το παράδειγμα του 6ου κίονα του Πρόναου του Παρθενώνα*. Αρχείο Γενικής Διεύθυνσης Αρχαιοτήτων και Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Μεντζίνη, Μ. 2012. Είδη θραύσεων σπονδύλων. Το παράδειγμα του 6ου Κίονα του Πρόναου. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αναστηλώσεων Οργ. ΕΤΕΠΑΜ* - Τεύχος Περιλήψεων, Αθήνα, 1-3/11/2012, 4-6.

Μπαλάνος, Ν. 1940. *Η αναστήλωσις των μνημείων της Ακροπόλεως*. Αθήνα: Εργαστήριο γραφικών τεχνών Σ. Ν. Ταρουσόπουλος.

Ορλάνδος, Α. Κ. 1977. *Η αρχιτεκτονική του Παρθενώνος Τόμοι Α και Β*. Αθήνα: Βιβλιοθήκη της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας αρ.86.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Bellopede, R. - Ferrero, A. M. - Manfredotti, L. - Marini, P. - Migliazza, M. 2006. The effect of thermal stresses on the mechanical behaviour of natural building stones. Στο: Kourkoulis, S.K. (eds.), *Fracture and Failure of Natural Building Stones*, 397-425. Berlin: Springer.

Kourkoulis, S. K. - Ganniari-Papageorgiou, E. - Mentzini, M. 2009. Dionysos marble under bending: A contribution towards understanding the fracture of the Parthenon architraves. *Engineering Geology*, doi: 10.1016/j.enggeo.2009.06.012. Elsevier B.V.

Mentzini, M. 2010. Drums' fracture-The example of the 6th column of Parthenon's Pronaos. *8th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin –Monument Damage Hazards & Rehabilitation Technologies* - Book of Abstracts–Lectures and extended abstracts, Patras, 31/05-2/06/2010, 56-57. Editors Maria Koui & Fulvio Zezza.

Psycharis, I. N. - Lemos, J. V. - Papastamatiou+, D. Y. - Zampas, C. - Papantonopoulos, C. 2003. Numerical study of the seismic behaviour of a part of the Parthenon Pronaos. *Earthquake Engng. Struct. Dyn.* 2003; 32 (DOI: 10.1002/eqe.315), 2063-2084.

Psycharis, I. N. 2006. Seismic Response of Classical Monuments with Fractured structural elements. Στο: Kourkoulis, S. K. (eds.), *Fracture and Failure of Natural Building Stones*, 239-255. Berlin: Springer.

Vardoulakis+, I. - Kourkoulis, S. K. 1997. *Mechanical properties of Dionysos marble, Final report: Environment Project EV5V–CT93-0300: Monuments under seismic action*. National Technical University of Athens, Greece.

Vardoulakis+, I. - Kourkoulis, S. K. - Exadaktylos, G. E. - Rosakis, A. 2002. Mechanical properties and compatibility of natural building stones of ancient monuments: Dionysos marble. Στο: Varti-Mataranga, M. - Katsikis, Y. (eds.), *The building stones in monuments* - Proc. Interdisciplinary Workshop, 187-210. Athens: IGME Publishing.

Zampas, C. 1988. Principles for the structural restoration of the Acropolis monuments. Στο: Marinos, P. - Koukis, G. C. (eds.), *The engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical Sites*, 1813-1818. A. A. Balkema, 3.

4.2.3. DRUMS' FRACTURE. THE EXAMPLE OF THE 6TH COLUMN OF PARTHENON'S PRONAOS

Marilena Mentzini

Structural Engineer, Ph.D., Ministry of Culture and Sports

Abstract

It is common knowledge that Doric columns are composed of individual members, i.e. the drums, which lie on top of each other without mortar. In the present paper an attempt is made to record all the failure modes of columns' drums made of marble and to reveal the reason as well as the mechanism of fractures.

The drums of the 6th column of the Parthenon's Pronaos are used here as case study. This particular column has been chosen because it is the only one of the temple which bears the marks of all types of destruction the monument has undergone throughout the centuries (ex. earthquakes, fires, bombing and explosion).

It still stands in the same original place and it has been restored twice (by N.Balanos on the eve of the 20th century and nowadays by the Acropolis Restoration Service) almost without the use of new marble. These drums have been subjected - one by one - to a thorough in situ observation as to their failure. The cracks and the deformations are investigated, recorded and classified. The detailed observation succeeded in identifying even the movements of the drums, although they have already been corrected by N.Balanos.

During this procedure some of the main causes and mechanisms of failure have been reached. Thus, the analysis yields satisfactory results, which should be carefully considered by scientists working on the restoration projects. The most important conclusion is that an existing fracture and the consequent loss of mass at drums, which does not appear rather alarming or seems to comprise an immediate threat to their stability or to the stability of the structure, may become dangerous if not repaired and restored even with new marble if needed.

Finally, we could trace or confirm the history of the monument through its pathology.

List of Figures

Fig. 1. The 6th column from northwest (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 2. Start of the thermal fracture in the ancient mortise's area (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 3. (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 4. (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 5. (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 6. The fracture's limits follow the material layers (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 7. The right edge of the fragment coincides exactly with the conjunction of the material layers on the upper side of the drum (see also Fig. 5) (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 8. Genesis of the mechanism of fraction on the upper side (part) of the drum due to rocking (see also Fig. 7) (Drawing - archive: M. Mentzini).

Fig. 9. The 2nd column drum - upper side (YSMA Archive) - NW view (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 10. Two different positionings (due to movements after dynamic loadings) of the overlying member of the drum left their traces upon its surface. The blue line indicates the reduced limits of the lower side on the next drum in its original place, while the red line denotes its rotation towards the south (see also Fig. 11) (Photo: YSMA Archive).

Fig. 11. The left picture depicts the reflection of the lower side of the drum that lies over the drum of Fig. 10 rotated, so in this way to reveal the coincidence of its outlines with those on the upper face of the underlying drum (on the right). Black A indicates the east in terms of the drum in its original position and red A indicates the east in terms of the column. It is noteworthy that the beginning of the main crack of the drum in the right picture started from the point of the angular cut off on the surface, which also represents the boundary of the loading area from the upper member (left photo), as it has resulted after its loss of mass (Photo: YSMA Archive).

Fig. 12. The cracks on the upper side of the 4th drum reveal the initial and the shifted positioning of the 5th drum, while at the same time they determine the limits of the missing part of the latter (left photo). The right picture constitutes a reflection of the lower side of the 5th drum, where the marks of the 4th one are obvious. Yet to be noted the start of the main crack on the surface of the 4th drum (left photo) which coincides with the conjunction of the drums' outlines, while its direction, which is almost parallel to the missing front of the drum, also indicates the direction of the rocking.(Photo: YSMA Archive).

Fig. 13. The comparison of the upper side of the 5th drum towards the lower side of the 6th one (pictures on the left and on the right above respectively) indicates the normal and the relocated positioning to each other. The former caused the thin "blue" crack to the latter, which represents the limits of its reduced surface (coloured in the photo on the left), but also the "red" serious crack as the result of their conflict, when the drums were in a different relative connection than the initial/ original one. In the picture right above the crack due to iron's expansion, beginning from the clamps' head, also appears (Photo: YSMA Archive).

Fig. 14. The traces on the upper side of the 10th drum represent clearly the movement of the 11th over the lower member. This shift is also verified in Fig.15 (Photo: YSMA Archive).

Fig. 15. The relation between 11th and 10th drum before any restoration and currently. (Left photo: N. Balanos - from his book, Balanos, N. 1940. *The Restoration of the Acropolis Monuments*, Athens [in Greek]. Right photo: M. Mentzini archive).

Fig. 16. East façade of the 6th column - cracks over the height in the 8th and 9th drum (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 17. South façade of the 6th column - cracks over the height in the 8th and 9th drum (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 18. Northwest façade of the 6th column - the path of the cracks on the 7th, 8th and 9th drums (Photo - archive: M. Mentzini).

4.3.1.1. ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΒΟΡΕΙΑ ΠΕΡΙΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ

Λένα Λαμπρινού
Αρχιτέκτων-Μηχανικός, Αρχαιολόγος, MA University of York, ΥΣΜΑ

1. Η ιστορία της βόρειας περίστασης

Η ιστορία της βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνα είναι αλληλένδετη με την ιστορία του ίδιου του μνημείου (Εικ. 1). Η καταστροφή του κτηρίου το 1687 κατά τον βομβαρδισμό των ενετικών στρατευμάτων, υπό τον στρατηγό Μοροζίνη, έμελλε να εγκαινιάσει λίγο αργότερα μια νέα σελίδα για το μνημείο, αυτήν ενός διάσημου *ερειπίου*. Κατά την καταστροφή αυτή τα κεντρικά τμήματα της περίστασης των μακρών πλευρών του κτηρίου κατέρρευσαν μαζί με τους μακρούς τοίχους του Σηκού και την οροφή. Από τη βόρεια περίσταση κατέρρευσαν οι 8 μεσαίοι κίονες με τον αντίστοιχο θριγκό. Το κτήριο ως ερείπιο πια διετέλεσε για τους επόμενους 2 αιώνες ως τόπος προσπορισμού υλικών για οικοδόμηση, αλλά και γλυπτών προς πώληση και διακόσμηση (Εικ. 2). Ανάμεσα στα γλυπτά που διερπάγησαν από τους ανθρώπους του λόρδου Elgin είναι και δύο μέλη της βόρειας κιονοστοιχίας, ένα κιονόκρανο και ένας σπόνδυλος. Τα μέλη αυτά πρέπει να βρίσκονταν, όπως και τα υπόλοιπα πεσόντα από την έκρηξη μέλη, στη βόρεια περιοχή του Παρθενώνα, από όπου απομακρύνθηκαν μάλλον κατά το 1802 (Cook 1997, 77). Για την ευκολότερη μεταφορά του, το κιονόκρανο πριονίστηκε σε δύο κομμάτια. Τα δύο μέλη εκτίθενται σήμερα στο Βρετανικό Μουσείο δίπλα από την αίθουσα της ζωφόρου (Εικ. 3).

Εικ. 1. Ο Παρθενώνας κατά τον 17ο αιώνα, H. Omont. (Αναπαραγωγή με την άδεια της Γενναδίου Βιβλιοθήκης, Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών Αθήνας).

Εικ. 2. Ο Παρθενώνας το 1749 μετά την καταστροφή του 1687, R. Dalton. (Αναπαραγωγή με την άδεια της Γενναδίου Βιβλιοθήκης, Αμερικανική Σχολή Κλασικών Σπουδών

Κατά τον 19ο αιώνα, ο συγκερασμός των ιδεών της στυλιστικής αποκατάστασης, αλλά και της προσήλωσης στην υλική αυθεντικότητα των αρχαιοτήτων, έδωσε την πλατφόρμα της αναστηλωτικής ιδεολογίας για την *"ανέγερση"* των μνημείων της Ακρόπολης (Ραγκαβής 1837, 9, Καββαδίας 1900, 2), μέσα από τους πρώτους Γερμανούς διανοητές, και τεχνικούς, οι οποίοι ήρθαν τη δεκαετία του 1830, μαζί με τον Βαυαρό βασιλιά Όθωνα (Εικ. 4). Στη πρώτη αυτή περίοδο επεμβάσεων στην Ακρόπολη, προσωπικότητες της εποχής, όπως οι Ludwig Ross, ο Eduard Schaubert και Christian Hansen και κυρίως ο πολυτάλαντος Leo von Klenze, έδωσαν το χαρακτήρα και καθόρισαν τις αρχές των επεμβάσεων με ακριβείς οδηγίες, των οποίων "*η επικαιρότητα εντυπωσιάζει*" (Παπαγεωργίου-Βενετάς 2000, 72).

Εικ. 3. Ο σπόνδυλος και ο κίονας από την βόρεια κιονοστοιχία στο Βρετανικό Μουσείο (φωτ. της συγγραφέως, 2005).

Εικ. 4. Ο Παρθενώνας το 1834 πριν από κάθε επέμβαση αναστήλωσης, C. Hansen (Αναπαραγωγή με την άδεια της Royal Library, Copenhagen).

1.1. Klenze

Ο γνωστός νεοκλασικιστής αρχιτέκτονας Leo von Klenze, μυστικοσύμβουλος του Λουδοβίκου Ι, πατέρα του Όθωνα, ήρθε στην Ελλάδα το 1834 για να ανασυστήσει το πολεοδομικό σχέδιο της Αθήνας, έμεινε μόνο για 3 μήνες και επηρέασε όσο κανείς άλλος τις επεμβάσεις στην Ακρόπολη κατά τον 19ο και 20ο αιώνα (Κόκκου 1977, 79). Οι απόψεις του επηρεάστηκαν, ιδεολογικά και πρακτικά, από τις ιταλικές επεμβάσεις της εποχής, τις οποίες γνώριζε καλά από τα συχνά ταξίδια του στην Ιταλία[1] (Μαλλούχου 1998, 17). Πίσω όμως από τον υπερτονισμό του κλασικού μεγαλείου της

[1] Ο von Klenze ήταν γνωστός στους φυσιοδιφικούς κύκλους της Ρώμης και μάλιστα διετέλεσε ένα από τα τακτικά μέλη του πρώτου διεθνούς αρχαιολογικού ινστιτούτου, IfAK (*Institut für archäologische Korrespondenz*), ιδρυμένο στη Ρώμη από τον Eduard Gerhard το 1829 (Marchand 1996, 54).

Αθήνας, και της ρομαντικής προσέγγισης στην ανάδειξη των αρχαιοτήτων της μέσω των αναστηλώσεων της Ακρόπολης, υπόβοσκε η απόφαση των βαυαρών βασιλέων για την εσπευσμένη μεταφορά της πρωτεύουσας από το Ναύπλιο στην Αθήνα. Η επιλογή, από τον Λουδοβίκο Ι, του Klenze για την οργάνωση της επιχείρησης, στόχο είχε τη διαμόρφωση θετικού κλίματος αποδοχής μιας τέτοιας ριζοσπαστικής απόφασης από τους Έλληνες και κυρίως τους Ευρωπαίους (Παπαγεωργίου-Βενετάς 2000, 28, 76).

Οι πρώτες επεμβάσεις στον Παρθενώνα της δεκαετίας του 1830 ξεκίνησαν, σύμφωνα με τις ιδέες του Klenze, από την βόρεια περίσταση του Παρθενώνα. Η βόρεια περίσταση, όπως αναφέρει ο Klenze, είναι αυτή "*...που φαίνεται από την πόλη και τα ανάκτορα, δηλαδή από τις σημαντικότερες πλευρές* [της πόλης]" (Klenze 1838, 392-5 στο Παπαγεωργίου-Βενετάς 2000, 171) και άρα πρέπει να *ανεγερθεί* πρώτη. Η επιλογή όμως της βόρειας περίστασης ως απαρχής της ανασύστασης του Παρθενώνα βασίστηκε και σε πρακτικούς λόγους. Όπως αναφέρει ο Klenze, *"η βόρεια πλευρά ήταν η πιο ενδεδειγμένη γιατί εκεί τα τεμάχια των κιόνων είναι καλύτερα διατηρημένα και λιγότερο σκεπασμένα με νεότερα χαλάσματα"* (Klenze 1838, 298-308, Παπαγεωργίου-Βενετάς 2000, 180). Μάλιστα τονίζοντας το αρχαιοδιφικό ενδιαφέρον του αναφέρει ότι "*βαθιά μέσα σε ένα σωρό ερειπίων* [της βόρειας πλευράς] *διακρινόταν ένα μεγάλο καλοδιατηρημένο τμήμα της φημισμένης ζωφόρου του σηκού, που η ιδέα της εκσκαφής του πολύ με έλκυε*" (Klenze 1838, 298-308, Παπαγεωργίου-Βενετάς 2000, 180). Για την έναρξη των επεμβάσεων έγιναν εκκαθαριστικές εργασίες στην περιοχή του βόρειου περιστυλίου, ώστε να αποκαλυφθεί ο στυλοβάτης του ναού (Klenze 1838, 392-5, στο Παπαγεωργίου-Βενετάς 2000, 170, Μαλλούχου 1998, 19).

Η εναρκτήρια τελετή των επεμβάσεων στη Ακρόπολη είναι χαρακτηριστική του ρομαντικού πνεύματος που διέπει την εποχή: Την 28η Αυγούστου 1834 (ή τη 10η Σεπτεμβρίου)[2], ο Leo von Klenze οργάνωσε την πανηγυρική εναρκτήρια των αναστηλώσεων τελετή, με την παρουσία του νεαρού βασιλιά Όθωνα, ό οποίος ήρθε από το Ναύπλιο για αυτόν τον λόγο. Ο ίδιος ο βασιλιάς κάθισε σε ένα δαφνοστεφανωμένο θρόνο στη μέση του σηκού του Παρθενώνα. Κατά την τελετή, ο Όθωνας έθεσε τον εναρκτήριο λίθο για την αναστήλωση του Παρθενώνα "*δια τριών ειθισμένων σφυροκοπημάτων*" (Μηλιαράκης 1884, 464), στιγμή, την οποία ο Klenze περιγράφει ως μια από τις κορυφαίες της ζωής του (Klenze 1838, 382-383, στο Παπαγεωργίου-Βενετάς 2000: 166). Ο Klenze αναφέρει ότι τοποθετήθηκε στη θέση του ένας από τους σπονδύλους του βόρειου περιστυλίου, που είχε ετοιμαστεί για αυτό το λόγο κατά τις προηγούμενες ημέρες. Ο Jokilehto αναφέρει ότι αυτός ήταν ο πρώτος σπόνδυλος του 7ου κίονα (Jokilehto 1986, 153), αλλά οι τελευταίες έρευνες στην βόρεια κιονοστοιχία απέδειξαν ότι πρόκειται για τον 4ο (Λαμπρινού 2005, 54). Επίσης, το καλοδιατηρημένο τμήμα της

[2] Ο Μπαλάνος αναφέρει την 10η Σεπτεμβρίου 1834 (Μπαλάνος 1940, 13). Οι 13 ημέρες είναι η διαφορά παλαιού και νέου ημερολογίου.

ζωφόρου "ανακαλύφτηκε" σε αυτή την τελετή κάτω από λεπτό στρώμα χώματος (Jokilehto 1986, 153).

1.2. Πιττάκης

Στην πρώτη αυτή δεκαετία, ελάχιστα από την πρόταση του Klenze για τον Παρθενώνα ολοκληρώθηκαν, λόγω τεχνικών και οικονομικών δυσκολιών. Στις αρχές όμως της δεκαετίας του 1840 ο πρακτικός "αρχαιολόγος" Κυριακός Πιττάκης, έφορος της Αρχαιολογικής Υπηρεσίας του Υπουργείου Παιδείας[3], είναι αυτός που με την χρηματοδότηση πια της Αρχαιολογικής Εταιρείας, θα ξεκινήσει την επέμβαση στον Παρθενώνα. Η επέμβαση του θα ξεκινήσει με την τμηματική ανέγερση του ερειπωμένου *βόρειου περιστυλίου,* επέμβαση, η οποία εξάντλησε τα αποθέματα της Εταιρείας (Πετράκος 1987, 28) για τα επόμενα δύο χρόνια και έμεινε ατελής (Εικ. 5).

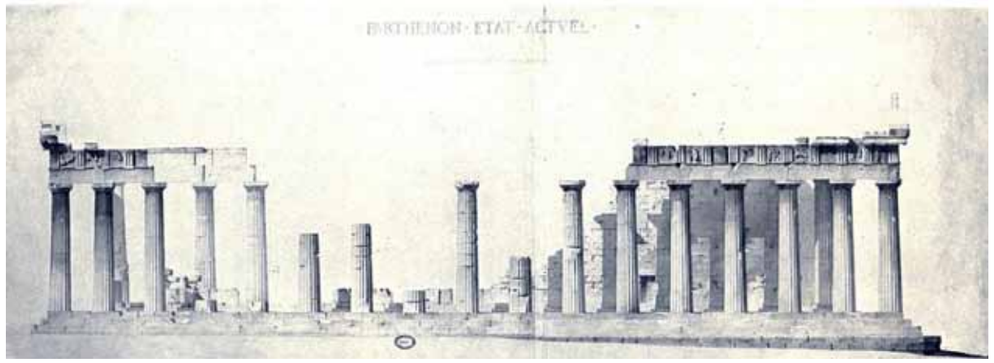
Εικ. 5. Άποψη της βόρειας πλευράς της Ακρόπολης το 1842. Διακρίνονται οι σκαλωσιές της επέμβασης του Πιττάκη στον Παρθενώνα (J. Ph. Girault de Prangey).

Ο εμπειρικός Πιττάκης, ακολούθησε πιστά τις οδηγίες του Klenze (Klenze 1838, 395), όχι μόνο στον προγραμματισμό, αλλά και στις αρχές. Η αναγνώριση των κατακείμενων τμημάτων του βόρειου περιστυλίου ήταν εύκολη, εφόσον όλα σχεδόν τα μέλη του, μετά την έκρηξη του 1687, κείτονταν βορείως του Παρθενώνα, η αδυναμία όμως της μετακίνησης των βαρέων αυτών μελών καθυστέρησε την έναρξη της επέμβασης. Το ανυψωτικό μηχάνημα βαρέως τύπου, το οποίο σχεδίασε ο Leo von Klenze και παραγγέλθηκε το 1835[4], έφτασε εντέλει στην Ακρόπολη το 1841 (Μαλλούχου 1998, 31,

[3] Μετά την παραίτηση του Ross, το 1836, ο Πιττάκης πήρε τη θέση του εφόρου του 'Δημόσιου Κεντρικού Μουσείου' και Γενικός Έφορος το 1848 (Κόκκου 1977, 89).

[4] Το οποίο χρησιμοποίησε και σε άλλες δουλειές του στην Γερμανία και μάλιστα στην κατασκευή της Walhalla (1830-1842), στην Βαυαρία (Ραγκαβής 1837, 10), γι' αυτό το φορείο έφτασε το 1841 στην Αθήνα.

50, σημ. 86). Η ανυψωτική αυτή μηχανή, με ικανότητα άνω των 10 τόνων, ήταν αρκετή για την ανύψωση σπονδύλων και κιονοκράνων της βόρειας κιονοστοιχίας, αλλά και για την ανύψωση επιστυλίων, βάρους 8 - 9 τόνων. Ο Πιττάκης, σε συνεργασία με τον γραμματέα της Αρχαιολογικής Εταιρείας Αλέξανδρο Ρίζο-Ραγκαβή, περιορίστηκε στην πλήρη ανακατασκευή δύο κιόνων (του 9ου και 11ου, μετρώντας από ανατολάς), την ανάταξη του 6ου κίονα έως το ύψος του 7ου σπονδύλου, του 7ου κίονα μέχρι τον 8ο σπόνδυλο και του 10ου έως τον 5ο σπόνδυλο, ενώ τοποθέτησε έναν σπόνδυλο στον 8ο κίονα, και ίσως έναν στον 5ο κίονα (Μπαλάνος 1940, 15, Ζάμπας 2002, 25). Συνολικά ανέταξε 30 – 32 σπονδύλους και 2 κιονόκρανα[5] (Ζάμπας 2002, πιν. 2) (Εικ. 6).



Εικ. 6. Η Βόρεια Κιονοστοιχία μετά την επέμβασης Πιττάκη το1846, A. Paccard (Αναπαραγωγή με την άδεια της Ecole Nationale Supérieure des Beaux-Arts).

Η επέμβαση του Πιττάκη με την συμβολή του Ραγκαβή (*ίσως σε ρόλο γενικής εποπτείας*) δεν ακολούθησε συστηματική έρευνα, ούτε σχεδιαστική, ή άλλη τεκμηρίωση, ενώ χαρακτηρίστηκε ως *"αμεθόδως και κατά τύχην"*, ακόμα και από τον ίδιο τον συνεργάτη του Ραγκαβή (Καλογεροπούλου-Προύνη 1973, ρλς', Μαλλούχου 1998, 45). Ανέταξε σε ομόλογες θέσεις τους σπονδύλους, πιθανόν με μόνο κριτήριο την κατάσταση διατήρησης τους, ενώ τα ελλείποντα τμήματα των κιόνων συμπληρώθηκαν με οπτοπλινθοδομή, μια διαφορετική μέθοδο από αυτήν της Αθηνάς Νίκης, όπου χρησιμοποιήθηκε μάρμαρο. Η οπτοπλινθοδομή από μηχανοποίητα τούβλα, είναι μέθοδος η οποία χρησιμοποιήθηκε καταρχήν στις ιταλικές επεμβάσεις αρχαίων μνημείων των αρχών του 19ου αιώνα, όπως αυτή στον ναό της Δήμητρας στην Ποσειδωνία από τον Antonio Bonucci το 1828 (Cipriani 2004, 18) (Εικ. 7). Η μέθοδος επιλέχθηκε για την πλήρωση των κενών των αρχαίων μελών, πιθανόν

[5] Ο Πετράκος αναφέρει 42 σπονδύλους, ήδη τον πρώτο χρόνο των αναστηλώσεων (1941/42), δηλαδή 39 σπονδύλους στη βόρεια κιονοστοιχία και 3 στη νότια (Πετράκος 1987, 28). η αναστήλωση σταματά στην βόρεια κιονοστοιχία τον δεύτερο χρόνο 1842/43 (ο. π. 29). Ο Durm αναφέρει την αναστήλωση 36 σπονδύλων, προσμετρώντας τον 1ο σπόνδυλο του 4ου κίονα και τους κατώτερους του 8ου και του 10ου κίονα (Durm 1895, 17).

για οικονομικούς λόγους, όπως και στην Ιταλία (Valadier 1833, σε Jokilehto 1999: 85), αλλά ίσως να επιβλήθηκε και από κατασκευαστική ευκολία στη διαμόρφωση και πλήρωση των ελλειπόντων όγκων. Το πιθανότερο όμως είναι ότι προτιμήθηκε, εκτός από τους παραπάνω λόγους για να συμβαδίσει με το ρεύμα της εποχής, τονίζοντας ωστόσο την πρόθεση διαφοροποίησης του υλικού των νέων προσθηκών από τα αρχαία μέρη, ως επιχείρημα για την επιλογή της. Η διαφοροποίηση αυτή προήγαγε και ιδεολογικές διαφορές με τις αρχές που ακολουθήθηκαν, την προηγούμενη πενταετία, στην ανακατασκευή με μαρμάρινα συμπληρώματα της Αθηνάς Νίκης, από τον αντίπαλο του Πιττάκη, Ludwig Ross, όπου το νέο υλικό δύσκολα διαφοροποιείται από το αυθεντικό.

Εικ. 7. Ναός της Δήμητρας στην Ποσειδωνία μετά τις επεμβάσεις του 1828 (φωτ. της συγγραφέως).

Ιδέα του Πιττάκη ήταν, σύμφωνα και με το σχέδιο του εμπνευστή της Klenze, η ολοκλήρωση του περιστυλίου του Παρθενώνα, δηλαδή η ανέγερση και της νότιας κιονοστοιχίας του. Το έργο τερματίζεται στις αρχές του 1843 και στον απολογισμό έργου της Αρχαιολογικής Εταιρείας ο Ραγκαβής αναφέρει ότι το έργο "*διεκόπη εξαιτίας της ελλείψεως ενός σπονδύλου, προς ου τον απαρτισμόν απητείτο μακρότερος καιρός και μεγαλητέρα δαπάνη*." (Ραγκαβής 1947, 172). Η συνέχιση όμως, των υπολοίπων έργων στον Παρθενώνα, όπως η ανακατασκευή των μακρών τοίχων του σηκού έως το 1844 (Καββαδίας 1900, 24, Πετράκος 1987, 29), ίσως υπονοεί την διακοπή του έργου της κιονοστοιχίας για λόγους διαφωνίας με τη μέθοδο ανακατασκευής και όχι για λόγους οικονομίας. Η αρνητική αποτίμηση των πρώτων αυτών αναστηλώσεων στον Παρθενώνα, και η κριτική για εμπειρισμό, έλλειψη επιστημονικότητας και τεχνικής κατάρτισης (Chronique 1922, 486) θα οδηγήσει σε μια μεγάλη στροφή στην επιλογή των αναστηλωτών στην επόμενη φάση των επεμβάσεων.

1.3. Μπαλάνος

Μισόν αιώνα μετά, η νέα εποχή, η οποία ξεκινά, στο τέλος πια του 19ου αι., με τις επεμβάσεις του Νικολάου Μπαλάνου, νομομηχανικού, αποφοίτου της Ανωτάτης Σχολής Οδοποιίας και Γεφυροποιίας του Παρισιού έχει χαρακτηριστικά την έκταση και την επεμβατικότητα. Είναι αξιοσημείωτο ότι το έργο των επεμβάσεων αλλάζει χέρια. Οι *"αρχαιολόγοι"* δίνουν τη θέση τους σε τεχνικούς, οι οποίοι είναι καταρτισμένοι επιστημονικά, δεν διαθέτουν όμως αρχαιολογική παιδεία. Η παρουσία ελλήνων μηχανικών και τεχνικών βάζει έναν νέο επιστημονισμό στο επίπεδο της κατασκευαστικής στις επεμβάσεις του 20ου αιώνα, ανάλογο με αυτόν των ιταλικών παραδειγμάτων.

Χαρακτηριστικά της επέμβασης στη βόρεια πλευρά, κατά την τρίτη δεκαετία του 20ου αιώνα, ήταν η δυναμική επίλυση των στατικών ζητημάτων, η εξειδίκευση του προσωπικού σε τεχνικά κυρίως θέματα και η θέσπιση μεθόδων, απορρεουσών από τις πρωτοπορίες της μοντέρνας κατασκευαστικής. Η χρήση νεωτεριστικών μεθόδων όμως, δάνεια από την κοινή κατασκευή, χωρίς παράδοση εμπειρίας εφαρμογής και εξειδίκευσης στα αρχαία μνημεία, εισήγαγε επιπρόσθετα προβλήματα στο κτήριο. Η μηχανιστική, απλουστευτική αντιμετώπιση του μνημείου σε ένα καθαρά κατασκευαστικό επίπεδο, απλώς ως δομικού φορέα, μπορεί να επέλυσε αρχικά το πολυσύνθετο στατικό πρόβλημα αντοχής των αναστηλωμένων μελών, να προπαγάνδισε την επίλυση του αισθητικού προβλήματος της προηγούμενης αναστήλωσης, να εκπλήρωσε το όραμα των πρώτων αναστηλωτών για ολοκλήρωση τουλάχιστον της βόρειας περίστασης, αλλά επέδειξε εκπληκτική άγνοια για τις δυνατότητες σύμπραξης των μοντέρνων υλικών με το αρχαίο. Υπερεκτίμησε την αντοχή και συμπεριφορά αυτών των υλικών, και προώθησε την χρήση του οπλισμένου σκυροδέματος, ως πανάκεια για κάθε περίπτωση, ιδέα βέβαια που συμβάδιζε με τις γενικότερες πεποιθήσεις της συγκεκριμένης εποχής.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό της επέμβασης του Μπαλάνου στη βόρεια κιονοστοιχία, όπως και αλλού, ήταν η απόκρυψη των ισχυρών μεταλλικών οπλισμών μέσα στα αρχαία μέλη, μια συνήθης τακτική του, που συχνά είχε σαν αποτέλεσμα το αυθεντικό υλικό να χρησιμοποιείται ως επικάλυψη ιδιαίτερα στιβαρών οπλισμών. Αποτέλεσμα μιας τέτοιας προσέγγισης ήταν μεγάλες και μη αναστρέψιμες, απώλειες υλικού στο εσωτερικό των αναστηλωμένων μελών, κυρίως των επιστυλίων (Εικ. 8). Η τακτική της απόκρυψης του οπλισμού των κτηρίων ήταν συνήθης μέθοδος στις σύγχρονες κατασκευές της εποχής του Μπαλάνου και κυρίως στα νεοεμφανιζόμενα κτήρια με μεταλλικό σκελετό του τέλους του 19ου αιώνα. Στις αναστηλώσεις του μια τέτοια τεχνική προωθήθηκε ως αντίποδας των *κακόγουστων* εμφανών σιδηρών ενισχύσεων, ιμάντων και δακτυλίων των παλαιότερων επεμβάσεων του 19ου αιώνα.

Εικ. 8. Μεταλλική δοκός ενσφηνωμένη σε επιστύλιο της βόρειας κιονοστοιχίας (φωτ. της συγγραφέως).

Ο Μπαλάνος επηρεασμένος από την γαλλική του εκπαίδευση και τους απόηχους των νεοκλασικών ιδεών για μνημειώδεις επεμβάσεις, ενσωμάτωσε ιδέες από τις "αρχαιολογικές" ιταλικές προσεγγίσεις που προωθούσαν την αποδοχή των ανακατασκευών μέσω της χρήσης του αυθεντικού υλικού των

μνημείων. Αρκετές από τις κατευθυντήριες γραμμές του Μπαλάνου διαμορφώθηκαν από τους ευρωπαίους συμβούλους του, οι οποίοι γνωμοδότησαν για την επέμβαση στον Παρθενώνα κατά την αρχή των επεμβάσεων στο μνημείο, το 1894-6. Η ανάταξη της *βόρειας πλευράς* ξαναμπήκε στο τραπέζι των συζητήσεων από τον Joseph Durm ήδη από το 1895 (Durm 1895), αν και ξεσήκωσε θυελλώδεις αντιδράσεις λογίων της εποχής, όπως του καθηγητή Αθανασίου Ρουσόπουλου (Ρουσόπουλος 1895), αλλά και του Penrose (Penrose 1896, 200). Πέρα από το αισθητικό ζήτημα, το οποίο μέσα από μια καθαρά στυλιστική θεώρηση, θεωρείται το σημαντικότερο, οι αντίθετοι μιας τέτοιας υπερβολικής επέμβασης, έθεταν θέματα κινδύνου της υλικής αυθεντικότητας της μορφής του ερειπίου.

Ο Μπαλάνος υποτίμησε την προτροπή του Joseph Durm, ήδη από το 1895, για χρήση ορειχάλκινων συνδέσμων, "*διότι ημείς δεν έχομεν πλέον τον αρχαίον σίδηρον των δια ξυλανθράκων κατεργαζόμενον και τα μάρμαρα πρέπει να προφυλάξωμεν από πάσης διαρρήξεως*" (Durm 1895, 35) αλλά και τον κώδωνα του κινδύνου που έκρουσε και ο Penrose στις εισηγητικές του εκθέσεις και επιστολές, προτείνοντας την χρήση του σιδήρου με επικάλυψη χαλκού (Penrose 1896, 198), ή και την προτιμότερη χρήση του ορείχαλκου, ή κραμάτων τους, στους συνδέσμους μεταξύ των μελών (Μαλλούχου 1998, 84). Η ιδέα του Magne για χρήση της αρχαίας μεθόδου επικρατεί. Παρόλο που στο *1ο αναστηλωτικό πρόγραμμα* του Μπαλάνου, στην δυτική πρόσταση του Παρθενώνα (1898-1905), χρησιμοποιήθηκε γαλβανισμένος σίδηρος, με επικάλυψη μολύβδου, μέθοδος η οποία επέδειξε αντοχή στην οξείδωση, η μέθοδος δεν ακολουθήθηκε δυστυχώς στο *2ο αναστηλωτικό πρόγραμμα* του Μπαλάνου, στη βόρεια κιονοστοιχία (1923-1930). Οι οικονομικοί λόγοι αναφέρονται ως πιθανότερη αιτία, αλλά φαίνεται πλέον σίγουρο ότι η χρήση απλού σιδήρου οφείλεται στη *εμπιστοσύνη* του ίδιου του αναστηλωτή στην αντοχή των *επικαλύψεων* των σιδηρών συνδέσμων με τσιμεντοκονία. Η υπερσυγκέντρωση των εξουσιών, αποφάσεων και ελέγχου, στον Μπαλάνο, ο οποίος έδρασε ανεξέλεγκτα κάτω από τον μανδύα της αυθεντίας, συνέτειναν σε παγίωση των ατυχών επιλογών του, οφειλόμενων σε περιορισμένη γνώση πάνω σε θέματα αντοχής υλικών, μεταλλουργίας, αλλά και αρχαιολογικής δεοντολογίας με τις γνωστές σοβαρές παρενέργειες στο μνημείο.

Ένα άλλο ζήτημα, το οποίο ετέθη θεωρητικά από τον Μπαλάνο, χωρίς να επιτευχθεί πρακτικά, ήταν το ζήτημα της ακριβούς ταύτισης της αρχικής θέσης των διασκορπισμένων μελών του μνημείου. Η αρχή της ανατοποθέτησης των μελών στις αρχικές τους θέσεις, είναι μέσα στο πλαίσιο των επιρροών του Μπαλάνου από τον ευρωπαϊκό περίγυρο του τέλους του 19ου αιώνα και κυρίως από τους ιταλούς αναστηλωτές (Ceschi 1970: 107, 111; Giovannoni in Zucconi 1997: 100, Jokilehto 1986, 355, Μαλλούχου 1998, 279). Οι γάλλοι αναστηλωτές παρουσίασαν στο Α' Αρχαιολογικό Συνέδριο της Αθήνας το 1905, την θετική εμπειρία της αναστήλωσης του θησαυρού των Αθηναίων στους Δελφούς (Homolle 1905: 168). Ο Gustave Magne, σε διάλεξη του στη Σορβόννη, υπεραμύνθηκε της αρχικής

ανατοποθέτησης, όπως και της χρήσης μεθόδων πανομοιότυπων των αρχαίων και σεβασμού της εν ξηρώ κατασκευής του κτιρίου. Επίσης, δέχτηκε ως θεμιτή την ανακατασκευή του Παρθενώνα, μόνον και εφόσον τα κατακείμενα μέλη ταυτιστούν και ανατοποθετηθούν στις αρχικές τους θέσεις (Magne 1905, 22).

Η θέση αυτή, η οποία ισχυροποιήθηκε στο Α' Αρχαιολογικό Συνέδριο της Αθήνας και από τον Καββαδία (Cavvadias 1905, 246), θα παρουσιαστεί ως βασική αρχή στο *2ο αναστηλωτικό πρόγραμμα* του Μπαλάνου για τη βόρεια κιονοστοιχία. Μάλιστα, χρησιμοποιείται ως επιχείρημα για την καθαίρεση των κιόνων της αναστήλωσης Πιττάκη, ώστε να εγκριθεί το πρόγραμμα της βόρειας πλευράς (Μπαλάνος, 1940, 89). Η πρόταση για αναστήλωση της βόρειας περίστασης στο συγκεκριμένο συνέδριο ενεργοποίησε νέες συζητήσεις μεταξύ των λογίων της εποχής, πάνω στο ηθικό δίλημμα της μεταμόρφωσης των μνημείων μέσα από τις ανθρώπινες επεμβάσεις στη φυσική διαδικασία (Musée 1905). Ο Μπαλάνος παρουσίασε τελικά τις προτάσεις του το 1912 στο Διεθνές Αρχαιολογικό Συνέδριο της Ρώμης, όπου «*υπέδειξε τη δυνατότητα της αναστηλώσεως ταύτης*», μέσω επιζωγραφισμένης φωτογραφίας (Μπαλάνος 1940, 104, Εικ. 97) Μέσα από αντιδράσεις από συγχρόνους του αρχιτέκτονες, αρχαιολόγους, ακόμα και ποιητές, επήρε τελικώς την έγκριση της ανακατασκευής της βόρειας κιονοστοιχίας τον Φεβρουάριο του 1922 από το Αρχαιολογικό Συμβούλιο του Υπουργείου Παιδείας[6] (Μπαλάνος 1940, 106, Μαλλούχου 1998, 182).

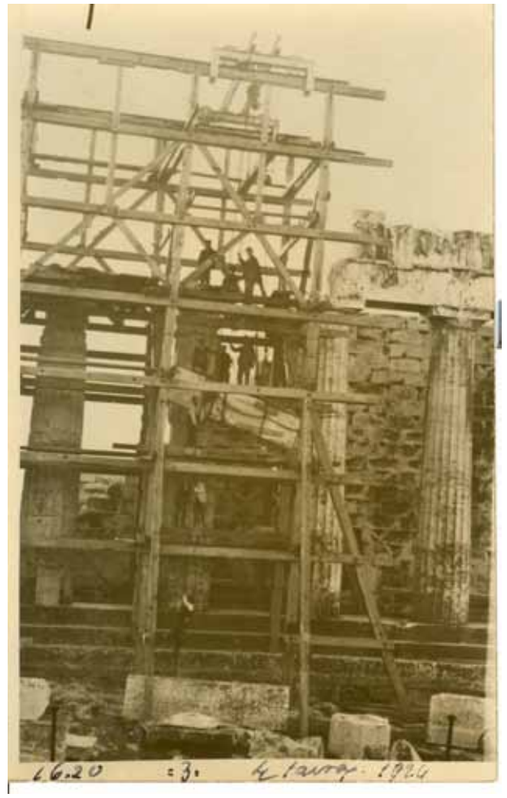
Ο Μπαλάνος αναφέρει στο βιβλίο του για την πολεμική εναντίον της απόφασης αυτής, η οποία συνεχίστηκε, πρωτοστατούντος του Αναστασίου Ορλάνδου[7]. (Chronique 1922, 485, Ορλάνδος 1921, 499, ο.π. 1922, 97), ενώ ο εγχώριος και ο ξένος τύπος συμμετέχει με έρευνα μεταξύ ειδικών (Μαλλούχου 1998, 183). Οι ξένοι αρχαιολόγοι πάντως, παρόλες τις διαφωνίες για την επιλογή των υλικών των συμπληρώσεων, ήταν θετικότεροι για μια τέτοια επέμβαση, όπως ο διευθυντής της Αμερικάνικης Αρχαιολογικής Σχολής Bert Hodge Hill, ο οποίος, υπό την προϋπόθεση μιας σοβαρής προπαρασκευαστικής μελέτης, υποστήριξε ότι "*αξίζει τον κόπο να αποκατασταθούν σωστά οι τέσσερεις άστοχα αναστηλωμένοι κίονες της βόρειας κιονοστοιχίας*" (Chronique 1922, 485).

Η επέμβαση άρχισε τον Ιανουάριο του 1923, (Εικ. 9) μετά την συναρμολόγηση ξύλινου ικριώματος κατά την προηγούμενη χρονιά. Οι κίονες που είχαν αναστηλωθεί πριν από 80 χρόνια αποξηλώθηκαν και όπως διαπιστώθηκε πρόσφατα (Ζάμπας 2002, πιν.2), οι περισσότεροι ανατοποθετήθηκαν σε διαφορετικές θέσεις από τον Μπαλάνο. Η επέμβαση δεν ήταν απρόσκοπτη.

[6] Ο Μπαλάνος ενώ αναφέρει την έγκριση της μελέτης του την 21η Νοεμβρίου 1921, κατόπιν επαναλαμβάνει ότι σε νέα συνεδρίαση εγκρίθηκε παμψηφεί- εκτός ενός- το Φεβρουάριο 1922.

[7] Του οποίου τα επιχειρήματα αναφέρει και αντικρούει χωρίς να αναφέρει το όνομα του.

Εκτός από τις πολύ δύσκολες οικονομικές συνθήκες της εποχής, οι οποίες χαρακτήρισαν τις επιλογές του Μπαλάνου, υπήρχαν και επιστημονικοί κλυδωνισμοί, οι οποίοι λίγο έλειψε να ακυρώσουν το έργο. Το 1927, ο Bell Dinsmoor, διευθυντής της Αμερικανικής Σχολής Κλασικών Σπουδών στην Αθήνα, διαπίστωσε ασυμφωνίες στην επίλυση της βόρειας κιονοστοιχίας και χρήση αδόκιμων μεθόδων κατά την ανατοποθέτηση των μελών. Η παρέμβαση του οδήγησε στην παύση των εργασιών για 2 περίπου χρόνια, ώστε να επανεκτιμηθεί η μελέτη της κιονοστοιχίας. Ο Dinsmoor έθεσε εκ νέου τις αρχές που θα πρέπει να διέπουν την αναστήλωση με σοβαρότερο ζήτημα την εύρεση της αρχικής θέσης των αρχιτεκτονικών μελών. Στην εκτενή του αναφορά και σε επιστολές του[8], αναφέρει τις διαφωνίες του με την αναστήλωση και παραθέτει την δική του επίλυση για τις θέσεις των σπονδύλων της κιονοστοιχίας (ASCSA, αρχείο Dinsmoor, Μαλλούχου 1998, παράρτημα 11). Ο Μπαλάνος ακολούθησε κάποιες από τις προτάσεις του σε δύο ήδη αναστηλωμένους κίονες, τους οποίους εξαναγκάστηκε να αποξηλώσει. Τα γεγονότα αυτά αποσιωπούνται παντελώς στον απολογιστικό των αναστηλώσεων τόμο του Νικόλαου Μπαλάνου (Μπαλάνος 1940) και όλη αυτή η υπόθεση, η οποία στοίχισε μια καθυστέρηση 2 χρόνων στο αναστηλωτικό πρόγραμμα της βόρειας κιονοστοιχίας και ταρακούνησε την επιστημονική αυθεντία του ίδιου του Μπαλάνου, έμελλε να ανακαλυφθεί από την Φανή Μαλλούχου – Mufano τις τελευταίες δεκαετίες (Μαλλούχου 1998, παράρτημα 1).



Εικ. 9. Ανατοποθέτηση επιστυλίου στο 11ο διάκενο της βόρειας κιονοστοιχίας το 1924 (Αναπαραγωγή με την άδεια της Αρχαιολογικής Εταιρείας Αθηνών).

[8] Σε επιστολή του στον καθηγητή W. A. Boring, ο Dinsmoor αναφέρει ότι, οι φιλάρχαιοι αμερικανοί χορηγοί, καθένας εκ των οποίων χρηματοδότησε την αναστήλωση καθενός εκ των κιόνων της βόρειας κιονοστοιχίας, σκέπτονται να αποσύρουν τις χορηγίες τους και ζητούν την αποξήλωση των κιόνων που αυτοί πλήρωσαν για να αναστηλωθούν (Dinsmoor 1928, επιστολή Borig σελ.3).

1.3.1. Υλικά και μέθοδοι

Οι σύνδεσμοι της επέμβασης του Μπαλάνου κατασκευάστηκαν από πολύ καθαρό σίδηρο με πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο, μαγγάνιο και άνθρακα (Βαρουφάκης 2011, 9, Παπαδημητρίου 2007,6, Αγγελακοπούλου 2013,…). Η μικρή περιεκτικότητα σε θείο θεωρείται ότι προσδίδει στο μέταλλο μεγαλύτερη αντοχή στην οξείδωση και είναι χαρακτηριστικό το οποίο συναντάται και στον αρχαίο σίδηρο[9]. Η απουσία άλλων στοιχείων όμως, όπως άνθρακα και μαγγανίου, ελαττώνουν την σκληρότητα του σιδήρου και τις μηχανικές του ιδιότητες, ενώ η ελαχιστοποίηση του άνθρακα αποδεικνύει ότι πρόκειται για απλό σίδηρο και όχι για χάλυβα[10] (Βαρουφάκης 2011, 9). Ο Βαρουφάκης αναφέρει ότι ο σίδηρος των μπαλάνειων συνδέσμων είχε σφυρηλατηθεί[11], δηλαδή «*δεν προερχόταν από την τήξη του εν λόγω μετάλλου, αλλά από μάζα σιδήρου, σκωρίας και μη αναχθέντος ορυκτού*» (Βαρουφάκης 2012, 1). Ο σίδηρος αυτός θερμαινόμενος γινόταν εύπλαστος και μπορούσε εύκολα να σφυρηλατηθεί, ώστε να λάβει τη μορφή των συνδέσμων και γόμφων.

Αντιθέτως, η μεγάλη περιεκτικότητα των αρχαίων συνδέσμων σε άνθρακα, προφανώς μέσω της κατεργασίας (0,716%: Παπαδημητρίου 2008, 826), προσδίδει στους συνδέσμους αυτούς μεγαλύτερη σκληρότητα και μηχανική αντοχή, ενώ η ελάχιστη ύπαρξη θείου στο μετάλλευμα αυξάνει την αντοχή τους στην οξείδωση. Η διαπίστωση αυτή αποδεικνύει ότι, αντίθετα από τον Μπαλάνο, οι αρχαίοι τεχνίτες είχαν κατακτήσει την τεχνολογία της παραγωγής χάλυβα[12] μέσω της ενανθράκωσης και σφυρηλάτησης των συνδετηρίων τους (Παπαδημητρίου 2007, 3). Η μεγάλη λοιπόν διαφορά των αρχαίων και των μπαλάνειων συνδέσμων είναι ότι, παρότι ο Μπαλάνος φρόντισε το μέταλλο του να είναι όσο το δυνατόν καθαρότερο, δεν ακολούθησε, το πιθανότερο λόγω άγνοιας, την κατάλληλη κατεργασία του μετάλλου που χρησιμοποίησε, ώστε να του προσδώσει την απαιτούμενη αντοχή καταρχήν, σε οξείδωση και κατά δεύτερον, σε μηχανικές καταπονήσεις. Το πρώτο ζητούμενο προσπάθησε να το επιλύσει με τις επικαλύψεις από τσιμέντο, ενώ το δεύτερο, το αντιμετώπισε με την αύξηση των διαστάσεων των οπλισμών του, πράγμα που έκανε ακόμα πιο σύντομη την ζωή των συνδετηρίων του μειώνοντας αναγκαστικά την επικάλυψη προστασίας τους.

Ο Μπαλάνος στο βιβλίο του περιγράφει τον τρόπο επέμβασης στους κίονες με συμπληρώσεις των σπονδύλων με πειραϊκό ακτίτη, περιμετρικό οπλισμό από μεταλλικό πλέγμα και τελική επικάλυψη

[9] αρχαίος σίδηρος: Θείο = 0,0036 (Παπαδημητρίου 2007,6) μπαλάνειος σίδηρος: Θείο = 0,006 - 0,007 (Βαρουφάκης 2011, 2).

[10] Σίδηρος = περιεκτικότητα <0,3% σε άνθρακα. Χάλυβας = περιεκτικότητα 0,30% - 1,7% άνθρακα.

[11] Κατά τον Παπαδημητρίου έως το τέλος του 19ου αιώνα, στην Ελλάδα οι παραδοσιακοί κλίβανοι δεν ξεπερνούσαν σε θερμοκρασία τους 1300 βαθμούς, όπως και οι αρχαίοι, οπότε το σιδηρομετάλλευμα δεν έλειωνε, αλλά απλώς μαλάκωνε και κατόπιν για να "καθαριστεί" και να μορφοποιηθεί δεχόταν σφυρηλάτηση (Παπαδημητρίου 2007, 6, Βαρουφάκης 2012, 20).

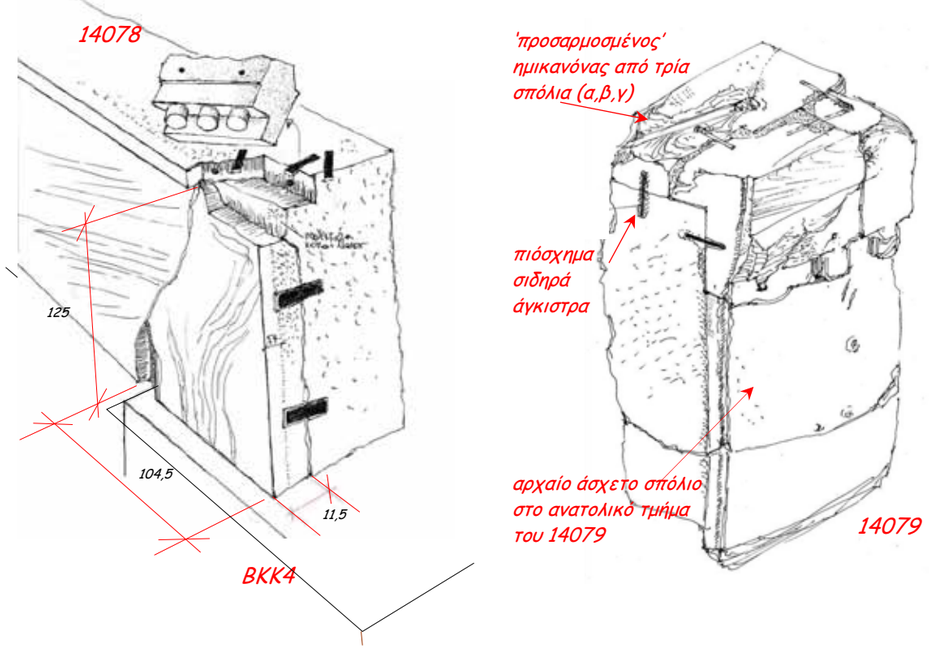
[12] Όταν η περιεκτικότητα σε άνθρακα είναι μικρότερη από 0,8%, τότε πρόκειται για ευτηκτοειδή χάλυβα (Παπαδημητρίου 2008, 826).

τσιμεντοκονιάματος, το οποίο κατόπιν επιχρίει με αδιάβροχη επάλειψη (Μπαλάνος 1940, 104). Μάρμαρο χρησιμοποιήθηκε στα ανώτερα μέρη της κιονοστοιχίας, στα κιονόκρανα, επιστύλια και τρίγλυφα. Η συμπλήρωση σε αυτά τα μέλη έγινε με τη μέθοδο των θηκών, δηλαδή για την στερέωση των συμπληρωμάτων, τα μέλη απολαξεύτηκαν ώστε να δημιουργηθεί ικανή περιοχή για την έδραση των νέων συμπληρώσεων. Εκ των υστέρων κρίνεται ευτυχές γεγονός ότι ο τρόπος αυτός δεν χρησιμοποιήθηκε στους σπονδύλους της περίστασης.

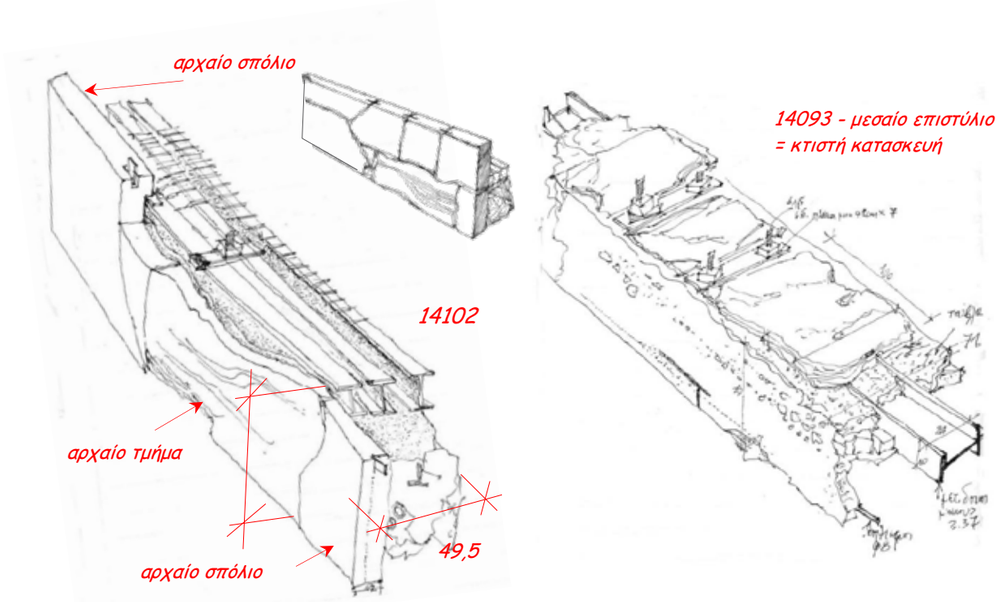
Ο λόγος για τις διαφορετικές επιλογές υλικών από τον Μπαλάνο στη βόρεια πλευρά, δεν γίνεται ξεκάθαρος από τον ίδιο. Έτσι, ενώ υπερασπίζεται σθεναρά την χρήση τσιμεντοκονιάματος στις συμπληρώσεις ελλειπόντων τμημάτων των σπονδύλων, θέτοντας κυρίως αισθητικά κριτήρια καλύτερης χρωματικής ένταξης τους στο σύνολο, σε σχέση με τα μαρμάρινα (Μπαλάνος 1940, 104), αργότερα απλώς αναφέρει ότι για τα κιονόκρανα, τα επιστύλια και τη δωρική ζωφόρο ακολουθήθηκε η πετυχημένη μέθοδος της δυτικής πρόστασης με συμπληρώσεις από μάρμαρο (ο.π. , 107). Ο λόγος λοιπόν της επιλογής του τσιμεντοκονιάματος για τους κίονες θα πρέπει να αναζητηθεί όχι σε θεωρητικές, ή αισθητικές απόψεις, αλλά μάλλον σε πρακτικές αναγκαιότητες, οι οποίες έπρεπε να αναβαθμιστούν παρουσιαζόμενες ως αυτούσιες θεωρητικές θέσεις. Η κατασκευή συμπληρωμάτων από μαλακό πωρόλιθο και η επικάλυψη τους με τσιμεντοκονιάματα ήταν πολύ ευκολότερος, ταχύτερος και κυρίως οικονομικότερος τρόπος, ενώ δεν απαιτούσε εξειδικευμένο προσωπικό. Το τελευταίο αυτό το τονίζει ο William Bell Dinsmoor, όταν το 1928, σε επιστολή του προς τον καθηγητή W. A. Boring, κάνει δριμεία κριτική στην επιλογή του οπλισμένου σκυροδέματος για τα συμπληρώματα της βόρειας κιονοστοιχίας (Dinsmoor 1928, επιστολή Borig σελ.3).

Η χρήση αρχαίων μαρμάρων στα νέα συμπληρώματα του Μπαλάνου παραμένει μια τακτική, η οποία είχε προταθεί ήδη από τον Klenze, όταν προέτρεπε τον Σεπτέμβριο του 1834: "*εάν λείπουν τεμάχια, θα πρέπει να γίνουν νέα από τα διαθέσιμα μάρμαρα, αλλά χωρίς να αποσιωπηθεί και καταστεί αγνώριστη αυτή η αποκατάσταση με μέτρα προσποίησης.*" (Παπαγεωργίου -Βενετάς 2000, 172*).* Την ίδια άποψη διατυπώνει και ο Durm το 1895, ο οποίος προέκρινε την ανάχρηση μελών, όπως των πεσμένων μελών της βόρειας πλευράς για την αναστήλωση άλλων σημείων του κτηρίου (Durm 1895, 35). Ευτυχώς ο Μπαλάνος αρχικά δεν ακολούθησε πιστά αυτή την τακτική, πιθανόν επειδή είχε από τότε στο πρόγραμμα του την πλήρη αναστήλωση της βόρειας κιονοστοιχίας. Παρόλα αυτά, κατά την αναστήλωση της βόρειας πλευράς, φαίνεται ότι η σκηνογραφική μέθοδος έγινε καθεστώς. Η χρήση της ξεπέρασε κάθε ενδοιασμό, σε αντίθεση με την ειλικρίνεια που αναζητούσε ο Klenze 90 χρόνια πριν. Προφανώς και ίσως εξαιτίας, της δριμείας πολεμικής που του είχε ασκηθεί, κατά τα προηγούμενα χρόνια, για την εκτεταμένη αποκατάσταση της βόρειας πλευράς, επιζητούσε με κάθε τρόπο την ευρύτερη αποδοχή της αναστήλωσης του. Η χρήση, όσο το δυνατόν περισσότερου, αρχαίου υλικού, ώστε να δικαιώσει την ορθότητα των επιλογών του έναντι των αντιπάλων της αναστήλωσης, προφανώς έγινε αυτοσκοπός.

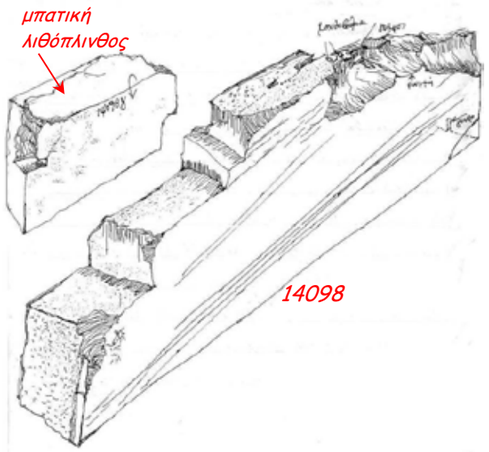
Έτσι, αναχρησιμοποίησε αρχαία θραύσματα, τα οποία ήταν διάσπαρτα και αποτελούσαν, ως επί τω πλείστων, αδιάγνωστα τμήματα αταύτιστων μελών, αφού τα κατεργάστηκε περαιτέρω για να τα εντάξει σε ευρύτερους όγκους, με αποτέλεσμα να είναι πλέον σήμερα όντως αδιάγνωστα (σχεδόν όλοι οι ακραίοι κανόνες των επιστυλίων) (Εικ. 10). Δημιούργησε επιστύλια από διάσπαρτα κομμάτια αρχαίων μελών σε συνδυασμό με κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα (π.χ. μεσαίες πλινθίδες επιστύλιου 14095, 14093, 14094, Λαμπρινού 2005, 127-129) (Εικ. 11). Για κάποια από αυτά, στη νέα αναστήλωση, αναγνωρίστηκε η ακριβής προέλευση τους (π.χ. γωνία 6^{ου} κιονοκράνου ανήκουσα στο 10^{ο} κιονόκρανο) (Λαμπρινού 2005, 96, σχέδιο 6), ενώ για άλλα αναγνωρίστηκε μόνον ο τύπος του μέλους στον οποίο ανήκαν (π. χ. λιθόπλινθος μπατικός και τμήμα επίτοιχου επιστυλίου ως συμπλήρωμα της εσωτερικής πλινθίδας 14099, ή λιθόπλινθος μπατική ως συμπλήρωμα του επιστυλίου 14098) (Λαμπρινού 2005, 129-130) (Εικ. 12).



Εικ. 10. Σπόλια ημικανόνων χρησιμοποιηθέντα μετά από "κατεργασία" σε επιστύλια της βόρειας κιονοστοιχίας (σκίτσα της συγγραφέως, 2003).



Εικ. 11. Κατασκευές Μπαλάνου - Μεσαία πλινθίδα 14102, εσωτερική πλινθίδα 14093 (σκίτσα της συγγραφέως, 2003).

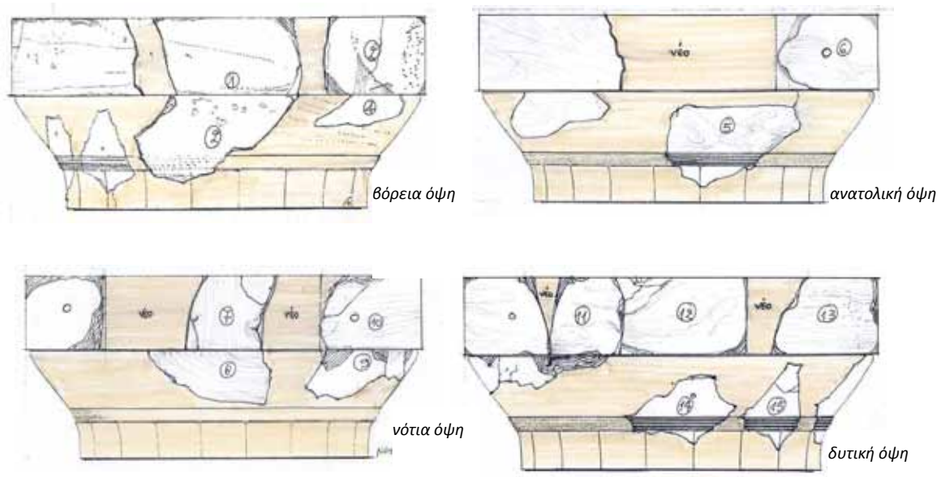


Εικ. 12. Κατασκευές Μπαλάνου - εσωτερική πλινθίδα 14098 με συμπλήρωμα από μπατική λιθόπλινθο (σκίτσα της συγγραφέως, 2003).

Στην περίπτωση της πλήρους απώλειας ενός από τα κιονόκρανα της βόρειας πλευράς (α.α. 14197, κιονόκρανο 6^{ου} κίονα), δεν δίστασε να 'κατασκευάσει' ένα καινούριο, παρουσιάζοντας το ως συμπίλημα αρχαίων θραυσμάτων. Χρησιμοποίησε πυρήνα από νέο μάρμαρο και ενέταξε σε αυτόν μικρών διάσπαρτων θραύσματα από διαφορετικά κιονόκρανα[13] (Λαμπρινού 2005, 93) (Εικ. 13). Την τακτική αυτή την παρουσιάζει ο ίδιος ως πλήρως αποδεκτή λέγοντας ότι «*ευτυχώς τα αρχαία μάρμαρα είναι μετά τοσαύτης ακριβείας κατειργασμένα, ώστε τεμάχια ανήκοντα εις το αυτό είδος ενός αρχιτεκτονικού μέλους να*

[13] Την ίδια τακτική είχε χρησιμοποιήσει στα Προπύλαια (1911-14) κατασκευάζονταν εκεί ένα ιωνικό κιονόκρανο, από διαφορά μη συνανήκοντα θραύσματα.

δύνανται να προσαρμόζονται τελείως, άμα ως ήθελον αποκοπή» (Μπαλάνος 1940, 30). Στο βιβλίο του ο Μπαλάνος αναφέρει ότι δεν έκανε το ίδιο στο δεύτερο νέο κιονόκρανο που κατασκεύασε για τη βόρεια κιονοστοιχία ως αναφορά στο κιονόκρανο, το οποίο βρίσκεται στο βρετανικό μουσείο[14] (Μπαλάνος 1940, 107).



Εικ. 13. Κιονόκρανο 14173 - συμπίλημα μη συνανηκόντων θραυσμάτων σε πυρήνα νέου μαρμάρου (σκίτσα της συγγραφέως, 2002).

Στους κίονες χρησιμοποίησε αταύτιστα θραύσματα σπονδύλων, τα οποία, κατά τον παραπάνω τρόπο, απομείωσε δημιουργώντας έδρες εκεί που δεν υπήρχαν (π.χ. σπόνδυλος 14169, 4ου κίονα) και τα ενέταξε σε πυρήνα από πειραϊκό ακτίτη με περίβλημα οπλισμένης τσιμεντοκονίας (Λαμπρινού 2005, 60). Πολλά κομμάτια μαρμάρων είχαν χρησιμοποιηθεί, μαζί με πωρολίθους ως εσωτερικό γέμισμα των αντικαταστατών των ελλειπόντων σπονδύλων. Οι απομειώσεις και *καλλωπίσεις* των θραυσμάτων της βόρειας πλευράς είναι πάμπολλες (Εικ. 14).

