



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΙΚΗΣ ΓΕΩΔΑΙΣΙΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ ΤΗΣ ΚΡΗΠΙΔΑΣ ΤΟΥ ΝΑΟΥ ΤΟΥ ΟΛΥΜΠΙΟΥ ΔΙΟΣ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΚΟΥΛΟΥΜΕΝΤΑΣ

ΑΘΗΝΑ - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2010

Σκοπός της εργασίας

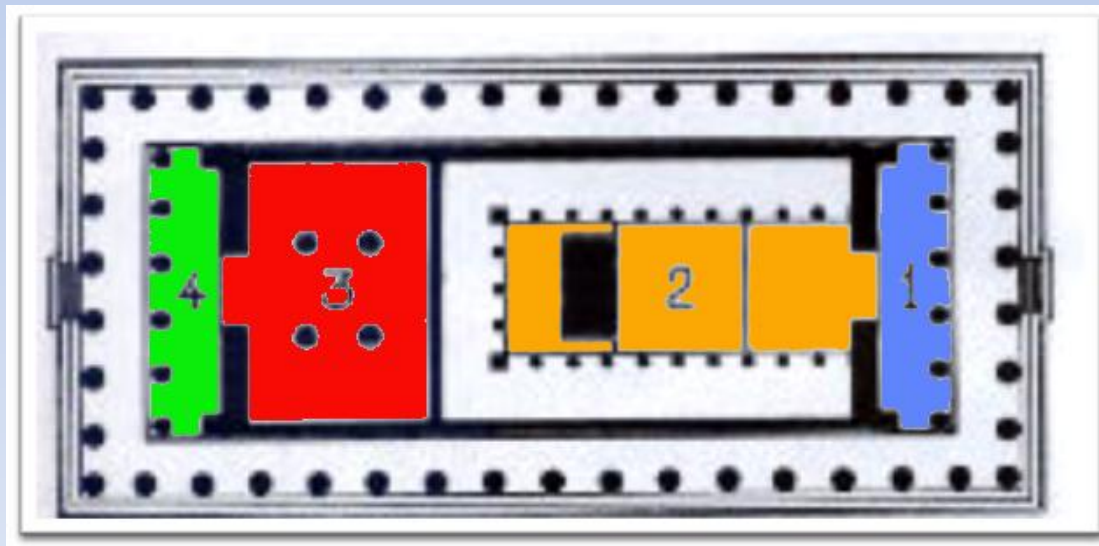
- η ανίχνευση και ο προσδιορισμός των κατακόρυφων μετακινήσεων του δικτύου κατακόρυφου ελέγχου της κρηπίδας του Ναού του Ολυμπίου Διός, στην Αθήνα.

Ο ΑΡΧΑΙΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΝΑΟΣ

- Στις παλιότερες περιόδους (π.χ. στη μινωική) δεν υπήρχαν ναοί (ως κτίρια) .
- Μετά τα γεωμετρικά χρόνια, κτίζονται ξεχωριστά ναοί.
- Οι πρώτοι είναι ξύλινοι, αργότερα γίνονται από μάρμαρο.
- Η είσοδος τους είναι στην Ανατολή.

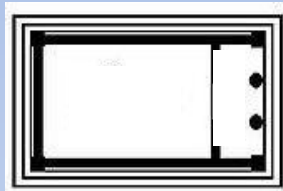
ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΟΥ ΝΑΟΥ

1. **Πρόναος:** μικρός χώρος που συναντάται στο μπροστινό μέρος του ναού.
2. **Σηκός:** το κυρίως μέρος του ναού.
3. **Οπισθόδομος:** ο χώρος στο πίσω μέρος του ναού.
4. **Οπισθόναος:** ο χώρος πίσω από τον οπισθόδομο.

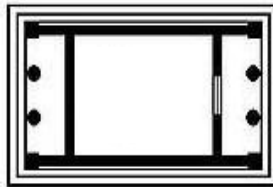


ΤΥΠΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΝΑΩΝ

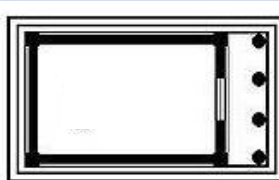
α. **"Ναός εν παραστάσι"**: Όταν ανάμεσα στις δύο παραστάδες που σχηματίζουν οι δύο μακρές πλευρές του σηκού, παρεμβάλλονται κίονες .



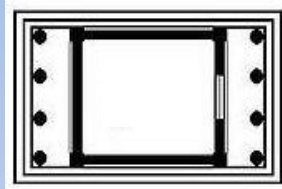
β. **"Ναός διπλός εν παραστάσι"**: Όταν οι δύο μακρές πλευρές δημιουργούν παραστάδες ανατολικά και δυτικά.



