



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

Πολυτεχνική Σχολή - Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Αποκατάσταση και Συντήρηση Κτηρίων – Μνημείων

Διδάσκουσα:

Ταστάνη Σουζάνα, Επίκουρη καθηγήτρια, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός

stastani@civil.duth.gr

Αποκατάσταση και Συντήρηση Κτηρίων – Μνημείων

A/A	ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΝΟΤΗΤΩΝ
1	Εισαγωγή: Πολιτισμική - Αρχιτεκτονική κληρονομιά. Προστασία βάσει Διεθνών Συμβάσεων
2	εξέλιξη της δομικής τέχνης: Υλικά και Δομικά συστήματα
3	Τυπικά Χαρακτηριστικά Ιστορικών / Παραδοσιακών Δομών Φέρουσας Τοιχοποιίας: Μέρος I
4	Τυπικά Χαρακτηριστικά Ιστορικών / Παραδοσιακών Δομών Φέρουσας Τοιχοποιίας: Μέρος II – Παραδείγματα αντισεισμικών τεχνικών δόμησης (Λευκάδας, Λέσβου)
5	Προσέγγιση υφιστάμενης κατάστασης: Καταγραφή βλαβών, αποτύπωση παραδοσιακού δομήματος (τεκμηρίωση), διερευνητικές εργασίες (κατά prKADET 2019)
6	Εκτίμηση ευπαθών περιοχών παραδοσιακού δομήματος ΦΤ: Μέρος I – προσομοιώματα συμπεριφοράς - Μηχανισμοί αντοχής
7	Εκτίμησης ευπαθών περιοχών παραδοσιακού δομήματος ΦΤ: Μέρος II - Μηχανικές ιδιότητες παραδοσιακών υλικών
8	Εργαστήριο: Αναγνωριστικός περίπατος στην Παλιά Πόλη Ξάνθης
9	Παραμορφώσεις και βλάβες από σεισμικές δράσεις
10	Μέθοδοι αποκατάστασης/ενίσχυσης: Επεμβάσεις στο σύνολο του δομήματος (ολικές)
11	Επεμβάσεις σε παραδοσιακή τοιχοποιία – τεχνικές και υλικά εφαρμογής (τοπικές)
12	ΣΕΙΣΜΟΣ ΒΡΥΣΑ – Λέσβος 2017: τα κακώς κείμενα των επεμβάσεων
13	Θεμελίωση, έλεγχος εδάφους, αποστράγγιση, άλλες παρελκόμενες τεχνικές και έλεγχοι.

Κτήρια – Μνημεία: Το πεδίο είναι ιδιαίτερα εκτεταμένο

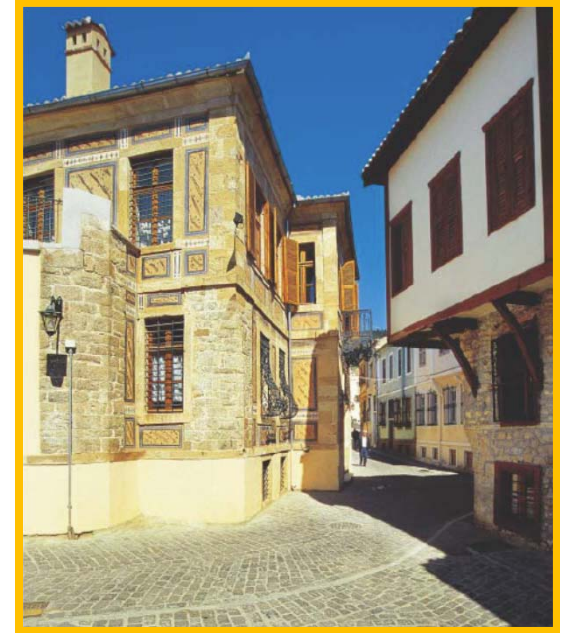
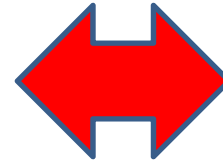
- Βυζαντινά μνημεία (εκκλησίες, κωδωνοστάσια, πύργοι)
- Πλίνθινες εκκλησίες (ωμόπλινθοι, Latin America)
- Μεσαιωνικές Κατασκευές
- 19^{ος} -20^{ος} αι. κτήρια πολιτιστικής κληρονομιάς



