

ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ
ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ
ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΑΡΓΥΡΗ ΜΑΡΙΑΝΝΑ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε
Α.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΕΞΑΡΧΑΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/ή Αρης Αλεξίου του Χρυσόστομος φοιτητής του Τμήματος Πολιτικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιoδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.»

Ο Δηλών

Αρης Αλεξίου
[Signature]

Ημερομηνία

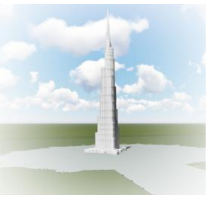
19/02/2020



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Περιεχόμενα

1.1	Εισαγωγή.....	8
1.2	Ιστορική αναδρομή.....	9
	<i>Παλαιολιθική εποχή.....</i>	9
	<i>Μεσολιθική εποχή.....</i>	12
	<i>Νεολιθική εποχή.....</i>	15
	<i>Εποχή του ορείχαλκου (ή εποχή του χαλκού)</i>	17
	<i>Εποχή του σιδήρου</i>	25
	<i>Αρχαία Ελληνική εποχή.....</i>	27
	<i>Ρωμαϊκοί χρόνοι.....</i>	30
	<i>Βυζαντινή εποχή.....</i>	32
	<i>Μαυριτανική Αρχιτεκτονική.....</i>	35
	<i>Αναγέννηση.....</i>	37
	<i>Αποικιακοί χρόνοι</i>	39
	<i>Βιομηχανική επανάσταση.....</i>	41
	<i>Μεσοπολεμική και μεταπολεμική περίοδος.....</i>	46
	<i>Σύγχρονη εποχή.....</i>	51
2.	Ορισμός της έννοιας του κτηρίου.....	57
2.1	Χρήσεις κτηρίων.....	62
3.	Δομικά υλικά.....	65
3.1	Τσιμέντο.....	65
3.2	Σκυρόδεμα	70
3.3	Χάλυβας.....	73
4.	Συμπεράσματα	84
5.	Δημιουργία θεματικού πάρκου.....	87
	Βιβλιογραφία.....	93
	Έντυπη	93



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες οφείλονται στον καθηγητή και επιβλέποντα μου, Κύριο Εξαρχάκο Γεώργιο, για την βοήθεια και την καθοδήγησή του σε δύσκολες στιγμές, στα πλαίσια εκπόνησης της παρούσας εργασίας.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Στον Χαράλαμπο και τη Μαρία
Στο Νικόλα και τη Χαρά
Στο Γιώργο



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Περίληψη

Η εργασία αυτή αποτελείται από τέσσερα (4) κεφάλαια.

Στο 1^ο Κεφάλαιο πραγματοποιείται μία σύντομη ιστορική αναδρομή, η οποία μέσα από το πρίσμα της συγγραφέως, αναφέρεται σε εποχές ορόσημα για την κατασκευαστική τεχνολογία και την εξέλιξη των υλικών.

Στο 2^ο κεφάλαιο πραγματοποιείται μια προσπάθεια ως προς το να καταφέρουμε να ορίσουμε, μέσα από την ιστορική αναδρομή που προηγήθηκε, την έννοια του κτηρίου αλλά και τις χρήσεις που έχει. Πιο συγκεκριμένα, διερευνά τις ανάγκες του ανθρώπου που τον οδήγησαν στην κατασκευή κτισμάτων, και ταυτόχρονα τις απαιτήσεις που είχαν ως κατάληξη τον διαχωρισμό των χρήσεων μίας κατασκευής.

Στο 3^ο κεφάλαιο, γίνεται μία εκτενής αναφορά, σε κάποια από τα πιο σημαντικά υλικά δόμησης, και πως αυτά εξελίχθηκαν στο πέρασμα των αιώνων.

Στο 4^ο κεφάλαιο ουσιαστικά, καταγράφονται τα συμπεράσματα της εν λόγω έρευνας, σε ό,τι αφορά το ύψος των κτηρίων, και αν αυτό αυξάνεται αντίστοιχα με την εξέλιξη της οικοδομικής τεχνολογίας και την εξέλιξη των υλικών δόμησης.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Abstract

This thesis is composed of four (4) chapters.

In the first chapter, a short retrospection in history is carried out, and as seen through the writer's eye, it refers to different era-milestones of building technology.

In the second chapter, an effort is carried out to define, through the presided retrospection, the notion of the building, and also its different uses. More specifically, the thesis researches the needs of man that led him to making buildings and at the same time, the necessities that ended in dividing the uses of the construction.

In the third chapter, there is an extensive account on some of the most important of building materials and how they got evolved through the passage of the centuries.

In the fourth chapter, are essentially recorded the conclusions of this research, regarding the high of buildings, and if their high increases according to evolution of building, and building materials.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Κεφάλαιο 1^ο

1.1 Εισαγωγή

Από την αρχή της ύπαρξης μας, τρεις είναι οι ανάγκες που πρέπει να εκπληρώσουμε ώστε να καταστήσουμε την επιβίωσή μας δυνατή. Η ανάγκη μας για :

1. τροφή,
2. πόσιμο νερό
3. προστασία.

Προστασία από τα καιρικά φαινόμενα, τα άγρια ζώα αλλά και άλλους κινδύνους που απειλούν τη σωματική μας ακεραιότητα καθώς και το οικείο περιβάλλον μας.

Η τροφή και το νερό ήταν δύο κομμάτια τα οποία μπορούσαμε εύκολα να καλύψουμε, ή τουλάχιστον πιο εύκολα σε σχέση με το κομμάτι της προστασίας. Μπορούσαμε να κυνηγήσουμε με τα χέρια μας, να τραφούμε από τη γη, να ικανοποιήσουμε την ανάγκη μας για νερό βρίσκοντας κάποιο μικρό ρυάκι ή έναν μεγάλο ποταμό.

Πώς όμως μπορούσαμε να προστατευτούμε?

Και από τη στιγμή που ως είδος διασφαλίσαμε και αυτή την ανάγκη, καταφέραμε να εξελιχθούμε?

Βάση της προόδου της οικοδομικής τεχνολογίας και τεχνογνωσίας αυξήθηκαν οι ανάγκες μας και οι απαιτήσεις μας?

Σκοπός λοιπόν της εργασίας αυτής, είναι να αναλύσουμε την εξέλιξή μας πάνω στον τομέα των κατασκευών, η οποία από την αρχή των ιστορικών γεγονότων μέχρι και σήμερα, στον 21^ο αιώνα, βασίζεται στην συνεχόμενη πρόοδο της τεχνογνωσίας και της τεχνολογίας, αλλά και στις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις μας, οι οποίες ορίζονται από κοινωνικούς, πολιτικούς, οικονομικούς αλλά και άλλους παράγοντες τους οποίους θα περιγράψουμε αναλυτικά



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

1.2 Ιστορική αναδρομή

Παλαιολιθική εποχή

2,8 εκατομμύρια χρόνια πριν, παρατηρούμε την πρώτη εμφάνισή μας ως είδος. Η περίοδος αυτή ονομάζεται παλαιολιθική και χωρίζεται σε τρεις περιόδους.

1. Κατώτερη παλαιολιθική
2. Μέση παλαιολιθική
3. Ανώτερη παλαιολιθική

Κατά την κατώτερη παλαιολιθική εποχή εμφανίζεται το γένος «Χόμο», ο πρώτος πρόγονός μας, ο οποίος χαρακτηρίζεται ως σαρκοβόρος και πτωματοφάγος.¹ Ουσιαστικά μέχρι και 600.000 χρόνια πριν ο άνθρωπος ζει ως νομάς και η δημιουργία καταλύματος είναι κάτι άγνωστο σε αυτόν. Τα ίχνη πρώιμων εργαλείων εμφανίζονται μετά τα 2,5 εκατομμύρια χρόνια και πρόκειται για λίθινα τσεκούρια. Ένα παράδειγμα τέτοιου είδους είναι αυτά που ανακαλύφθηκαν στο Olduvai της Τανζανίας. Το φαράγγι Olduvai είναι μία περιοχή στην Τανζανία που κατέχει τα πρώτα στοιχεία για την ύπαρξη ανθρώπινων προγόνων. Παλαιοανθρωπολόγοι έχουν βρει εκατοντάδες απολιθωμένα οστά και εργαλεία που χρονολογούνται από εκατομμύρια χρόνια και έχουν οδηγηθεί στο συμπέρασμα πως οι άνθρωποι εξελίχθηκαν στην Αφρική².

Επίσης οι θρυμματισμένοι λίθοι θεωρούνται ως τα αρχαιότερα εργαλεία, ωστόσο δεν μπορεί κανείς να ξεχωρίσει τους εσκεμμένα θρυμματισμένους σε σχέση με αυτούς που προέκυψαν από τη φυσική διάβρωση. Μερικά από τα σημεία που βρέθηκαν συγκεντρωμένα πολλά εργαλεία είναι το Κουκουτιενιάν της Κίνας αλλά και πολλά ακόμα σε Ευρώπη, Αφρική και Ασία και οι ανακαλύψεις αυτές χρονολογούν τα εργαλεία από το 500.000 π.χ. - 100.000 π.Χ. και τα χωρίζουν σε δύο τύπους:

¹ <https://el.wikipedia.org/wiki/>

² <https://www.eturbonews.com/166232/discovery-origin-man-olduvai-gorge-museum-tanzania-open-visitors>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

1. Ο ένας αποκαλείται τύπος πυρήνα και ουσιαστικά προκύπτει από τη σταδιακή αφαίρεση υλικού έως ότου διαμορφωθεί η κατάλληλη κόψη.
2. Ο άλλος προκύπτει από τα θραύσματα λίθου που δημιουργούνται κατά τη θραύση ή τη κατεργασία του.



Εικόνα1:Κροκάλα³ κρουστήρας

Κοντά στο 600.000 π.χ. έχουν κάνει την εμφάνισή τους οι πρώτοι κυνηγοί - τροφосуλλέκτες, πράγμα που σημαίνει τη δημιουργία μίας πρώιμης κοινωνίας χωρίς όμως ακόμα να υπάρχει κάποια ιστορική αναφορά για την δημιουργία κτισμάτων την περίοδο αυτή.

Κατά τη μέση παλαιολιθική εποχή παρατηρούμε τον Μουστέριο πολιτισμό, ο οποίος πήρε το όνομα του από τον βράχο Le Moustier της Ντορντόν, περιοχή στη νότια Γαλλία⁴. Υπολείμματα αυτής της φάσης του ανθρώπινου πολιτισμού έχουν βρεθεί σε σπήλαια, τα οποία προφανώς χρησιμοποιήθηκαν ως πρώτες κατοικίες. Τα εργαλεία της περιόδου αυτής περιλαμβάνουν λίθινες φολίδες, οστέινες βελόνες και επεξεργασμένα οστά, τα οποία κυρίως προέρχονταν από την άρκτο των σπηλαίων⁵.

Τέλος, κατά τη διάρκεια της ανώτερης παλαιολιθικής περιόδου η οποία διήρκεσε περίπου 32.200 χρόνια, δηλαδή από το 45.000 π.Χ. - 12.800 π.Χ. παρατηρούμε τη δημιουργία αρκετών πολιτισμών

³ πέτρα με στρογγυλεμένες άκρες που βρίσκεται συνήθως σε ποτάμια, λίμνες ή παραθαλάσσιες περιοχές

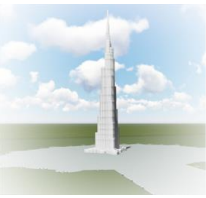
⁴ http://greek_greek.enacademic.com

⁵ http://greek_greek.enacademic.com



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

σε πολλά σημεία πάνω στον πλανήτη. Ξεκινώντας από τον Σατελπερόνιο πολιτισμό στην περιοχή της σημερινής Γαλλίας ο οποίος χρονολογείται στο 44.000 π.Χ., συνεχίζοντας χρονικά στους Αβορίγινες της Αυστραλίας το 39.000 π.Χ., μετέπειτα στον Ωρινάκιο πολιτισμό επίσης στην περιοχή της σημερινής Γαλλίας το 30.000 π.Χ., καταλήγουμε στον οικισμό του Ντόλνι Βεστόνιτσε το 22.000 π.Χ. στην περιοχή της σημερινής Μοραβίας στην Τσεχία, ο οποίος είναι χτισμένος από πέτρες και κόκαλα μαμούθ και πρόκειται για τον παλαιότερο ανθρώπινο οικισμό που ανακαλύφθηκε από τους αρχαιολόγους. Ουσιαστικά πρόκειται για την πρώτη μόνιμη κατασκευή στο πέρασμα των χιλιετιών και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα ίδια με αυτά που χρησιμοποιούσαν για την κατασκευή των εργαλείων τους.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ Μεσολιθική εποχή

Κατά τη διάρκεια της Μεσολιθικής περιόδου περίπου 10.000 π.Χ. – 6.500 π.Χ., αμέσως μετά το τέλος της παλαιολιθικής, παρατηρούμε πως οι μετακινήσεις πληθυσμών οφείλονται σε παράγοντες όπως είναι η οικονομία και οι κλιματικές αλλαγές. Παρατηρούμε ακόμα πως ενώ υπάρχει η έννοια του οικισμού και ενώ τα εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούν συνεχώς αναπτύσσονται, δεν υπάρχει και η αντίστοιχη πρόοδος των κατασκευών.

Σε αυτήν τη εποχή παρατηρούμε την χρήση κυρίως τόξου και βελών, την δημιουργία του πρώτου ξύλινου τρυπανιού και το μεγαλύτερο επίτευγμα της εποχής, την κατασκευή του πρώτου



Εικόνα 2: πλοiάριο από δέσμες παπύρου, κατασκευή υπό κλίμακα κωπήλατου ξύλινου πλοiαρίου⁶. Οι ανάγκες που οδήγησαν στη δημιουργία αυτού, ήταν κυρίως η εξέλιξη των ανθρώπων πάνω στην αλιεία μέσω της οποίας μπορούσαν να παρέχουν την απαραίτητη τροφή στους οικισμούς αλλά και να μπορέσουν να εντοπίσουν πόρους για τη δημιουργία εργαλείων. Με την ανάπτυξη της αλιείας βλέπουμε την ανάπτυξη των οικισμών σε παράκτιες περιοχές και τα ευρήματα αρχαιολόγων επιβεβαιώνουν αυτό το σενάριο.

Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το σπήλαιο Φράγχθι Ερμιονίδας⁷. Υπάρχουν ενδείξεις πως το σπήλαιο στέγαζε κατοίκους συνεχώς από το 20.000 π.Χ. έως και το 3000 π.Χ. και είναι μία

⁶<https://sites.google.com/site/nikosmpalaskasalimedon/istoria/archaias-elladas/1-proiestorike-periodos-750-000-3-315-p-ch>

⁷<https://sites.google.com/site/nikosmpalaskasalimedon/istoria/archaias-elladas/1-proiestorike-periodos-750-000-3-315-p-ch>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

από τις σημαντικότερες προϊστορικές θέσεις του Ελληνικού χώρου. Από την πρώιμη περίοδο κατοίκησης του βρέθηκαν εργαλεία από πυριτόλιθο και σχιστόλιθο.

Την ίδια εποχή ενώ στον Ελλαδικό χώρο οι άνθρωποι κατοικούσαν σε σπήλαια, στην Ασία κτίστηκε η Ιεριχώ, η πρώτη πόλη του κόσμου, με έκταση 24.000 m² και πληθυσμό 2000 κατοίκων.

Ιεριχώ, πόλη οικοδομημένη στις όχθες του ποταμού Ιορδάνη, στις εκβολές της λίμνης Τιβεριάδας, χρονολογείται από την εποχή του Νατούφιου πολιτισμού και θεωρείται η αρχαιότερη πόλη του κόσμου, σύμφωνα πάντα με τις μελέτες παλαιοανθρωπολόγων.

Η Ιστορία της ξεκινά το 10.000π.Χ όταν μία ομάδα κυνηγών εγκαταστάθηκε στην περιοχή, προσελκυσμένη από την εξασφαλισμένη παρουσία νερού και τροφής. Κοντά στο 8.500π.Χ οι πρώτοι αυτοί οικιστές είχαν δημιουργήσει ένα χωριό. Τα σπίτια του οικισμού αυτού, είχαν σχήμα ημισφαιρικής καλύβας, με μία πόρτα εισόδου η οποία προστατευόταν από μία μικρή σήραγγα. Ακόμα, για λόγους προφανώς ηλιασμού υπήρχε ένα μικρό άνοιγμα στην οροφή (φεγγίτης), ενώ ήταν χτισμένα από λασπότουβλα. Ωστόσο κοντά στο 7000π.Χ Πάνω στα χαλάσματα των πρώτων κτηρίων, οικοδομούνται καινούρια κτίσματα κυρίως στρογγυλά τα οποία προστατεύονταν από ισχυρούς τοίχους αλλά και από ένα μεγάλο κυλινδρικό πύργο με στρογγυλή οροφή, ουσιαστικά έναν πρώιμο τρούλο, με συνολικό ύψος κατασκευής 9 μέτρα κάποιιοι εκ των οποίων διασώζονται μέχρι και σήμερα.⁸

Η αφθονία τοπικών προϊόντων, όπως το αλάτι, η ασφαλτος με οψιδιανό λίθο⁹ από τη Μ. Ασία, όστρακα από την Ερυθρά θάλασσα αλλά και κάλαϊ λίθο από το Σινά¹⁰, ήταν αυτή που συντέλεσε στην ευημερία της πόλης. Η οικονομική αυτή ευημερία λοιπόν, οδήγησε στην κοινωνική ανάπτυξη με αποτέλεσμα την αύξηση του πληθυσμού

⁸ http://thesecretrealtruth.blogspot.com/2011/09/blog-post_5526.html

⁹ <https://el.wikipedia.org/wiki/>

Ο **οψιδιανός** είναι πέτρωμα που προέρχεται από ηφαιστειογενείς περιοχές νεαρής γεωλογικά ηλικίας. Είναι πέτρωμα όξινο, σκουρόχρωμο με υαλώδη υφή (θεωρείται φυσικό γυαλί) και χρησιμοποιήθηκε εξαιτίας της σύστασης και ανθεκτικότητάς του, ήδη από τα τέλη της Ανώτερης Παλαιολιθικής περιόδου για την κατασκευή λεπίδων με κοφτερές ακμές, που χρησίμευαν ως μαχαίρια, ξέστρες και ξυράφια.

¹⁰ <https://books.google.gr/books?id>

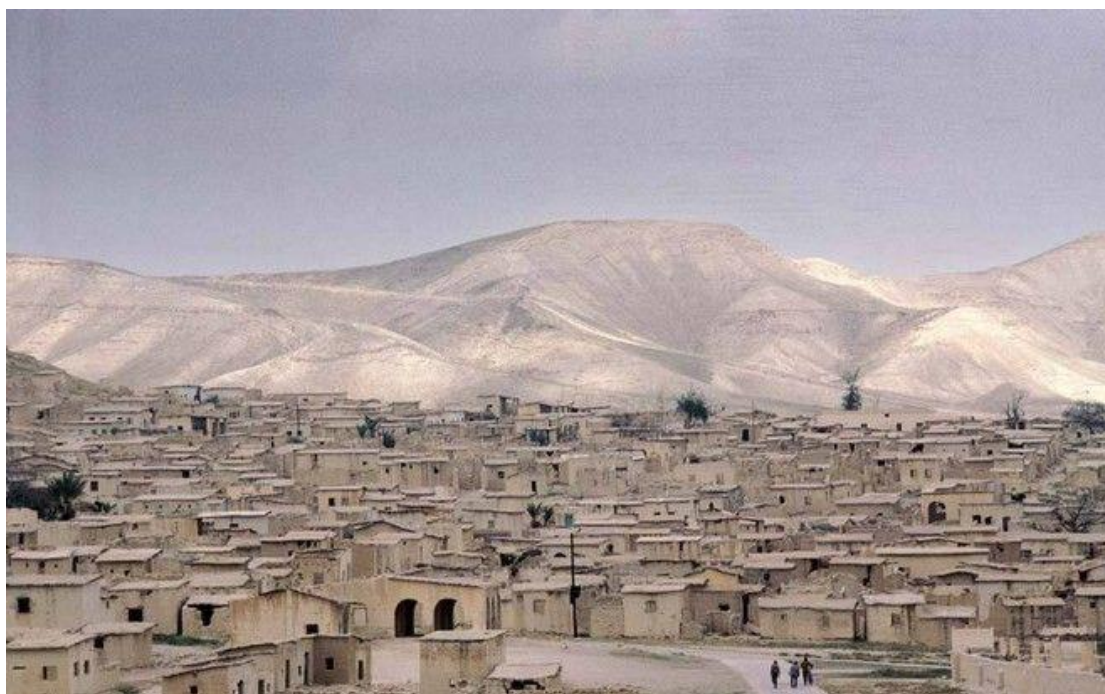
Κάλαϊς ή **κάλλαϊς** : πολύτιμος λίθος πρασινίζοντος κυανού χρώματος.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

και η αύξηση του πληθυσμού δημιούργησε την ανάγκη για τη κατασκευή καταλυμάτων όπως και την αναβάθμιση του υπάρχοντος σχεδίου.

Με το πέρασμα των ετών η Ιεριχώ από ένα μικρό χωριό μετατράπηκε σε μία μεγάλη πόλη η οποία οχυρώθηκε με πέτρινα τείχη και τάφρο στον περίγυρό της, αλλά και με τετράγωνα σπίτια, που αντικατέστησαν τα αρχικά στρογγυλά. Συμπερασματικά, από την αρχαιότητα, η κάλυψη των βασικών αναγκών μας είναι αυτή που οδήγησε στην δημιουργία οικονομικών και κατά συνέπεια κοινωνικών παραγόντων βάσει των οποίων συνεχώς εξελισσόμαστε.



Εικόνα3: Η πόλη της Ιεριχούς



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Νεολιθική εποχή

Νεολιθική εποχή (αρχαιότερη, μέση, νεότερη και τελική) 6.500 π.Χ. – 3.200 π.Χ. Μία σύντομη αναφορά και σε αυτό το χρονικό κομμάτι της προϊστορίας, θα μας βοηθήσει να γνωρίσουμε ακόμα περισσότερα για την εξέλιξη της οικοδομικής τεχνολογίας καθώς και για τα οικοδομικά και ρυμοτομικά σχέδια τα οποία συνεχώς αλλάζουν βάσει των εκάστοτε απαιτήσεων, αναγκών και συνθηκών.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την ανέγερση κτισμάτων



στις αρχές της εποχής αυτής είναι οι χοντροί ξύλινοι πάσσαλοι, τα καλάμια, ο πηλός και η πέτρα για τα θεμέλια και την ανωδομή (τοίχοι), ενώ για τη στέγαση χρησιμοποιούνται κορμοί

Εικόνα4:Εργαλεία νεολιθικής εποχής

δέντρων, καλάμια, πηλός και άχυρο.

Οι οικισμοί αποτελούνται από ημιυπόγειες, πασσαλόπηκτες και μονόχωρες καλύβες, οι οποίες κτίζονται ανεξάρτητες η μία από την άλλη και τα γειτονικά κτίσματα χρησιμοποιούν εστίες και φούρνους που βρίσκονται στους κοινόχρηστους ελεύθερους χώρους ανάμεσα στα σπίτια.

Με το πέρασμα των χιλιετιών, η κατασκευή πασσαλόπηκτων οικιών εξελίσσεται και για πρώτη φορά οικοδομούνται κτίσματα με λίθινα θεμέλια και τοίχους από ωμές πλίνθους (άψητα τούβλα από μίγμα πηλού και άχυρου). Τα σπίτια είναι ορθογώνια, μονόχωρα, ή μπορεί να διαθέτουν ανοικτό ή κλειστό προθάλαμο. Ακόμα, είναι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο και είναι κατά κανόνα ισόγεια. Ωστόσο, υπάρχουν ενδείξεις για τη χρήση διώροφων οικημάτων.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου οικισμού, υπάρχει στον Ελλαδικό χώρο, στον οικισμό Τσαγγλί στην περιοχή της Λάρισας. Οικία με εσωτερικές αντηρίδες, -δηλαδή τοιχάρια που προεξέχουν σε κάθε πλευρά και εξυπηρετούν στη στέγαση του χώρου αλλά και στη διάκριση των λειτουργιών του, όπως τροφοπαρασκευή, αποθήκευση και ύπνο- και μία σειρά πασσάλων στο μέσο του χώρου.¹¹

Τέλος, παρατηρείται σημαντική αύξηση του αριθμού των οικιών στις πεδιάδες, πράγμα που συνεπάγεται πληθυσμιακή αύξηση.

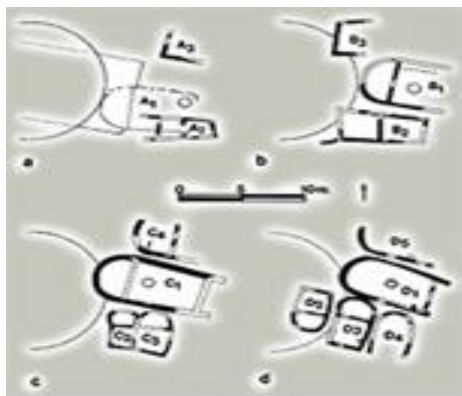
¹¹ http://www.ime.gr/chronos/01/gr/nl/housing/nl_archfr.html



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Χρησιμοποιούνται για πρώτη φορά μεγάλων διαστάσεων ορθογώνια κτίσματα, ενώ πολλοί οικισμοί περιβάλλονται από τάφρους πλάτους 4-6 μέτρων και βάθους 1,5-3,5 μέτρων, ή λιθόκτιστους περιβόλους ύψους 1,5-1,7 μέτρων. Αρχίζουν να κατοικούνται περισσότερο οι παράκτιες περιοχές, ενώ για πρώτη φορά εμφανίζονται τα αψιδωτά κτίσματα.

Τα αψιδωτά κτίσματα προκύπτουν από τη σύνθεση ευθύγραμμων και καμπυλόγραμμων στοιχείων, από την οποία δημιουργείται ένας ορθογώνιος στενόμακρος χώρος με καμπυλόγραμμη τη μία από τις στενές του πλευρές και χρησιμοποιούνται είτε ως ενιαίος χώρος, είτε διαιρούνται σε δύο ή τρεις μικρότερους. Επίσης, η εσωτερική τους διαρρύθμιση, δεν διαφέρει από αυτή των απλών στενόμακρων κτηρίων¹².



Εικόνα5: Κάτοψη αψιδωτών κτισμάτων

¹² <http://www.ime.gr/chronos/02/mainland/gr/eh/habitation/architecture/index5.html>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Εποχή του ορείχαλκου (ή εποχή του χαλκού)

Μία ακόμη περίοδος, μεταβατική όμως αυτή τη φορά, στην οποία παρατηρούμε τεχνολογική εξέλιξη, είναι η εποχή του ορείχαλκου, η οποία συνδέει την νεολιθική με την εποχή του σιδήρου.