Εικ. 14. Συμπληρώσεις σπονδύλου από πειραϊκό ακτίτη με τη δημιουργία θηκών και τελική επικάλυψη με τσιμεντοκονία (φωτ. της συγγραφέως, 2002).

[14] Αναφέρει ότι το νέο είναι πανομοιότυπο αυτού στο Λονδίνο, πράγμα το οποίο δεν ισχύει. Τα δύο αυτά κιονόκρανα έχουν διαφορά 4 εκατοστών περίπου στο μήκος του άβακα.

Μια ακόμα επέμβαση, την οποία απεκάλυψε ο Dinsmoor, αλλά όχι σε όλη την έκταση της ήταν η απομείωση των ανώτερων σπονδύλων των κιόνων, σε περίπτωση που οι κορμοί δεν κατέληγαν να έχουν το αναμενόμενο ύψος. Ο Dinsmoor ανακάλυψε το 1927 κατά την αναμέτρηση ενός από τους σπονδύλους ότι ο τελευταίος σπόνδυλος του 7ου κίονα (α.α. 14186) είχε απομειωθεί κατά 5 χιλιοστά, γεγονός που το παραδέχεται και ο Μπαλάνος[15]. Η τακτική όμως αυτή χρησιμοποιήθηκε από τον Μπαλάνο και σε άλλες περιπτώσεις ανώτερων σπονδύλων, εφόσον το συνολικό τους ύψος ξεπερνούσε το αναμενόμενο, όπως στον 8ο κίονα (α.α.14150) (Λαμπρινού 2005, 52). Στην περίπτωση του ανώτερου σπονδύλου του 10ου κίονα έκανε ακριβώς το ανάποδο. Ο κίονας απέβη χαμηλότερος από το αναμενόμενο και έτσι αύξησε το ύψος του σπονδύλου με στρώμα τσιμεντοκονίας τουλάχιστον 5 χιλιοστών (Λαμπρινού 2005, 66).

Οι "*αλχημιστικές*" αυτές τακτικές του Μπαλάνου υποδηλώνουν δύο χαρακτηριστικά της στάσης του απέναντι στο μνημείο και του αναστηλωτικού του ήθους. Την ανενδοίαστη χρήση μεθόδων για την αισθητική "ολοκλήρωση" της κιονοστοιχίας και την ολοφάνερη αδιαφορία του για την «ορθή» ανατοποθέτηση των μελών στις αρχικές τους θέσεις, αλλά εντέλει υποδηλώνουν την αδυναμία του να φέρει σε πέρας μια τέτοια διακήρυξη. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι ασυμφωνίες των υψών στους κίονες φάνηκαν από τον 10ο κίονα, ό οποίος αναστηλώθηκε ήδη το 1923, στην απαρχή του προγράμματος της βόρειας πλευράς. Παρόλα αυτά, ο Μπαλάνος δεν ανασκεύασε την επίλυση του και προχώρησε σε περαιτέρω ανεπίτρεπτες απομειώσεις μελών, έως ότου αποκαλυφθεί από τον Dinsmoor μόλις το 1927[16].

Ο Μπαλάνος αναστήλωσε πάνω από 200 μέλη στην βόρεια κιονοστοιχία. Όπως αναφέρει ο ίδιος, η επέμβαση χρηματοδοτήθηκε από κρατικές πιστώσεις[17], αλλά και χρηματική βοήθεια από φιλάρχαιους αμερικανούς, μέσω της Αμερικανικής Σχολής Κλασικών Σπουδών της Αθήνας (Μπαλάνος 1940, 17). Το 1926, σε μία παύση των εργασιών, λόγω αδυναμίας εύρεσης πόρων, το έργο επανεκκινήθηκε με έρανο Αμερικανών φιλάρχαιων[18] (Dinsmoor 1928, επιστολή Borig σελ.3,), ενώ το 1928 ο Βενιζέλος βοήθησε για την ολοκλήρωση της αναστήλωσης με έκτακτη ενίσχυση 425.000 δρχ. (Μαλλούχου 1998, 186, σημ. 538).

[15] Ο Μπαλάνος απολογείται ότι το έκανε κάποιος από το συνεργείο του, εν αγνοία του (Μαλλούχου 1998, 190, παράρτημα 11, 318).

[16] Στη νέα αναστήλωση και πάλι ο 10ος κίονας απετέλεσε καταλυτικό σημείο για την προϋπάρχουσα μελέτη. Σε αυτήν την περίπτωση όμως η απόφαση υπήρξε διαφορετική.

[17] Κάποιες από τις οποίες εγκρίθηκαν προσωπικώς από τον Ελευθέριο Βενιζέλο (Μπαλάνος 1940, 17).

[18] Ο Dinsmoor αναφέρει ότι, το καλοκαίρι του 1926, ο Dr John H. Finley εκδότης των New York Times συγκέντρωσε $7.000 από 7 Αμερικανούς χορηγούς, μεταξύ των οποίων ο αρχαιολόγος Sir Charles Walston και ο αρχιτέκτονας Cass Gilbert, για την αναστήλωση της βόρειας κιονοστοιχίας και της δυτικής θύρας του Παρθενώνα (Dinsmoor 1928, επιστολή Borig σελ.3).

Η επέμβαση διήρκεσε 8 χρόνια και ολοκληρώθηκε το Μάιο του 1930 (Εικ. 15), οπότε παρουσιάστηκε, ως υποδειγματική επέμβαση, στο συνέδριο των Αθηνών, τον Οκτώβριο του επόμενου έτους, συνέδριο το οποίο οδήγησε στην σύνταξη της *Χάρτας των Αθηνών*, πρώτης διεθνούς σύμβασης για τις αναστηλώσεις των αρχαίων μνημείων (Jokilehto 1987, 407, Μαλλούχου 1998, παράρτημα 17). Σε αυτήν την διάσκεψη υπήρξαν φωνές κριτικής, κυρίως για τα υλικά της επέμβασης του, οι οποίες όμως παρέμειναν σε ήπιους τόνους στο επίπεδο των σχολίων με διπλωματική διάθεση (Choay 2002: 109).

Εικ. 15. Η βόρεια κιονοστοιχία μετά την αναστήλωση Μπαλάνου (φωτ. Ε. Κολυβάκη, 2000, Αρχείο ΕΣΜΑ).

Οι γνωστές συνέπειες των σιδηρών συνδέσμων του Μπαλάνου στα μέλη της βόρειας πλευράς και κυρίως στα επιστύλια έχουν αναπτυχθεί εκτενώς τα τελευταία χρόνια. Το 1972 αποφασίζονται στερεωτικές επεμβάσεις στη βόρεια κιονοστοιχία, κατά την εφορεία του Γ. Δοντά, με υπεύθυνη αρχαιολόγο την Μαρία Μπρούσκαρη. Τα συνεργεία των συντηρητών της Α΄ ΕΠΚΑ προβαίνουν σε αντικαταστάσεις των σιδηρών συνδέσμων με ορειχάλκινους και την αντικατάσταση των εξωτερικών μανδυών των νέων σπονδύλων από τον 4ο και έως τον 10ο κίονα. Έτσι απομακρύνονται οι σιδηροί οπλισμοί του Μπαλάνου και χρησιμοποιούνται αντί αυτών ορειχάλκινα πλέγματα, τα οποία επικαλύπτονται με γκρίζο τσιμεντοκονίαμα. Η επιχείρηση διήρκεσε από τον Ιούνιο 1972 έως το τέλος του 1973 (Μπρούσκαρη 2012, 202).

Η στατική ανεπάρκεια στην οποία οδήγησε τα μέλη του θριγκού της βόρειας περίστασης η διάβρωση των οπλισμών τους, οδήγησε το ελληνικό Υπουργείο Πολιτισμού και την Υπηρεσία Συντήρησης Μνημείων Ακρόπολης στην απόφαση για διενέργεια νέων εργασιών αναστήλωσης της βόρειας περίστασης μετά το 2001. Η κακή εμπειρία από την επέμβαση Μπαλάνου διαμόρφωσε το

κλίμα για μια νέα προσέγγιση όχι τόσο στη θεωρητική πλατφόρμα, όσο στο τεχνικό επίπεδο. Η μονοδιάστατη διαχείριση των επεμβάσεων αντιμετωπίστηκε με μια πολυδιάστατη ομάδα επιστημόνων πολλών ειδικοτήτων και στο επίπεδο των μελετών, αλλά και στο επίπεδο των τελικών αποφάσεων επέμβασης.

2. Επέμβαση 2001

Η σύγχρονη *ανασκευή* της επέμβασης του Νικόλαου Μπαλάνου στη βόρεια κιονοστοιχία δομείται στα πλαίσια μιας παραδεδομένης, αποδεκτής μορφής, μια και η μνήμη έχει αποκατασταθεί με μια νέα εικόνα, ενώ η επανεξέταση επιχειρεί να διορθώσει τα τεχνικά και επιστημονικά *λάθη* της επέμβασης Μπαλάνου. Η *νομιμοποίηση* μιας νέας ανασκευής βασίζεται καταρχήν σε επιχειρήματα *υπαρξιακής* διάσωσης του μνημείου και σε δεύτερο επίπεδο σε διορθώσεις θέσεων των μελών που αναστηλώθηκαν από τους προηγούμενους αναστηλωτές. Η αισθητική αναβάθμιση της εικόνας της περιοχής αυτής του μνημείου έχει επίσης βαρύνουσα σημασία. Οι αντιρρήσεις σε σχέση με την επέμβαση Μπαλάνου ξεκινούν από τα σφάλματα υλικού, αλλά δεν σταματούν εκεί, αφορούν επίσης στη μεθοδολογία και στην πρακτική της μεθόδου του. Ο *σωστικός* χαρακτήρας των νέων επεμβάσεων φέρει το δικαίωμα παράκαμψης της επανεξέτασης γενικότερων θεωρητικών ζητημάτων, η απάντηση των οποίων είθισται να προηγείται κάθε νέας επέμβασης σε ένα αρχαίο μνημείο, όπως, η παραβίαση της ιστορικότητας της μορφής του μνημείου, λόγω μιας επικείμενης διαφοροποίησης της, η έκταση της νέας επέμβασης, ή ακόμα, το ποσοστό του νέου υλικού. Η αναίρεση της φυσικής ιστορικής συνέχειας, ή της ιστορικότητας, στη μορφή και στο περιβάλλον ενός μνημείου, είναι το τίμημα κάθε επέμβασης με στόχο τη φυσική διάσωση των εναπομεινάντων μερών του. Λόγω των προηγούμενων επεμβάσεων στον Παρθενώνα, όπως και στα υπόλοιπα μνημεία της Ακρόπολης, κατά τις οποίες επιτελέστηκε ήδη αυτή η αναίρεση, μια τέτοια απόφαση δεν απασχόλησε τη σύγχρονη επέμβαση.

Η μέθοδος αποκατάστασης ήταν η αυτή, η οποία θεσμοθετήθηκε από την Επιτροπή Συντήρησης Μνημείων Ακροπόλεως ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του '70 και αφορούσε, όπως είναι ήδη γνωστό, στη χρήση πεντελικού μαρμάρου για τις συμπληρώσεις και τιτανίου για τους οπλισμούς ενίσχυσης. Το ιδεολογικό θέμα της εκ νέου αναστήλωσης της βόρειας πλευράς, η οποία κατέπεσε 3 αιώνες πριν, θεωρείται επιλυμένο, εφόσον ο Παρθενώνας με την αποκατεστημένη βόρεια πλευρά του είναι πλέον ένα ιστορικό δεδομένο ηλικίας ήδη ενός αιώνα. Η μορφική αποκατάσταση του μνημείου είναι βασικός στόχος, εφόσον η *ανάταξη των αυθεντικών μελών* παραμένει το ζητούμενο και σήμερα, ακολουθώντας ουσιαστικά τον ίδιο στόχο με τους προηγούμενους αναστηλωτές: την αποκατάσταση και ανατοποθέτηση των πεσμένων μελών πάνω στο μνημείο. Η επέμβαση θεωρείται κατά βάση δομική, επειδή επιδρά, εκτός από τη μορφή, στην ίδια τη δομή των μελών αποκαθιστώντας την στατική τους δυνατότητα. Έως εδώ οι διαφορές από την προηγούμενη επέμβαση δεν φαίνονται σοβαρές.

Παρόλο που και η νέα αναστήλωση είναι επίσης εκτεταμένα επεμβατική, χρησιμοποιεί όμως διαφορετικά τεχνικά μέσα. Ενώ στο ιδεολογικό επίπεδο το όραμα του Μπαλάνου είναι λίγο-πολύ υπαρκτό, τα πρακτικά προβλήματα που δημιούργησε η αναστήλωση του απέδειξαν την ανάγκη προαπαιτούμενης έρευνας στο τεχνικό επίπεδο. Όπως ακριβώς ο Μπαλάνος χρησιμοποίησε την τεχνολογία της εποχής του, στη νέα επέμβαση χρησιμοποιούνται οι δυνατότητες της μοντέρνας τεχνολογίας, επικεντρώνοντας όμως στην ερμηνεία της δομής και την διερεύνηση της αντοχής του υπάρχοντος κτηρίου, ώστε τα επεμβατικά μέτρα να εξασφαλίσουν την αυθεντικότητα και να ενισχύσουν την ισορροπία του συνόλου, χωρίς να μετατρέψουν το κτήριο σε μια μοντέρνα κατασκευή. Η ανατοποθέτηση των αρχαίων μελών στις αρχικές τους θέσεις θεωρείται θεμελιώδες ζήτημα, χωρίς να αποκλείονται, παρόλα αυτά, περιπτώσεις χρήσης μελών σε ομόλογες θέσεις, εάν αυτό είναι θεωρητικά επαρκώς τεκμηριωμένο.

Μια αρχή, την οποία ακολούθησε ο Μπαλάνος αλλά και η μοντέρνα επέμβαση, είναι ότι οι οπλισμοί ενίσχυσης και συρραφής των μελών ενσωματώνονται στο αρχαίο υλικό, άρα η αισθητική του μνημείου είναι μία από τις ουσιαστικές προτεραιότητες της επέμβασης, όπως και η μορφική εναρμόνιση των συμπληρώσεων με τις υπάρχουσες φόρμες. Η αλλαγή εδώ έγκειται στην ποιότητα των μοντέρνων υλικών, τη συμβατότητα με το μάρμαρο, την ποσότητα του νέου υλικού και κυρίως την όσο το δυνατόν μικρότερη θυσία του αρχαίου κατά την όπλιση των μελών και στην ειλικρίνεια της απορρέουσας μορφής. Το μνημείο παρόλο που θα παραμείνει ερείπιο, ζήτημα το οποίο απασχόλησε και τον Μπαλάνο, θα επανέλθει σε μια πληρέστερη και στατικά επαρκέστερη μορφή, τόση, όση του επιτρέπει το εναπομείναν υλικό του. Η ένταξη του νέου υλικού στο αρχαίο και η ευκρίνεια της αρχιτεκτονικής μορφής κατά την *ανάγνωση* από τον επισκέπτη, χωρίς έντονη τη διαφορά των νέων συμπληρώσεων, είναι μία ακόμα αρχή την οποία έθεσε και ο Μπαλάνος στην αναστήλωση του.

2.1. Νέες μελέτες και νέες επεμβάσεις

Το 1998 ο πολιτικός μηχανικός Κ. Ζάμπας ολοκλήρωσε τη μελέτη αποκατάστασης της βόρειας κιονοστοιχίας, η οποία και εγκρίθηκε από την ΕΣΜΑ, αλλά και το ΚΑΣ, τον Μάιο του 1999 (συνεδρίαση 24/25-5-1999). Η πρόταση, παρόλα αυτά, για την έναρξη των εργασιών δεν βρήκε ανταπόκριση στο ΚΑΣ το επόμενο έτος (συνεδρίαση 30/1.8.2000), παρά μόνο το Φεβρουάριο του 2001, μετά από νέα εισήγηση χρονοδιαγραμμάτων και αλλαγή προσώπων (ΕΣΜΑ 3/1.2.2001, ΚΑΣ ΥΠΠΟ/ΔΑΑΜ/408/19693/11.4.2001). Η αποκατάσταση θα στηριζόταν στην εγκεκριμένη μελέτη Ζάμπα. Η αποξήλωση των μελών της βόρειας κιονοστοιχίας ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2001 (2-10-2001), με την καταβίβαση του πρώτου μέλους από το ανατολικότερο τμήμα του θριγκού (ΒΜΟΠΛ19). Οι εργασίες ανατοποθέτησης συμφωνήθηκε να ξεκινήσουν, το γρηγορότερο, μόλις ολοκληρωθεί η δομική αποκατάσταση των πρώτων σπονδύλων. Συμφωνήθηκε έτσι η ανατοποθέτηση

να ξεκινήσει από τον 10ο κίονα, ο οποίος αποτελείτο εξολοκλήρου από αρχαίο υλικό, και λόγω αυτού, θα ολοκληρωνόταν ταχύτερα η περιορισμένη επέμβαση αποκατάστασης στους σπονδύλους του. Επίσης, λόγω ακριβώς της πλήρους σύστασης του από αρχαίο υλικό, θα μπορούσε να ελεγχθεί επακριβώς το τελικό ύψος του, σε σχέση με το αναμενόμενο.

Τον Φεβρουάριο όμως του 2003, κατά την πρώτη προσπάθεια ανατοποθέτησης σπονδύλων του 10ου κίονα, παρατηρήθηκε ασυμφωνία διαμέτρων μεταξύ γειτονικών σπονδύλων, ήδη από τον 5ο σπόνδυλο, αλλά και υστέρηση του τελικού ύψους του κίονα, κατά την τοποθέτηση του τελευταίου σπονδύλου. Λόγω της υστέρησης του ύψους, έγινε φανερό ότι βαίναμε προς γενική αναψηλάφηση της μελέτης, παρόλες τις προσπάθειες του προϊστάμενου του έργου αποκατάστασης Παρθενώνα Νίκου Τογανίδη για αντιμετάθεση σπονδύλων προς λύση του προβλήματος.

Η πρώτη αναφορά στην ΕΣΜΑ έγινε από τον Τογανίδη (αναφορά 1ης Απριλίου 2003, συνεδρίαση 9η/10-4-2003). Κατά την συνεδρίαση αυτή της ΕΣΜΑ, η επιτροπή επιφυλάχτηκε να πάρει απόφαση, έως ότου παρουσιαστούν βάσιμα και εμπεριστατωμένα στοιχεία. Σε αυτό το σημείο ανατέθηκε από τον προϊστάμενο του έργου, η διερεύνηση του προβλήματος στη γράφουσα[19]. Καταρχήν, ξεκίνησε εκ νέου η επεξεργασία των διαγραμμάτων με τις καμπύλες έντασης – μείωσης των κιόνων (Ζάμπας 2002, πίνακες 7 – 15) στις οποίες και εντάσσονταν τα νέα στοιχεία. Συγχρόνως ξεκίνησε και η αναμέτρηση ακτίνων των σπονδύλων με μεγάλους μεταλλικούς μετρονομημένους διαβήτες, αλλά και επαλήθευση των υψών των αποξηλωμένων σπονδύλων, όπου οι αποκλίσεις από τη μελέτη φαίνονταν μικρότερες. Σύντομα διαπιστώθηκαν διαφορές και ασυμφωνίες στην υλοποίηση του κέντρου των εδρών των σπονδύλων και συστηματική απόκλιση μεταξύ των διαμέτρων τους, αλλά και με τις καταγεγραμμένες διαμέτρους της υπάρχουσας μελέτης.

Τον Σεπτέμβριο του ίδιου έτους (30.9.2003) παρουσιάστηκε η αναφορά της γράφουσας για το θέμα παρουσιάζοντας νέα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των σπονδύλων των κιόνων, οι οποίοι είχαν εντωμεταξύ αποξηλωθεί και κυρίως, εισάγοντας ένα νέο κριτήριο εύρεσης των γειτνιάσεων των σπονδύλων (1974/30.9.2003). Το θετικό στοιχείο στη νέα αυτή προσπάθεια ήταν ότι οι σπόνδυλοι της εν λόγω ανακατασκευής είχαν καταβιβαστεί στο μεγαλύτερο τους τμήμα, οπότε η μέτρηση τους ήταν πολύ πιο εύκολη, από ότι ήταν για τον Ζάμπα, ο οποίος μέτρησε τους σπονδύλους ενώ ήταν αναστηλωμένοι[20]. Σύντομα, νέες παρατηρήσεις για την μορφολογία των σπονδύλων και τα νέα

[19] Την ίδια περίοδο είχε ήδη ανατεθεί στη γράφουσα η μελέτη ανατοποθέτησης των γείσων, για τα οποία δεν είχε δοθεί λύση από τον κ. Ζάμπα, και την οποία η γράφουσα αναγκάστηκε να διακόψει για να αφοσιωθεί στην ανασκευή της μελέτης των κιόνων.

[20] Εδώ θα πρέπει να αναφέρω την αμέριστη συμπαράσταση από μέρους του κ. Ζάμπα στην αγωνιώδη προσπάθεια μου να επιλύσω, επειγόντως, χωρίς εξαρχής να έχω κανενός τέτοιου είδους φιλοδοξία εμπλοκής, αυτό το εξαιρετικά δύσκολο πάζλ, όντας τελείως άπειρη σε θέματα μελέτης κιόνων.

στοιχεία των μετρήσεων επέδειξαν διαφοροποιήσεις από τις προηγούμενες μετρήσεις και δικαίωσαν την ανάγκη της *εκ νέου εκπόνησης* της μελέτης αναδιάταξης των μελών της βόρειας κιονοστοιχίας.

Η επανεξέταση εντέλει εγκρίθηκε από την ΕΣΜΑ στις 10 Ιουνίου του 2004, όποτε και αποφασίστηκε η γενική αναψηλάφηση της μελέτης Ζάμπα (ΕΣΜΑ 12/10.6.2004). Η μελέτη για τα εξωτερικά επιστύλια παρουσιάστηκε στο συνέδριο της ΥΣΜΑ τον Οκτώβριο 2002 (Λαμπρινού 2002), ενώ η συνολική μελέτη για τα επιστύλια εγκρίθηκε από την ΕΣΜΑ το 2005 (ΕΣΜΑ 14/19.12.2005) [21]. Για την κιονοστοιχία, οι αλλαγές θέσεων από τη αναστήλωση Μπαλάνου φτάνουν τις 49 και οι συμπτώσεις τις 17, ενώ από τη μελέτη Ζάμπα, οι αλλαγές θέσεων φτάνουν τις 42 και οι συμπτώσεις τις 24. Σε 7 περιπτώσεις η νέα ταύτιση συμπίπτει με τις προτάσεις του Dinsmoor, ενώ 4 σπόνδυλοι ξαναγυρίζουν στις θέσεις που είχαν κατά την αναστήλωση Πιττάκη (Λαμπρινού 2005, 70). Με την έρευνα του θραυσματικού υλικού *17 νέα σπόλια* ταυτίστηκαν και βρήκαν τη θέση τους στο μνημείο (7 θραύσματα σπονδύλων, 2 θραύσματα κιονοκράνων και 8 θραύσματα επιστυλίων ταυτίστηκαν), ενώ δεν αναχρησιμοποιήθηκαν σπόλια, τα οποία αποδείχθηκε ότι δεν άνηκαν στη βόρεια κιονοστοιχία (Λαμπρινού 2005, 43, 95). Το μεγάλο αυτό έργο αφορούσε την καταβίβαση όλων των μελών, τα οποία αναστήλωσε ο Μπαλάνος και τα οποία έφτασαν, μέχρι την ολοκλήρωση της αποξήλωσης, τα 260 μέλη (Εικ. 16).

Εικ. 16. Η βόρεια κιονοστοιχία μετά την αποξήλωση της αναστήλωσης Μπαλάνου το 2003 (φωτ. της συγγραφέως).

[21] Για τη δωρική ζωφόρο και τα γείσα το 2005, ενώ επεκτάθηκε στο θριγκό του δυτικού άκρου το 2007 με μελέτες της αρχιτέκτονος Ρ. Χριστοδουλοπούλου.

Η τελική ανατοποθέτηση που άρχισε τον Ιούλιο του 2004 και ολοκληρώθηκε το 2009 (εκτός της τελικής κατάξεσης των ραβδώσεων, η οποία θα ολοκληρωθεί μέσα στο τρέχον έτος) (Εικ. 17), βασίστηκε στις μελέτες που εκπονήθηκαν και εφαρμόστηκαν από το εξειδικευμένο προσωπικό του εργοταξίου του Παρθενώνα. Πλήθος κριτηρίων βασιζόμενων στην γνώση της κατασκευής, αλλά και στη γνώση της ιστορίας του μνημείου βοήθησαν το πάζλ της βόρειας πλευράς να επιλυθεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο (Εικ. 18).

Εικ. 17. Η βόρεια κιονοστοιχία το 2010, μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος της βόρειας κιονοστοιχίας (φωτο: Σ. Γεσαφίδης, 2010).

Εικ. 18 Παρατοποθετήσεις της αναστήλωσης του Ν. Μπαλάνου (κάθε κολώνα θα έπρεπε να έχει ενιαίο χρωματισμό ανάλογο με το αντίστοιχο θριγκό του επόμενου διακένου). Στο σύνολο 185 μελών, 153 άλλαξαν θέση, ώστε να τοποθετηθούν στην αυθεντική (ψηφιακή αναπαράσταση: Π. Κωνσταντόπουλος, 2009, Αρχείο ΕΣΜΑ).

3. Επίλογος

Η νέα αναστήλωση της βόρειας πλευράς του Παρθενώνα κατά βάση ακολουθεί αρχές που τέθηκαν πρωταρχικά, πριν από οποιαδήποτε επέμβαση στο μνημείο, σχεδόν 170 χρόνια πριν, οι οποίες όμως στην πράξη συχνά καταστρατηγήθηκαν για λόγους που σχετίζονταν με τα τεχνικά μέσα της εποχής, ή τις ικανότητες διαχείρισης τους από τους εκάστοτε αναστηλωτές του μνημείου. Ιδέες όπως η προστασία του αυθεντικού υλικού του μνημείου, η διατήρηση της ιστορικότητας, ή ο σεβασμός του ερειπίου, είναι φράσεις που όλοι οι αναστηλωτές του Παρθενώνα χρησιμοποίησαν κατά καιρούς, αλλά με θεμελιώδεις διαφορές στην πρακτική τους ερμηνεία και τη συνέπεια εφαρμογής τους. Με αυτήν την έννοια, η ιδεολογική βάση και ορολογία των νέων προτεραιοτήτων της σημερινής αναστήλωσης δεν αποκλίνει ιδιαίτερα από αυτήν του Μπαλάνου, ενώ διασώζει ιδέες του Klenze, του Durm και του Magne. Η αρχική καθαρά στυλιστική αισθητική επέμβαση των αρχών του 20ου αι. μετεξελίχτηκε χωρίς να απολέσει βασικές αρχές, σε μία επέμβαση με μεγαλύτερο σεβασμό στην δομή και το υλικό του μνημείου. Η εξέλιξη στη θεωρία των αναστηλωτικών επεμβάσεων διαφοροποίησε τις επεμβάσεις και στον Παρθενώνα, με την ενσωμάτωση αρχαιολογικών πρακτικών και επηρέασε την αντιμετώπιση και διαχείριση του μνημείου, ως προς τον χειρισμό των επιμέρους ιδεολογικών και πρακτικών ζητημάτων.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Βαρουφάκης 1992 Βαρουφάκης, Γ. "Πως άντεξαν στη διάβρωση τόσων αιώνων οι σιδερένιοι σύνδεσμοι και γόμφοι των ναών της Ακρόπολης", *Archaeologia* 45, 1992. 14-19.

Βαρουφάκης 2011 Βαρουφάκης, Γ. *Μεταλλουργική Μελέτη 4 σιδερένιων συνδέσμων Μπαλάνου*, Αρχείο ΥΣΜΑ, 2011.

Βαρουφάκης 2012 Βαρουφάκης, Γ. *Μεταλλουργική Μελέτη των σιδερένιων συνδέσμων του Μπαλάνου*, Αρχείο ΥΣΜΑ, 2012.

Καββαδίας 1900 Καββαδίας, Π. *Ιστορία της Αρχαιολογικής Εταιρίας, από της εν έτει 1837 ιδρύσεως αυτής μέχρι του 1900,* Αθήνησιν 1900.

Κόκκου 1977 Κόκκου, Α. *Η Φροντίδα για τις Αρχαιότητες στην Ελλάδα και τα Πρώτα Μουσεία*, Αθήνα 1977/2009.

Κορρές-Μπούρας1983 Κορρές, Μ., Μπούρας, Χ. *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος,* Αθήνα 1983.

Λαμπρινού 2002 Λαμπρινού, Λ. "Ο θριγκός της βόρειας Όψης του Παρθενώνα: ταύτιση μελών και ανατοποθέτηση κιονοκράνων και επιστυλίων", στα *Πρακτικά 5ης διεθνούς Συνάντησης για την Αποκατάσταση των Μνημείων Ακροπόλεως*, Αθήνα 4-6.10.2002, 195-208.

Λαμπρινού 2005 Λαμπρινού, Ε. *Αναδιάταξη Μελών Βόρειας Κιονοστοιχίας: Κίονες, Κιονόκρανα, Επιστύλια*, Αδημοσίευτη μελέτη ΥΣΜΑ, Αθήνα, Νοέμβριος 2005.

Μαλλούχου 1998 Μαλλούχου-Tufano, Φ. *Η Αναστήλωση των Αρχαίων Μνημείων στη Νεώτερη Ελλάδα*, Αθήνα 1998.

Μαλλούχου 2005 Μαλλούχου-Tufano, Φ. "Ο Francis Crammer Penrose και η Αναστήλωση του Παρθενώνος", *Πρόσωπα της Ακρόπολης, Ludwig Ross, Francis Crammer Penrose, Gorham Philips Stevens*, Αθήνα 2005. 59-68.

Μηλιαράκης 1884 Μηλιαράκης, Α. "Τελετή επί της Ακροπόλεως των Αθηνών (28 Αυγούστου 1834)", *Εστία*, ΙΗ', 447 (22-7-1884). 461-467.

Μπαλάνος 1940 Μπαλάνος, Ν. *Η Αναστήλωσις των Μνημείων της Ακροπόλεως*, Αθήναι 1940

Μπρούσκαρη 2012 Μπρούσκαρη Μ. "Εργασίες Συντηρήσεως στον Παρθενώνα, τα προπύλαια , το Θησείο τη Βιβλιοθήκη του Αδριανού και το μνημείο του Λυσικράτους, Ημερολόγια 1971-1976, *Αρχαιολογική Εφημερίς,* 151, 2012, περίοδος πέμπτη. 201- 280.

Ορλάνδος 1922 Ορλάνδος, Α. "Pro Parthenone", *Ο Μέντωρ*, Δελτίο των Εταίρων της εν Αθήναις Αρχαιολογικής Εταιρείας, τ. 37 (Απρίλιος 1996), Αθήνα 1996. 97-102.

Παπαγεωργίου-Βενετάς 2000 Παπαγεωργίου-Βενετάς, Α. *Ο Leo von Klenze στην Ελλάδα*, *Τεκμήρια για τη νεοελληνική ιστοριογραφία*, Αθήνα 2000.

Παπαδημητρίου 2007 Παπαδημητρίου Γ., Τσακιρίδης Π., Σκαρβέλης Π. *Εργαστηριακός Έλεγχος Μεταλλικού Συνδέσμου από τον Λίθο Πληρώσεως με α.α. 14048*, Αρχείο ΥΣΜΑ 2007.

Παπαδημητρίου 2008 Παπαδημητρίου Γ., Τσακιρίδης Π., Τουμπακάρη Ε.Ε., Σκαρβέλης Π. «Μικροδομή και κατάσταση διατήρησης ενός αρχαίου συνδέσμου από τη Βόρεια Κιονοστοιχία του Παρθενώνα», στο *Πρακτικά 5ου Συμποσίου Ελληνικής Αρχαιομετρικής Εταιρείας,* Αθήνα 2008, 821 – 840.

Πετράκος 1987 Πετράκος, Β. *Η εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, η Ιστορία των 150 χρόνων της, 1837 - 1987*, Αθήναι 1987.

Ραγκαβής 1837 Ρίζος-Ραγκαβής, Α. "Συνοπτική Έκθεσις της Τύχης των Αρχαίων Μνημείων εις την Ελλάδα κατά τα τελευταία έτη", *Αρχαιολογική Εφημερίς,* 10-1837, Αθήνα 1837. 5-13.

Ραγκαβής 1947 Ρίζος - Ραγκαβής, Α. *Σύνοψις Πρακτικών της Αρχαιολογικής Εταιρείας των Αθηνών*, εν Αθήναις 1847.

Ρουσόπουλος 1895 Ρουσόπουλος, Α. *Ο Παρθενών ήτοι Διαμαρτυρία κατά πάσης Διορθώσεως του Παρθενώνος*, Αθήνα 1895.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Cavvadias 1905 Cavvadias, P. "La question de la restauration des monuments et, en particulier, du Parthenon", *Comptes rendus du Congrès International d' Archeologie*, Athènes 1905. 245-247.

Ceschi 1970 Ceschi, C. 1970. *Teoria e storia del Restauro*. Roma.

Cipriani 2004 Cipriani, M. *Il Restauro dei Templi di Poseidonia*, Paestum 2004.

Choay 2002 — Choay, F. (edit), *La Conference d' Athenes sur la conservation artistique et historique des monuments* (1931), Paris 2002.

Chronique 1922 — "Chronique des Fuilles et Decouvertes archeologiques dans l'orient Hellenique", in *Bulletin de correspondance Hellenique*, 64, XVII, 1922.

Cook 1997 — Cook B. F. *The Elgin Marbles,* London 1997.

Dinsmoor 1927 — Dinsmoor, W. B. *Report on the Restoration of the North Colonnade of the Parthenon*, Dinsmoor Archive, Box 1, Folder 3, Archives of American School of Classical Studies at Athens.

Durm 1895 — Δουρμ, Ι. "Η Κατάσταση του Παρθενώνος και των λοιπών αρχαίων μνημείων των Αθηνών", *Αρχαιολογική Εφημερίς* 1985, Εν Αθήναις 1895. 1-58.

Homolle 1905 — Homolle, Th. "Le Trèsor des Atheniens à Delphes", *Comptes rendus du Congrès International d' Archeologie*, Athènes 1905. 167-171.

Jokilehto 1986 — Jokilehto, J. *A History of Architectural Conservation, The contribution of English, French German and Italians Thought towards an International Approach to the Conservation of Cultural Property*, D.Phil Thesis, York 1986, recomposed in PDF format, February 2005.

Jokilehto 1999 — Jokilehto, J. *A History of Architectural Conservation*, Oxford 1999.

Klenze 1838 — Klenze, L. *Aphoristische Bemerkungen gesammelt auf seiner Reise nach Griechenland*, Berlin 1838.

Magne 1895 — Magne, L. *Le Parthénon, Etudes faites au cours de deux missions en Grece*, Paris 1895.

Magne 1905 — Magne, L. "La conservation du Parthénon", *Conference faite le Mars 1905* a la Sorbonne, Paris 1905. 5-30.

Marchand 1996 — Marchand, S. L. *Archaeology and Philhellenism in Germany, 1750 - 1970*, Princeton, New Jersey 1996.

Musée 1905 — Musée, "Résponse des Ecrivains et des Artistes a la question posée par le congrès archéologique international pour 1905", *Le Musée, Revue d' Art Antique,* Paris, Mars 1905.

Mure 1842 — Mure, W. *Journal of a tour in Greece and the Ionian Islands*, Vol. II, London 1842.

Penrose 1896 — Penrose, F. C. *The repairs which appear to be necessary on the Parthenon*, Archaeological Society Archive, Balanos Archive, 17th File, Athens 1896.

Stoneman 1987 — Stoneman, R. *Land of Lost Gods, The Search for Classical Greece*, London 1987.

Sambon-Toudouze 1905 — Sambon, A., Toudouze, G. " A Monsieur le Président du congrès Archéologique international d' Athènes", *Le Musée, Revue d' Art Antique*, Paris 1905. 1.

Zucconi 1997 — Zucconi, G., ed. 1997. Gustavo Giovannoni, *Dal Capitello alla Citta*, Milano.

4.3.1.1. HISTORY OF THE INTERVENTIONS ON THE NORTH SIDE OF THE PARTHENON

Lena Lambrinou

Architect-Engineer, Archaeologist, MA University of York, Acropolis Restoration Service

Abstract

The restoration of the north colonnade is inextricably linked to the restoration of the Parthenon itself. It has been considered as a restoration programme of primary importance towards the of primary importance for the preservation of the monument of the monument since the beginning of restoration efforts on the Acropolis in 1834. This view was adopted due to the survival of an abundance of original material from this side of the monument, which had been left lying on the ground north of the monument after the explosion of 1687.

Following Leo von Klenze, who laid down the initial principles for the Acropolis interventions, Kyriakos Pittakis proceeded with the first partial restoration of the north *peristasis*, while Nikolaos Balanos had the technical knowledge as well as the boldness to complete the restoration of the colonnade. Balanos was ultimately let down by the materials he used, in particular by the metal components, while his contemporaries severely criticized him for his selection and use of modernistic materials that led to a questionable aesthetic effect.

The new restoration of the north side of the Parthenon basically follows principles that were laid down at a primary stage, almost 170 years ago, before any intervention whatsoever had taken place on the monument. These principles, nevertheless, have often been disregarded in practice, for reasons having to do with the technical means of the time or with the restorers' skills involved in each restoration. Statements concerning the need to protect of the authentic material of the monument, to preserve its historicity or to respect the ruins have been repeatedly expressed by all restorers of the Parthenon, but with fundamental differences in the practical application of these ideas and in the consistency of their implementation. In this sense, the ideological basis for the current priorities of the new restoration as well as the terminology used are not particularly different from those of Balanos, while the new approach also retains ideas from Klenze, J. Durm, and L. Magne. The initial, aesthetic, purely stylistic intervention of the early 20th century has evolved--without foregoing any of its basic principles--into an intervention with greater respect for the structure and the material of the monument. Developments in the theory behind restorative interventions have distinguished the modern interventions to the Parthenon as well, through the incorporation of archaeological practices, and they have affected the treatment and management of the monument in terms of the way in which secondary ideological and practical matters are dealt with.

List of Figures

Fig. 1. The Parthenon in the 17th century, H. Omont,1898 (Reproduced by permission of The Gennadius Library, The American School of Classical Studies at Athens).

Fig. 2. The Parthenon in 1749 after the destruction of 1687, R. Dalton (Reproduced by permission of The Gennadius Library, The American School of Classical Studies at Athens).

Fig. 3. The column drum and column from the north colonnade of the Parthenon at the British Museum (Photo: L. Lambrinou).

Fig. 4. The Parthenon in 1834, before any restoration intervention, C. Hansen (Reproduced by permission of the Royal Library, Copenhagen).

Fig. 5. View of the north side of the Acropolis in 1842. Discernible is the scaffolding from the intervention by Pittakis on the Parthenon. (J. Ph. Girault de Prangey).

Fig. 6. The North Colonnade after the Intervention by Pittakis in 1846, A. Paccard. Reproduced by permission of the Ecole Nationale Supérieure des Beaux-Arts.

Fig. 7. Temple of Demeter at Poseidonia after the interventions of 1828 (Photo: L. Lambrinou).

Fig. 8. Metallic beam embedded in architrave of the north colonnade (Photo: L. Lambrinou).

Fig. 9. Resetting of architrave in the 11th interval of the north colonnade in 1924 (Reproduced by permission of The Archaeological Society at Athens).

Fig. 10. Spolia of half-regulae used - after “treatment” - on architraves of the north colonnade (Sketch: L. Lambrinou, 2003).

Fig. 11. Constructions by Balanos - Middle architrave block 14102, inner architrave block 14093 (Sketches: L. Lambrinou, 2003).

Fig. 12. Constructions by Balanos - inner architrave block 14098 with marble addition consisting of a wall's block (Sketches: L. Lambrinou, 2003).

Fig. 13. Column capital 14173 - A compilation of fragments, which do not belong together, into a new marble core (Sketches: L. Lambrinou, 2002).

Fig. 14. Column drum additions made of poros limestone (aktitis lithos from the Piraeus quarries), with the creation with incised sockets and a final coating of cement mortar (Photo: L. Lambrinou, 2002).

Fig. 15. The north colonnade after restoration by Balanos (Photo: E. Kolyvaki, 2000, ESMA Archive).

Fig. 16. The north colonnade in 2003 after disassembly of the restoration by Balanos (Photo: L. Lambrinou).

Fig. 17. The north colonnade in 2010, after completion of the programme for the north colonnade (Photo: S. Gesafidis, 2010).

Fig. 18. Misplacement of members in the restoration by N. Balanos (each column should be one colour matching its adjacent entablature). Of a total of 185 members, 153 were moved, so as to be reset in their original place (Digital drawing: P. Konstantopoulos, 2009, ESMA Archive).

4.3.1.2. ΜΕΛΕΤΗ ΚΙΟΝΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΥΛΙΩΝ ΒΟΡΕΙΑΣ ΚΙΟΝΟΣΤΟΙΧΙΑΣ - ΝΕΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Λένα Λαμπρινού

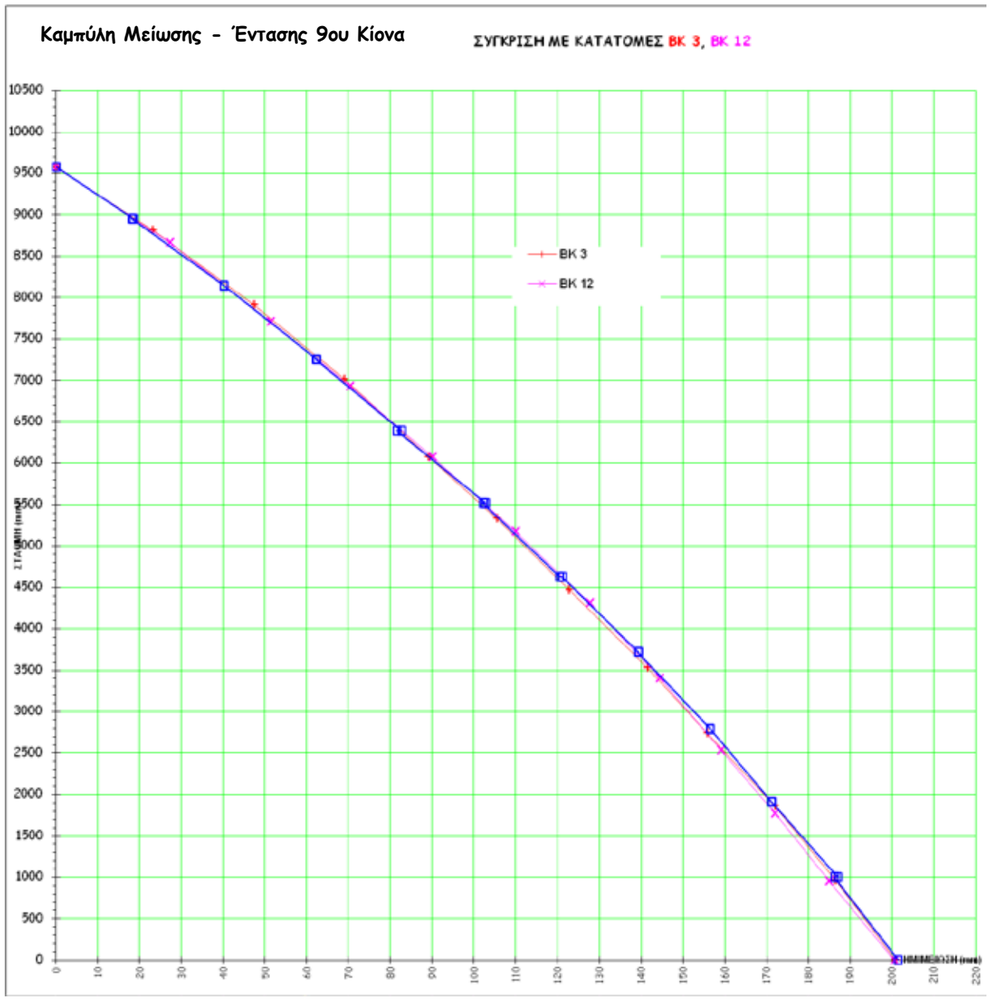
Αρχιτέκτων-Μηχανικός, Αρχαιολόγος, MA University of York, ΥΣΜΑ

1. Ανασκευή αναστήλωσης Μπαλάνου και μελέτης Ζάμπα

Η μελέτη της βόρειας κιονοστοιχίας αναπροσαρμόστηκε, για την κιονοστοιχία το 2004 και τα επιστύλια το 2002 και 2005. Το μεγάλο αυτό έργο αφορούσε την καταβίβαση όλων των μελών, τα οποία αναστήλωσε ο Μπαλάνος και τα οποία έφτασαν, μέχρι την ολοκλήρωση της αποξήλωσης, τα 260 μέλη. Η νέα επέμβαση της τελευταίας δεκαετίας ολοκληρώθηκε το 2009.

Η νέα αρχιτεκτονική επίλυση αφορούσε την εύρεση των αρχικών θέσεων των μελών και βασίστηκε σε διάφορα κριτήρια "*κατασκευαστικά*" και "*αρχαιολογικά*" ή "*ιστορικά*". Τα *κατασκευαστικά* κριτήρια είναι αυτά που προκύπτουν από διαφορές που παρουσιάζουν τα μέλη λόγω της θέσης που κατείχαν στην αρχική κατασκευή, όπως διαφορές υψών των μελών της δωρικής ζωφόρου λόγω της καμπυλότητας του θριγκού, ή της διαφοράς στις διαμέτρους των σπονδύλων λόγω της έντασης των κιόνων. *Ιστορικά* είναι τα κριτήρια τα οποία περιλαμβάνουν διαφορές, ή ομοιότητες που προέκυψαν στα μέλη λόγω της θέσης τους πάνω στο μνημείο και της επήρειας του χρόνου πάνω σε αυτά. Τέτοια είναι, παραδείγματος χάριν, η ιδιαίτερη διάβρωση που παρουσιάζεται στις βόρειες ραβδώσεις των κιόνων, από την οποία μπορεί να καθοριστεί ο αρχικός προσανατολισμός των σπονδύλων της βόρειας πλευράς. Ένα ακόμα τέτοιο κριτήριο είναι τα διαβρωσιγενή ίχνη ριζών στον κατώτερο αρμό των επιστυλίων, τα οποία συνδυάζουν τα επιστύλια με τα αντίστοιχα τους κιονόκρανα, κριτήριο το οποίο χρησιμοποιήθηκε από τη γράφουσα στην ταυτοποίηση των επιστυλίων της βόρειας πλευράς.

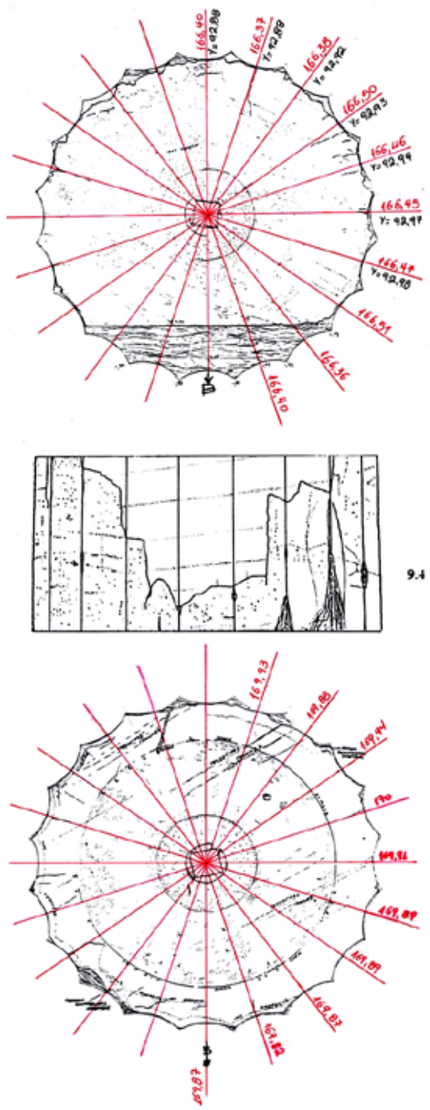
Στην περίπτωση της εύρεσης των γειτνιάσεων των σπονδύλων, το νέο κριτήριο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την αναπροσαρμογή της μελέτης το 2001, βασίστηκε στην ανακάλυψη μικρών διαφορών στις περιμετρικές διαμέτρους των σπονδύλων[1]. Έτσι σε κάθε σπόνδυλο δεν μετρήθηκε μία μόνο διάμετρος του σε κάθε έδρα, όπως γινόταν έως τώρα, αλλά και οι 10 διάμετροι της, οι οποίες δώσανε μια μοναδική ταυτότητα σε κάθε σπόνδυλο και κατ' επέκταση πολύ λιγότερες πιθανότητες σύμπτωσης για την εύρεση γειτνίασης με τον υπερκείμενο ή τον υποκείμενο σπόνδυλο. Η συμπλήρωση διαγραμμάτων έντασης με τη χρήση των υπολογιστικών φύλλων Excel ήταν το επόμενο στάδιο της επίλυσης. Για τον υπολογισμό και τη σύγκριση των παραγόμενων καμπυλών της έντασης χρησιμοποιήθηκαν οι ΜΟ των διαμέτρων και των υψών των σπονδύλων και οι συγκρίσεις των παραγόμενων καμπυλών έγιναν με τις καμπύλες έντασης των αδιατάρακτων κιόνων 3ου και 12ου (πιν. 1).



1.1. Νέα ευρήματα

Η παρατήρηση της γράφουσας, το καλοκαίρι του 2003 για επαναλαμβανόμενη *μη κυκλική διατομή των σπονδύλων,* δηλαδή για *συστηματική ανομοιότητα των εσωτερικών διαμέτρων τους* (οι διάμετροι

[1] Οι διάμετροι μετρώνται από το βαθύτερο σημείο της ράβδωσης έως το βαθύτερο σημείο της απέναντι ράβδωσης. Κάθε πλήρης σπόνδυλος διαθέτει 10 τέτοιες διαμέτρους σε κάθε έδρα του. Οι διάμετροι των ακμών, λόγω της εκτεταμένης καταστροφής τους, αποκλείονται.



Εικ. 1. Μέτρηση διαμέτρων 4ου σπονδύλου 9ου κίονα (αποτύπωση εδρών: Κ. Ματάλα, Α. Παπανδρόπουλος 2004 / όψη: Κ. Ζάμπας, Τ. Σκαρή, 1997).

από το μέσον της κάθε ράβδωσης έως το μέσον της απέναντι ράβδωσης), έδωσε ένα *νέο κριτήριο σύγκρισης* σπονδύλων, για την εύρεση των αυθεντικών τους γειτνιάσεων. Οι *εσωτερικές* διάμετροι κάθε σπονδύλου διαπιστώθηκε ότι καλύπτουν μια γκάμα τιμών που αυξομειώνεται, με εύρος αποκλίσεων έως και 3 χιλιοστόμετρα (Εικ. 1). Ανομοιομορφίες στις εσωτερικές διαμέτρους των σπονδύλων είχαν παρατηρηθεί από τον Dinsmoor και τον Ζάμπα, χαρακτηριζόμενες ως τυπικές διακυμάνσεις ακριβείας, ως *"το αρχαίο περιθώριο λάθους"* (Dinsmoor 1927, στο Μαλλούχου 1998, παράρτημα 11, 319), ή ασήμαντες, οφειλόμενες είτε στην χειροποίητη κατεργασία, είτε στην ύπαρξη πλέγματος εσωτερικών μικρορωγμών (Ζάμπας 2002, 43-44). Αξιοσημείωτο είναι ότι οι μετρήσεις των προηγούμενων μελετητών[2] επιβεβαιώνουν με την ποικιλία τους αυτήν ακριβώς την παρατήρηση. Για παράδειγμα για την άνω έδρα του σπονδύλου ΒΚ11.9 (*α.α.14145*) ο Dinsmoor δίδει την τιμή (χωρίς να ξέρουμε ποιά ακριβώς διάμετρο μέτρησε) 148,1εκ, ο Schleif 148,4εκ. (3 χιλιοστά διαφορά), ο Μπαλάνος 148,45εκ, και ο Ζάμπας, ο οποίος έχει ήδη καταγράψει διαφορές στις διαμέτρους: ΒΝ: 148,32εκ / ΑΔ: 148,59εκ (υπολογιστικά από τον χειρόγραφο πίνακα μετρήσεων του 11ου κίονα[3]) δίδει τελική τιμή στη μελέτη 148,5εκ. Με τις νέες μετρήσεις συμπεραίνεται ότι ο κάθε μελετητής πιθανόν μέτρησε διαφορετικό ζεύγος αντιδιαμετρικών ραβδώσεων, επιλέγοντας προφανώς από τις καλύτερα διατηρημένες. Οι νέες μετρήσεις του ΒΚ11.9 έδωσαν 10 διαμέτρους με διάφορες τιμές κυμαινόμενες από 148,18 έως 148,5 εκατοστά (Λαμπρινού 2005, πίνακας Β'). Κανείς όμως από τους προηγούμενους μελετητές δεν χρησιμοποίησε αυτήν την πληροφορία συνδυαστικά, ώστε να οδηγηθεί σε περιμετρικές συγκρίσεις διαμέτρων[4] και εύρεση έτσι των αυθεντικών γειτνιάσεων.

Η διερεύνηση του φαινομένου οδήγησε στη διαπίστωση *συστηματικότητας* στην εμφάνιση του σε όλους τους σπονδύλους, και οδήγησε στη χρήση των αποτελεσμάτων ως κριτηρίου εύρεσης των γειτνιάσεων των σπονδύλων. Τι ακριβώς παρατηρήθηκε όμως; *Βαθύτερες και ρηχότερες ραβδώσεις, αλλά και στενότερες και φαρδύτερες κατατομές*. Έτσι, η νοητή καμπύλη που διέρχεται από τα βαθύτερα σημεία των ραβδώσεων ενός σπονδύλου δεν εγγράφει κύκλο, αλλά μία κυκλική περιφέρεια, χωρίς κανονικότητα δηλαδή: *καμία έδρα δεν βρέθηκε απολύτως κυκλική*[5]. Οι δέκα διάμετροι κάθε σπονδύλου έχουν κατά μέσο όρο διάφορά 2.8 χιλιοστομέτρων.

1.2. Αδυναμία ή τυχαιότητα

Είναι προφανές ότι η ύπαρξη τέτοιων μικρών ανομοιοτήτων των περιμετρικών ραβδώσεων εγείρει ερωτήματα επιλογής, αδυναμίας, ή τυχαιότητας. Είναι ένδειξη για προσπάθεια ελεγχόμενης φωτοσκίασης των ραβδώσεων των κιόνων, ή μια νέα εκλέπτυνση; Υπάρχει συσχέτιση των ρηχότερων με τις στενότερες ραβδώσεις, ή συσχέτιση των βαθύτερων ραβδώσεων με τις μικρότερες διαμέτρους; Ή είναι απλά η απόδειξη για την αναμενόμενη 'γραφικότητα' της χειροποίητης κατεργασίας, αναμενόμενο εύρημα σε κάθε ανθρώπινη κατασκευή. Γενικότερα, οι μικρές αποκλίσεις στα μεγέθη των μελών (επιπέδου χιλιοστομέτρου), προφανώς οριοθετούν το επίπεδο επιθυμητής τελειότητας ή ικανότητας τελειότητας της αρχαίας κατασκευαστικής. Το επίπεδο αυτό υποδηλώνει την τεχνική ικανότητα των κατασκευαστών, ή το επίπεδο ελέγχου της υλοποίησης των σχεδιαστών του κτηρίου. Δηλαδή την ικανότητα σχεδίασης, ή την ικανότητα κατασκευής. Ο Penrose το προσλαμβάνει ως το όριο ικανότητας κατασκευής και οριοθετεί το μέγεθος του σε 2/10 του χιλιοστού ανά μέτρο, συσχετίζοντας το με αυξομειώσεις στα μεγέθη των ξύλινων κανόνων των αρχαίων τεχνιτών από την αλλαγή θερμοκρασίας και υγρασίας στην ατμόσφαιρα (0,023foot / 100feet, δηλαδή 8 mm / 33,33m). Τα 2,8 χιλιοστά όμως διαφοράς σε διαμέτρους 138 - 186 εκ. δεν συνάδουν με την αναμενόμενη κατασκευαστική ακρίβεια του κτηρίου.

[2] W. B. Dinsmoor, H. Schleif, N. Μπαλάνος, Κ. Ζάμπας: Μελέτη, πίνακας 1.

[3] Χειρόγραφες σημειώσεις Κ. Ζάμπα. Ανάλογος με τον πίνακα του 9ου κίονα (Ζάμπας 1998, πίνακας 21).

[4] Ο Dinsmoor έχοντας διαπιστώσει την αυξομείωση των διαμέτρων, προτείνει διαδοχικές δοκιμές στους σπονδύλους οι οποίοι παρουσιάζουν διαφορές διαμέτρων κάτω των 3 χιλιοστών, έως ότου βρεθεί η σωστός συνδυασμός διαμέτρων και προσανατολισμού: "*by rotating the drums and testing the ten diameters such differences would disappear*" (Dinsmoor 1927, στο Μαλλούχου 1998, παράρτημα 11, 319).

[5] Ανάλογη διαπίστωση φαίνεται ότι έγινε από τον Wilhelm Dörpfeld και τον στενό του συνεργάτη Hans Philipp Oswald Schleif το 1927, ο οποίος έκανε μετρήσεις στη βόρεια κιονοστοιχία (Μαλλούχου, σελ. 195, σημ. 565). Επίσης, ο Μπαλάνος (1940, σελ. 85) αναφέρει ότι κάνοντας μετρήσεις στους κίονες ΑΚ6 και ΝΚ12 για την εύρεση της εντάσεως, βρήκε διαφορές στις διαμέτρους, τις οποίες τις αποδίδει στην απόκλιση των κιόνων προς το εσωτερικό του ναού. Ο Ορλάνδος θεωρεί την έδρα του κατώτατου σπονδύλου τέλειο κύκλο, ενώ μετρώντας τους κάθετους άξονες στην άνω έδρα κάποιου (;) πρώτου σπονδύλου θεωρεί τη διαφορά αμελητέα (Ορλάνδος 1977, 171).

Είθισται να πιστεύουμε ότι στην περίπτωση του Παρθενώνα, ένα κτήριο με υψηλότατη *ικανότητα επίτευξης τελειότητας*, δηλαδή με υψηλότατη ικανότητα ελέγχου υλοποίησης, η επιθυμία τελειότητας, προϋπόθετε πρωτίστως ικανότητα επίλυσης κάθε τεχνικού ζητήματος, αλλά πιθανώς η έλλειψη πλήρους κατανόησης της αρχαίας τέχνης να μας οδηγεί σε παρανοήσεις ιεράρχησης προθέσεων, ικανοτήτων και στόχων.

1.3. Προσανατολισμός

Οι μικρότερες διάμετροι (*βαθύτερες* ραβδώσεις) συνήθως παρατηρούνται εκατέρωθεν των βορινών ραβδώσεων (20-10). Μια πρώτη προσέγγιση αυτής της παρατήρησης ήταν η διερεύνηση της δημιουργίας τέτοιων των αυξομειώσεων, μετά την ολοκλήρωση του μνημείου, από εξωγενείς παράγοντες. Η βόρεια πλευρά πλήττεται ιδιαίτερα από βόρειους ανέμους, ενώ η απουσία ηλιασμού βοηθά στη μόνιμη διατήρηση υγρασίας, με επακόλουθη ανάπτυξη διαβρωτικών μικροοργανισμών, που έχουν αποδειχθεί ως αίτιο δημιουργίας της κυψελοειδούς διάβρωσης. Η σύμπτωση της εύρεσης σε κάποιους σπονδύλους βαθύτερων ραβδώσεων στο ΒΑ τεταρτοκύκλιο θα οδηγούσε σε υπόθεση της απομείωσης τους λόγω του προσανατολισμού τους. Έτσι, οι βόρειες ραβδώσεις θα ήταν αναμενόμενο να παρουσιάζονται βαθύτερες λόγω ισχυρότερης διάβρωσης. Παρόλα αυτά αυτό δεν είναι συστηματικό, όπως στην άνω έδρα του σπονδύλου ΒΚ5.2 / 14183, όπου η *μεγαλύτερη* διάμετρος του είναι η 2η /12η (173,72 εκ) δηλ. σε βορινή ράβδωση και η μικρότερη είναι η 8η /18η (173,48 εκ), δηλ. σε ΒΑ ράβδωση. Τα νερά του μαρμάρου επίσης σε σχέση με τον προσανατολισμό των σπονδύλων θα μπορούσαν να ευθύνονται με μεγαλύτερη ή μικρότερη απομείωση με το χρόνο και τις εξωγενείς συνθήκες[6]. Αν η υπόθεση της διάβρωσης ήταν επαρκής θα ήταν αναμενόμενη μια σχετικά *ομαλή* αυξομείωση. Σε πολλές, όμως, περιπτώσεις παρατηρούνται βαθύτερες ραβδώσεις, με σημαντική διαφορά, δίπλα σε πολύ ρηχότερες, ή οι βαθύτερες ραβδώσεις δεν συνεχίζουν σε όλο το ύψος του κίονα, ενώ πολύ συχνά βαθύτερη παρουσιάζεται μία από τις ΝΔ ραβδώσεις, ράβδωση ή οποία είναι προς το εσωτερικό του κτηρίου.

Δεν πρόκειται άρα για μια κανονική *ελλειπτική εγκάρσια διατομή* του κίονα, αλλά για ανισότητα βάθους κάποιων ραβδώσεων. Η μέτρηση των σπονδύλων έδωσε μία γκάμα αποκλίσεων τιμών, οι οποίες δεικνύουν *ανισομερή αυξομείωση διαμέτρων*. Η αυξομείωση αυτή παρατηρείται ακόμα και στους προκατασκευασμένους οδηγούς των ραβδώσεων των κατωτάτων σπονδύλων, αλλά και στο υποτραχήλιο των κιονοκράνων, όπου η λάξευση των ραβδώσεων γινόταν πριν την τοποθέτηση στον κίονα. Η ανομοιομορφία στη κατατομή των περιμετρικών ραβδώσεων λοιπόν δεν ακολουθεί κάποιο εσωτερικό κανόνα. Οι ραβδώσεις περιμετρικά σε κάθε κίονα απλά δεν έχουν όμοια κατατομή, συναντώνται δηλαδή, *πιο βαθιές ή πιο ρηχές* ραβδώσεις, με διαφορές σύνήθως της τάξεως

[6] Είναι γνωστό ότι η σκληρότητα-αντοχή του μαρμάρου συνδυάζεται με τη κατεύθυνση της διαστρωμάτωσης του.

χιλιοστομέτρου. Ερευνώντας την ερμηνεία μιας τέτοιας παρατήρησης οδηγείται κανείς πίσω, στην διαδικασία της κατασκευής του μνημείου.

2. Η τεχνική της υλοποίησης της έντασης

Η τεχνική της υλοποίησης της έντασης[7] παρέμενε μία διαδικασία υποθετική, έως την ανακάλυψη, το 1979, ενός σχεδιαγράμματος εργασίας στον τοίχο του ναού του Απόλλωνα στα Δίδυμα (Εικ. 2). Το "ευρετήριο διαμέτρων", ή ακτίνων, όπως το ονομάζει ο Κορρές (Κορρές 1991,50, ο.π. 1999, 101), ήταν ένα "πατρόν" του κίονα σε κλίμακα, το οποίο έδινε ακριβώς την διάμετρο με την ένταση σε κάθε σημείο του ύψους του κίονα. (Haselberger 1985,131).

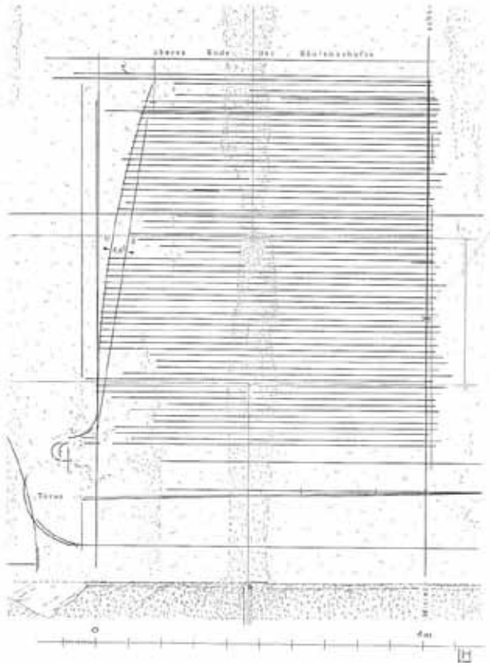
Ο Κορρές και ο Ζάμπας θεωρούν ότι το ευρετήριο διαμέτρων χρησίμευε από την αδρή αρχική κατεργασία των σπονδύλων, η οποία γινόταν εκτός του κίονος, πριν δηλαδή την τοποθέτηση του σπονδύλου στη θέση του[8] (Κορρές 1991, 50, Ζάμπας 2002, 84). Μετά την τοποθέτηση των σπονδύλων και την ολοκλήρωση του κίονα, η υλοποίηση της έντασης, γινόταν πιθανώς με διάφορους τρόπους (Εικ. 3). Κατά τον Stevens με τη χρήση τεντωμένων νημάτων, από τα οποία μετριόταν το βάθος λάξευσης σε συγκεκριμένα ύψη για την υλοποίηση της έντασης (Stevens 1924, 124, Jones 2000, 131), ενώ κατά τον Haselberger με τη χρήση των διαγραμμάτων των διαμέτρων, ανά συγκεκριμένα ύψη σε κλίμακα[9] (σε αποστάσεις ενός δακτύλου: 1/16 του ποδός, Haselberger 1985, 131). Κατά τον Jones, το βάθος της επιθυμητής λάξευσης για την υλοποίηση της έντασης σε κάθε αρμό σπονδύλου υποδηλωνόταν με τετραγωνικές βαθύνσεις στην περίμετρο των σπονδύλων, οι οποίες αποτελούσαν τους οδηγούς για τη λάξευση οριζόντιων περιμετρικών ζωνών στα συγκεκριμένα ύψη (Jones 1999, 241). Ο Stevens δεν αναφέρει τους αρμούς των σπονδύλων ως σημεία μετρήσεων γιατί υποστηρίζει, όπως και για την περίπτωση της καμπυλότητας του στυλοβάτη, τη θεωρία του Choisy (Choisy 1909/1971, 146), δηλαδή τη "μέθοδο των περιττών αριθμών", σύμφωνα με την οποία, η υλοποίηση της καμπύλης της έντασης, όπως και της καμπύλης του στυλοβάτη, επιτυγχάνεται με τα Βιτρουβιανά "*scamilli impares*", τα οποία υλοποιούν μια παραβολοειδή καμπύλη με συνιστώσες διαδοχικούς περιττούς αριθμούς (*impares*) σε συνδυασμό με τον χωρισμό σε ίσα μέρη (ύψη και οριζόντιες αποστάσεις) (Stevens 1924, 150). Εάν ο κορμός του κίονα χωρίζεται σε ίσα μέρη για την

[7] Από την ίδια την εξήγηση του Βιτρουβίου: "*ένταση, όπως καλείται από τους Έλληνες, το προστιθέμενο στο μέσον του κίονα πάχος*" (Βιτρούβιος 3.3.13, Μετφ. Λέφας, 1997, 199).