Κτήρια – Μνημεία: Το πεδίο είναι ιδιαίτερα εκτεταμένο

- Βυζαντικά μνημεία (εκκλησίες, κωδωνοστάσια, πύργοι)
- Πλίνθινες εκκλησίες (ωμόπλινθοι, Latin America)
- **Μεσαιωνικές Κατασκευές**
- **19^{ος} -20^{ος} αι. κτήρια πολιτιστικής κληρονομιάς**





Herculaneum 78 μ.Χ. (πρόποδες του Βεζούβιου, που καλύφθηκε από ηφαιστειακή στάχτη): The House of Opus Craticium, εκσκαφή 1923

Ακρωτήρι Θύρα 5000π.Χ. -1600π.Χ: Ενταφιασμός μνημείων και σπαραγμάτων κάτω από τέφρα και ελαφρόπετρα μετά την έκρηξη του ηφαιστείου.

για 3,5 χιλιοτετρίδες στην περιοχή από την Βαλκανική μέχρι τους πρόποδες των Ιμαλάϊων εξελισσόταν η τεχνική ενίσχυσης της λιθοδομής με ξύλινα στοιχεία...

Οικονομική άνθιση (εμπορική δραστηριότητα στην Μεσόγειο, κατασκευαστικές επιρροές από τους Κρήτες): Επιβλητικά κτήρια δύο ή τριών ορόφων με αντισεισμική προστασία:

- Οι ογκόλιθοι θεμελίωσης επί στρώσης πορώδους ηφαιστειακού υλικού (απορρόφηση σεισμικής δόνησης)
- Ξυλοδεσιές
- Οι γωνιόλιθοι από σκληρότερο λίθο
- Δάπεδα – στέγες: κορμοί δέντρων στα οποία στρώνονταν κλαδιά και πατητό χώμα 10-15cm ή σπανιότερα από σχιστολιθικές πλάκες (διαφραγματική λειτουργία)



Από την άποψη του Πολιτικού Μηχανικού: Κίνητρο για τη μελέτη των Ιστορικών και παραδοσιακών κτισμάτων

- μεγάλη ποικιλία δομών και μορφολογιών

(www.perpetuate.eu)

A. Κατασκευές με κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία με συμπεριφορά «κουτιού» (box-type)

B. Κατασκευές με μεγάλα ανοίγματα χωρίς ενδιάμεσα πατώματα που μπορούν να χωριστούν και λειτουργούν κατά κάποιο τρόπο ανεξάρτητα (με ξύλινη στέγη ή και θολοδομία)