Η περίοδος κατά την οποία ένας πολιτισμός κατάφερε να αναπτύξει μεταλλουργικές τεχνικές εξόρυξης του χαλκού από φυσικά



κοιτάσματα και τα αναμείξει με άλλα μέταλλα με σκοπό τη δημιουργία ορείχαλκου, ορίζεται ως εποχή του ορείχαλκου. Στις ανακαλύψεις της εποχής αυτής τοποθετείται η δημιουργία του ακτινωτού τροχού αλλά και

Εικόνα 6:Εργαλεία Χολολιθικής εποχής η επινόηση του ζυγού, ενώ τα παντός τύπου εργαλεία –πολεμικά όπλα, ασπίδες, εργαλεία καθημερινής χρήσης, εργαλεία επεξεργασίας υλικών– είναι πλέον κατασκευασμένα από χαλκό και ορείχαλκο. Η ανάπτυξη της μεταλλουργίας, συμβάλει στην ανάπτυξη των πόλεων και κατά συνέπεια της οικοδομικής τεχνολογίας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα πολιτισμού της εποχής αυτής στον Ελλαδικό χώρο, είναι ο Μινωικός πολιτισμός. Ένας πολιτισμός που ουσιαστικά αναπτύχθηκε στην αρχή της εποχής του χαλκού και παρήκμασε στα τέλη του 12ου αιώνα π.Χ.

Την πληρέστερη εικόνα μίας μινωικής πόλης μπορούν να μας δώσουν οι οικισμοί των Γουρνιών, του Παλαίκαστρου και του οικοδομικού συγκροτήματος των Μαλίων¹³. Τα αστικά κέντρα βρίσκονταν σε μεγάλα οικοδομικά συγκροτήματα που χωρίζονταν από στενούς δρόμους και η διέλευσή μέσα στην πόλη και προς τις εισόδους της γινόταν από πλατύτερους κεντρικούς δρόμους και



Εικόνα7: Μινωική πόλη

πλατείες. Τα συγκροτήματα αυτά πιθανόν να είχαν δημιουργηθεί με διαδοχικές προσθήκες νέων κτισμάτων, ωστόσο, παρά τις συνεχείς επεκτάσεις, φαίνεται πως είχε προηγηθεί ένας αρχικός σχεδιασμός, γεγονός το οποίο αποδεικνύεται από τα άριστα συστήματα

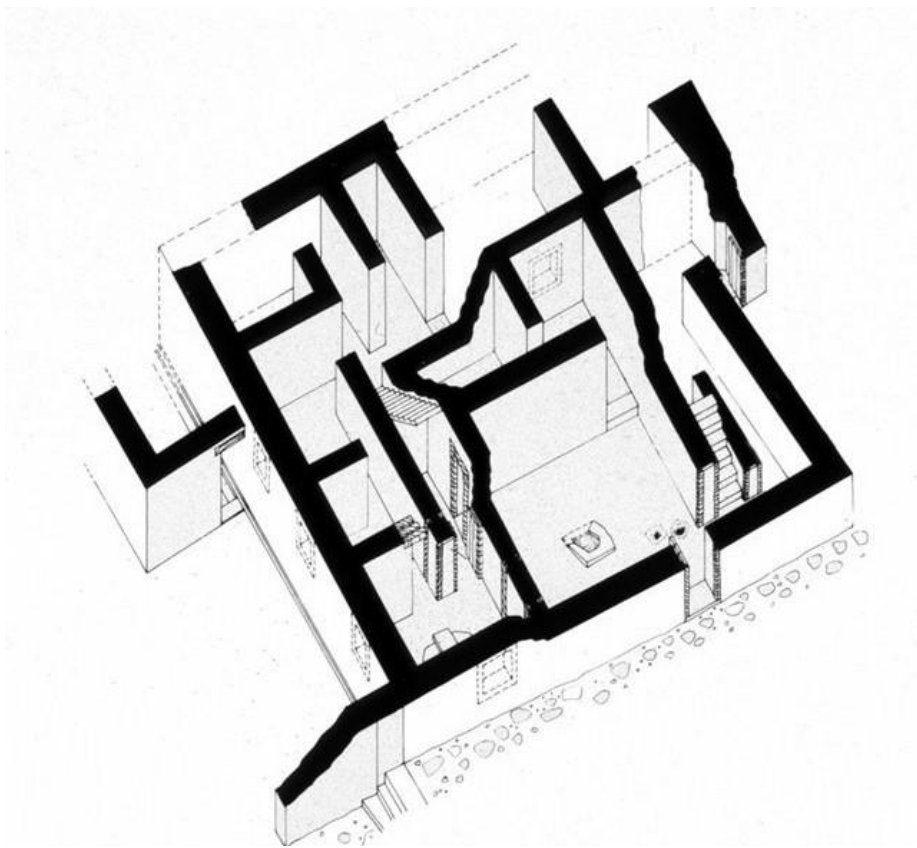
αποχέτευσης και εξαερισμού, καθώς και το σύστημα διαδρόμων που

¹³ <http://www.elxefsos.com/index.php/el/texni/arxitektoniki-kai-diakosmisi/143-minwikos-politismos>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

επέτρεπε την άνετη διακίνηση στο εσωτερικό των συγκροτημάτων. Τα συστήματα της αρχιτεκτονικής των ανακτόρων επαναλαμβάνονται στις επαύλεις και τις ιδιωτικές κατοικίες. Η βασική διαφορά των κατοικιών από τα ανάκτορα, βρίσκεται στην απουσία της κεντρικής αυλής και στην έλλειψη κεντρικού άξονα. Τα ιδιωτικά κτήρια, άλλοτε ξύλινα, άλλοτε πέτρινα ή μαρμάρινα είναι απλούστερα στο σχεδιασμό τους, αλλά και σε αυτά ισχύει η ασυμμετρία των προσόψεων, η ποικιλία του ύψους της στέγης, ανάλογα με το πόσους ορόφους είχαν και η διαίρεση σε χώρους καθορισμένων χρήσεων. Τα παράθυρα συνήθως βρίσκονταν για λόγους ασφαλείας, στους ορόφους και όχι στο ισόγειο, ενώ σχεδόν σε όλα τα κτίσματα είχαν ένα μικρό δώμα στην οροφή τους.



Εικόνα 8: Μινωική κατοικία

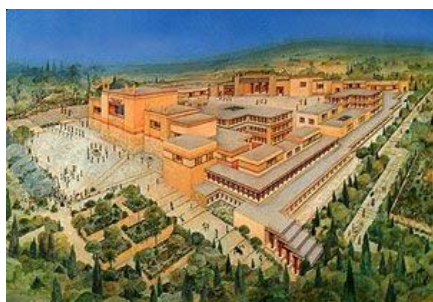
Οι οικοδομικές λεπτομέρειες που παρατηρούνται σε όλα τα κτίσματα είναι ο συνδυασμός πλινθοδομής και ξυλοδεσιάς και οι διακοσμητικές ζωφόροι από κατακόρυφα κομμένους κορμούς δέντρων. Ακόμη, κάποια δημόσια κτήρια, ενδεχομένως αποθήκες τροφίμων, είχαν επενδυμένους τοίχους, με κεραμικά πλακάκια παρόμοια με τα σημερινά. Αντίθετα με τις περισσότερες πόλεις του νησιωτικού κορμού που αναπτύχθηκαν την εποχή του χαλκού, οι



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

μινωικές πόλεις δεν διέθεταν οχύρωση. Επίσης, έχουν ορθογώνιες κατόψεις και μόνο όσα δωμάτια απαιτούνται για τις βασικές ανάγκες των ενοίκων. Ο εξοπλισμός τους είναι επίσης λιτός, λιγοστά σκεύη και τα απαραίτητα αγροτικά εργαλεία.

Τα ανάκτορα τώρα, αποτελούσαν από πολυώροφα διαμερίσματα τα οποία ενίοτε έφταναν και τους πέντε ορόφους, γεγονός που διαπιστώνεται από την ύπαρξη κλιμακοστασίων και από τους ιδιαίτερα παχείς τοίχους του ισόγειου. Τα διαμερίσματα ήταν διαρθρωμένα σε τέσσερις πτέρυγες γύρω από μία τεράστια ορθογώνια



Εικόνα9: Μινωικά ανάκτορα

κεντρική αυλή που αποτελούσε το λειτουργικό πυρήνα του ανακτόρου και η κεντρική αυλή είχε παραλληλόγραμμο σχήμα και ήταν προσανατολισμένη από βορρά προς νότο. Γύρω από την κεντρική αυλή, στο ισόγειο αναπτύσσονταν με δαιδαλώδη τρόπο διαμερίσματα διαφόρων

χρήσεων. Διέθεταν μεγάλες αίθουσες υποδοχών και συνεστιάσεων, ιερά με ειδικές εγκαταστάσεις τελετουργιών, εργαστήρια, μαγειρεία και αποθήκες όπου συσσωρεύονταν το πλεόνασμα της περιφέρειας. Στους επάνω ορόφους, βρίσκονταν οι χώροι κατοικίας και τα πολυτελή διαμερίσματα στα οποία κατοικούσαν μάλλον οι βασιλείς-αρχιερείς, χώροι συμποσίων και εργαστηρίων καθώς και ιεροί χώροι που βρίσκονταν σε όλα σχεδόν τα διαμερίσματα των ανακτόρων ανεξάρτητα από το χαρακτήρα τους, όπως επίσης και στην κεντρική αυλή, όπου οι κτιστές εξέδρες μαρτυρούν τη τέλεση κοινωνικών εκδηλώσεων ιερού χαρακτήρα. Η μετακίνηση ανάμεσα στους χώρους των ανακτόρων εξασφαλιζόταν με διαδρόμους, φωταγωγούς, εξώστες και πολύθυρα τα οποία εξασφάλιζαν επίσης τον



Εικόνα10:Κίονες των οποίων το μέγεθος της διατομής μειώνεται στο κάτω μέρος.

αερισμό και τον φυσικό φωτισμό των εσωτερικών διαμερισμάτων.

Τα κλιμακοστάσια είχαν άνετα, χαμηλά σκαλιά και φαρδιά πλατύσκαλα και παρά τον γενικό ομοιόμορφο χαρακτήρα της ανακτορικής αρχιτεκτονικής μερικά στοιχεία όπως οι κίονες παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία. Ήταν ξύλινοι με λίθινες βάσεις και το πάχος τους μειώνονταν προς το κάτω μέρος.

Επιπλέον στα ανάκτορα υπήρχε ένα περίπλοκο



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

διπλό αποχετευτικό σύστημα για να μεταφέρονται τα υγρά απόβλητα χωριστά από τα όμβρια ύδατα, καθώς επίσης και ένα υδραυλικό σύστημα με πήλινες σωληνώσεις όπου μεταφέρονταν το νερό από το υδραγωγείο της πόλης. Όλα τα Μινωικά ανάκτορα διέθεταν ειδικά σχεδιασμένους χώρους για την αποθήκευση των αγροτικών και βιοτεχνικών προϊόντων που συλλέγονταν από τη επαρχία. Οι ανακτορικές αποθήκες ήταν στενοί χώροι με παράλληλη διάταξη, γεμάτοι από τεράστια πιθάρια και βρίσκονταν συνήθως στη δυτική ισόγεια πτέρυγα, κοντά στην είσοδο, η οποία αυτή τους θέση, στόχευε έμμεσα στην επίδειξη του οικονομικού κύρους, κατά τις συγκεντρώσεις του πλήθους στον θεατρικό χώρο.

Σε ό,τι αφορά τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τη οικοδόμηση των Μινωικών κτηρίων, ήταν πολλά διαφορετικά πετρώματα διαφόρων χρωμάτων και το κύριο υλικό της τοιχοδομίας ήταν λαξευμένοι δόμοι από πωρόλιθο. Άλλα λιγότερο συνήθη υλικά ήταν κροκαλοπαγείς λίθοι, η κουσκουσόπετρα και ο σχιστόλιθος, ενώ ο γυψόλιθος χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την οικοδόμηση πολυτελών κτηρίων. Οι εξωτερικοί και οι εσωτερικοί τοίχοι ήταν κτισμένοι από λίθινους δόμους, ενώ τα κατώφλια ήταν στρωμένα με λίθινες πλάκες. Ως συνδετικό υλικό μεταξύ των δομών, χρησιμοποιούνταν πηλός ανακατεμένος με χαλίκια, όστρακα και άχυρο.

Οι εξωτερικοί τοίχοι, που ήταν κτισμένοι με μεγαλύτερη επιμέλεια από τους εσωτερικούς, ήταν συνήθως στεγανοποιημένοι με πηλόχρωμα και οι εσωτερικοί τοίχοι καλύπτονταν από χρωματιστά ασβεστοκονιάματα. Στην τοιχοδομία χρησιμοποιήθηκε και αρκετό ξύλο. Το ξύλο εξασφάλιζε την ελαστικότητα των κτηρίων και κατά συνέπεια την προστασία από τους σεισμούς. Ξυλεία χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την κατασκευή κιόνων, παραστάδων και θυρωμάτων και ως στήριγμα της οροφής και των δαπέδων. Από ξύλο κατασκευάζονταν συχνά τα κλιμακοστάσια ενώ οι ξύλινες επενδύσεις των τοίχων χρησιμοποιήθηκαν πολλές φορές ως φθηνό υποκατάστατο της ορθομαρμάρωσης. Τα δάπεδα των ισόγειων ήταν συχνά στρωμένα με χαλικάσβεστο, ενώ πολλές φορές μεταξύ των πλακών δημιουργούνταν διάχωρα γεμισμένα με φθαρτά υλικά.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Ένα ακόμα εξαιρετικά μεγάλο κατασκευαστικό επίτευγμα της



Εικόνα 11: Πυραμίδες

εποχής, αυτή τη φορά από τον πολιτισμό των αρχαίων Αιγυπτίων είναι οι πυραμίδες της Αιγύπτου με μεγαλύτερη όλων την πυραμίδα της Γκίζας, το υψηλότερο κτήριο στον κόσμο για πάνω από 3.800 χρόνια με ύψος 146,60m. Έχει επίσης

τέλεια τετράγωνη βάση με πλευρά 230,35m και

προκαλεί δε εντύπωση στους σύγχρονους ερευνητές για τα δεδομένα της εποχής της κατασκευής της. Έχει όγκο 2.521.000 κυβικά μέτρα, καλύπτει επιφάνεια 54.000 τετραγωνικών μέτρων και το υπολογιζόμενο βάρος της φθάνει τους 6,5 εκατομμύρια τόνους.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η μέτρηση του ύψους των πυραμίδων έγινε πρώτη φορά από το Θαλλή με χρήση όμοιων τριγώνων όπου και τεκμηριώθηκε η έννοια της απόδειξης στη Γεωμετρία ώστε να ισχύει μία συνθήκη σε κάθε περίπτωση.

Χαρακτηριστικά αναφέρει ο Ιερώνυμος¹⁴ ότι ο Θαλλής «... κατόρθωσε ακόμη και να μετρήσει τις Πυραμίδες παρατηρώντας το μήκος της σκιάς τους κατά τη στιγμή που οι σκιές μας έχουν μέγεθος ίσο με το ύψος μας...»

Ο Πλούταρχος αναφέρει ότι μεταξύ άλλων άθλων του αυτός που ικανοποίησε ιδιαίτερα τον Φαραώ Αμάσι ήταν η μέτρηση του ύψους των πυραμίδων.¹⁵

Οι πυραμίδες είναι εντυπωσιακές κυρίως λόγω του τεράστιου μεγέθους τους και του ανθρώπινου δυναμικού που πρέπει να χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή τους. Τα προβλήματα μηχανικής που σχετίζονται με αυτές αφορούν κυρίως τη μεταφορά τεμαχίων μερικές φορές σε μεγάλες αποστάσεις και την ακριβή ευθυγράμμιση. Οι πέτρες που σχηματίζουν τον πυρήνα των πυραμίδων κόπηκαν κατά προσέγγιση, ειδικά στη μεγάλη πυραμίδα και το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για να γεμίσουν τα κενά ήταν ένα ακόμα πρόβλημα. Απαιτήθηκαν τεράστιες ποσότητες γύψου και χαλκιού. Το γέμισμα

¹⁴ Διογένης Λαέρτιος, i.27. Ιερώνυμος, μαθητής του Αριστοτέλη.

¹⁵ Πλούταρχος, Επτά Σοφών Συμπόσιον (Conv. Sept. sap.) 2, σελ. 147 Α.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

δεν είχε σχεδόν καμία ιδιότητα συνοχής, αλλά ήταν απαραίτητο να σταθεροποιηθεί η κατασκευή. Επιπλέον η μετατροπή του γύψου σε κονίαμα, απαιτούσε την αποξήρανσή της μέσω θερμότητας, πράγμα το οποίο σημαίνει πως ήταν απαραίτητες τεράστιες ποσότητες ξύλου. Οι εργάτες χρησιμοποίησαν κατά πάσα πιθανότητα χάλκινες σμίλες, τρυπάνια και πριόνια για να κόψουν τα μαλακά πετρώματα, όπως το μεγαλύτερο μέρος του ασβεστόλιθου. Οι σκληρότερες πέτρες, όπως ο γρανίτης¹⁶, ο συϊνίτης¹⁷ και ο βασάλτης¹⁸, δεν μπορούσαν να κοπούν μόνο με εργαλεία χαλκού και αντί να δουλεύουν με χρονοβόρες μεθόδους όπως το χτύπημα με δολερίτη¹⁹, χρησιμοποίησαν τη διάτρηση και το πριόνισμα με λειαντικά όπως η χαλαζιακή άμμος²⁰.

Συνεχίζοντας την έρευνά μας, διαπιστώνουμε την ανάπτυξη ενός πολιτισμού που βρίσκεται στην Αμερικανική ήπειρο, διήρκεσε πάνω από τρεις χιλιάδες χρόνια, (2000π.Χ-1500μ.Χ), καταλήγοντας στην σύγχρονη ιστορία και αναπτύχθηκε στο τέλος των Αιγυπτιακών χρόνων και σχεδόν ταυτόχρονα με τους Μεσοποτάμιους με μία διαφορά διακοσίων περίπου ετών, με τους Ασσύριους να έρχονται δεύτεροι. Ο πολιτισμός των Μάγιας αναπτύσσεται στη Μέση Αμερική (Μεξικό) και ουσιαστικά η αρχιτεκτονική της εποχής αυτής χαρακτηρίζεται από παραδόσεις της προϊστορικής Αμερικής οι οποίες συνδυάζονται με τον χαρακτήρα του πολιτισμού αυτού και το αποτέλεσμα που μας δίνουν είναι κτήρια και κατασκευές με μνημειακό, δημόσιο και τελετουργικό χαρακτήρα.

Σύμφωνα πάντα με αρχαιολόγους, δεν έχουν βρεθεί μεταλλικά εργαλεία σε αυτή την εποχή και αν κρίνουμε από το μέγεθος των κατασκευών αυτών ένα πράγμα καθίσταται απαραίτητο για τη δημιουργία τους: Ένα πολυάριθμο ανθρώπινο δυναμικό. Σε ότι αφορά τώρα τα οικοδομικά υλικά, ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των κτηρίων είναι κατασκευασμένα από ασβεστόλιθο, ένα υλικό αρκετά σκληρό αλλά και συνάμα ψαθυρό ώστε να μπορούν οι εργάτες να το δουλέψουν εύκολα με πέτρινα εργαλεία. Μία ακόμα χρήση του, είναι για τη

¹⁶ Πυριγενές πέτρωμα

¹⁷ Πυριγενές πέτρωμα

¹⁸ Ηφαιστειογενές πέτρωμα με χρώμα από γκριζό έως μαύρο

¹⁹ Εκρηξιγενές πέτρωμα με λεπτούς κόκκους

²⁰ https://en.wikipedia.org/wiki/Egyptian_pyramid_construction_techniques



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

δημιουργία κονιάματος. Κονιορτοποιημένος και «ψημένος» ασβεστόλιθος προστίθεται σε κονιάματα και μιμείται τη συμπεριφορά του τσιμέντου και χρησιμοποιείται κυρίως για το φινίρισμα επιφανειών. Με το πέρασμα του καιρού ωστόσο, όταν βελτιώθηκαν οι τεχνικές κοπής στα λατομεία, μειώθηκε η ανάγκη του ασβεστολιθικού γυψομάραρου, καθώς οι πέτρες ταίριαζαν απόλυτα μεταξύ τους. Ένα ακόμα υλικό το οποίο χρησιμοποιείτο ευρέως στο Μεξικό και ήταν κοινό για τη δημιουργία μνημειακών κατασκευών αλλά και ανακτόρων ήταν το tezontle²¹ όπως επίσης η πέτρα Cantera²² και ένα είδος υδραυλικού ασβεστολιθικού σκυροδέματος. Για τα κοινά σπίτια χρησιμοποιούσαν ως επί το πλείστον ξύλινα πλαίσια πάνω σε θεμέλια από πέτρα, αν και έχουν ανακαλυφθεί κοινές οικίες οικοδομημένες από ασβεστόλιθο. Οι στέγες των κτηρίων ήταν ψηλές, λοξές και κατασκευασμένες από ξύλο.

Τα παλάτια βρίσκονταν στο κέντρο της πόλης μέσα στα οποία στεγάζονταν η ελίτ του πληθυσμού και αποτελούνταν από πολλά δωμάτια σε διαφορετικά επίπεδα, ενώ πολλά από αυτά φιλοξενούσαν διάφορους τάφους.

Χαρακτηριστικό δείγμα της αρχιτεκτονικής της περιόδου αποτελούσαν οι θρησκευτικοί ναοί και ο πιο «διάσημος» εξ' αυτών



Εικόνα 12: Η πυραμίδα του ήλιου

είναι η πυραμίδα του Ήλιου, η βάση της οποίας έχει διαστάσεις 220μ X 225μ, αποτελείται από πέντε κλιμακωτά επίπεδα και έχει συνολικό ύψος 63μ. Οι ναοί εδράζονταν στο υψηλότερο τμήμα των πυραμίδων έχοντας προφανώς εννοιολογική

σημασία ως το πλησιέστερο κομμάτι στον ουρανό. Ήταν εντυπωσιακές

²¹ **Tezontle** (Ισπανικό: *tezontle*) είναι ένας πορώδης, ιδιαίτερα οξειδωμένος ηφαιστειακός βράχος που χρησιμοποιείται εκτεταμένα στις κατασκευές του Μεξικού. Έχει συνήθως κοκκινωπό χρώμα λόγω του οξειδίου του σιδήρου.

²² **Η πέτρα Cantera** είναι ένας ηφαιστειακός βράχος που εξορύσσεται σε διάφορες περιοχές του Μεξικού και της Κεντρικής Αμερικής. Το όνομά του προέρχεται από την ισπανική λέξη λατομείο. Οι ιδιότητές του επιτρέπουν την λεπτομερή σκάλισμα και κοπή.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

και υψηλές δομές και μπορούμε να υποθέσουμε πως λειτουργούσαν ως ένα είδος θρησκευτικής και πολιτικής προπαγάνδας²³.

²³ https://en.wikipedia.org/wiki/Mesoamerican_architecture



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Εποχή του σιδήρου

Αμέσως μετά, χρονολογικά, μεταφερόμαστε στη εποχή του σιδήρου περίπου στο 1.400 π. Χ -500 μ. Χ όπου το κέντρο ανάπτυξης του πολιτισμού μεταφέρεται από την Μεσοποταμία στην Ελλάδα και κατόπιν στη ρώμη. Στην αρχαιολογία, η εποχή του σιδήρου αναφέρεται σε εκείνη την περίοδο της ιστορίας κατά την οποία οι άνθρωποι χρησιμοποιούσαν το σίδηρο για την κατασκευή εργαλείων και όπλων.

Τα αρχαιότερα μεγάλα κτίσματα της εποχής αυτής για τα οποία σώζονται στοιχεία έχουν βρεθεί στη αρχαία Μεσοποταμία. Οι μικρότερες κατοικίες επιβιώνουν μόνο σε ίχνη θεμελίων, αλλά οι μεταγενέστεροι πολιτισμοί έχτισαν πολύ σημαντικές δομές στις μορφές των ναών, των παλατιών και των Ζιγκουράτ και έδιναν ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή τους από υλικά που διαρκούν, γεγονός που έχει εξασφαλίσει ότι πολύ σημαντικά μέρη έχουν μείνει ανέπαφα. Πολύ σημαντικά τεχνικά επιτεύγματα είναι η κατασκευή μεγάλων πόλεων όπως η πόλη Ur²⁴. Σε κάθε πόλη της Μεσοποταμίας υπήρχαν ζιγκουράτ τα οποία ήταν φτιαγμένα από πλίνθινα κλιμακωτά επίπεδα.

Ένα εξαιρετικό κτίριο της περιόδου είναι το Ζιγκουράτ της



Ur,
κοντά
στην

Νασιρίγια, στη σημερινή επαρχία Ντι Καρ στο Ιράκ.

Το κύριο δομικό υλικό ήταν τα τούβλα από λάσπη τα οποία σχηματίστηκαν σε ξύλινα καλούπια παρόμοια με εκείνα που
Εικόνα 13: Ζιγκουράτ στην πόλη Ουρ. χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή

²⁴ Πόλη στην νότια όχθη του ποταμού Ευφράτη, 16 χιλιόμετρα από το σύγχρονο Ιράκ.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

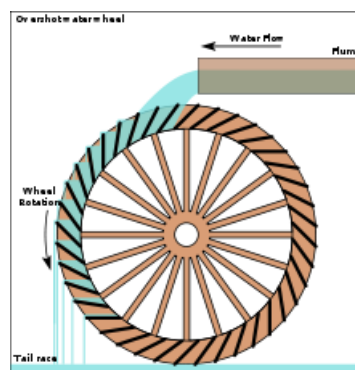
πλίνθων. Η πρόσβαση στο ναό πραγματοποιείτο με εξωτερικές κλίμακες. Ο πυρήνας του είναι κατασκευασμένος από πλίνθους αποξηραμένους στον ήλιο και οι εξωτερικές του επιφάνειες από οπτόπλινθους, που σε ορισμένες περιπτώσεις είχαν εξωτερική εφυσάλωση και καλύπτονταν από πίσσα ώστε να δημιουργείται μια στεγανή επιφάνεια. Αυτή η μαζική ορθογώνια δομή ύψους 64 μέτρων διαθέτει τρία επίπεδα με βεράντες και μεγάλες σκάλες που οδηγούν σε κάθε επίπεδο. Στο μεγάλο Ζιγκουράτ στην Ur, οι τρύπες που βρέθηκαν στο εσωτερικό στρώμα του ναού αλλά και οι αποχετεύσεις στις βεράντες, προφανώς ήταν για να επιτρέπουν στο νερό να διαφύγει.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Αρχαία Ελληνική εποχή

Ένας ακόμα πολιτισμός που αναπτύχθηκε στην συνέχεια της ιστορίας και αξίζει μία μεγάλη αναφορά στο όνομα και τα επιτεύγματά του είναι ο αρχαίος Ελληνικός πολιτισμός. Η εξέλιξη της τεχνολογίας, των τεχνών και των γραμμάτων η οποία ξεκίνησε τον 5ο αιώνα π.Χ., συνεχίστηκε κατά τους Ρωμαϊκούς χρόνους αλλά και μετά το πέρας αυτών.