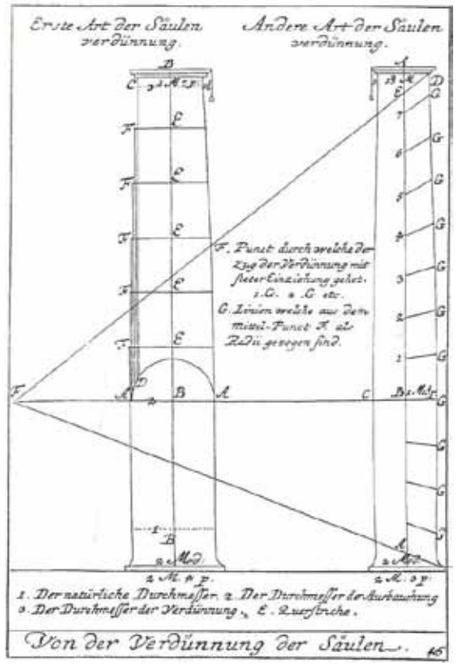
[8] Η εύρεση του διαγράμματος στα Δίδυμα πάνω στους τοίχους του σηκού, υποδηλώνει ότι στα Δίδυμα η υλοποίηση της έντασης έγινε αφού είχε κατασκευαστεί ο σηκός, οπότε να σχεδιαστεί το διάγραμμα πάνω στους ολοκληρωμένους τοίχους του (Haselberger 1985, 129). Ο σηκός κατασκευαζόταν κατά την Burford μετά την περίσταση και όπως φαίνεται πριν τη λάξευση των ραβδώσεων της (Burford 1963, 29).

[9] Οι γραμμές είναι χαραγμένες ανά 1,85 εκ. = 1 δάκτυλο = 1/16 πόδια. Οι διάμετροι δηλαδή μετριούνταν και υλοποιούνταν ανά ένα πόδι (29,6 εκ.) πάνω στον κορμό του κίονα, μέθοδος που διαφέρει από αυτήν της μέτρησης στους αρμούς των σπονδύλων οι οποίοι ως γνωστόν είναι ανόμοιων υψών.

υλοποίηση της έντασης, και εφόσον οι σπόνδυλοι κάθε κίονα δεν έχουν το ίδιο ύψος (διαφορές στη βόρεια κιονοστοιχία έως 30 εκατοστά), τότε, ο κίων θα πρέπει, κατά τον Stevens, να αντιμετωπιζόταν ως μονολιθικός.



Εικ. 2. Ναός Απόλλωνα, Δίδυμα (Haselberger 1999, 29).



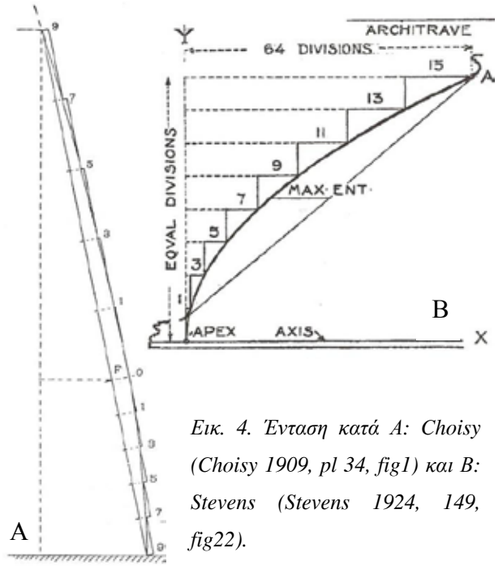
Εικ. 3. Υλοποίηση της έντασης, με δύο πιθανούς τρόπους από τον J.R Fäsch, 1782 (Haselberger 1999, 27).

2.1. Φύση της καμπύλης της έντασης

Κατά τον Penrose, η ένταση έχει το ύψιστο βέλος της περίπου στο μέσον του ύψους των κιόνων (Penrose 1888, 39). Ο Ζάμπας διαπίστωσε όμως, από τους κατά χώραν κίονες 3ο και 12ο, ότι η μέγιστη ένταση δεν συναντάται στο ίδιο ύψος, όπως και δεν έχει και το ίδιο βέλος σε κάθε κίονα (Ζάμπας 2002, 97). Όντως, με τη βοήθεια επιτόπιων μετρήσεων και του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD, ενώ στον 3ο από ανατολάς κίονα το μέγιστο βέλος μετράται σε ύψος 5.33 από τον στυλοβάτη και είναι 1,63 εκ., στον 12ο κίονα[10] το μέγιστο βέλος είναι στα 5.18 μ. από το στυλοβάτη και είναι 1,78 εκατοστά. Ανάλογες μετρήσεις δίνουν και οι αναστηλωμένοι κίονες 4ος-11ος (κίονας 9 = 5.50, κίονας 10 = 5.35, πίνακας 1). Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι οι κατατομές έχουν σχεδιαστεί

[10] Και οι δύο κίονες είναι αδιατάρακτοι.

χρησιμοποιώντας τους μέσους όρους των διαμέτρων των σπονδύλων. Σχεδιαστικά το μέγιστο βέλος της έντασης συμπίπτει υψομετρικά *πάντα* με τον άνω αρμό του 6ου σπονδύλου, και έτσι εξηγούνται οι διαφορές του ύψους, μια και ο αρμός αυτός είναι σε διαφορετικό υψόμετρο σε κάθε κίονα. Ο άνω αρμός του 6ου σπονδύλου βρίσκεται περίπου στο μέσον του ύψους του κίονα, ή συνήθως λίγο πιο ψηλά από το μέσον, συμπεριλαμβανομένου και του κιονοκράνου (10.434/2 = 5.22μέτρα). Φαίνεται δε, ότι το υψηλότερο σημείο του μέγιστου βέλους είναι στον 9ο κίονα, ενώ εκατέρωθεν συναντάται σταδιακά χαμηλότερα.



Εικ. 4. Ένταση κατά A: Choisy (Choisy 1909, pl 34, fig1) και B: Stevens (Stevens 1924, 149, fig22).

Η καμπύλη της έντασης έχει απασχολήσει εκτεταμένα τους μελετητές των αρχαίων μνημείων. Κατά τον Hoffer είναι τόξο κύκλου (Hoffer 1838, 373), κατά τον Penrose είναι τμήμα υπερβολής (Penrose 1888, 40, 41) κατά τον Choisy είναι τμήμα δύο παραβολών (Choisy 1912, 147, pl. 34), κατά τον Stevens είναι μία κωνική τομή με διάφορες παραλλαγές, παραβολής ή υπερβολής, ή συνδυασμός δύο κωνικών τομών με τη μέθοδο των "*scamilli impares*" (Stevens 1924, 148) (Εικ. 4). Ο Dinsmoor για τον Παρθενώνα θεωρεί ότι είναι τμήμα κύκλου (κυκλικό τόξο) ακτίνας σχεδόν 0,5 μιλίου (800 μέτρα) (Dinsmoor 1950, 168), ενώ ο Haselberger για τον ναό του Απόλλωνα απέδειξε ότι είναι τμήμα έλλειψης (Haselberger 1980, 201). Ο Pakkanen δεν αποκλείει καμία κωνική τομή, παρόλο που αποδεικνύεται η έλλειψη ως πιο αρμόζουσα από τις επιτόπιες μετρήσεις του σε ναούς της Πελοποννήσου και τους Δελφούς (Pakkanen 1997, 339, ο.π.1998, 68). Ο Ζάμπας δηλώνει αδυναμία στον ακριβή προσδιορισμό της καμπύλης των κιόνων της περίστασης του Παρθενώνα, μια και ανοχές της τάξεως χιλιοστομέτρου μπορούν να επιτρέψουν οποιοδήποτε ισχυρισμό (Ζάμπας 2002, 108). Η καμπύλη, όμως, της έντασης στον Πρόναο μορφώνεται από ένα κυκλικό τόξο (Ζάμπας 2002, 114). Ο Jones διερευνά, κυρίως σε ρωμαϊκά παραδείγματα, άλλους τρόπους απλούστερης κατασκευής, με τη μορφή δύο ευθειών οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με καμπύλα τμήματα ή "αγκώνες", ή το συνδυασμό τμημάτων κύκλου ή έλλειψης με ευθείες γραμμές (Jones 1999, 229). Ο Senseney διαπιστώνει πυθαγόρεια έμπνευση στο σχεδιασμό του διαγράμματος των Διδύμων με τη χρήση βασικών πυθαγόρειων αριθμητικών σχέσεων, ενώ συμφωνεί με τον Haselberger ότι η μορφή της καμπύλης της έντασης είναι το αποτέλεσμα της μετατροπής ενός τμήματος κύκλου σε τμήμα

έλλειψης μέσα από την ένταση - τέντωμα[11] (protraction) του κυκλικού τόξου κατά μήκος κάθετου άξονα (Senseney 2011, 108).

Από τις πρόσφατες μετρήσεις υψών και διαμέτρων, και την επεξεργασία μέσω σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD, η σύγκριση της παραγόμενης καμπύλης με κυκλική χάραξη συμφωνεί μόνο σχετικά με τμήμα κύκλου[12] ενώ η ταύτιση με έλλειψη είναι η πιο αρμόζουσα.

2.2. Καμπύλη και θλάσεις

Κατά την υλοποίηση της μελέτης της βόρειας κιονοστοιχίας, η τοποθέτηση των σπονδύλων στις αρχικές τους θέσεις και η ανακατασκευή των κιόνων χωρίς τις παραμορφώσεις από τις ιστορικές μικρομετακινήσεις, ή την αναστήλωση του Μπαλάνου, έδωσε την δυνατότητα για παρατηρήσεις της υλοποιημένης μορφής της έντασης τους και μάλιστα με την σύγκριση παρατηρήσεων σε όλους τους αναστηλωμένους σπονδύλους της βόρειας πλευράς. Η κατεργασία των νέων συμπληρωμάτων και των νέων σπονδύλων έως το επίπεδο της τελικής επιφάνειας των ραβδώσεων πρώτον επιβεβαίωσε την ορθότητα της νέας αναστήλωσης με την επιβεβαίωση της σύμπτωσης των γειτνιάσεων των σπονδύλων και δεύτερον έδωσε τη δυνατότητα φερέγγυων μετρήσεων πάνω στα υλοποιημένα παραδείγματα, τα οποία διαθέτουν την εγγύτερη δυνατή προσέγγιση της αρχικής μορφής των κιόνων.

Στις βόρειες ραβδώσεις των κιόνων και κυρίως στη βόρεια ράβδωση, αποδεικνύεται ότι η ένταση περιγράφει μια σύνθετη πολυγωνική γραμμή με *περιοχές* θλάσεων[13] εκατέρωθεν από κάθε αρμό. Οι

[11] Από το ρήμα *τείνω* = εκτείνω, τανύω, απλώνω, τεντώνω (Παπανικολάου 1974, 426). Είναι ενδιαφέρον ότι, ακριβώς αυτή η ιδέα του *τεντώματος* ενός κυκλικού τόξου πάνω σε μία ευθεία με το προφανές αποτέλεσμα της μετατροπής του σε τμήμα έλλειψης είναι πιθανόν να περιγράφεται με τη λέξη *ένταση,* με την οποία ταυτίζει το συγκεκριμένο αποτέλεσμα ο Βιτρούβιος. Στα αρχαία ελληνικά η *έντασις* = *τάσις* παράγεται από το ρήμα *τείνω* → *εν-τείνω* και έχει τη σημασία του *εν-τάσιν,* δηλαδή αυτό που βρίσκεται σε τάνυση, σε τάση, σε προέκταση, το τεντωμένο. Ο όρος πιθανόν να αποδίδει αυτήν ακριβώς τη διαδικασία της μετασκευής από ένα σχεδιάγραμμα σε κλίμακα, μέσω του "τεντώματος" του κατά την υλοποίηση επιτυγχάνεται η πραγματική διάσταση του αντικείμενου, δηλαδή η τάνυση του σχεδιαγράμματος οδηγεί στον υλοποιημένο κίονα με ένταση. Ο ελληνικός λοιπόν όρος που χρησιμοποιεί ο Βιτρούβιος πιθανώς δεν αναφέρεται στο φούσκωμα του κορμού του κίονα, αλλά στη διαδικασία παραγωγής της καμπύλης κατατομής του, μέσω του σχεδίου εργασίας, του διαγράμματος, της *ιδέας* (Βιτρούβιος 1.2.1-2, 51). Μια τέτοια ονοματολογία ίσως προέρχεται από την ίδια την κωδικοποίηση των τεχνιτών για την άμεση κατανόηση της διαδικασίας, τον οποίο ο Βιτρούβιος επεξηγεί μέσω του οπτικού αποτελέσματος. Δεν είναι τυχαίο ότι μόνο αυτή η εκλέπτυνση έχει όνομα, και ίσως για αυτήν ακριβώς την εκλέπτυνση να κατασκευάστηκε το πρώτο σχέδιο *σε κλίμακα*. Η γλωσσολογική αυτή προσέγγιση ίσως είναι και η καλύτερη απόδειξη για την ορθότητα της τεχνικής υλοποίησης της έντασης των κιόνων μέσω διαγραμμάτων *σε κλίμακα*, όπως αυτό των Διδύμων, πιθανότατα πολύ πιο πριν από την ελληνιστική εποχή.

[12] ακτίνας περίπου 650 μέτρων.

[13] Θλάση: το σπάσιμο, η θραύση, η ρήξη (Μπαμπινιώτη Γ. Δ. Λεξικό της Νέας Ελληνικής Γλώσσας, 2002, 757). Στη συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιείται ως το σημείο αλλαγής της κλίσης του περιγράμματος του κίονα, σε συγκεκριμένα σημεία στο ύψος του. Ο Jones δίνει την ονομασία αγκώνας (elbow) (Wilson Jones 1999, 228).

θλάσεις αυτές μεταστρέφουν την επιφανειακή κλίση του σπονδύλου, διαμορφώνονταν μια τεθλασμένη γραμμή από μικρότερες και μεγαλύτερες ευθείες, με ενδιάμεσα μικρά μεσοδιαστήματα από καμπύλα τμήματα. Είναι τα καμπύλα αυτά διαστήματα όπου συντελείται η μετάβαση από τη προηγούμενη θλάση στην επόμενη, με τρόπο ώστε να μη δημιουργείται γωνία με σημειακή κορυφή, αλλά μετάβαση με μορφή καμπύλης, η οποία καταλαμβάνει μία ζώνη 5 - 20 εκατοστών εκατέρωθεν του αρμού, όπου οι δύο συνιστώσες κλίσεις "σβήνουν". Πολύ συχνά, κυρίως στους ανώτερους σπονδύλους η θλάση αρχίζει από τα 20 - 30 εκατοστά περίπου πάνω από τον αρμό, πλησιάζοντας συχνά προς το μέσον του ύψους του σπονδύ λου και συνήθως είναι πιο απότομη, ώστε να γίνει η τελική μετάβαση στο υποτραχήλιο του κιονοκράνου (Εικ. 5).

Η πολυγωνική γραμμή της κατατομής του κίονα αποδεικνύεται ότι δεν είναι ίδια σε κάθε μια από τις 20 ραβδώσεις του. Ενώ στις βόρειες ραβδώσεις, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι οι θλάσεις ξεκινούν από τον άνω αρμό του πρώτου σπονδύλου, δηλαδή από τον πρώτο, από τη βάση του κίονα, αρμό[14], είναι ευδιάκριτα απότομες και συναντώνται σε κάθε αρμό, στις υπόλοιπες πλευρές και κυρίως στη νότια πλευρά των κιόνων και μάλλον στις διαγώνιες, οι θλάσεις ξεκινούν από τον άνω αρμό του 2ου σπονδύλου, ή 2ο από τη βάση του κίονα αρμό και συχνά συναντώνται κάθε 1,5 - 2 αρμούς. Στις ανατολικές ραβδώσεις των κιόνων του δυτικού μισού της βόρειας πλευράς και στις δυτικές ραβδώσεις των κιόνων του ανατολικού μισού, οι θλάσεις ξεκινούν επίσης από τον 2ο αρμό (9ος κίονας, 8ος κίονας, 7ος κίονας), ενώ σε κάποιες περιπτώσεις οι θλάσεις ξεκινούν από τον 3ο από τη βάση αρμό (7ος κίονας νότια ράβδωση, 9ος κίονας ΝΔ πλευρά). Πολύ συχνά η επόμενη θλάση συναντάται πολύ πάνω από τον προηγούμενο αρμό, στον επόμενο σπόνδυλο, όπως στον 6ο κίονα, είτε εμφανίζεται σε κάθε μέσον του ύψους του σπονδύλου (όπως στις δυτικές ραβδώσεις των 5 ανώτερων σπονδύλων του 7ου και στις βόρειες του 8ου κίονα)[15].

Εικ. 5. Θλάσεις στην κατατομή κίονος του Παρθενώνα (φωτ. της συγγραφέως).

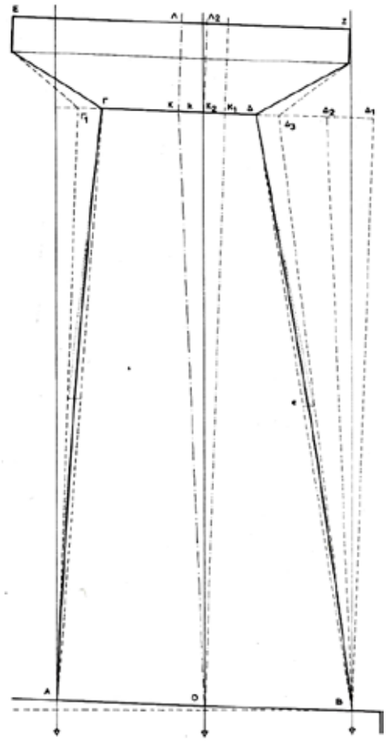
[14] Ο 1ος αρμός θεωρείται ο αρμός ανάμεσα στον 1ο και τον 2ο σπόνδυλο από τη βάση του κίονα, δηλαδή ό άνω αρμός του 1ου σπονδύλου, ο 2ος αρμός θεωρείται ο άνω αρμός του 2ου σπονδύλου κ.ο.κ.

[15] Θα πρέπει εδώ να αναφερθεί ότι λόγω της διαδικασίας κατάξεσης των σπονδύλων δεν είναι δυνατή η συγκέντρωση στοιχείων από όλους του κίονες. Επίσης σε πολλές περιπτώσεις η μεγάλη καταστροφή της επιδερμίδας δεν αφήνει περιθώρια λεπτομερών μετρήσεως, όπως αυτές της έντασης.

Ο 9ος κίονας, όντας στη μέση της βόρειας πλευράς και σχεδόν στην κορυφή της καμπύλωσης του στυλοβάτη, έχει κάποιες από τις γενέτειρες των ραβδώσεων του περιμετρικά (εκτός της βορινής πλευράς) σχεδόν κάθετες στο στυλοβάτη, όποτε παρατηρείται το φαινόμενο της απαρχής των θλάσεων του από το 2ο από τη βάση αρμό, δηλαδή από υψόμετρο 190 εκ. από τον στυλοβάτη. Στις τρεις βορινές ραβδώσεις του κίονα αυτού, η πρώτη θλάση συναντάται και πάλι στον 1ο αρμό. Η απαρχή των θλάσεων της κλίσης της έντασης σε υψηλότερο υψόμετρο, έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση του μέγιστου βέλους, αλλά και την εύρεση του σε υψηλότερο σημείο στον κίονα.

2.3. Εγκάρσια κλίση

Οι κίονες της περίστασης του Παρθενώνα ακολουθούν μια ακόμα εκλέπτυνση, αυτήν της εγκάρσιας κλίσης προς το εσωτερικό του κτηρίου, που υλοποιείται ως απόκλιση του άξονα τους από την κατακόρυφο κατά την εγκάρσια διεύθυνση (Εικ. 6). Το χαρακτηριστικό αυτής της, κεκλιμένης, ως προς την κατακόρυφο, *στάσης* των κιόνων, πληροφορία που μας παραδίδει ο Βιτρούβιος (Βιτρούβιος 3.5.4., 205), είναι η *καθετότητα* της νότιας - εσωτερικής γενέτειρας του κίονα στο στυλοβάτη, πράγμα που παρατηρείται όντως στους κίονες της περίστασης του Παρθενώνα στην πλειονότητα των περιπτώσεων.



Εικ. 6. Εγκάρσια κλίση του κίονα προς το εσωτερικό του κτηρίου (Ζάμπας 2002Β, 107).

Η καθετότητα της νότιας γενέτειρας του κίονα στο, κεκλιμένο προς τα έξω, δάπεδο του στυλοβάτη θα έσπρωχνε τον άξονα του κίονα επίσης προς τα έξω, εάν δεν ισοφαριζόταν από την εντονότερη κλίση της βόρειας γενέτειρας του κίονα προς το εσωτερικό του κτηρίου, λόγω της μείωσης του κίονα. Η βόρεια - εξωτερική - γενέτειρα του κίονα έχει τριπλάσια κλίση σε σχέση με την νότια - εσωτερική- γενέτειρα, ενώ οι δύο πλάγιες γενέτειρες έχουν διπλάσια κλίση από την νότια (Ζάμπας 2002, 74). Ο άξονας εντέλει του κίονα δεν είναι κατακόρυφος, αλλά παρουσιάζει εγκάρσια κλίση προς το εσωτερικό του κτηρίου, η οποία είναι 7,8 ‰, ή 1"/8' (Ζάμπας 2002, 73), δηλαδή ο κορμός του κίονα παρουσιάζει 7,5 εκατοστά απόκλιση από την κατακόρυφο προς το εσωτερικό.

Η μείωση του κίονα εντείνεται από την κλίση της έντασης, η οποία είναι πιο έντονη στις βορινές ραβδώσεις. Λόγω της εντονότερης κλίσης της βόρειας γενέτειρας, στο βορρά δημιουργούνται θλάσεις ήδη από τον πρώτο σπόνδυλο, ενώ στο νότο που παρουσιάζει τη μικρότερη κλίση, η πρώτη θλάση παρουσιάζεται υψηλότερα, συνήθως στον άνω αρμό του 2ου σπονδύλου, ή περίπου στα 2 μέτρα από το δάπεδο. Αυτό σημαίνει ότι από την κατασκευή και λόγω της κλίσης του κίονα προς το εσωτερικό του κτηρίου, η καμπύλη και το βέλος της έντασης δεν είναι ίδια περιμετρικά στον κίονα. Στις βορινές γενέτειρες είναι σαφώς μεγαλύτερο, αφού η κλίση είναι μεγαλύτερη ενώ είναι μικρότερο στις νότιες. Λόγω δε της ανοδικής πορείας του στυλοβάτη προς το μέσον της βόρειας πλευράς, λόγω καμπυλότητας, η ένταση των διαγωνίων εσωτερικών ραβδώσεων είναι ελάχιστα μικρότερη από την ένταση των διαγωνίων εξωτερικών.

2.4. Ανισότητα καμπυλών

Η καθετότητα της νότιας ράβδωσης στο στυλοβάτη έως το ύψος των δύο πρώτων σπονδύλων (περίπου 2 μέτρα) σημαίνει ότι η καμπύλη της έντασης στις νότιες ραβδώσεις ξεκινά από μια ευθεία περίπου 2 μέτρων στο κατώτερο μέρος της και προφανώς δεν προσομοιάζει επακριβώς με την καμπύλη της βόρειας γενέτειρας του κίονα. Η νότια έτσι κατατομή του κίονα θυμίζει περισσότερο έναν κίονα ανάλογο του διαγράμματος των Διδύμων, όπου και εκεί το κατώτερο μέρος του ήταν ευθύγραμμο. Στην περίπτωση όμως των Διδύμων το τμήμα αυτό έχει ύψος περίπου 1,5 μέτρο σε κίονα 18 μέτρων, δηλαδή 1/12 του ύψους, ενώ εδώ είναι 1,8 σε ύψος κορμού 9,5 μέτρων, δηλαδή 1/5 του ύψους. Η κατατομή των κιόνων της περίστασης λοιπόν υλοποιείται με ελαφρά διαφορετικές καμπύλες ανάλογα με τον προσανατολισμό της ράβδωσης. Η καμπύλη στις βόρειες ραβδώσεις ξεκινά από τον 1ο αρμό πάνω από το δάπεδο του στυλοβάτη, δηλαδή την άνω έδρα του πρώτου σπονδύλου, ενώ στο νότο ξεκινά από τον 2ο αρμό, δηλαδή την άνω έδρα του 2ου σπονδύλου. Οι καμπύλες αυτές έχουν μία διαφορά περίπου ενός μέτρου στην απαρχή τους. Άρα ενώ το μέγιστο βέλος του κίονα στην βορινή ράβδωση παρατηρείται πάνω από το μέσον του ύψους του κορμού, πάντα όμως στον άνω αρμό του 6ου σπονδύλου (στον 3ο κίονα παρατηρείται στα 5.33, στον 12ο κίονα παρατηρείται στα 5.18 από το δάπεδο), στη νότια ράβδωση το μέγιστο βέλος παρατηρείται 2 σπονδύλους πιο ψηλά, με διαφορά βέλους ακριβώς (1,63 - 1,35 = 2,8 χιλιοστά).

Η διαφορά αυτή σε συνδυασμό με ανάλογες διαφορές στις περιμετρικές ραβδώσεις είναι ίσως ο λόγος για την παρατηρούμενη ανομοιομορφία στο μέγεθος των περιμετρικών διαμέτρων κάθε σπονδύλου. Επίσης, δεν αποκλείεται το φαινόμενο να εντείνεται και από τελικές διορθώσεις κατά την τελική κατάξεση στη μορφή της κατατομής των ραβδώσεων του κίονα έως την οριστικοποίηση της επιθυμητής στάσης του. Αποδεικνύεται δηλαδή ότι η ανομοιομορφία των διαμέτρων κάθε σπονδύλου δεν οφείλεται σε μια απλή "γραφικότητα" της χειροποίητης κατεργασίας, λόγω αδυναμίας, αλλά είναι

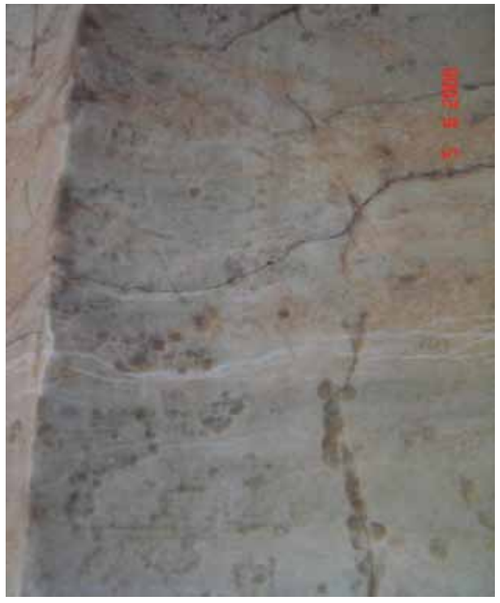
μια "γραφικότητα", η οποία εξυπηρετεί την γενικότερη μόρφωση του κίονα και τη προσπάθεια για την βέλτιστη μορφή του. Η διαφορές στον πυθμένα των ραβδώσεων πάντως δεν αντανακλούν αυτονόητα ανάλογες διαφορές στις ακμές. Προφανώς η ομοιότητα των εσωτερικών διαμέτρων των σπονδύλων δεν ήταν μέσα στους στόχους της κατάξεσης, ως μη έχουσα κανένα νόημα. Η σωστή όμως στάση του κίονα και η ακρίβεια στην κλίση του ήταν.

2.5. Κριτήριο γειτνίασης

Πέρα όμως από την ερμηνεία του φαινομένου, η καταγραφή των αποτελεσμάτων του οδηγεί στην εύρεση μοναδικών συνδυασμών στην εφαρμογή γειτονικών σπονδύλων. Η κατατομή των κιόνων, ως προς κατακόρυφο επίπεδο, μπορεί να αναπαρασταθεί με μια *συνεχή ομαλή καμπύλη*, ενώ οι αυξομειώσεις των εσωτερικών διαμέτρων του κάθε σπονδύλου είναι ομόλογες με ανάλογες αυξομειώσεις των αρχικά όμορων σπονδύλων του, η ταυτότητα των οποίων αναζητήθηκε στη μελέτη αναδιάταξης. Η σύγκριση πλέον των σπονδύλων δεν αφορά σε μία διάμετρο τους, αλλά και στις δέκα, εάν φυσικά σώζονται αντίστοιχες ραβδώσεις. Η αντιστοιχία λοιπόν όσο γίνεται περισσότερων διαμέτρων για κάθε πιθανό ζεύγος γειτονικών σπονδύλων οδηγεί σε ελαχιστοποίηση των συνδυασμών γειτνίασης.

Το κριτήριο των ανόμοιων διαμέτρων σε συνδυασμό με άλλες παρατηρήσεις τυχαίων ή ιστορικών ιχνών, οι οποίες συχνά λειτούργησαν επιβεβαιωτικά στα αποτελέσματα του βασικού κριτηρίου οδήγησε στον καθορισμό των αρχικών θέσεων των σπονδύλων. Τα ίχνη από την εξωτερική παράπλευρη επιφάνεια τους, όπως η *κυψελοειδής διάβρωση,* ως ένδειξη του βόρειου προσανατολισμού των ραβδώσεων[16] (Εικ. 7), τα *λαξεύματα* και οι *εντορμίες* από προσκτίσματα και μεσαιωνικές κατασκευές (Εικ. 8), που στηρίζονταν στο περιστύλιο πριν την ανατίναξη του, οι *θραύσεις* και οι βλάβες από κρούσεις ή από τις οβίδες των Ενετών κατά τον βομβαρδισμό του Morosini, αλλά και *τριχοειδείς ρηγματώσεις* οι οποίες μπορεί να διαπερνούν γειτονικούς σπονδύλους, κλπ., ήταν κυρίως αποδεικτικά στοιχεία για τον προσανατολισμό και την επιβεβαίωση των λύσεων που έδωσαν οι συσχετισμοί των διαμέτρων, κριτήριο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως ο *βασικός τρόπος εντοπισμού της θέσης* των σπονδύλων. Ο τελικός *έλεγχος* των συσχετισμών στηρίχθηκε σε *καμπύλες μείωσης και έντασης των κιόνων*, μέθοδο που χρησιμοποίησαν όλοι οι προηγούμενοι μελετητές της βόρειας κιονοστοιχίας (Μπαλάνος, Dinsmoor, Ζάμπας), για τον έλεγχο της καμπύλης κατακόρυφης κατατομής των κιόνων (με την τεχνολογική εξέλιξη που εισήγαγε ο Κ. Ζάμπας, δηλαδή, σε υπολογιστικά φύλλα του Microsoft Excel).

[16] Κριτήριο το οποίο ανέφερε πρώτος ο Κ. Ζάμπας στη μελέτη των βόρειων κιόνων (Ζάμπας 1998/2002).



Εικ. 7. Κυψελοειδής διάβρωση (φωτ. της συγγραφέως).

Εικ. 8. Ίχνη στέγης προσκτισμάτων σε γειτονικούς σπονδύλους (φωτ. της συγγραφέως).

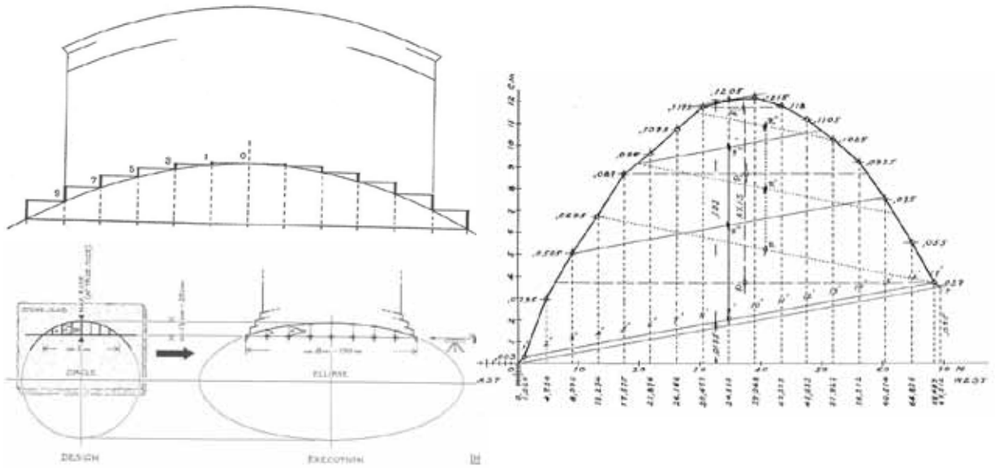
Η εξάρτηση από αυστηρούς κανόνες αναλογιών και μαθηματικών σχέσεων που οδηγούν στον αυστηρό καθορισμό διαστάσεων των επιμέρους στοιχείων σε ένα *γλυπτικό αρχιτεκτόνημα* αποδεικνύεται σε πλείστες περιπτώσεις ότι δεν είναι απόλυτη. Το αποτέλεσμα μάλιστα φαίνεται να δηλώνει μια *διαλεκτική σχέση* μεταξύ των βασικών μαθηματικών αναλογιών του σχεδιασμού και απόλυτης γραφικής ατομικής διάθεσης σε μια πρωτότυπη *γλυπτική δημιουργία.*

3. Στυλοβάτης και το σχήμα του

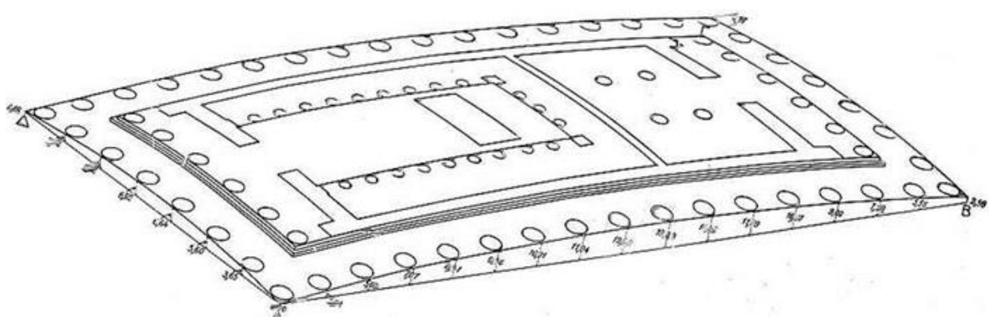
Ο στυλοβάτης εν προσόψει είναι μία καμπύλη γραμμή, δηλαδή η κατακόρυφη *κατατομή* μιας καμπύλης επιφάνειας, κωνικής τομής (Εικ. 9). Το ζήτημα του είδους της καμπύλης του στυλοβάτη *εν προσόψει, κύκλος, έλλειψη ή παραβολή,* απασχόλησε τους μελετητές από την ανακάλυψη της το 1838 από τον Hoffer, καθώς και το σχήμα της *επιφάνειας του περιστυλίου*, το *είδος,* δηλαδή της επιφάνειας του δαπέδου του ναού στο ανώτατο επίπεδο της κρηπίδας του.

Ο Penrose, μέτρησε και προσδιόρισε την κυρτή κατατομή του δαπέδου του στυλοβάτη, πτερού και σηκού και ως προς τις δύο κατευθύνσεις, διαμήκη και εγκάρσια. Ο Dinsmoor προσομοιάζει το δάπεδο του Παρθενώνα με ένα ορθογώνιο που έχει κοπεί από την επιφάνεια ενός πεπονιού (Dinsmoor 1950, 167), ενώ ο Ορλάνδος αναφέρει ότι το περιστύλιο είναι '…τμήμα σφαιροειδούς επιφανείας', (Ορλάνδος 1977, 145) πράγμα που επηρεάζει ακόμα και το δάπεδο του σηκού, για την αποφυγή των

θλάσεων στις γωνίες του πτερού, από την συνάντηση των δύο καμπύλων πλευρών του ορθογωνίου (Εικ. 10). Ο Ζάμπας δεχόμενος τη θεωρία των θλάσεων στις γωνίες, ως το αίτιο σχηματισμού της διαμήκους καμπυλότητας, διερωτάται για την μορφή της εγκάρσιας, δηλαδή για την σφαιρικότητα (Ζάμπας 2002Β, 63). Ο Seybold θεωρεί ότι η εξεύρεση ενός γεωμετρικού σχήματος, το οποίο να ταιριάζει επακριβώς σε μια υλοποιημένη αρχαία κατασκευή είναι μάλλον μια ουτοπική προσπάθεια, μια και η κατασκευή των αρχαίων κτηρίων βασιζόταν σε εμπειρικούς μάλλον, παρά σε μαθηματικούς κανόνες (Seybold 1999,105).



Εικ. 9. Καμπύλη στυλοβάτη: κατασκευή καμπύλης κατά Choisy με impares scamilli (Choisy 1909, pl. 34.2) και κατά Haselberger - Seybold (Haselberger 1999, 55) και μέτρηση καμπυλότητας βόρειου στυλοβάτη Παρθενώνα κατά Stevens (Stevens 1943, 137, fig. 1).



Εικ. 10. Σχηματική αναπαράσταση καμπυλότητας δαπέδου Παρθενώνα (Ορλάνδος 1977, 125).

Σε συνδυασμό με την προς τα έσω κλίση των κιόνων, προσδιορισμένης κυρίως από τις διαφορές των υψών των πρώτων σπονδύλων και από δειγματοληπτικές μετρήσεις του Ζάμπα (Ζάμπας, 2002Β, 50), η διαμήκης κλίση του *βόρειου* στυλοβάτη ξεκινώντας από τα άκρα *(2ος 4,1‰),* είναι μειούμενη σταδιακά προς το μέσον των μακρών πλευρών, ενώ η εγκάρσια έχει προσδιοριστεί ως σταθερή ανάμεσα στο 7 - 8 ‰. Από τις πρόσφατες υψομετρικές μετρήσεις με ταχύμετρο που έγιναν γύρω από τους κίονες και πολύ κοντά στα βαθύτερα σημεία των ραβδώσεων, μετά την απομάκρυνση των κατωτάτων σπονδύλων, διαπιστώθηκε αυξητική τάση στην εγκάρσια καμπυλότητα, της τάξεως του 0,2 - 1,2‰, από τα άκρα προς το μέσον της βόρειας πλευράς. Μικρές αποκλίσεις είχαν επισημανθεί και από τους προηγούμενους μελετητές. Έτσι η εγκάρσια κλίση στον 4ο κίονα μετρήθηκε 8,21‰, αυξανόμενη σταδιακά έως τον 9ο που γίνεται σχεδόν 9‰[17] (*Μιλούμε πάντα για διαφορές χιλιοστών, εδώ η κλίση 9‰ είναι μια διαφορά 4 χιλιοστών)*.

Ο Penrose στις μετρήσεις του, στο μέσον του βόρειου πτερού, κοντά στον 9ου κίονα, (Penrose 1888, πίν. 13)[18] βρήκε εγκάρσια κλίση 8,82‰, η οποία προσεγγίζει τις πρόσφατες μετρήσεις[19]. Το ενδιαφέρον είναι ότι στο βόρειο άκρο της ανατολικής πλευράς η κλίση είναι 7,809‰, ενώ στο βόρειο άκρο της δυτικής πλευράς είναι 7,799‰. Η σύμπτωση των τιμών των κλίσεων στις δύο προσόψεις, σε σχέση με την διάφορά στην μακρά πλευρά, ενισχύει την άποψη για εμπρόθετη απόκλιση[20]. Δηλαδή ότι ο στυλοβάτης και το πτερό αποτελούν τμήμα μιας σύνθετα κυρτής επιφανείας, με την εγκάρσια κλίση τους όχι σταθερή αλλά ελαφρά αυξανόμενη προς το μέσον των μακρών πλευρών. Η κρηπίδα λοιπόν στις μακρές πλευρές δομείται με αυξανόμενη κυρτότητα προς το κέντρο του κτηρίου, ή μάλλον καλύτερα προς το σημείο που είναι το κέντρο του ναού: την περιοχή του αγάλματος της Αθηνάς[21].

[17] Στον 5ο 8,2‰, στον 6ο 8,37‰, στον 7ο 8,22‰, στον 8ο 8,8‰, και στον 9ο όπου μετρήθηκε η μεγαλύτερη εγκάρσια κλίση 8,97‰.

[18] Penrose πίνακας 13: στο βορινό πτερό καταγράφει τη διαφορά στα 4,15μ. (η μέτρηση δεν έγινε ακριβώς στην άκρη του στυλοβάτη) 4,25μ = 0,12 πόδια = 0,00366μ., δηλαδή 3,7 χιλιοστά, που μας δίνει κλίση 8,82‰. Στο πλάτος του κίονα - 179εκ.- η κλίση είναι 1,85χιλιοστά. Στο νότιο πτερό καταγράφει μικρότερη κλίση: 8,333‰.

[19] Αν συνδυαστεί επίσης με τις μετρήσεις του στην ανατολική πλευρά στο βόρειο άκρο η κλίση του στυλοβάτη είναι 7,8‰ - δηλαδή μια αύξηση 1‰.

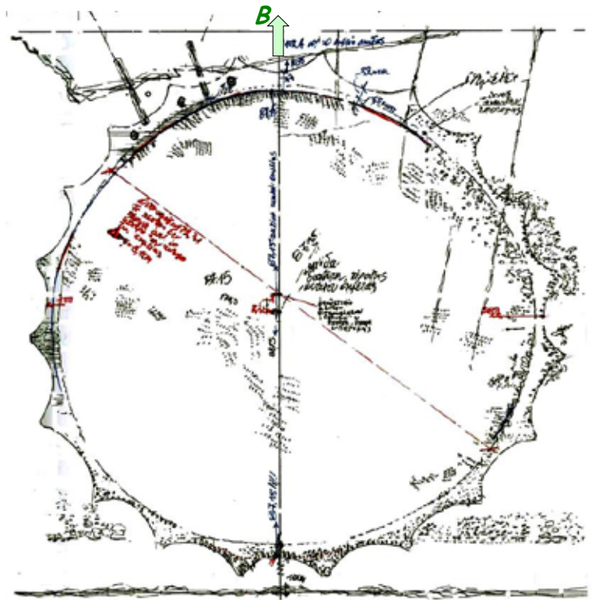
[20] Πέρα από την προσέγγιση της τυχαίας παραμόρφωσης, ή της κατασκευαστικής αστοχίας κατά την υλοποίηση της κατασκευής, η τρίτη εξήγηση στο επίπεδο των εμπρόθετων αποκλίσεων

[21] Όπως φαίνεται από τις μετρήσεις του Penrose, η κλίση στο βόρειο άκρο της ανατολικής πλευράς ξεκινά με κλίση 7,809‰ (Penrose 1888, pl. 10).

Το βέλος της εγκάρσιας μπροστά είναι 0.065μ, δηλαδή 6,5 εκατοστά στα 30,90 μέτρα, άρα στα 4,15 μέτρα - όσο το πλάτος του πτερού - έχει ανέλθει 8,7 χιλιοστά! Στις μακρές πλευρές το βέλος της διαμήκους είναι 10,85 εκατοστά στα 69,90 μέτρα, δηλαδή στα 4,15 μέτρα έχω διαφορά 6,4 χιλιοστά. Από τις μετρήσεις των διαφορετικών υψών B-N των κατώτατων σπονδύλων - μόνο - βρέθηκε η κλίση – αλλά έχουμε διαπιστώσει ότι δεν είναι αντίστροφα αυτά πουθενά. Ο άξονας μπορεί να γέρνει 7,8 θεωρητικά, αλλά στην πράξη η κλίση του δαπέδου είναι μεγαλύτερη. Σε όλα αυτά μπαίνουν και οι υπολογισμοί όχι σε ευθεία κλίση αλλά με τις εφαπτόμενες στην καμπύλη κλπ.

3.1. Κλίσεις εδρών σπονδύλων

Η κλίση, ως προς τον διαμήκη άξονα του κτηρίου, των άνω εδρών των σπονδύλων της βόρειας, παρόλο που παρουσιάζεται συνήθως μηδενική, δεν είναι[22]. Ο διαμήκης άξονας της άνω έδρας παρουσιάζει αποκλίσεις από την οριζόντιο, οι οποίες παρατηρούνται ήδη στον κατώτατο σπόνδυλο και αναπαράγονται τους αγελαίους. Οι αποκλίσεις από την οριζόντιο προς τα άκρα του μνημείου είναι της τάξεως του 1 - 1,7‰, (οι ανατολικότεροι με αριστερόστροφη κλίση), οι σπόνδυλοι του 9ου και 10ου κίονα δεν παρουσιάζουν καμία κλίση, ενώ ο 11ος παρουσιάζει την αντίστροφη κλίση προς τα δυτικά (δεξιόστροφη κλίση). Η συστηματικότητα του φαινομένου, όπως και η οριζοντίωση των εδρών του 9ου και 10ου κίονα, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι απόκλιση αυτή δεν είναι άλλη από την μεταφορά της καμπυλότητας του στυλοβάτη στο θριγκό, η οποία καθορίζεται και πάλι από τον κατώτατο σπόνδυλο. Διερευνώντας τον άξονα οριζοντίωσης της άνω έδρας του κατώτερου σπονδύλου διαπιστώνεται ότι αυτή συναντάται σε διαγώνια διεύθυνση, λόγω της διπλής κλίσης του πτερού, ως προς τον διαμήκη και ως προς τον εγκάρσιο άξονα του κτηρίου. Η μέγιστη δηλαδή κλίση των κατώτατων εδρών παρουσιάζεται σε διαγώνιο άξονα με κατεύθυνση προς το κέντρο του ναού, και όχι κατά την εγκάρσια διεύθυνση. Η κατασκευή των εδρών ακολουθούσε την συνιστώσα των κλίσεων του στυλοβάτη και είναι μια ακόμα απόδειξη για τη σφαιρική μορφή του πτερού.



Εικ. 11. Στυλοβάτης 5ου κίονα, μετά την απομάκρυνση του (σκίτσο της συγγραφέως).

Με την απομάκρυνση των κατωτάτων σπονδύλων, στην περιοχή έδρασης των επτά μεσαίων κιόνων, αποκαλύφθηκαν *εγχάρακτοι κύκλοι* στο στυλοβάτη (Εικ. 11). Οι κύκλοι ποικίλουν σε διάσταση, από κίονα σε κίονα, ενώ το μέγεθος τους υπερβαίνει συνήθως, ή ισούται σε μία περίπτωση, με το μέγεθος του *δακτυλίου της υποτομής* της κάτω έδρας του κατώτατου σπονδύλου (πιν. 2). Οι κύκλοι έχουν χαραχθεί στο στυλοβάτη με μεγάλο διαβήτη χάραξης, προφανώς με άκρα με μεταλλικές ακίδες. Τα ίχνη της ακίδας του κέντρου διαγνώστηκαν στην περιοχή του στυλοβάτη, *πάντα* στον, υποκείμενο του κίονα, αρμό και βοήθησαν στον ακριβή καθορισμό της διάστασης και των ορίων κάθε κύκλου. Ο 6ος κίονας δεν διαθέτει εγχάρακτο κύκλο.

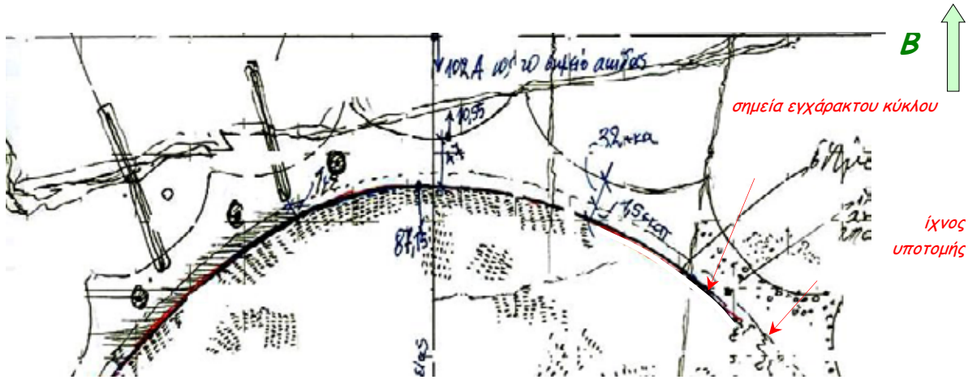
Πίνακας 2	**4ος ΚΙΟΝΑΣ**	**5ος ΚΙΟΝΑΣ**	**6ος ΚΙΟΝΑΣ**	**7ος ΚΙΟΝΑΣ**	**8ος ΚΙΟΝΑΣ**	**9ος ΚΙΟΝΑΣ**	**10ος ΚΙΟΝΑΣ**
Δ εγχάρακτου δακτυλίου στυλοβάτη (εκ)	172,6	172	Δεν διακρίνεται	172,8	173	174,3	171,4
Δ δακτυλίου υποτομής σπονδύλου	172	172	173	172,45	169,8	172,5	170
Πλάτος υποτομής	3,5	3,5	3	3,2	4,6	3,2	4,5
Απόσταση εγχάρακτου δακτυλίου από βόρεια παρειά στυλοβάτη	15,85	15,5	_	13,6	15,8	15,25	15,7
Διαφορά θέσης των δακτυλίων (μέτρηση βόρεια)	2,4	1,5	_	0,2	1,3	1,5	0,7

3.2. Στυλοβάτης στη βάση των κιόνων

Σε κανένα κίονα, το κέντρο του εγχάρακτου κύκλου δεν είναι *ομόκεντρο* με την περιφέρεια της έδρασης του, όπως αυτή καθορίζεται από τα διαβρωσιγενή ίχνη της υποτομής και των περιμετρικών ραβδώσεων. Σε όλες τις περιπτώσεις ο εγχάρακτος κύκλος εισέχει της περιφέρειας της υποτομής *προς το νότο*[23] (Εικ. 12) με μικρή μετατόπιση προς δυσμάς, ή ανατολάς (σε σχέση με τον αρμό του στυλοβάτη). Η τοποθέτηση των κιόνων, με μετακίνηση προς το βορρά σε σχέση με τον εγχάρακτο κύκλο και με μικρή μετατόπιση προς δυσμάς (4-5 χιλιοστά: 7ος, 9ος), ή προς ανατολάς (4-6 χιλιοστά: 4ος, 5ος, 10ος) υποδηλώνει, άραγε, *αλλαγή σχεδιασμού*, ή *τυχαία τοποθέτηση* σε σχέση με ένα αρχικό '*πατρόν*' στο στυλοβάτη; Θα μπορούσε να ενταχθεί και αυτή στις μικρές κατασκευαστικές αποκλίσεις του κτηρίου από τον αρχικό σχεδιασμό, στα πλαίσια της *"διαβάθμισης κανονικότητας κατά την κατασκευή"*; (Korres 1994, 56).

[22] Ο Penrose, συμφωνώντας θεωρητικά με τον Βιτρούβιο, αλλά βρίσκοντας μετρητικά αποκλίσεις από την κατακόρυφο στους άξονες των μεσαίων κιόνων της ανατολικής πλευράς, αποδίδει τις όποιες μικρές αποκλίσεις σε παραμορφώσεις. Συγκρίνει την κλίση του στυλοβάτη με τις διαφορές υψών των κατωτάτων σπονδύλων, που στόχο έχουν την εξουδετέρωση της εγκάρσιας κλίσης (ανατολική πλευρά Παρθενώνα), ώστε ο άξονας του κίονα να γίνει κατακόρυφος. Ο Pennethorne, στην ανατολική πλευρά, διαπίστωσε συστηματική κλίση των αξόνων, η οποία είναι αυξανόμενη προς τα άκρα του ναού .

[23] κατά 1,5 – 2,5 εκ., ενώ απέχει από το πρόσωπο του στυλοβάτη από 15,25 – 15,85 εκ. (στον 4ο περισσότερο, στον 9ο λιγότερο). Δεν συσχετίζεται με την απόσταση του κίονα από την παρειά του στυλοβάτη, η οποία είναι περίπου σταθερή σε όλους τους οκτώ κίονες και ισούται με 10,25 – 10,50 εκ., από το βαθύτερο της βόρειας ράβδωσης (όπως μπορεί να μετρηθεί από το αποτύπωμα των κιόνων στο στυλοβάτη).



Εικ. 12. Στυλοβάτης 5ου κίονα, μετά την απομάκρυνση του (σκίτσο της συγγραφέως).

Η αλλαγή στο σχεδιασμό θα σήμαινε *μετακίνηση* της σειράς των βόρειων κιόνων προς το βορρά και διεύρυνση του πτερού κατά τη διαφορά των δύο κύκλων (1,5 - 2,5 εκ.). Η απόσταση όμως, των κέντρων των εγχάρακτων κύκλων από το πρόσωπο του στυλοβάτη δεν είναι σταθερή, με διακύμανση έως 2,3 εκατοστά (στον 7ο κίονα), ενώ και οι διάμετροι τους έχουν διακύμανση έως 3 εκατοστά, (η διάσταση της βάσης των κιόνων έχει διακύμανση έως 5/10 του χιλιοστού). Παρόλα αυτά, όλοι οι κίονες παρουσιάζουν την ίδια τάση μετατόπισης προς το βορρά, η οποία θα μπορούσε να οριστεί στο μέσο όρο των 2 εκατοστών.

Επίσης, η μικρή μετατόπιση των κιόνων σε σχέση με τους υποκείμενους αρμούς του στυλοβάτη πιθανώς να αποτελεί προσπάθεια διόρθωσης των ανόμοιων βόρειων μεταξονίων. Τα μεταξόνια ορίζονται συνήθως σύμφωνα με τους αρμούς των λίθων του στυλοβάτη, με την βεβαιότητα της *σχεδόν* ακριβούς αντιστοιχίας με τους άξονες των κιόνων (Penrose 1888, 14, Korres 1994, 69). Ο Κορρές θεωρεί τις σοβαρότερες μετατοπίσεις των κέντρων των κιόνων σε σχέση με τον υποκείμενο αρμό του στυλοβάτη, όπως στο 2ο από ανατολάς μετακιόνιο, σχετιζόμενες με το σχέδιο των μετοπών (Korres 1994, 72). Οι *μικρές* όμως μεταθέσεις που παρατηρούνται στους μεσαίους κίονες της βόρειας περίστασης είναι πιθανότατα διορθώσεις των θέσεων των κιόνων προς την κατεύθυνση της εξομάλυνσης των μεταξονίων. Άρα τα κέντρα της βάσης των κιόνων δεν βρίσκονται επακριβώς στον υποκείμενο αρμό του στυλοβάτη, αλλά απέχουν λίγα χιλιοστά εκατέρωθεν από αυτόν.

Στην περίπτωση του 7ου κίονα παρατηρείται μετάθεση του κέντρου από τον υποκείμενο αρμό του στυλοβάτη προς δυσμάς κατά 2.5 χιλιοστά[24]. Ανατρέχοντας στο μήκος του διαστήματος των αρμών

[24] Μετρώντας τα ίχνη των πυθμένων των ραβδώσεων στο στυλοβάτη, όπου αυτά σώζονται ευκρινώς και χωρίς διάβρωση. Απόσταση από τον αρμό του στυλοβάτη ανατολικής ράβδωσης = 89.2 εκ. / δυτικής ράβδωσης = 89.7εκ. Μετατόπιση κέντρου προς δυσμάς = 2.5 εκ.

του στυλοβάτη[25] στο 6ο διάκενο[26], διαπιστώνεται ότι μια τέτοια μετακίνηση θα λειτουργούσε προς την εξίσωση του μεταξονίου με το επόμενο 7ο μεταξόνιο[27]. Το αντίστροφο παρατηρείται στον 10ο κίονα, όπου η μετατόπιση του προς ανατολάς[28] και πάλι λειτουργεί προς την εξομάλυνση του μικρού 10ου διακένου[29]. Από τα παραπάνω συνάγεται ότι οι διαμήκεις μικρομεταθέσεις των κέντρων των βάσεων των κιόνων πιθανώς είχαν στόχο την εξίσωση των μεταξονίων και τη διόρθωση των άνισων διακένων που διαμόρφωναν οι άνισοι αγελαίοι λίθοι του στυλοβάτη.

Ως προς την παρατηρούμενη ιδιαίτερη απόκλιση προς βορράν της θέσης των κιόνων ως προς τον εγχάρακτο κύκλο, εάν οι κύκλοι ήταν ο επιτόπιος σχεδιασμός της τοποθέτησης των κιόνων στο επίπεδο του στυλοβάτη, τότε έχουμε μια διορθωτική κίνηση στο στάδιο της εκτέλεσης. Είναι πιθανόν η διόρθωση αυτή να σχετίζεται και με τη μείωση του μεγέθους των κιονοκράνων της βόρειας πλευράς (διαφορά πάνω από 4 εκατοστά από τα ανατολικά κιονόκρανα) και άρα μικρότερη προεξοχή τους από τα επιστύλια. Η αλλαγή πιθανώς συντελέστηκε μετά την ολοκλήρωση της ανατολικής πλευράς και την τοποθέτηση και των γωνιαίων κιονοκράνων και πριν την κατασκευή των βόρειων αγελαίων, πλην ενός (5ου). Η αλλαγή αυτή, εάν δεν είχε άλλους κατασκευαστικούς λόγους, πιθανώς να ξεκινά από τη διάθεση διεύρυνσης του πτερού κατά 2 εκατοστά και όχι αντίστροφα.

Ο Κορρές ομιλεί για διεύρυνση του βόρειου πτερού κατά ~7 εκ. λόγω της σύμπτυξης των μακρών τοίχων του σηκού (Korres 1994, 89) και συνδέει την σύμπτυξη αυτή με την απόφαση για κατασκευή ιωνικής ζωφόρου περιμετρικά των τοίχων του σηκού (Korres 1994, 118). Εάν συνετελέστη συγχρόνως και μετατόπιση των κιόνων προς βορράν κατά ~2 εκατοστά, ακριβώς στο ίδιο χρονικό σημείο της απόφασης της δημιουργίας ζωφόρου στο σηκό, τότε και αυτή η μετατόπιση επίσης συνδέεται με αυτήν την απόφαση[30]. Σημαίνει όμως ακόμα ότι αυτή η απόφαση πάρθηκε ακριβώς πριν την τοποθέτηση των κιόνων στις μακρές πλευρές της περίστασης, αλλά μετά τον επιτόπιο σχεδιασμό στον στυλοβάτη[31].

[25] Οι μετρήσεις του στυλοβάτη από τον Penrose παραμένουν οι εγκυρότερες (Penrose 1888, πιν. 4).

[26] 6ο διάκενο = 429.13 εκ.

[27] 7ο διάκενο = 429.55. Άρα, 6ο+7ο: 429.13 + 429.55 / 2= 429.34 εκ. (διαφορά 2.2 χιλιοστά). Η μετατόπιση του 7ου κίονα προς δυσμάς εξισώνει ακριβώς τα δύο μεταξόνια με 429.34 εκ.

[28] Η απόσταση της ανατολικής ράβδωσης από τον αρμό είναι 90.1 εκ., ενώ της δυτικής είναι 88.9εκ. Διαφορά 1.2 εκ, δηλαδή μετατόπιση κέντρου 6 χιλιοστά προς τα ανατολικά.

[29] 9ο διάκενο = 429.59 εκ., 10ο διάκενο = 428.73 εκ. Άρα, 9ο+10ο: 429.59 + 428.73 /2 = 429.16 εκ. (διαφορά 4.3εκ.). Η μετατόπιση εδώ του 10ου κίονα προς ανατολάς είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από την αναμενόμενη και πιθανώς να συνδυάζεται με προηγούμενη μετατόπιση του 11ου κίονα προς ανατολάς (δεχόμαστε την εξέλιξη της κατασκευής των κιόνων από τις γωνίες προς το μέσον του περιστυλίου: Burford 1963, 30).

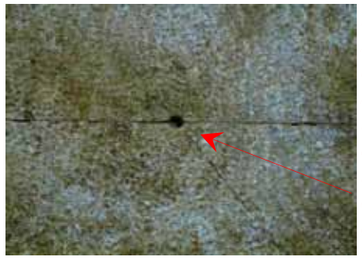
[30] Ο Κορρές τοποθετεί τη χρονική αυτή στιγμή, όταν είχε κατασκευαστεί η ανατολική πρόσοψη και είχαν τοποθετηθεί οι πρώτες μετόπες, αλλά και τα επιστύλια των άλλων πλευρών (Korres 1994, 118).

[31] Θα διακινδυνεύαμε την σύνδεση απουσίας του εγχάρακτου κύκλου στον 6ο κίονα με τη στιγμή της αλλαγής, δηλαδή με

3.3. Κατεργασία επιφάνειας

Ενώ ο στυλοβάτης γύρω από τους κίονες έχει τελική επιμελημένη κατεργασία με λαμάκι, η αθέατη περιοχή μέσα στον κύκλο, στη έδραση δηλαδή του κίονα, έχει αδρή ενιαία κατεργασία, με χοντρόδοντη ξοϊδα, ή μάλλον θραπίνα, διαφόρων μεγεθών[32]. Στα σημεία όπου ο κατώτατος σπόνδυλος ξεπερνούσε τον εγχάρακτο δακτύλιο και εδραζόταν, λόγω της έκκεντρης θέσης του στην εξωτερική, του δακτυλίου, περιοχή (σε 'φακοειδή' δηλαδή περιοχή 1,5 έως 2,5εκατοστών) σώθηκαν εξαιρετικά τα ίχνη της *τελικής κατεργασίας του στυλοβάτη* με λαμάκι, ακριβώς όπως ήταν τη στιγμή της ολοκλήρωσης του (Εικ. 13). Σε αυτά τα σημεία μπορούμε να αναγνωρίσουμε την απαράμιλλη κατεργασία που θα είχε ο ναός, κατεργασία που τη συναντούμε πια μόνο στα ελάχιστα εκείνα σημεία που δεν έχουν εκτεθεί στην ατμόσφαιρα.

Στυλοβάτης 10ου κίονα μετά την απομάκρυνση του κατώτατου σπονδύλου



Αρμός λίθων στυλοβάτη: κέντρο εγχάρακτου δακτυλίου - ίχνος ακίδας διαβήτη

Στυλοβάτης 4ου κίονα: διακρίνεται ο εγχάρακτος κύκλος, και η διαφορετική κατεργασία μέσα και έξω από τον κύκλο - διακρίνονται επίσης τα ίχνη της διάβρωσης λόγω της υποτομής του κατώτατου σπονδύλου.

Εικ. 13. Κατεργασία στυλοβάτη (φωτ. της συγγραφέως).

Η επεξεργασία του στυλοβάτη ήταν εξαιρετική έξω από τον εγχάρακτο κύκλο, ενώ κάτω από τον κίονα αδρή, πιθανώς για καλύτερη πρόσφυση λόγω μεγαλύτερης τριβής. Η εξαιρετική επεξεργασία στην περιφέρεια του εγχάρακτου κύκλου λειτουργούσε ως σφράγιση περιμετρικά στη βάση του κίονα. Ο πρώτος σπόνδυλος διέθετε ελάχιστη υποτομή περιμετρικά. Με την υποτομή εξασφαλιζόταν η απορρόφηση των μικρομετακινήσεων του κίονα και η διασφάλιση των ακμών σε κάθε περίπτωση.

3.4. Κάτω έδρα κατωτάτων σπονδύλων

Εικ. 14. Κάτω έδρα 9ου κίονα - δακτύλιοι διαφορετικής κατεργασίας (φωτ. Α. Παπανδρόπουλος).

Οι κάτω έδρες των κατώτατων σπονδύλων δεν διαθέτουν εμπόλιο, δηλαδή η στάση του κίονα πάνω στο στυλοβάτη είναι ελεύθερη. Οι έδρες παρουσιάζουν αδρότερη κατεργασία, διαφορετική από αυτή των αγελαίων σπονδύλων. Στις τέσσερεις από τις επτά κατώτατες έδρες[33] λείπει η εξωτερική ζώνη άριστης κατεργασίας που διαθέτουν οι υπόλοιπες. Έτσι, η έδρα του κατώτατου σπονδύλου φέρει τρεις κυκλικές ζώνες διαφορετικής κατεργασίας. Οι ζώνες οριοθετούνται με εγχάρακτους κύκλους χαραγμένους με διαβήτη[34].

Οι ζώνες είναι οι εξής: εξωτερικά η εισέχουσα ζώνη της υποτομής, κατόπιν η φέρουσα ζώνη δουλεμένη με λεπτόδοντη ξοϊδα και η κεντρική ζώνη - ο κύκλος- με το βελόνι. Στο κέντρο υπάρχει μικρός δίσκος ή τετράγωνο, στο κέντρο του οποίου διακρίνεται το ίχνος από την ακίδα του διαβήτη για την χάραξη των κύκλων (Εικ. 14). Όπως αναφέρθηκε σε τρεις από τους κατώτατους σπονδύλους διακρίνεται υποζώνη πολύ καλής κατεργασίας στην περιφέρεια της φέρουσας ζώνης.