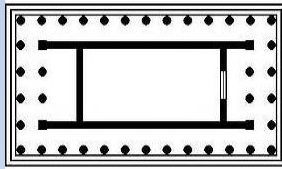
γ. **"Ναός πρόστυλος"**: Όταν σε ένα ναό εν παραστάσι αντικατασταθούν οι δύο πλευρικές παραστάδες με κίονες.



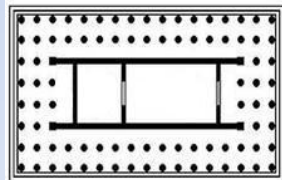
δ. "Ναός αμφιπρόστυλος": όταν και οι δύο μικρές πλευρές είναι διαμορφωμένες όπως στον πρόστυλο.



ε. "Ναός περίπτερος εν παραστάσι ": όταν σε ένα ναό εν παραστάσι προστεθεί περιμετρικά κιονοστοιχία.

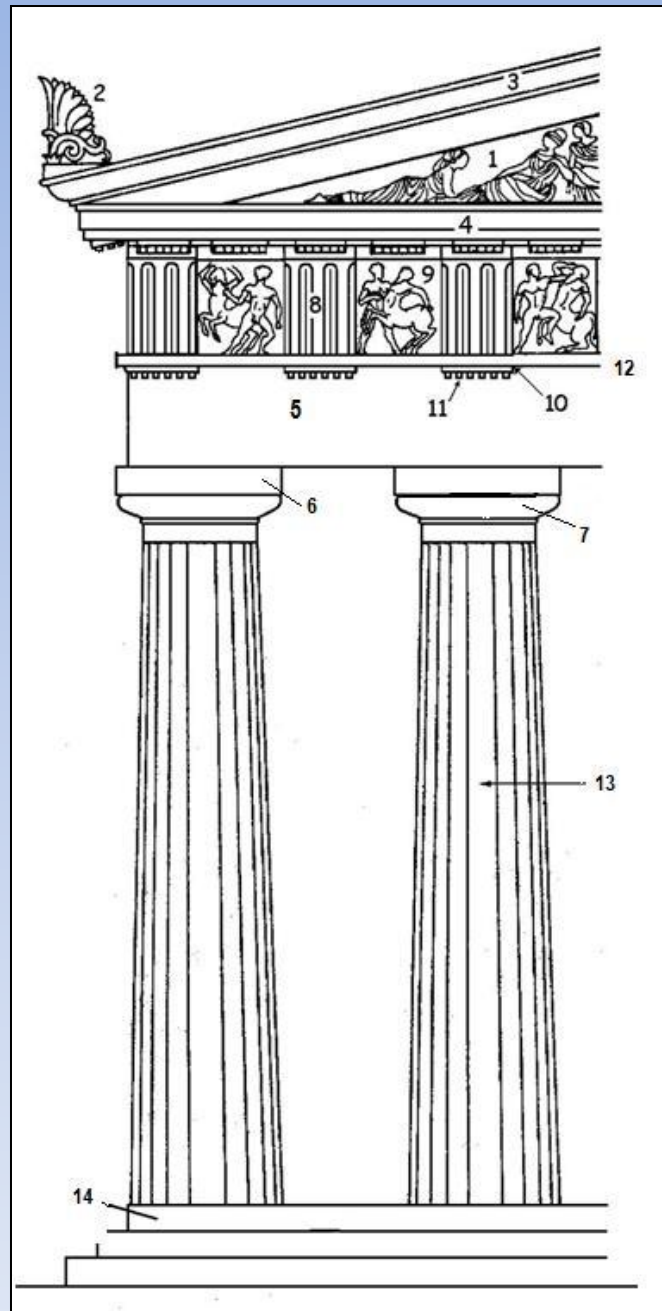


στ. "Ναός δίπτερος εν παραστάσι": Όταν υπάρχει περιμετρικά διπλή κιονοστοιχία.



ΡΥΘΜΟΙ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΝΑΩΝ

- **ΔΩΡΙΚΟΣ ΡΥΘΜΟΣ:** λιτός και αυστηρός με βαριές αναλογίες.
- **ΙΩΝΙΚΟΣ:** ανάλαφρες αναλογίες και περισσότερη διακοσμητικότητα.
- **ΚΟΡΙΝΘΙΑΚΟΣ:**
 - θεωρείται ως εξέλιξη του ιωνικού,
 - αποτελεί τον πιο διακοσμητικό από τους τρεις,
 - χρησιμοποιήθηκε κυρίως στους ρωμαϊκούς χρόνους .