C. Κατασκευές μεγάλου ύψους και μικρής κάτοψης με κατά κύριο λόγο καμπτική συμπεριφορά (προβόλου)

D. Τοξωτές κατασκευές

E. Κατασκευές μεγάλου πάχους (π.χ. τείχη)

F. Μεμονωμένα δομικά μέλη που δεν περικλείουν ένα εσωτερικό χώρο

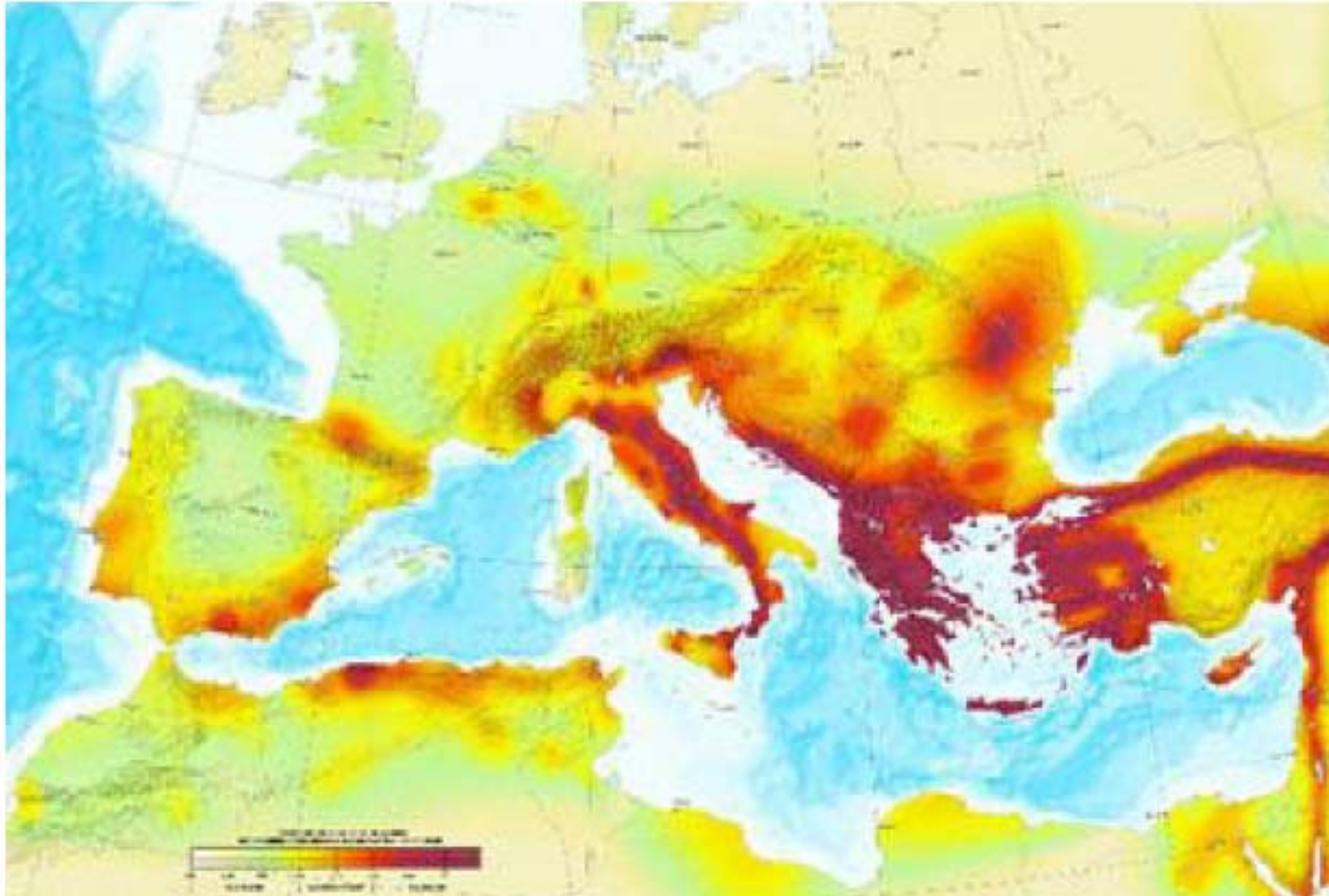
G. Ιστορικοί οικισμοί (Σύνολα εν επαφή γειτονικών κτιρίων από τοιχοποιία)

- υλικά με πολύπλοκη μηχανική και φυσική συμπεριφορά

- ιδιαίτερα σύνθετο στατικό πρόβλημα

Μεσόγειος: Το λίκνο του Αρχαίου Πολιτισμού

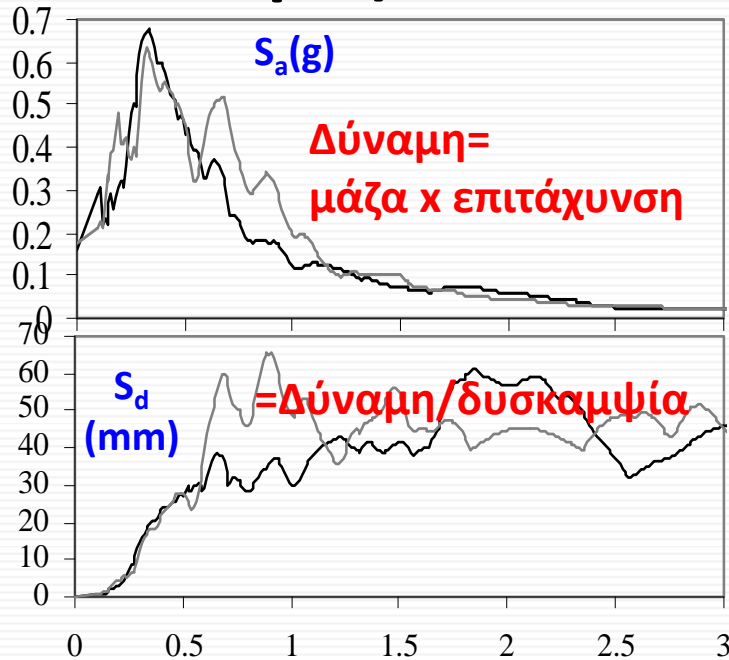
Μια από τις πλέον σεισμογενείς περιοχές του κόσμου (σύγκλιση της Αφρικανικής με την Ευρω-ασιατική λιθοσφαιρική πλάκα)



από άποψη σεισμικότητας, η Ελλάδα κατέχει την έκτη θέση παγκοσμίως και την πρώτη στην Ευρώπη συγκεντρώνοντας το 2% της παγκόσμιας και το 50% της ευρωπαϊκής εκλυόμενης σεισμικής ενέργειας.

