



**Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο**

---

**ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ  
ΑΓΑΛΜΑΤΟΣ ΕΡΜΗ ΤΟΥ ΠΡΑΞΙΤΕΛΗ  
ΣΤΟ ΝΕΟ ΜΟΥΣΕΙΟ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΑΣ  
ΟΛΥΜΠΙΑΣ**

---

**Β. ΚΟΥΜΟΥΣΗΣ**  
Καθηγητής  
Εργαστήριο Στατικής & Αντισεισμικών Ερευνών

**Δεκέμβριος -2007**

## Ερμής του Πραξιτέλη 330 π.Χ



Ο Ερμής «που φέρει Διόνυσον νήπιον» κατά τον Πausανία και θεωρείται έργο του μεγάλου γλύπτη Πραξιτέλη.

Το άγαλμα από Παριανό μάρμαρο Λυχνίτη ύψους 2,13 μ. βρέθηκε το 1877 στο Ναό της Ήρας.

Λείπουν και είναι συμπληρωμένα με γύψο, το αριστερό πόδι του Ερμή από το γόνατο και κάτω, η δεξιά του κνήμη και το κατώτερο τμήμα του κορμού του δέντρου.

Πρόκειται για ένα από τα πιο αντιπροσωπευτικά έργα του 4ου αι. π.Χ, όπου κυριαρχούν πλέον νέες καλλιτεχνικές εκφράσεις όπως ο ρεαλισμός και ο νατουραλισμός.

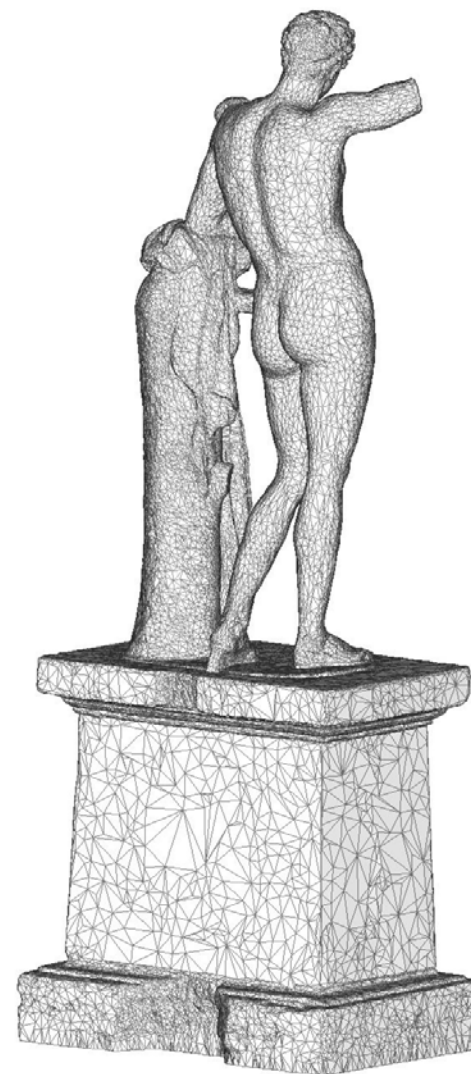
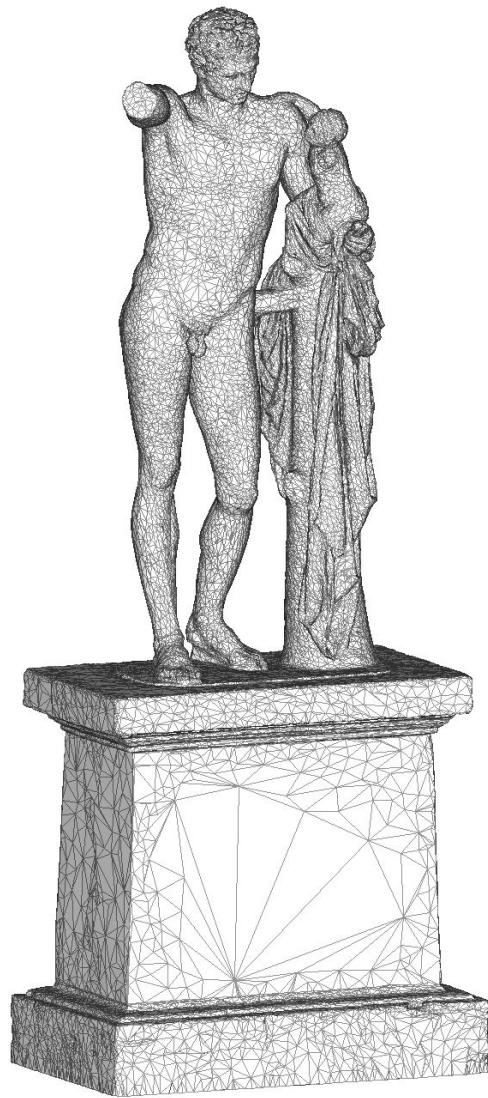
---