1: τύμπανο ή αέτωμα

2: ακρωτήριο

3: γείσο καταέτιο

4: γείσο

5: επιστύλιο

6: άβακας

7: εχίνος

8: τρίγλυφο

9: μετώπη

10: πρόμοχθος

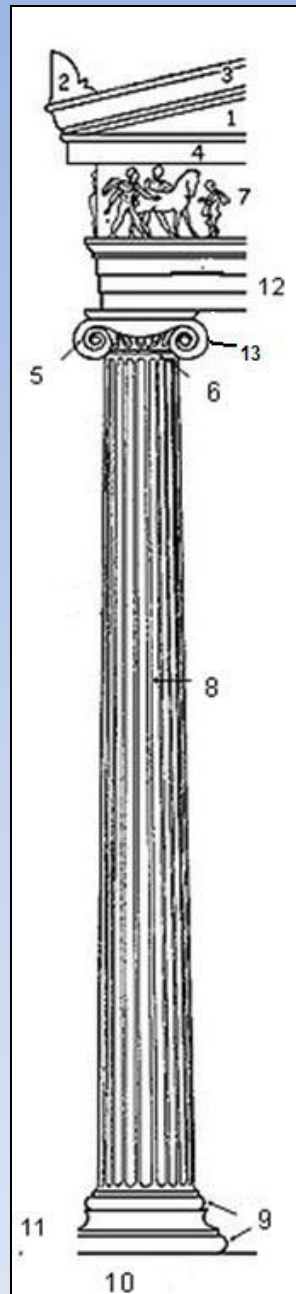
11: σταγόνες

12: επιστύλιο

13: ραβδώσεις

14: στυλοβάτης

Ναός δωρικού ρυθμού



1: τύμπανο ή αέτωμα

2: ακρωτήριο

3: γείσο καταέτιο

4: γείσο

5: κοχλίας

6: αστράγαλος

7: ζωφόρος

8: ραβδώσεις

9: δακτύλιοι

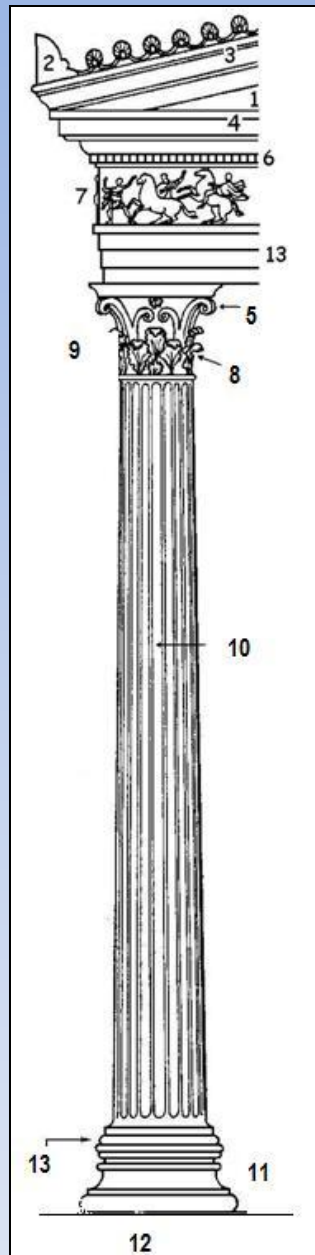
10: στυλοβάτης

11: σπύρα

12: επιστύλιο

13: κιονόκρανο

Ναός ιωνικού ρυθμού



- 1: τύμπανο
- 2: ακρωτήριο
- 3: γείσο καταέτιο
- 4: γείσο
- 5: σπείρα
- 6: επιστύλιο
- 7: ζωφόρος
- 8: άκανθος
- 9: κιονόκρανο
- 10: κίονας
- 11: επιστύλιο
- 12: στυλοβάτης
- 13: δακτύλιοι

Ναός κορινθιακού ρυθμού

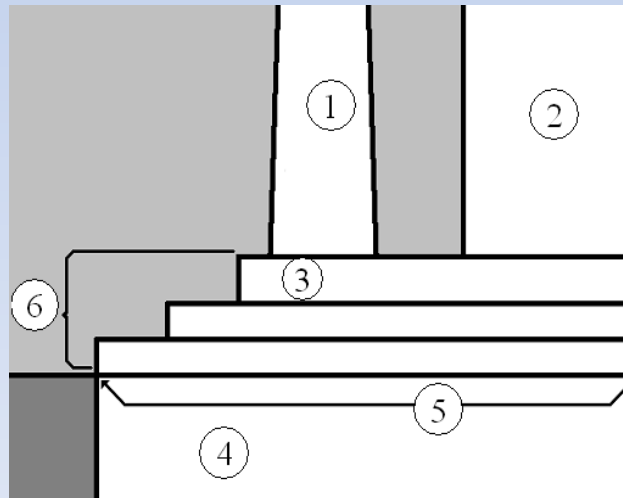
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΜΕΡΗ ΑΡΧΑΙΟΥ ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΝΑΟΥ

α) Κρηπίδα:

- Αποτελείται από τέσσερις βαθμίδες –αναβαθμοί:

- Ευθυντιρία
- Ά αναβαθμός
- Β αναβαθμός
- Στυλοβάτης

- χαρακτηριστική τεχνική λεπτομέρεια είναι η **κύρτωση**.