Εικόνα14:Καταρράκτης στρέψης ή νερόμυλος

Κάποιες από τις εφευρέσεις που βάση αρχαιολόγων πιστώνονται στους αρχαίους Έλληνες περιλαμβάνουν τα εργαλεία, τις βίδες, τους περιστροφικούς μύλους, τις τεχνικές χύτευσης χαλκού, τον καταρράκτη στρέψης όπως και τη χρήση ατμού για τη λειτουργία ορισμένων πειραματικών μηχανών. Πολλές από αυτές τις εφευρέσεις συνέβησαν αργά στην Ελληνική περίοδο, συχνά εμπνευσμένες από την ανάγκη βελτίωσης των όπλων και των τακτικών στον πόλεμο. Ανέπτυξαν τοπογραφία και μαθηματικά σε ένα προηγμένο κράτος, οι οποίες δημοσιεύθηκαν από φιλοσόφους όπως ο Αρχιμήδης και ο Ήρων.

Ορισμένα πεδία που συμπεριλήφθηκαν στον τομέα των υδάτινων



Εικόνα15 :Η πρώτη ατμομηχανική αντλία πόρων -κυρίως για αστική χρήση-



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

περιλάμβαναν την εκμετάλλευση υπόγειων υδάτων, την κατασκευή υδραγωγείων για ύδρευση, συστήματα αποχέτευσης λυμάτων, προστασία από πλημμύρες και αποστράγγιση, κατασκευή και χρήση της βρύσης, λουτρών αλλά και υδραυλικών εγκαταστάσεων και ακόμη και τις ψυχαγωγικές χρήσεις του νερού. Εξαιρετικά παραδείγματα αυτών περιλαμβάνουν το σύστημα αποστράγγισης που βρίσκεται στη δυτική ακτογραμμή της Ανατολίας²⁵, το οποίο χαρακτηριζόταν από μία ασυνήθιστη δομή εξόδου από τοιχοποιία που επέτρεπε τον καθαρισμό της εξόδου αποστράγγισης.

Σε ό,τι αφορά τις κτηριακές κατασκευές κάποια από τα υλικά τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ήταν ίδια με αυτά των αρχαίων Αιγυπτίων και των Μεσοποτάμιων καθώς τα περισσότερα κτήρια και των τριών πολιτισμών ήταν κτισμένα από τούβλα με λάσπη. Σίγουρα τα πιο επιβλητικά κτήρια της περιόδου αυτής δε θα μπορούσαν να είναι άλλα από τους ελληνικούς ναούς. Το παλαιότερο σχέδιο κατασκευής βρίσκεται στο ναό του Απόλλωνα, ο οποίος υψώνεται στα 1.130 μέτρα και βρίσκεται στο κέντρο της Πελοποννήσου, πάνω από στα βουνά μεταξύ Ηλείας, Αρκαδίας και Μεσσηνίας, 14χλμ νότια της Ανδρίτσαινας και 11χλμ βορειοανατολικά των Περιβολίων.

Πριν το 650 π.Χ. οι διάσημοι αρχαίοι ναοί κτίζονταν από ξύλο αλλά δυστυχώς δεν επιβιώνουν δομές ξυλείας από τις οποίες ήταν κατασκευασμένες κυρίως στέγες και δάπεδα, με αποτέλεσμα οι



γνώσεις μας για τον τρόπο κατασκευής τους να είναι ελλιπείς. Μετά το πέρας όμως της χρονολογίας αυτής ξεκίνησε η κατασκευή των ναών από πέτρα. Τα ευρήματα της εποχής, υποδηλώνουν απλές δομές δοκών και υποστυλωμάτων χωρίς θόλους ή καμάρες, τα οποία βασιζόντουσαν σε αυστηρούς περιορισμούς σε ό,τι αφορά το μέγιστο μήκος

Εικόνα 16: Ο ναός του Απόλλωνα των ανοιγμάτων στην Πελοπόννησο

Ενώ υπήρχε η τάση των πολιτισμών να κατασκευάζουν τα πέτρινα κτήρια με λεπτές πέτρες, οι Έλληνες

²⁵ Είναι η δυτικότερη προεξοχή της Ασίας, η οποία αποτελεί την πλειοψηφία της σημερινής Τουρκίας. Η περιοχή περιβάλλεται από τη Μαύρη Θάλασσα στα βόρεια, τη Μεσόγειο Θάλασσα προς τα νότια και το Αιγαίο προς τα δυτικά. Η Θάλασσα του Μαρμαρά συνδέει τις ηπείρους με τις θάλασσες του Αιγαίου μέσω των στενών του Βοσπόρου και των Δαρδανελλίων και διαχωρίζει την Ανατολία από τη Θράκη στην ευρωπαϊκή ηπειρωτική χώρα.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

έτειναν να κτίζουν χρησιμοποιώντας μεγάλα τεμάχια ογκόλιθων που φρόντιζαν να ενώνουν με μεταλλικά ελάσματα τα οποία πολλές φορές αστοχούσαν εξαιτίας της διάβρωσης. Αυτή ήταν μία αργή, δαπανηρή αλλά και επίπονη διαδικασία που είχε ως αποτέλεσμα τον περιορισμό του αριθμού των κτηρίων που μπορούσαν να κατασκευαστούν²⁶.

²⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_construction



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Ρωμαϊκοί χρόνοι

Σύμφωνα με τα ιστορικά δεδομένα, κατά την δύση του ελληνικού πολιτισμού ανέρχεται η Ρωμαϊκή αυτοκρατορία. Μία περίοδος όπου η πρόοδος της τεχνολογίας σε όλους τους τομείς και κυρίως στον κατασκευαστικό εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς ανάπτυξης. Η Ρωμαϊκή αυτοκρατορία ήταν ένας από τους πιο προηγμένους τεχνολογικά πολιτισμούς της αρχαιότητας πάνω σε τομείς που αφορούν τα δομικά υλικά, την τεχνολογία των μεταφορών αλλά και τους μηχανικούς της εποχής.

Η επανάσταση στα δομικά υλικά επήλθε με τη χρήση του υδραυλικού ασβεστοκονιάματος²⁷, ή αλλιώς του επονομαζόμενου ρωμαϊκού τσιμέντου. Η προσθήκη ηφαιστειακής τέφρας η οποία ονομάζεται ποζολάνη -πήρε το όνομά της από το βουνό Pozzuoli- στο ήδη υπάρχον ασβεστοκονίαμα, του έδωσε την δυνατότητα σκλήρυνσης με τη χρήση νερού, τη δημιουργία δηλαδή ενός ισχυρού υλικού για τη κατασκευή τοίχων. Χρησιμοποιούσαν τούβλα ή πέτρα για να χτίσουν τις εξωτερικές στρώσεις τοίχου και στη συνέχεια γέμιζαν την κοιλότητα με τεράστια ποσότητα σκυροδέματος. Η χρήση του τούβλου ή της πέτρας σε αυτή τη διαδικασία ουσιαστικά είναι πρόγονος του ξυλότυπου.

Ένα παράδειγμα ναού από ρωμαϊκό σκυρόδεμα τον 1ο π.Χ. αιώνα είναι ο ναός της Vesta στο Tivoli της Ιταλίας. Το σκυρόδεμα ήταν φτηνό υλικό και πολύ εύκολο να παραχθεί. Απαιτούσε ουσιαστικά ανειδίκευτο εργατικό δυναμικό, πράγμα το οποίο επέτρεψε στους Ρωμαίους να χτίσουν σε μία άνευ προηγουμένου κλίμακα. Το χρησιμοποίησαν όχι μόνο για την κατασκευή τοίχων, αλλά και για να σχηματίσουν καμάρες και θόλους τους οποίους ενσωμάτωσαν σε μία μεγάλη κλίμακα των κτηρίων τους. Για την κατασκευή αυτών των θόλων ανέπτυξαν συστήματα κοίλων δοχείων.

Αλλά υλικά το οποία χρησιμοποίησαν στις κατασκευές τους ήταν ο μπρούτζος από τον οποία παρήγαγαν κεραμίδια, το ξύλο, ο μόλυβδος τον οποίο χρησιμοποιούσαν ως υλικό επικάλυψης στεγών

²⁷ Υδραυλική άσβεστος: Γενικός όρος για τις ποικιλίες ασβέστου (περιεκτικότητα σε οξείδιο ή υδροξείδιο του ασβεστίου) που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ασβεστοκονιάματος που ρυθμίζεται μέσω της ενυδάτωσης και διαφέρει από τους τύπους ασβεστοκονιάματος οι οποίοι ρυθμίζονται με από την ενανθράκωση.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

αλλά και το γυαλί, είτε έγχρωμο σε κατασκευές με ψηφιδωτά, είτε καθαρό για τα ανοίγματα κυρίως δημοσίων κτηρίων.

Μεγάλα κατασκευαστικά επιτεύγματα της εποχής αποτελούν οι γέφυρες και τα διάσημα ρωμαϊκά υδραγωγεία, πολλά εκ των οποίων σώζονται αλλά και λειτουργούν μέχρι και σήμερα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι οι πολλαπλές καμάρες στο Pont du Gard²⁸ στη Ρωμαϊκή Γαλλία. Τα χαμηλότερα επίπεδα φέρουν έναν δρόμο πέρα από τον ποταμό και οι ανώτερες σειρές υποστηρίζουν έναν αγωγό



Εικόνα17: Υδραγωγείο Pont du Gard

υδραγωγείου που μετέφερε νερό στη Nîm. Η γέφυρα είναι μέρος του υδραγωγείου Nîmes, ενός συστήματος μήκους 50 χιλιομέτρων που χτίστηκε τον 1ο αι. Μ.Χ. για να μεταφέρει νερό από την πηγή Uzès στη ρωμαϊκή αποικία Nemausus (Nîmes). Η γέφυρα έχει τρεις βαθμίδες από καμάρες, ύψους 48,8m και αποτελεί

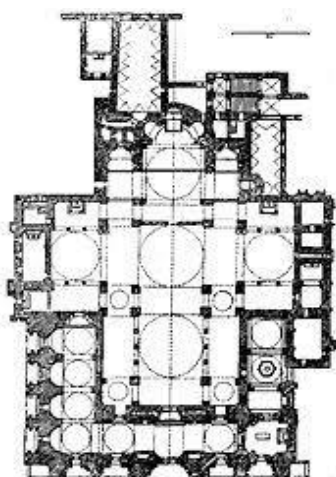
ένδειξη της μεγάλης ακρίβειας που οι Ρωμαίοι μηχανικοί κατάφεραν να επιτύχουν χρησιμοποιώντας απλή τεχνολογία. Το υδραγωγείο τροφοδοτούσε με περίπου 40.000 m³ νερού ημερησίως τα σιντριβάνια, τα λουτρά και τα σπίτια των πολιτών του Nîmes. Μπορεί να χρησιμοποιήθηκε μέχρι τον 6ο αιώνα, με ορισμένα τμήματα να χρησιμοποιήθηκαν για πολύ μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, αλλά η έλλειψη συντήρησης μετά τον 4ο αιώνα οδήγησε σε φράξιμο από ορυκτά αποθέματα και συντρίμμια που τελικά μετατοπίστηκαν από τη ροή του νερού.

²⁸ Αρχαίο ρωμαϊκό υδραγωγείο που διασχίζει τον ποταμό Gardon κοντά στην πόλη Vers Pont du Gard στη νότια Γαλλία, αποτελείται από τρία επίπεδα από καμάρες με σκοπό να μεταφέρει νερό στην πόλη Nîmes και είναι το υψηλότερο και καλύτερα διατηρημένο απ' όλα τα ρωμαϊκά υδραγωγεία.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Βυζαντινή εποχή



Εικόνα 18: Κάτοψη Ι.Ν Αγίων Αποστόλων

Την παρακμή της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας διαδέχεται η ανάπτυξη των Βυζαντινών χρόνων, μία εποχή η οποία παραλαμβάνει την πρόοδο της Ρωμαϊκής περιόδου σε τομείς όπως τα γράμματα, οι τέχνες και η αρχιτεκτονική και την εξελίσσει σε τόσο μεγάλο βαθμό ώστε να αποτελέσει τον πυλώνα για την μεταγενέστερη αρχιτεκτονική σε όλη την Ευρώπη και την Εγγύς Ανατολή. Η βυζαντινή αρχιτεκτονική επηρεασμένη από αρχιτεκτονικά στοιχεία της Ελληνικής και κυρίως της Ρωμαϊκής εποχής, επέτρεψε στη Βυζαντινή Αυτοκρατορία η οποία ήκμασε για περισσότερο από χίλια χρόνια, να μείνει γνωστή και ως «Ανατολική Ρωμαϊκή Αυτοκρατορία».

Η ανέγερση του ιερού ναού των Αγίων Αποστόλων ξεκίνησε το 330μ.Χ όταν ο αυτοκράτορας Κωνσταντίνος ο Μέγας, μετέφερε την πρωτεύουσα του Βυζαντίου στην Κωνσταντινούπολη και ολοκληρώθηκε από τον γιο του Κωνσταντίνο. Ωστόσο η κατασκευή κρίθηκε κατεδαφιστέα και ξεκίνησε εκ νέου από τον Αυτοκράτορα Ιουστινιανό και η κατασκευή του ναού έγινε υπό την επίβλεψη των αρχιτεκτόνων της Αγίας Σοφίας, Ανθέμιου και Ισίδωρου. Η κατασκευή ήταν σταυροειδής βασιλική με πέντε τρούλους: έναν σε κάθε βραχίονα του σταυρού και έναν στο κέντρο, στο σημείο τομής των βραχιόνων. Ο δυτικός βραχίονας του σταυρού προεκτεινόταν σχηματίζοντας αίθριο ενώ δεν υπήρχε ιερό και η Αγία Τράπεζα ήταν τοποθετημένη στο κέντρο του ναού, κάτω από τον κεντρικό τρούλο ο οποίος είχε παράθυρα και τα εγκαίνια του ναού πραγματοποιήθηκαν το 550μ.Χ.

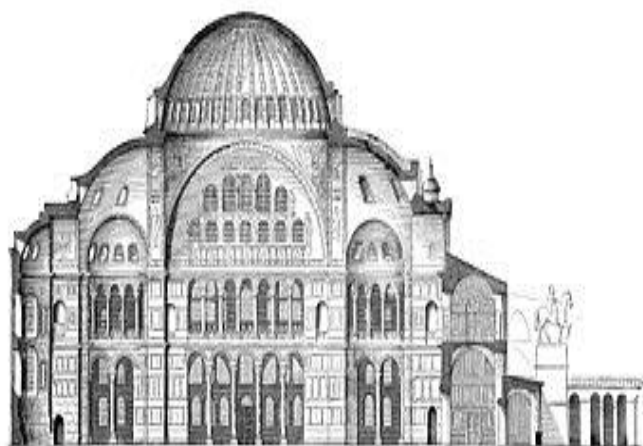
Ακόμα μία κατασκευή κτισμένη κάτω από τις εντολές του ιδίου αυτοκράτορα και από τους ίδιους μηχανικούς με την προαναφερθείσα, η οποία σώζεται μέχρι και σήμερα και μέχρι και σήμερα προκαλεί δέος εξαιτίας των δομικών στοιχείων της αλλά και θαυμασμό για τις αρχιτεκτονικές της καινοτομίες είναι η Αγία Σοφία, ή αλλιώς γνωστή και ως : «Ναός της Αγίας του Θεού Σοφίας». Μηχανικοί έχουν εντάξει τον ναό στις κορυφαίες δημιουργίες της



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

βυζαντινής ναοδομίας και χάρη στον πρωτοποριακό σχεδιασμό της αλλά και στην αρχιτεκτονική σύνθεσή της υπήρξε σύμβολο της πόλης τόσο κατά τους Βυζαντινούς όσο και τους Οθωμανικούς χρόνους.

Ο ναός είναι κτισμένος σε αρχιτεκτονικό ρυθμό βασιλικής με τρούλο²⁹ και ο κυρίως χώρος του κτίσματος έχει το σχήμα ενός κύβου περίπου, ενώ τέσσερις μεγάλοι πεσσοί³⁰ οι οποίοι απέχουν ο ένας από τον άλλο 30μ στηρίζουν τα τέσσερα μεγάλα τόξα πάνω στα οποία στηρίζεται ο τρούλος με διάμετρο 31 μέτρων, ο οποίος δίνει την εντύπωση ότι αιωρείται εξαιτίας των ανοιγμάτων που



βρίσκονται γύρω από τη βάση του. Πιο συγκεκριμένα, ο ναός είναι μία ορθογώνια κατασκευή μήκους 72,16μ, πλάτους 71,82μ και ύψους 56μ περιβάλλεται από δύο αυλές, μία στη βόρεια και μία στη δυτική όψη, όπου η δεύτερη ονομάζεται και

Εικόνα 19: Διαμήκης τομή Αγ. Σοφίας αίθριο. Σε ό,τι αφορά το αίθριο, πρόκειται για μία μαρμαρόστρωτη αυλή, περιστοιχισμένη από κολώνες, ενώ πέντε πόρτες από αυτό οδηγούν στον εξωτερικό χώρο και άλλες πέντε οδηγούν στον εσωτερικό κορμό του κτίσματος, ενώ από τον εσωτερικό κορμό, εννέα πόρτες, τρεις ανά στοά οδηγούν στον κυρίως ναό. Η είσοδος στον κυρίως ναό ήταν οι τρεις Βασιλικές πύλες³¹ και οι έξι χωρισμένες ανά τρεις σε κάθε πλευρά του εσωτερικού κορμού, ενώ ο ναός χωρίζεται σε τρεις στοές -διαδρόμους- από τις οποίες η μεσαία έχει το διπλάσιο πλάτος σε σχέση με τις δύο πλαϊνές. Η περιμετρική βάση αποτελείται από πλήθος στύλων των οποίων τα ανοίγματα μοιάζουν με παράθυρα, ενώ από τα 100 ανοίγματα του χώρου, τα 40 βρίσκονται στο στεφάνι του θόλου της οροφής και τα υπόλοιπα στα ημιθόλια και στους τοίχους. Για την κατασκευή των

²⁹ Πρόκειται για μια αρχιτεκτονική εφεύρεση των μεγάλων Μικρασιατών αρχιτεκτόνων Ανθέμιου από τις Τράλλεις και Ισίδωρου από τη Μίλητο. Οι μηχανικοί αυτοί κατόρθωσαν να τοποθετήσουν στην τετράγωνη στέγη της βασιλικής τον κυκλικό τρούλο, ο οποίος, μέσω τεσσάρων σφαιρικών τριγώνων κατέληγε να στηρίζεται σε τέσσερις μεγάλους πεσσούς.

³⁰ Κτιστοί τετράγωνοι στύλοι

³¹ Ονομάστηκαν έτσι, επειδή από αυτές έμπαινε ο αυτοκράτορας στις τελετές.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

τεράστιων τεσσάρων πεσσών έχουν χρησιμοποιηθεί λίθοι οι οποίοι στερεώνονται με χυτό μόλυβδο και σιδερένιους μοχλούς, ενώ για την κατασκευή του θόλου έχουν χρησιμοποιηθεί ελαφρόπετρες από τη Ρόδο οι οποίες φέρουν την υπογραφή «Μεγάλης Εκκλησίας Του Κωνσταντίνου».



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Μαυριτανική Αρχιτεκτονική

Εκκινώντας από το 711 μ.Χ. και καταλήγοντας στο 1.492 μ.Χ. η μαυριτανική αρχιτεκτονική είναι ουσιαστικά, ισλαμικά αρχιτεκτονικά στοιχεία τα οποία μετέφεραν οι Άραβες στη Νότια Ισπανία (Μαυριτανία) και την Πορτογαλία (Ανδαλουσία). Βασικό χαρακτηριστικό της ισλαμικής αρχιτεκτονικής, το οποίο την διαφοροποιεί από τον υπάρχον σχεδιασμό στις χώρες αυτές, είναι πως βασίζεται στην όψη των κτηρίων, εσωτερική και εξωτερική και



όχι στον αρχιτεκτονικό

σχεδιασμό³². Χαρακτηριστικά ισλαμικά στοιχεία πάνω στην αρχιτεκτονική της Μαυριτανίας είναι οι θόλοι, οι αυλές, οι καμάρες, οι muqarnas³³, οι αψίδες των πετάλων³⁴, και τα διακοσμητικά κεραμίδια που ονομάζο

³² oceanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/96/pol_00405.pdf?sequence

³³ Μία μορφή διακοσμημένης καμάρας στην ισλαμική αρχιτεκτονική

³⁴ Ονομάζεται επίσης **μαυριτανική καμάρα** και η **αψίδα** της **κλειδαρότρυπας**, είναι το εμβληματικό τόξο της μαυριτανικής αρχιτεκτονικής. Οι αψίδες των πετάλων μπορούν να λάβουν στρογγυλεμένη, αιχμηρή ή λαξευμένη μορφή.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Εικόνα20: Διακοσμητικό muqarnas σε καμάρα

νται Zellige³⁵ στα Αραβικά.

Μία από τις πιο γνωστές κατασκευές είναι η Αλάμπρα, ένα συγκρότημα από παλάτια και φρούρια το οποίο βρίσκεται στη Γρανάδα της Ανδαλουσίας στην Ισπανία, και αρχικά κατασκευάστηκε πάνω στα ερείπια των Ρωμαϊκών οχυρώσεων. Τα κτήρια του ανακτόρου στην πλειοψηφία τους είναι τετράπλευρα και όλα τα δωμάτια καταλήγουν σε μία κεντρική αυλή, ενώ τα ανάκτορα έφτασαν στο σημερινό τους μέγεθος από τη συνεχή προσθήκη νέων κτηρίων, σχεδιασμένων με τις ίδιες οικοδομικές αρχές των παλαιότερων, αν και διαφέρουν στις διαστάσεις και όλα τα κτήρια συνδέονται μεταξύ τους με μικρότερα δωμάτια και περάσματα. Η διακόσμηση των κτηρίων του ανακτόρου παρατηρείται από τη μέση των τοίχων προς την οροφή τους και αποτελείται ως επί το



Εικόνα21: Νυχτερινή θέα της Αλάμπρα, Γρανάδα από το Mirador de San Nicolas

πλείστων από αραβικές επιγραφές. Μεγάλο ποσοστό του εσωτερικού διακόσμου είναι κατασκευασμένο από γυψομάρμαρο ενώ τα περίτεχνα πλακίδια alicatado στολισμένα με πολύπλοκους μαθηματικούς τύπους, χρησιμοποιούνται ως επένδυση για το κάτω μέρος. Τα ανάκτορα σχεδιάζονται στο στυλ Nasrid το οποίο ουσιαστικά αποτελεί την τελευταία άνθιση των ισλαμικών τεχνών στην Ιβηρική χερσόνησο³⁶.

³⁵ Είναι ψηφιδωτό πλακιδίων κατασκευασμένο από χωριστά κεκλιμένα γεωμετρικά πλακίδια τοποθετημένα σε βάση γύψου

³⁶ <https://en.wikipedia.org/wiki/Alhambra>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Αναγέννηση³⁷

Μία ιστορική περίοδος που ξεκίνησε από την Ιταλία, χρονικά ανάμεσα στον 15ο και 17ο αιώνα και εξαπλώθηκε στο σύνολο της Ευρωπαϊκής ηπείρου μέχρι το τέλος του 16ου αιώνα, της οποίας κύρια χαρακτηριστικά ήταν η ανάπτυξη των τεχνών, των επιστημών, της θρησκείας αλλά και της πολιτικής επιστήμης. Ουσιαστικά πρόκειται για μία εποχή «εφαλτήριο», καθώς οι αλλαγές σε όλους τους τομείς που αναφέραμε είναι ριζοσπαστικές, φρέσκες, και αντίθετες ως επί το πλείστον με τις ιδέες του παρελθόντος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα των ιδεών αυτών παρουσιάζεται στα εικαστικά κι αρχιτεκτονικά έργα της εποχής, καθώς και η εκτέλεση αυτών βασίζεται στον χρυσό κανόνα ή κατά τον Ευκλείδη άκρο και μέσο λόγο, ο οποίος όρισε πως δύο ευθύγραμμα τμήματα που ανήκουν στην ίδια ευθεία και το ένα είναι συνέχεια του άλλου, έχουν αναλογία χρυσής τομής αν ο λόγος του αθροίσματος τους προς το μεγαλύτερο ευθύγραμμο τμήμα είναι ίσος με το λόγο του μεγαλύτερου προς το μικρότερο τμήμα, όπου προκύπτει και η αλγεβρική έκφραση του: $(\alpha+\beta)/\alpha = \alpha/\beta = \varphi$. Το πιο γνωστό έργο που βασίζεται σε αυτό τον κανόνα είναι « Οι αναλογίες του ανθρώπινου σώματος» του Leonardo Da Vinci, ο οποίος βασίστηκε στη μελέτη των αναλογιών του ανθρώπινου σώματος όπως αυτή περιγράφεται στο κείμενο του Ρωμαίου αρχιτέκτονα Βιτρούβιου. Θεωρώντας λοιπόν τις αναλογίες του ανθρώπινου σώματος ως τον χρυσό κανόνα, η αρχιτεκτονική της εποχής αισθητικά αλλά και σχεδιαστικά βασίζεται σε αυτές. Ταυτόχρονα τα ερείπια των ρωμαϊκών κτηρίων που βασίζονταν στο βαρύ γοτθικό αρχιτεκτονικό ρυθμό και υπήρχαν παντού, αποτέλεσαν το έναυσμα για τη επιθυμία των μηχανικών της εποχής στο να ξεπεράσουν το παρελθόν. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, ρυθμοί της ελληνορωμαϊκής αρχιτεκτονικής να αποτυπωθούν στα κτήρια υπολογισμένοι και σχεδιασμένοι βάσει του χρυσού κανόνα και σε συνδυασμό με τα προαναφερθέντα να έχουν ως σκοπό να αποδείξουν ότι ο κόσμος, δηλαδή ο άνθρωπος, τα έργα του αλλά και το περιβάλλον συνυπάρχουν αρμονικά.