Ο 10ος κατώτατος σπόνδυλος είναι ένας από αυτούς. Ο σπόνδυλος αυτός διαθέτει επίσης κεντρικό λάξευμα ορθογωνικής διατομής διαστάσεων 7 χ 5 και βάθους ~3,5 εκατοστών. Την περιοχή του κέντρου διαπερνά κομμός, οπότε η πρακτική αυτή λύση επιλέχτηκε για την στήριξη του διαβήτη χάραξης των δακτυλίων. Στο ορθογώνιο αυτό θα ενσφηνώθηκε μικρό τμήμα μαρμάρου, ώστε να στηριχθεί η μεταλλική ακίδα του διαβήτη. Ο ιδιαίτερος αυτός χειρισμός του κέντρου όμως, επιβεβαιώνει και την κατασκευαστική διαδικασία: δηλαδή ότι ο διαβήτης δεν

την τοποθέτηση του ως τελευταίου κίονα της βόρειας περίστασης;

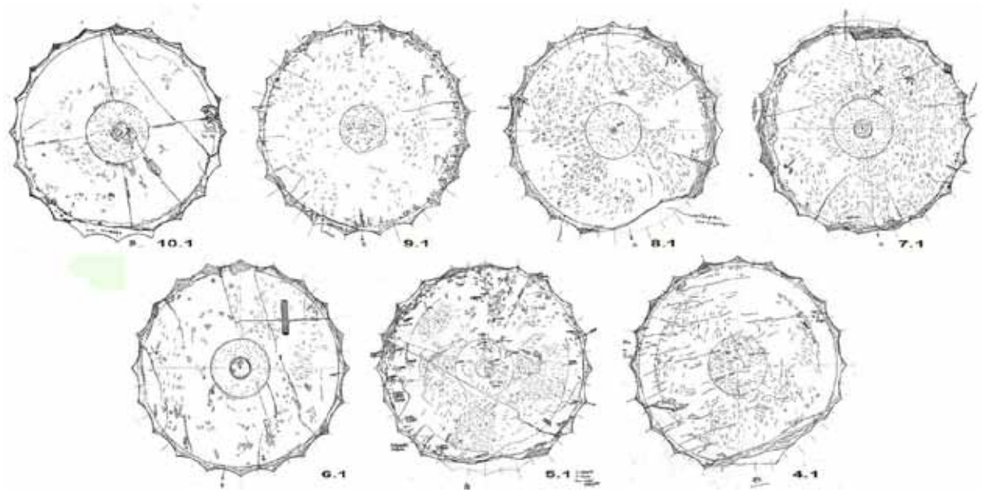
[32] Δόντι σιδηρού εργαλείου, μάλλον θραπίνας, βρέθηκε στον στυλοβάτη του 10ου κίονα, όταν απομακρύνθηκε ο αδιατάρακτος έως τώρα πρώτος του σπόνδυλος.

[33] Ο ενδέκατος κίονας δεν διαλύθηκες έως κάτω, μόνο οι υπόλοιποι επτά.

[34] προφανώς καταλήγοντας σε δύο μεταλλικές ακίδες: κομπάσο.

χάραζε απλώς και μόνον τα όρια των ζωνών κατεργασίας (σε αυτήν την περίπτωση η ακρίβεια δεν θα είχε σημασία), αλλά καθόριζε επακριβώς την διάσταση της βάσης του κίονα, ώστε να προκατασκευαστεί η ταινία του οδηγού των ραβδώσεων. Η προπαρασκευή αφορούσε την κατώτερη ζώνη του κατώτατου σπονδύλου όπου επιφάνεια πλάτους ~10 εκατοστών λαξευόταν έως την τελική στάθμη, ώστε να αποτελέσει τον οδηγό για την κατασκευή των ραβδώσεων του υπόλοιπου κίονα, οι οποίες λαξεύονταν αφού ο κίονας είχε κατασκευαστεί.

Διαφορές διακρίνουμε στην κατεργασία των κάτω εδρών, κυρίως στις διαστάσεις των ζωνών και στην περιοχή του κέντρου (Εικ. 15). Οι μικρές αυτές διαφορές θα μπορούσαν να παραπέμπουν σε διαφορετικά *χέρια* τεχνιτών. Είναι λογικό ότι οι τεχνίτες, ενώ ακολουθούν ίδιους γενικούς κανόνες κατασκευής, δείχνουν μικρές διαφοροποιήσεις στις λεπτομέρειες της κατεργασίας. Στους συγκεκριμένους 7 σπονδύλους, οι *τεχνίτες* (ή οι ομάδες τεχνιτών), αναγνωρίζονται σε *τέσσερεις*, οι οποίοι φαίνεται ότι αναλάμβαναν να προετοιμάσουν το πιθανότερο, από δύο κίονες. Είναι ενδιαφέρον ότι οι σπόνδυλοι της ίδιας ομάδας είναι γειτονικοί, εκτός του 9ου ο οποίος παρεμβάλλεται ανάμεσα στους 8ο και 10ο, οι οποίοι είναι του ίδιου εργαστηρίου[35]. Τα χαρακτηριστικά των ομάδων είναι τα εξής:



Εικ. 15. Κάτω έδρες κατώτατων σπονδύλων (αποτύπωση: Κ. Ματάλα, Α. Παπανδρόπουλος, Κ. Παράσχη).

Ομάδα α: Τρεις κυκλικές ζώνες, η φέρουσα με 2 υποζώνες, αξονικές σημείες, επιμελημένη κατεργασία. Στην ομάδα αυτή κατατάσεται και ο 10.1 (ομάδα α1), ο οποίος διαθέτει λάξευμα ορθογωνικής διατομής.

[35] Ο 9ος είναι ο μεσαίος στο σύνολο των 17 κιόνων της περίστασης.

Ομάδα β: Τρεις κυκλικές ζώνες, ύπαρξη κεντρικού δίσκου.

Ομάδα γ: Τρεις κυκλικές ζώνες, ελάχιστος ο κεντρικός δίσκος με εγγεγραμμένο εγχάρακτο τετράγωνο.

Ομάδα δ: Τρεις κυκλικές ζώνες, ύπαρξη κεντρικού άτεχνου τετραγώνου.

Στον πίνακα 3 φαίνονται τα μετρητικά στοιχεία των εδρών και οι ομάδες:

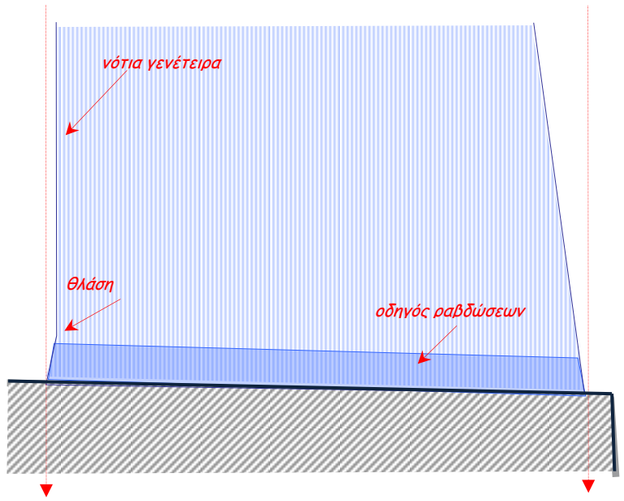
Πίνακας 3

Ομάδα τεχνιτών	Σπόνδυλος	Υποτομή: ΖΩΝΗ Α / πλάτος	ΦΕΡΟΥΣΑ ΖΩΝΗ Β / πλάτος	ΥΠΟΖΩΝΗ Β1 / πλάτος	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ Γ - διάμετρος	Δίσκος κέντρου	Τετράγωνο
α	4.1	3,5	60,5	13	51	12	-
α	5.1	3,5	61,5	14	52	16	-
β	6.1	3	60,5	-	52,5	16	-
β	7.1	3,2	60,5	-	52,5	16	-
γ	8.1	4,6	60,5	-	49	6	2,5 x 2,5
δ	9.1	3	66	-	40,5	-	7 x 7,5
α1	10.1	4,5	36	21,1	55,7	-	7 x 5

3.5. Κατώτατος σπόνδυλος και νότια γενέτειρα

Όπως αναφέρει ο Βιτρούβιος (Βιτρούβιος 3.3.13.) και διαπιστώνεται στο μνημείο η εσωτερική γενέτειρα του κίονα είναι κάθετη στο στυλοβάτη. Αυτό σημαίνει ότι η γωνία της *κάτω έδρας* του κίονα με την *εσωτερική γενέτειρα* είναι ορθή. Λόγω της κεκλιμένης στάσης του κίονα προς το σηκό, οι περιμετρικές γενέτειρες του κίονα μορφώνουν διαφορετικές γωνίες με το δάπεδο: Οι πλάγιες γενέτειρες σχηματίζουν γωνία 95,5ο (κλίση 16‰) ή, ενώ η βόρεια σχηματίζει γωνία 98,5ο με το δάπεδο (κλίση 23‰), έτσι ώστε να επιτυγχάνεται, η προς τον σηκό κλίση του κίονα.

Αυτό που παρατηρήθηκε σε *όλους* τους κατώτατους σπονδύλους, είναι ότι στο κατώτατο τμήμα τους και σε μια ζώνη περίπου 10 εκατοστών, σχηματίζεται σταθερή γωνία περίπου 84,5ο, με την κάτω έδρα, δηλαδή 95,5 με το δάπεδο (με κλίση δηλαδή ~16‰). Στο νότο δε, στο τμήμα των σπονδύλων προς το σηκό, αμέσως ψηλότερα από αυτή τη ζώνη, δημιουργείται *θλάση* μετατρέποντας τη γωνία με το δάπεδο σε ορθή, ώστε να συνεχιστεί προς τα άνω η κλίση του κίονα, όπως αναμένεται (Εικ.16). Η ζώνη αυτή των 10 εκατοστών δεν μπορεί παρά να είναι ο προαναφερόμενος οδηγός των ραβδώσεων του κίονα. Ο οδηγός προφανώς διαμορφώνει τη γωνία εκκίνησης των κλίσεων του κίονα σε σχέση με το δάπεδο λαμβανομένης υπόψιν της μείωσης. Δεν φαίνεται όμως να λαμβάνεται υπόψιν και ο προσανατολισμός τοποθέτησης του, κατά τον οποίο οι διαφορετικές κλίσεις των γενετειρών του διαφοροποιούν τις γωνίες εκκίνησης σε σχέση με το δάπεδο.



Εικ. 16. Τομή κατώτατου τμήματος κίονα (N-B)(σχέδιο της συγγραφέως).

Η ασυμφωνία μεταξύ των κλίσεων των οδηγών των ραβδώσεων και αυτών του κίονα, σημαίνει καταρχήν, το προφανές, ότι οι τελικές περιμετρικές κλίσεις διαμορφώνονταν μετά την κατασκευή του κίονα προσαρμόζοντας τον αρχικό γενικό σχεδιασμό (τον οποίο υποδεικνύουν οι οδηγοί των ραβδώσεων) στην τελική επιτόπια υλοποίηση της επιθυμητής στάσης του κίονα. Και δεύτερον: ότι υπήρχε αυστηρός διαχωρισμός των σταδίων της κατασκευής, δηλαδή λεπτομερής κατασκευαστικός προσχεδιασμός. Ένα από τα στάδια αυτά ήταν η προκατασκευή των μελών, η οποία ακολουθούσε ευέλικτους γενικούς κανόνες κατασκευής, ώστε να είναι εφικτή κατόπιν η προσαρμογή στις ιδιαιτερότητες της τελικής θέσης του κάθε μέλους, αλλά και να απαιτείται η μικρότερη δυνατή κατεργασία για την τελική προσαρμογή. Η μικρή θλάση στη βάση των κιόνων, έχοντας μηδαμινή επιβάρυνση στη συνολική ευστοχία της κατασκευής, εμπίπτει σε μια κατασκευαστική ανακρίβεια προς χάριν της προπαρασκευαστικής ταχύτητας.

4. Τόρμοι εμπολίων

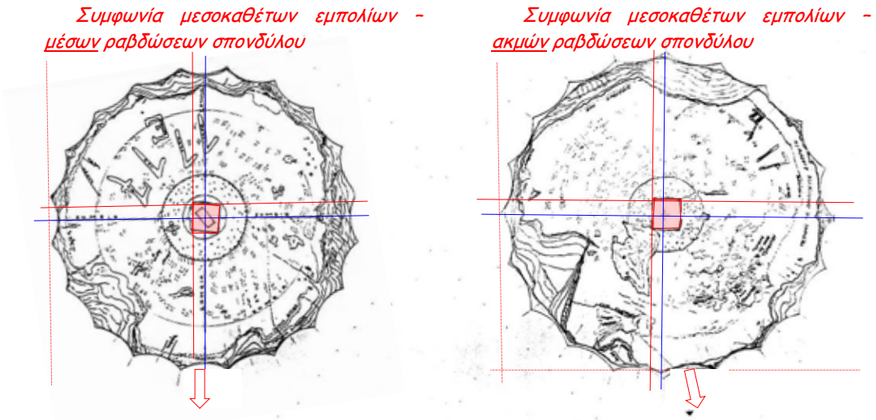
Εικ. 17. Τόρμος εμπολίου (φωτ. της συγγραφέως).

Ο τόρμος του εμπολίου είναι το κεντρικό λάξευμα κάθε σπονδύλου, το οποίο δέχεται το ξύλινο εμπόλιο, η χρήση του οποίου εξυπηρετούσε στην τοποθέτηση των σπονδύλων (Εικ. 17). Το φθαρτό υλικό του έχει διασωθεί σε ελάχιστους αδιατάρακτους έως πρόσφατα σπονδύλους (Πρόναος, Οπισθόναος). Οι τόρμοι των εμπολίων έχουν ποικίλες διαστάσεις στους σπονδύλους της βόρειας κιονοστοιχίας, από 11,5 - 14,5 εκατοστά και συνήθως οι διαστάσεις τους δεν συσχετίζονται με τη διάσταση του σπονδύλου[36]. Είναι

[36] Σε σπονδύλους της 10ης σειράς μπορεί να βρεθεί εντορμία εμπολίου πλάτους 15 εκατοστών (14163), ή εντορμία 12 εκατοστών (14151). Είναι ένδειξη της αναχρησιμοποίησης κατώτερων σπονδύλων του Προπαρθενώνα (Hill 1912, 558,

τετραγωνικής ή συνηθέστερα ορθογωνικής διατομής με βάθος 7 - 8 εκατοστά. Οι τόρμοι δεν φαίνεται να έχουν συγκεκριμένο προσανατολισμό, ούτε ακολουθούν κάποιο κανόνα στη διαφοροποίηση αυτή. Ο προσανατολισμός τους δεν συνδυάζεται με τα γεωλογικά νερά του μαρμάρου. Συναντώνται τόρμοι, οι οποίοι τέμνουν διαγώνια ή κατά τη φορά, ή υπό γωνία τις γεωλογικές στρώσεις του. Αντιστοιχία αξόνων εμπολίου-κίονα παρατηρείται μόνον στα μέλη, τα οποία είχαν *προπαρασκευή εδρών* και *προεπιλογή προσανατολισμού* πριν την τοποθέτηση, όπως τα κιονόκρανα, οι κατώτατοι και ανώτατοι σπόνδυλοι.

Σύμπτωση στον προσανατολισμό των αξόνων εμπολίων ανάμεσα στις έδρες του ίδιου σπονδύλου συναντάται σε 30 σπονδύλους από τους 60 που είχαν στοιχεία. Ο συντονισμός αυτός όμως δεν προϋποθέτει και συντονισμό με τους άξονες του κίονα, παρά μόνον σε 1 περίπτωση. Σε 9 περιπτώσεις οι άξονες του εμπολίου είναι στραμμένοι κατά 9^{o}, έτσι ώστε ο άξονας τους να περνά από την πρώτη ακμή εκατέρωθεν της βορινής ράβδωσης (π.χ. κάτω έδρα 8.11-14174) (Εικ. 18). Οι ασυμφωνίες αυτές μπορούν να επεξηγηθούν από την διαδικασία κατασκευής των σπονδύλων. Οι κάτω έδρες, ως γνωστόν, κατασκευάζονται στο έδαφος, όπου διανοίγονται οι τόρμοι των εμπολίων. Προφανώς σε αυτή τη φάση δεν επιλέγεται ο προσανατολισμός τοποθέτησης του σπονδύλου. Κατόπιν, κατά τον Κορρέ, οι σπόνδυλοι αντιστρέφονται και τοποθετούνται πάνω στον κίονα για την κατεργασία της άνω έδρας, και την αφαίρεση του υπόλοιπου μανδύα της παράπλευρης επιφάνειας. Η κατεργασία προϋποθέτει την μεταφορά των αξόνων της κάτω έδρας στην άνω για τον καθορισμό του κέντρου, όπως περίπου γίνεται και σήμερα και τέλος τη διάνοιξη του εμπολίου (Κορρές 1991, πιν. 2).



Εικ. 18. Σπόνδυλος ΒΚ 8.11 (14174) - άνω - κάτω έδρα. Σύγκριση αξόνων τόρμου εμπολίου με άξονες κίονα (αποτύπωση εδρών: Κ. Ματάλα, Α. Παπανδρόπουλος).

Κορρές 1983, 123) σε ανώτερες θέσεις στον Παρθενώνα; Πολύ συχνά πάντως συναντώνται μεγάλα εμπόλια και σε κιονόκρανα.

Η διάνοιξη όμως του άνω τόρμου του εμπολίου σε ακολουθία των αξόνων του τόρμου της κάτω έδρας (όπως συμβαίνει στις μισές των περιπτώσεων), σε συνδυασμό με την ανακολουθία των αξόνων των τόρμων των εμπολίων των δύο εδρών (στις άλλες μισές των περιπτώσεων), δημιουργεί ερωτήματα για ύπαρξη αναγκαιότητας στη συμφωνία ή όχι των αξόνων των τόρμων. Είναι πιθανό ότι, η συμφωνία, ή η διαφοροποίηση, σχετιζόταν με επιλογή των ίδιων των τεχνιτών και μπορεί να δηλώνει απλά διαφορετικές παραλλαγές στην μεταφορά των αξόνων της κάτω έδρας στην άνω σε σχέση με τη λάξευση του τόρμου (παραλληλία πλευρών τόμου με άξονες σπονδύλου, ή συμφωνία διαγωνίων τόρμου με άξονες σπονδύλου).

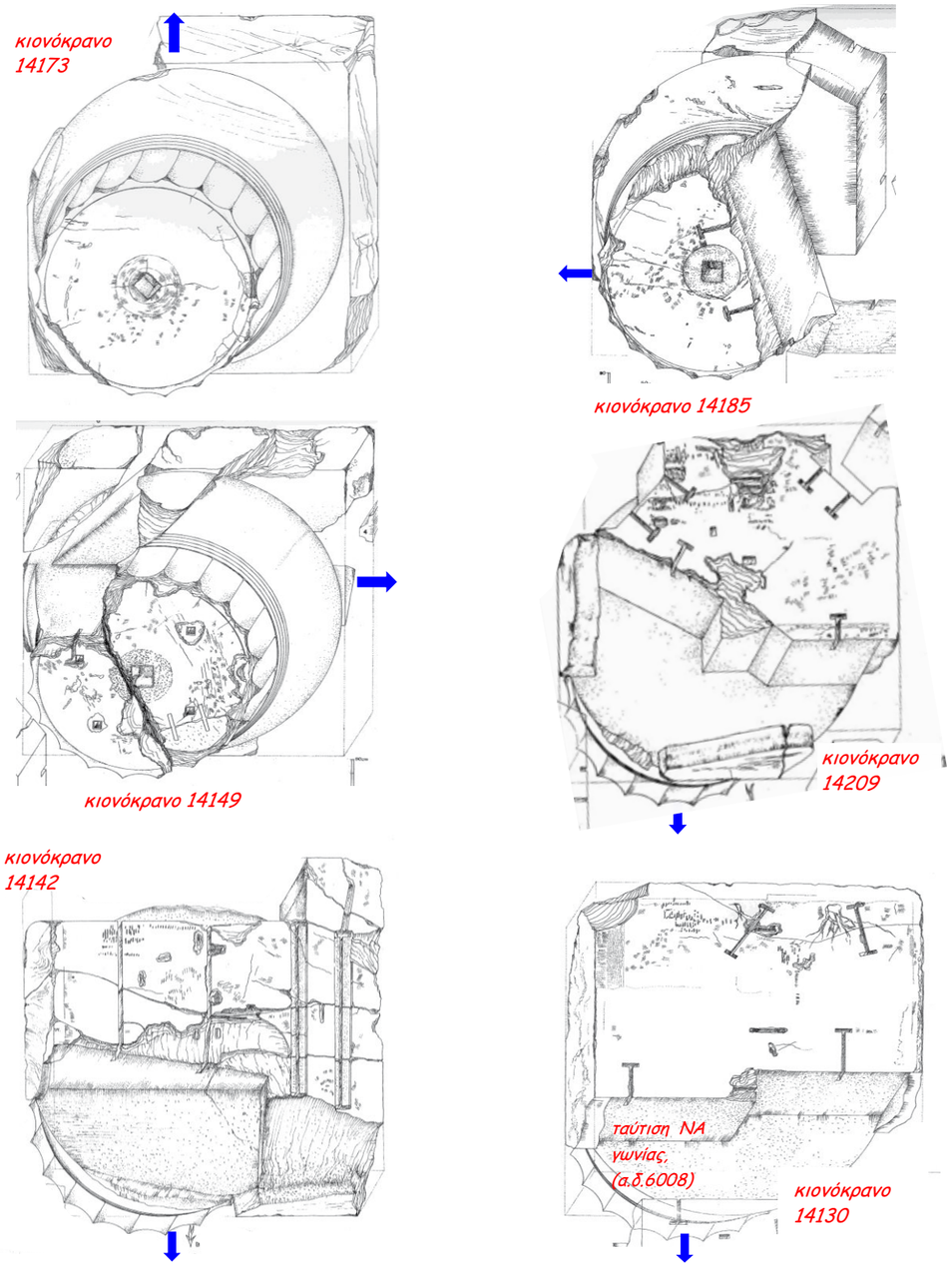
Η τοποθέτηση λοιπόν του σπονδύλου και η επιλογή του προσανατολισμού του, πάνω στον κίονα, δεν συνδυαζόταν με τη λάξευση του τόρμου του εμπολίου, είτε γιατί η λάξευση αυτή προϋπήρχε της τοποθέτησης στον κίονα (κάτω έδρα), είτε γιατί η λάξευση της πάνω στον κίονα ακολουθούσε κατασκευαστικά στοιχεία του ίδιου σπονδύλου (άξονες κάτω έδρας) και όχι του κίονα ή του κτηρίου[37]. Η συμφωνία δε των αξόνων, στις ειδικές περιπτώσεις των κιονοκράνων, και των ακραίων σπονδύλων των κιόνων οφείλεται στον προκαθορισμό των αξόνων αυτών των μελών κατά την προκατασκευή τους εκτός κίονος με και άρα στην ευκολία συμφωνίας του τόρμου των εμπολίων τους με αυτούς.

5. Κιονόκρανα

Τα κιονόκρανα της βόρειας κιονοστοιχίας παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις στα πλάτη των αβάκων (διαφορά μέχρι 4,45 εκατοστά), αλλά και στα ύψη τους, που φτάνει τα 3,5 χιλιοστά. Οι διαφορές των ύψών, εμφανίζονται όχι μόνο στον άβακα (διαφορές ύψους έως και 3 χιλιοστά), αλλά και στο υπόλοιπο τμήμα των κιονοκράνων, κυρίως στο ύψος του εχίνου (διαφορές ύψους έως και 3,5 χιλιοστά). Το 5ο κιονόκρανο (14173) είναι πολύ μεγαλύτερο από τα υπόλοιπα 205,65 χ 204,6, ενώ οι διαστάσεις των υπολοίπων κυμάινονται από 202,1 - 200,8 (Εικ. 19).

Δεν υπάρχει αντιστοιχία των επιμέρους μερών με το συνολικό ύψος του κιονοκράνου, δηλαδή τον ψηλότερο εχίνο τον παρουσιάζει το 10ο κιονόκρανο (14142), ενώ το ψηλότερο κιονόκρανο είναι το 6ο (14185). Επίσης δεν υπάρχει αντιστοιχία ύψους κιονοκράνου με πλάτος άβακα, δηλαδή το 5ο κιονόκρανο (14173), με πλάτος άβακα 204,65, είναι από τα χαμηλότερα κιονόκρανα. Τα ψηλότερα κιονόκρανα πάντως τοποθετούνται στο ανατολικό τμήμα του μνημείου, δηλαδή στο ανατολικό τμήμα της καμπύλης του στυλοβάτη. Τα δύο κιονόκρανα δυτικότερα του μέσου στον 10ο και 11ο κίονα έχουν σχετικά χαμηλότερο ύψος. Τα κιονόκρανα όμως, παρουσιάζουν ελάχιστες διαφορές ύψους στις

[37] Ο Κορρές διερευνώντας ανάλογα παραδείγματα από τον Πρόναο του Παρθενώνα διαπίστωσε επίσης ότι στους περισσότερους σπόνδυλους, οι άξονες των δύο εδρών, παρόλο που είναι ομοίως προσανατολισμένοι, διέρχονται από τυχαία σημεία της περιμέτρου (Κορρές 1991, 60).



Εικ. 19. Κιονόκρανα της βόρειας κιονοστοιχίας (αξονομετρικά σχέδια της συγγραφέως, 2002).

τέσσερεις πλευρές τους, της τάξεως των 4-8/10 του χιλιοστού. Δηλαδή, η άνω έδρα του κιονοκράνου παρουσιάζει, καθ' υπερβολή, *πυραμιδοειδή μορφή* με κλίσεις προς τις προσόψεις του, αλλά και προς τις γωνίες του άβακα. Η βορινή διάσταση είναι η μεγαλύτερη, ενώ η νότια η μικρότερη. Στα ανατολικότερα κιονόκρανα, παρουσιάζονται μεγαλύτερα ύψη στο ανατολικό τους τμήμα, ενώ στα δυτικά στο δυτικό.

Οι ελάχιστες αυτές διαφορές των υψών ερμηνεύονται ως *τελικές διορθώσεις* κατά τη μεταφορά της κλίσης του στυλοβάτη στο θριγκό, κατά την υποδοχή δηλαδή, των υπερκείμενων επιστυλίων. Τα τελικά ύψη των κιόνων είναι σταθερά, ώστε να μεταφέρουν αμιγώς την καμπυλότητα του στυλοβάτη στο θριγκό. Οι διαφοροποιήσεις των υψών των κιονοκράνων εξυπηρετούν την επίτευξη του επιθυμητού ύψους του κίονα και πιθανότατα η ολοκλήρωση αυτή γινόταν όντως με επιτόπια κατεργασία των αβάκων (Ορλάνδος 1977, 193).

Διαφορές όμως παρατηρούνται και στην προεξοχή του άβακα από τον εχίνο ακόμα και στο ίδιο κιονόκρανο. Παρόλο που ο εχίνος αποδεικνύεται ότι είναι κυκλικός[38], οι άβακες σε κάτοψη δεν είναι τετράγωνοι, αλλά συνήθως ορθογώνιοι. Οι διαφορές συνήθως είναι ελάχιστων χιλιοστομέτρων. Ενώ οι εχίνοι έχουν παρόμοιες διαστάσεις (198 -198,4 εκ.), η διαφορά των αβάκων επηρεάζει την απόσταση του εχίνου από την πρόσοψη του άβακα. Συνήθως η απόσταση από το πρόσωπο του άβακα είναι 1,8 εκ., με ελάχιστες αυξομειώσεις, ανάλογα με την αυξομείωση του άβακα.

Σον 5^{ο} και 6^{ο} κίονα αποδεικνύεται ότι η μεγάλη διάσταση του ενός κιονοκράνου επηρεάζει αντίστροφα τη διάσταση του άβακα του επόμενου, ώστε να κρατηθεί σταθερό το μεσοδιάστημα μεταξύ των κιονοκράνων. Το μεν 5^{ο} κιονόκρανο (14173) είναι το μεγαλύτερο (205,65 εκ.), το δε 6^{ο} (14185), το στενότερο της βόρειας πλευράς (201.1εκ.). Ο εχίνος του 5^{ου} κιονοκράνου δεν είναι κυκλικός, ενώ η διάμετρος του φτάνει τα 201.3 εκ. Λόγω της χρήσης ενός τόσο μεγάλου κιονοκράνου, η μείωση του άβακα του 6^{ου} κιονοκράνου κατά 6 χιλιοστά στην ανατολική μόνο πλευρά (προεξοχή 1,2, αντί 1,8), μπορεί να σχετίζεται με την επίτευξη της επιθυμητής απόστασης των κιονοκράνων του 5^{ου} μετακιονίου, η οποία παρατηρείται σταθερή σε όλα τα μετακιόνια περίπου στα 228 - 229 εκατοστά, σε συνδυασμό με τη χρήση ενός από τα μεγαλύτερα επιστύλια (14081: 431,1εκ.).

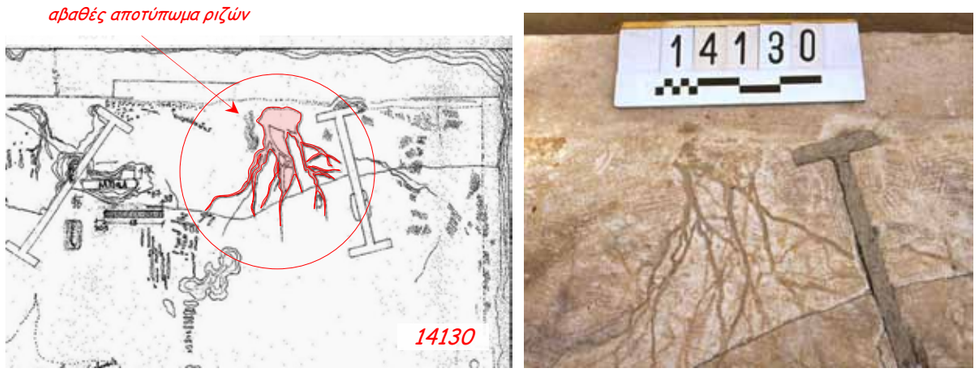
Μια άλλη παρατήρηση, η οποία αξίζει επισήμανσης είναι ότι οι κατώτερες επιφάνειες των αβάκων δεν είναι ευθείες, αλλά κυρτές καμπύλες με κλίση προς τα άνω. Δηλαδή οι *γωνίες* των αβάκων παρουσιάζουν, στην άνω τους έδρα, μια ελαφριά κλίση προς τα κάτω (λόγω της προσαρμογής των επιστυλίων), αλλά και στην κάτω πλευρά τους μικρή κλίση προς τα άνω, Οι κλίσεις ξεκινούν από το μέσον της κάτω επιφάνειας του άβακα και καταλήγουν στις γωνίες. Η διαφορά αυτή παρατηρείται σε όλες τις διατηρούμενες γωνίες των κιονοκράνων και πρόκειται για μία διαφορά 1,5 - 2 χιλιοστά. Ο

[38] Κατά τον Penrose δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ήταν κατασκευασμένα σε τόρνο (Penrose 1888, 48, σημ.1), θεωρία που ο Ορλάνδος αμφισβητεί (Ορλάνδος 1977, 191).

άβακας δηλαδή είναι πλατύτερος στο μέσον κάθε πλευράς του. Η διαφορά του όμως δεν οφείλεται στην πυραμιδοειδή άνω έδρα του κιονοκράνου, αλλά προέρχεται από την ιδιαίτερη λάξευση της κάτω επιφάνειας του άβακα. Εάν όλες οι εκλεπτύνσεις του Παρθενώνα έχουν αισθητική αιτιότητα, η συγκεκριμένη ιδιαιτερότητα, δεν μπορεί παρά να ακολουθεί τον αυτό κανόνα. Πρόκειται δηλαδή για μία ακόμα *διόρθωση* στην τελική εμφάνιση του κιονοκράνου και η γράφουσα θα την ενέτασσε στον κατάλογο των ελασσόνων εκλεπτύνσεων του κτηρίου.

6. Κριτήρια γειτνίασης από την ιστορία και τη …φυτολογία

Τα αρχαιολογικά δεδομένα όπως η κυψελοειδής διάβρωση που παρουσιάζουν όλες οι ανώτερες επιφάνειες των γείσων, δείχνουν εκτεταμένη έκθεση στις καιρικές συνθήκες και αποτελούν μία ακόμα επιβεβαίωση για τη μη στέγαση του περιμετρικού πτερού κατά τους αιώνες μετά την αρχαία πυρκαγιά. (Κορρές 1994, 145). Λόγω της έκθεσης λοιπόν της περιοχής αυτής στα καιρικά φαινόμενα, οι επικαθήσεις φερτών υλικών μέσω του αέρα θα διευκόλυναν την ανάπτυξη *χλωρίδας* ανάμεσα στους αρμούς των μελών του θριγκού. Οι διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες της Αττικής κατά την αρχαιότητα, με τα πολύ μεγαλύτερα ποσοστά υγρασίας και άρα το διαφορετικό μικροκλίμα συντελούσε σίγουρα σε πλούσια βιολογική ανάπτυξη[39].



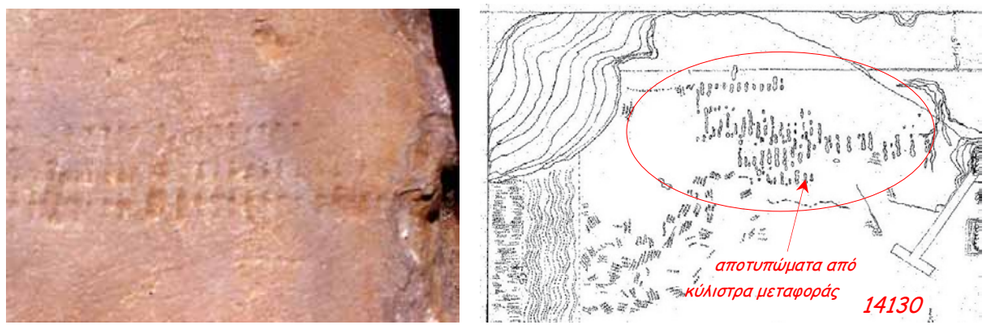
Εικ. 20. Ίχνη ριζών (σχέδιο - φωτ. της συγγραφέως, 2004).

Ο απρόσκοπτος ηλιασμός των *νότιων περιοχών* του θριγκού θα βοήθησε στην ιδιαίτερη ανάπτυξη φυτών στις περιοχές εδράσεως των πλίνθων του επιστυλίου στα κιονόκρανα. Η εισχώρηση του ριζικού συστήματος των φυτών σε αρκετό βάθος στους οριζόντιους αρμούς, προκάλεσε ελάχιστη

[39] Το γεγονός αυτό παρατηρείται, ακόμα και σήμερα, στα αναστηλωμένα τμήματα από την ΥΣΜΑ, π.χ. στο ΝΑ θριγκό, πράγμα που δείχνει την ταχύτητα ανάπτυξης των φυτών μέσα σε μια δεκαετία ακόμα και σε ξηρότερες κλιματολογικές συνθήκες από ότι αυτών της αρχαιότητας.

διεύρυνση (*μηχανική δράση*) αλλά κυρίως διάβρωση του ασβεστολιθικού υλικού (*χημική δράση*), του μαρμάρου δηλαδή των επιστυλίων και κιονοκράνων[40].

Η σταδιακή και διαρκής δράση των ριζών είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία βαθύνσεων στις επιφάνειες των μελών στο σχήμα και την έκταση των ριζών. Τα αβαθή αυτά αυλάκια, τα οποία είναι ουσιαστικά το *κοίλο αποτύπωμα* των ριζών, δημιουργούνται συγχρόνως και στις δύο επιφάνειες επαφής των μελών εκατέρωθεν του αρμού, μέσα στον οποίο αναπτύσσεται το ριζικό σύστημα του φυτού (Εικ. 20). Η διαδικασία σχηματισμού των αβαθών αποτυπωμάτων των ριζών υπονοεί μακροβιότητα των φυτών πάνω στο μνημείο, χωρίς διατάραξη. Τέτοια φυτά θα εναλλάσσονταν, στα ανώτερα, απρόσιτα μέρη του θριγκού για περισσότερο από 12 αιώνες, από την υστερορωμαϊκή πυρκαγιά έως την έκρηξη του 1687 και την κατάρρευση του τμήματος αυτού του θριγκού.



Εικ. 21. Ίχνη κυλίστρων (φωτ. - σχέδιο της συγγραφέως, 2004).

Όλες σχεδόν οι εσωτερικές και μεσαίες πλίνθοι του επιστυλίου της βόρειας κιονοστοιχίας, αλλά όχι οι εξωτερικές βόρειες πλινθίδες, φέρουν σαφή τέτοια ίχνη στην κάτω έδρα τους, στα τμήματα έδρασης τους στα κιονόκρανα. Ιδιαίτερη συγκέντρωση παρατηρείται στα δυτικότερα επιστύλια. Οι εξωτερικές πλίνθοι των επιστυλίων με τον βόρειο προσανατολισμό τους δεν βοηθούσαν στην ανάπτυξη χλωρίδας. Τα αβαθή αποτυπώματα μας δίνουν σαφή στοιχεία γειτνιάσεων ανάμεσα σε κιονόκρανα και τις υπερκείμενες πλίνθους τους, γειτνιάσεις, οι οποίες αποδεικνύονται με την ταύτιση πλέον των αποτυπωμάτων των ριζών με αντιστροφή[41].

[40] Οι ρίζες κατά την μεταβολική διαδικασία απελευθερώνουν ανόργανα και οργανικά οξέα σε ποσότητες. Καθώς τα οξέα αυτά είναι ασταθή (γαλακτικό οξύ) έχουν άμεση δράση στα συστατικά του περιβάλλοντος με το οποίο έρχονται σε επαφή, στην προκειμένη περίπτωση με το βασικό συστατικό του μαρμάρου, το ανθρακικό ασβέστιο, το οποίο μεταλλάσσουν, δημιουργώντας μόνιμες αλλοιώσεις στο υλικό (Caneva-Nugari-Salvatori 1991, 28, 99).

[41] Την ερμηνεία ως κριτήριου γειτνίασης του συγκεκριμένου, αλλά και την επεξήγηση του επόμενου, μου τα υπέδειξε το 2002 ο Μ. Κορρές. Τον ευχαριστώ.

Ένα ακόμα κριτήριο εύρεσης γειτνιάσεων, το οποίο αφορά επίσης σε ιστορικά ίχνη πάνω στις επιφάνειες των κιονοκράνων και των επιστυλίων αφορά στα ίχνη από *μεταλλικά βύσματα*, τα οποία χρησίμευαν για την ευκολότερη κύλιση των πλίνθων των επιστυλίων πάνω στα κιονόκρανα κατά την κατασκευή του κτηρίου. Τα ίχνη αυτά είναι ουσιαστικά η *ανάγλυφη αποτύπωση* στο μάρμαρο της *διαδικασίας καταστροφής* του μεταλλικού κυλίστρου, όταν αυτό χάνει, λόγω του βάρους, την αρχική κυλινδρική του μορφή, συμπιέζεται και έτσι κατά την κύλιση γδέρνει με πανομοιότυπο τρόπο τον υπερκείμενο και υποκείμενο λίθο, στην προκειμένη περίπτωση, το επιστύλιο και το κιονόκρανο (Εικ. 21). Λόγω της κίνησης του προς τοποθέτηση μέλους, το ίχνος του δεν συναντάται στην ίδια θέση, αλλά είναι ακριβώς συνεχόμενο του ίχνους του υποκειμένου, δηλαδή εκεί που τελειώνει το ένα, αρχίζει το άλλο. Δεν είναι σίγουρο εάν αυτή η συγκεκριμένη κύλιση, που έχει αποτυπωθεί στα μέλη, έχει γίνει κατά την τελική τοποθέτηση ή σε μία από τις δοκιμαστικές. Από τα ίχνη συμπεραίνεται ότι τα κύλιστρα ήταν διαμέτρου 2,5εκ. και μήκους περίπου 20 - 25εκ.

Είναι ενδιαφέρον ότι ίχνη από κύλιστρα διακρίνουμε μόνο στα *ΝΔ τμήματα* των αβάκων των κιονοκράνων και στις κάτω έδρες των δυτικών άκρων των *νοτίων πλίνθων* των επιστυλίων. Μόνο στο κιονόκρανο 14173 διακρίνουμε ίχνη από κύλιστρα και στη μεσαία περιοχή (θα αναζητούσαμε πλίνθο με ανάλογα ίχνη στο ανατολικό άκρο της). Τα κύλιστρα τοποθετούνταν στο κιονόκρανο που καταρχήν *δεχόταν* την νότια πλίνθο, δηλ. το *δυτικότερο* (κατεύθυνση τοποθέτησης πλίνθου: προς τα δυτικά), ενώ σε τρεις περιπτώσεις (στο ΒΚΚ3, 14173, 14209) συναντάμε ίχνη και στο ανατολικότερο κιονόκρανο. Στο ΒΚΚ3 έχουμε την καταφραγή των εσωτερικών πλίνθων, οπότε τα ίχνη των κυλίνδρων, που παρατηρούνται και εκεί, θα πρέπει να συσχετιστούν με *δοκιμαστική τοποθέτηση* (Λαμπρινού 2005, 82).

7. Χρόνος κατασκευής

Είναι γνωστό από τις οικοδομικές επιγραφές αρχαίων μνημείων, αλλά και τα ημιτελή παραδείγματα μνημείων, όπως ο ναός στη Σεγέστα της Σικελίας ή ο ναός στο Ραμνούντα, αλλά και της Ακρόπολης, ότι η τελική *κατάξεση* των ραβδώσεων των κιόνων γινόταν μετά την τοποθέτηση των σπονδύλων και την ολοκλήρωση του κίονα και ίσως ήταν από τις τελευταίες εργασίες ολοκλήρωσης του ναού. Κατά την οικοδομική επιγραφή του Παρθενώνα (IG I 300-311/327, Dinsmoor 1913, 1923) η εργασία της κατάξεσης των κιόνων πρέπει να άρχισε το νωρίτερο το 444/3, όταν καταγράφεται ότι αγοράστηκε ξυλεία για σκαλωσιές, δηλαδή στον 4^{ο} χρόνο της κατασκευής του μνημείου και φαίνεται ότι ολοκληρώθηκε κατά τον 6ο χρόνο της κατασκευής του, δηλαδή το 442 / 41 εφόσον στην επιγραφή

αναφέρεται η αποπληρωμή της εργασίας, άρα η όλη εργασία θα πρέπει να διήρκεσε 3 χρόνια[42]. Στην οικοδομική επιγραφή του Ερεχθείου (408/9) αναφέρεται ότι η κατάξεση του κάθε κίονα γινόταν από ένα συνεργείο 4-5 τεχνιτών, οι οποίοι δούλευαν συγχρόνως σε όλες τις πλευρές του κίονα (I.G. I2. 373 f, Burford 1963, 33). Εάν οι κίονες του Παρθενώνα φτάνουν τους 108[43] (αποτελούνται από 886 σπονδύλους, ή 15,800 χιλιόμετρα ραβδώσεων), για να επιτευχθεί σε τρία έτη η, επί του μνημείου, κατάξεση του τελευταίου μανδύα απέργου και η λάξευση των ραβδώσεων, θα έπρεπε *κάθε μήνα* να ολοκληρώνονται περίπου 2,3 κίονες, ή 25 σπόνδυλοι, ή 439 μέτρα ραβδώσεων.

Στην *περίσταση* του Παρθενώνα κάθε κίονας έχει 190 μέτρα ραβδώσεων[44]. Όπως ήδη αναφέρθηκε, φαίνεται πιθανό ότι, το κάθε συνεργείο τεχνιτών της περίστασης να αναλάμβανε την κατασκευή και κατάξεση δύο γειτονικών κιόνων. Αυτό θα μπορούσε να σημαίνει ότι απασχολήθηκαν στην κατάξεση των ραβδώσεων της περίστασης 23 συνεργεία τεχνιτών (2 χ 23 = 46). Εάν απασχολούνταν σε κάθε κίονα, δουλεύοντας περιμετρικά, έως και 7 τεχνίτες[45], το σύνολο των απασχολούμενων τεχνιτών θα έφτανε τον αριθμό 161[46].

Έτσι, κάθε μήνα, ο κάθε τεχνίτης θα απολάξευε 439/161 = 2,73 μέτρα ραβδώσεων (περίπου 1/6 σπονδύλου). Σε ένα μήνα το συνεργείο θα τελείωνε περίπου ένα σπόνδυλο. Άρα, *κάθε μέρα* (μήνας 30 ημερών, ~12ωρη εργασία/μέρα) θα κατασκεύαζε περίπου 9 εκατοστά ράβδωσης από το επίπεδο του μανδύα έως της τελική επιφάνεια. Το μέγεθος αυτό είναι πιθανό, εάν αναλογιστούμε ότι όλη η διαδικασία γινόταν χειροποίητα με τα μέσα της εποχής και, εάν το συγκρίνουμε με τη σημερινή απόδοση των τεχνιτών με συνδυασμό μηχανικής και χειροποίητης κατεργασίας (5 εκ./μέρα)[47]. Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς οι κίονες της περίστασης θα ολοκληρώθηκαν σε λιγότερο από 2 χρόνια, με ρυθμό κατάξεσης περίπου ενός κίονα για κάθε συνεργείο ανά έτος[48]. Είναι ενδιαφέρον ότι, ο Κορρές, υπολογίζοντας λεπτομερώς κάθε οικοδομική εργασία για την κατασκευή και κατάξεση του κίονα υπολογίζει ότι η κατάξεση του πλήρους κίονα με το κιονόκρανο χρειαζόταν 9500 ώρες εργασίας με 2-4 τεχνίτες[49], ενώ μόνο για τον κορμό χωρίς το κιονόκρανο υπολόγισε ότι χρειάζονταν 7800 ώρες (Κορρές 1991, 97). Εάν όντως η ημερήσια εργασία ήταν 12ωρη και οι τεχνίτες εργάζονταν 300 ημέρες / έτος, τότε 2-4 τεχνίτες θα χρειάζονταν περισσότερο από 2 χρόνια για την κατάξεση ενός κίονα. Εάν όμως αυξηθεί, ή ακόμα και διπλασιαστεί ο αριθμός των εργατών, τότε η κατάξεση του κορμού ενός κίονα θα μπορούσε να ολοκληρωθεί σε ένα χρόνο, όπως υπολογίσαμε παραπάνω.

[42] Ο Dinsmoor αρχικά τοποθετεί τη ολοκλήρωση της λάξευσης των ραβδώσεων και την αποπληρωμή των τεχνιτών στον 7ο χρόνο δηλαδή στο 441/440 (Dinsmoor 1913, 78), αλλά αργότερα την μεταφέρει στον 6ο χρόνο 442/1 (Dinsmoor 1923, 243) , ενώ η A. Burford στον 9ο χρόνο, δηλαδή στο 439/8 (Burford 1963, 31). Η οικοδομική επιγραφή του Παρθενώνα είναι εξαιρετικά αποσπασματική και ουσιαστικά δεν σώζει την αντίστοιχη πληροφορία, η οποία συμπεραίνεται από τα συμφραζόμενα.

[43] Σύνολο 46 κίονες περίστασης, 12 κίονες προστάσεων, 4 κίονες Οπισθονάου, 46 κίονες εσωτερικής κιονοστοιχίας Φυσικά η διαφορά μεγεθών των κιόνων της περίστασης με αυτούς της εσωτερικής κιονοστοιχίας θα διαφοροποιούσε αισθητά το χρόνο κατεργασίας τους.

[44] Ύψος κορμού κίονα 9,57 μέτρα, από τα οποία περίπου 7-10 εκατοστά της βάσης του ήταν προκατασκευασμένα, άρα 9,5 Χ 20 = 190 μέτρα.

[45] Εάν ένας τεχνίτης χρειάζεται περίπου 70-80 εκ. για να εργαστεί με τα παραδοσιακά εργαλεία κατάξεσης, τότε στην περιφέρεια ενός κίονα, στο ανώτατο τμήμα του, που είναι και το μικρότερο, θα μπορούσαν να εργαστούν περιμετρικά το πολύ 6 άτομα. Όσο η κατάξεση κατέβαινε προς τα κάτω, η περιφέρεια γινόταν ευρύτερη και στα κατώτερα τμήματα θα μπορούσαν να εργαστούν άνετα έως και 8 άτομα. Άρα ένας μέσος όρος 7 ατόμων ανά κίονα δεν είναι παράλογος, εφόσον δεχτούμε ότι δουλεύανε σε ένα επίπεδο μόνο. Εάν δουλεύανε σε δύο επίπεδα όμως, με διαφορετική δουλειά στο καθένα (χοντρή κατάξεση το κατώτερο, λεπτή κατάξεση το ανώτερο για ευνόητους λόγους), τότε τα άτομα σε κάθε κίονα θα μπορούσαν να διπλασιαστούν και η ημερήσια κατάξεση για κάθε άτομο να υποδιπλασιαστεί. Ο συνολικός χρόνος κατάξεσης θα μπορούσε να μειωθεί με την αλληλοεπικάλυψη των εργασιών και τον συντονισμό των ενεργειών.

[46] Η Burford τους υπολογίζει σε 200 (Burford 1963, 34) και ο Κορρές επίσης αναφέρει το αυτό νούμερο (Κορρές 1996, 13).

[47] Ο σημερινός ρυθμός κατάξεσης των ραβδώσεων της βόρειας περίστασης: 235 μέτρα ραβδώσεων έχουν λαξευτεί σε 24 μήνες δηλαδή 9,8 μέτρα το μήνα από 10 τεχνίτες (ΜΟ απασχολούμενων τεχνιτών) είναι περίπου 1 μέτρο το μήνα από κάθε τεχνίτη, δηλαδή 5 εκατοστά τη μέρα (μήνας ~20 ημερών, ~5ωρη εργασία) (Λ. Λαμπρινού: "Εξαμηνιαίες απογραφές τελικής λάξευσης ραβδώσεων στη βόρεια κιονοστοιχία", αδημοσίευτη αναφορά ΥΣΜΑ, 9-1-2013). Να σημειωθεί όμως ότι πρόκειται για τελική κατεργασία, η οποία αφορά στην αφαίρεση του τελικού απέργου των τελευταίων χιλιοστών των ραβδώσεων, εφόσον το αρχικό άπεργο έχει αφαιρεθεί με μηχανικό κόφτη. Επίσης, θα πρέπει να συνυπολογίζεται η συντόμευση του χρόνου κατεργασίας, λόγω της βοηθητικής χρήση ηλεκτρικών κοφτών ακόμα και στην τελική αφαίρεση του απέργου.

[48] Εργάσιμες ημέρες κάθε έτους περίπου 300 (Burford 1963, 34).

[49] Ο Κορρές θεωρεί τον αριθμό τω τεσσάρων εργατών ως τον εργονομικότερο, άρα και μακροπρόθεσμα οικονομικότερο (Κορρές 1991, 111).

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ζάμπας 2002 — Ζάμπα, Κ. *Οι Εκλεπτύνσεις των κιόνων του Παρθενώνα*, Αθήνα 2002.

Ζάμπας 2002Β — Ζάμπα, Κ. *Μελέτη Δομικής Αποκατάστασης Βόρειας Όψης Παρθενώνα*, Αθήνα 2002.

Βιτρούβιος I-V — Βιτρουβίου, *Περί Αρχιτεκτονικής*, I-V, Μετφρ. Π. Λέφας, Αθήνα 1999.

Κορρές 1991 — Κορρέ, Μ. *Συμβολή στην Οικοδομική Μελέτη των Αρχαίων Κιόνων*, Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Αθήναι, 1991.

Κορρές 1994 — Κορρές, Μ. "Η αρχιτεκτονική του Παρθενώνος", στο *Ο Παρθενώνας και η ακτινοβολία του στα νεώτερα χρόνια*, επιμ. Π. Τουρνικιώτης, Αθήνα 1994, 55 - 97.

Κορρές 1996 — Κορρές, Μ., Πανέτσος, Γ.Α., Seki, T., *Ο Παρθενών, Αρχιτεκτονική και Συντήρηση*, Αθήνα 1996.

Λαμπρινού 2002 — Λαμπρινού, Λ. "Ο θριγκός της βόρειας Όψης του Παρθενώνα: ταύτιση μελών και ανατοποθέτηση κιονοκράνων και επιστυλίων", στα *Πρακτικά 5η διεθνούς Συνάντησης για την Αποκατάσταση των Μνημείων Ακροπόλεως*, Αθήνα 4-6.10.2002, 195-208.

Λαμπρινού 2005 — Λαμπρινού, Ε. *Αναδιάταξη Μελών Βόρειας Κιονοστοιχίας: Κίονες, Κιονόκρανα, Επιστύλια*, Αδημοσίευτη μελέτη ΥΣΜΑ, Αθήνα, Νοέμβριος 2005.

Μαλλούχου 1998 — Μαλλούχου, Φ. *Οι Αναστηλώσεις των Αρχαίων Μνημείων στη Νεώτερη Ελλάδα*, Αθήνα 1998.

Μπαλάνος 1940 — Μπαλάνος, Ν. *Η Αναστήλωση των Μνημείων Ακροπόλεως*, Αθήναι 1940.

Ορλάνδος 1977 — Ορλάνδος, Α. *Η Αρχιτεκτονική του Παρθενώνος*, Αθήναι 1977.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Burford 1963 — Burford, A. "Building at Segesta", *The Classical Quarterly, N*ew Series, Vol. 11, No 1 (May, 1961), 87 - 93.

Burford 1963 — Burford, A. "The builders of the Parthenon", *Greece & Rome*, Second Series, Vol. 10, Supplement: Parthenos & Parthenon (1963), 23-35.

Caneva-Nugari-Salvatori 1991 — Caneva, G., Nugari, M. P., Salvatori, O. *Biology in the Conservation of Works of Art*, Rome 1991.

Choisy 1909/1971 — Choisy, A. *Vitruve II*, Paris 1909, reprint 1971.

Dinsmoor 1913 — Dinsmoor, W. B. "Building Accounts I. The Parthenon", *AJA*, Vol. 17, No. 1 (Jan. - Mar. 1913), 53 - 80.

Dinsmoor 1921 — Dinsmoor, W. B. "Building Accounts V. Supplementary Notes", *AJA*, Vol.25, No. 3 (Jul. - Sep., 1921), 233 - 247.

Dinsmoor 1927/1952 — Dinsmoor, W. B. *The architecture of Ancient Greece*, London 1927.

Haselberger 1999 — Haselberger, L. "Old Issues, New Research, Latest Discoveries: Curvature and other Classical Refinements", in *Appearance and Essence*, Philadelphia 1999, 1 -56.

Korres 1994 — Korres, M. "Der Plan des Parthenon", *Mitteilungen des Deutschen Archaologischen Instituts*, Athenische Abteilung, 109 [1994], 53-120.

Korres 1999 — Korres, M. "Refinement of Refinements", in *Appearance and Essence*, Philadelphia 1999, 79 - 104.

Pakkanen 1997 — Pakkanen, J. "Entasis in Fourth-Century BC Doric Buildings in the Peloponnese and Delphi", *ABSA*, Vol. 92 (1997), 323-344.

Pakkanen 1998 — Pakkanen, J. *The Temple of Athena Alea at Tegea, A Reconstruction of the Peristyle Column*, Helsinki 1998.

Penrose 1888 — Penrose, F. C. *An Investigation of the Principles of Athenian Architecture*, London 1851/1888.

Seybold 1999 — Seybold, H. "The Mathematic Basis for the Evaluation of Curvatures", in *Appearance and Essence*, Philadelphia 1999, 105-112.

Senseney 2011 — Senseney, J. R. *The Art of Building in the Classical World*, Cambridge 2011.

Stevens 1924 — Stevens, G. "Entasis of Roman Columns" in *Memoirs of the American Academy in Rome*, Vol. 4 (1924), 121-152.

Wilson Jones 1999 — Wilson Jones, M. The Practicalities of Roman Entasis", in *Appearance and Essence*, Philadelphia 1999, 225 - 249.

Wilson Jones 2000 — Wilson Jones, M. *Principles of Roman Architecture*, N. Haven / London 1999.

4.3.1.2. STUDY OF THE COLUMNS AND ARCHITRAVES OF THE NORTH COLONNADE - NEW OBSERVATIONS

Lena Lambrinou

Architect-Engineer, Archaeologist, MA University of York, Acropolis Restoration Service

Abstract

New observations regarding the north colonnade are presented based on evidence that emerged during the measuring of the disassembled architectural members of the colonnade. Some of these observations constitute new adjacency criteria useful for discovering the original positions of the disassembled members, while others can help to increase our knowledge concerning the original construction procedure and the relationship between planning and implementation.

Presented initially are observations on the form of the entasis and the slight variations that exist in the circumferential diameters of the column drums, as indicated by the deepest point of the flutes, which constitute a new criterion for discovering the original adjacencies of the drums.

The form of the floor of the north pteron, as well as this form's connection to the slight deviations observed on the axes of the faces of the column drums, are also examined. Observations on the form of the surface of the stylobate under the columns and on the utility of the etched circles found at the base of the columns are then presented, while the differential forms of treatment evident on the undersurfaces of the columns are explained through the identification of distinct craftsmanship attributable to different stonemasons.

Also under consideration is the relationship between the axes of the tenons of the empolia to the axes of the columns and to the orientation of the building. It is established that the position of these axes is associated rather to the process of their construction than to a hypothetical norm according to orientation.

The curved underside of the abaci of the column capitals is herein classified as belonging to the range of subtle refinements made to the Parthenon, whereas, by contrast, their pyramidal upper face owes its form to the treatment it received during construction--by virtue of the formulation of the curvature of the entablature and the joining of the overlying architraves.

One of the new proposed criteriaconcerning the adjacency of architectural members which is of historical character has to do with the exposure to the elements of parts of the building. This exposure led to the creation of conditions conducive to the emergence and long-term existence of plant life within the bedding of the architraves on top of the column capitals, which left distinctive root patterns on adjacent members. A further adjacency criterion has to do with the construction procedure for the setting of the architraves on top of the column capitals, which left tool patterns on adjacent surfaces.

Finally, a chronological approximation for the original construction of the columns of the peristasis is attempted through a combination of information garnered from the original construction inscriptions, but also through contemporary knowledge of the present-day procedure and requirements for the chiseling of similar columns.

List of Figures

Fig. 1. Measuring the diameters of the 4th column drum of the 9th column (Drawing of faces: K. Matala, A Papandropoulos 2004 ; front side: K. Zambas, T. Skari, 1997).

Fig. 2. The Temple of Apollo at Didyma (Haselberger 1999, 29).

Fig. 3. Creation of the entasis in two possible ways by J.R Fäsch, 1782 (Haselberger 1999, 27).

Fig. 4. Entasis according to Choisy (Choisy 1909, pl 34, fig 1) and Stevens (Stevens 1924, 149, fig 22).

Fig. 5. Fractures in the profile of a column from the Parthenon (Drawing: L. Lambrinou).

Fig. 6. Transverse tilt of the column towards the interior of the building (Zambas 2002B, 107).

Fig. 7. Honeycomb-patterned weathering (Photo: L. Lambrinou).

Fig. 8. Traces of roofing for annexes on adjasent column drums (Photo: L. Lambrinou).

Fig. 9. Stylobate curve: construction of curve with impares scamilli according to Choisy (Choisy 1909, pl. 34.2) and according to Haselberger - Seybold (Haselberger 1999, 55); measuring of the curvature of the northern stylobate of the Parthenon according to Stevens (Stevens 1943, 137, fig. 1).

Fig. 10. Schematic representation of the curvature of the floor of the Parthenon (Orlandos 1977, 125).

Fig. 11. Stylobate of the 5th column, after its removal (Sketch: L. Lambrinou).

Fig. 12. Stylobate of the 5th column, after its removal (Sketch: L. Lambrinou).

Fig. 13. Treatment of the stylobate (Photo: L. Lambrinou).

Fig. 14. Bottom face of the 9th column - rings indicate different treatment (Photo: A. Papandropoulos).

Fig. 15. Bottom faces of lowermost column drums (Drawing: K. Matala, A. Papandropoulos, K. Paraschi).

Fig. 16. Cross-section of the lowermost section of column (S-N) (Sketch: L. Lambrinou).

Fig. 17. Tenon of empolion (Photo: L. Lambrinou).

Fig. 18. Column drum BK 8.11 (14174) - upper - lower face. Comparison of the axes of the tenon of the empolion to the axes of the column (Drawing of faces: K. Matala, A Papandropoulos).

Fig. 19. Column capitals of the north colonnade (axonometric drawings: Lambrinou, 2002).

Fig. 20. Traces of roots (Drawing - Photo: L. Lambrinou, 2004).

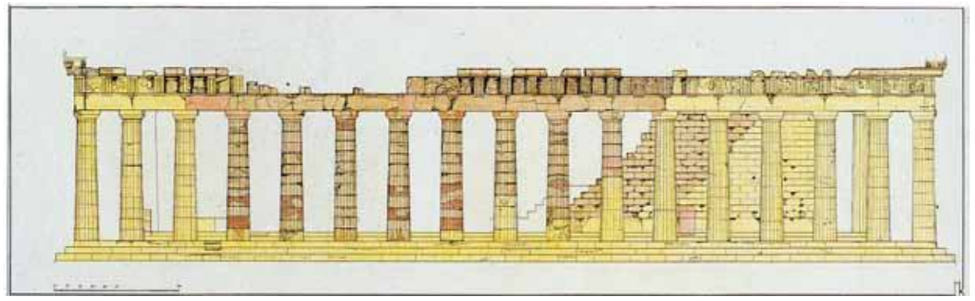
Fig. 21. Traces of rollers (Drawing - Photo: L. Lambrinou, 2004).

4.3.1.3. ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΑΝΩΤΕΡΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ ΤΟΥ ΘΡΙΓΚΟΥ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΡΙΣΤΑΣΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

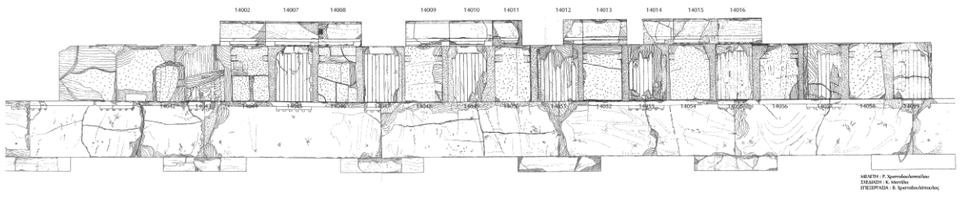
Ροζαλία Κ. Χριστοδουλοπούλου
Αρχιτέκτων Μηχανικός, ΥΣΜΑ

1. Εισαγωγή

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση του έργου αποκατάστασης του Οπισθονάου, τον Ιούνιο του 2004, αλλά και της αποξήλωσης των μελών των ανώτερων στρώσεων της βόρειας πλευράς της περίστασης του Παρθενώνα με σκοπό την δομική αποκατάσταση τους, που είχε ολοκληρωθεί ήδη από το 2001[1], ξεκίνησε η μελέτη αναδιάταξης και αναστήλωσης των μελών αυτών. Η μελέτη θα αποτελούσε μέρος της γενικότερης μελέτης[2] για όλο το τμήμα της βόρειας περίστασης που περιλαμβανόταν μεταξύ του 3ου και 12ου κίονα και το οποίο είχε αναστηλωθεί την περίοδο 1923- 1930, από τον Ν. Μπαλάνο[3] (Εικ. 1).



Εικ. 1. Η βόρεια όψη του Παρθενώνα μετά την αναστήλωση Μπαλάνου (σχέδιο Μ. Κορρές 1983).



Εικ. 2. Λεπτομέρεια του δυτικού τμήματος του αναστηλωμένου από τον Μπαλάνο θριγκού (σχέδιο Κ. Ζάμπας, Τίνα Σκαρή).

[1] Τογανίδης 2002,119.

[2] Τη μελέτη αναδιάταξης των μελών των κιόνων και των επιστυλίων είχε αναλάβει η αρχιτέκτων του έργου Λ. Λαμπρινού.

[3] Μπαλάνος 1940.

Αν και είχε προηγηθεί η μελέτη του Κ. Ζάμπα[4] για τη βόρεια πλευρά, με την αποσυναρμολόγηση του ανώτερου θριγκού και την καταβίβαση των λίθων του (Εικ. 4, 6, 7), δόθηκε η δυνατότητα για την εκ του σύνεγγυς μελέτη τους. Άλλωστε, όπως αναφέρει και ο ίδιος ο μελετητής[5], η τελική αναγνώριση της αρχικής θέσης των διασπάρτων και κατά χώραν ευρισκόμενων μελών του θριγκού, θα γινόταν δυνατή μόνο μετά την αποσυναρμολόγηση. Η υπό εκπόνηση μελέτη έπρεπε για πρώτη φορά να περιλαμβάνει όλους τους λίθους που θα μπορούσαν να χαρακτηρισθούν ως μέλη του ανώτερου θριγκού, με σκοπό την πληρέστερη αποκατάσταση της αρχικής δομής του κατά την μελλοντική ανατοποθέτηση τους και την απόδοση όσο το δυνατόν περισσότερων λίθων στις αρχικές τους θέσεις. Για τον λόγο αυτό η μελέτη τιτλοφορήθηκε διττά, ως μελέτη αναδιάταξης και πρόταση αναστήλωσης[6].

Εικ. 3-4. Ανώτερος θριγκός. Τα γείσα πριν και κατά τη καταβίβαση τους (φωτ. Αρχείο ΥΣΜΑ).

Με την καταβίβαση όμως των μελών του αναστηλωμένου από τον Μπαλάνο θριγκού, διαπιστώθηκαν εκτός από την ήδη γνωστή κακή κατάσταση τους, οι δραστικές επεμβάσεις του αναστηλωτή, ώστε αυτά να μπορέσουν να ενταχθούν ασφαλώς στη σύνθεση, που κατά τη γνώμη του, θα αποκαθιστούσε τη παλιά εικόνα της βόρειας πλευράς, τουλάχιστον αυτή πριν την ανατίναξη της[7].

[4] Ζάμπας 2002α.

[5] Βλ. Ως άνω, σελ. 12.

[6] Η εγκριθείσα από το ΚΑΣ μελέτη: Χριστοδουλοπούλου 2005.

[7] Βασικός στόχος των αναστηλωτικών εργασιών ήταν η απόδοση στο μνημείο μέρος της αρχικής μεγαλοπρέπειας του, με βασική δικαιολογία η συντήρηση του από περαιτέρω φθορά.