# Φάσεις του Έργου

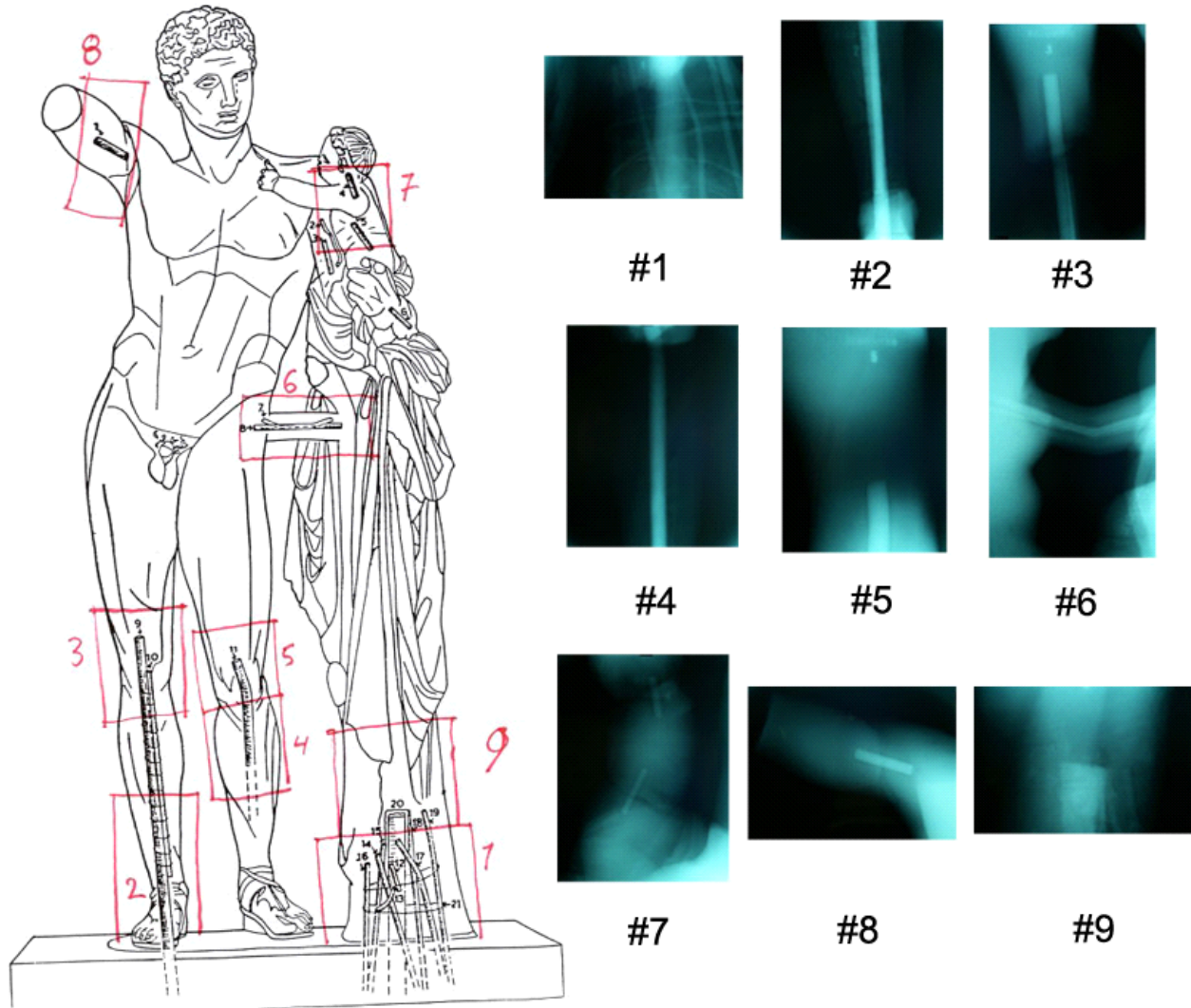
1. Ψηφιακό προσομοίωμα του Αγάλματος και της Βάσης – Παράπλευρη επιφάνεια. (Archeoptics με την τεχνική της τρισδιάστατης σάρωσης με ακτίνες Laser - Χ. Ιωαννίδης Επ. Καθηγητής ΕΜΠ).
2. Τρισδιάστατο προσομοίωμα Πεπερασμένων Στοιχείων
3. Σχεδιασμός Συστήματος Σεισμικής Μόνωσης
4. Έλεγχος Αντοχής του αγάλματος