β) Βάση

γ) Κίονας

Χαρακτηριστικά των κιόνων είναι:

- η κλίση
- η ένταση
- η μείωση

δ) Κιονόκρανο

ε) Επιστύλιο

στ) Τρίγλυφα και Μετόπες – Ζωφόρος

ζ) Γείσο

η) Αέτωμα ή Τύμπανο

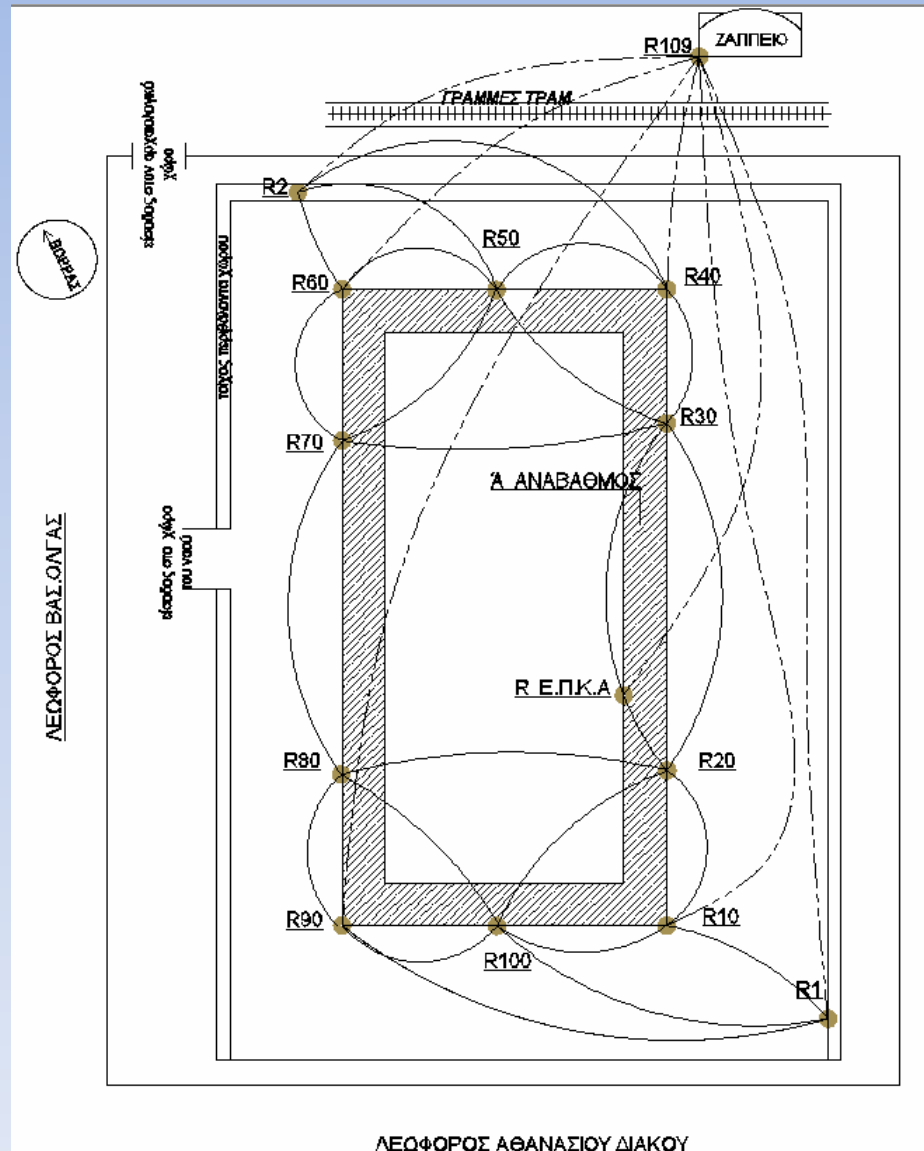
ΙΕΡΟ ΚΑΙ ΝΑΟΣ ΟΛΥΜΠΙΟΥ ΔΙΟΣ

- Βρίσκεται ΝΑ της Ακροπόλεως, στο νότιο τμήμα της πόλης (περιοχή Ιλισσού).
- Πρωτοχτίστηκε μάλλον από τον **Πεισίστρατο** κατά το **β' τέταρτο του 6ου αι. π.Χ.**
- Στο **δ' τέταρτο του 6ου αι. π.Χ.** οι **Πεισιστρατίδες** συνεχίζουν την κατασκευή του.
- Οι εργασίες διακόπηκαν το 510 π.Χ. ,τότε ο ναός βρισκόταν ακόμη στο αρχικό στάδιο κατασκευής, επαναλήφθηκαν στα ελληνιστικά χρόνια από τον **Αντίοχο Δ' τον Επιφανή (175-163 π.Χ.)** .
- Η αποπεράτωση του ναού γίνεται την πενταετία **125-130 μ.Χ.**, από το ρωμαίο αυτοκράτορα **Αδριανό**.
- Η σταδιακή καταστροφή του οφείλεται κυρίως σε φυσικά αίτια (σεισμούς), σοβαρότατες βλάβες προξένησαν και οι Τούρκοι.