Διανοίξεις εντορμιών για τη τοποθέτηση νέων συνδέσμων, κατεργασία των αρχικών επιφανειών, αλλά και αποκοπή των φθαρμένων τμημάτων τους - ακόμα και κατά το ήμισυ του όγκου τους - είχαν καταστρέψει πολλά από τα στοιχεία της αρχικής διαμόρφωσης (Εικ. 5).

Εκτός από τις αποτυπώσεις όλων των μελών[8], ξεκίνησε η προσεκτική και ουσιαστική μελέτη τους, με τον εντοπισμό των αρχαίων ιχνών κατεργασίας και τοποθέτησης που είχαν διασωθεί στις επιφάνειες τους και τη λεπτομερή μέτρηση και αποκρυπτογράφηση τους. Ήταν εμφανές, ότι εκτός από τις γενικές διαστάσεις των μελών, τα ίχνη αυτά θα αποτελούσαν τα μοναδικά ίσως κλειδιά για μια πιθανή επίλυση του γρίφου της αρχικής διάταξης των μελών των δύο στρώσεων. Όπως αποδείχτηκε, το εγχείρημα ήταν επίπονο, χρονοβόρο και απαιτητικό σε συγκέντρωση όσον το δυνατόν περισσότερων στοιχείων όχι μόνο από τα καταβιβασθέντα μέλη, αλλά και άλλες περιοχές του μνημείου, όπως το ανατολικό και δυτικό άκρο του θριγκού της βόρειας πλευράς, τη νότια αναστηλωμένη πλευρά[9] αλλά και τους λιθοσωρούς με ομοειδή αρχιτεκτονικά μέλη και θραύσματα τους[10], περιμετρικά του μνημείου (Εικ. 13).

Εικ. 5. Ανώτερος θριγκός (φωτ. Αρχείο ΥΣΜΑ).

Εικ. 6-7. Διαζώματα και τρίγλυφοι κατά τη καταβίβαση τους (φωτ. Αρχείο ΥΣΜΑ).

Σημαντική δυσκολία προέκυψε από την εκ των πραγμάτων απαίτηση για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απεξάρτηση της επίλυσης της δωρικής ζωφόρου από την επίλυση της υποκείμενης

[8] Η αποτύπωση των μελών είχε ξεκινήσει από το 1996 στα διάσπαρτα μέλη που είχαν αποδοθεί στη βόρεια πλευρά από τους Κ. Ματάλα, Ν. Τογανίδη, Κ. Παράσχη, Τ. Σκαρή, Ι. Μπίτη, Τ. Barbaa και συνεχίστηκε καθόλη τη διάρκεια της μελέτης από τους Κλ. Ματάλα και Αγ. Παπανδρόπουλο. Ορισμένα μέλη αποτυπώθηκαν από τους Λ. Λαμπρινού, Α. Καφούρου.

[9] Η μελέτη έγινε επιφανειακά, από αναρτώμενη μέσω του εσωτερικού γερανού πλατφόρμα.

[10] Οι διάσπαρτες τρίγλυφοι ήταν ελάχιστες, και ακόμα λιγότεροι οι λίθοι πληρώσεως. Πολλά ήταν τα θραύσματα από γείσα εκ των οποίων τα περισσότερα από τις «ουρές».

στρώσης των επιστυλίων. Αν και είχε γίνει μια πρώτη προσεγγιστική μελέτη για τα επιστύλια[11], η τελική επίλυση τους παραδόθηκε μαζί με αυτή του ανώτερου θριγκού[12].

Επιπλέον, μετά την παράδοση της αρχικής μελέτης τον Νοέμβριο του 2005 και την έγκριση της από το ΚΑΣ τον Απρίλιο του 2006, κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης των καταβιβασθέντων μελών, σύμφωνα με νέα ευρήματα[13] που άλλαζαν εν μέρει τα δεδομένα και εξασφάλιζαν την ασφαλή απόδοση ορισμένων γείσων σε συγκεκριμένη θέση, κρίθηκε σκόπιμη η επανεξέταση της απόδοσης του συνόλου των γείσων, που συμπαρέσυρε και την απόδοση ορισμένων μελών της δωρικής ζωφόρου που είχαν τοποθετηθεί, σύμφωνα με την αρχική μελέτη, σε ομόλογες θέσεις. Ετσι το 2006-2007 εκπονήθηκε η αναθεώρηση της μελέτης μαζί με την αιτούμενη μελέτη εφαρμογής[14], εφόσον τα υποκείμενα επιστύλια είχαν αποκατασταθεί στις τελικές τους διαστάσεις και τοποθετηθεί επί του σχεδίου στις τελικές τους θέσεις και έτσι θα έπρεπε να καθορισθούν επακριβώς οι θέσεις και τα μήκη των υπερκείμενων μελών, αρχαίων, συμπληρωμένων και νέων[15], ώστε να ξεκινήσει η επανατοποθέτηση τους[16].

Τέλος με αφορμή, αφενός μεν την επιτακτική ανάγκη για την καταβίβαση των ακραίων δυτικών κατά χώραν ευρισκόμενων αρχαίων μετοπών της βόρειας πλευράς του Παρθενώνα και αφετέρου την ανάγκη για την ολοκλήρωση της αποκατάστασης του συνόλου της πλευράς αυτής του μνημείου – τουλάχιστον όσον αφορά στον θριγκό από τον 12ο έως τον 17ο κίονα- αποφασίστηκε η διατύπωση εισήγησης για την εν λόγω καταβίβαση και η εκπόνηση μελέτης αποκατάστασης του δυτικού τμήματος του θριγκού της βόρειας πλευράς. Μετά την έγκριση της πρώτης από το ΚΑΣ[17] και την αποξήλωση των μετοπών, εκπονήθηκε η μελέτη συγχρόνως με εργασίες καθαρισμού και αποσυναρμολόγησης, που έδωσαν την ευκαιρία για μια σε βάθος έρευνα των επεμβάσεων Μπαλάνου, αλλά και των αρχαίων στοιχείων δόμησης στην περιοχή αυτή[18].

[11] Ουσιαστικά για τις εξωτερικές πλινθίδες, Λαμπρινού 2002, 208-195.

[12] Λαμπρινού 2005.

[13] Πρόκειται για το καταχώραν ευρισκόμενο - παρατοποθετημένο και κατά την αναστήλωση του 1990 - γείσο ΒΓ2, που μετά τον εντοπισμό των συνδέσμων του, αποδόθηκε με ασφάλεια στη θέση ΒΓ 32, βάσει του οποίου προσδιορίστηκε και ή θέση ακόμα λίγων μελών, τα αναφερόμενα στη μελέτη ως «ειδικά μέλη». Επιπλέον στοιχεία για την απόδοση μελών στις θέσεις του γείσου ΒΓ 31, της τριγλύφου ΒΤΡ17 και του λίθου πληρώσεως ΒΜΟΠΛ16, προσέφερε και η ασφαλής απόδοση της διάσπαρτης μετόπης G στη θέση ΒΜΟ 16 βλ. Χριστοδουλοπούλου 2008β.

[14] Χριστοδουλοπούλου 2008γ .

[15] Επιπλέον είχαν πραγματοποιηθεί τοπογραφικές αποτυπώσεις του διαστήματος μεταξύ των κατά χώραν επιστυλίων, τον Οκτώβριο του 2006.

[16] Η γράφουσα δεν παρακολούθησε τις εργασίες επανατοποθέτησης εφόσον ήδη από τον Νοέμβριο του 2007 είχε μετακινηθεί στην Α΄ΕΠΚΑ. Τις εργασίες επέβλεπε η αρχιτέκτων Β. Ελευθερίου, μαζί με τον Προϊστάμενο του έργου αρχιτέκτονα Ν. Τογανίδη.

[17] Στις 5.2.2007.

[18] Χριστοδουλοπούλου- Βρούβα 2008α .

2. Η μελέτη αναδιάταξης του ανώτερου θριγκού της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα (Αρχική μελέτη και Αναθεώρηση)

2.1. Το αντικείμενο της μελέτης

Ως γνωστόν, σκοπός της αναστήλωσης Μπαλάνου ήταν η αποκατάσταση της βόρειας κιονοστοιχίας με τη κάλυψη του μεγάλου κενού που είχε δημιουργηθεί κατά την ανατίναξη του 1687 (Εικ. 21), με όλα τα διατιθέμενα μέλη που σώζονταν στο έδαφος, κυρίως στην βόρεια πλευρά, για να τοποθετηθούν «στις οικείες τους θέσεις», και όχι απαραιτήτως στις αρχικές τους, βάσει κάποιας μελέτης απόδοσης[19]. Αν και στην επίσημη απόδοση του έργου δεν γίνεται καμμία σαφής αναφορά για την χρήση μελών από το νότιο θριγκό στη βόρεια πλευρά, είναι γνωστό ότι ο Μπαλάνος είχε χρησιμοποιήσει και τέτοια μέλη, στα πλαίσια της πλήρους εκμετάλλευσης του καλά σωζόμενου υλικού[20].

Βάσει λοιπόν των δεδομένων παρατοποθετήσεων και της χρήσης νοτίων μελών στην αναστήλωση Μπαλάνου, στα διαθέσιμα προς μελέτη μέλη, εκτός των καταβιβασθέντων, περιλήφθηκαν και μέλη που είχαν συναρμοσθεί από θραύσματα που εντοπίστηκαν μεταξύ των διασπάρτων λίθων περιμετρικά του μνημείου και είχαν αποδοθεί στη βόρεια πλευρά από προηγούμενους μελετητές (Μ. Κορρές, Κ. Ζάμπας, Ν. Τογανίδης)[21]. Επιπλέον μελετήθηκαν και τα μέλη που έχει τοποθετήσει ο Μπαλάνος στην αναστήλωση του θριγκού της νότιας πλευράς, όπως και τα διάσπαρτα που είχαν αποδοθεί, στη πλευρά αυτή[22].

2.2. Η δομή των στρώσεων

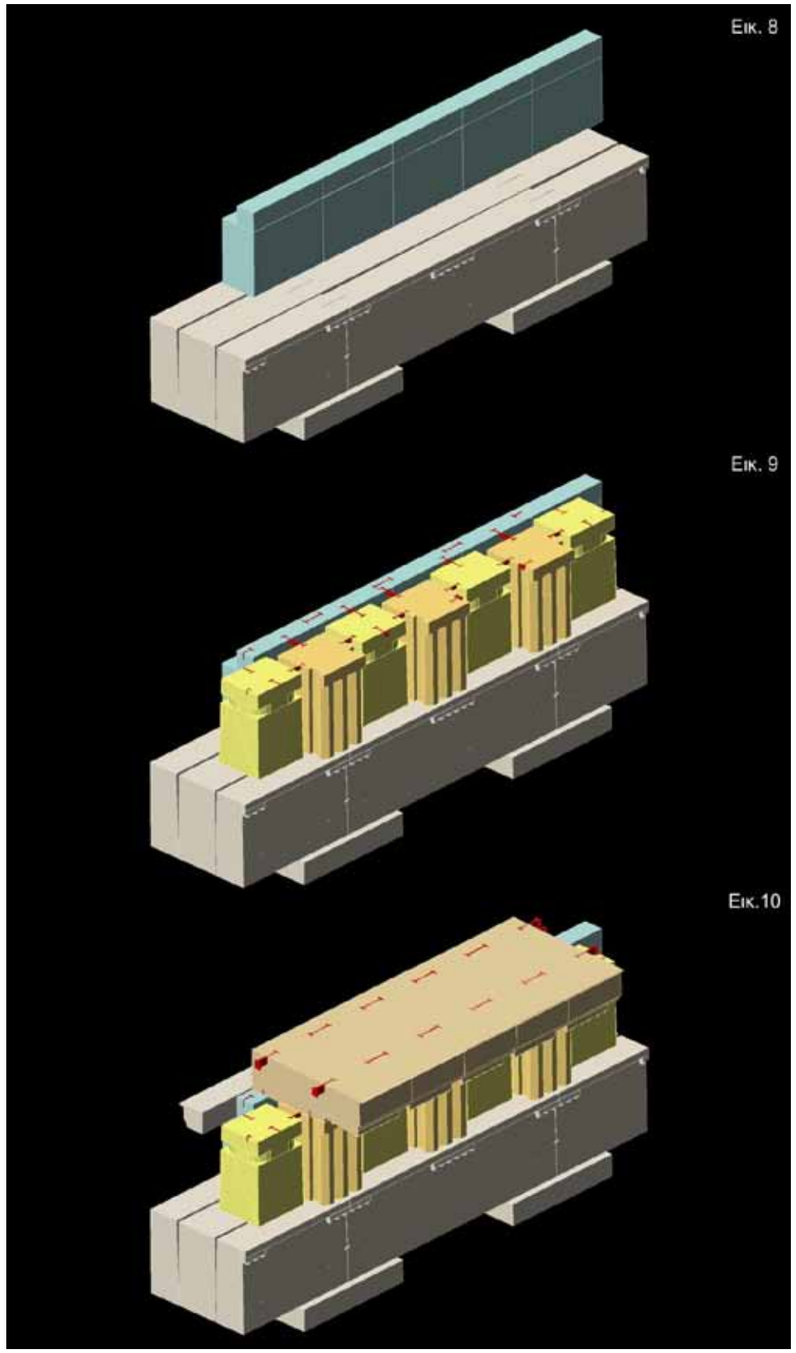
Ο υπό μελέτη ανώτερος θριγκός περιλαμβάνει τη στρώση της δωρικής ζωφόρου, πάνω από τα επιστύλια και τη στρώση των γείσων, που επιστέφει το κτίριο. Η δωρική ζωφόρος αποτελείται από τις τριγλύφους, τοποθετημένες στους άξονες κιόνων και επιστυλίων και ανάμεσα τους τις μετόπες οι οποίες διατηρούνται στη θέση τους μόνο στα κατά χώραν ευρισκόμενα ακραία τμήματα του θριγκού (Εικ. 9). Πίσω από τις μετόπες και ανάμεσα στις τριγλύφους τοποθετούνται οι λίθοι πληρώσεως ή αντιθήματα των μετοπών. Η στρώση κλείνει προς το εσωτερικό της περίστασης με συνεχή σειρά αντιθημάτων, τα διαζώματα (Εικ. 8). Κατά μήκος της εσωτερικής αποτετμημένης ακμής των διαζωμάτων, τοποθετείται εν είδει στρωτήρα ο θράνος, όπου εδραζόταν η οροφή του πτερού (Εικ. 10).

[19] Τα μόνα στοιχεία, γεωμετρίας και δομής των μελών, που αναφέρονται από τον αναστηλωτή ως κριτήρια απόδοσης ήταν στα διαζώματα, η γωνία μεταξύ των επιφανειών ώσεως και έδρασης, που διαμορφωνόταν βάσει της καμπυλότητας επιστυλίων και θριγκού, και στα γείσα, η θέση της οδού.

[20] Με απώτερο σκοπό την χρήση και των υπολοίπων νοτίων μελών σε πιθανή επέκταση του προγράμματος στη νότια πλευρά.

[21] Πολλά από αυτά τα θραύσματα - κυρίως γείσα - είχαν περιληφθεί στη προμελέτη του Κ. Ζάμπα, αποδιδόμενα στην βόρεια πλευρά κυρίως βάσει της κυψελοειδούς διάβρωσης τους βλ. Ζάμπας 2002α.

[22] Κυρίως γείσα, από τον Μ. Κορρέ.



Εικ. 8-9-10. Δομή ανώτερου θριγκού ανά στρώση. Φωτορεαλιστική απεικόνιση (Αν. Καφούρου, Βλ. Χριστοδουλόπουλος, Ρ. Χριστοδουλοπούλου).

Χαρακτηριστικά είναι τα μεγάλα κενά που αφήνονται μεταξύ των λίθων, προφανώς για λόγους οικονομίας υλικού και φορτίων. Όλα τα μέλη της δωρικής ζωφόρου, συνδέονται μεταξύ τους με διαμήκεις και εγκάρσιους συνδέσμους τύπου διπλού ταυ, ενώ στα επιστύλια γομφώνονται μόνο τα διαζώματα. Τα υπερκείμενα γείσα, τοποθετημένα κατά την εγκάρσια έννοια, καλύπτουν τη δωρική ζωφόρο, μέχρι τον θράνο (Εικ. 10). Συνδέονται μεταξύ τους με διπλή σειρά συνδέσμων και γομφώνονται οπωσδήποτε στα διαζώματα και εναλλάξ στις τριγλύφους και τους λίθους πληρώσεως ή τις μετόπες. Κατ' αυτόν τον τρόπο αποτελούν τη συνδετική στρώση μεταξύ όλων των μελών της δωρικής ζωφόρου.

2.3. Οργάνωση και διάθρωση της μελέτης

Η μελέτη βασίστηκε καταρχήν στον εντοπισμό, την καταγραφή και την ομαδοποίηση, των στοιχείων της δομής και γεωμετρίας, της τοποθέτησης και σύνδεσης καθώς και - της φθοράς, κάθε μέλους. Τα στοιχεία της διαμόρφωσης και κατεργασίας έπαιξαν δευτερεύοντα ρόλο, εφόσον παρουσίαζαν μεγάλη ποικιλία (διαφορετικές αναθέσεις, διαφορετικοί τεχνίτες, αλλαγές αρχικού σχεδίου).

Με βάση τα στοιχεία αυτά και τον συσχετισμό τους με την υπάρχουσα βιβλιογραφία[23], διατυπώθηκε σειρά κριτηρίων, βάσει των οποίων όλα τα μέλη, ανά στρώσεις και είδη, εντάχθηκαν σε συγκεκριμένες ομάδες ή χαρακτηρίστηκαν ως «ειδικά μέλη». Με την ένταξη του σε συγκεκριμένη ομάδα κάθε μέλος θα μπορούσε να τοποθετηθεί σε ορισμένη περιοχή κατά μήκος του θριγκού, ενώ με τον χαρακτηρισμό του ως ειδικό μέλος, σε καθορισμένες θέσεις. Σημαντικό ρόλο για τον προσδιορισμό του εύρους των περιοχών έπαιξε η κατανόηση του συστήματος τοποθέτησης (καταβίβασης, κύλισης, μόχλευσης) και σύνδεσης των μελών (ύπαρξη ή μη, θέση συνδέσμων και γόμφων), και βασικά, ο αριθμός και η θέση πρωτο-τοποθετημένων και καταληκτηρίων λίθων στις εξεταζόμενες στρώσεις αλλά και τις υπερκείμενες.

Η μελέτη διαρθρώθηκε ως εξής, όσον αφορά στη σειρά εξέτασης στρώσεων και σειρών:
α. διαζώματα, β. τρίγλυφοι - λίθοι πληρώσεως, γ. γείσα, δ. θράνοι [24]

Εκ των πραγμάτων διαπιστώθηκε, ότι η στρώση των διαζωμάτων θα μπορούσε να επιλυθεί ανεξάρτητα των υπολοίπων - εκτός αυτής των επιστυλίων, λόγω της γόμφωσης της σε αυτά - ώστε να προσφέρει στοιχεία και για την επίλυση των υπολοίπων.

Ας σημειωθεί ότι σε όλες τις ομάδες μελών προέκυψε η ταυτόχρονη μελέτη της αντίστοιχης στρώσης στη νότια πλευρά, ώστε κάθε φορά να συσχετίζονται ως προς τη δομή τους οι δύο μακριές

[23] Κορρές - Μπούρας 1983.

[24] Το τμήμα αυτό της μελέτης δεν έχει ολοκληρωθεί, εφόσον απαιτεί την εξέταση πολυάριθμων θραυσμάτων που μπορούν να τοποθετηθούν και εκ των υστέρων.

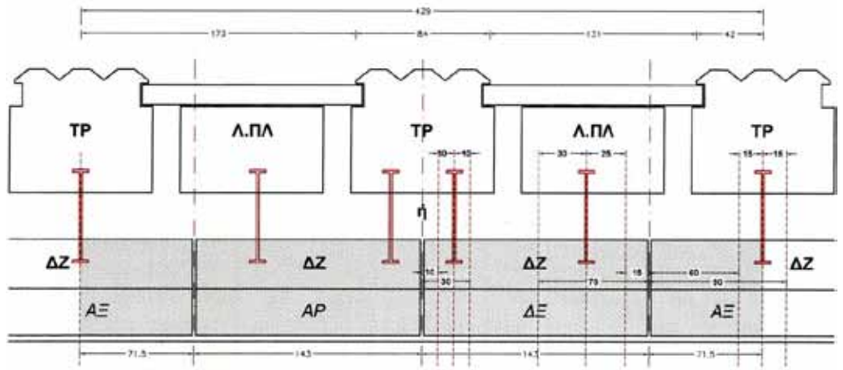
πλευρές, αλλά και κάθε μέλος από το σύνολο των εξεταζομένων που χαρακτηριζόταν νότιο, να κατοχυρώνεται στη θέση αυτή με τον εντοπισμό της αρχικής του θέσης.

2.4. Η επίλυση των διαζωμάτων

Για την επίλυση της στρώσης των διαζωμάτων (Εικ.11), μεταξύ πολλών άλλων κριτηρίων, εξετάστηκαν τα εξής:

- Τα ύψη των μελών μέχρι τη μασχαλιαία εγκοπή, τα οποία αυξάνονται στα άκρα της στρώσης λόγω της καμπυλότητας του θριγκού
- Το σύστημα γόμφωσης στα επιστύλια
- Το σύστημα γόμφωσης των γείσων στα διαζώματα
- Το σύστημα γόμφωσης των θράνων στα διαζώματα.

Το σύστημα τοποθέτησης και γόμφωσης των διαζωμάτων στα επιστύλια, αποκρυπτογραφήθηκε βάσει της πλευράς γόμφωσης των μελών και τον εντοπισμό της θέσης του πρωτο-τοποθετημένου λίθου -προς τον οποίο ωθούνταν τα μέλη - καθώς και των δύο καταληκτηρίων λίθων, οι οποίοι και εντοπίστηκαν μεταξύ των εξεταζόμενων μελών. Στην ανακατανομή των μελών κατά μήκος του ελλείποντος τμήματος, βοήθησε επίσης ο εντοπισμός της θέσης της καταφραγής των γείσων, όπως και της θέσης του πρωτο-τοποθετημένου θράνου.



Εικ. 11. Χαρακτηρισμός διαζωμάτων σε σχέση με τη θέση τους στο τυπικό μεταξόνιο, βάσει εγκαρσίων συνδέσμων (σχέδιο Ρ. Χριστοδουλοπούλου).

Με την επίλυση των διαζωμάτων επετεύχθη η ταύτιση της αρχικής θέσης όλων των διαθέσιμων μελών, αυτών που ανήκαν στην βόρεια αλλά και όσων αποδόθηκαν στη νότια πλευρά (Σχ. 1*).

- Από τα 18 μέλη της αναστήλωσης Μπαλάνου που καταβιβάστηκαν, επανήλθαν στη βόρεια πλευρά 15 και αποδόθηκαν στη νότια 3.

* *Βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Αναδιπλούμενο σχέδιο 1.*

- Επιπλέον αποδόθηκαν στη βόρεια 4 διάσπαρτα θραύσματα- μέλη.
- Στις θέσεις των 28 ελλειπόντων μελών (= 45 συνολικά - 17 κατά χώραν) τοποθετήθηκαν 19 αρχαία μέλη (68%) .

2.5. Η επίλυση των τριγλύφων και των λίθων πληρώσεως (αντιθήματα μετοπών)

Τα πρόσθια μέλη της δωρικής ζωφόρου - *τρίγλυφοι και λίθοι πληρώσεως* - μελετήθηκαν μαζί λόγω της κοινής σύνδεσης τους με διαζώματα και γείσα, της ταυτόχρονης τοποθέτησης τους στο θριγκό και κυρίως λόγω της σύνδεσης μεταξύ τους. Η μη σύνδεση τους με τα επιστύλια και η απουσία εντορμιών γόμφων, όπως και η καταστροφή πολλών στοιχείων στην άνω επιφάνεια τους, δυσχέραιναν σημαντικά την μελέτη. Συνοπτικά εξετάστηκαν τα εξής βασικά κριτήρια:

- Τα ίχνη στην άνω επιφάνεια των επιστυλίων, από διάβρωση, ρίζες και συνδέσμους
- Το σύστημα γόμφωσης των γείσων.
- Η αντιστοιχία των εγκαρσίων συνδέσμων με τα διαζώματα (Εικ.11)
- Η αντιστοιχία των διαμήκων συνδέσμων μεταξύ τους.

Σε πρώτη φάση, δοκιμάστηκαν στη κάτοψη όλες οι τρίγλυφοι - των οποίων η θέση είναι δεδομένη βάσει των κανόνων των επιστυλίων - σε σχέση με τα ήδη ταυτισμένα διαζώματα, με κριτήριο τη συνέχεια των εγκαρσίων συνδέσμων μεταξύ τους. Σε δεύτερη φάση δοκιμάστηκαν όλοι οι λίθοι πληρώσεως, όσον αφορά στους εγκαρσίους συνδέσμους τους με τα διαζώματα, αλλά συγχρόνως και τους διαμήκεις συνδέσμους με τις ενδεικτικά τοποθετημένες τριγλύφους.

Το αποτέλεσμα ήταν, βάσει της εξέτασης των ιχνών επί των επιστυλίων ορισμένα μέλη να αποδοθούν με απόλυτη ασφάλεια στην αρχική τους θέση. Με δεδομένη τη θέση της καταφραγής των γείσων - που διαχώριζε τα μέλη σε ανατολικά και δυτικά αυτής -, το 1/3 των διαθέσιμων μελών αποδόθηκε στην αρχική του θέση, βάσει της συνδεσμολογίας το άλλο 1/3 των μελών αποδόθηκε σε συμβατές θέσεις, και το υπόλοιπο σε ομόλογες θέσεις (Σχ. 1).

Με την παραδοχή της ένταξης όλων των διαθέσιμων μελών, εφόσον δεν αποδείχθηκε η απόδοση ορισμένων στη νότια πλευρά:

- Από τις 11 τριγλύφους της αναστήλωσης Μπαλάνου που καταβιβάστηκαν, επανήλθαν στη βόρεια πλευρά 11 (όλες).
- Στις θέσεις των 19 ελλειπόντων μελών (= 31 συνολικά - 12 κατά χώραν) τοποθετήθηκαν 11 αρχαία μέλη (58% των ελλειπόντων και 79% των αναστηλωμένων).
- Από τούς 13 λίθους πληρώσεως της αναστήλωσης Μπαλάνου που καταβιβάστηκαν, επανήλθαν στη βόρεια πλευρά 11 και αποδόθηκαν στη νότια 2.
- Στις θέσεις των 19 ελλειπόντων μελών (= 32 συνολικά - 13 κατά χώραν) τοποθετήθηκαν 11 αρχαία μέλη (58% των ελλειπόντων και 79% των αναστηλωμένων).

2.6. Η επίλυση των γείσων

Στα γείσα που μελετήθηκαν περιλήφθηκαν τα καταβιβασθέντα μέλη[25] (Εικ. 12, 14), τα αποδοσμένα διάσπαρτα μέλη και θραύσματα (Ζάμπας 2002α) (Εικ. 13) , όλα τα αποδοσμένα στην νότια πλευρά μέλη, κυρίως από τον Μ. Κορρέ. Επίσης εξετάσθηκαν και τα γείσα όπου είχε επέμβει ο Μπαλάνος σε προηγούμενα αναστηλωτικά προγράμματα (1900-1902) στα άκρα του κατά χώρα θριγκού. Από τις συναρμογές μελών και θραυσμάτων συμπληρώθηκαν μερικά ήδη γνωστά γείσα, ενώ αταύτιστα παρέμειναν τα περισσότερα ουραία τμήματα, λόγω της έλλειψης επαρκών στοιχείων.

Εικ. 12. Καταβιβασθέντα γείσα (φωτ. Ρ. Χριστοδουλοπούλου).

Εικ. 13. Διάσπαρτα αποδοσμένα γείσα (φωτ. Ρ. Χριστοδουλοπούλου).

Εικ. 14. Καταβιβασθείσες «ουρές» γείσων (φωτ. Ρ. Χριστοδουλοπούλου).

[25] Περιλαμβάνονται και 6 ουραία τμήματα γείσων που υπήρχαν τοποθετημένα στο κατά χώρα δυτικό τμήμα του θριγκού.

Για την επίλυση της στρώσης των γείσων εξετάστηκαν τα εξής βασικά κριτήρια:

- η αντιστοιχία των γόμφων μεταξύ γείσων και μελών δωρικής ζωφόρου.
- η αντιστοίχιση των γείσων - βάσει του πλάτους τους - με τους υποκείμενους κανόνες και τα μεσοδιαστήματα τους.
- η συνέχεια των διαμήκων συνδέσμων μεταξύ των γείσων.
- το σύστημα γόμφωσης των κεράμων στα γείσα.

Σε σχέση με την υποκείμενη επιλυμένη στρώση της δωρικής ζωφόρου, δοκιμάστηκε το κριτήριο της ταύτισης των γόμφων μεταξύ γείσων και διαζωμάτων, κυρίως για τα ουραία τμήματα που τους έσωζαν, καθώς και μεταξύ γείσων και τριγλύφων - λίθων πληρώσεως. Επίσης, το κριτήριο της συνέχειας των διαμήκων συνδέσμων μεταξύ όμορων μελών.

Βάσει του κριτηρίου της αντιστοίχησης του πλάτους κάθε γείσου με το μήκος του υποκείμενου κανόνα ή μεσοδιαστήματος στα επιστύλια, καθώς και όλων των υπολοίπων κριτηρίων, όλα τα γείσα δυτικά της καταφραγής αποδόθηκαν στην αρχική τους θέση, όπως και τα αμέσως ανατολικά της. Τα υπόλοιπα, εκτός από μία μεγάλη ομάδα στο μέσον, αποδόθηκαν κατά μονάδες ή ζεύγη, σε σχετικές ή ομόλογες θέσεις δηλ. σε θέσεις τεκμηριωμένες βάσει των προαναφερθέντων κριτηρίων, με περιορισμένες δυνατότητες εναλλαγής στις κενές θέσεις και εκεί όπου λείπουν τα υποκείμενα μέλη ή βρίσκονται σε ομόλογες θέσεις.

Στην ανακατανομή των μελών κατά μήκος του ελλείποντος τμήματος βοήθησε η κατανόηση του συστήματος γόμφωσης των υπερκείμενων κεράμων με τον εντοπισμό της θέσης του πρωτο-τοποθετημένου και καταληκτήριου μέλους.

Εκτός του εξεταζόμενου τμήματος του θριγκού ($3^{ος}$ - $12^{ος}$ κίονας) (Σχ. 1), ένα γείσο, από τα αναστηλωμένα που επανήλθαν στο μνημείο, τοποθετήθηκε στη θέση του $2^{ου}$ από αν. παρατοποθετημένου από τον Μπαλάνο γείσου, το οποίο αποδόθηκε στο μέσον της πλευράς.

Από τα 16 γείσα της αναστήλωσης Μπαλάνου που καταβιβάστηκαν από το μεσαίο τμήμα ($3^{ος}$ - $12^{ος}$ κίονας), επανήλθαν στη βόρεια πλευρά 12 και αποδόθηκαν στη νότια 3.

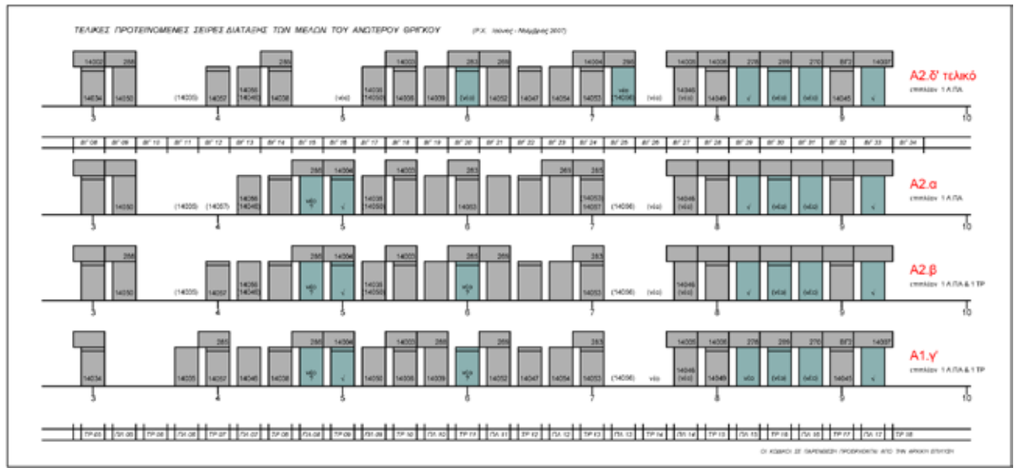
- Επιπλέον αποδόθηκαν στη βόρεια 8 διάσπαρτα θραύσματα/ μέλη.
- Στις θέσεις των 47 ελλειπόντων μελών (= 61 συνολικά - 14 κατά χώραν) τοποθετήθηκαν 20 αρχαία μέλη (+3 ουρές) (49% των ελλειπόντων και 92-100% των αναστηλωμένων.)

3. Η πρόταση αναστήλωσης

Βάσει των εναλλακτικών τοποθετήσεων των μελών του ανώτερου θριγκού - κυρίως λίθων πληρώσεως και γείσων - που προτείνονταν σε ομόλογες θέσεις, προέκυψαν για το τμήμα από τον $3^{ο}$ έως τον $7^{ο}$ κίονα - εφόσον για το δυτικότερο τμήμα τα πράγματα ήταν αποκρυσταλλωμένα -, τέσσερις τελικές σειρές διάταξης γείσων, τριγλύφων και λίθων πληρώσεως.

Για την επιλογή της βέλτιστης σειράς, τα κριτήρια αξιολόγησης ήταν:

- Η ορθότερη απόδοση των μελών των στρώσεων στην αρχική τους θέση
- Το μικρότερο δυνατό ποσοστό νέου υλικού που είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί στο μνημείο, σε συμπληρώματα ή νέα μέλη, για την ασφαλή έδραση των υπερκείμενων μελών
- Η συνθετική πληρότητα της πρότασης.
- Όσον αφορά στα προτεινόμενα μέλη από νέο μάρμαρο, στη στρώση των διαζωμάτων προτάθηκε η πλήρωση όλων των κενών θέσεων με νέα μέλη, εφόσον οι θέσεις όπου δεν εδράζονταν γείσα ήταν μόνο δύο. Με τη πλήρη αποκατάσταση της εσωτερικής σειράς και την ανασύνθεση του συνεχούς κλειστού μετώπου, ενισχυόταν στατικά η συνολική στρώση της δωρικής ζωφόρου[26], όπου θα συνδέονταν κατά την οριζόντια και κατακόρυφο έννοια τα υπόλοιπα μέλη. Έτσι, από τις 28 θέσεις, 19 καταλαμβάνονταν από αρχαία και 9 από νέα μέλη (Σχ. 1).
- Στη πρόσοψη της ζωφόρου, λόγω της χρήσης σχεδόν όλου του διατιθέμενου υλικού σε τριγλύφους και λίθους πληρώσεως, δεν απαιτήθηκε η ένταξη πολλών νέων μελών, παρά μόνο σε περιπτώσεις όπου ήταν απαραίτητο για την στήριξη των υπερκείμενων γείσων. Έτσι, προτάθηκε η κατασκευή 3 νέων τριγλύφων και 5 λίθων πληρώσεως. Από τις 38 κενές θέσεις, 22 καταλαμβάνονταν από αρχαία και 8 από νέα μέλη (εικ.15) (Σχ. 1).



Εικ. 15. Τελικές προτεινόμενες σειρές διάταξης των μελών του ανώτερου θριγκού (σχέδιο Ρ. Χριστοδουλοπούλου).

[26] Με τη σύνδεση όλων των πρόσθιων μελών με αυτή, όπως αποδεικνύεται και με την αναλυτική μελέτη των συνδέσεων μεταξύ των μελών του θριγκού, που εκπόνησαν οι πολ. μηχανικοί του έργου Μ. Μεντζίνη, Ε. Τουμπακάρη και Α. Βρούβα. Με την ιδέα της πλήρους αποκατάστασης της εσωτερικής στρώσης των διαζωμάτων είχαν συμφωνήσει εξαρχής και ο καθ. Μ. Κορρές, όπως και ο πρώτος στατικός του έργου ο Κ. Ζάμπας.

Στη στρώση των γείσων δεν προτάθηκε η ένταξη νέων μελών, εκτός πιθανότατα από ένα ή δύο μέλη σε επαφή με άλλα μεμονωμένα, ώστε να συνδεθούν ασφαλώς μεταξύ τους. Η συμπλήρωση όλων των ελλειπόντων ουραίων τμημάτων κρίθηκε αναγκαία για στατικούς λόγους. Έτσι από τις 38 κενές θέσεις του μεσαίου τμήματος, 19 θέσεις καταλαμβάνονταν από αρχαία και 2 από νέα μέλη.

Η έντονη εικόνα του νέου μαρμάρου στο εσωτερικό του ναού θα μετριαζόταν από την προσθήκη τμημάτων του θράνου μπροστά από την μασχαλιαία εγκοπή (Σχ. 1).

4. Η μελέτη εφαρμογής

Στόχος της μελέτης εφαρμογής, όπως προειπώθηκε, ήταν η σύνθεση του συνόλου των αρχιτεκτονικών μελών - αρχαία, συμπληρωμένα και νέα - ανά στρώση, κατά την οριζόντια έννοια και η σύνθεση των στρώσεων μεταξύ τους, κατά την κατακόρυφη έννοια. Ουσιαστικά, το βασικό ζητούμενο ήταν η σύνθεση της εσωτερικής σειράς των διαζωμάτων με την εξωτερική σειρά των μελών της δωρικής ζωφόρου, βάσει των κατασκευαστικών και μετρητικών δεδομένων των υποκείμενων επιστυλίων και αλλά συγχρόνως και των υπερκείμενων γείσων.

Η σύνθεση αυτή απαιτούσε τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης ενός εκάστου μέλους, μετρητικά, αυτών της στρώσης των διαζωμάτων και της δωρικής ζωφόρου επί των επιστυλίων, και της στρώσης των γείσων επί των προηγούμενων. Ας τονισθεί, ότι ο προσδιορισμός αυτός ήταν ιδιαίτερα δύσκολος γιατί έπρεπε να συγκεράσει πολλά μετρητικά δεδομένα. Έτσι η ακριβής θέση των γείσων κατά μήκος της πλευράς δηλ. ορισμός της περασιάς της μιάς επιφάνειας ώσεως προσδιοριζόταν με μεγαλύτερη ασφάλεια στο εξωτερικό μέτωπο του θριγκού - βάσει των θέσεων της γόμφωσης επί των τριγλύφων, που και αυτές ορίζονταν με σχετική ακρίβεια[27] από την θέση των κανόνων και ημικανόνων των επιστυλίων -, αλλά συγχρόνως έπρεπε να επιβεβαιώνεται και στο εσωτερικό μέτωπο του θριγκού, βάσει των περασιών που ορίζονταν από τη γόμφωση επί των διαζωμάτων.

Επιπλέον, με τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης ενός εκάστου μέλους, στη στρώση των διαζωμάτων - όπου η σειρά των μελών ήταν συνεχής - θα προέκυπταν τα μήκη των νέων μελών, όπως και των συμπληρωμάτων των προς συμπλήρωση αρχαίων μελών. Επίσης θα ξεκινούσε και η μελέτη των συνδέσεων μεταξύ των προς τοποθέτηση μελών.

Η μελέτη εφαρμογής βασίστηκε στην επιλεγείσα προτεινόμενη σειρά αναδιάταξης των γείσων στο τμήμα ΒΚ 3 - ΒΚ 9, σύμφωνα με την αναθεωρημένη «Μελέτη αναδιάταξης» αφενός και στην μελέτη εφαρμογής στη στρώση των επιστυλίων αφετέρου, ουσιαστικά το Σχέδιο Εφαρμογής[28], όπου είχαν τοποθετηθεί επί χάρτου τα θεωρητικά μήκη των επιστυλίων. Ας σημειωθεί ότι ενώ εκπονείτο η

[27] Σχετική ακρίβεια, για τον λόγο ότι, όπως διαπιστώθηκε από τα αδιατάρακτα τμήματα του θριγκού, το μήκος του κανόνα μπορεί να διαφέρει ελάχιστα από το μήκος της υπερκείμενης τριγλύφου και το μήκος της προμόχθου του υπερκείμενου γείσου, αν και θεωρητικά ή αντιστοίχηση είναι απόλυτη.

[28] Αρχείο Autocad, από την αρχιτέκτονα Β. Ελευθερίου.

μελέτη εφαρμογής δεν είχε ολοκληρωθεί η αποκατάσταση όλων των επιστυλίων, εφόσον σε πολλές περιπτώσεις έπρεπε να λαμβάνει υπόψιν μετρητικά δεδομένα από την μελέτη εφαρμογής των υπερκείμενων στρώσεων, κυρίως όσον αφορά τα τελικά μήκη των εσωτερικών επιστυλίων από νέο μάρμαρο, ή τα τελικά μήκη των συμπληρωμένων κανόνων, ημικανόνων και των μεσοδιαστημάτων τους στα εξωτερικά επιστύλια. Μία επιπλέον δυσκολία ήταν οι ελάχιστες περιπτώσεις όπου μπορούσε να ορισθεί - βάσει της γόμφωσης - η ακριβής θέση των διαζωμάτων, κυρίως εξαιτίας της καταστροφής που έχουν υποστεί τα επιστύλια στην άνω επιφάνεια τους.

Βάσει λοιπόν των προαναφερομένων συνθηκών, ο υπολογισμός της ακριβούς θέσης των προς τοποθέτηση μελών και του πλάτους/μήκους των ελλειπόντων μελών επετεύχθη στις περισσότερες περιπτώσεις έμμεσα και με ορισμένες παραδοχές. Πολλές φορές απαιτήθηκαν συνεχείς αναθεωρήσεις - έστω κατ΄ελάχιστο - των μηκών ή των αποστάσεων που λαμβάνονταν ως δεδομένα, ώστε να επιτευχθεί ο μεγαλύτερος δυνατός συμβιβασμός μεταξύ των μετρητικών στοιχείων των μελών σε οριζόντιο αλλά και κατακόρυφο επίπεδο. Αποτέλεσμα όλων αυτών ήταν τα Διαγράμματα της τελικής διάταξης των μελών του ανώτερου θριγκού - Καθορισμός θέσης & μήκους/πλάτους νέων μελών, στην εξωτερική όψη (εξωτερικά επιστύλια, τρίγλυφοι, γείσα, κέραμοι) και στην εσωτερική όψη (εσωτερικά επιστύλια, διαζώματα, γείσα, εξωτερικά επιστύλια) (Σχ. 2*).

Βεβαίως ήταν αυτονόητο, ότι παρόλη την προσπάθεια για την πρόβλεψη και την ακρίβεια όλων των μετρητικών στοιχείων των απαραίτητων για την ανασύσταση του θριγκού, οι τελικές διαστάσεις πιθανότατα θα επαναπροσδιορίζονταν κατά την υλοποίηση της μελέτης[29]. Η τελική θέση θα προέκυπτε μετά την τοποθέτηση των επιστυλίων συγχρόνως με την τοποθέτηση των πρόσθιων μελών - ουσιαστικά των τριγλύφων -, αλλά και την πρόβλεψη της τοποθέτησης των γείσων που συνέδεαν διαμπερώς τις στρώσεις της ζωφόρου.

Για τον λόγο αυτό, προτάθηκε η κατασκευή των διαζωμάτων από νέο μάρμαρο με μήκος αρκετά μεγαλύτερο, έως τη δοκιμαστική τοποθέτηση των μελών επί του θριγκού για την διαμόρφωση στο τελικό τους μήκος.

5. Η μελέτη αποκατάστασης του δυτικού τμήματος του θριγκού της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα

5.1. Σκοπιμότητα και δεδομένα της μελέτης, απόδοση των αποξηλώσεων.

Με την ευκαιρία της αιτούμενης αποξήλωσης των ακραίων αρχαίων μετοπών στο δυτικό τμήμα της βόρειας πλευράς (Εικ. 16), κρίθηκε απαραίτητη η διερεύνηση και των υπολοίπων μελών της δωρικής ζωφόρου που έρχονταν σε επαφή άμεσα ή έμμεσα με αυτές (Εικ. 19-20). Οι εργασίες είχαν

[29] Η γράφουσα δεν παρακολούθησε την υλοποίηση της μελέτης, εφόσον τον Δεκέμβριο του 2007 μετατέθηκε στην Α΄ΕΠΚΑ. Τις εργασίες επέβλεψε η νυν διευθύντρια της ΥΣΜΑ, Β. Ελευθερίου, σε συνεργασία με τον Προϊστάμενο του Τεχνικού Γραφείου αρχιτέκτονα Ν. Τογανίδη, τους οποίους και ευχαριστώ για την ενημέρωση που μου παρείχαν.

* *Βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Αναδιπλούμενο σχέδιο 2.*

ήδη ξεκινήσει το 2005 με τους καθαρισμούς από επιχώσεις και φυτά που είχαν σωρευτεί εντός των μεγάλων κενών στης στρώσης, μετά τη τοποθέτηση ικριώματος εσωτερικά του δυτικού τμήματος της πλευράς και σε όλο το μήκος του. Αμέσως διαφάνηκε η ανάγκη εκπόνησης αναλυτικής (οριστικής) μελέτης για την αποκατάσταση των μελών και στο τμήμα αυτό του θριγκού, όπως και μελέτη απόδοσης όλων των γείσων στις αρχικές τους θέσεις, μεταξύ αυτών και των «ουρών» που είχαν καταβιβασθεί το 2001[30].

Με την ολοκλήρωση της αποκατάστασης του μεσαίου τμήματος της βόρειας πλευράς, θεωρήθηκε αυτονόητο ότι οι εργασίες θα επεκτείνονταν προς τη ΒΔ γωνία, λόγω της ύπαρξης του εργοταξιακού εξοπλισμού - κυρίως του εξωτερικού γερανού - στη βόρεια πλευρά, αλλά και της κεκτημένης εμπειρίας του τεχνικού προσωπικού στο ίδιο αντικείμενο, με στόχο την ολοκλήρωση της αποκατάστασης του θριγκού της βόρειας πλευράς στο σύνολο της.

Εικ. 16. Ο θριγκός του δυτικού τμήματος της βόρειας πλευράς το 1994 (φωτ. Σ. Μαυρομμάτης).

Σε πρώτη φάση, το καλοκαίρι του 2007, μετά από σχετική απόφαση του ΚΑΣ[31] ξεκίνησαν οι αποξηλώσεις των έξι εκ των οκτώ αρχαίων μετοπών, όπως και των τεσσάρων υπερκείμενων γείσων, ενώ τα υπόλοιπα μέλη θα αντιμετωπίζονταν κατά την αποξήλωση της ΒΔ γωνίας που θα περιλαμβανόταν στην αποκατάσταση της δυτικής πλευράς. Των εργασιών προηγήθηκε η εγκατάσταση κλιμακοφόρου κυλιόμενου πύργου στην εξωτερική πλευρά της βόρειας πλευράς, από όπου έγιναν παρατηρήσεις, αφαιρέσεις κονιαμάτων, εξασφάλιση από τη συντήρηση των επικίνδυνων προς αποκόλληση τμημάτων και εν μέρει οι χειρισμοί κατά τις αποξηλώσεις (Εικ. 18).

[30] Τελικά η εκπονειθείσα - μετά από αιτούμενο της προηγούμενης αποφάσεως για την καταβίβαση των μετοπών - αρχιτεκτονική μελέτη, που για πρώτη φορά περιελάμβανε και παράρτημα διάγνωσης των ζημιών από την πολ. Μηχανικό Α. Βρούβα, εγκρίθηκε από το ΚΑΣ τον Ιούνιο του 2008 Βλ. Χριστοδουλοπούλου-Βρούβα 2008α. Την επίβλεψη της υλοποίησης της ανάλαβε ο πολ. Μηχανικός του τεχνικού Γραφείου Ι.Στεφάνου.

[31] Βλ. Εισήγηση: Ρ. Χριστοδουλοπούλου «Προέγκριση καταβίβασης των κατά χώραν αρχαίων μετοπών στο δυτικό τμήμα του θριγκού της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα», Νοέμβριος 2006, Αρχείο ΥΣΜΑ- ΔΑΑΜ, για τις μετόπες (ΒΜΟ 24, -25, -27, -28, -29, -30 και -31). Η απόφαση (αρ.πρωτ.486/ 5.2.2007) ενέκρινε την καταβίβαση όλων, εκτός της ΒΜΟ 31, η οποία απαιτούσε ειδική μελέτη για την εκπόνηση της οποίας αποξηλώθηκαν και επιπλέον δύο γείσα εκτός των δύο που εκάλυπταν την μετόπη ΒΜΟ 30 αρ. πρωτ.486/ 5.2.2007.

Οι αποξηλώσεις των μετοπών αποδείχθηκαν ιδιαίτερα δύσκολες και χρονοβόρες, εξαιτίας της απόλυτης συνάφειας - μέσω κονιαμάτων και κτισίματος από τον Μπαλάνο - με τις εκατέρωθεν τριγλύφους ή τους όπισθεν λίθους πληρώσεως (Εικ. 18,19).

Επιπλέον το υλικό τους βρισκόταν σε πολύ κακή κατάσταση[32], ενώ οι χειρισμοί για την αποξήλωση των συνδετικών κονιαμάτων, την αφαίρεση των συνδέσμων και την τοποθέτηση των μηχανισμών ανάρτησης έπρεπε να γίνουν σε πολύ περιορισμένο χώρο, λόγω της παραμονής των διαζωμάτων κατά χώραν.

Οι αποξηλώσεις των τεσσάρων γείσων έγιναν με μεγάλη προσοχή και λεπτούς χειρισμούς, μετά την εξασφάλιση των έντονα ρηγματωμένων περιοχών με νάρθηκες και περίδεση, ώστε να διασφαλισθούν κατά την ώθηση και καταβίβαση τους (Εικ. 17).

Εικ. 17. Αποξήλωση του γείσου ΒΓ 58 (φωτ. Ρ. Χριστοδουλοπούλου).

Εικ. 18. Αποξήλωση της μετόπης ΒΜΟ 29 (φωτ. Α. Καφούρου).

[32] Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μετόπη ΒΜΟ 30 που διανοίχθηκε σε υπάρχουσα κατακόρυφη αστοχία των νερών του μαρμάρου, κατά τη προσπάθεια διάνοιξης του αρμού με την δυτική αυτής τρίγλυφο.

Για τις μετακινήσεις, την αποκόλληση και την καταβίβαση όλων των μελών χρησιμοποιήθηκε ο εξωτερικός γερανός, ενώ για τα δυτικότατα μέλη ο εσωτερικός, μετατεθειμένος όσο το δυνατόν δυτικότερα, αν και το δυτικότατο προς αποξήλωση γείσο προσεγγίστηκε αφού ολίσθησε με κατρακύλια ανατολικά. Επιπλέον, εξωτερικά στήθηκε πατάρι σε σταθερό ικρίωμα που προστέθηκε έως την ΒΔ γωνία - μετά την σταθεροποίηση του εξωτερικού πύργου - που χρησίμευσε και στις αποξηλώσεις του αναστηλωτικού προγράμματος της δυτικής πλευράς[33].

Εικ. 19-20. Το δυτικό τμήμα του ανώτερου θριγκού από ανατολικά και δυτικά (φωτ. Ρ. Χριστοδουλοπούλου).

[33] Στο συνεργείο που εργάστηκε στη περιοχή αυτή της βόρειας πλευράς, με υπεύθυνο τον αρχιτεχνίτη Δ. Φώσκολο περιλαμβάνονται οι μαρμαροτεχνίτες Ηλ. Κωνσταντινόπουλος, Μ. Γάσπαρης, Γ. Φιλιππούσης, Δ. Παπαρίδης, Β. Βελονάς, Χρ. Χονδρογιάννης, και Φρ. Θέου. οι συντηρητές Κ. Δημόπουλος, Δ. Δαμιανός, Α. Λυρίτης, Β. Τζεμπελίκος με υπεύθυνη την Α. Πάνου, και οι εργατοτεχνίτες Χρ. Φακάζης, Γ. Φακάζης, Ν. Τρούπρος και Β. Τζιώλος. Τους γερανούς χειρίστηκαν οι Κ. Ραχούτης και Γ. Κολωνιάρης. Την κινηματογράφιση έκανε ο Στ. Ευσταθόπουλος, τη φωτογράφιση η γράφουσα, η Μ. Καφούρου, ο Σ. Μαυρομμάτης (στις καταβιβασμένες μετόπες). Τα στατικά θέματα έλεγχε η πολ. Μηχανικός Α. Βρούβα, ενώ σημαντική στις καταβιβάσεις των γείσων υπήρξε η συμβολή του Ν. Τογανίδη. Κατά την καταβίβαση των μετοπών παρευρίσκονταν η αρχαιολόγος Χρ. Βλασοπούλου και οι συντηρητές Γ. Παγανής ή Δ. Μαραζιώτης. Πρέπει να τονισθεί η συνεισφορά της τοπογράφου μηχανικού Δ. Μαυρομάτη στην αποτύπωση της περιοχής που για πρώτη φορά περιελάμβανε ορθοφωτομωσαϊκό της κάτοψης και της όψης, που πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της φωτογραμμετρίας και του οποίου η ακρίβεια πιστοποιήθηκε από τις αποτυπώσεις της γράφουσας (σε κάτοψη). Όλους τους προαναφερόμενους θερμά ευχαριστώ για την επίπονη και ποιοτική εργασία τους και τις υπέροχες μέρες που περάσαμε μαζί, σκαρφαλωμένοι στη γωνιά αυτή του Παρθενώνα.

5.2. Ανάλυση και διάγνωση

Το τμήμα αυτό του θριγκού, επειδή δεν είχε δεχθεί δραστικές αναστηλωτικές επεμβάσεις παρά μόνον επιφανειακές επεμβάσεις συντήρησης, παρέμενε το πλέον αδιατάρακτο της βόρειας πλευράς, διασώζοντας την αρχική δομή των στρώσεων και την αρχική σύνδεση μεταξύ των αρχιτεκτονικών μελών, γεγονός που το καθιστούσε ιδιαίτερα ενδιαφέρον μελετητικά (Σχ. 3*). Εντύπωση προκάλεσε η διαπίστωση μεγάλης ποικιλίας στη γεωμετρία, το μέγεθος, την ποιότητα του μαρμάρου, αλλά και την κατεργασία του των αρχαίων αρχιτεκτονικών μελών, στοιχεία που πιστοποιούν την μεγάλη ανάγκη για εξοικονόμηση υλικού ακόμα και με τις ελάχιστες απαιτήσεις στατικής επάρκειας (μεγάλα κενά μεταξύ των μελών, ελάχιστες επιφάνειες έδρασης των υπερκείμενων, ελλιπής σύνδεση). Άλλωστε στη κακή ποιότητα του μαρμάρου οφείλονταν και οι περισσότερες αστοχίες που παρατηρήθηκαν σε πολλά μέλη (αποκολλήσεις, ρηγματώσεις, θραύσεις).

Οι μεταγενέστερες επεμβάσεις αποδόθηκαν στην πρώτη περίοδο των αναστηλωτικών εργασιών Μπαλάνου (1900-1902) (Εικ. 19-20), κατά τις οποίες μόνο με τη χρήση του ικριώματος που είχε εγκαταστήσει στη ΒΔ εσωτερική γωνία της περίστασης[34], επενέβη ουσιαστικά για να ενισχύσει την στατική επάρκεια στη περιοχή αυτή, σε συνέχεια των εργασιών της δυτικής όψης. Ουσιαστικός σκοπός ήταν και η θωράκιση των μετοπών έναντι ισχυρών μετακινήσεων, όπως αποδεικνύεται από το «κτίσιμο» τους με τα όμορα μέλη, τη τοποθέτηση νέων συνδέσμων με αυτά, αλλά και την εξωτερική γόμφωση τους στα επιστύλια[35]. Εκτός των μετοπών, οι επεμβάσεις του Μπαλάνου επεκτάθηκαν και στα υπόλοιπα μέλη[36], με:

- την σύνδεση των μελών (και των επιστυλίων) μεταξύ τους, μέσω ελαχίστων νέων μεταλλικών συνδέσμων επενδυμένων με μολύβι, εντός των διευρυμένων περαιτέρω αρχαίων εντορμιών
- την ενίσχυση των μελών με την τοποθέτηση εξωτερικά συνδέσμων εξασφάλισης σε διανοιγμένες και ρηγματωμένες επιφάνειες
- τη πλήρωση των μικρών κενών μεταξύ των μελών με λατύπες, τεμάχια κεράμων και ελάχιστο τσιμέντο
- τη σφράγιση όλων ανεξαιρέτως των αρμών - ακόμα και των κατακόρυφων περιμετρικά των εδράσεων - με τσιμεντοκονία.

[34] Υπάρχει παντελής έλλειψη τεκμηρίων για την εγκατάσταση εξωτερικών ικριωμάτων στο δυτικό τμήμα της βόρειας πλευράς.

[35] Πρόκειται για μεταλλικούς γομφίσκους τοποθετημένους στην εξωτερική ακμή της έδρασης των μετοπών.

[36] Αν και δεν αναφέρεται τίποτα σχετικά από τον ίδιο, στην απόδοση των εργασιών Βλ. Μπαλάνος 1940.

* *Βλέπε ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Αναδιπλούμενο σχέδιο 3.*

Η ίδια τακτική ακολουθήθηκε και στο τμήμα που καλύφθηκε με τα επανατοποθετηθέντα γείσα, χωρίς όμως την τοποθέτηση συνδέσμων, παρά μόνο ισχυρής τσιμεντοκονίας. Το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία μιάς ενιαίας σταθερής κατασκευής, όπως αποδείχθηκε από τις ελάχιστες ρωγμές λόγω των νεώτερων σεισμών - όσο και ιδιαίτερα στεγανής[37]. Κατά τις εργασίες αποξήλωσης των 4 γείσων, τα 3 εκ των οποίων ο Μπαλάνος ως γνωστόν είχε συμπληρώσει με ουρές από νέο μάρμαρο (1901), διαπιστώθηκε η ύπαρξη πολλών συνδέσμων συρραφής σε όλες τις παράπλευρες επιφάνειες τους, οι οποίοι και είχαν οξειδωθεί.

Οι επεμβάσεις της Εφορείας, στα πλαίσια του γενικότερου προγράμματος συντήρησης το 1972, είχαν επιδιορθωτικό χαρακτήρα, με την αντικατάσταση όλων σχεδόν των συνδέσμων του Μπαλάνου με ορειχάλκινους και την εκ νέου σφράγιση των αρμών με ισχυρή τσιμεντοκονία.

Κατά την μελέτη επιβεβαιώθηκε πλέον η υπόθεση ότι το γείσο ΒΓ 61 της αναστήλωσης Μπαλάνου, του οποίου το πρόσθιο μέρος λείπει στις απεικονίσεις του μνημείου μέχρι το 1901, συνετέθη από διάσπαρτο γείσο στο οποίο προστέθηκε ουρά από νέο μάρμαρο.[38] Στο τμήμα αυτό του θριγκού αποδόθηκαν στην αρχική τους θέση 3 επιπλέον ουρές, εκτός των έξι καταβιβασθέντων και του ολόκληρου γείσου 14013, που είχε αποδοθεί από την μελέτη της βόρειας πλευράς.

Επιπλέον αποδόθηκαν 3 αρχαία διάσπαρτα θραύσματα σε διάζωμα, τρίγλυφο και λίθο πληρώσεως.

5.3. Πρόταση αποκατάστασης

Η πρόταση αποκατάστασης περιελάμβανε τις ελάχιστες δυνατές επεμβάσεις όπως, μετακινήσεις μελών, καταβιβάσεις, συμπληρώσεις, διατρήσεις και συνδέσεις. Οι επεμβάσεις θα είχαν σκοπό την αποκατάσταση και ενίσχυση της στατικής επάρκειας ενός εκάστου μέλους, την ασφαλή έδραση των υπερκείμενων και την διατήρηση της αυθεντικής μορφής των μελών, χωρίς την εξάλειψη μεταγενέστερων μη ενοχλητικών επεμβάσεων (Σχ. 3).

Στη στρώση της εξωτερικής δωρικής ζωφόρου προτάθηκε η καταβίβαση:

- πέντε λίθων πληρώσεως που είχαν ήδη μετακινηθεί ώστε να αποξηλωθούν οι έμπροσθεν τους εφαπτόμενες μετόπες, στους οποίους απαιτούνταν συμπληρώσεις με νέο μάρμαρο - κυρίως με

[37] Ας σημειωθεί ότι είχε προβλεφθεί ακόμα και η απορροή των ομβρίων μεταξύ των μελών και πάνω από την σφραγισμένη επιφάνεια των επιστυλίων.

[38] Μετά από έρευνα διαπιστώθηκε ότι το μέλος ανήκε στην νοτιοανατολική γωνία του μνημείου και βρισκόταν πιθανότατα στη θέση ΝΓ 11. Η αυθεντική διάσπαρτη πλέον «ουρά» του ΒΓ 61, δεν εντοπίστηκε.

σκοπό την έδραση υπερκείμενων γείσων - συγκόλληση αποκολλημένων τμημάτων ή εξασφάλιση ρωγμών.

- μιάς τρίγλυφου που είχε ανασυρθεί από τον Μπαλάνο, ώστε να συγκολληθεί η ίδια και να συνδεθούν τα υποκείμενα επιστύλια και πιθανότατα μίας επιπλέον για τον ίδιο λόγο.

Επιτόπου θα συμπληρώνονταν με νέο μάρμαρο ένας λίθος πληρώσεως και μία τρίγλυφος και θα εξασφαλίζονταν με οπλισμούς τρείς λίθοι πληρώσεως και τρείς τρίγλυφοι.

Στη στρώση των διαζωμάτων δεν προτάθηκε καμμία επέμβαση, εκτός από τη συμπλήρωση των άνω γωνιών στα δύο μέλη, συγκολλήσεις θραυσμάτων ή όπλιση εξασφάλισης επιτόπου, σε τέσσερα μέλη με διατήρηση και εκ νέου εξασφάλιση των συμπληρωμάτων Μπαλάνου. Επιπλέον απαιτούνταν η εκ νέου γόμφωση των μελών επιτόπου, με ειδικού τύπου γόμφους.

Μεταξύ των μελών της δωρικής ζωφόρου προτάθηκε η τοποθέτηση συνδέσμων τύπου διπλού ταυ, στις αρχαίες εντορμίες, ενώ όπου αυτό είναι αδύνατον, πιόσχημων συνδέσμων στις μπαλάνειες εντορμίες. Για την ασφαλή έδραση των υπερκείμενων αποδοσμένων στις θέσεις αυτές γείσων, αλλά και για τη λειτουργία τους ως αποστατών μεταξύ των μελών σε περιοχές με ελλιπή σύνδεση, προτάθηκε η κατασκευή και τοποθέτηση 2 λίθων πληρώσεως- τάκων από νέο μάρμαρο.

Στη στρώση των γείσων θα γινόταν αποκατάσταση των τριών ανατολικότερων καταβιβασθέντων γείσων με επανασυγκόλληση των συμπληρωμάτων Μπαλάνου εσωτερικά, ενώ στη θέση του ΒΓ 61 θα ετοποθετείτο ένα μέλος από νέο μάρμαρο.

Στη στρώση των επιστυλίων δεν προτάθηκε καμμία επέμβαση εφόσον θα διατηρούνταν οι ορειχάλκινοι σύνδεσμοι, εκτός από δύο νέους που θα αντικαθιστούσαν έναν μπαλάνειο και έναν οξειδωμένο αρχαίο.

Με σκοπό την προστασία του αναστηλωμένου θριγκού από τη βλάστηση, που είναι φυσικό ότι θα επανερχόταν στη κλειστή λεκάνη που θα δημιουργείτο μεταξύ των μελών, θα διατηρούνταν όλα τα κονιάματα του Μπαλάνου που σώζονταν σε πολύ καλή κατάσταση, και θα συμπληρώνονταν όπου είχαν φθαρεί, όπως στις περιοχές των αποξηλώσεων.

6. Συμπεράσματα

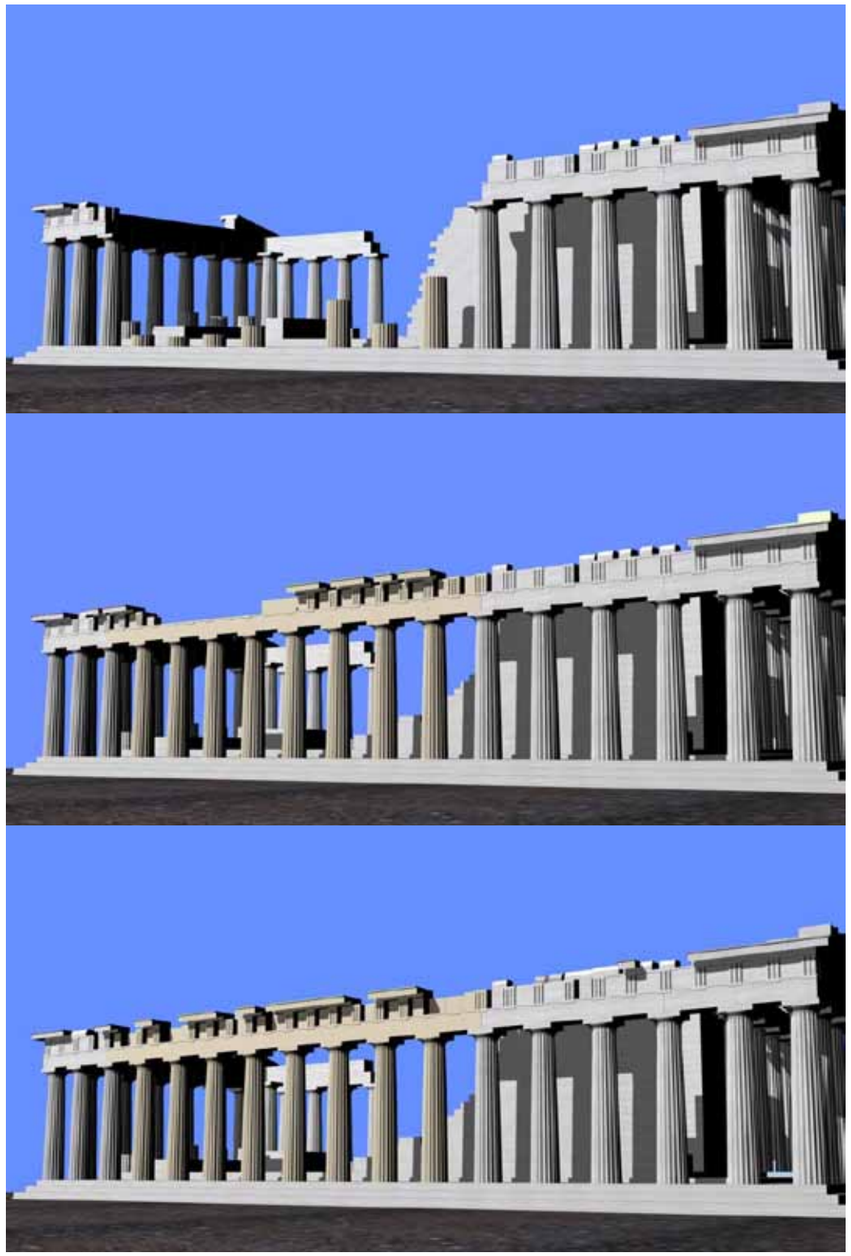
Όπως αναφέρθηκε, τα αρχιτεκτονικά μέλη του ανώτερου θριγκού που διέσωζαν τα περισσότερα στοιχεία της αρχικής διαμόρφωσης και θέσης τους κατέστει δυνατό και να τοποθετηθούν στις αρχικές τους θέσεις. Τα υπόλοιπα μέλη τοποθετήθηκαν σε ομόλογες θέσεις. Όσα κάλυπταν τα περισσότερα από τα κριτήρια που είχαν τεθεί κατά την εξέταση των μελών ανά είδος, σε εναλλακτικές

διακεκριμένες θέσεις και όσα μέλη κάλυπταν λιγότερα κριτήρια, σε περισσότερες θέσεις κατά μήκος του θριγκού.