---

## Προσομοίωση Αγάλματος και Βάσης

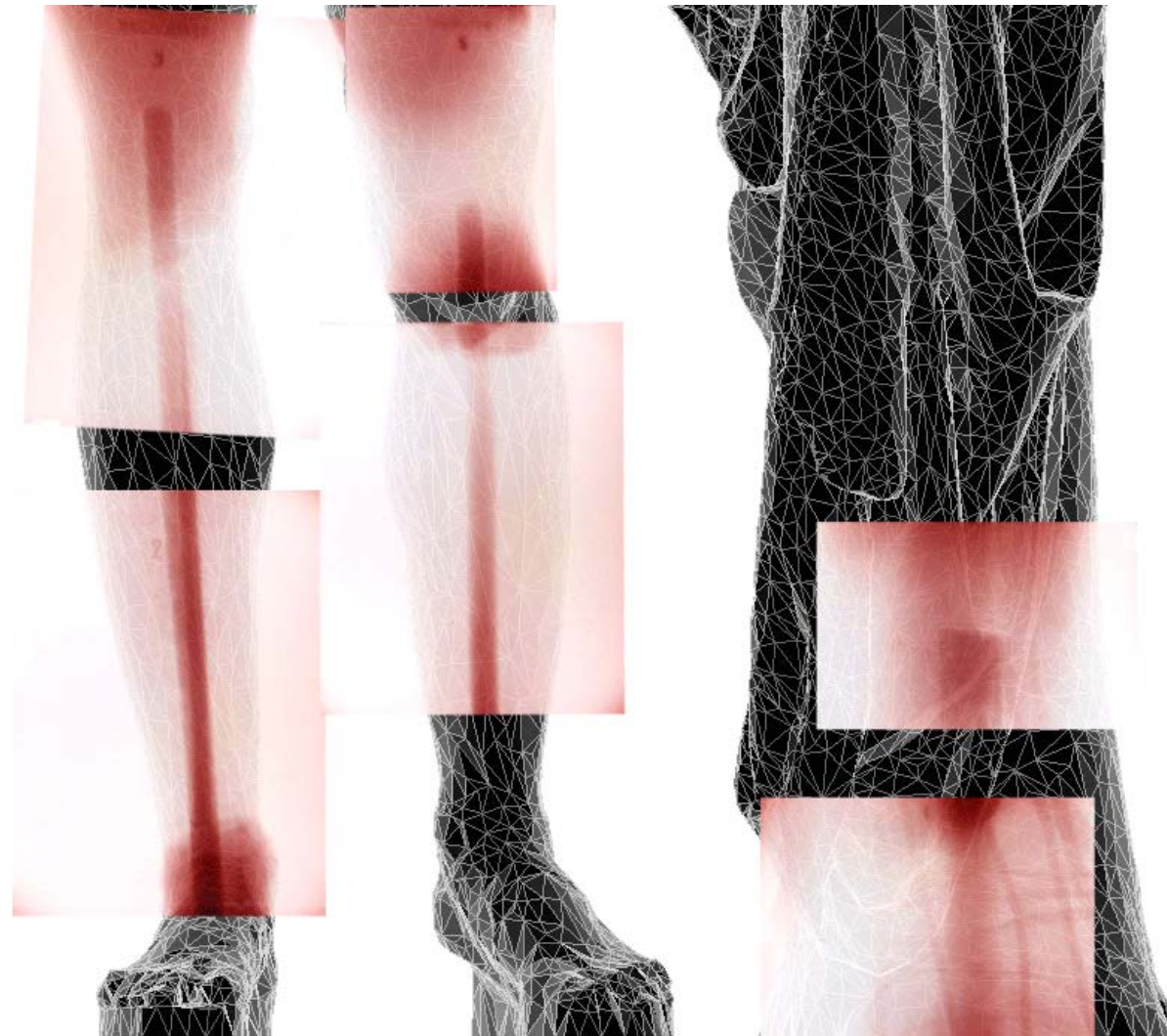


# Ραδιογραφίες Κοβαλτίου Αγάλματος ( ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος)



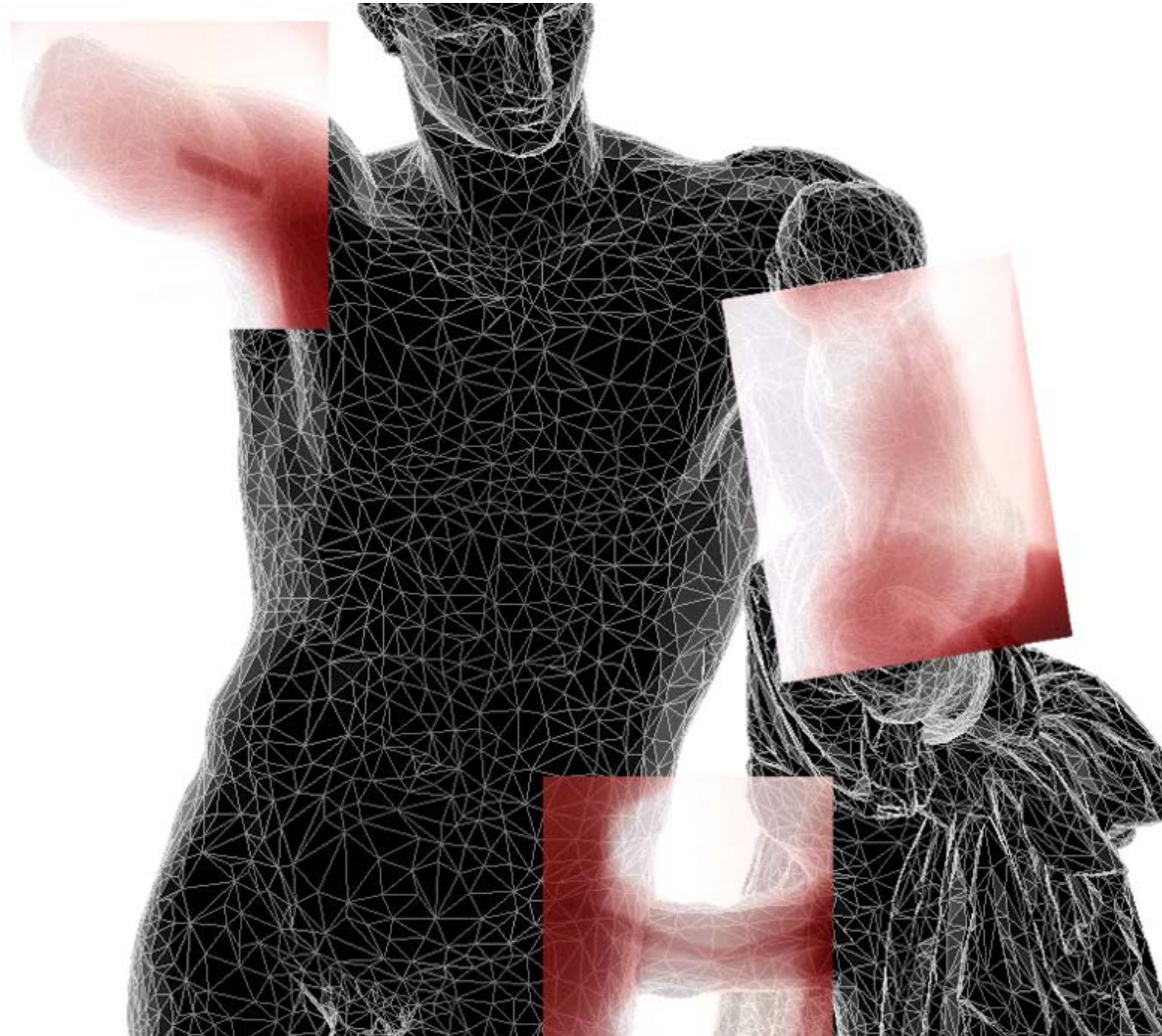


# Ραδιογραφίες Ποδών & Δενδριλίου



---

# Ραδιογραφίες Άνω Μέρους



## Μηχανικές Ιδιότητες Υλικών Αγάλματος

| Υλικό                                       | Μάρμαρο | Γύψος | Μπρούτζος | Ορείχαλκος |
|---|---------|-------|-----------|------------|
| Πυκνότητα (kgr/m <sup>3</sup> )             | 2690    | 900   | 8300      | 7200       |
| Μέτρο Ελαστικότητας<br>E <sub>d</sub> (GPa) | 47      | 5     | 108       | 126.5      |
| Λόγος Poisson                               | 0.25    | 0.23  | 0.34      | 0.25       |
| Θλιπτική Αντοχή<br>(MPa)                    | 33      | 7.8   |           |            |
| Εφελκυστική Αντοχή<br>(MPa)                 | 3       | 1.2   | > 82      | > 69       |