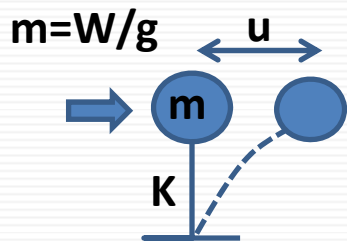
Μνημεία Πολιτιστικής κληρονομιάς - ΚΙΝΔΥΝΟΙ

- Σεισμός



Δύναμη = μάζα x επιτάχυνση
= δυσκαμψία x Μετατόπιση

→ Μετατόπιση = μάζα/δυσκαμψία x επιτάχυνση



Ενέργεια παραμόρφωσης:

$$E_s = 1/2Ku^2$$

Κινητική Ενέργεια: $E_k = 1/2mv^2$

$$E_s = E_k \rightarrow v = (K/m)^{0,5}u$$

Περιοδική κίνηση: $u(t) = u_0 \cdot \cos(\omega t)$



$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{K}} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{W}{K \cdot g}}$$

Μνημεία Πολιτιστικής κληρονομιάς - ΚΙΝΔΥΝΟΙ

- Φυσικά
φαινόμενα



5χλμ. Ξάνθης - Σταυρούπολης

Μνημεία Πολιτιστικής κληρονομιάς - ΚΙΝΔΥΝΟΙ

- πυρκαγιές



Καπναποθήκη Ξάνθης (2022)



Γιατί όμως, πολλά αρχιτεκτονικά μνημεία και κτίσματα στέκουν εκατοντάδες ή και χιλιάδες χρόνια επιζώντας συχνών και καταστροφικών σεισμών;

Οι τεχνίτες του παρελθόντος (συνάφι: σφιχτά συνεργαζόμενη ομάδα):

- **Είχαν σφαιρική άποψη και γνώση των υλικών, του τρόπου κατασκευής, της μορφολογίας της κατασκευής ,**
- **Οι πρώτες ύλες ήταν είτε στο άμεσο περιβάλλον είτε προέρχονταν από μακριά, ήταν υπό τον πλήρη έλεγχό τους ως προς την παραγωγή, την επεξεργασία και την χρήση.**
- **Είχαν αίσθηση και γνώση των κλιματικών, περιβαλλοντολογικών, πολιτιστικών και κοινωνικών συνθηκών της περιοχής δραστηριότητάς τους.**
- **Μετάδοση γνώσης από γενιά σε γενιά**
- **Πειραματισμοί για αποτελεσματικές αντισεισμικές λύσεις**
- **Η εξέλιξη των πλέον ολοκληρωμένων και αποτελεσματικών αντισεισμικών δομικών συστημάτων έγινε σε περιοχές μεγάλης σεισμικότητας (εμφάνιση ενός ισχυρού σεισμού περίπου κάθε 50-70 χρόνια)**

Αρχαία Άβδηρα: (650π.Χ. – ίδρυση από Ίωνες)



Γιατί όμως, πολλά αρχιτεκτονικά μνημεία και κτίσματα στέκουν εκατοντάδες ή και χιλιάδες χρόνια επιζώντας συχνών και καταστροφικών σεισμών;



Υλικό

- Ολόσωμο δομικό στοιχείο (π.χ. μαρμάρινος κίονας)
- Τοιχόσωμα (λίθος, πλίνθος)
- Συνδετικό κονίαμα
- ξυλεία

Δομικό σύστημα

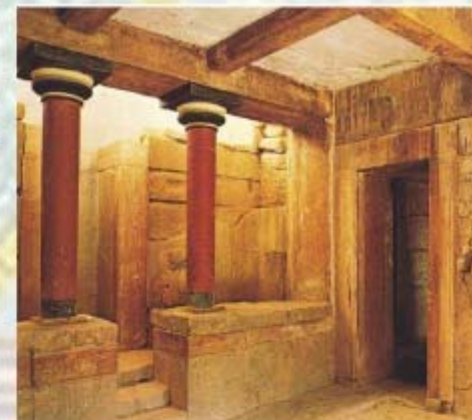
- Δοκός επί στύλου
- Τοιχοποιία
- Διάφραγμα (πάτωμα – στέγη)
- Τόξο
- Έδραση/θεμελίωση

Κατασκευαστικές λεπτομέρειες

(έμπνευση η φύση, άλλες δραστηριότητες, π.χ. ναυπηγική)

→ τοπικές ή ευρύτερα διαδεδομένες αντισεισμικές τεχνικές δόμησης

(Ελλάδα, Πορτογαλία, Ινδία, Νότια Αμερική)



2000-1400π.Χ.