Οι μεγάλες καταστροφές των στοιχείων στις επιφάνειες των μελών λόγω της έκρηξης, της διασποράς και της επανάχρησης τους, αλλά και των επεμβάσεων που δέχτηκαν κατά τις αναστηλωτικές εργασίες, δυσχέραινε ή καθιστούσε αδύνατη τη μελέτη σε πολλές περιπτώσεις. Παρόλα αυτά, το επιστημονικό όφελος που προέκυψε κατά τη μελέτη αναδιάταξης των μελών του ανώτερου θριγκού, κρίνεται σημαντικό. Εκτός από την απόδοση αρκετών μελών στις αρχικές τους θέσεις, αποσαφηνίστηκε το σύστημα και ο τρόπος δομής και αυτών των λιγότερο γνωστών στρώσεων του μνημείου. Λόγω του μεγάλου αριθμού των ομοειδών μελών που μελετήθηκαν, μπόρεσαν να εξαχθούν συμπεράσματα για την τυποποίηση σε μεγέθη, μορφές και τρόπους μεταφοράς και σύνδεσης, που πολλές φορές όμως αυτοκαταργείται κατά την εξέλιξη του έργου και λύσεις ανάγκης (κακή ποιότητα υλικού, παραλειπόμενες συνδέσεις) εφαρμόζονται με στόχο προφανώς την εφαρμογή του χρονοδιαγράμματος και όχι πάντοτε του βέλτιστου κατασκευαστικού αποτελέσματος.

Η μελέτη αναστήλωσης βασίστηκε ουσιαστικά σε μια τεκμηριωμένη πρόταση αναδιάταξης των αρχαίων μελών, με βασικό κριτήριο την τοποθέτηση των μελών στην αρχική τους θέση, και δευτερευόντως στη συμπλήρωση των κενών με μέλη από νέο μάρμαρο, κυρίως για λόγους στατικής επάρκειας της κατασκευής και δευτερευόντως για λόγους μορφολογικής και αισθητικής πληρότητας της σύνθεσης. Για τους ίδιους λόγους προτάθηκε και η χρήση του μικρότερου ποσοστού νέου υλικού στα συμπληρώματα των αρχαίων μελών, που συνολικά κυμαίνεται στο 20% της συνολικής επιφάνειας της όψης του ανώτερου θριγκού. Η χρήση έστω και αυτού του ποσοστού νέου υλικού - που μπορεί να θεωρηθεί αρκετό κρίνοντας από το αποτέλεσμα - ήταν απαραίτητη εφόσον επρόκειτο για ανασύσταση ενός τμήματος του ναού και όχι για απλή αποκατάσταση με την έννοια της εξυγίανσης και της συντήρησης, όπως στη δυτική πλευρά της περίστασης.

Στην πρόσοψη, η διαφοροποίηση της εικόνας της προτεινόμενης αναστήλωσης από αυτήν της πρότερης κατάστασης, είναι χαρακτηριστική (Εικ. 22, 23). Η διασπορά των αρχαίων λίθων καθόλο το μήκος του θριγκού, σε αντίθεση με την συμπτυγμένη προς τα άκρα αναστήλωση του Μπαλάνου - πιθανότατα σε ένδειξη της περιοχής που υπέστη τη μεγαλύτερη φθορά από την έκρηξη -, έγκειται στην διαφορετική θεωρητική προσέγγιση. Η σημερινή αναστηλωτική προσέγγιση βασίζεται, ως γνωστόν, στη βασική αρχή αποκατάστασης του αρχαίου συστήματος δομής, με βαρύνουσα παράμετρο την απόδοση των μελών στην αρχική τους θέση. Αυτή του Μπαλάνου ήταν περισσότερο αισθητική και σκηνογραφική, με βασικό στόχο την απόδοση στο μνημείο της εικόνας του ευπρεπισμένου ερειπίου.



Εικ. 21-22-23. Η βόρεια περίσταση του Παρθενώνα μετά την έκρηξη (1800), μετά την αναστήλωση Μπαλάνου (1930) και μετά την επέμβαση της ΕΣΜΑ (2010) (φωτορεαλιστική απεικόνιση Πλ. Κωνσταντόπουλος, Ρ. Χριστοδουλοπούλου).

Βιβλιογραφία

Ζάμπας 2002α — Ζάμπας, Κ. 2002. *Πρόταση αποκαταστάσεως της βόρειας όψης του Παρθενώνος*, Αθήνα: ΥΠΠΟ-ΕΣΜΑ.

Ζάμπας 2002β — Ζάμπας, Κ. 2002. Μελέτη δομικής αποκαταστάσεως της βόρειας όψης του Παρθενώνος, *Πρακτικά 5ης Διεθνούς Συνάντησης για την αποκατάσταση των μνημείων Ακροπόλεως, Αθήνα, 4-6 /10/2002*, 194-179.

Κορρές - Μπούρας 1983 — Κορρές, Μ. - Μπούρας, Χ. 1983. *Μελέτη αποκαταστάσεως του Παρθενώνος*, τ.1, Αθήνα: ΥΠΠΟ-ΕΣΜΑ.

Κορρές 1994 — Κορρές, Μ. 1994. Οι εργασίες αποκαταστάσεως στον Παρθενώνα και η μετατόπιση των αντιλήψεων για τη διατήρηση των μνημείων. Στο: Τουρνικιώτης, Π. (επιμ.), *Ο Παρθενώνας και η ακτινοβολία του στα νεώτερα χρόνια*, 97-154. Αθήνα: Μέλισσα.

Λαμπρινού 2002 — Λαμπρινού, Λ. 2002. Ο θριγκός της βόρειας όψης του Παρθενώνος, ταύτιση μελών και ανατοποθέτηση επιστυλίων και κιονοκράνων, *Πρακτικά 5ης Διεθνούς Συνάντησης για την αποκατάσταση των μνημείων Ακροπόλεως, Αθήνα, 4-6 /10/2002*, 208-195.

Λαμπρινού 2005 — Λαμπρινού, Λ. 2005. *Αναδιάταξη μελών βόρειας κιονοστοιχίας Παρθενώνα, Κίονες-Κιονόκρανα- Επιστύλια*, Νοέμβριος, Αθήνα: Αρχείο ΥΣΜΑ.

Μπαλάνος 1940 — Μπαλάνος, Ν. 1940. *Η αναστήλωσις των μνημείων της Ακροπόλεως*, Αθήναι.

Μπούρας 1994 — Μπούρας, Χ. 1994. Η αρχιτεκτονική του Παρθενώνα. Στο: Τουρνικιώτης, Π. (επιμ.), *Ο Παρθενώνας και η ακτινοβολία του στα νεώτερα χρόνια*, 339-310. Αθήνα: Μέλισσα.

Ορλάνδος 1957 — Ορλάνδος Α. 1957. *Η αρχιτεκτονική του Παρθενώνος*, Εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία, 1977.

Τογανίδης 2002 — Τογανίδης, Ν. 2002. Το τρέχον έργο αποκαταστάσεως του Παρθενώνος, *Πρακτικά 5ης Διεθνούς Συνάντησης για την αποκατάσταση των μνημείων Ακροπόλεως, Αθήνα, 4-6 /10/2002*, 130-117.

Τουμπακάρη 2007 — Τουμπακάρη Ε.-Ε. 2007. *Δομική αποκατάσταση άνω θριγκού Β. Κιονοστοιχίας Παρθενώνος*, 3τ., Αθήνα: Αρχείο ΥΣΜΑ.

Χριστοδουλοπούλου 2005 — Χριστοδουλοπούλου, Ρ. 2005. *Μελέτη αναδιάταξης των μελών του ανώτερου θριγκού της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα - Πρόταση αναστήλωσης*, Νοέμβριος, Αθήνα: Αρχείο ΥΣΜΑ.

Χριστοδουλοπούλου-Βρούβα 2008α — Χριστοδουλοπούλου, Ρ. - Βρούβα, Α. 2008. *Μελέτη αποκατάστασης του δυτικού τμήματος του θριγκού της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα*, τομ. Ι Αρχιτεκτονική μελέτη: κείμενο - σχέδια, τομ.ΙΙ Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικών μελών: αποτυπώσεις-διάγνωση ζημιών, Ιανουάριος, Αθήνα: Αρχείο ΥΣΜΑ.

Χριστοδουλοπούλου 2008β — Χριστοδουλοπούλου, Ρ. 2008. *Διερεύνηση απόδοσης των διάσπαρτων βορείων μετοπών του Παρθενώνα (Μετόπες D, G, A)*, Μάρτιος, Αθήνα: Αρχείο ΔΙΠΚΑ, ΥΣΜΑ.

Χριστοδουλοπούλου 2008γ — Χριστοδουλοπούλου, Ρ. 2008. *Αναθεώρηση της Μελέτης αναδιάταξης των μελών του ανώτερου θριγκού της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα - Μελέτη εφαρμογής*, Νοέμβριος, Αθήνα: Αρχείο ΥΣΜΑ.

Χριστοδουλοπούλου 2009α — Χριστοδουλοπούλου, Ρ. 2009. Η μελέτη αναστήλωσης του ανώτερου θριγκού της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα, *Τεύχος περιλήψεων: Πρακτικά (ψηφιακός δίσκος), 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Αναστηλώσεων, Αθήνα, 21-24/5/2009*, 183-181.

Χριστοδουλοπούλου 2009β — Χριστοδουλοπούλου, Ρ. 2009. Η μελέτη αναστήλωσης του ανώτερου θριγκού της βόρειας περίστασης του Παρθενώνα, *Ενημερωτικές ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 9, ΥΣΜΑ-ΥΠΠΟ, 22-18.

4.3.1.3. STUDY OF THE UPPER LAYERS OF THE ENTABLATURE OF THE NORTH SIDE INCLUDING THE WESTERN PART

Rosalia C. Christodoulopoulou,
Architect Engineer, Acropolis Restoration Service

Abstract

The study of the rearrangement and restoration of the architectural members of the upper part of the entablature, which included the layers of the Doric frieze and cornice, constituted part of the overall study for the entire section of the north *peristasis* between the 3rd and 12th columns, which had been restored by N. Balanos in the period 1923 – 1930. After it was disassembled so that its architectural members could be structurally restored, a study of all the members that could have belonged to the north side (2005) was carried out. The purpose of this study was to successfully restore it to its original structure by attributing as many members as possible to their original positions.

The study was primarily based on the identification, recording and grouping of the characteristics of the form and structure of each architectural member. Afterwards, a set of criteria was formulated, based on which all the members were classified by layers and types into particular groups or were characterized as special members so that they could be attributed to particular areas or designated positions along the entablature.

What was achieved by the solution given, based on the set criteria, was the identification of the original position of all available inner frieze blocks, of front members of the Doric frieze by one third, and of cornice blocks only by one fifth of the attributed members. The remaining ancient members, which were twice as many as those restored by Balanos, were placed in corresponding positions.

The restoration proposal involved the integration of new members and supplements made of new marble, the basic criterion being the static sufficiency of the structure. In the proposed aspect of the northern façade, it is noteworthy that there was dispersion of the ancient stone blocks along the entire length of the entablature, as opposed to the restorative work by Balanos which was more concentrated towards the edges.

During the process of restorative work on the members, it became necessary to revise the initial study based on new data, as well as the need to carry out the implementation study for the reconstitution of the upper part of the entablature (2007).

Prompted by the dislodging of the six ancient *metopes* that were in place, the study was extended to the western part of the entablature, whereby the restorative works by Balanos were analyzed and interventions of a moderate type were proposed (2008).

List of Figures

Fig. 1. The north side of the Parthenon after the restoration by Balanos (Draft: M. Korres, 1983).
Fig. 2. Detail from the western part of the entablature that was restored by Balanos (Draft: K. Zambas, Tina Skari).
Fig. 3-4. The upper part of the entablature. The cornice blocks before and during dismantling (Photo: YSMA Archive).
Fig. 5. The upper part of the entablature (Photo: YSMA Archive).
Fig. 6-7. Inner frieze blocks and triglyphs during dismantling (Photo: YSMA Archive).
Fig. 8-10. The structure of the upper part of the entablature by layers. (3D CAD rendering: An. Kafourou, Vl. Christodoulopoulos, R. Christodoulopoulou).
Fig. 11. Groupping of frieze blocks in terms of their position in the standard interaxis, based on positions of transverse clamps (Rendering: R. Christodoulopoulou).
Fig. 12. Dismantled cornice blocks (Photo: R. Christodoulopoulou).
Fig. 13. Scattered attributed cornice blocks (Photo: R. Christodoulopoulou).
Fig. 14. Dismantled back parts of cornice cornice (Photo: R. Christodoulopoulou).
Fig. 15. Final proposed courses of the entablature upper part members (Draft: R. Christodoulopoulou).
Fig. 16. The entablature of the western part of the north side in 1994 (Photo: S. Mavrommatis).
Fig. 17. Dislodging of cornice block ΒΓ 58 (Photo: R. Christodoulopoulou).
Fig. 18. Dislodging of metope ΒΜΟ 29 (Photo: A. Kafourou).
Fig. 19-20. The western section of the upper part of the entablature from east and west (Photo: R. Christodoulopoulou).
Fig. 21-23. The north side (*peristasis*) of the Parthenon after the explosion (1800), after the restoration by Balanos (1930), and after the intervention by ESMA (2010) (Photo-realistic rendering: P. Konstantopoulos, R. Christodoulopoulou).

List of Drawings

Dwg. 1.* Study for the rearrangement and proposed fillings of the upper part of the entablature of the north side of the Parthenon. Northern view, plan views of cornice, of the Doric

* *See APPENDIX: Folded out drawings.*

frieze, of architraves (indicative), Southern view (Draft: T. Skari; Computer rendering: V. Christodoulopoulos).

Dwg. 2.* Implementation Study for the restoration of the upper part of the entablature of the north side of the Parthenon. Final arrangement of members - designation of position and length / width of new members (CAD rendering: V. Christodoulopoulos).

Dwg. 3.* Study for the restoration of the western part of the northern entablature of the Parthenon. Plan view of its condition before cleaning, restoration proposal, plan view and front view (Draft: R. Christodoulopoulou; Background orthophotomosaic: Δ.Τ.Φ.Κ-ΥΠΠΟ - Directorate of Topography, Photogrammetry and Land Register-Hellenic Ministry of Culture and Sports).

** See APPENDIX: Folded out drawings.*

4.3.2.1. ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΕ ΚΑΜΨΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΗΜΕΝΟΥ ΕΠΙΣΤΥΛΙΟΥ

Μαριλένα Μεντζίνη
Πολιτικός Μηχανικός, δρ. Ε.Μ.Π., ΥΠΠΟΑ

1. Κίνητρο της έρευνας – Στόχοι

Για τη δομική αποκατάσταση των μνημείων της Ακροπόλεως, όπως είναι γνωστό, εφαρμόζεται από το 1975 μια πρωτοποριακή μέθοδος σχεδιασμού για τη συγκόλληση των θραυσμάτων των αρχαίων μελών ή και συμπληρωμάτων από νέο μάρμαρο, μέσω οπλισμού ράβδων τιτανίου και τσιμεντοκονιάματος[1,2,3].

Η υπολογιστική διαδικασία για την όπλιση των επιστυλίων που ακολουθείται σήμερα αναπτύχθηκε και εξελίχθηκε από τους πολιτικούς μηχανικούς Μ.Ιωαννίδου, Β.Πασχαλίδη[+] και Μ.Μεντζίνη[4,5]. Τα συγκολλημένα επιστύλια προσομοιώνονται με καμπτόμενες δοκούς που αποτελούνται από μάρμαρο και ράβδους τιτανίου. Με αυτήν τη μέθοδο αποκαταστάθηκαν εκτός των άλλων και τα πολυθραυσμένα επιστύλια της βόρειας πλευράς του Παρθενώνος. Τα διαμπερή ρήγματά τους προήλθαν κυρίως από την έκρηξη του 1687 (πολιορκία Ακρόπολης από Morosini) και από τη χρήση σιδηρών στοιχείων κατά την αναστήλωση Ν.Μπαλάνου (1923-1933), η οξείδωση των οποίων προκάλεσε πολλαπλές περαιτέρω διαρρήξεις του μαρμάρου.

Για την επιβεβαίωση της υπολογιστικής αυτής μεθόδου κατασκευάστηκε[4] ακριβές ομοίωμα ενός από τα πλέον ρηγματωμένα επιστύλια της Βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνος σε κλίμακα 1:2, το οποίο οπλίστηκε κατ' αναλογία με το πρωτότυπο και υποβλήθηκε σε πειραματική διαδικασία κάμψης στο Εργαστήριο Αντοχής και Υλικών του Ε.Μ.Π. Τα αποτελέσματα[4] έδειξαν συμβατότητα θεωρίας και πρακτικής εφαρμογής. Για λόγους όμως κατασκευαστικούς (μέγεθος δοκιμίου, απόσταση πλαισίου φόρτισης) υπήρχε δυνατότητα υλοποίησης μόνο τεσσάρων σημειακών φορτίων για την προσομοίωση της κατανεμημένης φόρτισης. Αυτό ενέχει περιθώριο απόκλισης από τις πραγματικές συνθήκες, που μπορεί να οδηγήσει σε ποιοτικά σωστά, αλλά ποσοτικά ανακριβή αποτελέσματα.

Με σκοπό την περαιτέρω ακριβέστερη διερεύνηση της συμπεριφοράς σε κάμψη θραυσμένου και συγκολλημένου με ράβδους τιτανίου μαρμάρινου επιστυλίου και την αξιολόγηση της χρησιμοποιούμενης θεωρίας για την αποκατάστασή του, ακολούθησε μια σειρά αριθμητικών και πειραματικών αναλύσεων. Η διεξαγωγή τους έγινε κάτω από συνθήκες, οι οποίες δρομολογήθηκαν με τέτοιο υπολογιστικό και δημιουργικό τρόπο, ώστε να προσομοιώνουν τις εν δυνάμει στην πραγματικότητα δράσεις, τουλάχιστον αυτές που λαμβάνονται υπόψη στην εκπόνηση των μελετών της όπλισης των επιστυλίων.

[1,2,3] Zambas et al 1986, 138-141. Ζάμπας 1989. Ζάμπας 1994.

[4,5] Μεντζίνη 2002, 233-242. Ιωαννίδου κ.ά. 2002, 291-300.

2. Αριθμητική ανάλυση - μια πρώτη προσέγγιση

Η μεθοδολογία της δομικής αποκατάστασης θραυσμένων μαρμάρινων επιστηλίων εξετάζεται αριθμητικά χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Το αριθμητικό μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε προσομοιώνει τη δοκιμή κάμψης, ενός κεντρικά θραυσμένου μαρμάρινου επιστηλίου.

Σε πρώτο στάδιο μελετώνται, οι πιθανοί τρόποι προσομοίωσης των πραγματικών συνθηκών φόρτισης και η επιρροή τους στην κατανομή των τάσεων κατά τη διάρκεια της δοκιμής κάμψης ενός ακέραιου δοκιμίου - επιστηλίου, του οποίου οι διαστάσεις είναι ανάλογες με αυτές ενός τυπικού εξωτερικού επιστηλίου της βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνα σε κλίμακα 1:3 και το οποίο στηρίζεται σε μαρμάρινους κύβους σε ανάλογες θέσεις με αυτές των, στο ναό υποκείμενων, κιονόκρανων. Προσομοιώνονται τέσσερις τύποι φόρτισης : 1) Ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο σε όλο το μήκος του επιστηλίου, 2) ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο κατά μήκος του ελεύθερου ανοίγματός του, 3) συγκεντρωμένο φορτίο σε οκτώ σημεία κατά μήκος του ελεύθερου ανοίγματός του 4) συγκεντρωμένο φορτίο σε οκτώ σημεία σε όλο το μήκος του επιστηλίου (Εικ. 1, Σχ. 1)[6].

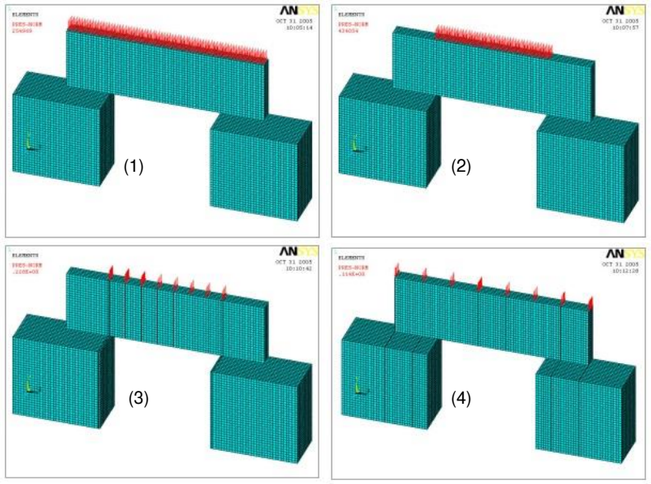
Ακολούθως εξετάζεται ένα συμμετρικά θραυσμένο (δηλ. με κεντρικό κατακόρυφο στο μήκος του επίπεδο θραύσης) επιστήλιο, του οποίου τα δύο όμοια θραύσματα έχουν συγκολληθεί μεταξύ τους χρησιμοποιώντας απλουστευτικά για οπλισμό μία ράβδο τιτανίου. Ο οπλισμός που απαιτήθηκε για την αποκατάστασή του προέκυψε με εφαρμογή της πρόσφατα ακολουθούμενης μεθόδου. Το δοκίμιο φορτίστηκε με το φορτίο μόνο της περίπτωσης 2) δηλαδή, ομοιόμορφα κατανεμημένο φορτίο κατά μήκος του ελεύθερου ανοίγματος του επιστηλίου, μια και από την προηγούμενη ανάλυση προέκυψε ότι ανταποκρίνεται στη δυσμενέστερη περίπτωση, αυτή δηλαδή που προκάλεσε την παραγωγή του πιο έντονου πεδίου τάσεων (Εικ. 2)[7,8].

Ως γνωστόν όμως η πραγματοποίηση στο εργαστήριο μιας δοκιμής κάμψης κάτω από ομοιόμορφο φορτίο είναι πάρα πολύ δύσκολο να υλοποιηθεί πειραματικά και γι αυτό συνήθως εκτελούνται δοκιμές με σημειακά ασκούμενα φορτία. Είναι φανερό εντούτοις ότι τα πεδία των τάσεων και των παραμορφώσεων στις δύο συγκρινόμενες περιπτώσεις πραγματικότητας και εργαστηρίου δεν είναι ισοδύναμα και αποδεικνύεται εδώ, ότι τέτοιου είδους προσεγγίσεις μπορούν να οδηγήσουν σε υποτιμημένα αποτελέσματα. Γι αυτό το λόγο μελετάται ακολούθως αριθμητικά μια δοκιμή κάμψης με οκτώ συγκεντρωμένα φορτία για το ίδιο αποκαταστημένο επιστήλιο, σε μια προσπάθεια εύρεσης ενός συντελεστή διόρθωσης του τρόπου επιβολής φορτίου, που θα επέτρεπε τη βαθμονόμηση των πειραματικών αποτελεσμάτων, ώστε να καταστούν συμβατά με τα προκύπτοντα από τη θεωρία.

[6] Kourkoulis et al 2006.A, 657-665.

[7,8] Kourkoulis et al 2006.B, 269-286. Kourkoulis et al 2009.

Η πραγματοποιηθείσα ανάλυση αποκάλυψε καταρχάς κρίσιμα σημεία, τα οποία θα πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν από το σχεδιασμό και την εκτέλεση των αποκαταστάσεων, τουλάχιστον αυτών που αφορούν καμπτόμενα δομικά μέλη. Ο υπολογισμός των οπλισμών συγκόλλησης γίνεται συνήθως υιοθετώντας τη θεωρία των Bernoulli - Euler, που είναι συμβατή κυρίως για σχετικά επιμήκεις δοκούς. Τα επιστύλια όμως εκπληρώνουν οριακά αυτήν την απαίτηση, με αποτέλεσμα οι αξονικές παραμορφώσεις να μην μεταβάλλονται γραμμικά καθ΄ ύψος της διατομής, αλλά να ακολουθούν μια μάλλον σιγμοειδούς σχήματος συνάρτηση[9,10,11]. Το πιο σημαντικό συμπέρασμα, που η ανάλυση επέδειξε είναι ότι τα σημεία που είναι επιρρεπή σε αστοχία είναι εκείνα που βρίσκονται στην περιοχή γειτνίασης με τις γωνίες των υποκείμενων αβάκων των κιονόκρανων, περισσότερο από τα αναμενόμενα στο μέσο της δοκού -στην περίπτωση που το επιστύλιο είναι ακέραιο (Σχ. 1)[6,12,13]. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει, ότι οι γωνίες του κιονόκρανου θα έπρεπε να υπόκεινται σε κατεργασία καμπύλωσης της ακμής τους για να αποφευχθούν πιθανές αποφλοιώσεις ή ρωγμές στον άβακα και στο επιστύλιο (ανάλογη πρόβλεψη από τους αρχαίους τεχνίτες με λάξευση ζώνης εκβάθυνσης στην άνω έδρα του κιονόκρανου - προστατευτική ταινία (scamillus)). Αντίθετα στην περίπτωση του αποκαταστημένου επιστυλίου τα πιο επικίνδυνα σημεία είναι στην περιοχή της συγκόλλησης των επίπεδων θραύσης και ειδικά στην περιοχή που υπάρχει ο οπλισμός (Εικ. 2, Σχ. 2 δεξιά). Όπως προαναφέρθηκε η αναπαραγωγή των πραγματικών συνθηκών κάμψης στο εργαστήριο δεν είναι αξιόπιστη, εκτός και αν το φορτίο ασκείται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, όπως και στην πραγματικότητα. Γι αυτό κατά το σχεδιασμό που βασίζεται σε ένα πειραματικά εκτιμημένο και βαθμονομημένο μοντέλο θα πρέπει να αυξηθούν οι συντελεστές ασφαλείας, ώστε να ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι το πεδίο τάσεων της δοκιμής είναι μικρότερο του πραγματικά αναπτυσσόμενου (π.χ. στην περίπτωση των οκτώ σημείων εφαρμογής της δύναμης, διαπιστώθηκε ότι οι ακραίες τιμές των τάσεων και των

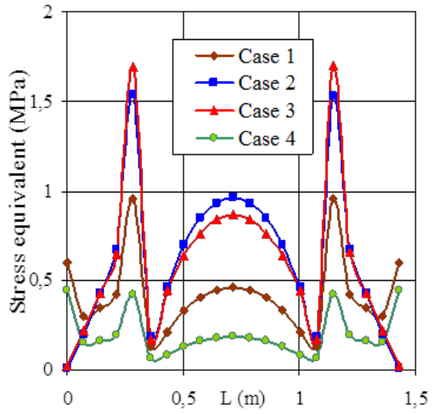


Εικ. 1. Οι τέσσερις περιπτώσεις φόρτισης του υπολογιστικού προσομοιώματος.

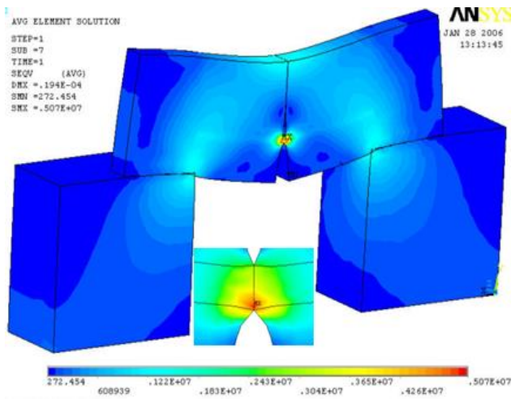
[9,10,11] Vardoulakis+ et al 1998, 399-406. Kourkoulis et al 1999.A, 369-392. Kourkoulis et al 1999.B, 623-626.

[6,12,13] Kourkoulis et al 2006.A, 657-665. Μεντζίνη 2006.A, 15-18. Μεντζίνη 2006.B, 32-46.

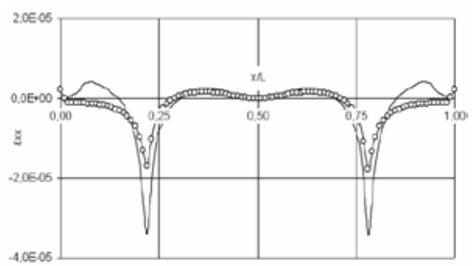
παραμορφώσεων που αναπτύσσονται είναι - σε μερικά σημεία του επιστυλίου (περιοχή στηρίξεων) - σχεδόν οι μισές από τις αντίστοιχες τιμές που αναπτύσσονται αν το φορτίο ασκηθεί ομοιόμορφα κατανεμημένο (Σχ. 2 αριστερά).

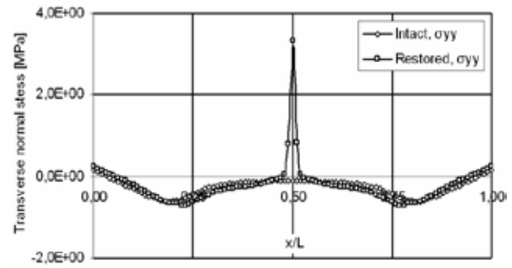


Σχ. 1. Η ισοδύναμη τάση Von Mises, σε κεντρική, κατά μήκος γραμμή, στη βάση του ακέραιου προσομοιώματος για τις ανωτέρω τέσσερις περιπτώσεις φόρτισης.



Εικ. 2. Η κατανομή της ισοδύναμης τάσης στο αποκαταστημένο προσομοίωμα – επιστύλιο. Η λεπτομέρεια δείχνει την κεντρική διατομή γύρω από τη ράβδο τιτανίου.





Σχ. 2. Η διακύμανση της οριζόντιας μήκυνσης, σε κεντρική, κατά μήκος γραμμή, στη βάση του αποκατεστημένου προσομοιώματος. Η συνεχής γραμμή αντιστοιχεί σε κατανεμημένο φορτίο, ενώ αυτή με τα κυκλικά σύμβολα σε συγκεντρωμένο σε 8 σημεία κατά μήκος της άνω έδρας του (αριστερά). Η διακύμανση της ορθής κατακόρυφης τάσης κατά μήκος του άξονα του οπλισμού για αποκαταστημένο και - στην ίδια περιοχή - για ακέραιο δοκίμιο (δεξιά).

3. Σχεδιασμός – εκτέλεση πειραματικών αναλύσεων[14,15,16]

Ένα σημαντικό επόμενο βήμα για τη διερεύνηση της συμπεριφοράς σε κάμψη αποκαταστημένου επιστύλιου επιτελείται με την κατασκευή δοκιμίου, το οποίο προσομοιώνει πλήρως το αρχαίο δομικό μέλος. Η διαδοχή αυτού του νέου επιπέδου προσέγγισης και ερμηνείας, προέκυψε φυσιολογικά από την εμπειρία και τα αποτελέσματα όλων των προηγουμένων αναλύσεων, τα οποία καλούνται εδώ επίσης σε επανεκτίμηση.

Το δοκίμιο έχει πάλι διαστάσεις ανάλογες με αυτές ενός τυπικού εξωτερικού επιστυλίου της βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνα σε κλίμακα 1:3 και διαθέτει ένα κεντρικό κάθετο στο μήκος του επίπεδο θραύσης. Τα δύο όμοια προκύπτοντα θραύσματά του συγκολλήθηκαν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας για οπλισμό ράβδους τιτανίου και εδράζεται πάνω σε ακριβή ομοιώματα αβάκων με τήρηση του κατ' αναλογία με την πραγματικότητα ελεύθερού του ανοίγματος. Ο οπλισμός που απαιτήθηκε για την αποκατάστασή του προέκυψε με εφαρμογή της πρόσφατα ακολουθούμενης μεθόδου στη δομική αποκατάσταση των μνημείων της Ακροπόλεως. Επιτεύχθηκε, οι ορθές τάσεις των οπλισμών της κεντρικής διατομής του (στο μέσον οι διατμητικές μηδενίζονται) να είναι οι ίδιες με αυτές που θα προκαλούνταν σε πραγματικών διαστάσεων επιστύλιο - αν τυχόν διέθετε κεντρικό επίπεδο θραύσης - κάτω από τα λαμβανόμενα υπόψη στο σχεδιασμό των συγκολλήσεων φορτία κατά τη διαστασιολόγηση της όπλισής του (Εικ. 3).[17] Η μελέτη της συμπεριφοράς σε κάμψη της δοκού που κατασκευάστηκε, κάτω από συνθήκες εργαστηρίου οι οποίες να αναπαράγουν τις πραγματικές, ακολούθησε δύο διαδρομές. Οι δύο αυτοί τρόποι στοχεύουν σε πρώτο επίπεδο στην προσομοίωση όλων των δράσεων, που αντιπροσωπεύουν τη μέγιστη δυνατή καταπόνηση που μπορεί να δεχθεί το πραγματικό μέλος και οι οποίες ελήφθησαν υπόψη στο σχεδιασμό της όπλισης της θεωρητικής διατομής.

Στην πρώτη μέθοδο οι δράσεις επιτυγχάνονται σαν μια - ένα προς ένα - απεικόνιση, με την κατασκευή σε κλίμακα 1:3 δοκιμίων που αντιστοιχούν σε υλικό, διαστάσεις, προσανατολισμό γεωλογικών στρώσεων και θέση, με όλα τα πιθανώς τοποθετούμενα μέλη του ανώτερου θριγκού, καθώς και όγκων μαρμάρου, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν την επαύξηση του φορτίου που γίνεται δεκτή στους υπολογισμούς λόγω σεισμού. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια κατασκευή, που είναι ανάλογη σε μικρογραφία με το τμήμα του ναού ανάμεσα στα μετακιόνια πάνω από τη στάθμη των αβάκων των κιονόκρανων. Σκοπός είναι η εύρεση των σημείων που επιδεικνύουν μεγαλύτερες

[14,15,16] Μεντζίνη 2007. Μεντζίνη 2008. Μεντζίνη 2009, 124-126.

[17] Στους υπολογισμούς για την όπλιση των διατομών λαμβάνεται ένα θεωρητικό μήκος δοκού και η μόρφωση του φορέα «παλινδρομεί» ανάμεσα στην αμφιέρειστη και την αμφιπροέχουσα δοκό. Οι κρίσιμες διατομές ελέγχονται κατά περίπτωση για τη δυσμενέστερη εντατική κατάσταση. Η κρισιμότητα καθορίζεται από τα ρήγματα, τη θέση τους στο φορέα και τη μορφή της επιφάνειας θραύσης τους.

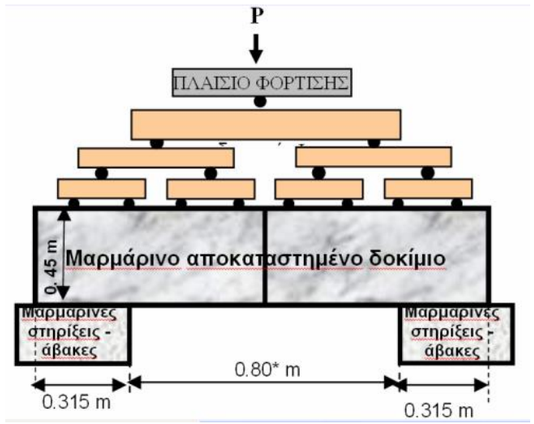
συγκεντρώσεις τάσεων στο αποκαταστημένο δοκίμιο, με ποικίλες εναλλαγές των υπερκειμένων μελών, ανάλογα με τις διάφορες δυνατότητες αναστήλωσης (Εικ. 4).

Εικ. 3. Συγκόλληση των δύο θραυσμάτων του δοκιμίου μέσω οπλισμών τιτανίου.

Εικ. 4. Προσομοίωση τμήματος του θριγκού στο Εργαστήριο Αντοχής Υλικών του Ε.Μ.Π.

Στη δεύτερη μέθοδο η φόρτιση της δοκού-δοκιμίου γίνεται από ένα άκαμπτο υδραυλικό πλαίσιο φόρτισης και μέσω μιας προσεκτικά σχεδιασμένης πειραματικής διάταξης, που περιλαμβάνει ένα εκφορικό σύστημα σιδηρών δοκών I (διπλού ταυ) και σιδηρών ράβδων. Έτσι η προσομοίωση της κάμψης με ομοιόμορφο φορτίο (πραγματικές συνθήκες), συντελείται με χρησιμοποίηση πολλών σημείων εφαρμογής συγκεντρωμένου φορτίου (οκτώ συγκεκριμένα σε αριθμό), που κατανέμονται σε όλη την άνω επιφάνεια του δοκιμίου (Εικ. 5).

Με αυτή την αλληλουχία ενεργειών μπορεί να γίνει αφενός σύγκριση των δύο μεθόδων, ώστε να διαπιστωθεί τυχούσα διαφορά στα πεδία των αντίστοιχα αναπτυσσομένων τάσεων, αφετέρου στη δεύτερη μέθοδο παρέχεται η δυνατότητα να αυξηθεί σταδιακά το επιβαλλόμενο φορτίο, ώστε να επιτευχθεί για τις εξεταζόμενες παραδοχές των θέσεων των στηρίξεων της δοκού η λήψη της ροπής με την οποία προέκυψε ο υπολογισμός της όπλισης (στην πραγματικότητα και στο αποκαταστημένο δοκίμιο).



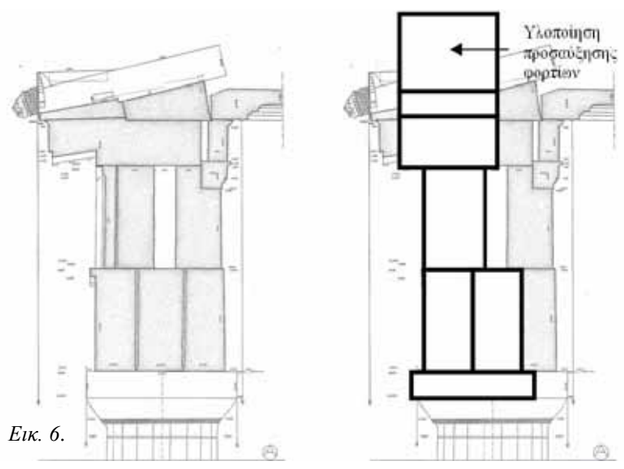
*Εικ. 5. Σχεδιασμός της πειραματικής διάταξης * στο μήκος του ελεύθερου ανοίγματος περιλαμβάνεται η ζώνη εκβάθυνσης των αβάκων.*

3.1. Πειραματική διαδικασία - Πρώτη μέθοδος - Αποτελέσματα[14]

Για τον υπολογισμό των φορτίων που ασκούνται στα επιστύλια που χρησιμοποιούνται σαν πρότυπο για την παρούσα μελέτη θεωρείται, ότι τα υπερκείμενά τους μέλη φτάνουν μέχρι τη στάθμη και της μαρμάρινης κεράμωσης. Για την προσομοίωση της πρώτης σειράς πειραμάτων παράγονται, όπως ήδη περιγράφηκε, μαρμάρινοι όγκοι σε ακριβή 1:3 κλίμακα όλων των λαμβανομένων υπόψη μελών και φορτίων.

Κατασκευάστηκαν δηλαδή, εκτός από το δοκίμιο «επιστύλιο», τρία (3) ομοιώματα τριγλύφων και δύο (2) μετοπών, πέντε (5) ομοιώματα τμημάτων γείσων και των αντίστοιχων πέντε (5) υπερκείμενων φορτίων, καθώς και επιπλέον πέντε (5) όγκοι για τη συνυπολογιζόμενη προσαύξηση των στατικών φορτίων. Τέλος για τη δυνατότητα σύνθεσης του συνόλου του φορέα κατασκευάστηκαν επίσης το αντίθημά του, δύο τεμάχια, που επέχουν τη θέση των συνεχόμενων εκατέρωθεν επιστυλίων του προς εξέταση δοκιμίου και δύο τεμάχια, που επέχουν τη θέση των κιονόκρανων. Στα τελευταία σημειώνεται ότι λαξεύτηκε στην περιοχή της γειτονίας του άβακα με το ελεύθερο άνοιγμα και επί της άνω επιφανείας αυτού, υποτομή[18] με διαστάσεις το 1/3 της απαντώμενης στην πραγματικότητα.

Στην Εικ. 6 δίπλα στο κλασσικό σχέδιο του Α.Ορλάνδου με την τομή της περίστασης του Παρθενώνος στο ύψος του θριγκού διακρίνεται το τμήμα που προσομοιώνεται στο πείραμα. Στο «δίλιθο» πλέον εμφανιζόμενο επιστύλιο ελέγχεται το εξωτερικό δοκίμιο, που ουσιαστικά δέχεται τη φόρτιση.



Εικ. 6.

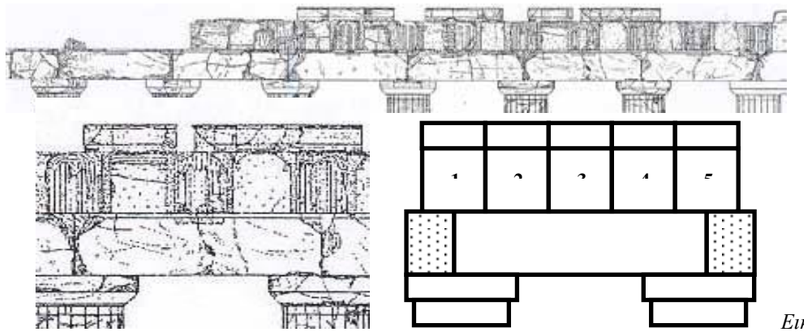
Στην Εικ. 7 παρουσιάζεται ένα τμήμα του θριγκού της βόρειας κιονοστοιχίας του Παρθενώνος και συγκεκριμένα τμήμα, στο οποίο είχε επέμβει ο Ν. Μπαλάνος κατά τη διάρκεια των αναστηλωτικών έργων των αρχών του προηγούμενου αιώνα. Στην παρούσα αναστήλωση της ίδιας περιοχής από την Υ.Σ.Μ.Α, τα ανατοποθετούμενα μέλη του ανώτερου θριγκού φτάνουν μέχρι και τη στάθμη των γείσων. Για την εκπόνηση της αρχιτεκτονικής μελέτης της αναστήλωσης των τελευταίων (με την εξεύρεση της μάλλον πιθανούς, παρά της ακριβούς θέσης, λόγω των ελλιπών στοιχείων που

[14] Μεντζίνη 2007.

[18] τεχνητή εκβάθυνση, προστατευτική ταινία (scamillus)

οφείλονται στην κακή κατάσταση διατήρησης των μελών), προτιμάται η τοποθέτηση των γείσων όσο το δυνατόν συνεχόμενα, ανά γειτονικά τουλάχιστον ζεύγη, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης των μεταξύ τους συνδέσμων και έτσι η επίτευξη καλύτερης ευστάθειας.

Το τμήμα του θριγκού που προσομοιώνεται εδώ διακρίνεται στο αριστερό κάτω τμήμα της εικόνας, ενώ ο φορέας που κατασκευάζεται για το πείραμα αποκτά σε όψη τη μορφή που εμφανίζεται δεξιά. Στο σκαρίφημα αυτό, για λόγους απλουστευτικούς και σύγκρισης με την προσλαμβάνουσα του θεατή του μνημείου δεν εμφανίζονται οι όγκοι, που αντιπροσωπεύουν την κεράμωση και την επαύξηση των φορτίων.



Εικ. 7.

Η πραγματικότητα ως γνωστόν χαρακτηρίζεται από απουσίες αρχαίων μελών της ανωδομής του επιστυλίου, οι θέσεις των οποίων παραμένουν ασυμπλήρωτες κατά την αναστήλωση, ενώ έχει ήδη διευκρινιστεί η λογική της τοποθέτησης των αποκαταστημένων γείσων. Με βάση αυτά τα δεδομένα εξετάζονται στο Εργαστήριο Αντοχής και Υλικών του Ε.Μ.Π. όλες οι δυνατές παραγόμενες φορτίσεις, που τελικά προκύπτουν από έντεκα συνολικά πιθανούς συνδυασμούς τοποθετήσεων υπερκείμενων μελών. Για λόγους συντομίας διατύπωσης των παραγόμενων φορτίσεων εξαιτίας των πολλών ενδιάμεσων σταδίων των συνδυασμών, δημιουργήθηκε ένα εποπτικό σύστημα τυποποίησης με κωδικό συμβολισμό, που παρέχει πολλαπλή πληροφορία.

Με το γράμμα T (triglyph) συμβολίζεται η στάθμη φόρτισης τριγλύφου – μετόπης, με το C (cornice) η στάθμη του γείσου, R (roof) η στάθμη των φορτίων της στέγης και με E (earthquake) η στάθμη της προσαύξησης των φορτίων λόγω σεισμού. Έτσι π.χ. το «μητρώο» C C - - T αποκαλύπτει ότι, καταρχάς πραγματοποιείται ο συνδυασμός 5 (υπάρχουν φορτία στις θέσεις 1+2+5) και επίσης ότι στη θέση 1 και 2 η φόρτιση είναι μέχρι και τα γείσα, ενώ στη θέση 5 μέχρι και την τρίγλυφο (Εικ. 8).

Εικ.8. Συνδυασμός 3 : (- C C - -).

Για την παρακολούθηση των μεταβολών της εντατικής κατάστασης του δοκιμίου κατά τη διάρκεια των φορτίσεων έγιναν καταγραφές από συστοιχία συσκευών, που συνδέονται μέσω διαύλων με τα τοποθετημένα σε αυτό ηλεκτρομηκυνσιόμετρα (strain gages), μάρτυρες - ρωγμόμετρα, ειδικά μηκυνσιόμετρα (clip gages) και βελόμετρα, ενώ ακολούθησε τελικά η επεξεργασία όλων των δεδομένων. Τα αποτελέσματα που αποκομίστηκαν από τη διεξαγωγή των πειραμάτων της πρώτης μεθόδου κατέδειξαν την άψογη συμπεριφορά του δοκιμίου, που λειτούργησε όχι μόνο σαν ολόσωμο, αλλά και επέδειξε ελάχιστη ανταπόκριση στα επιβαλλόμενα φορτία. Χαρακτηριστικά δεν υπήρξε καμία μεταβολή - ένδειξη των ρωγμόμετρων, ενώ οι καταγραφές των υπολοίπων οργάνων ήταν ασήμαντες.

3.2. Πειραματική διαδικασία - Δεύτερη μέθοδος - Αποτελέσματα[15]

Στη δεύτερη μέθοδο το δοκίμιο - επιστύλιο τοποθετήθηκε πάνω στα ομοιώματα των αβάκων, που εδράζονται στην τράπεζα της μηχανής του πλαισίου φόρτισης στο Εργαστήριο Αντοχής και Υλικών του Ε.Μ.Π. Δόθηκε μεγάλη προσοχή κατά την τοποθέτηση των σιδηρών δοκών διατομής διπλού ταυ και των σιδηρών ράβδων επί του δοκιμίου για την κατασκευή του εκφορικού συστήματος, μέσω του οποίου κατανέμεται το φορτίο. Το ικανού ύψους (72 εκ.) σύμπλεγμα έπρεπε όχι μόνο να ισορροπήσει στα «κύλιστρα» που γραμμικά στήριζαν αφενός τις διάφορες βαθμίδες του τη μια πάνω στην άλλη, αφετέρου δε το σύνολο πάνω στην 18 εκ. πλάτους άνω έδρα του επιστυλίου, αλλά και η μετάδοση της φόρτισης να γίνει, χωρίς την παραμικρή απόκλιση ακριβώς στις θέσεις που ορίστηκαν από το σχεδιασμό (Εικ. 9). Όπως και στην πρώτη μέθοδο κατά τη διάρκεια των φορτίσεων έγιναν καταγραφές από συστοιχία συσκευών, που συνδέονται μέσω διαύλων με τα τοποθετημένα στο δοκίμιο ηλεκτρομηκυνσιόμετρα (strain gages), μάρτυρες - ρωγμόμετρα, ειδικά μηκυνσιόμετρα (clip gages) και βελόμετρα.

Πρέπει να επισημανθεί, ότι η δυνατότητα αύξησης της φόρτισης (διακύμανση επιβαλλόμενου φορτίου από περίπου 2 t -όση και η μέγιστη φόρτιση της πρώτης μεθόδου- σε 42 t, χωρίς αστοχία του φορέα) οδήγησε στη συλλογή χρήσιμων πληροφοριών και στη δυνατότητα συγκρίσεων με την αριθμητική ανάλυση[6,7,8].

Σε επιβαλλόμενο φορτίο μηχανής 11.50 t παρατηρήθηκε η εμφάνιση δυσδιάκριτης τριχοειδούς ρωγμής αρχόμενης από την κάτω έδρα του δοκιμίου στην περιοχή συγκόλλησης των δύο τμημάτων του, η οποία απέκτησε -εκτιμώμενη μακροσκοπικά- τάξη μεγέθους 1mm, για φορτίο μηχανής ίσο με 18 t. Στους 33 t η ρωγμή (ο διαχωρισμός της επιφάνειας συγκόλλησης) επεκτάθηκε σε ύψος περίπου ίσο με 3/4 του ύψους του δοκιμίου. Αμέσως μετά τη λήξη του πειράματος ελέγχθηκαν τα ρωγμόμετρα

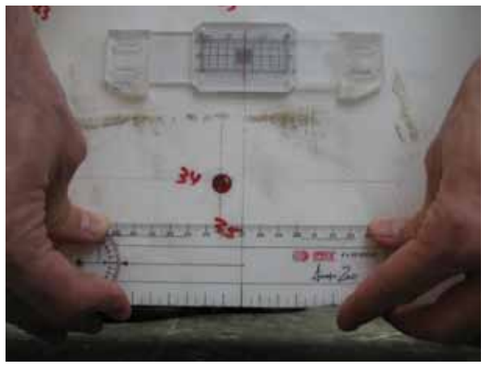
[15] Μεντζίνη 2008.

[6,7,8] Kourkoulis et al 2006.A, 657-665. Kourkoulis et al 2006.B, 269-286. Kourkoulis et al 2009.

στα οποία διαπιστώθηκε, αφενός η απουσία ορατής στροφής / βύθισης, αφετέρου ότι το εύρος της ρωγμής ανέρχεται σε τάξη μεγέθους 0.3 έως 0.4 περίπου χιλιοστά. Επίσης μετρήθηκε το μήκος της, το οποίο εκτείνεται στην κύρια όψη του δοκιμίου σε ύψος 0.335 εκ. και στην πίσω όψη σε 0.35 εκ. από την κάτω έδρα του, δηλ. καταλήγει στο μέσον περίπου της απόστασης της ανώτατης στρώσης του οπλισμού και του θεωρητικού ουδέτερου άξονα της σύνθετης διατομής.

Το άνοιγμα της συγκολλημένης επιφάνειας θραύσης ελέγχθηκε επίσης μετά την πάροδο έξι ημερών από τη λήξη του πειράματος. Παρατηρήθηκε ότι στην κάτω έδρα η ρωγμή είχε σχεδόν κλείσει (μη αξιολογήσιμο μέγεθος 0.2 mm), ενώ το άνω ρωγμόμετρο, του οποίου σημειωτέον η θέση είναι ανάμεσα στην κατώτατη και τη δεύτερη στρώση του οπλισμού δεν παρουσίασε αλλαγή (ένδειξη ~0.4 mm), γεγονός όμως όχι παράδοξο όπως φαίνεται, αφού μια προσεκτικότερη παρατήρηση από κοντά δείχνει ότι θραύσματα κονιάματος έχουν σφηνωθεί στην περιοχή της ρωγμής, σε αντίθεση με την κάτω έδρα, όπου η χαραγή είναι καθαρή (Εικ. 10).

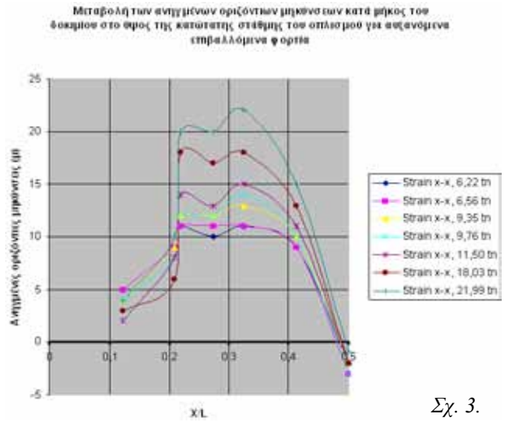
Εικ. 9. Συνολική εικόνα του πλαισίου και του συστήματος φόρτισης, του δοκιμίου, των «αβάκων» και των καταγραφικών συσκευών.



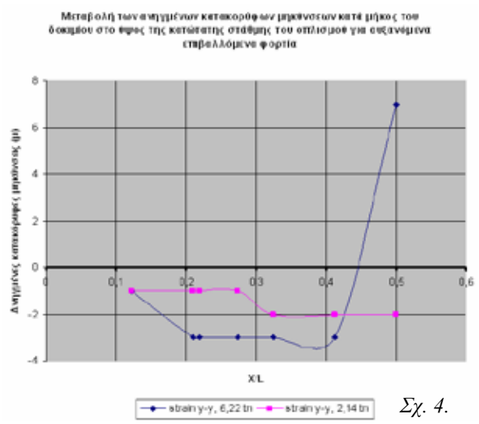
Εικ. 10. Μέτρηση της απόστασης των χειλέων της συγκόλλησης στην περιοχή της κάτω έδρας (μετά 6 ημέρες).

Η επεξεργασία των καταγραφών του πειράματος και η σύνταξη των ανάλογων διαγραμμάτων εξήγαγε μερικά πολύ ενδιαφέροντα συμπεράσματα.

Από τη μεταβολή των ανηγμένων οριζόντιων (διαμήκων) μηκύνσεων κατά μήκος του δοκιμίου στο ύψος της κατώτατης στάθμης του οπλισμού (πολύ κοντά στην κάτω έδρα του δοκιμίου) διαπιστώνεται (Σχ. 3) η απότομη αύξηση τους - λήψη εφελκυστικών τιμών στη θέση της υποτομής του υποκείμενου κιονόκρανου και ακολούθως η μείωση με ένα σχεδόν παραβολικό σχήμα, έως του μηδενισμού τους στην κεντρική διατομή (σε αναλογία με την αριθμητική ανάλυση βλ. Σχ. 2 αριστερά).

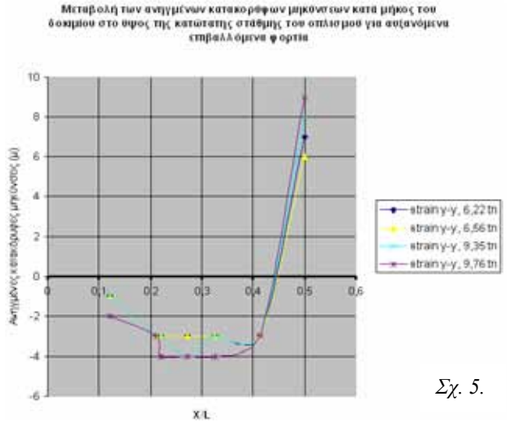


Σχ. 3.

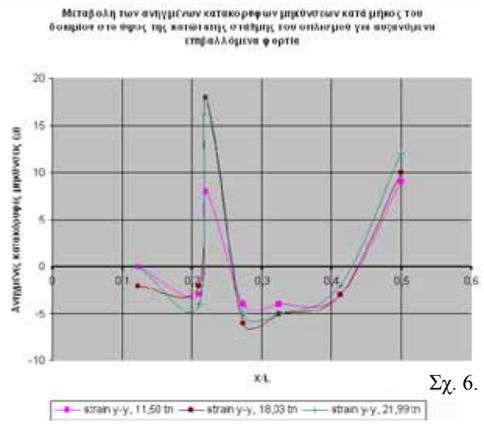


Σχ. 4.

Αξιοσημείωτη είναι η μεταβολή των ανηγμένων κατακόρυφων (εγκάρσιων) μηκύνσεων κατά μήκος του δοκιμίου στο ύψος της κατώτατης στάθμης του οπλισμού. Για το πολύ μικρό φορτίο των 2.14 t το δοκίμιο λειτουργεί σαν ακέραιο (Σχ. 4). Για μικρά φορτία παρουσιάζει ανάλογα αποτελέσματα με την αριθμητική ανάλυση (βλ. Σχ. 2 δεξιά) με την εμφάνιση αμελητέων αρνητικών τιμών (θλίψη) στην περιοχή των αβάκων, που γίνονται έντονα εφελκυστικές στην κεντρική διατομή (Σχ. 5). Για μεγαλύτερα φορτία όμως, παρουσιάζεται έντονος εφελκυσμός ακριβώς στην περιοχή της υποτομής του υποκείμενου κιονόκρανου - έναρξης του ελευθέρου ανοίγματος της δοκού, απόλυτα συγκρίσιμος με τον εφελκυσμό που εμφανίζεται στην κεντρική διατομή (Σχ. 6).



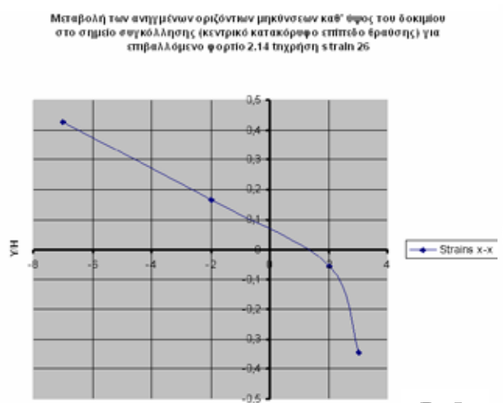
Σχ. 5.



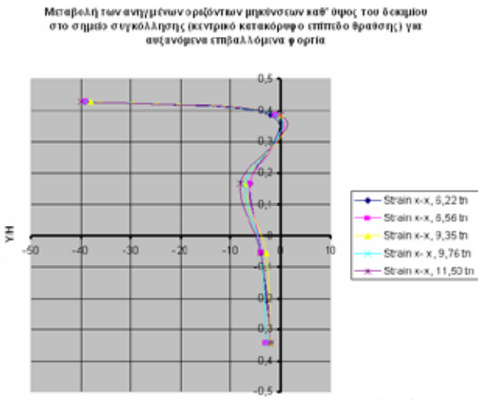
Σχ. 6.

Στα Σχ. 7, 8 παρουσιάζεται η μεταβολή των ανηγμένων οριζόντιων μηκύνσεων καθ' ύψος του δοκιμίου στο κεντρικό επίπεδο θραύσης. Για το πολύ μικρό φορτίο των 2.14 t εμφανίζεται μια σχεδόν γραμμική κατανομή των θλιπτικών τροπών με ελαφρά άνοδο της θέσης του Ο.Α. σε σχέση με το γεωμετρικό κέντρο της διατομής και τέλος μείωση με παραβολικό σχήμα των εφελκυστικών τροπών

πλησιάζοντας την κάτω έδρα του δοκιμίου, αφού έχει αρχίσει να συμμετέχει μέρος του οπλισμού στην ισορροπία των εσωτερικών δυνάμεων. Με την αύξηση του επιβαλλόμενου φορτίου παρατηρείται η έντονη θλίψη στην άνω παρειά και η απότομη πτώση από την περιοχή του θεωρητικού ουδέτερου άξονα της σύνθετης διατομής σε σχεδόν μηδενική τιμή των ανηγμένων μηκύνσεων, όταν οι δυνάμεις αναλαμβάνονται από τον οπλισμό.



Σχ. 7.

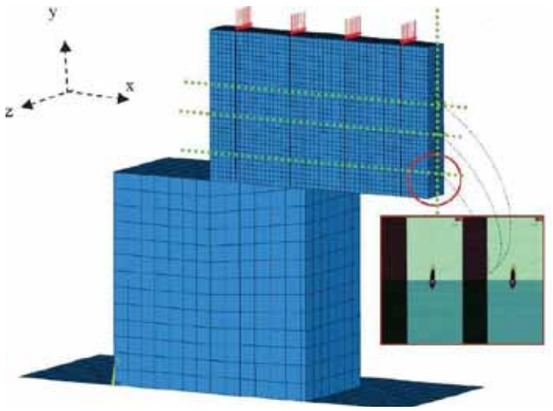


Σχ. 8.

Από την πραγματοποιηθείσα ανάλυση των πειραματικών δεδομένων καταδεικνύεται ότι παρά το γεγονός του υπολογισμού των οπλισμών υιοθετώντας τη θεωρία των Bernoulli – Eüler, που είναι συμβατή κυρίως για σχετικά επιμήκεις ακέραιες δοκούς, η εφαρμογή της στην περίπτωση των θραυσμένων ανταποκρίνεται εξόχως ικανοποιητικά, ενώ η παραδοχή των θέσεων των στηρίξεων του επιστυλίου λειτουργεί υπέρ της ασφαλείας (βλ. και σελ. 5 υποσημείωση). Επίσης αποκάλυψε κάποια σημεία επιρρεπή σε αστοχία, όπως τις περιοχές που βρίσκονται στην γειτονία του πέρατος των υποκείμενων αβάκων των κιονόκρανων (σε συμφωνία με την προηγηθείσα αριθμητική ανάλυση, βλ. σελ. 3, 4), στις οποίες θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά το σχεδιασμό και την εκτέλεση των αποκαταστάσεων.

4. Συμβατότητα πειράματος - νέας ενδελεχέστερης αριθμητικής ανάλυσης[19,20]

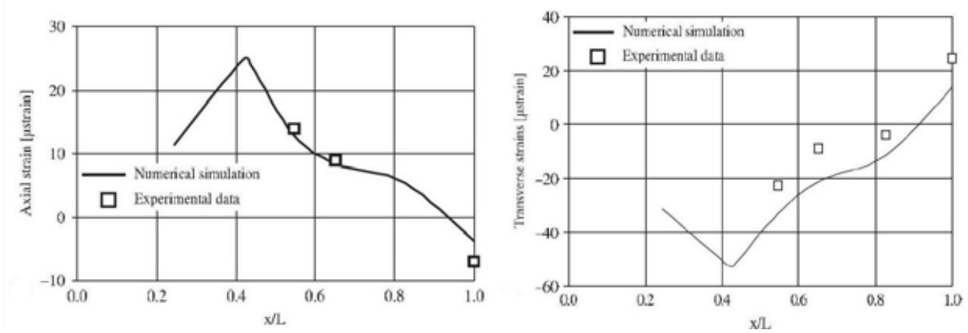
Ως γνωστόν ο συνδυασμός αριθμητικής και πειραματικής ανάλυσης μπορεί να παράγει πολύτιμες πληροφορίες για τις περιοχές αστοχίας και να οδηγήσει στην καλύτερη κατανόηση της συμπεριφοράς του εξεταζόμενου δομικού μέλους. Στην κατεύθυνση της περαιτέρω εμβάθυνσης της υπολογιστικής μεθόδου όπλισης/αποκατάστασης των θραυσμένων επιστυλίων διενεργήθηκε μια λεπτομερέστερη αριθμητική διερεύνηση για την πιστοποίηση του προηγούμενου αριθμητικού μοντέλου και την ποσοτικοποίηση της επιρροής μερικών κρίσιμων παραμέτρων. Τα δεδομένα από τα πειράματα απετέλεσαν στοιχεία για την επαλήθευση και τη βαθμονόμηση του νέου αυτού αριθμητικού μοντέλου, που ακολούθως με της σειρά του χρησιμοποιείται για την ενδελεχή παραμετρική διερεύνηση του πεδίου των τάσεων που αναπτύσσεται μέσα στον όγκο του δοκιμίου - μια και οι διαθέσιμες πειραματικές διαδικασίες δεν επιτρέπουν τη συλλογή πληροφοριών από το εσωτερικό του. Η προσοχή εστιάστηκε στην γειτονία των οπλισμών (όπου εμφανίζονται οι κρίσιμες διεπιφάνειες μαρμάρου-τσιμεντοκονιάματος και τσιμεντοκονιάματος - μετάλλου), καθώς και στις ακμές των υποκείμενων αβάκων, που είναι οι πιθανές περιοχές αστοχίας σύμφωνα με τις προηγούμενες μελέτες. Το αριθμητικό μοντέλο αναπαρήγαγε όλα τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του πειραματικού δοκιμίου (βλ. κεφ. 3), τον τρόπο επιβολής του φορτίου (κάμψη δέκα σημείων), καθώς και τα μηχανικά χαρακτηριστικά των τριών υλικών που χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση δηλ. μάρμαρο, τιτάνιο, τσιμέντο. Λόγω του πλεονεκτήματος των δύο επιπέδων συμμετρίας του κατασκευάστηκε μόνο το ¼ του προσομοιώματος μειώνοντας έτσι το χρόνο της υπολογιστικής διαδικασίας (Εικ. 11). Η ακρίβειά του ελέγχθηκε συγκρίνοντας τις προβλέψεις του με τα πειραματικά δεδομένα, που αφορούν βυθίσεις και παραμορφώσεις. Το αποτέλεσμα έδειξε ικανοποιητική συμφωνία τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά (Σχ. 9, 10).