³⁷ <https://el.wikipedia.org/wiki/>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ



Εικόνα 22: Ανοψη τρούλου καθεδρικού ναού

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο καθεδρικός ναός της Φλωρεντίας Santa Maria del fiore (Σάντα Μαρία ντελ φιόρε, Αγία Μαρία των λουλουδιών), ο οποίος άρχισε να κτίζεται στο τέλος του 13^{ου} αιώνα σε γοτθικό ρυθμό, ενώ ο τρούλος οικοδομήθηκε τον 15^ο αιώνα από τον Filippo Brunelleschi³⁸, ο οποίος δημιούργησε ένα νέο κατασκευαστικό σύστημα το οποίο και εφάρμοσε για πρώτη φορά στον τρούλο του ναού. Στο σημείο συνάντησης των κεραιών του σταυρού της γοτθικής κατασκευής, ύψωσε μία οκταγωνική βάση, από την οποία ξεκινούσαν οι οκτώ νευρώσεις του τρούλου. Ανάμεσα σε αυτές και πάνω σε διπλή στεφάνη, δημιούργησε έναν σκελετό με μικρότερα κάθετα και οριζόντια τόξα, ο οποίος διασφάλιζε την σταθερότητα της κατασκευής. Μ' αυτόν τον τρόπο το πάχος αλλά και το βάρος της κατασκευής ελαττώθηκαν σημαντικά, ενώ όλος ο τρούλος ήταν αυτοφερόμενος και δεν χρειάζονταν άλλα εξωτερικά στηρίγματα³⁹, ενώ το ύψος του ναού στο υψηλότερο σημείο του θόλου είναι 91 μέτρα από το έδαφος και το καμπαναριό μόλις 6 μέτρα χαμηλότερο.



Εικόνα 23: Santa Maria del fiore

³⁸ Filippo Brunelleschi: 1377 - 15 Απριλίου 1446 ήταν εξέχων Ιταλός αρχιτέκτονας, μηχανικός και γλύπτης της Αναγέννησης.

³⁹ <https://repository.kallipos.gr/bitstream>



ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Αποικιακοί χρόνοι

Το αναγεννησιακό κίνημα ξεκίνησε να εξαπλώνεται από την Ιταλία τον 15^ο αιώνα σε όλες τις άκρες της Ευρωπαϊκής ηπείρου και το αντίκτυπο του κινήματος αυτού δεν ήταν μόνο η ανάπτυξη των επιστημών, της πολιτικής και των τεχνών, αλλά και η ανάγκη των επικεφαλής της εκάστοτε αυτοκρατορίας για ακόμα μεγαλύτερη εξουσία, επίδειξη δύναμης και ισχύος και κατ' επέκταση τη διεύρυνση των συνόρων της σε άγνωστα εδάφη. Έτσι λοιπόν ταυτόχρονα με την περίοδο της αναγέννησης, δημιουργείται, συνυπάρχει αλλά διαρκεί και έναν αιώνα περισσότερο η εποχή όπου τα ναυτικά κράτη της Ευρώπης επιχειρούν να εξερευνήσουν άγνωστους μέχρι τότε τόπους και καταλήγουν να δημιουργήσουν αποικίες στην νέα για αυτούς Αμερικανική ήπειρο. Βάσει λοιπόν των αποικιών που δημιουργήθηκαν, οι οποίες αποτέλεσαν τη δημιουργία του δυτικού κόσμου, μπορούμε να ονομάσουμε τους χρόνους αυτούς αποικιακούς.

Οι πρώτες Ευρωπαϊκές αποικίες στη «νέα γη» δημιουργήθηκαν από τους Πορτογάλους, συγκεκριμένα στη σημερινή Βραζιλία και αμέσως μετά ακολούθησε, η αποίκιση στη σημερινή Αϊτή, μέρος του συμπλέγματος των νήσων της Καραϊβικής, από τον Κολόμβο, απεσταλμένο του Ισπανικού στέμματος. Οι Πορτογάλοι και οι Ισπανοί ήταν οι πρώτοι που δημιούργησαν οικισμούς στην Λατινική Αμερική και μέχρι το τέλος του 16^{ου} αιώνα επεκτάθηκαν τόσο στο κεντρικά όσο και στο βόρειο μέρος της ηπείρου. Ακολούθησαν οι



Εικ.24: Ιστορικό κέντρο Sao Luis

Άγγλοι και οι Γάλλοι, στις αρχές του 17^{ου} αιώνα συνέχισαν οι Ολλανδοί και οι Σουηδοί, όπου όλοι τους επεκτάθηκαν στο βόρειο μέρος της Αμερικής και στο τέλος του αιώνα διέκοψαν οριστικά τις αποστολές αποίκισης. Αρχές του 18^{ου} αιώνα όταν ολοκληρω η Αμερικανική ήπειρος έχει Ευρωπαϊκές



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

αποικίες σε όλη την έκτασή της και οι Ευρωπαίοι έχουν αποσυρθεί πλέον από τις αποστολές, αποφασίζει, χωρίς αποτέλεσμα, η Ρωσία να δημιουργήσει αποικίες στη σημερινή Αλάσκα, όπου και τελικά εγκαταλείπει τις όποιες προσπάθειες⁴⁰.

Ο πρώτος τύπος αστικής κατοικίας των Πορτογάλων αποίκων, η οποία κατοικούνταν κατά τα πρώτα 350 χρόνια από την από την κυρίαρχη τάξη (ανώτατοι υπάλληλοι της Πορτογαλικής αυτοκρατορίας, γαιοκτήμονες και πλούσιοι ιερείς), ονομάζεται Sobrados και πρόκειται ουσιαστικά για την αρχιτεκτονική της Πορτογαλίας, η οποία μεταφέρθηκε στη νέα γη. Χαρακτηριστική πόλη της αποικιακής αρχιτεκτονικής στη Βραζιλία η οποία σχεδιάστηκε και οικοδομήθηκε ως ενιαία, πράγμα το οποίο τη χαρακτηρίζει ως ομοιογενή, αποτελεί το Sao Luis στο Maranhao. Σχεδόν όλες οι κατοίσεις των κτηρίων της πόλης, φαίνεται να έχουν τα ίδια οικοδομικά χαρακτηριστικά. Τα κτήρια στην πλειοψηφία τους είναι κτισμένα σε σχήμα Γ με ψηλή οροφή, ένα μακρύ διάδρομο με παραθυρόφυλλα ο οποίος «κοιτάζει» την εσωτερική αυλή, έναν προθάλαμο ο οποίος οδηγεί στο σαλόνι και διαχωρίζεται από τους ιδιωτικούς χώρους με μία μικρή πόρτα. Οι όψεις στο δρόμο είναι επίπεδες με διπλό γείσο και ένα διάζωμα από διακοσμητικά πλακάκια (στα πλούσια σπίτια), ενώ τα παράθυρα είναι ψηλά και πλασιωμένα από πέτρα. Οι τοίχοι του πρώτου ορόφου ήταν οικοδομημένοι από πέτρα, ενώ ο δεύτερος αποτελούνταν από ξύλινο πλαίσιο, γεμισμένο με λάσπη. Ακόμα έβαφαν με χρώμα τα περιγράμματα των όψεων ώστε να δίνουν την αίσθηση της λιθοδομής, οι τοίχοι ήταν προστατευμένοι με κονίαμα από άμμο και ασβέστη και ήταν βαμμένοι με λευκό χρώμα. Τα παράθυρα αποτελούνταν από πλαίσια που περιβάλλονταν από ξύλινα πλέγματα δημιουργώντας έτσι αισθητικά όμορφα φινιρίσματα. Χαρακτηριστικό αρχιτεκτονικό ύφος πορτογαλικής αρχιτεκτονικής και κατά συνέπεια της πόλης αυτής, είναι η χρήση το ασβέστη για την επικάλυψη των προσόψεων, πράγμα που εκτελείται με την ίδια τεχνική σε όλη τη επιφάνειά τους, αλλά και η χρήση χρώματος μόνο για τη κάλυψη των περιγραμμάτων.

⁴⁰ <https://el.wikipedia.org/wiki>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Βιομηχανική επανάσταση

Φτάνοντας στη σύγχρονη ιστορία και αφήνοντας πίσω μας αρκετές εποχές, κατά τις οποίες ουσιαστικά δεν άλλαξε τόσο η τεχνολογία, όσο το αρχιτεκτονικό ύφος των κατασκευών, εποχή η οποία ουσιαστικά αποτέλεσε το εφαλτήριο για τη δημιουργία καινοτόμων κατασκευών -κτηριακών και μη-, αποτελεί η περίοδος της βιομηχανικής επανάστασης. Μία περίοδος αλλαγών σε πολλούς τομείς της παραγωγικής διαδικασίας, ραγδαίων εξελίξεων στον τεχνολογικό τομέα και κατά συνέπεια στον οικονομικό και κοινωνικό. Το εργοστάσιο ως κτήριο, αναδεικνύεται ως βασικός τύπος παραγωγής προϊόντων, ενώ η εξέλιξη των εφαρμογών στη μεταλλουργία οδηγεί στη χρήση νέων τεχνικών μέσων, η οποία ενισχύεται από την αξιοποίηση νέων μορφών ενέργειας όπως ο γαιάνθρακας, περιορίζει την χειρωνακτική εργασία και μειώνει ταυτόχρονα το κόστος των προϊόντων, με αποτέλεσμα τους υψηλούς ρυθμούς ανάπτυξης.

Από την αυγή της εποχής αυτής, οι εξελίξεις σε βασικές δομές της κοινωνίας, με κινητήριο δύναμη -όπως σε κάθε εποχή και πολιτισμό άλλωστε- την ραγδαία ανάπτυξη του οικονομικού τομέα, είχαν ως αποτέλεσμα την δημιουργία και ταυτόχρονα την ανάγκη για κάλυψη των όλο και αυξανόμενων κοινωνικών απαιτήσεων. Η κατακόρυφη πληθυσμιακή αύξηση των πόλεων, επακόλουθο της ανάπτυξης των εργοστασιακών χώρων, αποτέλεσε σημείο καμπής για τον οικοδομικό τομέα, καθώς η δημιουργία νέων και εξελιγμένων -σε σχέση με τις υπάρχουσες- κτηριακών δομών, όπου θα εξυπηρετούν τα νέα και διαφορετικά πλέον κοινωνικά δεδομένα, κρίθηκε απαραίτητη. Η δυνατότητα της χρήσης μετάλλου και οι συνεχώς αυξανόμενες γνώσεις μας πάνω σε αυτό, άνοιξε το δρόμο για τον σχεδιασμό και τη δημιουργία νέων αρχιτεκτονικών μορφών και έργων υποδομής.

Οι κατοικίες στην αρχή της περιόδου αυτής, ήταν απλές κατασκευές που αποτελούνταν από ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης και ήταν εύκολες στην συναρμολόγησή τους, καθώς το μόνο που απαιτούνταν ήταν ένα γαλλικό κλειδί και τα επιμέρους δομικά στοιχεία μπορούσαν να μεταφερθούν από ένα και μόνο άτομο.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ



Εικόνα 25: Shropshire, η πρώτη γέφυρα από χυτοσίδηρο

Ωστόσο η χρήση του σιδήρου ανατρέπει τα μέχρι τώρα δεδομένα. Το υλικό αυτό μπορεί να χυτευθεί σε καλούπια και να τυποποιηθεί, με αποτέλεσμα τη μαζική παραγωγή επιμέρους δομικών στοιχείων, τα οποία μπορούν να μεταφερθούν και να συναρμολογηθούν στο σημείο της εκάστοτε κατασκευής, από προσωπικό χωρίς εξειδίκευση. Η πρώτη χρήση του απαντάται σε δοκούς και υποστυλώματα ενώ στη συνέχεια επεκτείνεται σε μεγαλύτερα έργα όπως οι γέφυρες. Η πρώτη γέφυρα που κατασκευάστηκε με χρήση χυτοσιδήρου στις αρχές της περιόδου αυτής, βρίσκεται στο Shropshire της Αγγλίας, και καθώς η τεχνογνωσία για τη χρήση ενός καινούριου υλικού κατασκευής ήταν ελλιπής, τα πρότυπα κατασκευής που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πρότυπα ξύλινης γέφυρας.

Με την συνεχή εξέλιξη της τεχνογνωσίας, ο χυτοσίδηρος μπορεί να διαμορφωθεί ανάλογα για τις ανάγκες του εκάστοτε έργου και να ενταχθεί σε οποιοδήποτε αρχιτεκτονικό στυλ. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μαζική παραγωγή σιδηρών δομικών στοιχείων, την εξοικονόμηση χρόνου και την μείωση του κόστους. Εντυπωσιακές κατασκευές του 19ου οικοδομούνται βασισμένες σε αυτό το υλικό όπως το Βρετανικό Μουσείο του Λονδίνου, το οποίο αν και αρχιτεκτονικά ακολουθεί καθαρά αυστηρό νεοκλασικό στυλ,



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

στηρίζεται σε σιδηρό σκελετό, ο οποίος εδράζεται σε πλάκα από μπετόν, και τα στοιχεία πλήρωσης είναι το λονδρέζικο τούβλο.⁴¹

Η τεχνολογική πρόοδος ανά τον κόσμο, στο σύνολό της δημιούργησε τις ίδιες βασικές ανάγκες, οι οποίες ωστόσο διαφοροποιούνταν ανά περιοχές, ανάλογα με τα γεωγραφικά τους χαρακτηριστικά, την οικονομική τους κατάσταση και την εξέλιξη τους στον τεχνολογικό τομέα. Παρατηρώντας τον Ευρωπαϊκό χάρτη, αυτό το χρονικό διάστημα, δεν υπάρχουν κτήρια επιβλητικά σε ύψος, και η συνεχής εξέλιξη της τεχνογνωσίας σε ό,τι αφορά τις μεταλλικές κατασκευές, παρατηρείται σε έργα υποδομής όπως ως επί το πλείστον οι γέφυρες αλλά και στις μνημειακού χαρακτήρα κατασκευές όπως τα μουσεία. Ουσιαστικά, κατασκευές που ο σχεδιασμός τους απαιτεί μεγάλα ανοίγματα μεταξύ των υποστυλωμάτων, πράγμα το οποίο ήταν πλέον εφικτό με τη χρήση τυποποιημένων μεταλλικών στοιχείων. Δηλαδή κατασκευές επιβλητικές σε όγκο, μικρότερες σε βάρος, με χαμηλότερο κόστος και υλοποιημένες σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα. Μία Ευρωπαϊκή πρωτεύουσα ωστόσο, αποφάσισε πως πρέπει να καταστήσει εμφανή την τεχνολογική εξέλιξή της αλλά και την οικονομική της ευημερία δημιουργώντας μία κατασκευή που να επιβάλλεται τόσο σε ύψος όσο και σε όγκο.

Η πιο γνωστή κατασκευή παγκοσμίως, αν και όχι η μοναδική αυτού του μεγέθους, είναι ο πύργος του Eiffel. Μία κατασκευή, οικοδομημένη από χάλυβα, από τα θεμέλια ως την κορυφή, ύψους 324m και βάρους 10.000ton - συμπεριλαμβανομένων και των μη μεταλλικών στοιχείων-, η οποία ωστόσο δημιουργήθηκε καθαρά και μόνο για να αποτελέσει το σύμβολο της τεχνολογικής πρόοδου στην Γηραιά



Εικόνα 26: Εργάτες κατά την κατασκευή του πύργου

⁴¹ Η υπόσχεση της προκατασκευής (Prefab's promise)

Alexandra Trianti | Lecture@ NTUA | Feb 2018

<https://issuu.com/alextria/docs/>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

ήπειρο. Χρειάστηκαν δύο χρόνια για την κατασκευή του, καθώς ξεκίνησε το 1887 και ολοκληρώθηκε το 1889, απασχολήθηκαν τριακόσιοι εργάτες οι οποίοι συναρμολόγησαν 18.038 στοιχεία σφυρήλατου σιδήρου, παρασκευασμένου σε φούρνους, με 2.5 εκατομμύρια πριτσίνια, υλοποιώντας έτσι την στατική μελέτη του μηχανικού Maurice Koechlin.⁴²

Την ίδια χρονική περίοδο, στην άλλη άκρη του Ατλαντικού, εμφανίζονται οι πρώτοι ουρανοξύστες. Η ανάγκη για εξοικονόμηση εδάφους και συσσώρευση των λειτουργιών ώστε να υπάρχει περισσότερος ελεύθερος χώρος, σε συνδυασμό με την οικονομική



ανάπτυξη ήταν αυτή που οδήγησε στη δημιουργία κτηρίων με μεγαλύτερο ύψος, και μάλιστα κατά πολύ για τα μέχρι τώρα δεδομένα. Ακόμα, τα κτίσματα αυτά,

Εικόνα 2: Home insurance building, Σικάγο.

προσπαθούσαν να υιοθετήσουν και να συνδυάσουν ιστορικά αρχιτεκτονικά στυλ, όπως το γοτθικό και το αναγεννησιακό, με

⁴² el.wikipedia.org/wiki/Πύργος_του_Άιφελ



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

σκοπό την επίτευξη και τη σύνδεση του παλιού με το νέο⁴³. Ο πρώτος ουρανοξύστης που κατασκευάστηκε είναι το κτήριο Home insurance building στο Σικάγο το 1885. Ένα δεκαώροφο κτήριο, σχεδιασμένο από τον αρχιτέκτονα William Le Baron Jenney, στο οποίο σιδερένια στοιχεία είχαν χρησιμοποιηθεί σε τοίχους, για να ενισχύσουν το υλικό πλήρωσης από τούβλα, ενώ στα αμέσως επόμενα κτίσματα αυτού του τύπου χρησιμοποιήθηκε ατσάλινος σκελετός για να στηρίζει τους συμπαγείς τοίχους, πράγμα το οποίο, εξωτερικά δεν γινόταν αντιληπτό.⁴⁴

⁴³ <http://www.greekarchitects.com>

⁴⁴ www.greekarchitects.gr/gr/τα-ψηλά-κτίρια/αφιέρωμα-στα-ψηλά-κτίρια-iiiβ-id2023



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Μεσοπολεμική και μεταπολεμική περίοδος

Ενώ η βιομηχανική επανάσταση συνεχίζεται, η παραγωγή και η χρήση σιδήρου αναπτύσσεται συνεχώς ανατρέποντας και εξελίσσοντας τα μέχρι τώρα κατασκευαστικά δεδομένα. Στην Αμερικανική ήπειρο είναι εμφανής η προσπάθεια των μηχανικών να συνδυάσουν το αρχιτεκτονικό ύφος με τις καινούριες τεχνικές ανοικοδόμησης, ενώ την ίδια στιγμή στον Ευρωπαϊκό χώρο, αυτό που φαίνεται να απασχολεί τους Αρχιτέκτονες είναι το Νεοκλασικό ύφος του οποίου οι ρίζες ξεκινούν από την Βαυαρία. Η ανάπτυξη του οικοδομικού κλάδου είναι ταυτόχρονη και ανάλογη με των υπολοίπων τομέων κάθε χώρας, ωστόσο η έναρξη του πρώτου παγκοσμίου πολέμου (Ιούλιος 1914 - Νοέμβριος 1918) αποτελεί την αιτία για την κατακόρυφη πτώση οποιασδήποτε είδους ανάπτυξης.

Μετά το πέρας αυτού ακολουθεί μία εποχή σημαντικών αλλαγών σε παγκόσμιο επίπεδο. Η παραγωγή ενέργειας με βάση το πετρέλαιο και η μηχανική, επεκτάθηκαν δραματικά, οδηγώντας σε μία περίοδο οικονομικής ευημερίας και ανάπτυξης για τη μεσαία τάξη σε πολλές χώρες του κόσμου⁴⁵. Η χρήση μετάλλου στην Ευρώπη έχει μειωθεί δραστικά, καθώς δεσμεύτηκε σε μεγάλες ποσότητες κατά τη διάρκεια του πολέμου για την κατασκευή όπλων και πολεμοφοδίων και εδώ η εμφάνιση του σκυροδέματος αποτελεί ορόσημο για τον κατασκευαστικό κλάδο.

Το αρχιτεκτονικό ύφος που επικρατεί σε όλη την Ευρώπη, τόσο μετά το τέλος του πρώτου παγκοσμίου πολέμου όσο και κατά τη διάρκεια του δευτέρου είναι ο φονξιοναλισμός. Η τάση των καλλιτεχνών και των μηχανικών να



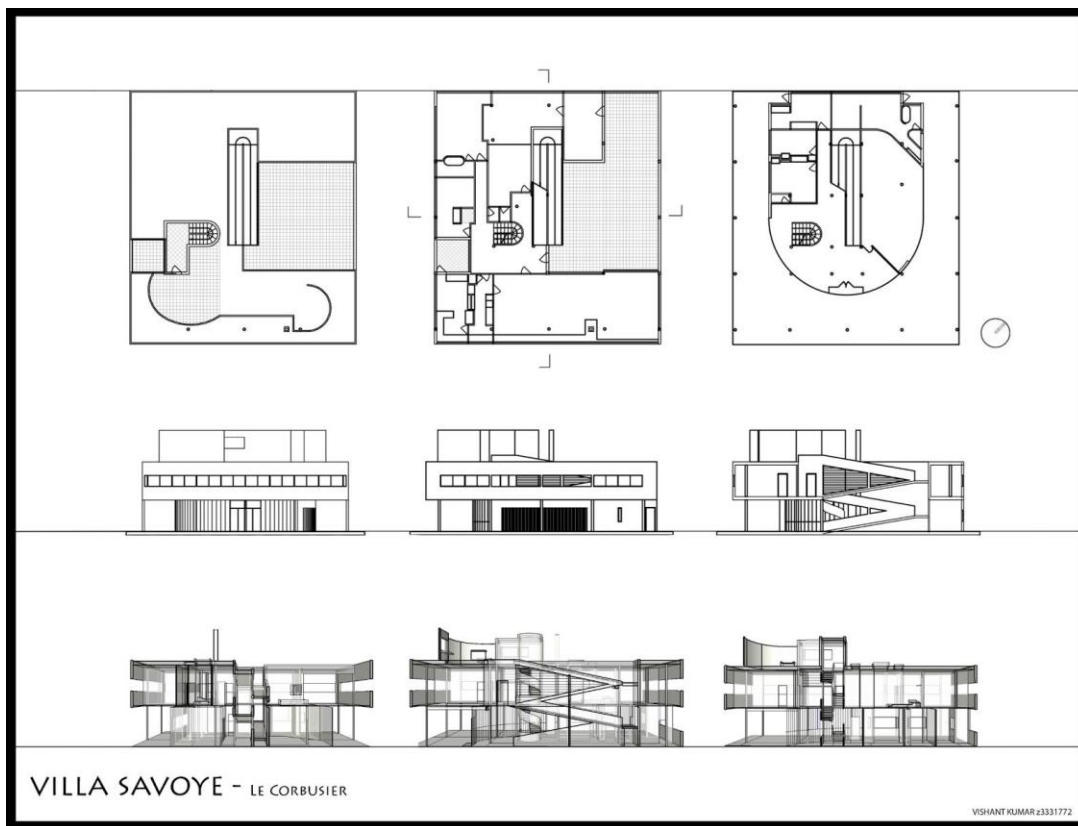
Εικόνα 28:Το γερμανικό περίπτερο στην παγκόσμια έκθεση 1929 στην Βαρκελώνη του Μις Βαν Ντερ Ρόε.

⁴⁵ https://en.wikipedia.org/wiki/Interwar_period



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

αφήσουν πίσω τους τις βαριές και περίπλοκες δομές, όπου η εξωτερική και μεγαλοπρεπής μορφή του κτηρίου ουσιαστικά δεν συνάδει με την εσωτερική διαρρύθμισή του, καθιστώντας το μη



Εικόνα 29: Le Corbusier, Villa Savoye, Poissy, Γαλλία (1929-31), κάτοψη, τομές και όψεις.

χρηστικό για τους ενοίκους του, ενώ ταυτόχρονα η ανάγκη που γεννάται για ανανέωση και απλότητα, αποτυπώνεται στα κτήρια που οικοδομούνται. Κτήρια με απλή, λιτή και κυβιστική μορφή.

Σκοπός των αρχιτεκτόνων είναι να δημιουργήσουν κτήρια λειτουργικά για τους ενοίκους, τα οποία την ίδια στιγμή καλύπτουν την ψυχολογική ανάγκη του ανθρώπου για έναν όμορφο αισθητικά περιβάλλοντα χώρο. Η άποψη πως η μορφή πρέπει να ακολουθεί την λειτουργία, την οποία πρώτος εξέφρασε ο αρχιτέκτονας Walter Gropius⁴⁶ ευδοκίμησε και διαδόθηκε ταχύτατα στον αρχιτεκτονικό κλάδο. Ωστόσο, στην προσπάθειά τους να αλλάξουν την υπάρχουσα αρχιτεκτονική άποψη, οι μηχανικοί προέβησαν σε υπερβολές ως προς την απλότητα του χώρου και της δομής και σε συνδυασμό με το γεγονός πως όλα τα νέα κτίσματα ακολουθούσαν αυτό το υπερβολικά μινιμαλιστικό πλέον ύφος, μετά και το τέλος του δευτέρου

⁴⁶Ο Βάλτερ Γκρόπιους (Walter Gropius, 18 Μαΐου 1883 - 5 Ιουλίου 1969) ήταν Γερμανός αρχιτέκτονας και ο ιδρυτής του Μπάουχαους.

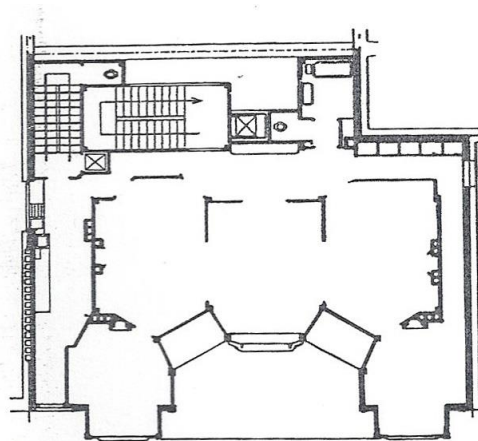


Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

παγκοσμίου πολέμου, η εικόνα που επικρατούσε στις μεγαλουπόλεις ήταν ένα μοτίβο από μορφές χωρίς ιδιαίτερο ενδιαφέρον, οι οποίες είναι μεν λειτουργικές, αλλά δεν ικανοποιούν τις ψυχολογικές απαιτήσεις του ανθρώπου⁴⁷.

Βασικό δομικό υλικό της εποχής, αν και όχι άγνωστο καθώς χρησιμοποιείται από τους Αρχαίους χρόνους και τροποποιείται και βελτιώνεται συνεχώς ανά τους αιώνες, είναι το σκυρόδεμα. Ήδη από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, κατασκευάζονται πλαίσια από οπλισμένο σκυρόδεμα σε Γερμανία, Γαλλία και Ηνωμένες πολιτείες. Κατά τον φανξιοναλισμό το σκυρόδεμα αποτελεί το κύριο δομικό υλικό όλων των κατασκευών. Ο Auguste Perret⁴⁸, θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους αρχιτέκτονες του Μοντερνισμού, καθώς άφησε πίσω του τα μεταλλικά πλαίσια και ο εμφανής δομικός σκελετός από σκυρόδεμα αποτέλεσε χαρακτηριστικό στοιχείο των έργων του⁴⁹. Το 1903 στην 25 Bis De Rue Franklin σχεδίασε και κατασκεύασε στο Παρίσι μια πολυκατοικία, που πιθανώς ήταν η πρώτη πολυκατοικία που σχεδιάστηκε για να κατασκευαστεί από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο τοίχος δεν είναι πια φέρων, καθώς αυτή η λειτουργία αναλαμβάνεται από το σκελετό του κτηρίου. Το οικοδόμημα της οδού Franklin στηρίζεται σε υποστυλώματα από μπετό.