2000π.Χ. 1500π.Χ. 1000π.Χ. 500π.Χ. 0 500μ.Χ. 1000μ.Χ. 1500μ.Χ. 2000μ.Χ.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ:

2000-1400π.Χ.

ΠΕΡΙΟΧΗ:

ΚΡΗΤΗ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ:

ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ

ΜΕΓΙΣΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ:

προσεγγιστικά 3,00μ.

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ -
ΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΙΑ:

ΜΙΝΩΙΚΟΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ

ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ:

ΦΥΣΙΚΟΙ ΑΚΑΤΕΡΑΣΤΟΙ - ΗΜΙΛΑΞΕΥΤΟΙ
ΛΙΘΟΙ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

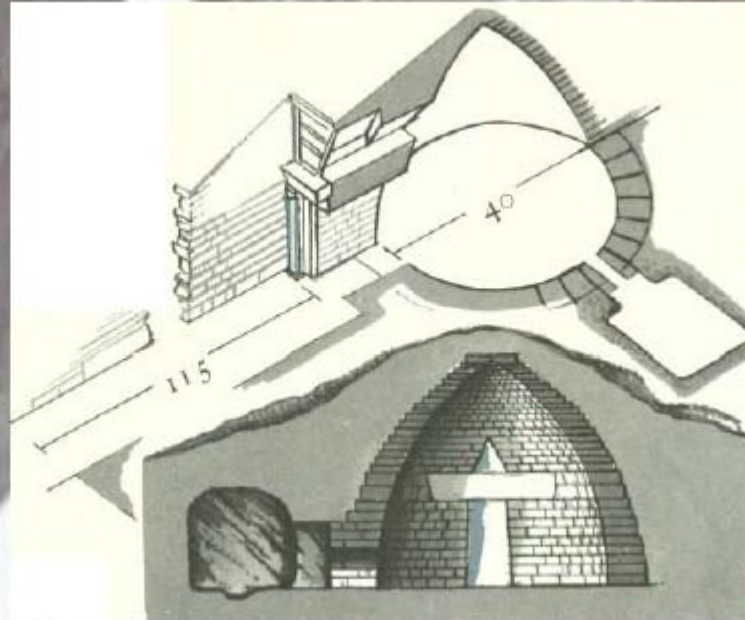
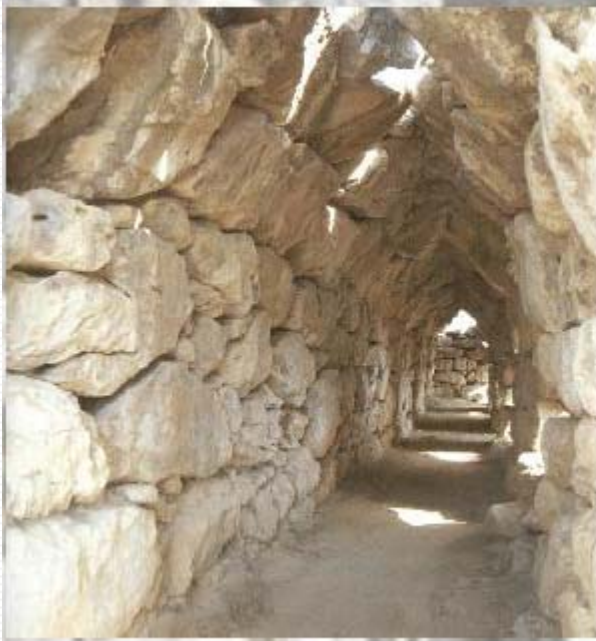
ΛΙΘΙΝΟΙ ΟΡΘΟΣΤΑΤΕΣ - ΛΙΘΟΣΤΡΩΤΕΣ
ΑΥΛΕΣ -

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:

ΚΝΩΣΣΟΣ - ΜΑΛΙΑ - ΦΑΙΣΤΟΣ

Courtesy:

Vomvilas G. Manos
www.vomvilasman.com



2000π.Χ. 1500π.Χ. 1000π.Χ. 500π.Χ. 0 500μ.Χ. 1000μ.Χ. 1500μ.Χ. 2000μ.Χ.