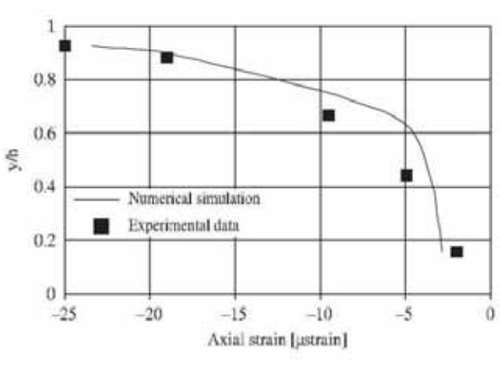
Εικ. 11. Το αριθμητικό μοντέλο και η διακριτοποίησή του με κάνναβο σε πεπερασμένα στοιχεία. Στην ένθετη εικόνα εμφανίζεται σε λεπτομέρεια η περιοχή γύρω από την κατώτερη στρώση του οπλισμού.

Όπως προαναφέρθηκε η σύγκριση μεταξύ των πειραματικών και των αριθμητικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε από τις πληροφορίες που ελήφθησαν από την εξωτερική επιφάνεια των δοκιμίων. Έτσι εξηγούνται οι σχετικά μικρού μεγέθους μετρήσεις των παραμορφώσεων μια και τα αντίστοιχα πεδία είναι έντονα γύρω από τις ράβδους του οπλισμού, αλλά αναπόφευκτα αδύναμα στην επιφάνεια, αφού το φορτίο παραλαμβάνεται κυρίως από τους οπλισμούς και όχι από το επιστύλιο σαν ολόσωμο μέλος. Δυστυχώς είναι τεχνικά αδύνατη πειραματικά η λήψη πληροφοριών από το εσωτερικό των δοκιμίων και η αδυναμία αυτή υπερκεράζεται χρησιμοποιώντας πια το πιστοποιημένο αντίστοιχο αριθμητικό μοντέλο.

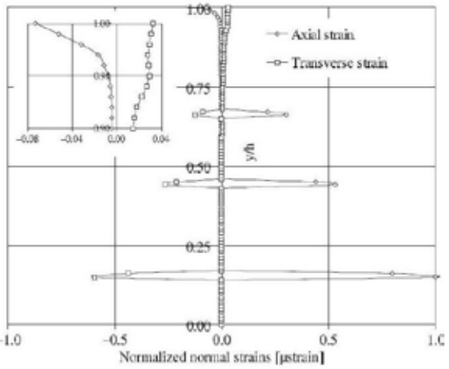
[19,20] Kourkoulis et al 2010. Kourkoulis et al 2012, 1-27.



Σχ. 9. Οι καταγεγραμμένες από το πείραμα και οι προκύπτουσες από την αριθμητική ανάλυση οριζόντιες (αριστερά) και κατακόρυφες (δεξιά) τροπές σε διαμήκη άξονα στην κατώτερη στρώση του οπλισμού (βλ. και Σχ. 3, 4, 5).



Σχ. 10. Σύγκριση πειραματικών και αριθμητικών αποτελεσμάτων για τις οριζόντιες τροπές καθ' ύψος του επιστυλίου στην κεντρική διατομή στη θέση των ράβδων του οπλισμού (βλ. και Σχ. 7, 8).



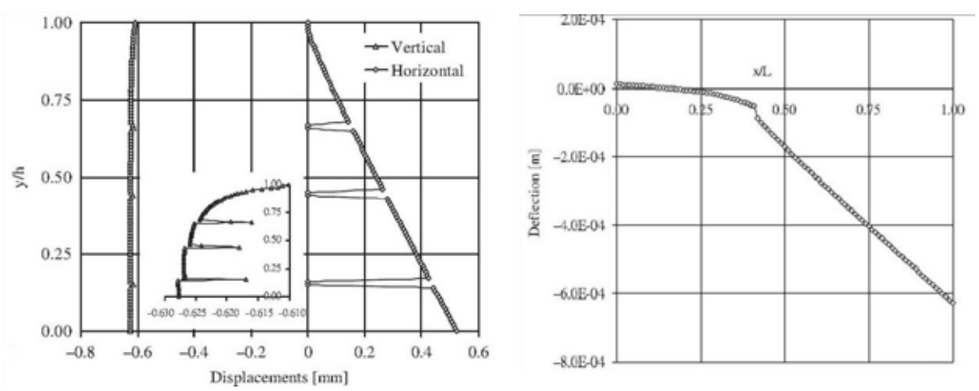
Σχ. 11. Η μεταβολή των διαμήκων και κατακόρυφων τροπών καθ' ύψος του επιστυλίου στην κεντρική διατομή.

Η αριθμητική μελέτη έφερε στο φως ενδιαφέροντα σημεία που αφορούν την κατανομή των παραμορφωσιακών και τασικών πεδίων στο εσωτερικό του αποκαταστημένου επιστυλίου. Στο Σχ. 11 οι μεταβολές της ορθής διαμήκους (οριζόντιας-αξονικής) και εγκάρσιας (κατακόρυφης) μήκυνσης σχεδιάζονται καθ' ύψος του κατακόρυφου άξονα της κεντρικής διατομής του επιστυλίου στη θέση που τοποθετούνται οι οπλισμοί. Ως αναμενόμενο στην άνω περιοχή της διατομής (πολύ κοντά στην επιφάνεια φόρτισης) οι αξονικές μηκύνσεις είναι θλιπτικές, αφού τα δύο θραύσματα (που συναποτελούν το επιστύλιο) συνθλίβονται. Στο ίδιο τμήμα οι εγκάρσιες μηκύνσεις είναι εφελκυστικές γεγονός που οφείλεται στην επιρροή του συγκεντρωμένου φορτίου (φαινόμενο Poisson[10,11,21] βλ.

[10,11,21] Kourkoulis et al 1999.B, 623-626. Vardoulakis+ et al 1998, 399-406. Vardoulakis+ et al 2002, 187-210.

λεπτομέρεια στο επισυναπτόμενο στο Σχ.11 διάγραμμα). Στην άμεση γειτονία κάθε ράβδου οπλισμού και οι δύο ορθές τροπές αυξάνονται ιδιαίτερα απότομα λαμβάνοντας πολύ υψηλές τιμές σε σχέση με αυτές της άνω περιοχής του επιστυλίου, ενώ πλησιάζοντας στην κάτω έδρα μειώνονται τείνοντας σε μηδενική τιμή αφού τα δύο θραύσματα έχουν χάσει πια την επαφή τους.

Στο Σχ. 12 αριστερά παρουσιάζεται η μεταβολή των κατακόρυφων και οριζόντιων μετατοπίσεων καθ' ύψος του δοκιμίου στην κεντρική διατομή του. Παρατηρείται μια σχεδόν γραμμική μεταβολή των οριζόντιων μετατοπίσεων που διακόπτεται απότομα από μηδενισμό της στη στάθμη των ράβδων του οπλισμού. Αντίθετα οι κατακόρυφες μετατοπίσεις παραμένουν σχεδόν σταθερές και ίσες περίπου με 0.62 mm. Μια πιο λεπτομερής όμως εξέταση (βλ. ένθετο σχήμα με μεγέθυνση της περιοχής) αποκαλύπτει μια παραβολική αύξηση που πάλι διακόπτεται στη στάθμη των οπλισμών, αλλά η απόκλιση αυτή είναι σχεδόν αμελητέα. Η μετατόπιση στην κάτω έδρα του επιστυλίου (βύθιση) εμφανίζεται στο Σχ. 12 δεξιά. Από το διάγραμμα αυτό διαπιστώνεται ότι τμήμα του επιστυλίου που αρχικά εδραζόταν στον άβακα ανασηκώνεται. Είναι σαφές ότι το μήκος της απώλειας επαφής εξαρτάται από το μέγεθος της επιβαλλόμενης φόρτισης επιβεβαιώνοντας τον αρχικό ισχυρισμό, ότι το ελεύθερο άνοιγμα της δοκού μεταλλάσσεται, έτσι ώστε η μέγιστη ροπή να μην εξαρτάται μόνο από το φορτίο (βλ. σελ.5 υποσημείωση)[22].



Σχ. 12. Αριστερά: Κατακόρυφες και οριζόντιες μετατοπίσεις καθ' ύψος του προσομοιώματος στην κεντρική διατομή. Δεξιά: Η βύθιση της κάτω έδρας του επιστυλίου κατά το μήκος του.

Επιπρόσθετα τμήμα του επιστυλίου (από X/L =0.2 σε περίπου X/L =0.4) συνθλίβει το αντίστοιχο τμήμα του υποκείμενου άβακα. Από εκεί και πέρα οι βυθίσεις ακολουθούν μια γραμμική συνάρτηση

[22] Το μέγεθος της ροπής για δεδομένη διατομή δεν εξαρτάται μόνο από το μέγεθος του επιβαλλόμενου φορτίου, αλλά και από το μήκος του φορέα και τη θέση των στηρίξεών του, π.χ. κάτω από την ίδια φόρτιση παράγεται μεγαλύτερη ροπή, όσο μεγαλύτερο είναι το άνοιγμα της δοκού

φτάνοντας στη μέγιστη τιμή των περ. 0.62 mm απόλυτα συμβατή με το Σχ. 12 αριστερά και με τις τιμές που καταγράφηκαν στο αντίστοιχο πείραμα στο εργαστήριο.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα διαπιστώνεται ότι η νέα αριθμητική ανάλυση επέτρεψε την ακριβή περιγραφή του πεδίου των τάσεων και των παραμορφώσεων σε όλο τον όγκο του μέλους και κυρίως στην γειτονία των ράβδων του οπλισμού. Απεκαλύφθη ότι υψηλές συγκεντρώσεις τάσεων και παραμορφώσεων εμφανίζονται σε τρεις περιοχές του προσομοιώματος: στην κεντρική διατομή (που συμπίπτει με το επίπεδο θραύσης) γύρω από τις ράβδους του οπλισμού, στις γωνίες των αβάκων στους οποίους στηρίζεται - εδράζεται το επιστύλιο και στην άνω έδρα του κοντά στην κεντρική διατομή. Καταδείχθηκε, όπως αναμενόταν, ότι η κατώτερη στρώση των ράβδων του οπλισμού βρίσκεται κάτω από το πιο ισχυρό πεδίο τάσεων. Επίσης οι ορθές τροπές, που αναπτύσσονται στην κεντρική διατομή (τόσο οι διαμήκεις, όσο και οι εγκάρσιες) λαμβάνουν μη μηδενικές τιμές μόνο στο άνω τρίτο του ύψους της δοκού. Για τα υπόλοιπα δύο τρίτα είναι αμελητέες (με μόνη εξαίρεση την άμεση γειτονία των ράβδων του οπλισμού), αφού η επαφή των δύο τεμαχίων (που η συγκόλλησή τους αποκαθιστά την ολότητα του μέλους) σε αυτήν την περιοχή έχει χαθεί.

5. Συμπεράσματα

Η πραγματοποιηθείσα ανάλυση τόσο των πειραματικών, όσο και των αριθμητικών αποτελεσμάτων, αλλά και των μεταξύ τους συσχετίσεων, συγκρίσεων και επαληθεύσεων κατέληξε, αφενός σε μια σημαντικά αξιόπιστη εκτίμηση της χρησιμοποιούμενης θεωρίας για το σχεδιασμό της όπλισης των επιστυλίων, αφετέρου στον εντοπισμό περιοχών του δομικού μέλους που είναι κρίσιμες για την εμφάνιση αστοχιών. Επισημαίνεται ότι στην αριθμητική ανάλυση η σύγκριση της φόρτισης του δοκιμίου για ομοιόμορφο φορτίο και για φορτίο συγκεντρωμένο σε οκτώ σημεία εφαρμογής στην άνω έδρα του δεν παρουσιάζει διαφορά στην αναπτυσσόμενη εντατική κατάσταση στην κεντρική διατομή, που απετέλεσε το αντικείμενο της παρούσης διερεύνησης. Μπορεί να θεωρηθεί λοιπόν με ασφάλεια ότι τα ληφθέντα στοιχεία, τόσο από το πείραμα, όσο και από την υπολογιστική διαδικασία με τα πεπερασμένα στοιχεία απεικονίζουν με πολύ καλή προσέγγιση ποιοτικά και ποσοτικά τις εν δυνάμει συνθήκες πεδίου.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ζάμπας, Κ. 1989. Δομικά προβλήματα της αποκαταστάσεως του Παρθενώνος. *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος 2^{α}*. Αθήνα: ΥΠΠΟ – ΕΣΜΑ.

Ζάμπας, Κ. 1994. Προγράμματα αποκαταστάσεως οπισθοδόμου και δυτικού πτερού. Δομοστατικά προβλήματα. *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος 3 ^{β}*. Αθήνα: ΥΠΠΟ – ΕΣΜΑ.

Ιωαννίδου, Μ. - Πασχαλίδης^{+}, Β. 2002. Συγκόλληση δοκών Προπυλαίων με οπλισμό τιτανίου: νέα προσέγγιση. *5^{η} Διεθνής συνάντηση για την αποκατάσταση των Μνημείων της Ακροπόλεως* - Πρακτικά, Αθήνα, 4-6/10/2002, 291-300. Αθήνα: ΥΠΠΟ – ΕΣΜΑ.

Μεντζίνη, Μ. 2002. Συγκόλληση επιστυλίων και σπονδύλων του Παρθενώνος με οπλισμό τιτανίου: νέα προσέγγιση. *5^{η} Διεθνής συνάντηση για την αποκατάσταση των Μνημείων της Ακροπόλεως* - Πρακτικά, Αθήνα, 4-6/10/2002, 233-242. Αθήνα: ΥΠΠΟ – ΕΣΜΑ.

Μεντζίνη, Μ. 2006.Α. Δομικές επεμβάσεις στα μνημεία της Ακρόπολης. *Ενημερωτικές ειδήσεις από την αναστήλωση των μνημείων της Ακρόπολης* 6, 15-18.

Μεντζίνη, Μ. 2006.Β. Δομικές επεμβάσεις στα μνημεία Ακροπόλεως. *Δελτίο Συλλόγου Πολιτικών Μηχανικών Ελλάδος* 340, 32-46.

Μεντζίνη, Μ. 2007. *Συμπεριφορά σε κάμψη μαρμάρινης αποκαταστημένης δοκού - επιστυλίου -Τόμος Α*. Αρχείο Γενικής Διεύθυνσης Αρχαιοτήτων και Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Μεντζίνη, Μ. 2008. *Συμπεριφορά σε κάμψη μαρμάρινης αποκαταστημένης δοκού - επιστυλίου -Τόμος Β*. Αθήνα: Αρχείο Γενικής Διεύθυνσης Αρχαιοτήτων και Πολιτιστικής Κληρονομιάς.

Μεντζίνη, Μ. 2009. Συμπεριφορά σε κάμψη μαρμάρινης αποκαταστημένης δοκού - επιστυλίου. *2^{ο} Πανελλήνιο Συνέδριο Αναστηλώσεων Οργ.ΕΤΕΠΑΜ* - Τεύχος Περιλήψεων, Αθήνα, 21-24/05/2009, 124-126.

Ορλάνδος, Α. Κ. 1977. *Η αρχιτεκτονική του Παρθενώνος, τμ. Α & Β.* Αθήνα: Η εν Αθήναις Αρχαιολογική Εταιρεία Ν.86.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Kourkoulis, S. K. - Exadaktylos, G. E. - Vardoulakis^{+}, I. 1999. A. U-notched Dionysos Pentelicon marble in three point bending: The effect of no linearity, anisotropy and microstructure. *International Journal of Fracture* 98, 369-392.

Kourkoulis, S. K. - Stavropoulou, M. C. - Vardoulakis^{+}, I. - Exadaktylos, G.E. 1999. B. Local strains due to punch effect in three points bending of marble beams. *9th Int. Congress on Rock Mechanics* - Proceedings, 623-626. Rotterdam: Vouille, G. - Berest, P. (eds.), Balkema.

Kourkoulis, S. K. - Ganniari-Papageorgiou, E. - Mentzini, M. 2006.A. Experimental and numerical evaluation of a new method for joining together fragmented structural members. Στο: Fort, R. et al (eds.), *Heritage, Weathering and Conservation*, 657-665. The Nederlands: Balkema.

Kourkoulis, S. K. - Ganniari-Papageorgiou, E. - Mentzini, M. 2006.B. Joining fragmented marble architraves using titanium bars: a numerical analysis. Στο: Kourkoulis, S. K. (eds.), *Fracture and Failure of Natural Building Stones*, 269-286. Berlin: Springer.

Kourkoulis, S. K. - Ganniari-Papageorgiou, E. - Mentzini, M. 2009. Dionysos marble under bending: A contribution towards understanding the fracture of the Parthenon architraves. *Engineering Geology*, doi: 10.1016/j.enggeo.2009.06.012. Elsevier B.V.

Kourkoulis, S.K. - Mentzini, M. - Ganniari-Papageorgiou, E. 2010. Experimental and numerical study of a fractured marble epistyle restored with layers of titanium bars, http://www.epj-conferences.org, http://dx.doi.org/10.1051/epjconf/20100609002.

Kourkoulis, S.K. - Mentzini, M. - Ganniari-Papageorgiou, E. 2012. Restored Marble Epistyles under bending: A combined experimental and numerical study. *International journal of Architectural Heritage* 7:1-27, 2012, Copyright Taylor & Francis Group, LLC, ISSN: 1558-3058 print/1558-3066 on line, DOI: 10.1080/15583058.2011.611577.

Vardoulakis[+], I. - Exadaktylos, G. E. - Kourkoulis, S. K. 1998. Bending of Marble With Intrinsic Length Scales: A Gradient Theory With Surface Energy and Size Effects. *Journal de Physique IV* 8, 399-406.

Vardoulakis[+], I. - Kourkoulis, S. K. - Exadaktylos, G. E. - Rosakis, A. 2002. Mechanical properties and compatibility of natural building stones of ancient monuments: Dionysos marble. Στο: Varti-Mataranga, M. - Katsikis, Y. (eds.), *The building stones in monuments* -Proc. Interdisciplinary Workshop, 187-210. Athens: IGME Publishing.

Zambas, C. - Ioannidou, M. - Papanikolaou, A. 1986. The use of Titanium reinforcements for the restoration of marble architectural members of Acropolis Monuments. *IIC Congress on case studies in the conservation of stone and wall paintings* – Proceedings, 138-141. Bologna: The International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works.

Σημείωση: Εικ. 1 (Πηγές: Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006a, Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006b), Εικ. 2 (Πηγές: Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006b, Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2009), Εικ. 5, 7 (Πηγή: Μεντζίνη 2007), Εικ. 6 (Πηγή: Ορλάνδος 1977), Εικ. 11 (Πηγές: Kourkoulis - Mentzini - Ganniari-Papageorgiou 2010, Kourkoulis - Mentzini - Ganniari-Papageorgiou 2012). Επίσης, Σχ. 1 (Πηγές: Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006a, Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006b), Σχ. 2 (Πηγή: Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006b), Σχ. 3-8 (Πηγή: Μεντζίνη 2007), Σχ. 9-12 (Πηγή: Kourkoulis - Mentzini - Ganniari-Papageorgiou 2012).

4.3.2.1. THE BENDING OF RESTORED ARCHITRAVE: AN EVALUATION

Marilena Mentzini

Structural Engineer, Ph.D., Ministry of Culture and Sports

Abstract

The mechanical behavior of a fragmented architrave was investigated both experimentally and numerically, in an effort to assess a recently developed method used for the restoration of the member.

The experimental process includes the construction of an accurate model of a typical external damaged architrave of the north colonnade of the Parthenon Temple, in a scale of 1:3. The reinforcement required for joining together the parts of the member was calculated according to the method above. The specimen constructed was subjected to two types of bending simulating the actual loading conditions: a) Bending under dead-weight: The approach follows the accurate reproduction of all the members of the entablature, in a scale of 1:3 b) Multi-point bending with an arrangement designed to approach in an optimum manner the uniformly distributed load.

The numerical analysis (using the Finite Element Method) permitted the description of the strain and stress fields through all the volume of the member. The model simulated accurately all the geometrical details of the experimental one, as well as the load application mode and the mechanical characteristics of the materials used for the restoration.

The experimental study proved that the initially fractured architrave behaved as an intact structural member. Although the calculation of the reinforcement is usually carried out adopting the technical bending theory (Bernoulli-Eüler), which is approximately valid for relatively intact long beams (most architraves, nearly fulfil this requirement), it yields satisfactory results for the restored ones.

In addition, the numerical analysis revealed some critical points that should be considered carefully, before the design and realization of interventions. The fact that the points which are failure prone are also near the corners of the supporting capitals dictates the importance of the ancient "scamillus" in order to prevent local exfoliations and cracking.

List of Figures

Fig. 1. The four loading cases studied numerically.

Fig. 2. The distribution of the equivalent stress on the restored model - architrave. The embedded figure shows a detail of the central cross-section around the titanium bar.

Fig. 3. Joining of two fragments of the specimen through titanium reinforcing bars (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 4. Simulation model of a part of the entablature at the Laboratory of Testing and Materials, Department of Mechanics, School of Applied Sciences, NTUA (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 5. Schematic representation of the loading arrangement during the ten-point bending tests* Included in the span of the beam/architrave is the drafting margin (scamillus) of the *abaci.* Drawing - archive: M. Mentzini.

Fig. 6. Drawing background: A. K. Orlandos, Drawing - digital processing: M. Mentzini.

Fig. 7. Drawing - upper part - and detail of drawing on the left: K. Zambas - T. Skari, YSMA Archive. Drawing on the right: M. Mentzini archive.

Fig. 8. Combination 3: (- C C - -) (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 9. An overall view of the hydraulic frame and the loading system, the specimen, the "*abaci*" and the measuring devices (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 10. Measurement of the distance between the edges of the joining on the area around the lower side of the specimen/architrave (after 6 days) (Photo - archive: M. Mentzini).

Fig. 11. An overall view of the meshing numerical model. The embedded figure shows in detail the area around the lower layer of reinforcement.

List of Drawings

Dwg. 1. The equivalent Von Mises stress along the bottom central longitudinal line of the intact model for the aforementioned four loading cases.

Dwg. 2. The variation of the axial strain along the bottom central line of the restored model. The continuous line corresponds to the homogeneous load, while the one with the cyclic symbols to the eight-point bending (on the left). The variation of the normal transverse stress along an axial line passing from the center of the reinforcing bar for restored specimen and - in the same area - for intact specimen (on the right).

Dwg. 9. Experimentally recorded and numerically predicted axial (left) and transverse (right) strains along the longitudinal axis of the architrave at the height of the lowest reinforcing bars (see also Charts 3, 4, 5).

Dwg. 10. Comparison of experimental and numerical results on the axial strains along the height of the architrave at the central cross-section where the reinforcing bars are (see also Charts 7, 8).

Dwg. 11. The variation of the axial and transverse strains along the height of the architrave in the central cross-section.

Dwg. 12. Left: Vertical and horizontal displacements along the height of the simulation model in the central cross-section. Right: The deflection of the lower side of the architrave along its length.

Note: Fig. 1 (Sources: Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006a, Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006b), Fig. 2 (Source: Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006b, Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2009), Fig. 5, 7 (Source: Mentzini 2007), Fig. 6 (Source: Orlandos 1977), Fig. 11 (Sources: Kourkoulis - Mentzini - Ganniari-Papageorgiou 2010, Kourkoulis - Mentzini - Ganniari-Papageorgiou 2012). Also, Dwg. 1 (Sources: Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006a, Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006b), Dwg. 2 (Source: Kourkoulis - Ganniari-Papageorgiou - Mentzini 2006b), Dwg. 3-8 (Source: Mentzini 2007), Dwg. 9-12 (Source: Kourkoulis - Mentzini - Ganniari-Papageorgiou 2012).

4.3.2.2. ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΟΜΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΔΩΡΙΚΗΣ ΖΩΦΟΡΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΓΕΙΣΩΝ ΤΗΣ Β. ΚΙΟΝΟΣΤΟΙΧΙΑΣ ΤΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΟΣ (2004-2007)

Ελένη-Εύα Ε. Τουμπακάρη

Δρ Πολιτικός Μηχανικός, M.Sc. Αναστηλώσεων, Διεύθυνση Αναστήλωσης Αρχαίων Μνημείων

1. Διαθέσιμα στοιχεία, αντικείμενο και δομή της μελέτης

Η εκπόνηση της μελέτης δομικής αποκατάστασης των δύο ανώτερων στρώσεων του θριγκού της Β. Κιονοστοιχίας του Παρθενώνα ανατέθηκε στα τέλη του 2004 κι εκπονήθηκε παράλληλα με το έργο της δομικής αποκατάστασης των μελών. Η δομή της ακολούθησε τις Συστάσεις του ICOMOS[1] και κατατέθηκε σε τρεις τόμους[2].

Το κεντρικό τμήμα της Β. Κιονοστοιχίας κατέρρευσε, ως γνωστόν, με την έκρηξη του 1687. Το γεγονός αυτό διαφοροποιεί την περιοχή αυτή από τον Οπισθόναο, ο οποίος παρέμεινε αμετακίνητος από την Αρχαιότητα. Το τμήμα της Β. Κιονοστοιχίας που κατέπεσε είναι, σε όρους μηχανικής ιστορίας και δομικών βλαβών (πριν από τις επεμβάσεις του 20ου αι.), συγκρίσιμο με τους Πλαγίους Τοίχους του Σηκού, το μεσαίο και ανατολικό τμήμα των οποίων επίσης κατέπεσε με την έκρηξη. Καθώς είχαν ολοκληρωθεί οι μελέτες για ορισμένα τμήματα των Πλαγίων Τοίχων, και συγκεκριμένα για τη Ν.Α. Παραστάδα του Ν. Τοίχου[3] και για τους Ορθοστάτες του Β. Τοίχου[4], είχαν ήδη γίνει ορισμένες νέες διαπιστώσεις σχετικά με τη δομική τους παθολογία και τις διαφορές που παρουσίαζαν με τον Οπισθόναο.

Η Β. Κιονοστοιχία είχε επίσης δεχθεί τις επεμβάσεις Ν. Μπαλάνου, που είχαν ως συνέπεια, όπως είναι γνωστό, τη δημιουργία σοβαρών δομικών προβλημάτων[5]. Η αναλυτική τεκμηρίωση της κατάστασης διατήρησης των επιμέρους δομικών μελών δεν ήταν δυνατή πριν από το έτος 2001 καθώς η περιοχή δεν είχε ακόμη αποξηλωθεί. Οι μοναδικές διαθέσιμες αναφορές για την κατάσταση διατήρησης των επιμέρους λίθων, όπως αυτοί διατηρούνταν στις αρχές του 20ου αι., προέρχονται από τον Ν. Μπαλάνο: «*Τα τρίγλυφα, τα αντιθέματα και οι όπισθεν των μετωπών κείμενοι λίθοι ανευρέθησαν, σχεδόν πάντες εν καλή καταστάσει. Τα τεθραυσμένα μέρη τούτων αντεκατεστάθησαν δι' αρχαίων ή νεωτέρων τεμαχίων μαρμάρου. Των γείσων δεν ανευρέθησαν ειμή μόνον τα εξωτερικά τεμάχια τα περιλαμβάνοντα τους προμόχθους μετά των ταινιών αυτών. Ταύτα ήσαν κατά το μάλλον ή ήττον κατεστραμμένα. Αι ουραί των γείσων τούτων συνεπληρώθησαν δια σιδηροπαγούς κονιάματος*»[6].

Κατά τη μελέτη δομικής αποκατάστασης των ετών 2004-2007 επιβεβαιώθηκε η μαρτυρία αυτή, η οποία είναι σημαντική για την κατανόηση των βλαβών πριν από τις επεμβάσεις Μπαλάνου[7]. Διαπιστώθηκε συστηματική αστοχία των περιοχών αγκύρωσης των συνδετηρίων στοιχείων. Ο Ν. Μπαλάνος δεν αναφέρθηκε στο ζήτημα αυτό, παρόλο που αντιμετώπισε τις συνέπειές του κατά την επανατοποθέτηση του θριγκού: μη διαθέτοντας πλήρεις εντορμίες για να τοποθετήσει συνδετήρια στοιχεία, υλοποίησε τις συνδέσεις των λίθων με διάνοιξη νέων εντορμιών στην άνω και κάτω έδρα τους (Εικ. 1). Όσον αφορά στα γείσα, όπως έχει ήδη αναφερθεί[8], η διατήρησή των πρόσθιων τμημάτων τους οφείλεται στη θερμική καταπόνηση που υπέστησαν. Οι ουρές των γείσων, οι περιοχές δηλαδή που βρίσκονταν προς το εσωτερικό του ναού, κατακερματίστηκαν, τα γείσα κατέπεσαν, ίσως και πριν από το 1687, και τα θραύσματα σιγά-σιγά χάθηκαν.

Με την αποξήλωση του θριγκού έγιναν, επομένως, προσιτά δομικά μέλη που δεν είχαν προηγουμένως μελετηθεί. Τα κύρια αντικείμενα της Μελέτης Δομικής Αποκατάστασης των ανώτερων στρώσεων του θριγκού της Β. Κιονοστοιχίας (2004-2007) διαμορφώθηκαν επομένως ως εξής:

(α) *Αναλυτική τεκμηρίωση κι ερμηνεία της δομικής παθολογίας*: έγινε τεκμηρίωση των βλαβών και διάκριση μεταξύ όσων προέκυψαν από τις επεμβάσεις του 1930 και όσων προϋπήρχαν και μαρτυρούν τη δομική ιστορία του Μνημείου μέχρι τότε. Η αξιολόγηση των επεμβάσεων Μπαλάνου και η τυπολόγηση των βλαβών της αναστήλωσης αυτής ανά μέλος δεν αποτέλεσε αντικείμενο της μελέτης (Εικ. 1)[9].

---

[1] ICOMOS 2004 και ενότητα 4.4.2.2

[2] Τουμπακάρη 2007γ. Ειδικότερα, η «*Μελέτη δομικής αποκατάστασης άνω θριγκού Β. Κιονοστοιχίας Παρθενώνος*» αποτελείται από τον τ.1: Τεκμηρίωση φέροντος οργανισμού – Συσχετισμός δομικής παθολογίας με τη δράση των συνδετηρίων στοιχείων (ΥΠΠΟ/ΥΣΜΑ 2265/21.9.2007), τ.2: Διαστασιολόγηση οπλισμών μελών Δωρικής Ζωφόρου (19 διαζώματα, 3 τρίγλυφοι) (ΥΠΠΟ/ΥΣΜΑ 2266/21.9.2007), τ.3: Διαστασιολόγηση οπλισμών γείσων (ΥΠΠΟ/ΥΣΜΑ 2267/21.9.2007). Μελέτες επιμέρους λίθων εκπόνησαν και οι Πολιτικοί Μηχ. Μ. Μεντζίνη Α. Βρούβα.

[3] Τουμπακάρη 2007β. Η «Μελέτη λίθων Ν.Α. Παραστάδας του Σηκού του Παρθενώνος» (ΥΠΠΟ/ΥΣΜΑ 2121 / 12.9.2007) ολοκληρώθηκε το 2004 και το αντίστοιχο έργο υλοποιήθηκε κατά τα έτη 2004-2005.

[4] Τουμπακάρη 2004/2006. Η «Μελέτη δομικής αποκατάστασης Ορθοστατών Βορείου Τοίχου Σηκού Παρθενώνα» (2 τόμοι) (ΥΠΠΟ/ΥΣΜΑ 690/ 15.3.2007) ολοκληρώθηκε το 2006. Το αντίστοιχο έργο βρίσκεται σε φάση υλοποίησης.

[5] Ζάμπας 2002, σελ. 109-119.

[6] Μπαλάνος 1940, σελ. 108.

[7] Ορισμένοι λίθοι, κυρίως οι λίθοι πληρώσεως 14035, 14039, 14044 και 14046, λαξεύτηκαν από τον Μπαλάνο. Ωστόσο, διατηρούν την άνω έδρα τους, επί της οποίας σώζονται τα ίχνη της αστοχίας των αρχαίων εντορμιών, που συσχετίζονται με μηχανισμούς αστοχίας προγενέστερους της αναστήλωσης του 1930. Αντίθετα, ο Μπαλάνος λάξευσε μέρος της άνω έδρας των διαζωμάτων 14060 και 14066, οπότε δεν διατηρήθηκαν οι περιοχές αγκύρωσης.

[8] Κορρές-Μπούρας 1983, σελ. 369, Γ.5.4.6.

[9] Για την κατάσταση διατήρησης των γείσων κατά την αποξήλωση, βλ. Μεντζίνη 2006. Γενικά, πάντως, οι περισσότερες βλάβες συσχετίζονται με τη χρήση δομικών στοιχείων μεγάλων διατομών (δοκοί διπλού Τ στα επιστύλια και γείσα), με τη χρήση τσιμεντοκονιάματος (αντί μολύβδου που χρησιμοποιήθηκε στον Οπισθόναο) για την προστασία τους και με την ελλιπή, σε ορισμένες θέσεις, επικάλυψη. Θα ήταν χρήσιμη η τεκμηρίωση της κατάστασης διατήρησης των συνδέσμων και γόμφων (για τον Οπισθόναο, βλ. Τουμπακάρη 2007α, τ.VI) και η συστηματική μεταλλογραφική τους ανάλυση (βλ. παρ.2.3 στη συνέχεια).

Εικ. 1. Λίθος διαζώματος 14062: αστοχία περιοχής αγκύρωσης γόμφου, νεώτερες εντορμίες σε πολύ καλή κατάσταση.

Εικ. 2. Γείσο 14007: λάξευση για την τοποθέτηση σιδηροδοκού και θραύση μαρμάρου (τα θραύσματα ακουμπισμένα στην άνω έδρα).

Για την ερμηνεία των βλαβών εφαρμόστηκε η μεθοδολογία που είχε ήδη αναπτυχθεί[10]. Η ερμηνεία της αστοχίας των επιμέρους μελών που αναπτύχθηκε αρχικά για τον Οπισθόναο εστιάζεται στη μηχανική δράση των συνδετηρίων στοιχείων και άρα θα πρέπει να επαληθεύεται στις άλλες περιοχές του μνημείου, επειδή η ενεργοποίηση των συνδέσμων και γόμφων συσχετίζεται με αιτίες γενικού, και όχι τοπικού, χαρακτήρα[11]. Η μελέτη του ανώτερου τμήματος του θριγκού, καθώς και οι μελέτες περιοχών των Πλαγίων Τοίχων που προηγήθηκαν, έδωσαν, λοιπόν, τη δυνατότητα να ελεγχθούν οι συνέπειες της μηχανικής δράσης των συνδετηρίων στοιχείων επί των λίθων των περιοχών αυτών. Πραγματοποιήθηκε, τέλος, υπολογιστική διερεύνηση για περαιτέρω υποστήριξη των προηγουμένων.

(β) *Μελέτη και σχεδιασμός των επεμβάσεων επί των δομικών μελών με έμφαση σε περιοχές αγκύρωσης*[12]: Μια σημαντική διαφορά μεταξύ του Οπισθονάου και των περιοχών του Μνημείου που κατέπεσαν (Πλάγιοι Τοίχοι, Β. Κιονοστοιχία) είναι, ότι, στον πρώτο γενικά διατηρήθηκαν τα θραύσματα των περιοχών αγκύρωσης, έστω και κατακερματισμένα. Η διατήρησή τους συνεπάγεται την υποχρέωση επανατοποθέτησής τους, όπως κι έγινε. Αντίθετα, στην περίπτωση των περιοχών που

[10] Βλ. ενότ. 4.4.2. Καθώς η μελέτη δομικής αποκατάστασης του Οπισθονάου προηγήθηκε της Β.Κιονοστοιχίας, οι διαπιστώσεις και η επεξεργασία των νέων στοιχείων που οδήγησαν στην ανάδειξη της μηχανικής δράσης των συνδετηρίων στοιχείων ως βασικής αιτίας αστοχίας αναφέρονται στην ενότ.4.4.2.2 και δεν επαναλαμβάνονται εδώ.

[11] Και συγκεκριμένα με την επιβολή μετακινήσεων επί του δομήματος.

[12] Ο σχεδιασμός των οπλισμών αναφέρεται σε Τουμπακάρη 2007γ, τ.2 και 3, βλ. και ενότ. 4.4.3.3.

κατέπεσαν, κατά κανόνα δεν διατηρήθηκαν τα θραύσματα αυτά. Οι εντορμίες είναι κατεστραμμένες. Επομένως, υπήρχε θεωρητικά η δυνατότητα να διερευνηθούν διάφοροι τρόποι εξασφάλισης της σύνδεσης των μελών, που να περιλαμβάνουν ή μη προσθήκες από νέο μάρμαρο, αφού βασική αρχή σχεδιασμού των επεμβάσεων είναι η ελαχιστοποίηση των συμπληρώσεων. Στην περίπτωση των μελών της Δωρικής Ζωφόρου της Β. Κιονοστοιχίας, η επιλογή των θέσεων συμπλήρωσης με νέο μάρμαρο δεν αποτέλεσε αντικείμενο της μελέτης δομικής αποκατάστασης.Ωστόσο, τέθηκαν τα δυο θεωρητικά και αλληλένδετα ζητήματα που προκύπτουν: το εύρος των αναγκαίων συμπληρώσεων στις θέσεις κατεστραμμένων εντορμιών σε σχέση με την πραγματική φέρουσα ικανότητα των συμπληρωμένων με νέο μάρμαρο περιοχών αγκύρωσης.

Στη συνέχεια, θα συνοψιστούν τα αποτελέσματα από την τεκμηρίωση της δομικής παθολογίας των μελών της Β. Κιονοστοιχίας και τη σύγκρισή της με τα στοιχεία που προέκυψαν από τις μελέτες του Οπισθονάου και των τμημάτων των Πλαγίων Τοίχων (παρ. 2.1 & 2.2). Από τη σύγκριση, προέκυψαν ορισμένα ερωτήματα, τα οποία αντιμετωπίστηκαν με δύο διερευνήσεις. Η πρώτη, αφορά στη μεταλλογραφική μελέτη σωζόμενου αρχαίου συνδέσμου της Β. Κιονοστοιχίας (παρ. 2.3) και η δεύτερη στην υπολογιστική διερεύνηση της εντατικής κατάστασης που αναπτύσσεται στις περιοχές αγκύρωσης των συνδετηρίων στοιχείων, όταν αυτά ασκούν και διατμητικές δυνάμεις επί των τοιχωμάτων των εντορμιών (παρ. 2.4). Τα αποτελέσματα των διερευνήσεων ενίσχυσαν τη θέση που για πρώτη φορά αναπτύχθηκε κατά τη μελέτη του Οπισθονάου (2001-2004) για τη σημασία της μηχανικής δράσης των συνδετηρίων στοιχείων (παρ. 2.5). Οι συνέπειες για τη φέρουσα ικανότητα των περιοχών αγκύρωσης κατεστραμμένων εντορμιών, για τη συμπλήρωσή τους ή μη και για το σχεδιασμό της συνδεσμολογίας συνοψίζονται στην παράγραφο 3.

2. Νέες διαπιστώσεις και η συνέχιση της διερεύνησης του μηχανισμού αστοχίας

2.1. Οι δομικές αστοχίες

Οι επεμβάσεις της δεκαετίας του 1930 διακρίνονται εύκολα στα μέλη των ανώτερων στρώσεων του θριγκού. Προκάλεσαν αστοχίες κυρίως στα γείσα λόγω των σιδηροδοκών (Εικ. 2) που είχαν τοποθετηθεί μέσα σε λαξεύματα για να συνδέσουν το σωζόμενο, μπροστινό τμήμα του αρχαίου μέλους με το συμπλήρωμά του από σκυρόδεμα. Πολλά μέλη, κυρίως λίθοι πληρώσεως, λαξεύτηκαν για την ένθεση τεμαχίων μαρμάρου. Διαπιστώθηκε επίσης διάρρηξη ορισμένων λίθων πληρώσεως από σιδηρούς συνδέσμους, που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνδεση των επιμέρους θραυσμάτων και νεώτερων συμπληρωμάτων των λίθων αυτών[13]. Οι περισσότερες επεμβάσεις στα διαζώματα και στις τριγλύφους αφορούσαν στη διάνοιξη εντορμιών για την τοποθέτηση συνδέσμων και γόμφων (Εικ. 1, 3).

[13] Βλ. Ζάμπας 2002 και Χριστοδουλοπούλου 2008.

Εικ. 3. Τρίγλυφος 14059. Στην άνω έδρα φαίνεται αρχαία εντορμία συνδέσμου που αστόχησε και η αντίστοιχη του 1930 σε καλή κατάσταση.

Εικ. 4. Γείσο 14003: άνω έδρα με λαξεύματα για την αγκύρωση ράβδων (1930) και εντορμίες συνδέσμων με χαρακτηριστική απολάξευση.

Στις θέσεις αυτές δεν διαπιστώθηκε γενικά διάρρηξη του μαρμάρου (αν και ενίοτε υπήρξαν ρωγμές) χωρίς αυτό να σημαίνει ότι το συνδετήριο δεν είχε υποστεί διάβρωση. Η μελέτη των προγενέστερων του 1930 δομικών βλαβών ήταν πιο σύνθετη. Είναι γεγονός ότι διαπιστώνεται συγκέντρωση των βλαβών στις περιοχές αγκύρωσης (Εικ. 3). Επειδή η μορφή των επιφανειών θραύσης και οι διαστάσεις του αποτεμνόμενου όγκου παρουσιάζουν ποικιλία, η οποία εξαρτάται από την απόσταση του συνδετηρίου από το όριο του μέλους και την κατεύθυνση ανισοτροπίας του μαρμάρου, ένα τμήμα της μελέτης αφιερώθηκε στην τυπολόγηση των αστοχιών[14], με στόχο να διαχωριστούν όσες θα μπορούσαν να οφείλονται στη δράση των συνδετηρίων στοιχείων από εκείνες που θα μπορούσαν να αποδοθούν σε διάφορες αιτίες μετά την κατάρρευση της κιονοστοιχίας.

2.2. Αστοχία περιοχών αγκύρωσης και οι διερευνήσεις που έγιναν στο πλαίσιο της μελέτης

Η συγκεντρωτική παθολογία των μελών της στρώσης της Δωρικής Ζωφόρου του θριγκού της Βόρειας Κιονοστοιχίας παρουσιάζεται στον Πίν. 1[15]. Στον Πίνακα δεν συμπεριελήφθησαν όσα μέλη έχουν δεχτεί εκτεταμένη απολάξευση, με συνέπεια να έχουν χαθεί τα ίχνη των συνδέσεων και της

[14] Για την τυπολογία των θραύσεων, βλ. Τουμπακάρη 2004/2006 και 2009.

[15] Στον πίνακα δεν συμπεριελήφθησαν τα επιστύλια του κεντρικού τμήματος και τα μέλη της Ζωφόρου του δυτικού τμήματος της Β.Κιονοστοιχίας. Οι λίθοι αυτοί επίσης παρουσιάζουν αστοχία των περιοχών αγκύρωσής τους.

αστοχίας. Τοπικές απώλειες μάζας λόγω κρούσης και σύνθλιψης, οι οποίες αποδίδονται στην πτώση, δεν ελήφθησαν υπόψιν. Θεωρήθηκε ότι μια περιοχή αγκύρωσης δεν έχει υποστεί αστοχία όταν σώζεται πλήρως η εντορμία του συνδετηρίου στοιχείου ή φέρει ίχνη λάξευσης για προσπορισμό του μετάλλου. Επομένως, στον πίνακα συμπεριλαμβάνονται όσες αρχαίες περιοχές αγκύρωσης παρουσιάζουν τη χαρακτηριστική αποκόλληση όγκου μαρμάρου, η οποία θα μπορούσε να αποδοθεί σε μηχανική καταπόνηση ή σε προχωρημένη διάβρωση, και, φυσικά, όσες αρχαίες σώζονται πλήρως.

(1)	αριθ. μελών	Αστοχίες εκτός συνδετηρίων	Αστοχίες περιοχών αγκύρωσης συνδέσμων άνω έδρας λίθων στήλης (1) με το εξής όμορο μέλος:			Αστοχίες περιοχών αγκύρωσης γόμφων
			Λίθο πλήρ. ή τρίγλ.	διάζωμα	μετόπη	
Τρίγλυφοι	13	1/13	Λίθ.πλήρ.: 24/26*	14/14	3/4	άνω έδρας**: 5/6
Λίθοι πληρώσεως	14	5/14	Τρίγλυφο: 24/24	11/11	5/11	άνω έδρας**: 4/4
Διαζώματα	24	9/24	Λίθ.πλήρ.: 10/11 Τρίγλυφο: 8/10	29/29	-	άνω έδρας: 10/11 κάτω έδρας: 3/18 μασχ.εγκοπής: 24/24
Σύνολο	51	15/51 *(29%)*	66/71 *(93%)*	54/54 *(100%)*	8/15 *(53%)*	46/63 *(73%)*
* αριθμός περιοχών αγκύρωσης που ελήφθησαν υπόψιν. ** Οι λίθοι πληρώσεως και οι τρίγλυφοι δεν γομφώνονται στην επιφάνεια έδρασης.						

Πίν. 1. Συγκεντρωτική παθολογία των μελών της Δωρικής Ζωφόρου της Β. Κιονοστοιχίας.

Στον Πίν. 1 δεν συμπεριλαμβάνονται τα 20 γείσα της περιοχής επειδή έχουν πρωτογενώς αστοχήσει σε θερμική καταπόνηση. Πάντως, οι εντορμίες που απέμειναν (κυρίως των μπροστινών συνδέσμων άνω έδρας) δεν παρουσιάζουν ίχνη αστοχίας αλλά απολάξευσης, γεγονός που μαρτυρά ότι δεν είχαν προϋπάρξει βλάβες λόγω διάβρωσης (Εικ. 4). Στα 51 μέλη που συμπεριλήφθησαν στον Πίν. 1 αντιστοιχούν 203 εξετασθείσες περιοχές αγκύρωσης αρχαίων συνδετηρίων στοιχείων και είναι προφανές ότι οι αστοχίες επικεντρώνονται σ΄αυτές. Καθώς, λοιπόν, η μελέτη των ανώτερων στρώσεων του θριγκού έπεται του Οπισθονάου και ορισμένων τμημάτων των Πλαγίων Τοίχων, η αντιπαραβολή των αποτελεσμάτων ήταν επιβεβλημένη (Πίν. 2). Στα 220 μέλη που λαμβάνονται τελικά υπόψιν αντιστοιχούν 932 εξετασθείσες περιοχές αγκύρωσης. Είναι εμφανής η διαφορά στο ποσοστό αστοχίας μεταξύ εκείνων των περιοχών του μνημείου που κατέπεσαν (Β. Κιονοστοιχία και λίθοι του Β.Τοίχου με 86% και 66% αστοχίες αντίστοιχα[16]) και του Οπισθονάου (34%).

[16] Η διαφορά στα ποσοστά αστοχίας του Β.Τοίχου και της Β.Κιονοστοιχίας, που και οι δυο κατέρρευσαν, απαίτησαν διερεύνηση των παραμέτρων που θα μπορούσαν να την ερμηνεύσουν. Φαίνεται ότι η κατεύθυνση ανισοτροπίας του μαρμάρου εντός του κάθε λίθου αποτελεί βασικό παράγοντα για τη διευκόλυνση ή την αποτροπή της ανάπτυξης συγκεκριμένων αστοχιών, βλ. Τουμπακάρη 2004/2006, 2008, 2009, 2012 και συνοπτικά στην ενότ.4.4.2.2.

	αριθμός εξετα-σθέντων μελών	εξετασθείσες περιοχές αγκύρωσης	δομικές αστοχίες περιοχών αγκύρωσης	%
Οπισθόναος (θριγκός* & κιονόκρανα)	79	365	124	34.0
Β. Κιονοστοιχία (στρώση Ζωφόρου)	51	203	174	86.0
Β.Τοίχος (ορθοστάτες, εξωτ.λιθόπλινθοι σε ζυγές στρώσεις, επίτοιχα επιστύλια)	90	364	240	66.0
Σύνολο	220	932	538	
* Δεν συμπεριλαμβάνονται τα 7 μέλη της οροφής, τα μέλη ΔΤΕ1 &ΔΤΖ1 καθώς και οι θράνοι επί των μετακιονίων 1 & 7.				

Πίν. 2. Συγκεντρωτική παθολογία περιοχών αγκύρωσης συνδετηρίων στοιχείων (μελέτες 2001-07).

Το στοιχεία αυτά έθεσαν επιτακτικά τα εξής ερωτήματα: εάν πράγματι τα συνδετήρια στοιχεία θραύονται πριν αστοχήσει το μάρμαρο, τότε πώς ερμηνεύεται η έκταση των αστοχιών; Η καλή κατάσταση διατήρησης των σωζόμενων αρχαίων συνδετηρίων του Οπισθονάου δεν μπορεί να μη ληφθεί υπόψιν ως καλή ένδειξη για τη διατήρηση που θα είχαν και όσα συνδετήρια στοιχεία έχουν πλέον απωλεσθεί. Επομένως, τίθεται το ερώτημα, εάν οι αστοχίες στη Β. Κιονοστοιχία θα μπορούσαν να αποδοθούν σε εκτεταμένη διάβρωση ή σε μηχανική δράση των συνδετηρίων στοιχείων. Τα ερωτήματα αυτά εγγράφονται, και μάλιστα εξειδικεύουν, τη διερεύνηση του Οπισθονάου και οδήγησαν στις ακόλουθες δύο διερευνήσεις:

2.3. Διερεύνηση μικροδομής και διάβρωσης συνδέσμου με γνωστή ιστορία έκθεσης στο περιβάλλον[17]

Η συνεξέταση της κατάστασης διατήρησης των σωζόμενων συνδετηρίων στοιχείων και της αντίστοιχης περιοχής αγκύρωσης θεωρήθηκε σημαντικό εργαλείο για την ερμηνεία της δομικής παθολογίας[18]. Ωστόσο, είναι γεγονός ότι στις περιοχές που κατέπεσαν, σπάνια βρίσκονται αρχαία συνδετήρια στοιχεία, καθώς αφαιρέθηκαν για τον προσπορισμό του υλικού. Η απώλεια αυτή σήμαινε ότι, ως πρόσφατα, μόνο υποθέσεις μπορούσαν να διατυπωθούν ως προς την κατάσταση διατήρησης των συνδετηρίων στοιχείων. Θεωρήθηκε, λοιπόν, ως εξαιρετικό εύρημα και ως μοναδική ευκαιρία

[17] Η μελέτη έγινε από τον ομότ.Καθ.Γ.Παπαδημητρίου και τους συνεργάτες του (Σχολή Μηχ.Μεταλλείων – Μεταλλουργών ΕΜΠ) με άδεια της Α΄ΕΠΚΑ (Έφορος Αλ.Μάντης & Χρ.Βλασσοπούλου, Δρ Αρχαιολ.), βλ. Παπαδημητρίου-Τσακιρίδης-Σκαρβέλης 2007α. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η συγκράτηση των προϊόντων διάβρωσης, ο σύνδεσμος αποσπάστηκε και παραδόθηκε μαζί με το μολύβδινο περίβλημά του.

[18] Τουμπακάρη 2007α, τ.VI.

Εικ. 5. Λίθος πλήρωσης 14048: περιοχή αγκύρωσης του προς βορράν συνδέσμου (διακρίνεται ο σύνδεσμος πριν την απόμάκρυνση).

Εικ. 6. Τρίγλυφος 14038: περιοχή αγκύρωσης δυτικού συνδέσμου.

για τη διερεύνηση του ζητήματος, η αποκάλυψη του μοναδικού, εξ όσων γνωρίζουμε, σωζόμενου αρχαίου συνδέσμου της Β. Κιονοστοιχίας. Πράγματι, διαπιστώθηκε ότι, στην άνω έδρα του λίθου πλήρωσης 14048, διατηρούνταν το ήμισυ συνδέσμου διατομής διπλού Τ εγκιβωτισμένου σε μόλυβδο (Εικ. 5). Κρίθηκε ότι ο σύνδεσμος ήταν αρχαίος και δρομολογήθηκε η μεταλλογραφική μελέτη του σε συνεργασία με την Α΄ ΕΠΚΑ. Ο σύνδεσμος αυτός παρέμεινε εκτεθειμένος στο περιβάλλον από το 1687, αν όχι και νωρίτερα. Βασικό ερώτημα για την κατανόηση του βαθμού διατήρησής του ήταν ο προσδιορισμός του βάθους της διάβρωσης. Η μεταλλογραφική μελέτη του συνδέσμου κρίθηκε ότι μπορούσε να προσφέρει πρωτότυπα, και μάλιστα ποσοτικά, στοιχεία για την εξέλιξη της διάβρωσης σε γνωστές συνθήκες και χρόνο.

Τα αποτελέσματα της μελέτης «*υποδεικνύουν ότι ο σύνδεσμος ήταν κατασκευασμένος κατά την αρχαιότητα, σύμφωνα με την "άμεση διαδικασία"*[19] *(...) Στην παραπάνω διαπίστωση συνηγόρησε και το γεγονός ότι οι στοιχειακές αναλύσεις στο στρώμα μολύβδου που περιέβαλλε τον σύνδεσμο έδειξαν ότι, εκτός από μόλυβδο και οξυγόνο, περιέχεται και αρσενικό. Πρόκειται δηλαδή για μόλυβδο, ο οποίος έχει παραχθεί κατά την αρχαιότητα και κατά πάσα πιθανότητα προέρχεται από το Λαύριο*[20]». Διαπιστώθηκε επίσης ότι το πάχος των προϊόντων διάβρωσης ήταν πολύ περιορισμένο, της τάξης των 0.5 ως 2mm περίπου, επιβεβαιώνοντας την ανθεκτικότητα του υλικού και την αργή εξέλιξη του φαινομένου[21].

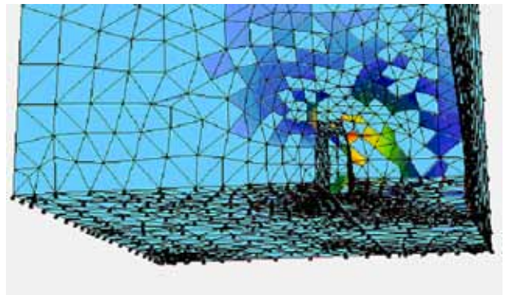
[19] Konophagos - Papadimitriou 1981α.

[20] Papadimitriou - Kordatos 1996.

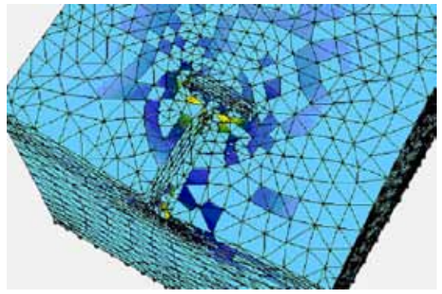
[21] Ας αναφερθεί, για λόγους πληρότητας, ότι η κύρια διαφοροποίηση από τους αρχαίους συνδέσμους που είχαν εξετασθεί στο παρελθόν (Konophagos - Papadimitriou 1981β) είναι ότι ο σύνδεσμος του λίθου πλήρωσης 14048 αποτελείται αποκλειστικά από χάλυβα και όχι από εναλλασσόμενα ελάσματα σιδήρου-χάλυβα. Μετά από την επιτυχή αυτή πρώτη συνεργασία, παραδόθηκαν (από τη Ρ. Χριστοδουλοπούλου) προς εξέταση δυο δοκίμια προερχόμενα από τις επεμβάσεις Μπαλάνου και διαπιστώθηκε ότι «*και τα δύο είναι σίδηρος και όχι χαλύβδινα*» (Παπαδημητρίου-Τσακιρίδης-Σκαρβέλης

2.4. Υπολογιστική διερεύνηση της αστοχίας του μαρμάρου λόγω δράσης συνδετηρίων στοιχείων

Παράλληλα με τη συλλογή ποσοτικών στοιχείων για τη διάβρωση, η διερεύνηση κινήθηκε και προς την κατεύθυνση της θεωρητικής, υπολογιστικής τεκμηρίωσης, η οποία εστιάστηκε στη μελέτη των τάσεων που αναπτύσσονται στις περιοχές αγκύρωσης των συνδετηρίων στοιχείων, όταν καταπονούνται από εφελκυστικές ή/και διατμητικές δυνάμεις[22]. Διερευνήθηκε εάν το μέγεθος των αναπτυσσομένων τάσεων είναι ικανό να προκαλέσει έναρξη αστοχίας (ρηγμάτωση) του μαρμάρου στην περιοχή αγκύρωσης (όπου ως αστοχία ορίστηκε η ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων μεγέθους παραπλήσιου της εφελκυστικής αντοχής του μαρμάρου). Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση του λογισμικού Sofistik (Εικ. 7, 8). Τα δεδομένα για τη μόρφωση των προσομοιωμάτων και τα κριτήρια επιλογής των δυνάμεων έχουν ήδη παρουσιαστεί αναλυτικά[23]. Οι συνδυασμοί φόρτισης που χρησιμοποιήθηκαν συνοψίζονται στον Πίν.3. Από προηγούμενες έρευνες[24] ήταν γνωστή η εφελκυστική αντοχή των δύο ισχυρών επιπέδων ορθοτροπίας του μαρμάρου (9.5 και 10.8 MPa αντίστοιχα) και του ασθενούς (5.3 MPa). Συνεπώς, εφελκυστικές τάσεις της τάξης των 5 MPa θεωρήθηκαν επαρκείς για την ανάπτυξη ρηγμάτωσης του *καθαρού* μαρμάρου αν και, πρακτικά, λόγω της παρουσίας των αργιλοπυριτικών φλεβών, η τάση ρηγμάτωσης θα πρέπει να θεωρείται μικρότερη.



Εικ. 7. Λεπτομέρεια του κανάβου πεπερασμένων στοιχείων σε περιοχή γόμφου.



Εικ. 8. Λεπτομέρεια του κανάβου πεπερασμένων στοιχείων σε περιοχή συνδέσμου.

2007β). Η μεταλλογραφική διερεύνηση που ξεκίνησε το 2007 θα πρέπει να συνεχιστεί συστηματικά και με την ίδια λογική: τη συνεξέταση της θέσης εύρεσης του συνδετηρίου, της κατάστασης διατήρησης της περιοχής αγκύρωσης και της μικροδομής του συνδετηρίου στοιχείου.

[22] Οι πρώτες διερευνήσεις έγιναν από τον Κ. Ζάμπα (1994, σ. 158-181). Η μελέτη των ετών 2004-2007 εγγράφεται στη συνέχεια της μελέτης αυτής, στην οποία προστέθηκε η διερεύνηση της διατμητικής δράσης του συνδέσμου, καθώς αναγνωρίστηκε ως βασική καταπόνηση και αιτία αστοχίας των περιοχών αγκύρωσης.

[23] Τουμπακάρη 2007α, τ..ΙΙΙ , Φιλιππουπολίτης 2008, Toumbakari-Filippoupolitis 2010

[24] Vardoulakis – Kourkoulis – Exadaktylos & Rozakis 2002

	Σύνδεσμος		Γόμφος
1	ι.β.* + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 1kN	1	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 1kN **
2	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 15 kN	2	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 5kN **
3	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 29 kN	3	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 14kN **
4	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 1kN+ εφελκυστική δύναμη 1kN	4	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 1kN ***
5	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 15 kN+ εφελκυστική δύναμη 15kN	5	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 5 kN ***
6	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 15 kN+ εφελκυστική δύναμη 30 kN	6	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 14kN ***
7	ι.β. + κατακ.φορτία + διατμητική δύναμη 29 kN+ εφελκυστική δύναμη 30 kN		

* ι.β.: ίδιον βάρος, ** με ομοιόμορφη κατανομή, και *** με τριγωνική κατανομή επί των τοιχωμάτων της εντορμίας

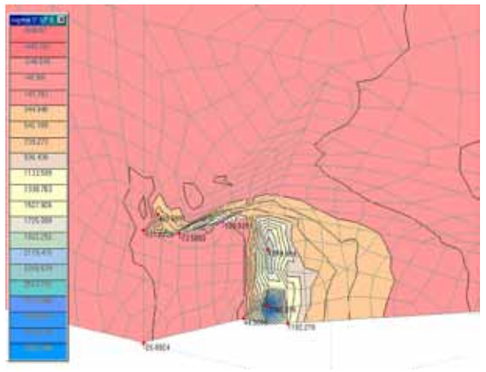
Πίν. 3. Συνδυασμοί φόρτισης για τη διερεύνηση των αναπτυσσόμενων τάσεων λόγω της δράσης των συνδετηρίων στοιχείων.

Τα βασικότερα αποτελέσματα των υπολογιστικών αναλύσεων συνοψίζονται στον Πίν. 4. Στην περίπτωση του συνδέσμου, η ανάπτυξη διατμητικής δύναμης ίσης με 15kN (περ. φόρτ. 2) οδηγεί στην ανάπτυξη εφελκυστικής τάσης 4.79MPa. Διατμητική δύναμη ίση με την αντοχή του συνδέσμου (περ. φόρτ. 3) προκαλεί μέγιστη εφελκυστική τάση ίση με 9.22MPa. Οι σύνθετες περιπτώσεις φόρτισης 5 ως 7 προκαλούν επίσης την ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων από 5-11MPa. Συνεπώς, η ρηγμάτωση του μαρμάρου πριν απ΄την αστοχία των συνδέσμου λόγω του συνδυασμού εφελκυστικής και διατμητικής καταπόνησης είναι, σε οριακές συνθήκες, πιθανή[25].

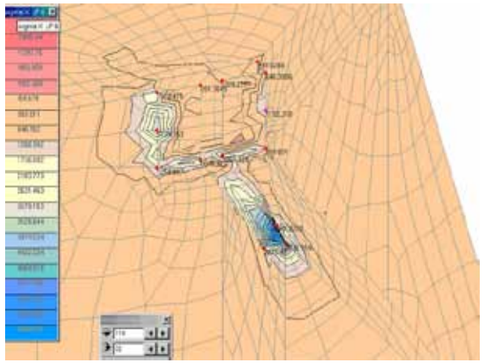
	ανάλυση συνδέσμου						ανάλυση γόμφου					
	σ_x [MPa]		σ_y [Mpa]		τ_{xy} [Mpa]		σ_x [Mpa]		σ_y [Mpa]		τ_{xy} [Mpa]	
α/α	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{t,max}$	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{t,max}$	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{t,max}$	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{t,max}$	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{t,max}$	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{t,max}$
1	- 0.15	0.37	-0.10	0.35	-0.02	0.06	-0.21	0.37	-0.05	0.20	-0.03	0.13
2	-2.28	4.79	-0.37	1.75	-0.17	0.85	-1.02	1.84	-0.27	0.99	-0.13	0.68
3	-4.41	9.22	-0.74	3.37	-0.32	1.64	-2.87	5.14	-0.77	2.76	-0.37	1.90
4	-0.15	0.43	-0.17	0.36	-0.04	0.07	-0.33	0.50	-0.05	0.23	-0.02	0.12
5	-2.29	5.73	-2.56	3.29	-0.69	1.11	-1.66	2.51	-0.23	1.18	-0.09	0.61
6	-2.29	6.66	-5.14	6.66	-1.56	1.86	-4.66	7.03	-0.64	3.30	-0.27	1.71
7	-4.42	11.08	-5.13	6.60	-1.38	2.18						

Πίν. 4. Οι μέγιστες αναπτυσσόμενες ορθές και διατμητικές τάσεις.

[25] Τα αποτελέσματα επιβεβαιώθηκαν με τα πειράματα των Kourkoulis & Pasiou 2009, ενισχύοντας έτσι και την ερμηνεία.



Εικ. 9. Αναπτυσσόμενες τάσεις σ_y στην περιοχή του γόμφου (περίπτωση φόρτισης 6).



Εικ. 10. Αναπτυσσόμενες τάσεις σ_x στην περιοχή του συνδέσμου (περίπτωση φόρτισης 6).

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του γόμφου είναι αντίστοιχα, όπως προκύπτει στην περίπτωση των οριακών καταστάσεων φόρτισης 3 και 6 (αναπτυσσόμενες τάσεις 5.14 & 7.03 MPa αντίστοιχα). Στις Εικ. 9 και 10 δείχνονται χαρακτηριστικά αποτελέσματα τάσεων στις θέσεις που αναμένεται να εκδηλωθεί η ρηγμάτωση. Οι θέσεις αυτές είναι συμβατές με τις θέσεις των αστοχιών.

2.5. Σύνοψη και συμπεράσματα

Στο πρώτο μέρος της μελέτης δομικής αποκατάστασης των ανώτερων στρώσεων του θριγκού έγινε αναλυτική τεκμηρίωση της δομικής παθολογίας. Τα νέα δεδομένα συνεξετάστηκαν με τα αποτελέσματα των προηγουμένων μελετών (Οπισθόναος, Ν.Α. Παραστάδα, Β. Τοίχος) κι αναπτύχθηκαν διερευνήσεις προς δυο κατευθύνσεις, προκειμένου να ελεγχθεί η ερμηνεία της δομικής παθολογίας που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της μελέτης του Οπισθονάου.

Εν κατακλείδι, η δημιουργία των βλαβών θα μπορούσε να αποδοθεί στη μηχανική δράση των συνδετηρίων στοιχείων, και ιδιαίτερα στην ανάπτυξη διατμητικών δυνάμεων, ως συνέπεια της επιβολής μετακινήσεων επί του φορέα. Η διάβρωση δεν θεωρείται απαραίτητη για τη δημιουργία των βλαβών και δεν διαπιστώθηκε κατά τη μεταλλογραφική ανάλυση ενός συνδέσμου.