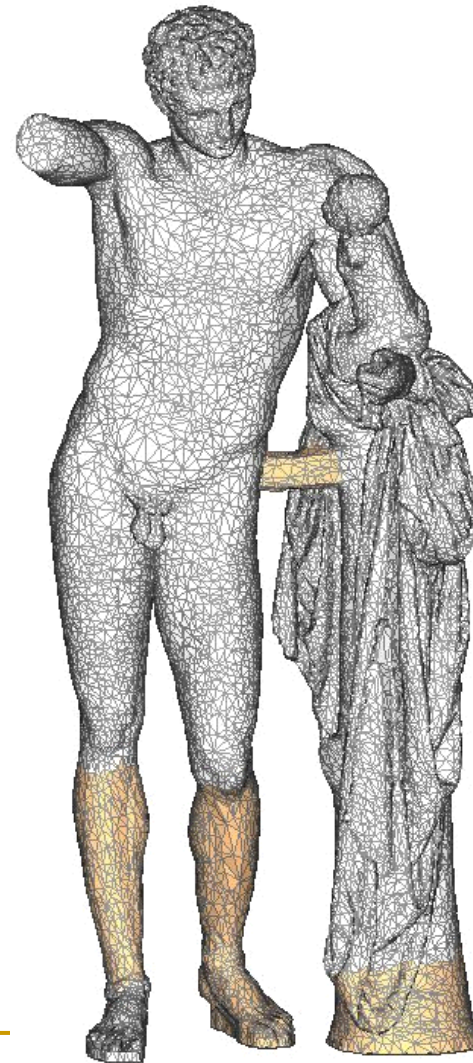
# Τρισδιάστατο Προσομοίωμα Αγάλματος

με γκρι χρώμα οι  
ράβδοι ορείχαλκου

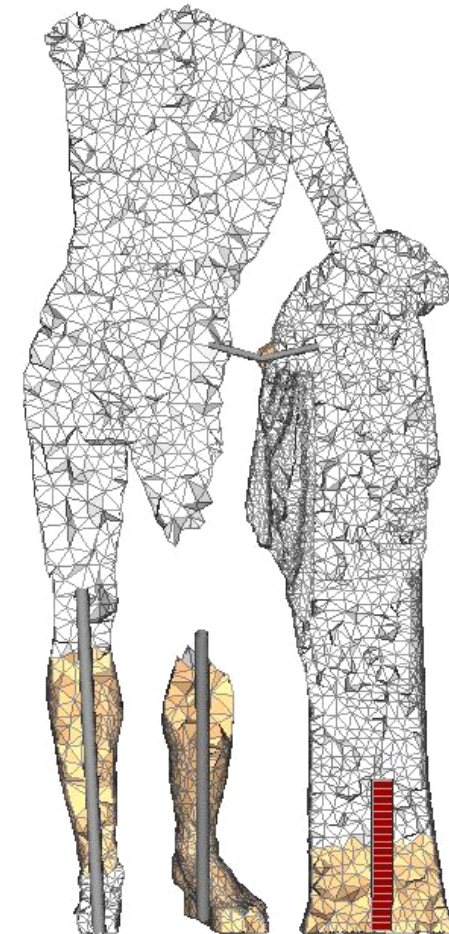
με κόκκινο χρώμα η  
ράβδος σιδήρου.

Πεπερασμένα στοιχεία  
αγάλματος:

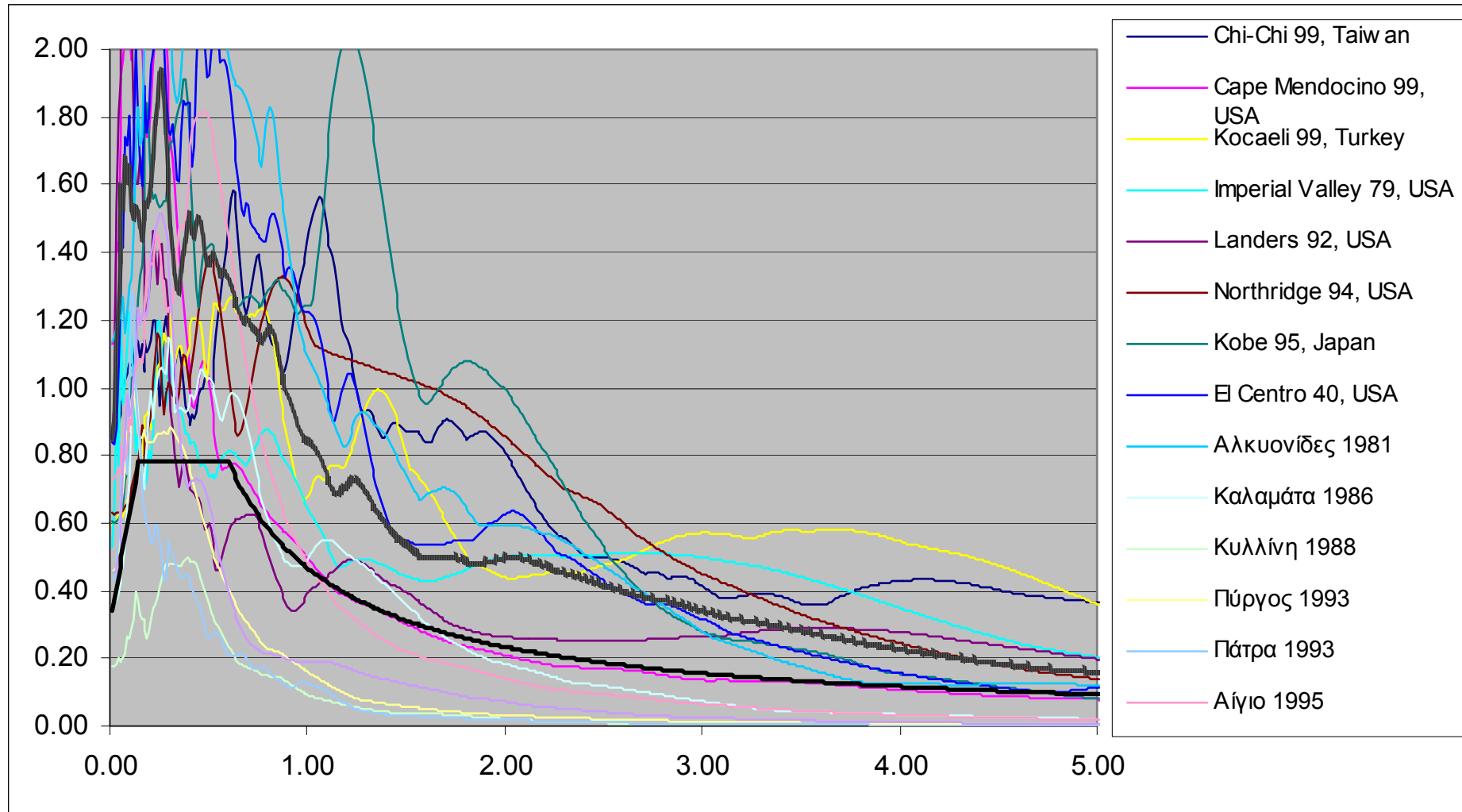
253,941 κόμβοι,  
158,303 μέλη και  
756,900 β.ε.