1580-1125π.Χ.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ:

1580 - 1125π.Χ.

ΠΕΡΙΟΧΗ:

ΕΛΛΑΔΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ:

ΥΣΤΕΡΗ ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ

ΜΕΓΙΣΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ:

προσεγγιστικά 3,00μ.

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ -
ΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΙΑ:

ΜΥΚΗΝΑΙΚΟΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ

ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ:

ΞΥΛΟ - ΦΥΣΙΚΟΙ ΑΚΑΤΕΡΓΑΣΤΟΙ ΛΙΘΟΙ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

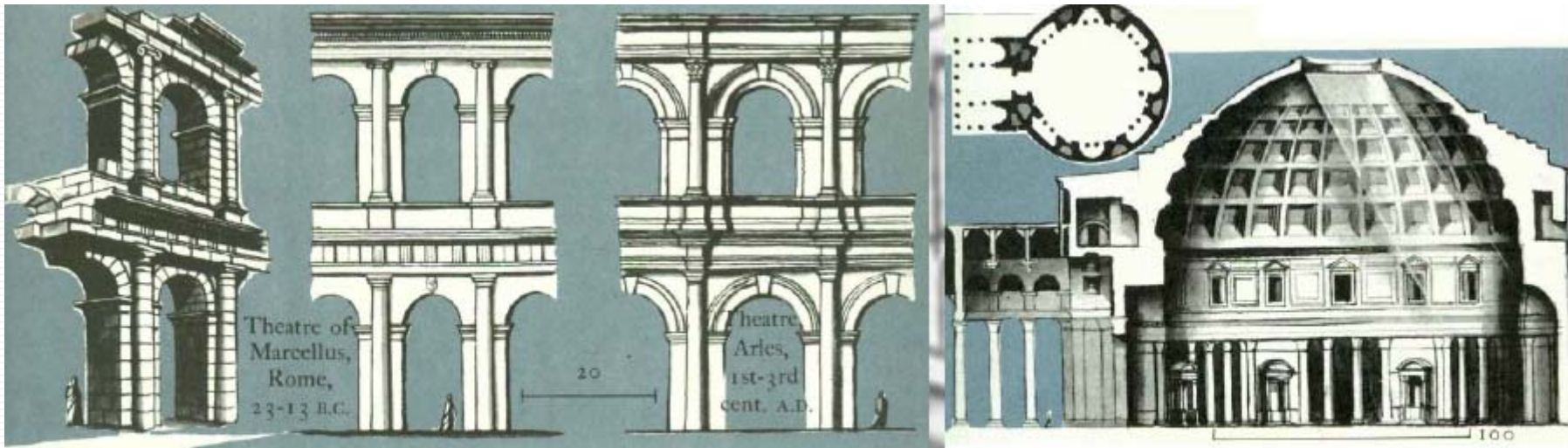
ΚΑΛΥΨΗ ΜΕ ΕΚΦΟΡΙΚΟ ΘΟΛΟ -
ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΛΥΨΗ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:

ΤΙΡΥΝΘΑ - ΜΥΚΗΝΕΣ

Courtesy:

Vomvilas G. Manos
www.vomvilasman.com



27-476μ.Χ.

2000π.Χ. 1500π.Χ. 1000π.Χ. 500π.Χ. 0 500μ.Χ. 1000μ.Χ. 1500μ.Χ. 2000μ.Χ.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ:

27π.Χ. - 476μ.Χ.

ΠΕΡΙΟΧΗ:

ΙΤΑΛΙΑ - ΕΛΛΑΔΑ - ΒΑΛΚΑΝΙΑ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ:

ΡΩΜΑΙΚΗ ΕΠΟΧΗ

ΜΕΓΙΣΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ:

ΤΟΞΑ = 20,00μ. ΔΟΚΟΙ = 5,00μ.

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ -
ΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΙΑ:

ΡΩΜΑΙΚΗ ΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΙΑ

ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ:

ΜΡΜΑΡΑ - ΦΥΣΙΚΟΙ ΛΙΘΟΙ - ΞΥΛΟ -
ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΙ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

ΤΟΞΑ - ΘΟΛΟΙ (με νευρώσεις - πανθεον)

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:

ΚΟΛΟΣΣΕΟ

Courtesy:

Vomvilas G. Manos
www.vomvilasman.com

640-843μ.Χ.

ΠΡΟΒΥΖΑΝΤΙΝΗ

843-1204 μ.Χ.