Αεροφωτογραφία της περιοχής γύρω από το Ολυμπειό.

ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΚΡΗΠΙΔΑΣ ΤΟΥ ΝΑΟΥ ΤΟΥ ΟΛΥΜΠΙΟΥ ΔΙΟΣ





Ορειχάλκινο μπουλόνι εγκατεστημένο στην ευθυντηρία



Θέση υψομετρικής αφετηρίας R1



Θέση υψομετρικής αφετηρίας R109, Κ.Υ.Δ., Δ.ΛΑΜΠΑΔΑΡΙΟΥ, στην όψη του Ζαλπέιου Μεγάρου.

ΟΡΓΑΝΟ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

➤ Όργανο Και Παρελκόμενα:

- ψηφιακός χωροβάτης DL-102 C της TOPCON με τους αντίστοιχους χωροσταθμικούς πήχεις (σταδίες) και τις κατάλληλες χωροσταθμικές βάσεις.
- ονομαστική ακρίβεια $\pm 1.5\text{mm}/\sqrt{km}$
- δυνατότητα ελέγχου της ορθής θέσης του σκοπευτικού του άξονα (έλεγχος άκρου-μέσου)



Ψηφιακός χωροβάτης DL-102 C της TOPCON

➤ Μετρήσεις

- 32 υψομετρικές διαφορές, με τη μέθοδο της γεωμετρικής χωροστάθμησης, (σε μετάβαση και επιστροφή).
- Το δίκτυο μετρήθηκε μέχρι την παρούσα διπλωματική εργασία τον :
 - Ιούνιος 2001
 - Σεπτέμβριος 2001.
 - Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας μετράται τον Φεβρουάριο του 2009.

ΠΡΟΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

- υπολογισμός του μέγιστου επιτρεπτού σφάλματος κλεισίματος μιας χωροσταθμικής όδευσης.
- υπολογισμός του μέγιστου επιτρεπτού σφάλματος κλεισίματος ενός βρόχου.

ΣΥΝΟΡΘΩΣΗ – ΕΠΙΛΥΣΕΙΣ ΔΙΚΤΥΟΥ

- Με τη Μέθοδο των Ελαχίστων Τετραγώνων (Μ.Ε.Τ.) – μέθοδος των εμμέσων παρατηρήσεων.
- Ίδιες ελάχιστες εξωτερικές δεσμεύσεις και ίδιες αρχικές συνθήκες, με την επίλυση των μετρήσεων του Ιουνίου του 2001.

- Το δίκτυο επιλύθηκε δυο φορές.
- A:** σταθερή κορυφή R1 **H=+100 μ.**

Στοιχεία Δ.Κ.Ε

1. Σύνολο Υ-Αφετηριών : 12
2. Σύνολο ΔH : 25
3. a-priori τ.σ. = $\pm 1\text{mm}$
4. a- posteriori τ.σ. = $\pm 1.01\text{mm}$
5. Βαθμοί ελευθερίας $r= 13$

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2009				
A/A	ΥΑ	H _(m)	σ(mm)	
1	10	99,376	±0,2	
2	20	99,458	±0,2	
3	30	99,433	±0,2	
4	40	99,388	±0,2	
5	50	99,425	±0,2	
6	60	99,407	±0,2	
7	70	99,460	±0,2	
8	80	99,466	±0,1	
9	90	99,379	±0,2	
10	100	99,428	±0,2	
11	ΕΠΚΑ	100,116	±0,2	
12	R2	100,079	±0,3	
13	R1	100,000	-	

Αποτελέσματα συνόρθωσης με σταθερή κορυφή R1

B: σταθερή κορυφή R109 $H=+87.340\mu$.

στο Κ .Σ. Α.