Στην περίπτωση του κεντρικού τμήματος της Β. Κιονοστοιχίας, οι έντονες εκείνες μετακινήσεις, που προκάλεσαν τις εκτεταμένες βλάβες που καταγράφηκαν, θα πρέπει να αποδοθούν στην έκρηξη του 1687. Δεν πρέπει ωστόσο να παραβλέπεται ότι, όπως και στην περίπτωση του Οπισθονάου, η πυρκαγιά είχε ήδη αλλάξει τη στατική λειτουργία της περιοχής, καθώς κάθε σύνδεση με τους Πλαγίους Τοίχους εξέλειπε. Η καλή κατάσταση διατήρησης των λίθων της Δωρικής Ζωφόρου οφείλεται στο ότι η θερμική καταπόνηση περιορίστηκε στη στρώση των γείσων. Έτσι, η δομική παθολογία που προέκυψε είναι πολύ πιο σαφής απ΄ότι στον Οπισθόναο, ο οποίος είναι ένα

παλίμψηστο αστοχιών. Τα νέα στοιχεία υποδεικνύουν ότι η κατεύθυνση ανισοτροπίας του μαρμάρου επηρεάζει την εμφάνιση ή μη ορισμένων τύπων αστοχίας καθώς και τη μορφή των θραυσμάτων.

3. Η συμπλήρωση των περιοχών αγκύρωσης των μελών της Δ.Ζωφόρου

3.1. Θέση του προβλήματος

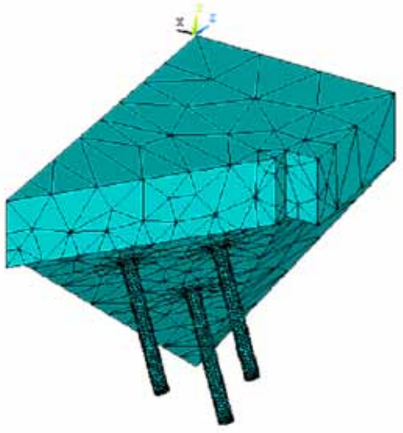
Τα νέα στοιχεία (δηλαδή η εκτεταμένη αστοχία των περιοχών αγκύρωσης και η ανάδειξη του ρόλου της διάτμησης) έθεσαν αντικειμενικά το ζήτημα της φέρουσας ικανότητας των συγκολλημένων συμπληρωμάτων των περιοχών αγκύρωσης των αρχαίων συνδετηρίων στοιχείων[26]. Είναι γνωστό ότι βασική αρχή σχεδιασμού της συνδεσμολογίας είναι να χρησιμοποιούνται οι παλιές εντορμίες για τις απαραίτητες νέες συνδέσεις[27]. Μια από τις Αρχές της Επέμβασης αναφέρει ότι «*για τη σύνδεση των μελών χρησιμοποιούνται, κατά το δυνατόν, οι υπάρχουσες αρχαίες εντορμίες. Ο υπολογισμός των συνδέσμων γίνεται κατά τρόπο, ώστε σε ενδεχόμενη οριακή κατάσταση καταπόνησης να αστοχήσουν τα υλικά σύνδεσης και όχι το αρχαίο υλικό*»[28]. Αν οι αρχαίες εντορμίες σώζονται πλήρως, αυτό σημαίνει ότι δεν έχει αστοχήσει η περιοχή αγκύρωσης του αντίστοιχου συνδετηρίου και άρα το σύστημα διαθέτει φέρουσα ικανότητα. Αν δεν σώζονται, τότε τίθεται το ζήτημα του υπολογισμού της φέρουσας ικανότητας ενός συστήματος που περιλαμβάνει το αρχαίο μάρμαρο, τη συμπλήρωση με νέο μάρμαρο και τους οπλισμούς (συμπεριλαμβανομένων όλων των διεπιφανειών). Ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας τεμαχίων μαρμάρου, που συγκολλώνται προκειμένου να αποκαταστήσουν τις περιοχές αγκύρωσης των συνδετηρίων στοιχείων στις θέσεις όσων αρχαίων εντορμιών έχουν αστοχήσει, είχε ανακύψει και στις προηγούμενες περιοχές μελέτης, υπήρχε όμως μια σημαντική διαφορά: στην περίπτωση των επιστυλίων του Οπισθονάου και της Β. Κιονοστοιχίας, οι επιφάνειες θραύσης έχουν σχετικά μεγάλο εμβαδόν, με συνέπεια να μπορούν να οπλιστούν με τις απαιτούμενες ράβδους, ενώ ταυτόχρονα ικανοποιούνται (λίγο-πολύ) οι σχετικοί έλεγχοι. Το χαρακτηριστικό πολλών εντορμιών των μελών της Δωρικής Ζωφόρου, ιδιαίτερα των τριγλύφων και λίθων πληρώσεως αλλά και λίθων διαζώματος, είναι η τοποθέτησή τους τόσο κοντά στις εξωτερικές επιφάνειες, ώστε η συμπλήρωση με νέο μάρμαρο να έχει περιορισμένο, αν όχι ανύπαρκτο, στατικό νόημα (Εικ. 6). Η μορφή αστοχίας δυσχέραινε, αν δεν απέκλειε εντελώς, τη δυνατότητα εφαρμογής

[26] Αφορά κυρίως τους λίθους της Δ. Ζωφόρου. Η περίπτωση των γείσων είναι διαφορετική, διότι η συμπλήρωσή τους, απαραίτητη για στατικούς λόγους (βλ. 4.4.3.2), αναγκαστικά απαίτησε μεγάλους όγκους μαρμάρου, οπότε οι περιοχές αγκύρωσης των συνδετηρίων στοιχείων λαξεύτηκαν, στη συντριπτική πλειψηφία των περιπτώσεων, μέσα στο νέο μάρμαρο. Στην περίπτωση αυτή δεν τίθεται ζήτημα φέρουσας ικανότητας της περιοχής αγκύρωσης κατά τη φάση λειτουργίας του φορέα (δηλ. σε μη οριακές καταστάσεις).

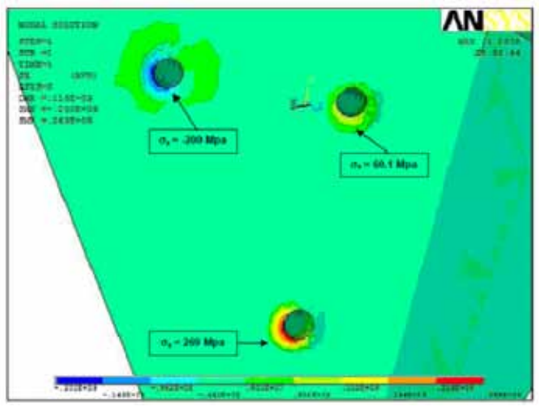
[27] Κορρές-Μπούρας 1983, σελ. 409.

[28] ΥΣΜΑ, Αρχές.

ικανοποιητικά οπλισμένου συμπληρώματος ή, ενίοτε, ακόμα και ειδικών συνδέσμων με βλήτρα[29]. Στη θέση αυτή, τέθηκαν δυο επιμέρους ζητήματα προς διερεύνηση: (α) φέρουσα ικανότητα συστημάτων μαρμάρου-τσιμεντοπολτού πλήρωσης-οπλισμού όταν εφαρμόζονται εφελκυστικές και διατμητικές δυνάμεις από τους συνδέσμους, και (β) διαμόρφωση κριτηρίων για την χωροθέτηση των συνδέσεων, και ιδιαίτερα των συνδέσμων. Πράγματι, εάν για την τοποθέτηση συνδετηρίων στοιχείων προκριθεί η αποκατάσταση των ορίων των αρχαίων, κατεστραμμένων εντορμιών με νέο μάρμαρο, και εάν η λύση αυτή συνεπάγεται μειωμένη φέρουσα ικανότητα, ή εάν δεν μπορεί καν να τοποθετηθεί συμπλήρωμα, ενδεχομένως εναλλακτικοί τρόποι σύνδεσης θα ήταν προτιμότεροι, ίσως και επωφελέστεροι, για τον περιορισμό των επεμβάσεων και τη διατήρηση της εικόνας του ερειπίου.



Εικ. 11. Το προσομοίωμα ενός μαρμάρινου συμπληρώματος με τρεις οπλισμούς.

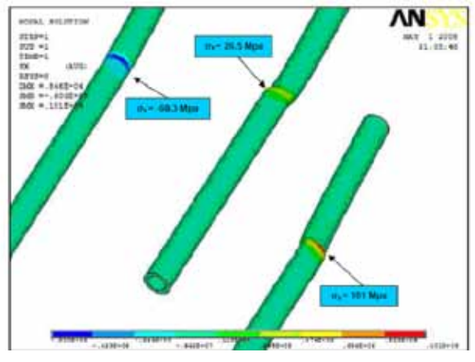


Εικ. 12. Αναπτυσσόμενες τάσεις σ_x (N/m^2), κατά την εγκάρσια διεύθυνση του επιστυλίου, στην περιοχή του μαρμάρου όπου εισχωρούν οι οπλισμοί (Περίπτωση φόρτισης 6).

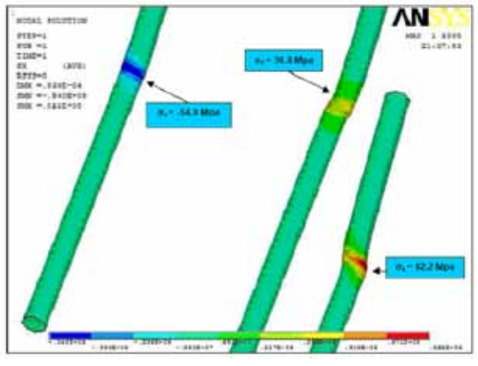
[29] Το θέμα είχε τεθεί με τεχνικές εκθέσεις, βλ. Τουμπακάρη Ε.-Ε., «*Συμπληρώσεις διαζωμάτων Β.πλευράς με νέο μάρμαρο - Περιοχές κατεστραμμένων εντορμιών και το ζήτημα της συμπλήρωσής τους, από την άποψη της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής*» (ΥΠΠΟ/ΥΣΜΑ 131/26.1.2005) καθώς και «*Διαστασιολόγηση ειδικών συνδέσμων – συνοπτική παρουσίαση ανοικτών θεμάτων και πρόταση αντιμετώπισης*» (ΥΠΠΟ/ΥΣΜΑ 1195 / 18.6.2003). Μια πρώτη θετική συνέπεια των ανωτέρω επισημάνσεων ήταν η απόφαση της ΕΣΜΑ (2005) για τη μη συμπλήρωση των περιοχών αγκύρωσης των γόμφων και τη μη αποκατάσταση της αρχαίας εντορμίας στη μασχαλιαία εγκοπή των διαζωμάτων, επειδή δεν έχει κανένα «στατικό» νόημα (καμία φέρουσα ικανότητα).

3.2. Διερεύνηση της φέρουσας ικανότητας συγκολλημένων περιοχών αγκύρωσης

Το προσομοίωμα που χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση παρουσιάζεται στην Εικ. 11. Η ελαστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με χρήση του λογισμικού Ansys[30]. Από τη διερεύνηση του μεγέθους των αναπτυσσόμενων τάσεων στις επιφάνειες του μαρμάρου, των ράβδων και του τσιμεντοπολτού (όταν ασκείται συγχρόνως εφελκυστική και διατμητική δύναμη από τους συνδέσμους), προέκυψε ότι υπάρχουν συνδυασμοί φορτίσεων, όπου οι αναπτυσσόμενες επί του μαρμάρου τάσεις γύρω από ορισμένες ράβδους δείχνουν ότι θα πρέπει να αναμένεται η αστοχία του πριν από τον οπλισμό[31]. Ενδεικτικά, στην περίπτωση άσκησης εφελκυστικής και διατμητικής δύναμης ίσης με 15 kN, οι αναπτυσσόμενες τάσεις επί του μαρμάρου (60-270 MPa) παραπέμπουν σε τοπική σύνθλιψη πριν από τη διατμητική αστοχία των ράβδων (Εικ. 12). Παρομοίως, οι τάσεις (26-100 MPa) που αναπτύσσονται στην επιφάνεια των δακτυλίων που προσομοιώνουν τον τσιμεντοπολτό (Εικ. 13) υποδεικνύουν ότι θα μπορούσε, υπό συνθήκες που μένει να προσδιοριστούν λεπτομερέστερα, να έχει προηγηθεί ρηγμάτωσή του πριν την αστοχία του οπλισμού (Εικ. 14). Η αναπτυσσόμενη στους οπλισμούς τάση (35-80 MPa) είναι μικρότερη από την αντοχή του τιτανίου σε διάτμηση (200 MPa).



Εικ. 13. Αναπτυσσόμενες τάσεις σ_x (N/m^2), κατά την εγκάρσια διεύθυνση του επιστυλίου, στην επιφάνεια των τριών δακτυλίων που προσομοιώνουν τον τσιμεντοπολτό (Π.Φ.6).



Εικ. 14. Αναπτυσσόμενες τάσεις σ_x (N/m^2), κατά την εγκάρσια διεύθυνση του επιστυλίου, στην επιφάνεια των τριών κυλινδρικών ράβδων τιτανίου (Περίπτωση φόρτισης 6).

[30] Στοιχεία για τη μόρφωση του προσομοιώματος και των συνδυασμών φόρτισης δίνονται αναλυτικά σε Μελέτη 2007α, τ.ΙΙΙ και Φιλιππουπολίτης 2008. Για την ολοκληρωμένη πραγμάτευση του ζητήματος απαιτείται να ληφθούν υπόψιν καταστατικοί νόμοι συμπεριφοράς των υλικών και των διεπιφανειών τους. Το θέμα όμως εκφεύγει των ορίων της μελέτης.

[31] Σχετικά βλ. Vintzileou-Toumbakari 2004, που επιβεβαίωσαν πειραματικά ότι το πρώτο στάδιο της αστοχίας είναι πάντοτε η τοπική σύνθλιψη του μαρμάρου.

3.3. Φέρουσα ικανότητα συνδέσεων και ο σχεδιασμός της συνδεσμολογίας

Με την προηγούμενη διερεύνηση δείχθηκε ότι η φέρουσα ικανότητα ενός συγκολλημένου τεμαχίου[32] υπολείπεται του καθαρού μαρμάρου. Επιπλέον, όπως έδειξε και η διερεύνηση του ζητήματος της διάτμησης[33], η ενεργοποίηση των οπλισμών προϋποθέτει την ανάπτυξη, μικρών έστω, σχετικών μετακινήσεων των συγκολλημένων τεμαχίων, ακριβώς λόγω της ύπαρξης του τσιμεντοπολτού πλήρωσης. Τίθεται συνεπώς εκ νέου το θεωρητικό ζήτημα του καθορισμού των δράσεων σχεδιασμού των συνδετηρίων στοιχείων σε συγκολλημένες επιφάνειες και, εν τέλει, των κριτηρίων για την επαναχρησιμοποίηση των αρχαίων εντορμιών.

Πράγματι, αν η συμπλήρωση του αρχαίου μαρμάρου γίνεται κυρίως για «στατικούς» και όχι μορφολογικούς λόγους, αν δηλ. υπάρχει απαίτηση για παραλαβή δυνάμεων που καταπονούν τις συνδέσεις, και αν ληφθεί υπόψιν η μειωμένη φέρουσα ικανότητα των συγκολλημένων περιοχών αγκύρωσης, τότε ο σχεδιασμός των συνδετηρίων θα πρέπει να περιλαμβάνει (α) υπολογισμό των πραγματικών, *και όχι των μέγιστων*, δυνάμεων που αναμένεται να αναπτυχθούν από τα συνδετήρια[34] , (β) έλεγχο της φέρουσας ικανότητας όσων περιοχών αγκύρωσης θα προκύψουν από συγκόλληση και (γ) έλεγχο για να διαπιστωθεί εαν πράγματι εξασφαλίζεται η παραλαβή των απαιτούμενων δυνάμεων. Έτσι τέθηκε το ζήτημα της συνδεσμολογίας στο πλαίσιο της μελέτης (2004-2007).

Πώς, αλήθεια, αντιμετώπισε το πρόβλημα των συνδέσεων ο Ν. Μπαλάνος; Καθώς δεν διέθετε τα τεχνικά μέσα για να πραγματοποιήσει τις λεπτές διατρήσεις που απαιτούνται για τις συγκολλήσεις, καθώς επίσης δεν διέθετε τα θεωρητικά εργαλεία για να υπολογίσει τις πραγματικές δράσεις που αναπτύσσονται από τα συνδετήρια στοιχεία ή για να διαστασιολογήσει τους οπλισμούς, προέβη στη λάξευση μιας νέας γενιάς εντορμιών (Εικ. 1, 2). Η επιλογή αυτή είχε, φυσικά, το μειονέκτημα της λάξευσης επί αρχαίων επιφανειών, θα πρέπει όμως να αναγνωριστεί ότι αποτελούσε τη μοναδική, για την εποχή του, λύση για το συγκεκριμένο πρόβλημα: αποφεύχθηκαν πολλές συμπληρώσεις, διατηρήθηκε η εικόνα του ερειπίου, διασώθηκαν τα τεκμήρια των αστοχιών και δεν έγιναν υποχωρήσεις στη δομική ασφάλεια (με όποιους όρους κι αν ετίθετο τότε).

Η μελέτη δομικής αποκατάστασης των ανώτερων στρώσεων του θριγκού της Β. Κιονοστοιχίας του Παρθενώνα ολοκληρώθηκε με τη σύσταση[35] να γίνει κατά το δυνατόν χρήση των εντορμιών Ν. Μπαλάνου και των συνδέσμων με βλήτρα, κι επισημάνθηκε ότι ενδεχομένως θα απαιτούνταν η εφαρμογή νέου τύπου συνδέσμων σε ορισμένες θέσεις.

[32] Η συνεισφορά της συνάφειας του τσιμεντοπολτού της διεπιφάνειας στην ανάληψη δυνάμεων δεν ελήφθη υπόψιν.

[33] Vintzileou –Toumbakari –Papadopoulos 2006.

[34] Προϋπόθεση είναι, φυσικά, η ανάλυση του συνολικού φορέα και ο καθορισμός των δράσεων που θα εφαρμοστούν σ΄αυτόν.

[35] Τουμπακάρη 2007γ, τ.2, σελ. 227 (ανάλυση των δυνατοτήτων σύνδεσης). Για τους συνδέσμους με βλήτρα, βλ. ενότ.4.4.2.2.

4. Επίλογος

Με τη μελέτη δομικής αποκατάστασης των ανώτερων στρώσεων του θριγκού της Β. Κιονοστοιχίας (2004-2007) ολοκληρώθηκε η πορεία που ξεκίνησε με την αντίστοιχη μελέτη του Οπισθονάου (2001-2004), της Ν.Α. Παραστάδας (2004-2005) και των Ορθοστατών του Β.Τοίχου του Σηκού (2004, 2006). Τεκμηριώθηκε και μελετήθηκε λεπτομερώς η κατάσταση διατήρησης των δομικών μελών. Οι διαπιστώσεις που έγιναν, χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο της ερμηνείας των βλαβών που αναπτύχθηκε στον Οπισθόναο. Επιβεβαιώθηκε ο ρόλος της διάτμησης. Δεν διαπιστώθηκε εκτεταμένη διάβρωση στον αρχαίο σύνδεσμο που εξετάστηκε μεταλλογραφικά. Οι υπολογιστικές αναλύσεις των περιοχών αγκύρωσης έδωσαν αποτελέσματα συμβατά με την προταθείσα ερμηνεία. Η καταστροφή των περιοχών αγκύρωσης θα μπορούσε να αποδοθεί στη μηχανική δράση των συνδετηρίων στοιχείων, η οποία προτείνεται ως η δεύτερη, μετά την πυρκαγιά, σοβαρότερη αιτία των αστοχιών.

Τα παραπάνω επέβαλαν επίσης την εξέταση του θέματος της φέρουσας ικανότητας συγκολλημένων περιοχών αγκύρωσης σε θέσεις αρχαίων εντορμιών που έχουν αστοχήσει, ειδικά όταν χωροθετούνται πολύ κοντά στα όρια των λίθων. Παράλληλα, τέθηκε το ζήτημα της χωροθέτησης και του σχεδιασμού των συνδετηρίων στοιχείων με γνώμονα όχι την επαναχρησιμοποίηση των αρχαίων εντορμιών αλλά την εξασφάλιση επαρκούς σύνδεσης και την ελαχιστοποίηση των συμπληρώσεων[36].

Ολοκληρώνοντας, επιβάλλεται να γίνουν δύο παρατηρήσεις. *Η πρώτη αφορά στο έργο του Ν. Μπαλάνου.* Είναι γεγονός ότι η απόδοση του έργου των αρχών του 20ου αι.από τον ίδιο τον Ν. Μπαλάνο δεν ήταν λεπτομερής και, για ορισμένα θέματα, ίσως είναι και ανακριβής. Χάρη στις μελέτες των διαφόρων περιοχών του Μνημείου που εκπονήθηκαν στο πλαίσιο της ΕΣΜΑ και της ΥΣΜΑ, μας είναι πλέον γνωστές με λεπτομέρεια οι επεμβάσεις του στον Παρθενώνα (και στα άλλα μνημεία) καθώς επίσης, και αυτό ίσως είναι το πιο κρίσιμο, το είδος των δομικών προβλημάτων που ο ίδιος αντιμετώπισε. Είναι, λοιπόν, καιρός να γίνει μια συνολική, λεπτομερής αξιολόγηση της τεχνικής συνιστώσας του έργου του, και της λογικής που τη διέπει, υπό το φως των νέων στοιχείων. Μέσα από τα νέα στοιχεία που έγιναν γνωστά ως προς την κατάσταση διατήρησης του Μνημείου, μπορούν να αξιολογηθούν τα τεχνικά προβλήματα που κλήθηκε να επιλύσει και οι αποφάσεις που πήρε (μόνος του ή και σε συνέχεια διεθνών διαβουλεύσεων), συνεκτιμώντας[37] τις διαθέσιμες κατά την εποχή του επιστημονικές γνώσεις κι εμπειρία και την ύπαρξη ή μη εναλλακτικών μεθόδων και υλικών επισκευής, το οικονομικό πλαίσιο και τους αντίστοιχους χρονικούς περιορισμούς.

[36] Βλ. Τουμπακάρη 2004/2006 και 2012 για την αντιμετώπιση του ίδιου θέματος στην περίπτωση των Πλαγίων Τοίχων του Σηκού & Τουμπακάρη-Χρονόπουλος 2006.

[37] Από γνώστες των επιστημονικών κλάδων που άπτονται της Τεχνολογίας.

Η δεύτερη παρατήρηση αφορά τις μελέτες δομικής αποκατάστασης στο πλαίσιο της αναστήλωσης ερειπίων. Όπως φάνηκε και από τα ζητήματα που αντιμετωπίστηκαν από τις μελέτες δομικής αποκατάστασης των τελευταίων ετών, η αναστήλωση ενός αρχαίου μνημείου, ενός ερειπίου δηλαδή, που σώζεται σε μεγάλο ύψος, αποτελεί ένα τεχνικό έργο, το οποίο πρέπει να ικανοποιεί απαιτήσεις ασφαλείας και κανόνες διαστασιολόγησης που προκύπτουν από τους «κανόνες της τέχνης και της επιστήμης» μαζί με πρόσθετες απαιτήσεις, προερχόμενες από εξωτερικούς της Τεχνολογίας κλάδους. Οι εξωτερικές αυτές απαιτήσεις, με κορυφαία την ελαχιστοποίηση της χρήσης νέου υλικού ή των επεμβάσεων επί του αυθεντικού υλικού, δοκιμάζουν τα όρια της θεωρίας που υπάρχει πίσω από το σχεδιασμό του τεχνικού έργου και περιορίζουν τις δυνατότητες από πλευράς μελετητή – δομοστατικού να επηρρεάσει την τελική μορφή, λ.χ. αλλάζοντας τις διατομές ή τροποποιώντας τις ακαμψίες, προς την κατεύθυνση της επίτευξης της επιθυμητής δομικής συμπεριφοράς.

Ένα ερείπιο είναι ένας «προβληματικός» φορέας, ένας φορέας με μειωμένες δυνατότητες και περιθώρια· έτσι είναι όμως, και είναι εκεί.

Εδώ ακριβώς βρίσκεται μια από τις βασικές αιτίες της «έντασης» που συχνά παρατηρείται στο εσωτερικό της διεπιστημονικής, αναστηλωτικής ομάδας. Οι αξιακές αντιθέσεις και συγκρούσεις, και οι αντιφατικές απαιτήσεις που τις συνοδεύουν, έχουν αναφερθεί αλλού[38]. Εξειδικεύοντας στα ερείπια μνημείων κτισμένων εν ξηρώ, υπάρχουν δυο απαιτήσεις, οι οποίες ξεπερνούν τον υποκειμενισμό των μελετητών και γι'αυτό ενδείκνυνται ως μέτρο μιας αναστήλωσης.

Η πρώτη απαίτηση είναι η όσο το δυνατόν πιστότερη υλοποίηση της αναπαράστασης του σωζόμενου τμήματος του αρχικού δομήματος με τα διαθέσιμα αυθεντικά υλικά και με τις ελάχιστες επεμβάσεις. Η δεύτερη απαίτηση είναι η υποχρέωση να λαμβάνονται υπόψιν η δομική ιστορία του μνημείου και οι εκάστοτε «κανόνες της τέχνης και της επιστήμης» (δηλ. η θεωρία και οι τεχνικές του δομοστατικού σχεδιασμού) καθώς και τα διαθέσιμα τεχνικά μέσα για το σχεδιασμό και την υλοποίηση του τεχνικού έργου. Ο κομβικός ρόλος της μελέτης δομικής αποκατάστασης έγκειται στο ότι από αυτήν εξαρτάται ο βαθμός ικανοποίησης των απαιτήσεων αυτών. Η λογική (ή η «φιλοσοφία») που διέπει μια δομική αποκατάσταση δεν είναι, λοιπόν, τίποτε άλλο από την εφαρμογή των κανόνων της τέχνης και της τεχνικής στην εξυπηρέτηση της απαίτησης για ελάχιστες επεμβάσεις χωρίς όμως συμβιβασμούς σε ζητήματα ασφαλείας (όπως κι αν ορίζονται).

Υπό το πρίσμα αυτό, μια από τις προϋποθέσεις για την ελαχιστοποίηση των επεμβάσεων και την όλο και καλύτερη προσέγγιση της μορφής του αναστηλωμένου φορέα στην αναπαράστασή του είναι, τουλάχιστον στην περίπτωση των εν ξηρώ δομημένων μνημείων, η μετάβαση από την αντιμετώπισή τους ως παράθεσης μεμονωμένων μελών σε εκείνη ενός συνόλου διακριτών, αλληλεπιδρώντων μελών.

[38] Τάσιος 2006.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Ζάμπας, Κ. 2002. *Μελέτη δομικής αποκαταστάσεως της βόρειας όψης του Παρθενώνος*. Αθήνα: ΥΠΠΟ-ΕΣΜΑ

Κορρές, Μ. - Μπούρας, Χ. 1983. *Μελέτη Αποκαταστάσεως του Παρθενώνος*, τ.1, Αθήνα:ΥΠΠΟ.-ΕΣΜΑ

Μεντζίνη, Μ. 2006. *Αποτύπωση οπλισμών των γείσων της Βόρειας Πλευράς της αναστήλωσης Ν. Μπαλάνου*, Αρχείο ΥΣΜΑ: 2001/24.10.2006.

Μπαλάνος, Ν. 1940. *Η αναστήλωσις των Μνημείων της Ακροπόλεως*, Εν Αθήναις

Παπαδημητρίου, Γ. - Τσακιρίδης, Π. - Σκαρβέλης, Π. 2007α. *Εργαστηριακός Έλεγχος Μεταλλικού Συνδέσμου από τον Λίθο Πληρώσεως με Αριθμό Αποξήλωσης 14048*, Εργ. Μεταλλογνωσίας, Τομέας Μεταλλουργίας και Τεχνολ. Υλικών, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών ΕΜΠ.

Παπαδημητρίου, Γ. - Τσακιρίδης, Π. - Σκαρβέλης, Π. 2007β. *Εργαστηριακός Έλεγχος Μεταλλικών Συνδετήρων από την Αρχαία Μετώπη της Βόρειας Κιονοστοιχίας του Παρθενώνα*, Εργ. Μεταλλογνω-σίας, Τομέας Μεταλλουργίας και Τεχνολ. Υλικών, Σχολή Μηχ. Μεταλλείων - Μεταλλουργών ΕΜΠ.

Τάσιος Θ. Π. 2006. *Αξιολογικά προβλήματα κατά τη Δομητική Αποκατάσταση των Μνημείων*. Αθήνα: εκδ. Λύχνος.

Τουμπακάρη Ε.-Ε. 2004/2006. *Μελέτη δομικής αποκαταστάσεως Ορθοστατών Βορείου Τοίχου σηκού Παρθενώνος,* (2 τόμοι). Αθήνα: ΥΣΜΑ.

Τουμπακάρη, Ε.-Ε. - Χρονόπουλος, Μ. 2006. *Εκτίμηση τρόπου και χρόνου εκτέλεσης στατικών μελετών Παρθενώνα*. Υπόμνημα προς ΥΣΜΑ χωρίς αριθ.πρωτ., Αθήνα: 29.11.2006.

Τουμπακάρη Ε.-Ε. 2007α. *Μελέτη φέροντος οργανισμού και απόδοση έργου δομικής αποκαταστάσεως Οπισθονάου,* (6 τόμοι). Αθήνα: ΥΣΜΑ.

Τουμπακάρη Ε.-Ε. 2007β .*Μελέτη λίθων ΝΑ Παραστάδας σηκού Παρθενώνα*. Αθήνα: ΥΣΜΑ.

Τουμπακάρη Ε.-Ε. 2007γ. *Μελέτη δομικής αποκαταστάσεως άνω θριγκού Β. Κιονοστοιχίας Παρθενώνος,* 3 τόμοι, Αθήνα: ΥΣΜΑ.

Τουμπακάρη, Ε.-Ε. 2009. Περιοχές αγκύρωσης συνδετηρίων στοιχείων Παρθενώνα: ανάλυση αστοχιών και δομητική κατανόηση, Στο: *2ο Εθν.Συν.Αναστηλώσεων,* Αθήνα: ΕΤΕΠΑΜ.

Τουμπακάρη, Ε.-Ε. 2012. Ανάλυση κι ερμηνεία της δομικής παθολογίας του Β.Τοίχου του Σηκού του Παρθενώνα και οι συνέπειες για το σχεδιασμό της δομικής αποκατάστασης, Στο: *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου Αναστηλώσεων*, Αθήνα: ΕΤΕΠΑΜ

Φιλιππουπολίτης Μ. 2008. *Ανάλυση των αναπτυσσόμενων τάσεων σε επιστύλια αρχαίων ναών υπό διάφορες συνοριακές συνθήκες – εφαρμογή στα επιστύλια του Οπισθονάου του Παρθενώνος*, διπλ.εργ., τμήμα Πολ. Μηχ. Παν/μίου Πατρών.

Χριστοδουλοπούλου, Ρ. 2008. *Αναθεώρηση της μελέτης αναδιάταξης των μελών του ανώτερου θριγκού της βόρειας Περίστασης του Παρθενώνα – μελέτη εφαρμογής*. Αθήνα: ΥΠΠΟ-ΥΣΜΑ.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

ICOMOS-ISCARSAH, 2004. Recommendations for the Analysis, Conservation and Structural restoration of Architectural Heritage, http://iscarsah.icomos.org, (ημερομ.πρόσβασης 21.3.2013)

Konophagos, K. - Papadimitriou, G. 1981α. La technique de production de fer et d'acier par les grecs anciens en Attique pendant la période classique. *Proceedings Academy of Athens*, 56, σ.148.

Konophagos, K. - Papadimitriou, G. 1981β. Les crampons en acier de l'Erechteion ont été fabriques selon la technique qu'on retrouve au Moyen Age pour les épées damassées. *Proceedings Academy of Athens*, 56, σ.173.

Kourkoulis S., - Pasiou E.D. 2009. Epistyles connected with 'I' connectors under pure shear, *Journal of Serbian Society for Computational Mechanics,* 3 (2), 81-99

Papadimitriou, G. - Kordatos, I. 1996. Metallurgical Study of ancient Litharge from the area of Laurion. Στο: *Πρακτικά 3ου Συμποσίου ΕΑΕ*, Αθήνα, 679-697.

Toumbakari, E.-E. - Filippoupolitis, M. 2010. Analysis of the developing stresses in marble structural members at the anchorage area of the dowels : application at the Parthenon marble blocks, Στο: Koui, M (ed.), *Proc. 8th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin* , Patras (πρακτικά υπό έκδοση).

Vardoulakis, I. - Kourkoulis, S. - Exadaktylos, G. - Rozakis, A. 2002. Mechanical properties and compatibility of natural building stones in ancient monuments: Dionysos marble, Στο: Varti-Mataranga M. & Katsikis G. (eds), *Proc. Intern. Conference on Building Stones in Monuments*, Athens, σελ. 187-210.

Vintzileou, E. - Toumbakari, E.-E. 2004. Dowel action of titanium bars connecting marble fragments at different angles, Στο: Martens et al. (eds), *Proc.13th Intern. Brick/Block Masonry Conference*, T.U.Eindhoven.

Vintzileou,E. - Toumbakari, E.-E. - Papadopoulos K. 2006. Dowel Action of Titanium Bars Connecting Marble Fragments, *J. of the Masonry Society*, 24 (1), 9-22.

Σημείωση: Όλες οι φωτογραφίες προέρχονται από το προσωπικό αρχείο της συγγραφέως / Αρχείο ΥΣΜΑ.

4.3.2.2. STUDIES AND RESEARCHES ON THE STRUCTURAL RESTORATION OF THE UPPER ROWS OF THE PARTHENON NORTHERN COLONNADE (2004-2007)

Eleni-Eva E. Toumbakari

Structural Engineer Ph.D. - M.Sc. Conservation Historic Towns & Building, Directorate for Restoration of Ancient Monuments

Abstract

Two were the main issues of the structural restoration study. The first issue was the detailed documentation of the structural pathology and the condition of individual blocks, including the anchorage areas of clamps & dowels, as well as the interpretation of the damages. The second issue was the design of the interventions.

The damages of the building blocks were compared to the ones recorded in previous studies carried out by the author for the structural restoration of the Opisthodomos and parts of the Long Walls of the Cella. Two additional researches were carried out. The first one included the study of the microstructure and deterioration of the unique, to our knowledge, remaining clamp of the Northern Colonnade, which was uncovered during the work. The second included the numerical study for the determination of the developing stresses at the anchorage areas under traction and shear applied by the connectors.

On the basis of this additional evidence, the interpretation of the damages as a result primarily of the mechanical action of the connectors has been further justified.

Finally, the issue of the bearing capacity of destroyed anchorage areas that have been filled with new marble was raised. On the basis of numerical analysis, it was shown that there are cases where this bearing capacity is low, and eventually failure of marble could occur before the failure of the reinforcement. Thus, the issue of the design of the clamps and dowels was again put forward. It is argued that the design should be based on the results of the analysis of the response of the whole bearing structure to external actions. The selection of the areas to be filled with new marble should be based on such considerations, if they are expected to fulfill a structural function.

List of Figures

Fig. 1. Block 14062: failure of anchorage area of dowel, recent (1930) mortises in very good condition.

Fig. 2. Cornice 14007: marble carving for the setting of iron beam and fracture of the marble (fragments lying on the upper face).

Fig. 3. Triglyph 14059. Discernible on the upper face are an ancient mortise that has failed and

the corresponding one of 1930 in good condition.
Fig. 4. Conrice 14003: upper face with grooves for the anchorage of rods (1930) and mortises for clamps with characteristic cut-outs.
Fig. 5. Block 14048: anchorage area of the northward clamp (the corresponding clamp before removal is discernible).
Fig. 6. Triglyph 14038: anchorage area of the westward clamp.
Fig. 7. Detail of the finite element grid in dowel area.
Fig. 8. Detail of the finite element grid in clamp area.
Fig. 9. Developing σ_y stresses in the dowel area (loading case 6).
Fig. 10. Developing σ_x stresses in the clamp area (loading case 6).
Fig. 11. Model of a marble supplement with three reinforcement bars.
Fig. 12. Developing σ_x (N/m^2) stresses, in the transverse direction of the architrave, on the marble located around the reinforcement bars (loading case 6).
Fig. 13. Developing σ_x (N/m^2) stresses, in the transverse direction of the architrave, on the surface of the three rings simulating the cement paste (loading case 6).
Fig. 14. Developing σ_x (N/m^2) stresses, in the transverse direction of the architrave, on the surface of the three cylindrical titanium rods (loading case 6).

List of Tables

Tbl. 1. Cumulative structural pathology of the blocks of the Doric frieze of the north colonnade.
Tbl. 2. Cumulative structural pathology of the anchorage areas of connectors (studies 2001-2007).
Tbl. 3. Load combinations for the investigation of the developing stress due to the action of the connectors.
Tbl. 4. The maximum developing normal & shear stresses.

Note: All Photos and Tables are by E.E. Toumbakari / YSMA Archive.

4.3.2.3. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΜΕΛΩΝ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΘΡΙΓΚΟΥ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΡΙΣΤΑΣΗΣ

Αντιγόνη Βρούβα
Πολιτικός Μηχανικός, Π.Σ.Π.Π., ΜΔΕ Έργων Υποδομής Π.Σ.Π.Π., ΔΠΜΣ Αναστήλωση Μνημείων και Συνόλων ΕΜΠ, ΥΣΜΑ

1. Εισαγωγή

Μετά την απόφαση για την απομάκρυνση των μετοπών του δυτικού τμήματος της Βόρειας κιονοστοιχίας και την επέκταση των εργασιών αποκατάστασης στην συγκεκριμένη περιοχή, πραγματοποιήθηκε αυτοψία για την αποτίμηση της κατάστασης της παθολογίας των μελών της. Τα σημαντικότερα ευρήματα της παθολογίας ταξινομούνται ανά κατηγορία μελών και παρουσιάζονται συνοπτικά παρακάτω.

2. Κατάσταση διατήρησης μελών

2.1. Κιονόκρανα (ΒΚΚ 16)

Τα κιονόκρανα ΒΚΚ 13, ΒΚΚ 14 και ΒΚΚ 15 πέραν μικρών στροφών και μετακινήσεων και τοπικών αποφλοιώσεων δεν εμφανίζουν σοβαρά δομικά προβλήματα. Η προσέγγιση του 16ου κιονοκράνου ανέδειξε ρήγμα στην βόρεια όψη αυτού στη δυτική περιοχή του άβακα, η οποία συνεχίζει στην άνω έδρα, καθώς και ρωγμή στη δυτική όψη αυτού στην βόρεια περιοχή του άβακα. Οι δύο ρωγμές τείνουν να αποκολλήσουν ΒΔ γωνιακό θραύσμα. Το ΒΔ τμήμα του άβακα εμφανίζει υποχώρηση 1,5 χιλιοστού περίπου και εξώθηση προς Β ίση με 3 χιλιοστά.

2.2. Εξωτερικά Επιστύλια

Από μακροσκοπική αρχικά παρατήρηση των εξωτερικών επιστυλίων είναι προφανείς οι αστοχίες των διαμήκων συνδέσμων σε τρεις θέσεις. Οι συνδέσεις αυτές έχουν εν μέρει αποκατασταθεί κατά την επέμβαση του 1972 με χρήση λαμών εξωτερικά από την περιοχή της θραύσης και σε μία περίπτωση έχει τοποθετηθεί σε νέα λάξευση σύνδεσμος διπλού ταυ από την εποχή του Μπαλάνου. Επίσης, παρατηρείται σχετική εγκάρσια μετακίνηση των παρακείμενων επιστυλίων σε όλες τις περιπτώσεις. Οι εμφανείς και μακροσκοπικά παρατηρούμενες ρηγματώσεις των επιστυλίων αυτών έχουν ήδη[1] αποτυπωθεί και τεκμηριωθεί. Επιπροσθέτως παρουσιάζονται ρηγματώσεις οι οποίες τεκμηριώθηκαν μετά την προσέγγιση των μελών και διορθώθηκαν οι μακροσκοπικές παρατηρήσεις.

[1] Μ. Μεντζίνη στο τεύχος "Καταγραφή ρωγμών των επιστυλίων της περίστασης του Παρθενώνος", Αθήνα, Μάρτιος 2006 (Αρχείο ΥΣΜΑ: 1554).

2.3. Εσωτερικά Επιστύλια

Από την εσωτερική νότια όψη των επιστυλίων, είναι προφανή τα εξής: σε πέντε από τις δεκατρείς θέσεις σύνδεσης των διαζωμάτων με τα επιστύλια παρατηρείται αστοχία της περιοχής της σύνδεσης στο αντίστοιχο επιστύλιο, σε δύο ακόμη πιθανολογείται το ίδιο, σε δύο θέσεις έχει αστοχήσει η περιοχή της διαμήκους σύνδεσης των επιστυλίων μεταξύ τους, σε τρεις θέσεις πιθανολογείται ότι, ή ήδη, έχει αστοχήσει η περιοχή της γόμφωσης του επιστυλίου με το υποκείμενο κιονόκρανο. Μακροσκοπικά συμπεραίνεται ότι εξαιτίας της ύπαρξης γεωλογικών στρώσεων με σαθρό υλικό στον όγκο των εσωτερικών επιστυλίων ορισμένες από τις προαναφερθείσες αστοχίες έχουν προκαλέσει εκτεταμένες αποκολλήσεις υλικού. Μετακινήσεις είναι προφανείς από αστοχίες στους αρμούς.

2.4. Διαζώματα

Η γενική κατάσταση των διαζωμάτων μπορεί να συνοψιστεί στα εξής: στις περισσότερες θέσεις εμφανίζεται αστοχία των διαμήκων συνδέσεων αυτών με τα παρακείμενα διαζώματα, οι οποίες έχουν αποκατασταθεί με την τοποθέτηση πιόσχημων ορειχάλκινων λαμών στην μασχαλιαία εγκοπή από τη συντήρηση του 1972, μόνο μία εξ αυτών έχει αστοχήσει, σε πλείστες θέσεων υπάρχουν αστοχίες των εγκάρσιων συνδέσεων με τους λίθους πληρώσεως και τις τρίγλυφους εν μέρει αποκαταστημένες με νέους μπαλάνειους συνδέσμους διπλού ταυ, οι θέσεις γόμφωσης των γείσων επί των διαζωμάτων έχουν αστοχήσει σε πλείστες θέσεις, οι θέσεις γόμφωσης των θράνων επί των διαζωμάτων έχουν όλες αστοχήσει από τους αρχαίους χρόνους με αποκολλήσεις στην περιοχή του γόμφου, οι θέσεις γόμφωσης των διαζωμάτων επί των υποκείμενων επιστυλίων έχουν στις περισσότερες θέσεις αστοχήσει και μόνο στο διάζωμα ΒΔΖ 33 η γόμφωση έχει εμφανώς αποκατασταθεί από τον Μπαλάνο με επαναγόμφωση σε διαφορετική της αρχαίας θέσης, η αστοχία είναι έκδηλη με απώλεια υλικού στην περιοχή της γόμφωσης τόσο στο διάζωμα, όσο και στο υποκείμενο επιστύλιο σε αρκετές θέσεις. Το θέμα των μετατοπίσεων πρέπει να ιδωθεί συνολικότερα.

2.5. Τρίγλυφοι - Λίθοι Πληρώσεως - Μετόπες

Στο σύνολο των μελών εμφανίζονται αστοχίες, οι οποίες σχετίζονται κατά κύριο λόγο με τη δράση των συνδετήριων στοιχείων. Ορισμένες συνδέσεις αποκαταστάθηκαν κατά τη μπαλάνεια επέμβαση. Φαίνεται ότι το υλικό που έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή των μελών σε πολλές περιπτώσεις είναι χαμηλότερης ποιότητας από ότι γενικά συνηθίζεται στο μνημείο, ως αποτέλεσμα οι ρηγματώσεις σε ορισμένα μέλη είναι εκτεταμένες και χρήζουν αποκατάστασης.

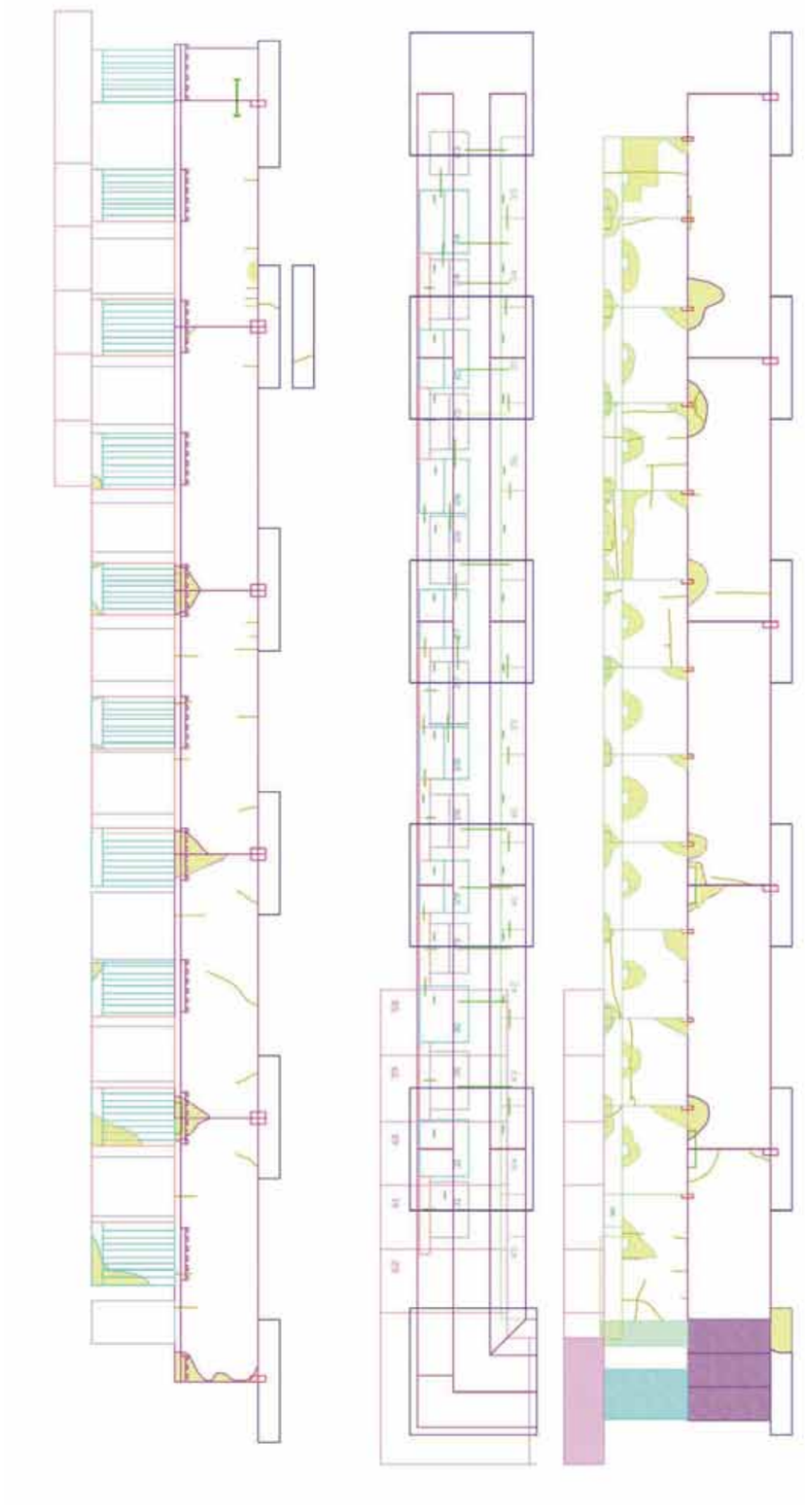
2.6. Γείσα

Γενικά η κατάσταση των γείσων είναι αρκετά επιβαρημένη από την επέμβαση του Μπαλάνου με τη χρήση των μεταλλικών στοιχείων σύνδεσης, τα οποία παρουσιάζουν οξείδωση και συνακόλουθα διάρρηξη του μαρμάρου. Στα ΒΓ 62, ΒΓ 61 και ΒΓ 59, ο Μπαλάνος έχει κάνει συμπληρώσεις στα ουραία τμήματα. Τα συμπληρώματα αυτά έχουν στερεωθεί με τη χρήση συνδέσμων διπλού ταυ στην άνω έδρα και λαμών στις πλευρές. Με την απομάκρυνση των τεσσάρων γείσων διαπιστώθηκε ότι τα συμπληρώματα και τα ρήγματα έχουν εξασφαλιστεί περαιτέρω με χρήση λαμών ή συνδέσμων διπλού ταυ σε θέσεις που δεν ήταν εμφανείς όντας τα γείσα στο μνημείο, δηλαδή στις πλαϊνές όψεις και στις κάτω έδρες αυτών. Σε χειρότερη κατάσταση εμφανίζονται τα ΒΓ 58, ΒΓ 60 και ΒΓ 62.

Η περιοχή που αποκαλύφθηκε με την αποξήλωση των γείσων κατέδειξε, επίσης, σημαντική αλλαγή στον τρόπο σύνδεσης των μελών του ανώτερου θριγκού μεταξύ τους. Απουσιάζουν σε όλα τα μέλη της εξωτερικής στρώσεως (τρίγλυφοι - λίθοι πληρώσεως) οι διαμήκεις σύνδεσμοι (μόνο η τρίγλυφος ΒΤΡ 31 συνδέεται με διαμήκη σύνδεσμο με την ανατολική μετόπη). Οι μετόπες συνδέονται μόνο με εγκάρσιους συνδέσμους με τους λίθους πληρώσεως. Επίσης, απουσιάζουν οι εγκάρσιοι σύνδεσμοι με τα διαζώματα από την τρίγλυφο ΒΤΡ 31 και έπειτα. Τέλος, απουσιάζει και ο διαμήκης σύνδεσμος μεταξύ των δύο τελευταίων διαζωμάτων (ΒΔΖ 44, ΒΔΖ 45), όπου πριν την αποξήλωση των γείσων εύλογα είχε υποτεθεί, εξαιτίας και της ύπαρξης του μπαλάνειου συμπληρώματος στην ανατολική πλευρά του ΒΔΖ 45, ότι υπήρχε και είχε προκαλέσει αστοχία στην περιοχή του ΒΔΖ 45. Το μπαλάνειο συμπλήρωμα καλύπτει μια φυσική έλλειψη μαρμάρου του όγκου που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή του διαζώματος εκ του λατομείου.

3. Συμπεράσματα

Οι παρατηρήσεις συσχέτισης συνδεσμολογίας και αστοχιών αποτυπώνονται σε βοηθητικά σκαριφήματα (Εικ. 1). Στο συγκεκριμένο σκαρίφημα έχουν αποδοθεί σχηματικά οι θέσεις των βλαβών σε όψεις και οι θέσεις των συνδετήριων στοιχείων σε όψη και κάτοψη. Καθίσταται απολύτως προφανές ότι η πλειονότητα των βλαβών συγκεντρώνεται στις θέσεις σύνδεσης των αρχιτεκτονικών μελών μεταξύ τους, η αποτίμηση των υπολοίπων βλαβών πρέπει να γίνει συνεκτιμώντας την γενικότερη παραμόρφωση του μνημείου και φυσικά την ποιότητα του υλικού κάθε λίθου.



Εικ. 1. Σκαρίφημα με σχηματική απόδοση των βλαβών στην εξωτερική όψη της περιοχής μελέτης (άνω), κάτοψη με σκαριφηματική απόδοση των θέσεων των συνδέσμων σε κάτοψη (μέση), και σχηματική απόδοση των βλαβών της εσωτερικής όψης (κάτω).

4.3.2.3. EXAMINATION OF THE PRESERVATION CONDITION OF THE ARCHITECTURAL MEMBERS OF THE WESTERN PART OF THE ENTABLATURE OF THE NORTH SIDE

Vrouva Antigone

Civil Engineer, University of Patras, MSc. in Infrastructure, University of Patras, MSc. in Restoration, N.T.U.A., Acropolis Restoration Service

Abstract

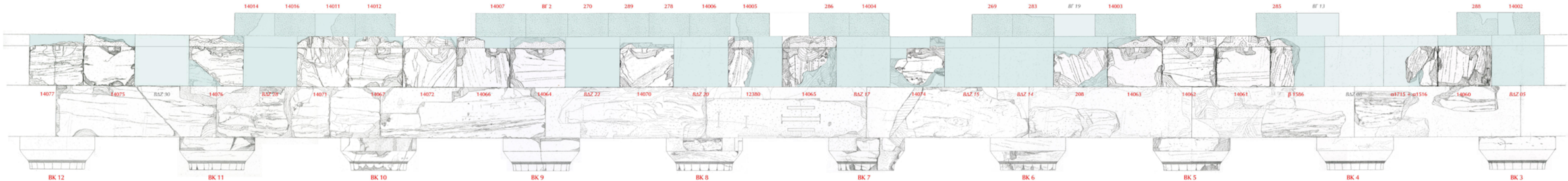
Following the decision to remove the metopes of the western part of north colonnade and to extend restoration work to this particular area, an autopsy was conducted in order to assess the pathology of its members, as these had not been included in the study for the North Colonnade. The most important pathology findings were classified according to member class, and are briefly presented. It has been found that there is a systematic and consistent connection between the observed damage and the positions of the ancient connectors, but also with the connectors used in later interventions.

After the determination of the pathology of the members of the particular area on the monument, proposals were made to treat it. The interventions arose as a necessity dictated by the condition of the individual members while the requirement for the elimination of the ongoing problems, which could potentially lead to extensive damage or delamination of fragments, has rendered these interventions imperative. Proposals were adapted to the idea of the minimum required intervention, which should be as locally targeted as possible, in order to avoid the lowering of members that had not been moved during the intervention by Balanos; hence, most of the interventions were carried out in situ.

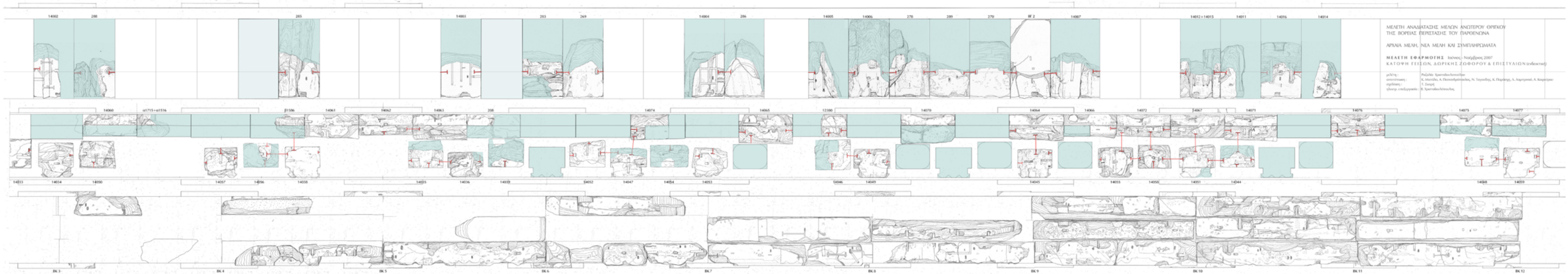
List of Figures

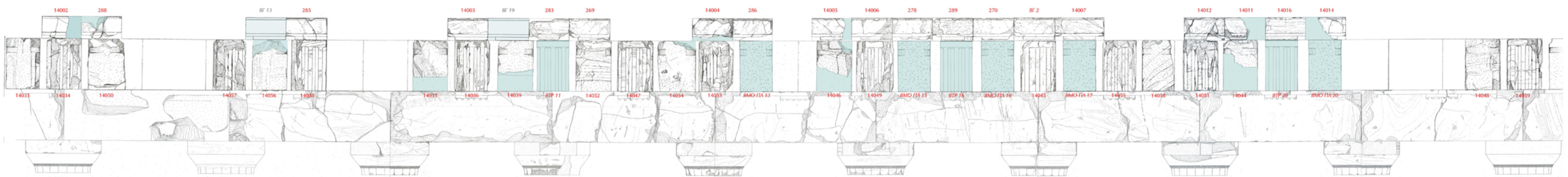
Fig. 1. Sketch with schematic rendering of damages to the external side of the study area (top), top view with a sketch of the positions of the clamps in plan view (middle), and schematic rendering of damages to the inner side (bottom).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ
APPENDIX

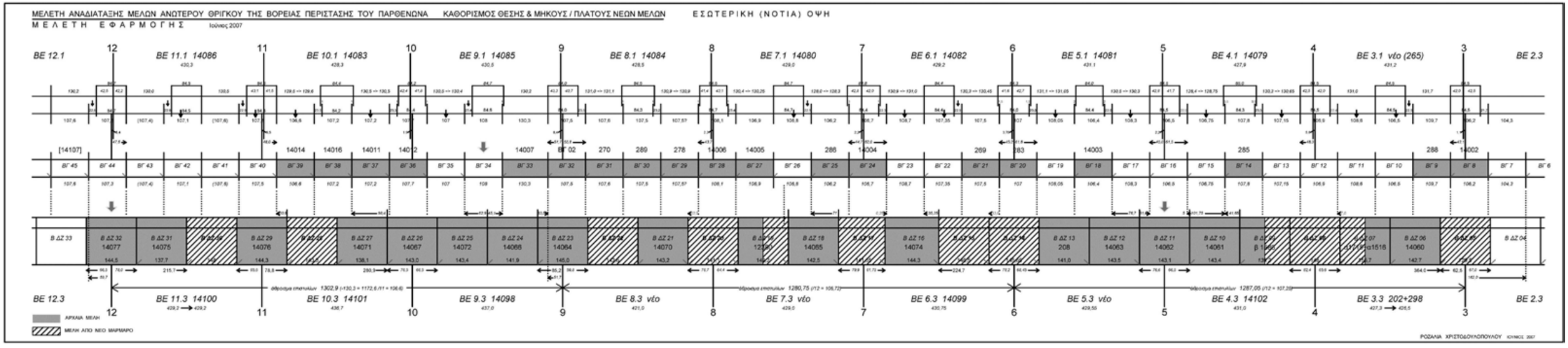


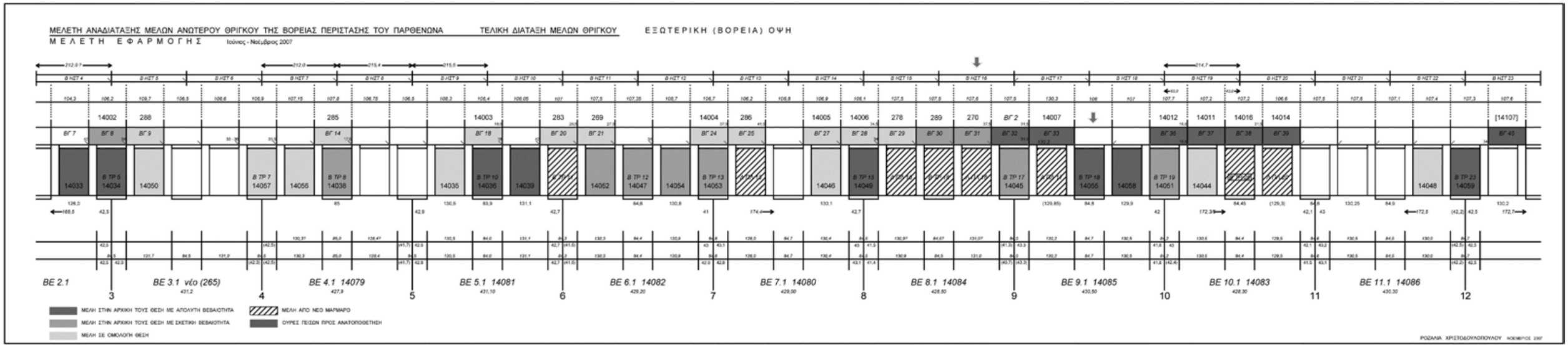
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ & ΝΕΑ ΜΕΛΗ **ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ** (Ιούνιος 2007)

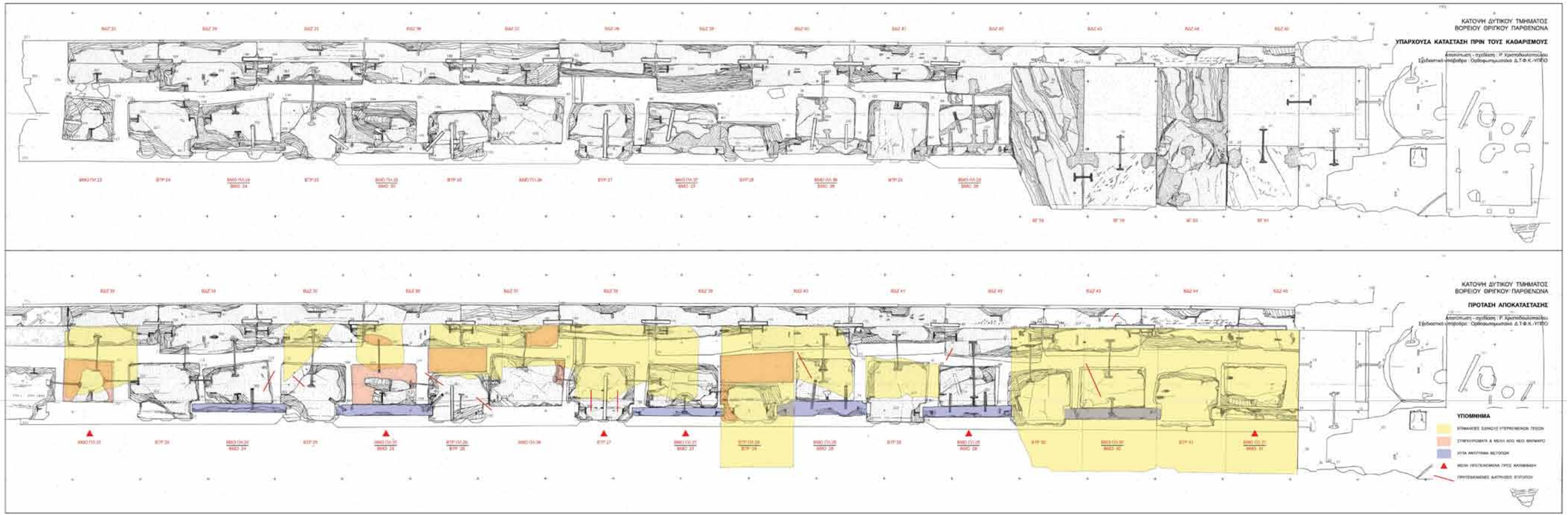


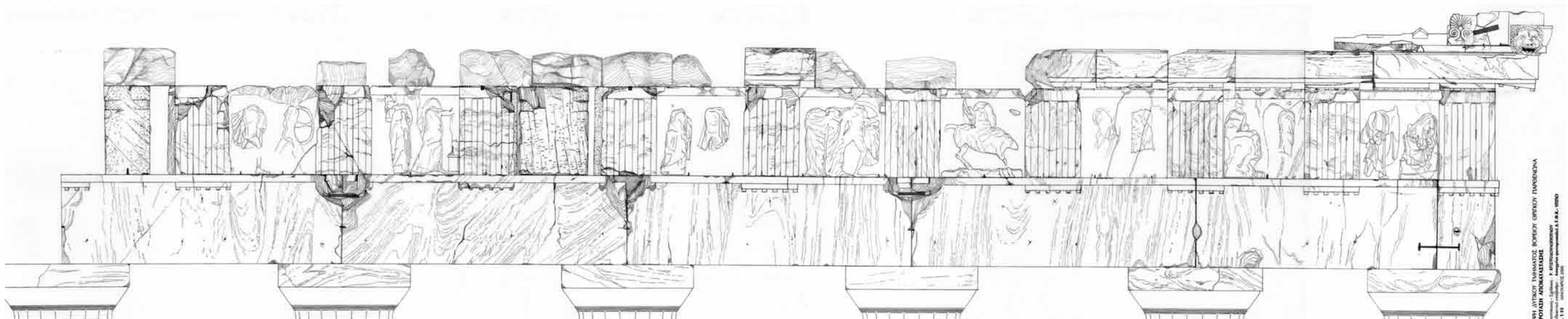


ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΑ & ΝΕΑ ΜΕΛΗ **ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ** (Ιούνιος- Νοέμβριος 2007)


ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΔΙΑΤΑΞΗΣ ΜΕΛΩΝ ΑΝΩΤΕΡΟΥ ΘΡΙΓΚΟΥ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΡΙΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ
ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ & ΜΗΚΟΥΣ / ΠΛΑΤΟΥΣ ΝΕΩΝ ΜΕΛΩΝ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ (ΝΟΤΙΑ) ΟΨΗ
ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ Ιούνιος 2007
ΑΡΧΑΙΑ ΜΕΛΗ
ΜΕΛΗ ΑΠΟ ΝΕΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
ΡΟΔΑΝΙΑ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΠΟΥΛΟΥ ΙΟΥΝΙΟΣ 2007


ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΔΙΑΤΑΞΗΣ ΜΕΛΩΝ ΑΝΩΤΕΡΟΥ ΘΡΙΓΚΟΥ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΕΡΙΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ
ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕΛΩΝ ΘΡΙΓΚΟΥ
ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ (ΒΟΡΕΙΑ) ΟΨΗ
ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ Ιούνιος - Νοέμβριος 2007
ΜΕΛΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΚΗ ΤΟΥΣ ΘΕΣΗ ΜΕ ΑΠΟΛΥΤΗ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ
ΜΕΛΗ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΚΗ ΤΟΥΣ ΘΕΣΗ ΜΕ ΣΧΕΤΙΚΗ ΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ
ΜΕΛΗ ΣΕ ΟΜΟΛΟΓΗ ΘΕΣΗ
ΜΕΛΗ ΑΠΟ ΝΕΟ ΜΑΡΜΑΡΟ
ΟΥΡΕΣ ΓΕΙΩΝ ΠΡΟΣ ΑΝΑΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ
ΡΟΔΑΝΙΑ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΠΟΥΛΟΥ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2007


ΚΑΤΟΨΗ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΒΟΡΕΙΟΥ ΘΡΙΓΚΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ
ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΙΝ ΤΟΥΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥΣ
ΚΑΤΟΨΗ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΒΟΡΕΙΟΥ ΘΡΙΓΚΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ
ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
ΥΠΟΜΝΗΜΑ


ΟΨΗ ΔΥΤΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΟΡΕΙΟΥ ΘΡΙΓΚΟΥ ΠΑΡΘΕΝΩΝΑ