ΜΕΣΟΒΥΖΑΝΤΙΝΗ

1204-1453 μ.Χ.

ΜΕΤΑΒΥΖΑΝΤΙΝΗ

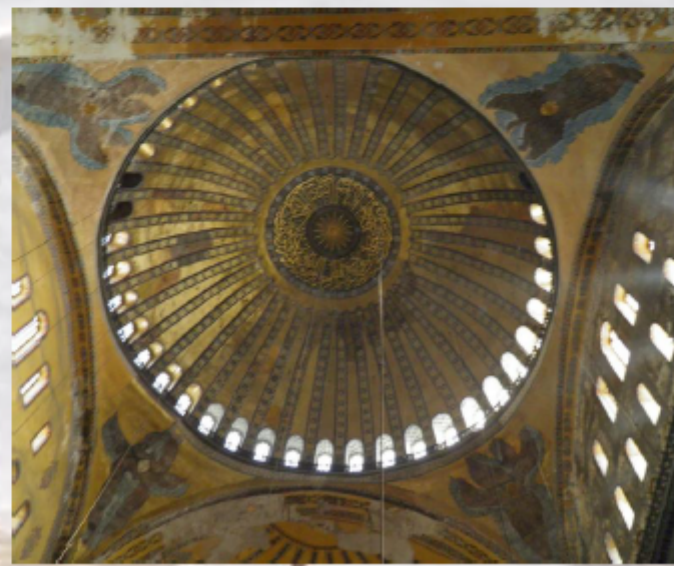
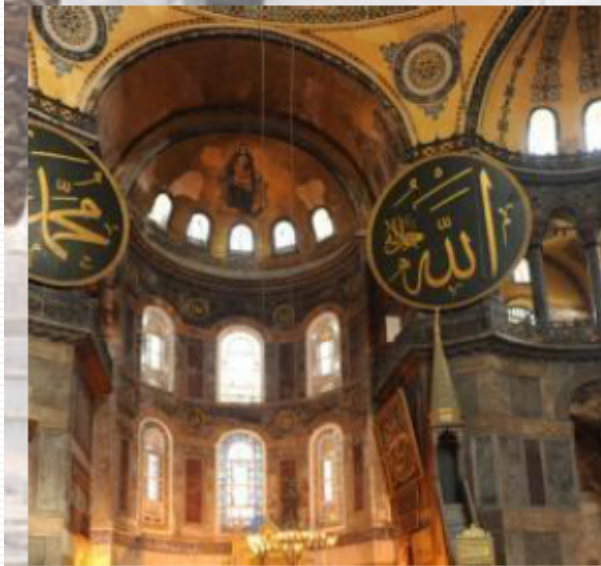
ΒΥΖΑΝΤΙΝΗ
ΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΙΑ

ΤΟΞΑ = 30,00μ.
Δ ΤΡΟΥΛΟΥ = 31,00μ.



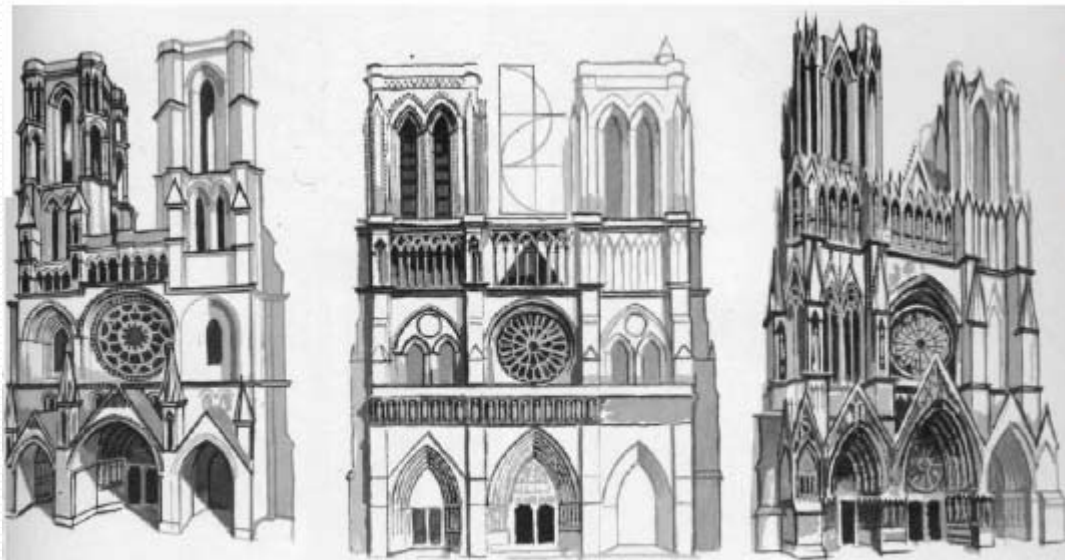
640-1453μ.Χ.