Στοιχεία Δ.Κ.Ε

1. σύνολο Υ-Αφετηριων : 13

2. σύνολο ΔH : 32

3. a-priori $\tau.σ.= \pm 1\text{mm}$

4. a-posteriori $\tau.σ.= \pm 0.9\text{mm}$

5. βαθμοί ελευθερίας $r=19$

Α/Α	ΥΑ	ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2009	
		H _(m)	σ(mm)
1	10	78,769	±0,3
2	20	78,851	±0,4
3	30	78,826	±0,3
4	40	78,781	±0,3
5	50	78,818	±0,3
6	60	78,798	±0,3
7	70	78,856	±0,3
8	80	78,859	±0,3
9	90	78,772	±0,3
10	100	78,821	±0,3
11	R1	79,393	±0,3
12	R2	79,472	±0,3
13	ΕΠΚΑ	79,509	±0,4
14	R109	87,340	-

Αποτελέσματα συνόρθωσης με **σταθερή κορυφή R109**

Μετά τις συνορθώσεις έγινε

- ολικός έλεγχος ($\text{test}\chi^2$)
- σάρωση δεδομένων κατά Baarda

και στις δύο περιπτώσεις επιβεβαιώθηκε η αρχική μηδενική

υπόθεση H^0 .

ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΕΩΝ

- Η απόλυτη μετακίνηση του σημείου i μεταξύ των φάσεων I και II, δίνεται ως η διαφορά των υψομέτρων

$$\delta H_i^{I,II} = \hat{H}_i^{II} - \hat{H}_i^I$$

Η διαφορά αυτή ελέγχεται ως προς τη σημαντικότητα της ως εξής:

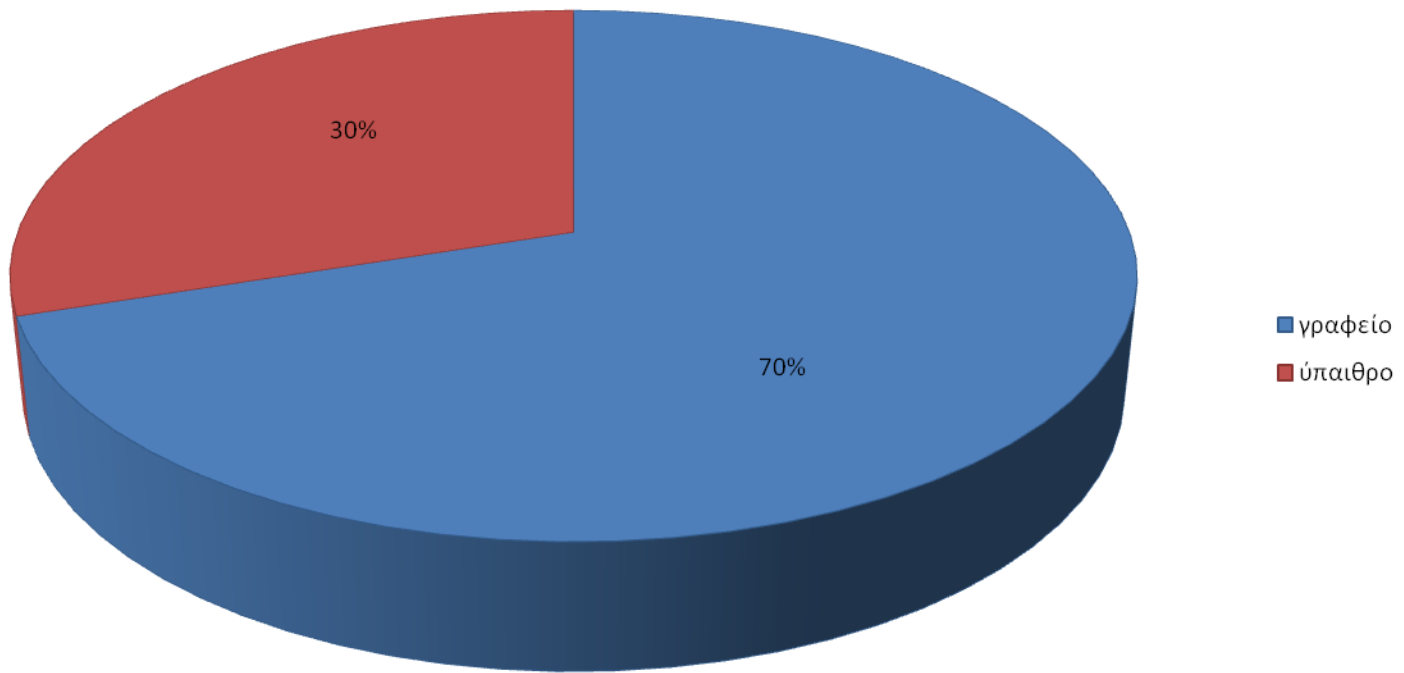
είναι μετακίνηση με πιθανότητα $p\%$ αν ισχύει:

$$|\delta H_i^{I,II}| \geq Z_p \cdot |\sigma \delta H_i^{I,II}|$$

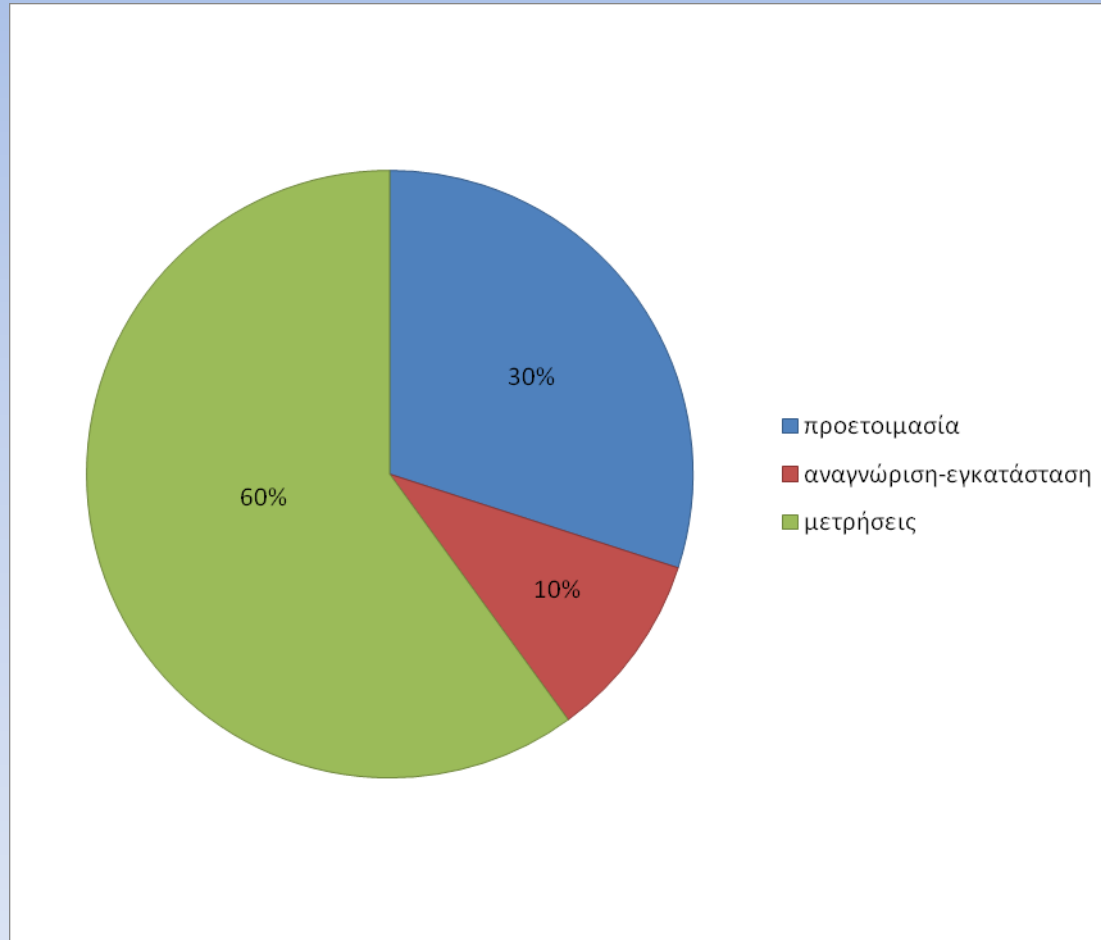
A/A	ΥΑ	H ₂₀₀₁ (m)	σ ₂₀₀₁ (mm)	H ₂₀₀₉ (m)	σ ₂₀₀₉ (mm)	ΔH ²⁰⁰¹⁻²⁰⁰⁹ (mm)	Z95·σ _{ΔH} (mm)
1	10	99,377	±0,3	99,376	±0,2	-1	0,7
2	20	99,458	±0,4	99,458	±0,2	0	0,8
3	30	99,433	±0,4	99,433	±0,2	0	0,8
4	40	99,388	±0,5	99,388	±0,2	0	1,0
5	50	99,425	±0,5	99,425	±0,2	0	1,0
6	60	99,405	±0,5	99,406	±0,2	+1,0	1,0
7	70	99,463	±0,4	99,464	±0,2	+1,0	0,8
8	80	99,465	±0,4	99,466	±0,1	0	0,8
9	90	99,379	±0,3	99,379	±0,2	0	0,7
10	100	99,429	±0,3	99,428	±0,2	-	-
11	ΕΠΚΑ	-	-	100,117	±0,2	-	
12	R2	-	-	100,079	±0,3	-	
13	R1	100,000	-	100,000	±0,0	-	

Υψόμετρα και μετακινήσεις των κορυφών του Δ.Κ.Ε για το χρονικό διάστημα Ιούνιος 2001-Φεβρουάριος 2009