Η όψη στο δρόμο είναι διαιρεμένη σε πέντε εσοχές-εξοχές οι οποίες εναλλάσσονται και φτάνουν σε ύψος τους 5 ή 6 ορόφους και χαρακτηρίζεται από την επένδυση της με πίνακες από ψαμμίτη. Αυτοί οι πίνακες τοποθετήθηκαν επειδή, την εποχή εκείνη, θεωρούσαν ότι ήταν απαραίτητοι για την προστασία του οπλισμένου σκυροδέματος από τις κακές καιρικές συνθήκες. Ο σκελετός παραμένει εμφανής και τα δομικά στοιχεία υπογραμμίζονται από πλακίδια λευκά και λεία, τα οποία



Εικόνα30: Κάτοψη της πολυκατοικίας Rue Franklin.

⁴⁷ <https://eclass.upatras.gr>

⁴⁸ **Auguste Perret** :12 Φεβρουαρίου 1874- 25 Φεβρουαρίου 1954, ήταν Γάλλος αρχιτέκτονας που έμεινε γνωστός για τη συνεισφορά του στην καινοτόμα κατασκευή κτηρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

⁴⁹ <https://el.wikipedia.org/>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

δημιουργούν αντιθέσεις με τα χρωματιστά μοτίβα των πινάκων της πρόσοψης.

Οι όροφοι εξυπηρετούνται από έναν ανελκυστήρα, ένα κύριο κλιμακοστάσιο ορατό από τα γυάλινα ανοίγματα, και από ένα βοηθητικό κλιμακοστάσιο.

Ακόμα το οπλισμένο σκυρόδεμα επέτρεψε την ανάπτυξη μιας εντελώς νέας δομής. Τη δημιουργία του λεπτού κελύφους. Το 1930 ο Eduardo Torroja⁵⁰, Ισπανός μηχανικός, σχεδίασε έναν θόλο πάχους 0,08μ και 45,72μ για την αγορά του Algeciras, χρησιμοποιώντας χαλύβδινα καλώδια για δακτύλιο έντασης.

Η εξέλιξη των γνώσεων μας σε ό,τι αφορά τη δημιουργία και



Εικόνα31:One Shell Plaza Houston.

τη χρήση του σκυροδέματος όπως και τη ενίσχυση του με χάλυβα αλλά και άλλες μεθόδους είναι συνεχής και κατά συνέπεια και η ανάπτυξη των κατασκευών ακολουθεί τους ίδιους ρυθμούς. Η δομή των κτηρίων εξελίσσεται συνεχώς όπως και το ύψος τους. Η πολυκατοικία Chicago 60story, που ανεγέρθηκε το 1962, κήρυξε την αρχή της χρήσης οπλισμένου σκυροδέματος στους

σύγχρονους ουρανοξύστες. Ο ουρανοξύστης Victoria στο Μόντρεαλ, που κατασκευάστηκε το 1964, έφθασε σε ύψος 190μ, χρησιμοποιώντας σκυρόδεμα αντοχής 41mpa. Στη συνέχεια το One Shell Plaza στο Χιούστον ξεπέρασε τα 217μ το 1970 χρησιμοποιώντας σκυρόδεμα αντοχών 41mpa. Η περιοχή του

Σικάγο, όπου υπάρχει άφθονη προσφορά υψηλής ποιότητας ιπτάμενης τέφρας (η οποία συμβάλλει στην επίτευξη πιο επεξεργάσιμου σκυροδέματος σε χαμηλότερες



Εικόνα32:Scotia Plaza, άποψη από το εσωτερικό του πύργου κοιτώντας τον δρόμο.

⁵⁰Eduardo Torroja y Miret: 1899–1961. Ισπανός αρχιτέκτων-μηχανικός, πρωτοπόρος στο σχεδιασμό κελυφών από σκυρόδεμα.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

αναλογίες νερού / τσιμέντου), αποτέλεσε την περιοχή με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ψηλών κτηρίων οπλισμένου σκυροδέματος. Για τους Lake Point Towers χρησιμοποιήθηκε σκυρόδεμα αντοχών 51mpa ώστε να φτάσουν τα 196μ το 1968. Το Water Tower Place έφτασε τα 261μ το 1973 χρησιμοποιώντας σκυρόδεμα αντοχών 62mpa, ενώ το 1989 το κτήριο Scotia Plaza στο Τορόντο ολοκληρώθηκε σε ύψος 276μ, και το 1990 δύο ακόμη πύργοι στο Σικάγο ξεπέρασαν τα 274μ. Όπως φαίνεται μέσα από όλα αυτά, τα σκυροδέματα υψηλής αντοχής αποτέλεσαν το κλειδί για την αύξηση του ύψους⁵¹.



Εικόνα33: Lake point towers Chicago.

⁵¹ http://www.ce.memphis.edu/1101/notes/concrete/section_2_history.html



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Σύγχρονη εποχή

Στην αυγή του 21^{ου} αιώνα, στην σύγχρονη αρχιτεκτονική δεν επικρατεί κάποιο συγκεκριμένο κατασκευαστικό ύψος. Ο μηχανικός έχει τη δυνατότητα μέσω της προηγμένης τεχνολογίας και των σύγχρονων δομικών υλικών, να σχεδιάσει ένα πολύ μεγάλο εύρος διαφορετικών μορφών και να κατασκευάσει κτηριακές δομές ψηλότερες, ισχυρότερες και ελαφρύτερες σε σχέση με αυτές του παρελθόντος με μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα.

Ο σχεδιασμός των σύγχρονων κτηρίων έχει έναν και μοναδικό πλέον σκοπό. Η μορφή τους περιλαμβάνει πολλά και διαφορετικά στύλ και διαθέτουν δομές από σκυρόδεμα και χάλυβα, οι οποίες περιβάλλονται από γυαλί ή αλουμίνιο. Οι όψεις τους είναι ασύμμετρες με έντονες εσοχές-εξοχές, ενώ πολλές φορές το κτήριο φαίνεται να περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του

Ενώ τα σημαντικότερα μνημεία της σύγχρονης αρχιτεκτονικής του 20^{ου} αιώνα ήταν συγκεντρωμένα κυρίως στις Ηνωμένες Πολιτείες και στη Δυτική Ευρώπη, η σύγχρονη



αρχιτεκτονική είναι παγκόσμια. *Εικόνα34: Burj Khalifa, η δομή των 828μ από την επιφάνεια του εδάφους.* Σημαντικά

κτήρια έχουν δημιουργηθεί στην Κίνα, τη Ρωσία, τη Λατινική Αμερική και ιδιαίτερα στα αραβικά κράτη του Περσικού Κόλπου .

Παραδείγματα σύγχρονων κατασκευών υπάρχουν ανά την υφήλιο, με το τελευταίο κατασκευαστικό επίτευγμα, εν έτη 2009, να λαμβάνει χώρα στο Ντουμπάι, τη μεγαλύτερη πόλη των Ηνωμένων Αραβικών Εμιράτων και το πιο σημαντικό από τα επτά Εμιράτα, καθώς είναι το μεγαλύτερο εμπορικό, οικονομικό και τουριστικό κέντρο της χώρας.

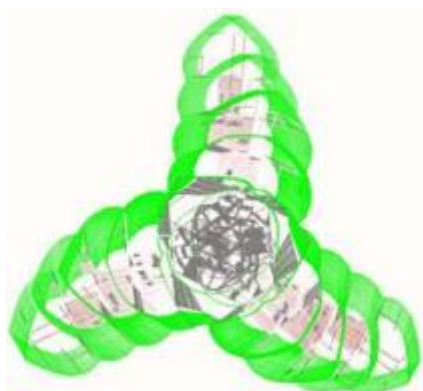
Το Burj al Dubai ή αλλιώς γνωστό ως Burj Khalifa, είναι η υψηλότερη κατασκευή σε ολόκληρη την υδρόγειο. Η υπερκατασκευή αποτελείται από 165 ορόφους και το τελικό ύψος του κτιρίου είναι



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

828 μέτρα, ενώ ξεπερνά τον προηγούμενο κάτοχο ρεκόρ, ύψους 509 μέτρων, Taipei 101 στην Ταϊβάν. Το Burj Khalifa έχει "καταφύγια" σε διαστήματα 25 έως 30 μέτρων τα οποία είναι πιο ανθεκτικά στη φωτιά και έχουν ξεχωριστή παροχή αέρα σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Η δομή του από οπλισμένο σκυρόδεμα το καθιστά ισχυρότερο από τους ουρανοξύστες από το χάλυβα.

Οι μηχανικοί σχεδίασαν τον πύργο του Burj al Dubai - σε σχήμα



"Υ" - για να μειώσουν τις δυνάμεις του ανέμου που ασκούνται στον πύργο, καθώς και να διατηρήσουν την κατασκευή απλή. Το δομικό σύστημα μπορεί να περιγραφεί ως ένας "ενισχυμένος" πυρήνας, καθώς κάθε έλικα αποτελείται από τα δικά της υψηλής απόδοσης τοιχώματα από σκυρόδεμα και

Εικόνα 35:Κάτοψη του πύργου από σχεδιαστικό πρόγραμμα

περιμετρικά υποστυλώματα και στηρίζει τα υπόλοιπα μέσω ενός κεντρικού πυρήνα

έξι πλευρών. Το αποτέλεσμα είναι ένας πύργος που είναι εξαιρετικά άκαμπος. Το SOM εφάρμοσε μια αυστηρή γεωμετρία στον πύργο που ευθυγραμμίζει όλους τους κοινούς κεντρικούς πυρήνες, τοιχοποιίες και υποστυλώματα.

Κάθε βαθμίδα του κτηρίου δημιουργεί ένα σπειροειδές σκαλοπάτι στην κατασκευή. Οι τοιχοποιίες από σκυρόδεμα ενώνονται με τα υποστυλώματα και τα υπόλοιπα στοιχεία του κτηρίου έτσι ώστε τα φορτία να κατανέμονται ομοιόμορφα. Αυτό επιτρέπει τη διεξαγωγή της κατασκευής χωρίς τις συνήθεις δυσκολίες που σχετίζονται με τη μεταφορά των φορτίων. Τα



Εικόνα 36:Κατασκευή του πύργου

επίπεδα του κτηρίου σχεδιάστηκαν ώστε το πλάτος του Πύργου να διαφοροποιείται σε κάθε όροφο. Οι δυνάμεις που ασκούνται στην



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

κατασκευή από τον άνεμο, επιδρούν στο κτίσμα ελάχιστα, καθώς σε κάθε νέο επίπεδο ο άνεμος συναντά ένα διαφορετικό σχήμα κτιρίου

Τα τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα του κεντρικού εξαγωνικού πυρήνα, παρέχουν στην κατασκευή αντίσταση σε στρέψη, ενώ επιπλέον υποστηρίζονται από τα τοιχώματα των πτερυγίων και τα τοιχώματα της σπείρας, τα οποία συμπεριφέρονται σαν τα φύλλα ενός δέντρου στις ριπές του ανέμου.

Οι περιστροφές των πλακών σε κάθε επίπεδο επιτρέπουν στα υποστύλωματα να συμβάλλουν στην πλευρική αντίσταση του φορτίου της κατασκευής. Ως εκ τούτου, όλο τα κατακόρυφα στοιχεία από σκυρόδεμα υποστηρίζουν τόσο τη βαρύτητα όσο και τα πλευρικά φορτία. Το σκυρόδεμα που χρησιμοποιήθηκε για τα αντίστοιχα δομικά στοιχεία είναι κατηγορίας C 60/80, και για τη δημιουργία του χρησιμοποιήθηκε τσιμέντο Portland και ιπτάμενη τέφρα.

Τοπικά αδρανή χρησιμοποιήθηκαν για το σχεδιασμό μίγματος σκυροδέματος. Το σκυρόδεμα C80 για το κατώτερο τμήμα της κατασκευής είχε Μέτρο Ελαστικότητας $E = 43.800 \text{ N/mm}^2$ (Mpa). Η δομή οπλισμένου σκυροδέματος σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις



Εικόνα 37: Εικόνα από τη κατασκευή του πύργου απαιτήσεις του Κώδικα Ακινήτων ACI 318-02 για Δομικά Σκυροδέματα.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Τα πάχη των τοιχωμάτων και τα μεγέθη των υποστυλωμάτων υπολογίστηκαν και σχεδιάστηκαν με ακρίβεια ώστε να μειωθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η πιθανότητα ερπυσμού και συρρίκνωσης στα στοιχεία που συνθέτουν την κατασκευή. Τα περιμετρικά υποστυλώματα τοποθετήθηκαν έτσι ώστε η τάση του ιδίου βάρους στις περιμετρικές κολώνες να ταυτίζεται με την τάση στα εσωτερικά τοιχώματα του πύργου.

Ο Σχεδιασμός της κατασκευής είναι τέτοιος ώστε να συνδέονται όλα τα κατακόρυφα στοιχεία που μεταφέρουν φορτίο, εξασφαλίζοντας επιπλέον ομοιόμορφες τάσεις βαρύτητας με αποτέλεσμα την μείωση των επιπτώσεων σε περίπτωση ερπυσμού του σκυροδέματος. Δεδομένου ότι η συρρίκνωση στο σκυρόδεμα εμφανίζεται ταχύτερα σε λεπτότερους τοίχους ή στήλες, το πάχος της περιμετρικής στήλης των 600mm ταιριάζει με το τυπικό πάχος τοιχώματος διαδρόμου, για να εξασφαλίσει ότι οι κολώνες και οι τοίχοι θα υποστούν τις ίδιες καταπονήσεις λόγω του ερπυσμού του σκυροδέματος.

Το άνω τμήμα του Πύργου αποτελείται από μία ατσάλινη σπείρα «προστατευμένη» από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ο σκελετός από χάλυβα σχεδιάστηκε ώστε να αντέχει στα φορτία που ασκούνται από τον άνεμο, το σεισμό και το ίδιο βάρος της κατασκευής, σύμφωνα με τις προδιαγραφές σχεδιασμού φορτίου και αντοχής AISC⁵² για κτήρια από χάλυβα (1999). Ο εξωτερικός εκτεθειμένος χάλυβας προστατεύεται με φινίρισμα αλουμινίου.

Πραγματοποιήθηκε γεωτεχνική ανάλυση του χώρου, η οποία περιλάμβανε τις ακόλουθες διαδικασίες:

1. 23 γεωτρήσεις με βάθος μέχρι 90m
2. 3 Γεωτρήσεις με γεώτρηση γεωφυσικής.
3. 6 γεωτρήσεις με βάθος μέχρι 60m
4. 1 Διάτρηση με διαγώνια οπή και οπτική γωνία σε βάθος 140 μέτρων.

⁵² **American Institute of Steel Construction (AISC)**. Το AISC είναι οργανισμός τυποποιημένων ρυθμίσεων που δημοσιεύει πρότυπα, όπως "Προδιαγραφές ANSI / AISC 360-10 για δομικά χαλύβδινα κτίρια", τα οποία περιλαμβάνονται ως παραπομπή στο πλαίσιο του Διεθνούς Κώδικα Οικοδόμησης.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Τέλος, πραγματοποιήθηκε λεπτομερής τρισδιάστος σχεδιασμός (3D) της θεμελίωσης με βάση τα αποτελέσματα της γεωτεχνικής έρευνας και τα



Εικόνα 38: Άποψη από τα 828 μέτρα από το έδαφος

αποτελέσματα των δοκιμών φορτίου. Καθορίστηκε ότι η μέγιστη μετακίνηση με την πάροδο του χρόνου θα ήταν περίπου 80 χιλιοστά.

Ο υδροφόρος ορίζοντας της περιοχής όπου κατασκευάζεται ο πύργος του Burj al Dubai περιέχει υπόγεια ύδατα με συγκεντρώσεις χλωριούχου νατρίου έως 4,5% και θειικά έως 0,6%⁵³. Οι συγκεντρώσεις χλωριούχου και θειικού που βρίσκονται στα υπόγεια ύδατα είναι ακόμη υψηλότερες από τις συγκεντρώσεις στο θαλασσινό νερό. Κατά συνέπεια, η πρωταρχική σημασία στο σχεδιασμό των πλακών και των θεμελίων είναι η ανθεκτικότητα στα άλατα. Το μείγμα σκυροδέματος για τις πλάκες, ήταν ένα μείγμα αντοχών 60 MPa με βάση ένα τριπλό μίγμα με 25% ιπτάμενη τέφρα, 7% διοξείδιο του πυριτίου και λόγο νερού προς τσιμέντο 0,32⁵⁴. Το σκυρόδεμα σχεδιάστηκε, ενσωματώνοντας μια πρόσμιξη τροποποίησης του ιξώδους, για να περιορίσει τη πιθανότητα ελαττωμάτων κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Εξαιτίας των εξαιρετικά διαβρωτικών υπόγειων υδάτων, απαιτήθηκε αυστηρό πρόγραμμα αντιδιαβρωτικών μέτρων για την εξασφάλιση της αντοχής των θεμελίων. Τα μέτρα που εφαρμόστηκαν

⁵³ <https://www.aboutcivil.org/burj-khalifa-design-construction-structural-details.html>

⁵⁴ <https://www.aboutcivil.org/burj-khalifa-design-construction-structural-details.html>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

περιλάμβαναν εξειδικευμένα συστήματα στεγάνωσης, αυξημένο κάλυμμα από σκυρόδεμα, προσθήκη αναστολέων διάβρωσης στο μείγμα σκυροδέματος, αυστηρά κριτήρια σχεδιασμού ελέγχου ρωγμών και σύστημα καθοδικής προστασίας που χρησιμοποιεί πλέγμα τιτανίου⁵⁵.



Εικόνα 39: *Burj al Dubai*

⁵⁵ <https://www.aboutcivil.org/burj-khalifa-design-construction-structural-details.html>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2. Ορισμός της έννοιας του κτηρίου

Σε μια πρώτη προσέγγιση βασισμένοι στις ατομικές αλλά και κοινωνικές ανάγκες του ανθρώπου, οι οποίες ξεκινούν από την αρχή της ιστορίας μας και διαμορφώνονται στο πέρασμα των αιώνων, μπορούμε να καταλήξουμε σε μια πρώτη ομαδοποίηση και να θεωρήσουμε ότι ένα κτήριο «εξυπηρετεί» τις ακόλουθες ανάγκες:

1. Τη διαμονή των ανθρώπων ή ζώων (π.χ. κατοικίες ή στάβλοι),
2. Την συγκέντρωση ανθρώπων (π.χ. ναοί σχολεία),
3. Την αποθήκευση και λειτουργία μηχανημάτων (π.χ. εργοστάσια)
4. Την εκτέλεση εργασιών (π.χ. καταστήματα).

Η εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού στο πέρασμα των χιλιετιών, το γεγονός δηλαδή ότι ξεκινήσαμε ως μονάδες και καταλήξαμε στην έννοια της αστικοποίησης, της τυποποίησης και ομαδοποίησης των κατασκευών αλλά και την ταυτόχρονη ομαδοποίηση του ανθρώπινου είδους γεωγραφικά, είναι αυτή που μας οδήγησε σε συνεχή ανάπτυξη της κτηριακής τεχνολογίας. Επακόλουθο αυτής φυσικά, είναι η δημιουργία μίας ολόκληρης επιστήμης, η ανάγκη διαχωρισμού της σε τομείς και η εξειδίκευσή του ανθρώπου σε αυτούς.

Γυρίζοντας πίσω στον χρόνο, ξεκινώντας δηλαδή από την παρθενική εμφάνιση του είδους μας, και ταξιδεύοντας μέσα σ' αυτόν μέχρι τη σημερινή εποχή, παρατηρούμε την ομαδοποίηση των κατασκευών, βασισμένη πάντα στις ανάγκες, την τεχνογνωσία και τα υλικά κάθε εποχής.

Πρώτα καταλύματα: Σπήλαια. Οι άνθρωποι ζουν σε ομάδες μέσα σ' αυτά, καλύπτοντας την ανάγκη τους για προστασία από καιρικά φαινόμενα και εξωτερικούς κινδύνους.

Πρώτες οικίες: Κατασκευασμένες από λασπότουβλα και πέτρες με έναν υποτυπώδη σχεδιασμό –σύμφωνα πάντα με τα ευρήματα των αρχαιολόγων–, οικοδομημένες κοντά στις εκβολές ποταμού, πλούσιου σε κοιτάσματα πολύτιμων λίθων, περιφραγμένες από πέτρινα και υψηλά τείχη. Ο άνθρωπος καλύπτει την ανάγκη του για απομόνωση



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

από το σύνολο, αλλά ταυτόχρονα προστατεύεται μέσα σ' αυτό και σύμφωνα με τα υλικά που πλέον κατασκευάζει και χρησιμοποιεί έχει τη δυνατότητα να κατοικήσει γεωγραφικά όπου τον συμφέρει, εκμεταλλευόμενος τα στοιχεία της φύσης για προσωπική αλλά και κοινωνική ανάπτυξη, ενώ μέσω του εμπορίου αυτών επιτυγχάνει οικονομική ευμάρεια.

Ακολουθεί η δημιουργία πόλεων με ρυμοτομικό σχεδιασμό, συστήματα ύδρευσης και αποχέτευσης καθώς και η δημιουργία κτηρίων με σκοπό την επίδειξη δύναμης και οικονομικής ισχύος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο Μινωικός πολιτισμός, με τη δημιουργία ενός μεγαλειώδους για την εποχή ανακτόρου, μεγαλοπρεπές, όχι τόσο για το ύψος του, όσο για την έκταση του, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την ανοικοδόμησή του αλλά και για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του. Ταυτόχρονα η δημιουργία της πόλης γύρω από τα ανάκτορα, με κτήρια όπως αποθήκες μας μαρτυρούν τη δημιουργία χώρων για την κάλυψη αναγκών των κατοίκων –πέραν της διαμονής–, οι οποίες δημιουργούνται από τη συνεχή ανάπτυξη του πολιτισμού.

Από την άλλη πλευρά, την ίδια χρονική περίοδο, παρατηρούμε την δημιουργία των πυραμίδων, μνημειώδες έργο της εποχής του, – αν και το υψηλότερο μέχρι τώρα, διαφοροποιείται από οποιοδήποτε άλλο κτίσμα, καθώς πρόκειται για ένα συμπαγές οικοδόμημα– που αν και προορίζεται για την ταφή των βασιλέων, αποτελεί ουσιαστικά για τον πολιτισμό των Αιγυπτίων μία οικοδομική δημιουργία που όμοιά της δεν έχει υπάρξει μέχρι στιγμής.

Ακολουθούν αρκετές εποχές, οι οποίες είναι άξιες αναφοράς, όπως οι Αρχαίοι Ελληνικοί χρόνοι, όπου και εμφανίζεται πρώτη φορά το σύστημα «δοκός επί στύλων», και τα κυριότερα κτίσματα της εποχής είναι επιβλητικοί ναοί, αρκετοί από τους οποίους διασώζονται μέχρι και σήμερα. Ακόμα κατά τους Ρωμαϊκούς χρόνους, παρατηρείται μεγάλη εξέλιξη στη δημιουργία κονιαμάτων και εκτελεσμένα έργα της εποχής είναι κυρίως έργα υποδομής όπως οι γέφυρες και τα υδραγωγεία.

Επόμενο κατασκευαστικό βήμα αναπτύχθηκε κατά τους βυζαντινούς χρόνους όπου το ορθόδοξο δόγμα έβρισκε πρόσφορο έδαφος σε όλο και μεγαλύτερο μέρος του κόσμου, πράγμα το οποίο αντίκτυπο και στην ανάπτυξη της ναοδομίας. Ο ρυθμός της



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

«βασιλικής με τρούλο» είναι σπουδαιότερη καινοτομία της εποχής, όπου ο περιορισμός τους μήκους του κτηρίου, η εσωτερική αρχιτεκτονική του ναού και η προσθήκη τρούλου στη στέγη του ογκώδους κτίσματος περιγράφουν το καινούριο για την εποχή δομικό σύστημα. Η αρχιτεκτονική αυτή καινοτομία εφαρμόστηκε από τους Ανθέμιο και Ισίδωρο, αρχιτέκτονες από τη Μίλητο, οι οποίοι τοποθέτησαν στην τετράγωνη στέγη της βασιλικής έναν κυκλικό τρούλο, ο οποίος μέσω τεσσάρων σφαιρικών τριγώνων κατέληγε να στηρίζεται σε τέσσερις μεγάλες κολώνες, ενώ το εσωτερικό της κατασκευής, βελτιώνεται αισθητά από τα ψηφιδωτά υψηλής τεχνοτροπίας και τις ζωγραφικές παραστάσεις⁵⁶.

Η εποχή που ακολουθεί χρονικά, δεν έχει να μας προσφέρει κάποιο καινούριο σχεδιασμό, καθώς δεν παρεμβαίνει τόσο στη δομή του κτηρίου, όσο στον εσωτερικό και εξωτερικό διάκοσμό του. Η τάση της εποχής λοιπόν, φερμένη από την ανατολή, επιβάλλει τη δημιουργία αισθητικών παραστάσεων από υλικά, όπως περίτεχνα πλακίδια, γυψομάρμαρο και μεγάλες, επιβλητικές καμάρες στα ανοίγματα.

Αντιθέτως ο Brunelleschi, σε μία από τις πιο πολυσυζητημένες περιόδους, αυτή της αναγέννησης, δημιουργεί τον πρώτο αυτοφερόμενο τρούλο και τον τοποθετεί στον καθεδρικό γοθικού στυλ ναό «Αγία Μαρία των Λουλουδιών» στη Φλωρεντία. Σχεδίασε και δημιούργησε μία οκταγωνική βάση, η οποία εδράζεται στους οκτώ πυλώνες του υπάρχοντος κτίσματος και από αυτήν ξεκινούν οι οκτώ νευρώνες του τρούλου, ενώ ανάμεσα σε αυτούς και πάνω σε διπλή στεφάνη δημιούργησε έναν σκελετό με μικρότερα κάθετα και οριζόντια τόξα, ο οποίος διασφάλιζε την σταθερότητα της κατασκευής. Μ' αυτόν τον τρόπο το πάχος αλλά και το βάρος της κατασκευής ελαττώθηκαν σημαντικά και ο τρούλος δεν χρειαζόνταν άλλα εξωτερικά στηρίγματα.