2000π.Χ. 1500π.Χ. 1000π.Χ. 500π.Χ. 0 500μ.Χ. 1000μ.Χ. 1500μ.Χ. 2000μ.Χ.



Courtesy:

Vomvilas G. Manos
www.vomvilasman.com



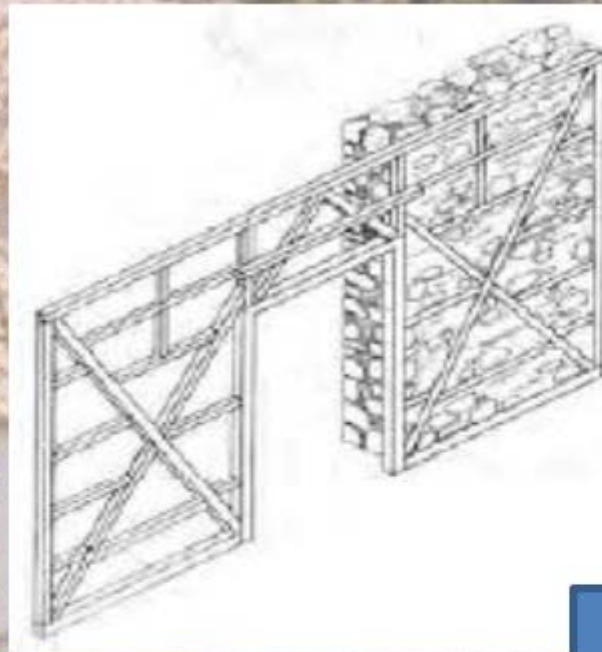
11^{ος} - 14^{ος} αι.

2000π.Χ. 1500π.Χ. 1000π.Χ. 500π.Χ. 0 500μ.Χ. 1000μ.Χ. 1500μ.Χ. 2000μ.Χ.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ:	11ος - 14ος αιώνας	ΠΕΡΙΟΧΗ:	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΕΥΡΩΠΗ (ΓΕΡΜΑΝΙΑ)
ΠΕΡΙΟΔΟΣ:	ΜΕΣΑΙΩΝΑΣ	ΜΕΓΙΣΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ:	λιθοδομές ύψους 12μ - τόξα ανοιγματος 3 - 3,5μ.
ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ - ΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΙΑ:	ΔΥΤΙΚΟΣ	ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ:	ΜΑΡΜΑΡΑ - ΨΗΜΕΝΟΙ ΟΠΤΟΠΛΙΝΘΟΙ - ΥΑΛΙ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:	ΓΟΤΘΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:	ΚΑΘΕΔΡΙΚΟΙ ΝΑΟΙ ΣΤΗ ΓΕΡΜΑΝΙΑ

Courtesy:

Vomvilas G. Manos
www.vomvilasman.com



11^{ος} – 20^{ος} αι.

2000π.Χ. 1500π.Χ. 1000π.Χ. 500π.Χ. 0 500μ.Χ. 1000μ.Χ. 1500μ.Χ. 2000μ.Χ.

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ:

11ος - 20ος αιώνας

ΠΕΡΙΟΧΗ:

ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ

ΠΕΡΙΟΔΟΣ:

ΤΟΥΡΚΟΚΡΑΤΙΑ

ΜΕΓΙΣΤΟ ΑΝΟΙΓΜΑ:

ΥΨΟΣ 6-10μ. ΑΝΟΙΓΜΑ ΔΟΚΩΝ 5μ.

ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΣ - ΚΥΤΟΚΡΑΤΟΡΙΑ:

ΒΑΣΙΛΕΙΟ ΟΘΩΜΑΝΩΝ ΤΟΥΡΚΩΝ

ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΗΣΗΣ:

ΦΥΣΙΚΟΙ ΗΜΙΛΑΞΕΥΤΟΙ ΛΙΘΟΙ

ΠΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ ΔΟΜΗΣΗ - ΞΥΛΟΠΗΚΤΕΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:

ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΙ, ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΙ ΟΙΚΙΣΜΟΙ

Courtesy:

Vomvilas G. Manos
www.vomvilasman.com