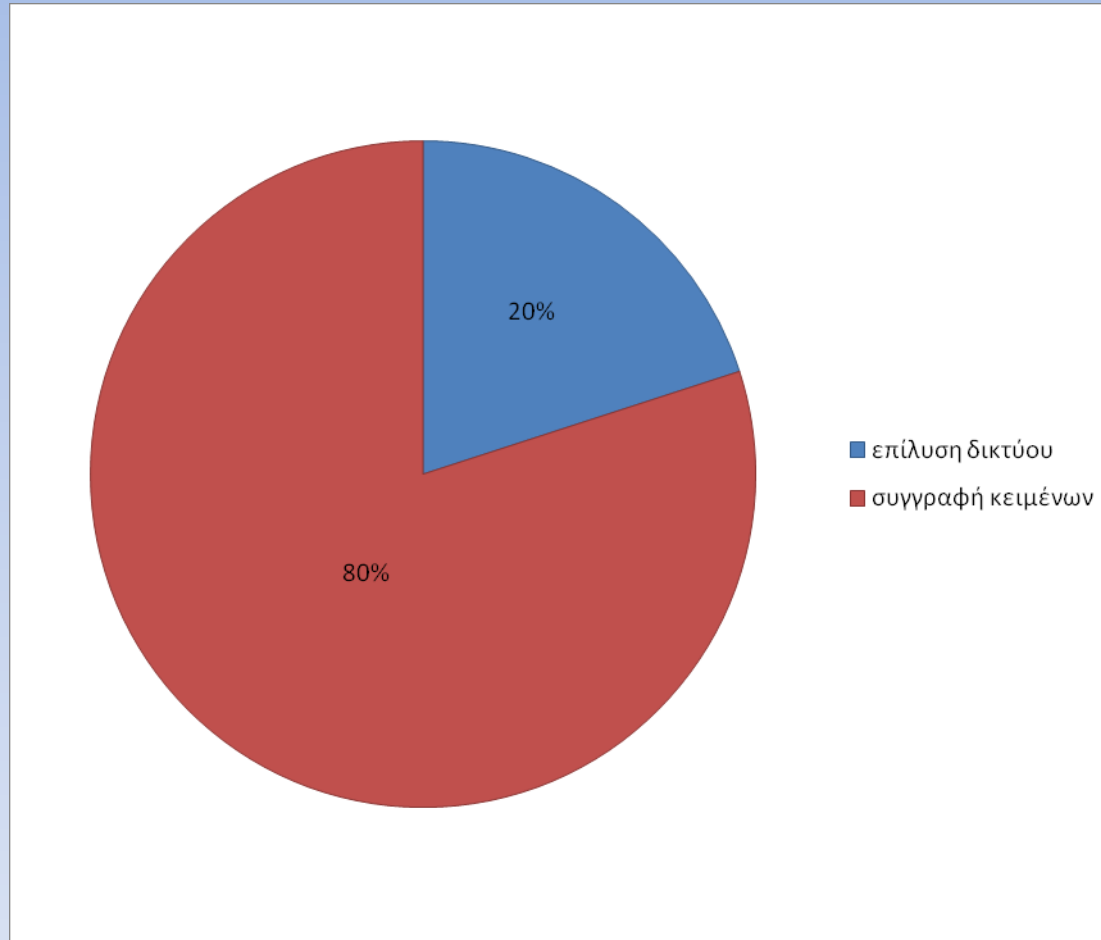
ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ



ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΠΕΔΙΟΥ



ΧΡΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΓΡΑΦΕΙΟΥ



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Καλή οργάνωση των εργασιών πεδίου μειώνει δραστικά τον χρόνο παραμονής σε αυτό,
- Ο χωροβάτης να βρίσκεται στην μεσοκάθετο της απόστασης που ορίζεται μεταξύ των δυο σταδίων,
- Η απόσταση μεταξύ σταδίας - χωροβάτη καλό είναι να μην υπερβαίνει τα εικοσιπέντε μέτρα (25m),
- Αναγνώσεις είτε πολύ χαμηλά είτε πολύ ψηλά στην σταδία, καλό είναι να αποφεύγονται.

- Από τα αποτελέσματα των επιλύσεων προκύπτει ότι με το συγκεκριμένο δίκτυο δίνεται η δυνατότητα ανίχνευσης μετακινήσεων μεγαλύτερων ή και ίσων από $\pm 1\text{mm}$ (ευαισθησία δικτύου).
- Στατιστικά σημαντική μετακίνηση παρατηρείται στις κορυφές **10 (-1mm)** και **70 (+1mm)**

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Προτείνεται η συνέχιση της παρακολούθησης της κινηματικής συμπεριφοράς του μνημείου στο επίπεδο της κρηπίδας .
- Προτείνεται η ίδρυση Τρισδιάστατου Δικτύου Ελέγχου επάνω στους υφιστάμενους κίονες.

φωτογραφικό υλικό



12

80:6

DO NOT
ENTER

















27 12 09



Ευχαριστώ πολύ για τη προσοχή σας.

Πέμπτη, 25 Φεβρουαρίου 2010