Οι αποικιακοί χρόνοι τώρα, είναι μία περίοδος στην οποία αλλάζει ουσιαστικά η εσωτερική διαρρύθμιση τω κτηρίων, οι κατόψεις είναι ως επί το πλείστον ομοιόμορφες σε σχήμα Γ, υπάρχει η εσωτερική αυλή, και λόγο σε αυτόν τον αρχιτεκτονικό ρυθμό έχουν

⁵⁶<http://naodomia.pbworks.com/w/page/51597993/%CE%97%20%CE%92%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%97%20%CE%9C%CE%95%20%CE%A4%CE%A1%CE%9F%CE%A5%CE%9B%CE%9F>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

τα έντονα χρώματα εξωτερικά, τα μεγάλα ανοίγματα και πολύχρωμα και περίτεχνα πλακίδια που κοσμούν το εσωτερικό, ενώ το υπάρχον δομικό σύστημα είναι συνεχόμενο.

Ακολουθεί η βιομηχανική επανάσταση, όπου η εκβιομηχανοποίηση των υλικών ανοίγει ουσιαστικά το δρόμο για τη δημιουργία ανθεκτικότερων και μεγαλύτερων κατασκευών, καθώς ο σίδηρος, ένα από τα πιο σημαντικά υλικά παράγεται πλέον σε πολύ μεγάλες ποσότητες και είναι πιο οικονομικός εξαιτίας της μεγάλης παραγωγής του. Αντικαθιστά εν μέρη τα υπάρχοντα υλικά (ξύλο, τούβλο και μπετό), καθώς προσφέρει μεγαλύτερες αντοχές, μεγαλύτερα ανοίγματα και θεωρείται υλικό που αντέχει τις υψηλές θερμοκρασίες. Εδώ λοιπόν, οικοδομείται ο Πύργος του Άιφελ, μνημείο κτισμένο εξ' ολοκλήρου από χάλυβα, ενώ στην αντίπερα όχθη του ωκεανού, το δομικό σύστημα που επικρατεί μέχρι τότε αλλάζει ριζικά. Εκεί που ο Χάλυβας, αποτελούσε μέχρι τώρα υλικό πλήρωσης της τοιχοποιίας, δημιουργούνται οι πρώτοι ουρανοξύστες, όπου ο σκελετός του κτηρίου είναι φέρων και αποτελείται αποκλειστικά από χάλυβα αφαιρώντας πλέον τα φορτία από τις τοιχοποιίες.

Κατά τη διάρκεια του μεσοπολέμου τώρα, αλλάζει ριζικά το αρχιτεκτονικό ύφος των κατασκευών, όπου εκεί οι αρχιτέκτονες και οι μηχανικοί δεν θέλουν πλέον να δημιουργήσουν κτήρια με βαριές δομές, αλλά τους ενδιαφέρει περισσότερο όλων το αισθητικό κομμάτι, όπου εκεί νέες, απλές, κυβιστικές μορφές αρχίζουν να οικοδομούνται, και έτσι δημιουργείται το κίνημα του φονξιοναλισμού. Επιπλέον, εξαιτίας του πολέμου, αλλά και για μεγάλο διάστημα μετά από αυτόν, υπάρχει έλλειψη χάλυβα, πράγμα το οποίο οδηγεί στην εξέλιξη του σκυροδέματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία όλο και υψηλότερων κτηρίων, καθώς αυτή την εποχή, δημιουργήθηκαν οι πρώτοι ουρανοξύστες με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Μέσα από όλες αυτές τις ιστορικές εξελίξεις, καταλήγουμε στον σήμερα. Τον 21^ο αιώνα. Οι εξελίξεις καταγιγιστικές, τόσο στη συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας των υλικών, όσο και στην κατασκευαστική μεθοδολογία. Ο άνθρωπος κατάφερε να δημιουργήσει κατασκευές από σκυρόδεμα και χάλυβα, οι οποίες εκτείνονται τόσο κατά μήκος, όσο και καθ' ύψος της επιφάνειας του εδάφους. Το



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

μεγαλύτερο τεχνολογικό επίτευγμα αυτή τη στιγμή, αποτελεί ο πύργος Burj Khalifa στο Dubai, το οποίο είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού των υλικών, της σύγχρονης μηχανικής και του ανθρώπινου παράγοντα.

Ο σχεδιασμός του πύργου, δεδομένου του πολύ μεγάλου ύψους του, υπολογίστηκε ώστε τα κινητά φορτία- τα οποία δέχεται από τ φυσικό περιβάλλον, με μεγαλύτερο και σημαντικότερο όλων τον άνεμο- αλλά και τα μόνιμα με σημαντικότερο το ίδιο βάρος του οικοδομήματος, να επηρεάζουν την κατασκευή με τη μικρότερη δυνατή καταπόνηση. Οι υπολογισμοί αυτοί, παισιώθηκαν και υλοποιήθηκαν με το συνδυασμό των πιο εξελιγμένων μέχρι τώρα υλικών. Κατασκεύασαν λοιπόν, τον πυρήνα του κτηρίου από καθαρό ατσάλι, οπού πάνω σε αυτόν στηρίζονται τα περιμετρικά υποστυλώματα και τοιχοποιίες από σκυρόδεμα.

Το σκυρόδεμα που χρησιμοποιήθηκε είναι πολύ υψηλών αντοχών, και συγκεκριμένα κατηγορίας C 60/80, ενώ τα επιμέρους στοιχεία από χάλυβα συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές σχεδιασμού φορτίου του American Institute of Steel Construction (AISC), οργανισμός τυποποιημένων ρυθμίσεων που δημοσιεύει πρότυπα, όπως "Προδιαγραφές ANSI / AISC 360-10 για δομικά χαλύβδινα κτίρια", τα οποία περιλαμβάνονται ως παραπομπή στο πλαίσιο του Διεθνούς Κώδικα Οικοδόμησης.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

2.1 Χρήσεις κτηρίων

Μέσα από την μέχρι τώρα έρευνα της παρούσας εργασίας, αυτό που καθίσταται σαφές, είναι πως η χρήση των κτηρίων είναι άμεσα συνυφασμένη με τις ανάγκες του ανθρώπου στις εκάστοτε εποχές.

Μελετώντας κάθε εποχή, παρατηρούμε πως η κατασκευή οποιουδήποτε έργου είναι επακόλουθο της αναγκαιότητας του είδους μας για επιβίωση. Τόσο κυριολεκτικά, ξεκινώντας ως είδος, όσο και μεταφορικά, καταλήγοντας στο παρόν. Οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις, είναι και αυτές που ορίζουν τις χρήσεις των κατασκευών. Στο σημείο αυτό, θα ήταν καλό να τις προσδιορίσουμε αρχικά βάσει των περιόδων που έχουμε μελετήσει.

- Φυσικά καταλύματα
- Πρώτες κατοικίες (μόνιμη παραμονή ανθρώπων)
- Αποθήκες (αποθήκευση γεωργικών προϊόντων)
- Χώροι ψυχαγωγίας και συνάθροισης κοινού (Μινωϊκά ανάκτορα, ζιγκουράτ, αρχαίοι Ελληνικοί ναοί, Colosseum, Αγία Σοφία)
- Κτίσματα που χρησιμοποιούνται για την στέγαση ζώων
- Καταστήματα (χώροι εμπορικής δραστηριότητας)
- Κτήρια βιομηχανικού ενδιαφέροντος. (κυρίως κατά τη βιομηχανική επανάσταση)

Οι κατηγορίες αυτές ωστόσο, ορίζουν τις βασικές χρήσεις κτηρίων καθώς στο σύνολό τους, σύμφωνα με τους ισχύοντες σημερινούς κανονισμούς, περιλαμβάνουν πλήθος κατασκευών που εντάσσονται. Για τον σωστό λοιπόν, πλήρη και κοινό σε όλους προσδιορισμό χρήσης της εκάστοτε κατασκευής, βασισμένος σε διεθνή πρότυπα, έχει δημιουργηθεί και νομοθετηθεί από το Ελληνικό κράτος ο **Κτιριοδομικός κανονισμός**⁵⁷ ο οποίος, ορίζει τα εξής:

- 1. Κατοικίες:** Μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, κοινόβια (ανάλογα με τον αριθμό των ανθρώπων που κατοικούν σε αυτά)

⁵⁷ νομοθετικός κανονισμός του Ελληνικού κράτους που ρυθμίζει τα σχετικά με την κατασκευή των δομικών έργων
<https://el.wikipedia.org/wiki>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

2. **Προσωρινής διαμονής:** Ξενοδοχεία, Ξενώνες, οικοτροφεία (αφορά τη χρονική περίοδο διαμονής, δεν συνάδουν με τις κατοικίες)
3. **Γραφεία:** Γραφεία επιχειρήσεων, ελευθέρων επαγγελματιών, δημοσίων υπηρεσιών, υπηρεσιών τοπικής αυτοδιοίκησης, βιβλιοθήκες (ουσιαστικά χώροι εξυπηρέτησης κοινού επαγγελματικού σκοπού)
4. **Εμπορικών δραστηριοτήτων:** Καταστήματα, κουρεία, φαρμακεία, κομμωτήρια, εμπορικά κέντρα, αγορές, υπεραγορές
5. **Συνάθροισης κοινού:** Δικαστήρια, θέατρα, κινηματογράφοι, ναοί, μουσεία, εστιατόρια, ζαχαροπλαστεία, καφενεία, κέντρα διασκέδασης, τράπεζες, χώροι συναυλιών, αθλητικών συγκεντρώσεων, αίθουσες αναμονής επιβατών, αίθουσες πολλαπλών χρήσεων, αίθουσες συνεδρίων
6. **Εκπαίδευσης:** Νηπιαγωγεία, σχολεία, γυμνάσια, λύκεια, ανώτερης και ανώτατης εκπαίδευσης, φροντιστήρια
7. **Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας:** νοσοκομεία, κλινικές, ιατρεία, αγροτικά ιατρεία, υγειονομικοί σταθμοί, κέντρα υγείας, ψυχιατρεία, ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ιδρύματα χρονίως πασχόντων, οίκοι ευγηρίας, βρεφοκομεία, βρεφικοί και παιδικοί σταθμοί
8. **Σωφρονισμού:** κρατητήρια, αναμορφωτήρια, φυλακές
9. **Βιομηχανίες - βιοτεχνίες:** εργοστάσια, διυλιστήρια, σταθμοί παραγωγής ενέργειας, βιοτεχνικές εγκαταστάσεις, συνεργεία αυτοκινήτων, βαφεία, ξυλουργεία, ερευνητικά εργαστήρια, παρασκευαστήρια τροφίμων, καθαριστήρια, σιδηρωτήρια, οργανωμένα πλυντήρια ρούχων, αυτοτελή κέντρα μηχανογράφησης
10. **Αποθήκες:** γενικές, αγροτικές, μουσείων, καταστημάτων, λιμενικά υπόστεγα
11. **Στέγασης ζώων:** στάβλοι, βουστάσια, χοιροστάσια, πτηνοτροφεία
12. **Στάθμευσης αυτοκινήτων και πρατήρια υγρών καυσίμων:** χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, δίκυκλων κλπ., πρατήρια υγρών καυσίμων, πλυντήρια αυτοκινήτων



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

13. Λοιπές χρήσεις: όσα δεν εμπίπτουν σε κάποια από τις παραπάνω κατηγορίες



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Κεφάλαιο 3ο

3. Δομικά υλικά

Η ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού συνδέεται άρρηκτα με τη εξέλιξη της κατασκευαστικής τεχνολογίας, η οποία έχει ως βάση την εύρεση, τη δημιουργία και την εξέλιξη δομικών υλικών. Η επιβίωση του είδους μας αλλά και η σύγχρονη μαζική αστική υποδομή που παρατηρείται σε όλη την υφήλιο, θα ήτο αδιανόητη χωρίς την ανάπτυξη κονιαμάτων και το συνδυασμό τους με φυσικούς αλλά και τεχνητούς πόρους. Το τσιμέντο –ένα από τα αρχαιότερα κονιάματα–, αποτελεί την βάση για τη δημιουργία σκυροδέματος, και ο συνδυασμός των προαναφερθέντων με τον χάλυβα, αποτελούν τα τρία βασικότερα δομικά υλικά, τα οποία οδήγησαν την οικοδομική τεχνολογία στο σημείο που βρίσκεται σήμερα.

3.1 Τσιμέντο

Το τσιμέντο χρονολογείται ως ένα από τα αρχαιότερα κονιάματα, με την πρώτη του εμφάνιση να φημολογείται το 12000Π.Χ στο Ισραήλ, όταν αποθέματα φυσικού τσιμέντου λέγεται πως σχηματίστηκαν από την αντίδραση που δημιουργήθηκε από την τυχαία ανάμειξη ασβεστόλιθου και σχιστόλιθου. Ωστόσο, η πρώτη “επίσημη” παραγωγή της εν λόγω κονιάς, σύμφωνα με αρχαιολογικά ευρήματα τοποθετείται στο 5600Π.Χ, για τη δημιουργία καταφυγίου στις όχθες του ποταμού Δούναβη στην περιοχή της Γιουγκοσλαβίας, όπου το δάπεδο αποτελείτο από ένα μείγμα άμμου, χαλικιού και κόκκινου ασβεστόλιθου. Πιθανολογείται ακόμα, πως το συγκεκριμένο κονίαμα, κατασκευάστηκε εσκεμμένα καθώς ο κόκκινος ασβεστόλιθος μεταφέρθηκε στο σημείο από απόσταση 320km. Είναι το μοναδικό είδος τσιμέντου που αναφέρεται τη χρονική αυτή περίοδο, ενώ ταυτόχρονα χάνονται τα ίχνη του για μισή και δύο ακόμα χιλιετίες, όπου και επανεμφανίζεται στον πολιτισμό των Ασύριων και των Αιγυπτίων. Οι Ασύριοι φέρεται πως χρησιμοποίησαν κάποιο είδος πίσσας με σκοπό να “συνδέσουν” μεγάλους βράχους με μικρότερους, ενώ οι Αιγύπτιοι, μεταγενέστερα, δημιούργησαν τούβλα



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

αναμειγνύοντας λάσπη και άχυρα και αφήνοντάς τα να σκληρύνουν με τον αέρα. Οι συνεχείς πειραματισμοί, είναι αυτοί που οδήγησαν στην ανακάλυψη και κατασκευή κονιαμάτων από γύψο και ασβεστόλιθο, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των πυραμίδων. Την ίδια χρονική περίοδο στην ανατολική πλευρά του πλανήτη, ο πολιτισμός των Κινέζων χρησιμοποιούσε υλικά βασισμένα στο τσιμέντο, με σκοπό να συνδέσει μεταξύ τους μπαμπού για τη δημιουργία πλοίων αλλά και για τη δημιουργία ενός εκ των "θαυμάτων" του κόσμου, του Σινικού Τείχους. Γύρω στο 500π.Χ, η δημιουργία τσιμέντου και κάποιου είδους σκυροδέματος έχει διαδοθεί στον Αρχαίο Ελληνικό πολιτισμό, όπου παραλαμβάνεται και εξελίσσεται από τους Ρωμαίους, όταν, το 300π.Χ οι προαναφερθέντες δημιούργησαν ένα από τα πρώτα είδη σκυροδέματος χρησιμοποιώντας ένυδρη άσβεστο και ποζολάνη⁵⁸. Κατασκεύασαν ουσιαστικά έναν τύπο υδραυλικού τσιμέντου, το οποίο σκληραίνει όταν αναμειγνύεται με νερό, ακόμα και όταν βρίσκεται κάτω από αυτό. Ακόμα, για τη δημιουργία τσιμέντου αυτή την εποχή, χρησιμοποιήθηκαν πρόσθετα όπως το αίμα και το γάλα. Ωστόσο, με την πτώση της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, η τεχνογνωσία για τη δημιουργία κονιαμάτων, παρακμάζει και αυτή ταυτόχρονα, και έρχεται ξανά στο προσκήνιο τον 18^ο αιώνα⁵⁹, όπου ο μηχανικός Louis Vicat⁶⁰ μελέτησε τις υδραυλικές ιδιότητες ενός μίγματος άσβεστου και ηφαιστειογενούς τέφρας, και προσδιόρισε με ακριβή,

⁵⁸ Η **ποζολάνη** είναι ένα ανόργανο υλικό με ιδιότητες παρόμοιες με αυτές του τσιμέντου (υδραυλικές ιδιότητες). Μπορεί να προέρχεται είτε από τη φύση (φυσικές ποζολάνες), είτε από τεχνητές πηγές (σκωρία υψικαμίνων, ιπτάμενη τέφρα - στάχτη σταθμών παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν κάρβουνο ή λιγνίτη - στάχτη που παράγεται κατά τη θέρμανση πυριτικού ασβεστίου).

Η φυσική ποζολάνη είναι βιομηχανικό ορυκτό ηφαιστειακής προέλευσης (ηφαιστειακοί τόφφοι) και περιέχει υψηλό ποσοστό ενεργού διοξειδίου του πυριτίου αλλά και οξείδιο του αργιλίου. Μεγάλη ποικιλία ορυκτών έχει ποζολανικές ιδιότητες και μπορούν να χαρακτηριστούν φυσικές ποζολάνες. Σήμερα χρησιμοποιείται ευρύτατα στην τσιμεντοβιομηχανία (ποζολανικά τσιμέντα) σαν πρόσθετο.

⁵⁹ <http://www.hms.civil.uminho.pt/sahc/>

⁶⁰ **Louis Vicat** 31 Μαρτίου 1786 - 10 Απριλίου 1861 Γάλλος μηχανικός.

Αποφοίτησε από την École Polytechnique 1804 και την École des Ponts et Chaussées 1806.

Ο Vicat σπούδασε τη ρύθμιση κονιαμάτων και ανέπτυξε το δικό του. Το πρώτο κτίριο που χρησιμοποιεί το σύγχρονο κονίαμα είναι η γέφυρα του Souillac (Dordogne) που ανεγέρθηκε το 1818. Το υλικό ήταν δημοφιλές αλλά αντικαταστάθηκε από τσιμέντο Portland. Έχει επίσης εφεύρει τη βελόνα Vicat που χρησιμοποιείται ακόμα για τον προσδιορισμό του χρόνου πήξης των σκυροδεμάτων και των τσιμεντών. Ο γιος του, Joseph Vicat, ίδρυσε τη Vicat Cement, η οποία σήμερα είναι μια μεγάλη διεθνής εταιρεία κατασκευής τσιμέντου.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

ελεγχόμενο και αναπαράξιμο τρόπο τις αναλογίες ασβεστόλιθου και πυριτίου που απαιτούνταν, για να δημιουργηθεί ένα μίγμα, το οποίο, μετά από έψηση σε συγκεκριμένη θερμοκρασία και άλεση, μπορούσε να παράξει ένα υδραυλικό συνδετικό υλικό για βιομηχανικές εφαρμογές. Τα βήματά του ακολουθεί ο Άγγλος Joseph Aspdin⁶¹, ο οποίος επαναπροσδιόρισε τη σύνθεση του τσιμέντου που ανέπτυξε ο Louis Vicat, θερμαίνοντας λεπτά τριμμένη κιμωλία και άργιλο σε κλίβανο ώσπου να εξαλειφθεί το διοξείδιο του άνθρακα από το μίγμα. Το κρυσταλλωμένο παράγωγο της διαδικασίας αυτής, στη συνέχεια αλέθεται και λαμβάνει την ονομασία Portland Cement⁶². Ακολουθούν αρκετές εξελίξεις πάνω στον τομέα αυτό – βασιζόμενες στα πρότυπα που όρισε ο προαναφερθής κατασκευαστής – , ώσπου καταλήγουμε στη σημερινή εποχή. Σε αυτό το σημείο, οφείλουμε να διευκρινίσουμε το πως ακριβώς ορίζεται η εν λόγω κονία και πως χωρίζεται σε δύο είδη: Α) Φυσικό και Β) τεχνητό τσιμέντο. Α) Το φυσικό τσιμέντο δημιουργείται από την όπτηση μάργας⁶³, η οποία εν συνεχεία λεπτοαλέθεται και διατίθεται για χρήση. Ωστόσο η διακύμανση της χημικής του σύστασης είναι μεγάλη, πράγμα το οποίο καθιστά τη χρήση του σε κατασκευές σιδηροπαγούς σκυροδέματος απαγορευτική, καθώς οι αντοχές που παρουσιάζει έχουν μεγάλο εύρος διακύμανσης⁶⁴. Β) Το τεχνητό τσιμέντο τώρα, είναι αυτό που σήμερα μονοπωλεί την αγορά τσιμέντου και αποτελεί την κονία με την ευρύτερη παγκόσμια παραγωγή. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται κυρίως τσιμέντο τύπου Portland.

Η παρασκευή τσιμέντου Portland είναι το προϊόν μίας σειράς εργασιών που περιλαμβάνουν:

- A.** Την εξόρυξη ασβεστολιθικών και αργιλικών πετρωμάτων τα οποία τεμαχίζονται σε κόκκους διαμέτρου μερικών εκατοστών.
- B.** Την ανάμιξη των τεμαχισμένων κόκκων, η οποία ονομάζεται προμοιογενοποίηση.

⁶¹ **Joseph Aspdin.** Δεκέμβριος 1778 - 20 Μαρτίου 1855. ήταν ένας αγγλικός κατασκευαστής τσιμέντου που έλαβε το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τσιμέντο Portland στις 21 Οκτωβρίου 182

⁶² <https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG114/Cement%20and%20Concrete>

⁶³ Μαλακό ιζηματογενές πέτρωμα, με ποικίλη σύσταση, που απαντάται σε ακτές υδάτινων όγκων

⁶⁴ <https://e-class.teilar.gr/document/file.php>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

- C.** Την άλεση σε τριβεία ώστε να προκύψει λεπτόκοκκο μίγμα, κόκκων διαμέτρου μερικών χιλιοστών που αποθηκεύονται σε σιλό.
- D.** Την εισαγωγή του μίγματος στο άνω μέρος ελαφρά κεκλιμένης καμίνου που περιστρέφεται αργά γύρω από τον εαυτό της. Μέσα στην κάμινο -της οποίας η αρχική θερμοκρασία είναι περίπου 600 °C και η τελική στο κάτω άκρο της περίπου 1500 °C - πραγματοποιείται η έψηση του μίγματος και το προϊόν που εξέρχεται από αυτήν ονομάζεται κλίνκερ.
- E.** Το άλεσμα του κλίνκερ, το οποίο μετά την ψύξη του αναμιγνύεται με γύψο σε ποσοστό 2-3% με σκοπό τη ρύθμιση του χρόνου πήξης.

Η διαδικασία αυτή μας δίνει ως αποτέλεσμα καθαρό τσιμέντο Portland. Η χημική του σύνθεση τώρα, εξαρτάται αφενός από τη σύνθεση των πετρωμάτων που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες και αφετέρου από το χρόνο και τη θερμοκρασία του ψησίματος. Επίσης υπάρχουν πέντε διαφορετικοί τύποι τσιμέντου όπου ο καθένας έχει διαφορετικές ιδιότητες.

- 1. Τύπος CEM I :** Τσιμέντο Portland. Αποτελείται από κλίνκερ αλεσμένο με δευτερεύοντα συστατικά σε ποσοστό μέχρι 5% κ. Β. Χρησιμοποιείται για σκυρόδεμα για την κατασκευή κτηρίων.
- 2. Τύπος CEM II :** Σύνθετο τσιμέντο Portland. Παράγεται με συνάλεση κλίνκερ σε ποσοστό 65-94%, άλλων κύριων συστατικών σε ποσοστό 6-34% και δευτερευόντων συστατικών 0-5%. Το τσιμέντο αυτό είναι φθηνότερο από το **CEM I**. Χρησιμοποιείται ομοίως με το **CEM I**.
- 3. Τύπος CEM III:** Σκωριοτσιμέντο. Παράγεται με συνάλεση κλίνκερ 5-64%, σκωρίας καμίνου 36-95%, και δευτερευόντων συστατικών 0-5%. Χρησιμοποιείται για σκυρόδεμα κυρίως σε θαλάσσια περιβάλλοντα.
- 4. Τύπος CEM IV:** Ποζολανικό τσιμέντο. Περιέχει κλίνκερ 45-89%, φυσική ποζολάνη και ή ιπτάμενη τέφρα, ή πυριτική παιπάλη 11-55% και δευτερεύοντα συστατικά 0-5%. Χρησιμοποιείται για σκυρόδεμα σε πολύ διαβρωτικό



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

περιβάλλον (π.χ. μονάδες βιολογικού καθαρισμού, σωλήνες αποχέτευσης).

- 5. Τύπος CEM V :** Σύνθετο τσιμέντο. Περιέχει κλίνκερ 20-64%, σκωρία καμίνου 18-50%, ποζολάνη και/ ή ιπτάμενη τέφρα 18-50% και δευτερεύοντα συστατικά 0-5%.

Τέλος υπάρχουν και οι ειδικοί τύποι τσιμέντων οι οποίοι είναι τα διογκούμενα τσιμέντα, τα οποία σε ορισμένες χώρες χρησιμοποιούνται για την Παρασκευή χημικά προεντεταμένων στοιχείων, τα τσιμέντα ταχείας πήξης και σκλήρυνσης τα οποία χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις επισκευών που πρέπει να γίνουν ταχύτατα (π.χ. στεγανοποιήσεις) και τα λευκά ή έγχρωμα τσιμέντα, τα οποία χρησιμοποιούνται όπου το επιβάλλουν απαιτήσεις αισθητικής (π.χ. ανεπίχριστα αισθητικά στοιχεία).



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

3.2 Σκυρόδεμα

Ως σκυρόδεμα ορίζεται το υλικό το οποίο είναι αποτέλεσμα της ανάμειξης του τσιμέντου με λεπτά ή χονδρά αδρανή, και νερό, με ή χωρίς την προσθήκη πρόσμικτων ή πρόσθετων, το οποίο αναπτύσσει τις ιδιότητές του μέσω της ενυδάτωσης του νερού⁶⁵. Ουσιαστικά, το σκυρόδεμα αποτελεί προέκταση της εξέλιξης της τεχνολογίας του τσιμέντου, συμπέρασμα το οποίο προκύπτει από το γεγονός, πως σε κάθε έργο που οικοδομείται πραγματοποιείται μελέτη σύνθεσης σκυροδέματος, στην οποία προσδιορίζονται οι ακριβείς αναλογίες των υλικών, καθώς και ο τύπος του τσιμέντου που απαιτείται, σύμφωνα με τις εκάστοτε συνθήκες και δεδομένα.

Σύμφωνα με την ιστορική ανάδρομή που πραγματοποιήθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, παρατηρούμε πως το σκυρόδεμα είναι ένα υλικό το οποίο χρησιμοποιείται από τα αρχαία χρόνια –κυρίως από τους Ρωμαίους– για την κατασκευή έργων μεγάλης κλίμακας, όπως τα υδραγωγεία, οι δρόμοι και μεγάλα μνημεία όπως το Κολοσσαίο. Ακόμα, η βασική σύνθεση για την παραγωγή σκυροδέματος ουσιαστικά είναι μία και είναι η ανάμειξη τεσσάρων συστατικών. Τσιμέντου, αδρανών, άμμου και νερού. Αυτό λοιπόν που διαφοροποιεί μεταξύ τους τις υπάρχουσες κατηγορίες σκυροδέματος είναι η αναλογία των υλικών αυτών, καθώς και ο τύπος του τσιμέντου.