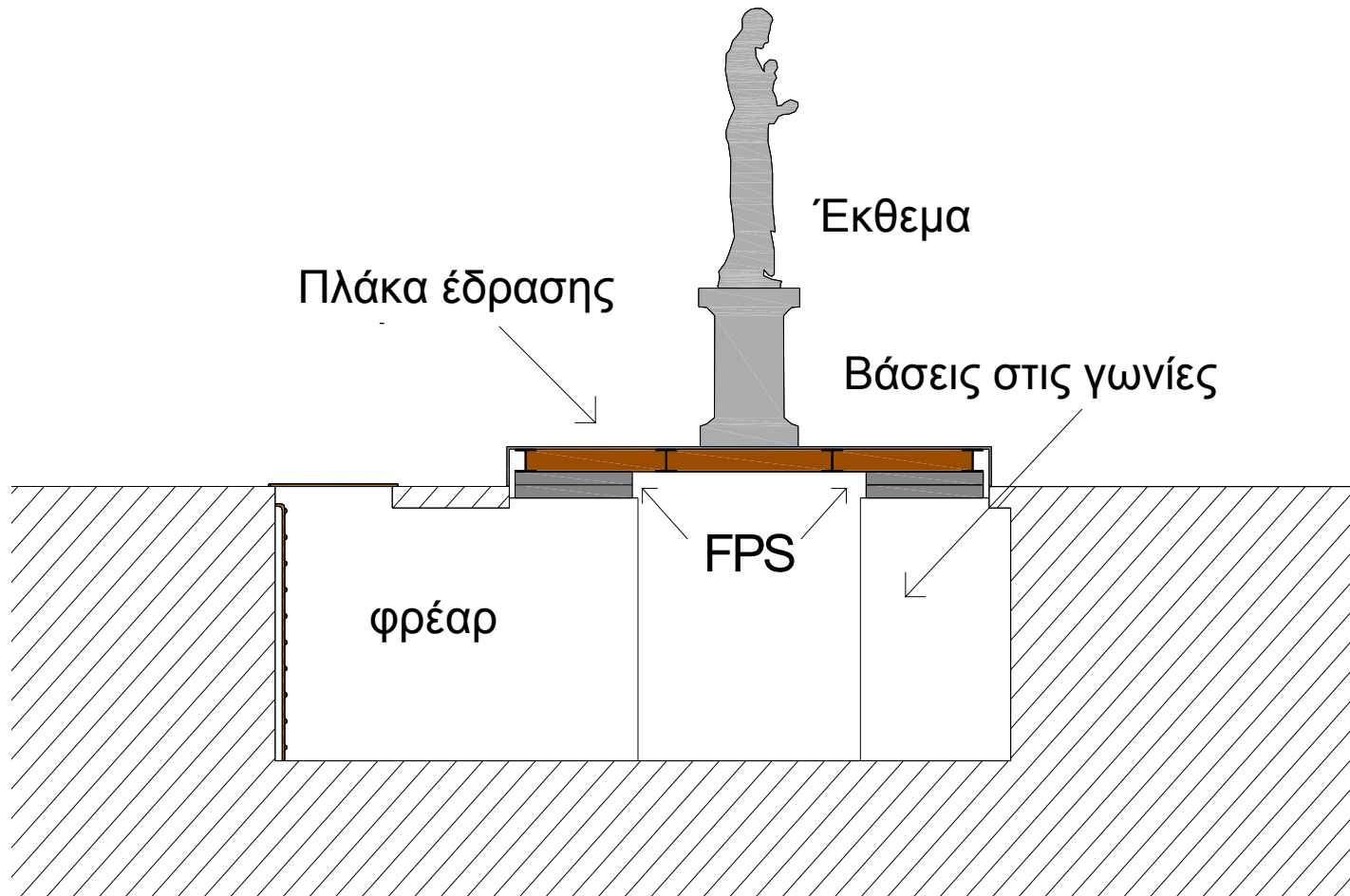
Κατακόρυφη τομή



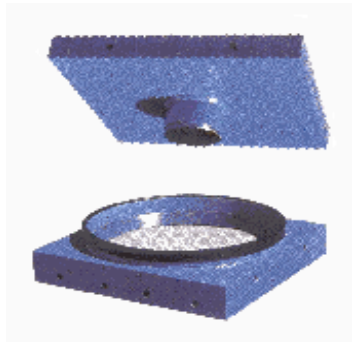
# Φάσματα Σχεδιασμού



# Γενική Διάταξη Συστήματος Σεισμικής Μόνωσης



# Σφαιρικό Εφέδρανο Τριβής - Friction Pendulum System

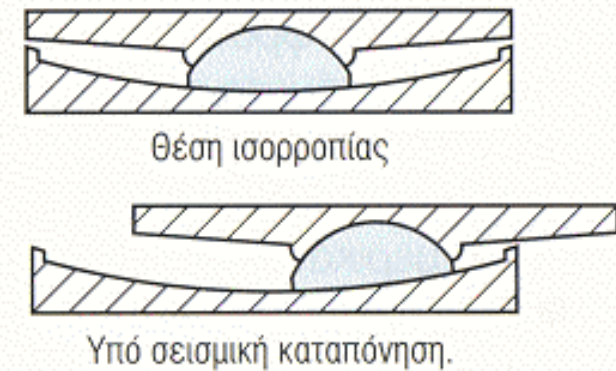
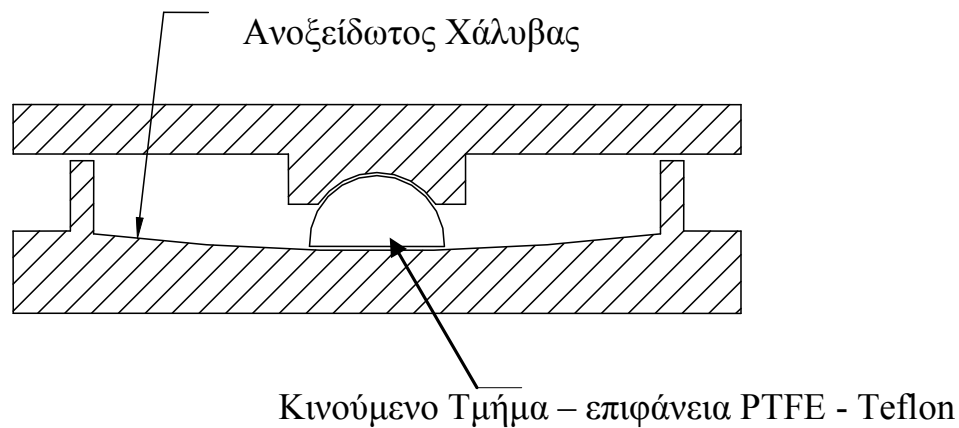


Εφέδρανο Ερμή

$T=3 \text{ sec}$

$\max D=32 \text{ cm}$

$\max a=2.6 \text{ m/sec}^2$



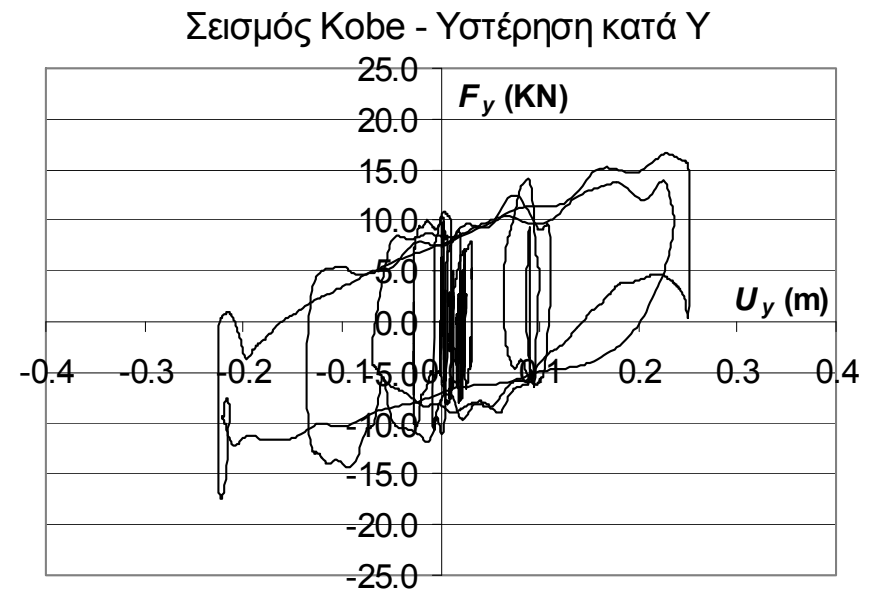
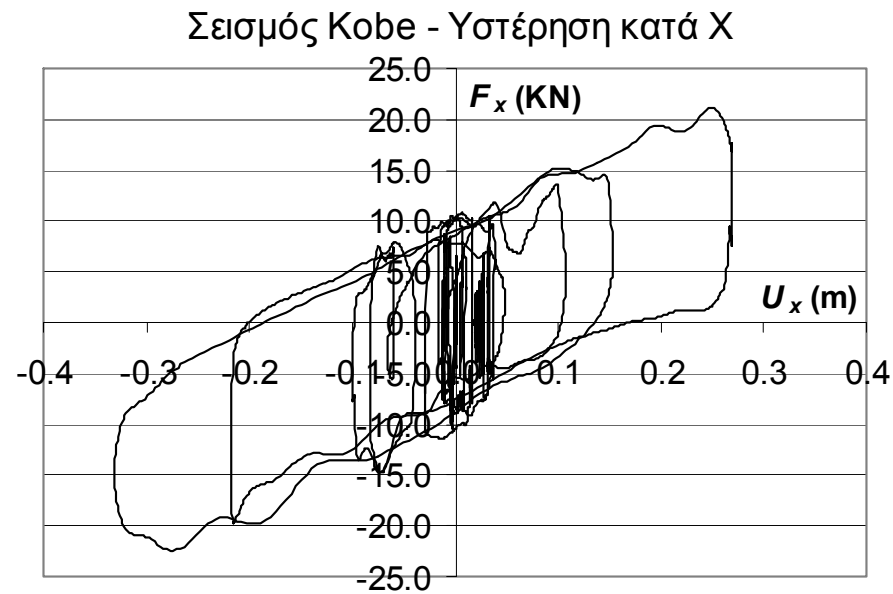