Αυτό που καθιστά το σκυρόδεμα ως ένα από τα σημαντικότερα δομικά υλικά από την αρχαιότητα έως και σήμερα, είναι η σκλήρυνσή του μέσα σε λίγες ώρες από την διάχυσή του, καθώς και η απόκτηση υψηλών αντοχών μέσα σε λίγα μόλις εικοσιτετράωρα. Έτσι λοιπόν, οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για την ποιότητα του είναι αυτές που οδήγησαν στην τεράστια πρόοδο της τεχνολογίας του σκυροδέματος, έχοντας ως αποτέλεσμα την παραγωγή διαφορετικών ειδών, ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες.

Υπάρχουν πολλά είδη σκυροδέματος και το καθένα απ' αυτά χρησιμοποιείται και σε διαφορετικό τύπο έργου. Χαρακτηριστικές κατηγορίες, είναι οι εξής:

- **66Εμφανές σκυρόδεμα (Fare face concrete)** (τοποθετείται σε οικοδομές και δεν καλύπτεται από επιχρίσματα)

⁶⁵<https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG114/Cement%20and%20Concrete.pdf>

⁶⁶http://ggs.com.cy/kathgories_skyrodematos/kathgories-skyrodematos



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

- **Διαπερατό σκυρόδεμα (Pervious concrete) Το Πράσινο Σκυρόδεμα-** (είναι ένα ανθεκτικό, υψηλού πορώδους σκυρόδεμα το οποίο επιτρέπει την εύκολη αποχέτευση το νερού στο έδαφος με μηδενικές διαρροές. Χρησιμοποιείται για την κάλυψη εξωτερικών μεγάλων επιφανειών, όπως χώροι στάθμευσης, κάλυψη επιφανειών πλατειών, εξωτερικών χώρων εργοστασίων και διάστρωση υπογείων με έντονη παρουσία νερού.)
- **Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα** - (Shotcrete, τοποθετείται με "ψεκασμό", έχει πολύ υψηλή αντοχή, σχεδόν όση με αυτή του σκυροδέματος που χρησιμοποιείται για βεράντες και πεζοδρόμια, και χρησιμοποιείται όπου απαιτούνται διαφορετικά πάχη στρώσεων ή όπου η πρόσβαση είναι δύσκολη. Κύριες χρήσεις του αποτελούν οι επισκευές κτηρίων και οι κατασκευές σηράγγων.⁶⁷)
- **Αυτεπιπεδούμενο μη συρρικνούμενα δάπεδα-** (Self Leveling Floors, χρησιμοποιείται για λεπτές στρώσεις σε δάπεδα και για εξομάλυνση ανώμαλων επιφανειών. Περιέχει τσιμέντο, άμμο και πρόσμικτα.)
- **Αυτοσυμπυκνούμενο σκυρόδεμα** - (Self Compacting Concrete - SCC. Βασικό χαρακτηριστικό του είναι η αυξημένη ρευστότητα, πράγμα που διευκολύνει την διάστρωση και συμπύκνωση του υλικού. Οι δύο αυτές εργασίες γίνονται χωρίς καμία παρέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα. Έχει χαμηλό λόγο N/T και υψηλή ανθεκτικότητα και συνιστάται για τις κατασκευές με πυκνή διάταξη οπλισμού όπως οι σύγχρονες αντισεισμικές κατασκευές αλλά και όπου είναι απαραίτητη η σκυροδέτηση υπό πίεση, λόγω περιορισμένης πρόσβασης (π.χ. επισκευή με μανδύες)
- **Ινοοπλισμένο Σκυρόδεμα** (Το συμβατικό σκυρόδεμα είναι ασθενέστερο σε εφελκυσμό. Μια ουσιαστική βελτίωση αυτής της μηχανικής ιδιότητας του υλικού, μέσα από ενίσχυση στη μάζα του, γίνεται με την προσθήκη ινών στη μάζα πριν τη σκυροδέτηση, κατά την ανάμιξη. Αρχικά χρησιμοποιήθηκαν

⁶⁷https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BE%CE%B5%CF%85%CF%8C%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF_%CF%83%CE%BA%CF%85%CF%81%CF%8C%CE%B4%CE%B5%CE%BC%CE%B1



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

ίνες από χάλυβα , αν και πλέον διατίθενται και ίνες από πολυπροπυλένιο και σύνθετα πολυμερή, σε διάφορα σχήματα και μορφή, ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερη αγκύρωση μέσα στη μάζα. Με αυτό τον τρόπο, η παραμόρφωση πριν από τη θραύση αυξάνεται σημαντικά με τη χρήση ινών. Ακόμα, πέρα από τη βελτίωση των μηχανικών αντοχών του, με τη χρήση ινών πολυπροπυλαινίου , παρατηρείται σημαντική βελτίωση της συμπεριφοράς του σκυροδέματος σε υψηλές θερμοκρασίες.⁶⁸⁾

- **Σκυρόδεμα πλήρωσης Ορυγμάτων – Τάφρων –** (CLSM – Controlled Low Strength Material, Η πιο συνήθης εφαρμογή του είναι ως υλικό πλήρωσης -επίχωσης-, υποκαθιστώντας το παραδοσιακό επίχωμα με την ιδιότητα του να είναι μελλοντικά επανασκάψιμο με αντοχή σε θλίψη 0,5 – 4 N/mm².)
- **Σκυρόδεμα ταχείας πήξης:**
- **Σκυρόδεμα Υψηλών Αντοχών:** Χρησιμοποιείται στη κατασκευή υψηλών κτιρίων, γεφυρών μεγάλων ανοιγμάτων και ειδικών κατασκευών (π.χ. πλατφόρμες αντλήσεως πετρελαίου).
- **Εγχρωμα Σκυροδέματα**
- **Ανεπίχριστο σκυρόδεμα**
- **Ανθεκτικό σε επιφανειακή φθορά**
- **Μειωμένης υδατοπερατότητας**
- **Παραθαλάσσιου περιβάλλοντος**
- **Ανθεκτικό σε χημικές προσβολές**

⁶⁸⁾ http://www.hcia.gr/el/cement-concrete/uses-concrete/paron_inoplismeno_skurodema/



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

3.3 Χάλυβας

Ο ανοξειδωτος χάλυβας είναι ένα κράμα μετάλλων με περιεκτικότητα σε σίδηρο τουλάχιστον 50% και σε χρώμιο κατ'ελάχιστο 10,5% και παρουσιάζει μοναδικές ιδιότητες σε σχέση με πολλά υλικά όπως η ανθεκτικότητά του σε διάβρωση, αυξημένη θερμοκρασία αλλά και υψηλές μηχανικές αντοχές, κι χρησιμοποιείται παγκοσμίως στην κατασκευαστική βιομηχανία. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ανοξειδωτου χάλυβα, και οι διαφοροποιήσεις αυτές δημιουργούνται από τη χημική τους σύσταση. Υπάρχουν περισσότεροι από 60 διαφορετικοί τύποι, ωστόσο στο σύνολό τους μπορούν να διαιρεθούν σε τρεις κατηγορίες, η καθεμία εκ των οποίων ορίζεται από τα πρόσμικτα στοιχεία τα οποία επηρεάζουν τη μικροδομή της. Αν και το ειδικό του βάρος του ανοξειδωτου χάλυβα είναι $7480-8000 \text{ Kg/m}^3$ ⁶⁹ (μεγαλύτερο από του συμβατικού σκυροδέματος 2600kg/m^3 ⁷⁰) και η τιμή μονάδας είναι μεγαλύτερη και αυτή κατά συνέπεια, μας επιτρέπει τη δημιουργία ελαφρύτερων κατασκευών με μεγάλα ανοίγματα, μικρότερου κόστους και μεγαλύτερων μηχανικών αντοχών. Ο χάλυβας συμπεριφέρεται άριστα τόσο στον εφελκυσμό, όσο και στη θλίψη αντίστοιχα, καθώς η πλαστική περιοχή του στοιχείου είναι αρκετά μεγάλη, με αποτέλεσμα το ποσοστό αστοχίας που παρουσιάζει, να είναι αρκετά μικρό. Επιπλέον, δεν επηρεάζεται από μικροοργανισμούς όπως οι μύκητες και το σαράκι, όπως συμβαίνει με το σκυρόδεμα και τα ξύλινα στοιχεία αντίστοιχα, ενώ ακόμα εξαιτίας των αναλογιών του κράματος από τα επιμέρους μέταλλα που αποτελείται, η αντοχή του σε οξειδωση είναι αρκετά μεγάλη. Η ποιότητά του είναι απόλυτα ομοιόμορφη σε κάθε σημείο του, και χωρίς αποκλίσεις, καθώς παράγεται με αυστηρή τήρηση των προτύπων που υπάρχουν και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία του και ταυτόχρονα είναι 100% ανακυκλώσιμος, καθώς κατά τη βασική διαδικασία παραγωγής μεταλλικών στοιχείων σε κλίβανο οξυγόνου, χρησιμοποιείται τουλάχιστον 25%

⁶⁹ <https://www.e-archimedes.gr/fag/item/3776->

⁷⁰ <https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHEMENG114/Cement%20and%20Concrete.pdf>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

ανακυκλωμένος χάλυβας⁷¹. Οι πιο «εκθαμβωτικές» και ογκώδεις κατασκευές ανά την υφήλιο είναι κατασκευασμένες στο μεγαλύτερο ποσοστό τους από ανοξείδωτο χάλυβα.

Ένα από τα βασικότερα συστατικά του ανοξείδωτου χάλυβα είναι το χρώμιο. Χημικό στοιχείο το οποίο εντάχθηκε



Εικόνα 40: Luis Nicolas Vauquelin

στον περιοδικό πίνακα το 1761, ενώ το 1798 ο Γάλλος χημικός Louis Nicolas⁷² Vauquelin, αναμειγνύοντας και θερμαίνοντας οξείδιο του χρωμίου με ξυλάνθρακα, δημιούργησε για πρώτη φορά το μεταλλικό χρώμιο⁷³. Στοιχείο το οποίο προσδίδει στο κράμα του ανοξείδωτου χάλυβα τις

αντιοξειδωτικές ιδιότητές του. Η ανακάλυψη αυτή κατά τον 18^ο αιώνα, αποτέλεσε το εφαλτήριο για την συνεχόμενη και αλματώδη ανάπτυξη στον κλάδο της μεταλλουργίας.

Περίπου μισό αιώνα αργότερα από την ανακάλυψη του μεταλλικού χρωμίου, ένας ακόμα Γάλλος, ο Pierre Berthier⁷⁴,



Εικόνα 41: Pierre Berthier 1782-1861

ανακάλυψε πως κράματα σιδήρου με μεγάλη περιεκτικότητα σε μεταλλικό χρώμιο, παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στη διάβρωση από οξέα, σε σχέση με κράματα μικρότερης περιεκτικότητας. Ο Berthier ξεκίνησε να παράγει κράματα σιδήρου-χρωμίου, μειώνοντας τα συνδυασμένα οξείδια των στοιχείων και δημιουργώντας το γνωστό έως τώρα σιδηροχρώμιο. Η παραγωγή

σιδηροχρωμίου, αποτέλεσε ένα ιστορικό γεγονός για την μεταλλουργία, καθώς η προσθήκη του σε χυτό σίδηρο οδήγησε στη δημιουργία του ανοξείδωτου χάλυβα. Ωστόσο το κράμα

⁷¹ <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/>

⁷² Ο καθηγητής Louis Nicolas Vauquelin (16 Μαΐου 1763 - 14 Νοεμβρίου 1829) ήταν Γάλλος φαρμακοποιός και χημικός. Ήταν αυτός που ανακάλυψε το Χρώμιο και το βηρύλλιο.

⁷³ Το μεταλλικό χρώμιο είναι εξαιρετικά ανθεκτικό σε χημική προσβολή (διάβρωση και οξείδωση), γεγονός που εξηγεί και τη χρήση του ως συστατικό κραμάτων στον ανοξείδωτο χάλυβα και ως επικάλυψη (επιχρωμίωση).

⁷⁴ Pierre Berthier, 3 Ιουλίου 1782-24 Αυγούστου 1861, ήταν Γάλλος γεωλόγος και μηχανικός εξόρυξης.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

σιδηροχρωμίου του Berthier, περιείχε υψηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα, πράγμα το οποίο ήταν αποτρεπτικό για τη δημιουργία χάλυβα καθώς η πλαστική περιοχή του συγκεκριμένου κράματος ήταν πολύ μικρή και οδηγούσε συνεχώς σε αστοχία του υλικού, γεγονός βέβαια άγνωστο την εποχή αυτή⁷⁵.

Ωστόσο, μετά από μελέτες και έρευνες που διεξήχθησαν από αρκετούς χημικούς και μηχανικούς κατά τον 19^ο αιώνα, το εμπόδιο της υψηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα ξεπεράστηκε, όταν ο Γερμανός χημικός Johann Wilhem Hans



Εικόνα42:Wilhem Hans Goldsgmidt

Goldschmidt⁷⁶ ανακάλυψε την μέθοδο της αργιλοθερμίνης, διαδικασία η οποία επέτρεπε την τήξη των μετάλλων χωρίς την εφαρμογή εξωτερικής θερμότητας. Ως αποτέλεσμα, οι χαλυβουργίες, ήταν σε θέση να παράγουν χάλυβα με υψηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο και πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα, και στη συνέχεια να αποξειδώσουν τον τηγμένο χάλυβα με την προσθήκη μεταλλικού αλουμινίου.

Το επόμενο σημαντικό βήμα στη δημιουργία ενός ακόμα καλύτερου υλικού, ήταν όταν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα Γάλλοι, Βρετανοί, Γερμανοί και



Εικόνα43: William Hatfield

Αμερικανοί ερευνητές μέσα από πολλές μελέτες, παρασκεύασαν κράματα σιδηρού-χρωμίου-νικελίου, τα οποία αντιστοιχούν στις σημερινές ποιότητες. Τέλος, το 1924 ο William Hatfield⁷⁷ κατασκεύασε την κατηγορία που παραμένει η πιο διαδεδομένη και αντιπροσωπευτική μέχρι

⁷⁵https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=E30rCBeM8nkC&oi=fnd&pg=PR1&dq=history+of+steel&ots=DXRftz2ajc&sig=OhAF7AEycqvnSF5OqZE2h74PUR8&redir_esc=y#v=onepage&q=history%20of%20steel&f=false

⁷⁶ Ο Johannes Wilhelm Hans Goldschmidt (18 Ιανουαρίου 1861 - 21 Μαΐου 1923) ήταν Γερμανός χημικός.

⁷⁷ Ο Καθηγητής William Herbert Hatfield (10 Απριλίου 1882 – 16 Οκτωβρίου 1943) ήταν Άγγλος μεταλλειολόγος που συνέβαλε καθοριστικά στην ανάπτυξη του ανοξείδωτου χάλυβα.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

στιγμής. Τον ωστενιτικό ανοξειδωτο χάλυβα με αναλογίες 18% χρώμιο-8% Νικέλιο⁷⁸.

Η χρήση των μετάλλων σε διάφορους τομείς τις καθημερινότητας αλλά και της κατασκευαστικής τεχνολογίας ήταν διαδεδομένη από τα αρχαία χρόνια, όταν πρώτοι οι Χετταίοι, 2300 χρόνια πριν είχαν αναπτύξει μία μέθοδο παραγωγής χάλυβα με ενανθράκωση σπογγώδους σιδήρου, ενώ περίφημα ήταν τα σφυρήλατα χαλύβδινα Δαμασκηνά σπαθιά που κατασκεύαζαν κατά την εποχή του μεσαίωνα οι Σύριοι και οι Ιάπωνες. Κατά τους Ρωμαϊκούς χρόνους, οι μεσογειακοί λαοί, οι Ινδοί αλλά και οι Κινέζοι, είχαν αναπτύξει μεθόδους παραγωγής σπογγώδους σιδήρου και χάλυβα⁷⁹. Ενώ κατά τον 7^ο αιώνα Π.Χ οι Βαβυλώνιοι μηχανικοί χρησιμοποιούσαν στις κατασκευές τους συνδέσμους φτιαγμένους από σίδηρο, των οποίων η επικάλυψη ήταν από μόλυβδο, ώστε να τους προστατέψουν από τη διάβρωση, ενώ τον ίδιο τρόπο χρησιμοποίησαν κατά τον 5^ο αιώνα Π.Χ οι μηχανικοί Ικτίνοσ

⁷⁸<http://apothesis.teicm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/688/lazaridis.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>

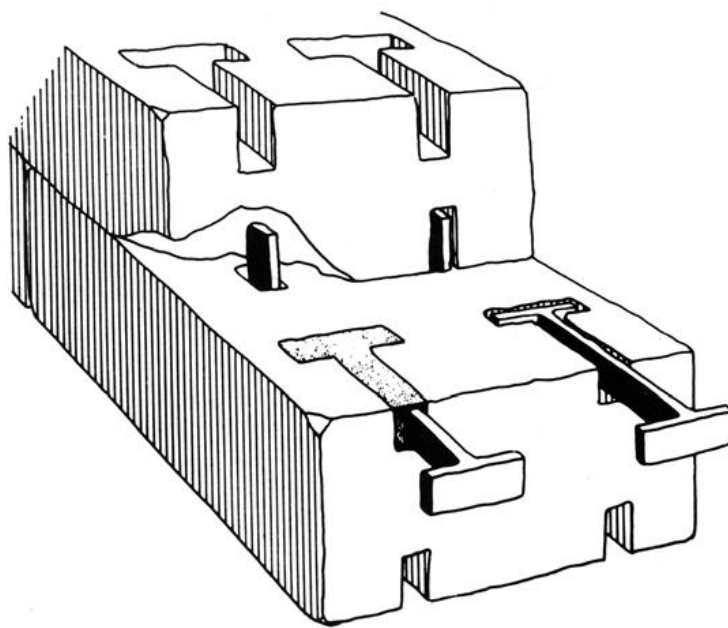
⁷⁹https://steamx.army.gr/sites/steamx.army.gr/files/18_shediasmos_metallikoy_ktirioy_me_katakory foy_hiasti_syndesmoys.pdf



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

και Καλλικράτης, για την ανέγερση των μνημείων της Ακρόπολης . Ο σίδηρος, συνεχίζει να χρησιμοποιείται μέσα στο πέρασμα των αιώνων από την προϊστορία μέχρι και τον 18^ο αιώνα στις κατασκευές, κυρίως ως υλικό ενίσχυσης της τοιχοποιίας με τη μορφή ράβδων και αγκυρίων, ενώ η παραγωγή του υλικού, γινόταν μέχρι και τότε σε τεμάχια περιορισμένων διαστάσεων. Ωστόσο, η ευρεία χρήση του υλικού αυτού κοντά στο τέλος της προαναφερθείσας χρονικής περιόδου βρίσκει έδαφος σε πολλούς τομείς, είτε της καθημερινότητας, είτε της βιομηχανίας, είτε των κατασκευών, έχοντας έτσι ως αποτέλεσμα την ανακάλυψη νέων μεθόδων παραγωγής, οι οποίοι επέφεραν πολύ μεγαλύτερη ποσότητα, αλλά ταυτόχρονα και καλύτερη ποιότητα τελικού προϊόντος. Ενώ λοιπόν μέχρι και προς το τέλος του 18 αιώνα, ο σίδηρος χρησιμοποιείται μόνο

στους
στατικούς



Εικόνα44: Η θέση των χαλύβδινων συνδέσμων διατομής διπλού T, οι οποίοι συγκρατούν τις μαρμάρινες δοκούς στο μνημείο της Ακρόπολης.

υπολογισμός των μηχανικών ως ένα «βοηθητικό» υλικό, μέσα από αυτές τις εξελίξεις, έρχεται στο προσκήνιο και αναλαμβάνει πρωταγωνιστικό ρόλο, χρησιμοποιούμενος ως βασικό δομικό υλικό για μεγάλα βιομηχανικά κτήρια.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Ένα λοιπόν από τα πρώτα κτήρια κατασκευασμένα από μεταλλικό σκελετό (σίδηρος) είναι το εξάωροφο νηματοουργείο στην περιοχή Derby της Αγγλίας, το οποίο σχεδιάστηκε και



Εικόνα45: William Stutt

κατασκευάστηκε από τον μηχανικό William Strutt⁸⁰ εν έτη 1792-1793.

Στο εν λόγω κτήριο, χρησιμοποιήθηκε μια πρωτοποριακή για την εποχή κατασκευή για την αντικατάσταση των παραδοσιακών ξύλινων πατωμάτων, η οποία αποτελούνταν από τμηματικούς θόλους ενισχυμένους με μεταλλικούς συνδέσμους υπό τη μορφή ράβδων από σφυρήλατο σίδηρο. Οι επιμέρους

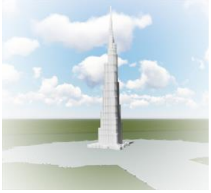
αυτοί θόλοι στηρίζονταν σε βαριές ξύλινες δοκούς, οι οποίες

προστατεύονταν με επίχρισμα και εδράζονταν στις εξωτερικές τοιχοποιίες και σε δύο σειρές χυτοσιδηρών υποστυλωμάτων.

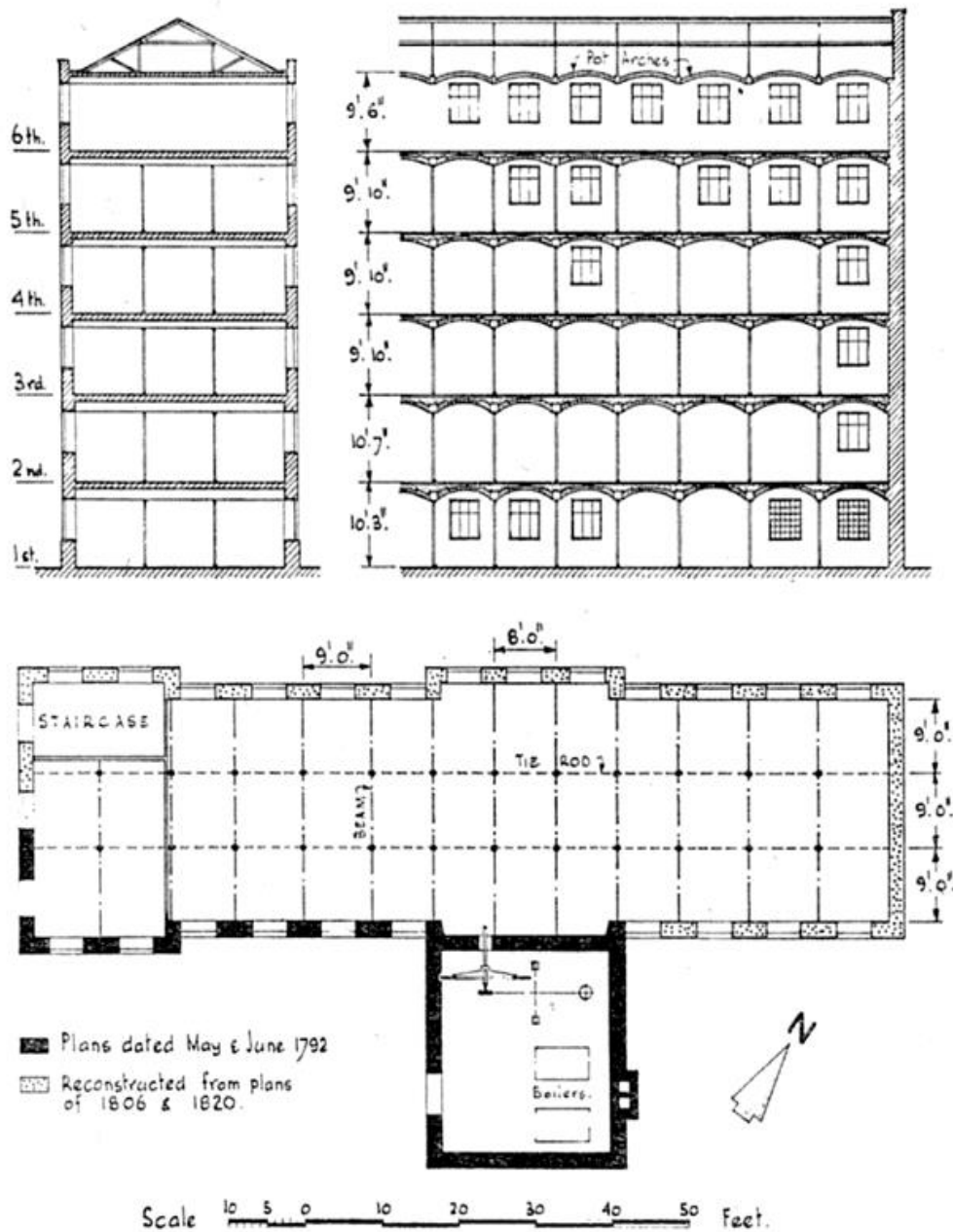
Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί πως ο τύπος κατασκευής που χρησιμοποίησε ο Strutt αντιπροσωπεύει ένα εξελικτικό στάδιο πριν την εξ' ολοκλήρου εσωτερική δομή με μεταλλικό σκελετό⁸¹.

⁸⁰William Strutt: Άγγλος πολιτικός μηχανικός και αρχιτέκτονας, που σχεδίαζε κτήρια από μεταλλικούς σκελετούς, καθιστώντας τα ανθεκτικά στις πυρκαγιές.

⁸¹ <http://ikee.lib.auth.gr/record/262415/files/the%20first%20iron%20frames.pdf>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ



Εικόνα46: Σχέδια του εξαώροφου νηματοργείου στο Derby 792-1793

Με το πέρασμα των ετών και τη συνεχή εξέλιξη, τόσο του υλικού όσο και της κατασκευαστικής τεχνολογίας, μπορούμε να καταλήξουμε στο σήμερα, όπου ο ανοξείδωτος χάλυβας, θεωρείται ένα από τα πιο αξιόπιστα υλικά με την πιο διαδεδομένη χρήση, πράγμα το οποίο οφείλεται στα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει το υλικό αυτό, έναντι πολλών άλλων.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Χαρακτηριστικό παράδειγμα σύγχρονων κατασκευών από χάλυβα, αποτελεί η μεγαλύτερη **κρεμαστή** γέφυρα στον κόσμο (γέφυρα Akashi Kaikyo) με συνολικό άνοιγμα 3911μ , που βρίσκεται στην Ιαπωνία και ενώνει την πόλη Kobe με το νησί Awaji και η μορφή της είναι απλή, καθώς αποτελείται από δύο πυλώνες και τρία ανοίγματα. Δυο μεγάλα καλώδια στηρίζονται στους πυλώνες και είναι αγκυρωμένα στις ακτές. Από τα δυο μεγάλα καλώδια κρέμεται το κατάστρωμα της



Εικόνα47: Η αγκύρωση των καλωδίων στην ακτή.