## Βάση της Σεισμικής Μόνωσης

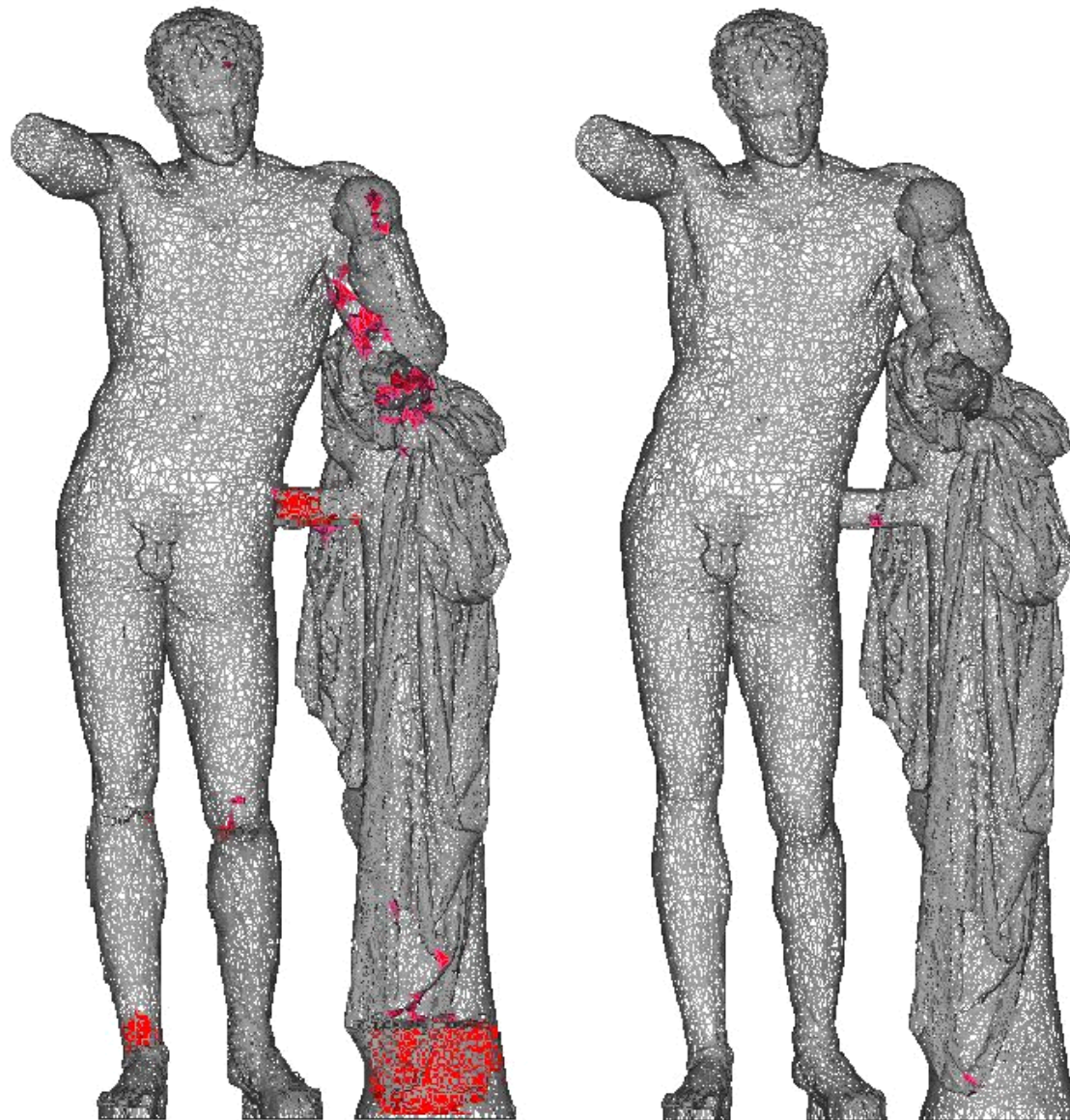




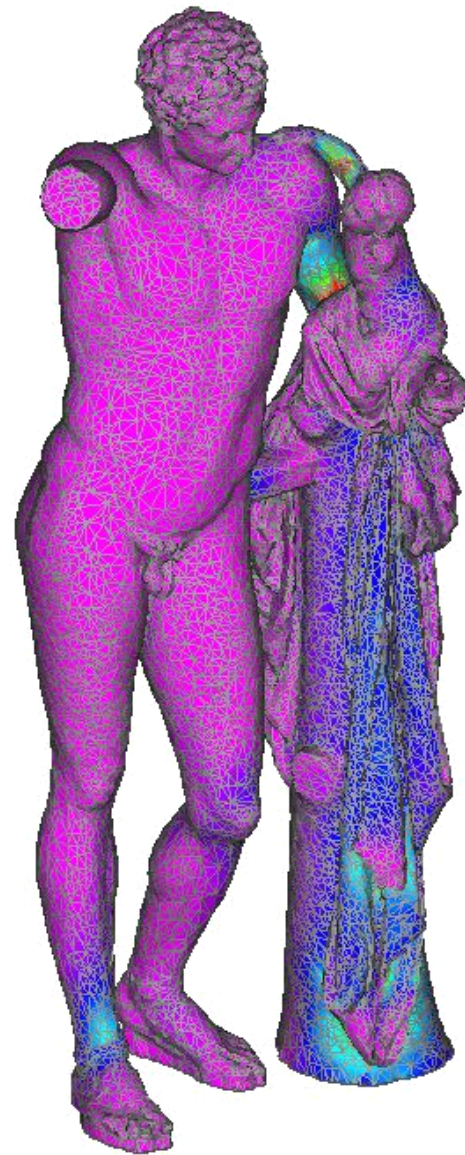
# Απορρόφηση Ενέργειας από τους Μονωτήρες



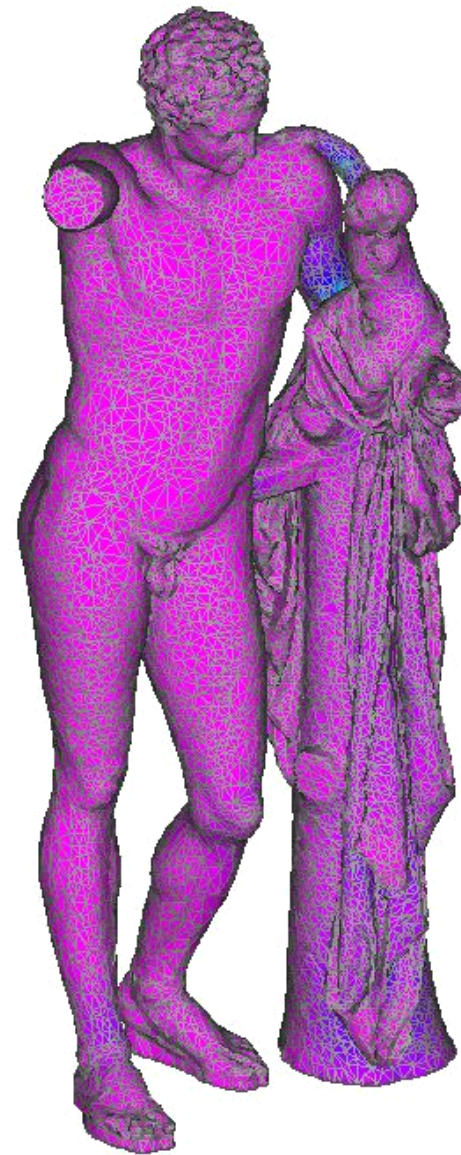
## Περιοχές Έντονης Καταπόνησης



Μέγιστες  
Κύριες  
Τάσεις



A) Χωρίς Σεισμική Μόνωση



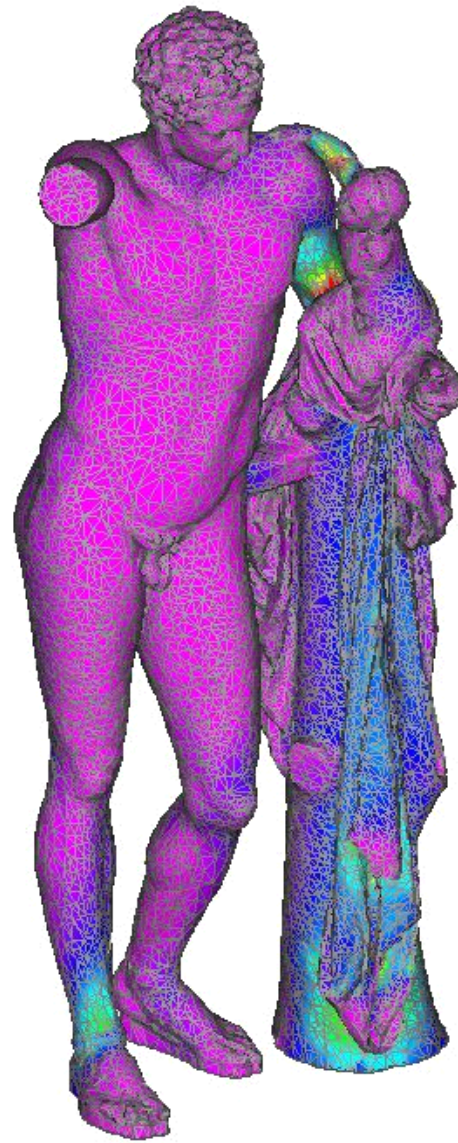
B) Με Σεισμική Μόνωση

Τάση (Pa)





Ελάχιστες  
Κύριες  
Τάσεις



A) Χωρίς Σεισμική Μόνωση



B) Με Σεισμική Μόνωση

Τάση (Pa)



---

# Τοποθέτηση Αγάλματος





# Τελική Διαμόρφωση



---

## Συμπεράσματα

- Σεισμική Μόνωση πρόσφορη για μνημεία και εκθέματα καθώς η ενίσχυση τους δεν είναι πάντοτε εφικτή στο επίπεδο που επιβάλλουν οι σύγχρονοι κανονισμοί – υψηλό κόστος
- Το σχετικά μικρό βάρος των εκθεμάτων σε σχέση με κτίρια και γέφυρες καθιστά την επιλογή και το σχεδιασμό των συστημάτων σεισμικής μόνωσης ιδιαίτερα απαιτητικό - ανάλυση σεισμικής επικινδυνότητας – ακρίβεια καταστατικών σχέσεων
- Τα σφαιρικά εφέδρανα τριβής ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις για μεσαίου και μεγάλου βάρους εκθέματα