γέφυρας ενώ το μεσαίο άνοιγμα έχει μήκος 1991 μέτρα και τα δυο πλευρικά 960 μέτρα το καθένα. Αυτό που κάνει τη γέφυρα ξεχωριστή είναι το μήκος του μεσαίου ανοίγματος. Είναι μεγαλύτερο κατά 367 μέτρα από τη δεύτερη στην κατάταξη γέφυρα στο Great Belt της Δανίας και κατά 693 μέτρα από τη μεγαλύτερη κρεμαστή γέφυρα των ΗΠΑ στο Verazzano Narrows από της Νέας Υόρκης. Οι δυο πυλώνες είναι χαλύβδινοι και έχουν ύψος 300 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι πυλώνες εδράστηκαν σε βάσεις σκυροδέματος που εγχύθηκε επί τόπου μέσα σε τεράστια χαλύβδινα κιβώτια στον πυθμένα της θάλασσας. Το σκυρόδεμα ήταν ειδικού τύπου με προσθήκη πλαστικοποιητών και παρασκευάστηκε επί τόπου από μονάδα τοποθετημένη πάνω σε φορηγίδα. Λόγω της τεράστιας ποσότητας του σκυροδέματος (στη μια βάση η ποσότητα ήταν 355000 κυβικά μέτρα) λήφθηκαν μέτρα για την μείωση των τάσεων λόγω θερμοκρασίας κατά



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

τη σκυροδέτηση. Χρησιμοποιήθηκε τσιμέντο χαμηλής θερμότητας και το μισό νερό αντικαταστάθηκε με πάγο. Έτσι η μέγιστη εσωτερική θερμοκρασία του σκυροδέματος κρατήθηκε κάτω από 50 βαθμούς Κελσίου και αποφεύχθηκε η δημιουργία ρωγμών. Για την θεμελίωση των πυλώνων και τις αγκυρώσεις των καλωδίων στις ακτές χρησιμοποιήθηκαν 1.5 εκατομμύρια κυβικά μέτρα σκυροδέματος. Οι πυλώνες της γέφυρας είναι ψηλές εύκαμπτες κατασκευές και ευαίσθητοι στα φορτία των ανέμων. Υπολογίστηκε ότι θα υφίστανται ταλάντωση λόγω του αέρα και κατά το στάδιο της κατασκευής και κατά το στάδιο της λειτουργίας της γέφυρας. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού τοποθετήθηκαν στους πυλώνες αποσβεστήρες κραδασμών και δόθηκε σ' αυτούς αεροδυναμικό σχήμα με την στρογγύλευση των ακμών τους.

Τα καλώδια των κρεμαστών γεφυρών, κατά τα τελευταία 50 χρόνια, κατασκευάζονταν από χαλύβδινα σύρματα αντοχής 1600 MPa. Η χρησιμοποίηση των συμβατικών συρμάτων θα οδηγούσε στην τοποθέτηση τεσσάρων καλωδίων αντί για δύο που είναι η συνήθης πρακτική. Έτσι αποφασίστηκε η χρήση συρμάτων υψηλής αντοχής 1800



Εικόνα48: Τα δύο καλώδια κατά τη φάση της κατασκευής.

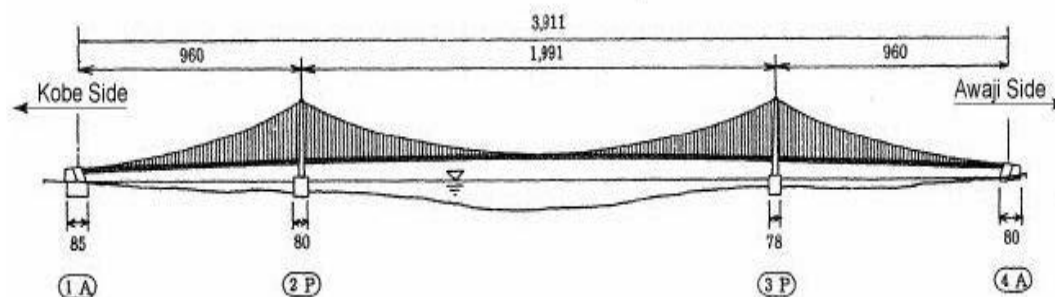
MPa. Πάντως η αύξηση της αντοχής των συρμάτων συνοδεύεται από μείωση της ευκαμψίας των καλωδίων και αυτό είναι

ανεπιθύμητο για τη λειτουργία της γέφυρας. Γι αυτό το λόγο κατά την εργοστασιακή διαδικασία παρασκευής των χαλύβδινων συρμάτων προστέθηκε πυρίτιο και έτσι η αύξηση της αντοχής δεν συνοδεύτηκε με μείωση τη ευκαμψίας. Η τελική διάμετρος του κάθε μεγάλου καλωδίου είναι 1.122 μέτρα και το συνολικό μήκος των μεταλλικών συρμάτων που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή της γέφυρας είναι περίπου 300.000 χλμ. Για την αντιδιαβρωτική προστασία των καλωδίων χρησιμοποιούνται συνήθως φύλλα πολυαιθυλενίου. Έρευνες



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

όμως έδειξαν ότι υπήρχε σκουριά στα μεταλλικά σύρματα σε βάθος 2 με 3 στρώσεων από την επιφάνεια. Για την αποφυγή της σκουριάς θα πρέπει η σχετική υγρασία στο εσωτερικό του καλωδίου να είναι μικρότερη από 40%. Για την επίτευξη του στόχου αυτού εγκαταστάθηκε στη γέφυρα σύστημα ξήρανσης με την διοχέτευση ξηρού αέρα στο εσωτερικό του καλωδίου. Μετά από 6 μήνες λειτουργίας του συστήματος η σχετική υγρασία έπεσε στο 40% και από τότε παραμένει κάτω από το όριο αυτό αποτρέποντας έτσι τη διάβρωση. Η δοκός στήριξης του οδοστρώματος, με πλάτος 35.5 μέτρα και ύψος 14 μέτρα, αποτελείται από ένα χαλύβδινο χωροδικτύωμα με τριγωνικούς συνδέσμους. Έτσι εξασφαλίζεται μεγάλη ακαμψία της δοκού αλλά συγχρόνως επιτρέπεται και η διέλευση του αέρα δια μέσου της δοκού. Συνολικά στην ανωδομή (καλώδια, δοκός στήριξης και πυλώνες) χρησιμοποιήθηκαν 180.000 τόνοι χάλυβα⁸².



Εικόνα49: Ένα απλό σκαρίφημα της γέφυρας.

⁸²<http://www.teethrakis.gr/enimerosi/arthra-melon/sygchrona-epiteygmata-tis-technologias-i-megalyteri-kremasti-gefyra-toy-kosmoy-04-01-2008>

Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ



Εικόνα50: Άποψη από την κορυφή του πυλώνα.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Κεφάλαιο 4ο

4. Συμπεράσματα

Μετά το πέρας της παρούσας έρευνας, προκύπτουν τα κάτωθι:

1. Κατάλογος υλικών τοποθετημένα με χρονολογική σειρά
 - Θρυμματισμένοι λίθοι
 - Πέτρες και κόκαλα μαμούθ
 - Εύλινα τρυπάνια
 - Εργαλεία από ασβεστόλιθο και σχιστόλιθο
 - Λασπότουβλα
 - Χοντροί ξύλινοι πάσσαλοι, καλάμια, πηλός, πέτρα, κορμοί δέντρων και άχυρα
 - Άψητα τούβλα από μίγμα πηλού και άχυρου
 - Ακτινωτός τροχός, ζυγός, και εργαλεία φτιαγμένα από χαλκό και ορείχαλκο
 - Πηλόχρωμα, ασβεστοκονιάματα, χαλικάσβεστος και γύψος, χρησιμοποιούνται για τη στεγανοποίηση χώρων, χάλκινες σμίλες, τρυπάνια, πριόνια, γρανίτης, συϊνίτης, βασάλτης
 - Ασβεστόλιθος και γυψομάρμαρο
 - Αποξηραμένοι πλίνθοι και οπτόπλινθοι
 - Βίδες, περιστροφικοί μύλοι, μεταλλικά ελάσματα, πρώτες μηχανές με χρήση ατμού
 - Ασβεστοκονιάματα, τσιμέντο, σκυρόδεμα, μπρούτζος, μόλυβδος ως υλικό επικάλυψης
 - Μάρμαρα, κεραμίδια, πλακίδια
 - Πέτρα, ασβέστης, ξύλινα πλέγματα, κονιάματα από άμμο
 - Χυτοσίδηρος, πρώτες μορφές χάλυβα
 - Οπλισμένο σκυρόδεμα
 - Ανοξειδωτος χάλυβας, εξελιγμένες μορφές σκυροδέματος
2. Κατάλογος κατασκευών, τοποθετημένες με χρονολογική σειρά
 - Σπήλαια
 - 1^{ος} οικισμός από πέτρες και κόκαλα μαμούθ



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

- Ημισφαιρικές καλύβες με άνοιγμα στην οροφή (φεγγίτης)
- Στρογγυλά κτίσματα με μία επέκταση καθ' ύψος με μορφή κυλίνδρου (μορφή πύργου) **Ύψος 9 μέτρα**
- Πρώτα κτίσματα με τετραγωνικές κατόψεις
- Πασσαλόπηκτα κτίσματα
- Κτίσματα με λίθινα θεμέλια
- Αψιδωτά κτίσματα
- Κτήρια από πέτρα, μάρμαρο, συνδυασμό πλινθοδομής και ξυλοδεσιάς και ορθογωνικές κατόψεις **Ύψος 5 όροφοι (κατά προσέγγιση 15 μέτρα)**
- Πυραμίδες **Ύψος 146,60 μέτρα**
- Εύλινα κτίσματα, πάνω σε θεμέλια από πέτρα, με κατόψεις με πολλά δωμάτια, και πολλαπλά επίπεδα **Ύψος 63 μέτρα**
- Πλίνθινα κτήρια με κλιμακωτά επίπεδα **Ύψος 64 μέτρα**
- Δομικό σύστημα "Δοκός επί στύλου"
- Γέφυρες, υδραγωγεία, Κτίσματα με καμάρες **Ύψος 48,8 μέτρα**
- Δομικό σύστημα "Βασιλική με τρούλο" **Ύψος 56 μέτρα**
- Κτήρια με θόλους, καμάρες και εσωτερικές αυλές
- Κατασκευή του ενός εκ των μεγαλύτερων τρούλων **Ύψος 91 μέτρα**
- Ενιαίο δομικό σύστημα
- Πρώτες μεταλλικές κατασκευές (γέφυρες, βιομηχανικά κτήρια, πρώτοι ουρανοξύστες) **Ύψος 324 μέτρα**
- Πολυκατοικίες από οπλισμένο σκυρόδεμα στα μεγάλα αστικά κέντρα
- Σύμμεικτες κατασκευές, τόσο κτηρίων με μεγάλο ύψος, όσο και έργων υποδομής **Ύψος 828 μέτρα.**

Παρατηρώντας τα δεδομένα καταλήγουμε στα εξής:

1. Η εξέλιξη της τεχνολογίας των υλικών είναι συνεχής.
2. Το ύψος των κτηρίων συνεχώς αναπτύσσεται ακολουθώντας αντίστοιχα τα υλικά. Ωστόσο, σε κάθε εποχή που ερευνήθηκε στο παρόν έγγραφο το ύψος των κτηρίων που αποτελούν κατοικίες και κτήρια εμπορίου σε κάθε εποχή δεν διαφέρει σημαντικά. Αυτό που ουσιαστικά διαφοροποιείται, είναι το ύψος των μνημείων, το οποίο ομολογουμένως απέχει από αυτό



Τ Ο Ύψος των κτηρίων σε συνδυασμό **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

των απλών κτηρίων. Ακόμα μία παρατήρηση επί της παρούσας εργασίας, είναι πως αυτό που εντοπίσαμε μέσα σε αυτήν, είναι η διαφορά του ύψους των πυραμίδων, με μνημεία που ανήκουν στην αμέσως προηγούμενη και στην αμέσως επόμενη εποχή. Η διαφορά του ύψους είναι αξιοσημείωτη, και αυτό πιθανών να οφείλεται στο γεγονός, πως πρόκειται για ένα συμπαγές οικοδόμημα και όχι κέλυφος κτηρίου. Ακόμα, η χρήση χάλυβα κατά τη βιομηχανική επανάσταση, είναι αυτή που επιτρέπει την μεγάλη αύξηση του ύψους σε σχέση με προηγούμενες μνημειακές κατασκευές. Τέλος, το Burj Khalifa είναι το υψηλότερο κτήριο στον κόσμο το οποίο χρησιμοποιείται και δεν αποτελεί ένα απλό μνημείο.



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

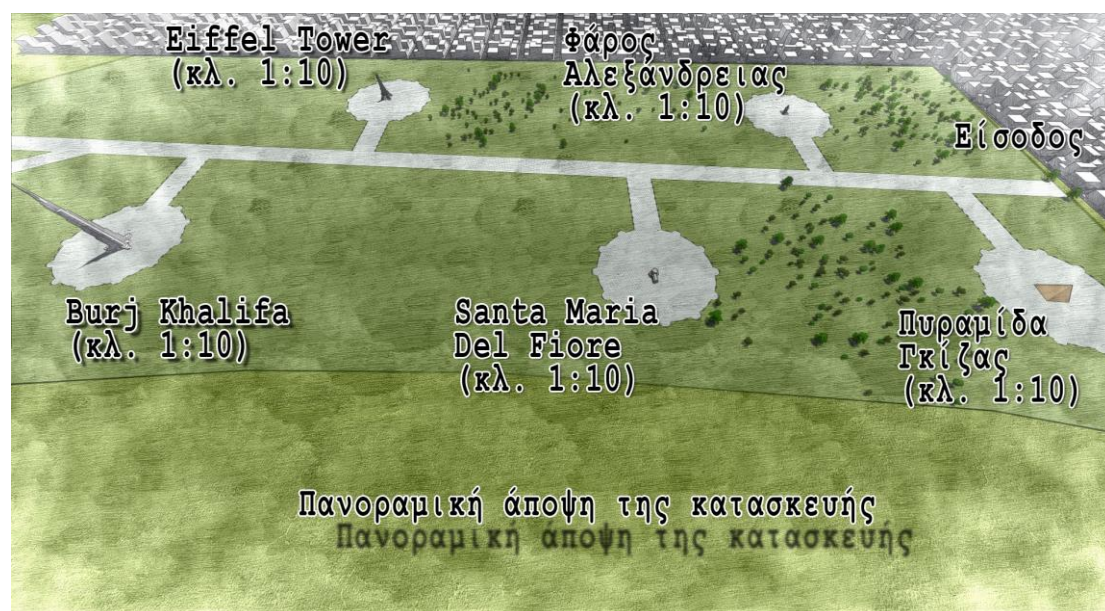
Κεφάλαιο 5ο

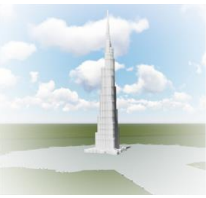
5. Δημιουργία θεματικού πάρκου

Σκοπός της έρευνας που διεξήχθη, είναι η δημιουργία ενός θεματικού πάρκου. Η κατασκευή χαρακτηριστικών κτηρίων, τα οποία τοποθετημένα μέσα σε αυτό με χρονολογική σειρά, θα δώσουν τη δυνατότητα στους επισκέπτες, να γνωρίσουν την ιστορία των κατασκευών από τις απαρχές του είδους μας μέχρι και σήμερα, αλλά και να κατανοήσουν την εξέλιξη της οικοδομικής τεχνολογίας και των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε εποχή αντίστοιχα. Στις παρακάτω φωτογραφίες περιγράφεται αναλυτικά η πρόταση την οποία μπορούμε να παραθέσουμε για την δημιουργία του συγκεκριμένου πάρκου στον Δήμο Ρέντη-Νίκαιας.

Σημείωση: όλα τα μοντέλα, είναι σχεδιασμένα σε κλίμακα 1:10.

Αρχικά για να έχουμε ολοκληρωμένη άποψη του τι είναι αυτό που βλέπουμε, παραθέτουμε μία ολοκληρωμένη εικόνα του έργου, μέσα στην οποία είναι τοποθετημένα τα κτίσματα με χρονολογική σειρά και την πλήρη ονομασία τους, και γύρω από το καθένα υπάρχει ελεύθερος χώρος δραστηριοτήτων, όπου θα υπάρχουν μικρά εκθέματα όπως τα εργαλεία και τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην αντίστοιχη εποχή για τη δημιουργία του εκάστοτε κτηρίου. Κάθε κτήριο αντιπροσωπεύει και μία ολόκληρη εποχή.





Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Ξεκινώντας από την είσοδο του πάρκου, το πρώτο έκθεμα που συναντάμε είναι η πυραμίδα της Γκίζας με πραγματικό ύψος 146,60 μέτρα. Κατασκευασμένη από τεράστιους όγκους από ασβεστόλιθο και ένα πραγματικά πολυάριθμο ανθρώπινο δυναμικό. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της είναι τα εξής: Χάλκινες σμίλες, τρυπάνια και πριόνια για να κόψουν τα μαλακά πετρώματα, εργαλεία χαλκού και πριόνια κατασκευασμένα από χαλαζιακή άμμο.



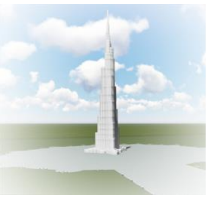


Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Ακολουθεί ο φάρος της Αλεξάνδρειας, με πραγματικό ύψος 135 μέτρων, κατασκευασμένος τον 3^ο π.Χ. και συγκεκριμένα το 275 π.Χ. αιώνα από κομμάτια άσπρης πέτρας. Είναι κατασκευασμένος από μάρμαρο, ασβεστόλιθο, γρανίτη, πλινθοδομές πάχους 1,5-2 μέτρα, μόλυβδο ως επικάλυψη στοιχείων, τούβλα και στόκο⁸³.



⁸³ <http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstrea1>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

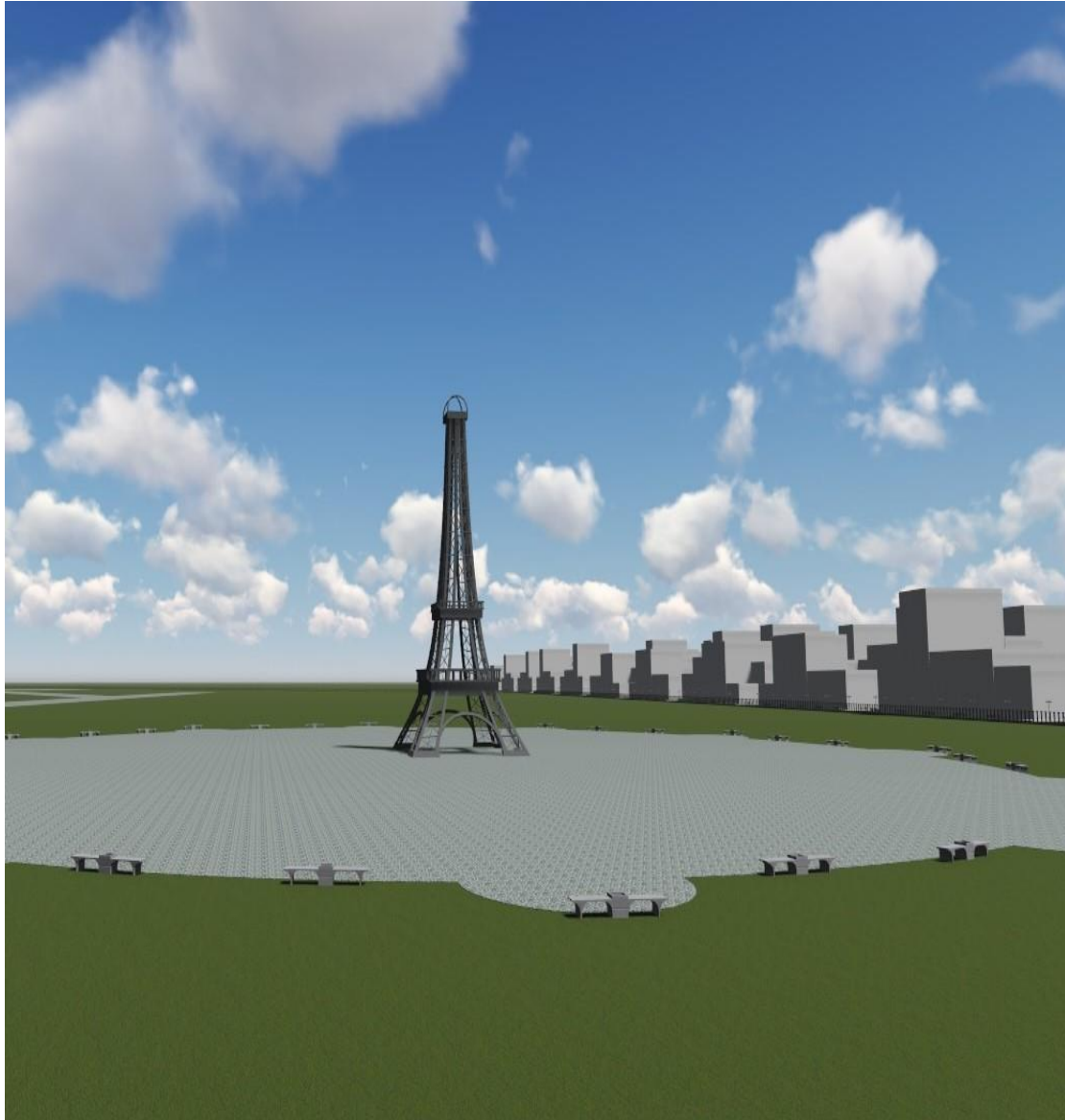
Η Santa Maria del fiore (Αγία Μαρία των λουλουδιών, είναι το αμέσως επόμενο σε σειρά κτήριο, καθεδρικός ναός στη Φλωρεντία πραγματικού ύψους 91 μέτρων. Τα υλικά και εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή της είναι τα εξής: Ασβεστοκονιάματα, τσιμέντο, σκυρόδεμα, μπρούτζος, μόλυβδος ως υλικό επικάλυψης, μάρμαρα, κεραμίδια, πλακίδια.

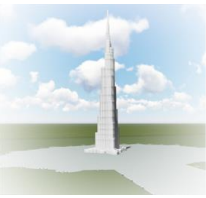




Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Ο πύργος του Eiffel με πραγματικό ύψος 324 μέτρων, κατασκευασμένος εξολοκλήρου από σίδηρο. Υλικά κατασκευής: Χυτοσίδηρος, πρώτες μορφές χάλυβα. Υλικά κατασκευής: μεταλλικά ελάσματα, πριτσίνια, βίδες.





Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

Τελευταίο στη διαδρομή, συναντάμε το Burj Khalifa με πραγματικό ύψος 828 μέτρων. Τα υλικά κατασκευής του πύργου είναι το υψηλών αντοχών οπλισμένο σκυρόδεμα και ο ανοξειδωτος χάλυβας (ατσάλι).





Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

Βιβλιογραφία

Έντυπη

Πλούταρχος, Επτά Σοφών Συμπόσιον (Conv. Sept. sap.) 2, σελ. 147
Α.

Τριανταφύλλου Αθανάσιος, Δομικά υλικά, 2013

Ηλεκτρονική

<https://el.wikipedia.org/wiki/>

<https://www.eturbonews.com/166232/discovery-origin-man-olduvai-gorge-museum-tanzania-open-visitors>

http://greek_greek.enacademic.com

<https://sites.google.com/site/nikosmpalaskasalimedon/istoria/archaias-elladas/1-proiestorike-periodos>

<http://thesecretrealtruth.blogspot.com>

<https://el.wikipedia.org/wiki/>

<https://books.google.gr/books?id>

http://www.ime.gr/chronos/01/gr/nl/housing/nl_archfr.html

<http://www.ime.gr/chronos/02/mainland/gr/eh/habitation/architecture/index5.html>

www.elxefsis.com/index.php/el/texni/arxitektoniki-kai-diakosmisi/143-minwikos-politismos

https://en.wikipedia.org/wiki/Egyptian_pyramid_construction_techniques



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ

https://en.wikipedia.org/wiki/Mesoamerican_architecture

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_construction

oceanis.lib.puas.gr

<https://en.wikipedia.org/wiki/Alhambra>

<https://el.wikipedia.org/wiki/>

<https://repository.kallipos.gr/bitstream>

<https://el.wikipedia.org/wiki>

Η υπόσχεση της προκατασκευής (Prefab's promise)

Alexandra Trianti | Lecture@ NTUA | Feb 2018

<https://issuu.com/alextria/docs/>

el.wikipedia.org/wiki/Πύργος_του_Αιφελ

<http://www.greekarchitects.com>

www.greekarchitects.gr/gr/τα-ψηλά-κτίρια/αφιέρωμα-στα-ψηλά-κτίρια

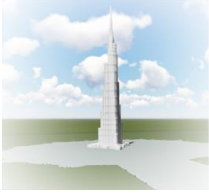
https://en.wikipedia.org/wiki/Interwar_period

<https://eclass.upatras.gr>

<https://el.wikipedia.org/>

http://www.ce.memphis.edu/1101/notes/concrete/section_2_history.html

www.aboutcivil.org/burj-khalifa-design-construction-structural-details.html



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

¹<http://naodomia.pbworks.com/w/page/>

<http://www.hms.civil.uminho.pt/sahc/>

<https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHE-MENG114/Cement%20and%20Concrete>

<https://e-class.teilar.gr> > document > file.php >

<https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHE-MENG114/Cement%20and%20Concrete.pdf>

http://ggs.com.cy/kathgories_skyrodematos/kathgories-skyrodematos

<https://el.wikipedia.org>

http://www.hcia.gr/el/cement-concrete/uses-concrete/paron_inoplismeno_skurodema/

<https://www.e-archimedes.gr/faq/item/3776->

<https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/CHE-MENG114/Cement%20and%20Concrete.pdf>

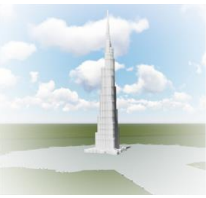
<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream/handle/>

¹<https://books.google.gr/>

<http://apothesis.teicm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/688/lazaridis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

https://steamx.army.gr/sites/steamx.army.gr/files/18_shedias-mos_metallikoy_ktirioy_me_katakoryfoys_hiasti_syndesmoys.pdf

<http://ikee.lib.auth.gr>



Τ Ο ΥΨΟΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ **ΜΕ ΤΗΝ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗΣ**

<http://www.teethrakis.gr/enimerosi/arthra-melon/sygchrona-epiteygmata-tis-technologias-i-megalyteri-kremasti-gefyra-toy-kosmoy-04-01-2008>

<http://repository.library.teimes.gr/xmlui/bitstream>