

Η τεχνολογία και το Βυζάντιο - Η ελληνιστική επανάσταση στην τεχνολογία και η ύφεσή της



“Όσοι καταπιάνονται με την υπεράσπιση της επιστημονικής λογικής και εναντιώνονται σε εκείνους που την κτυπούν από όλες τις μεριές, θα έκαναν καλά να εξοπλιστούν πρώτα με τη γνώση πως αυτή η μάχη χάθηκε κάποτε και οι επιπτώσεις επηρέασαν όλες τις πτυχές του πολιτισμού για πάνω από χίλια χρόνια”.

Lucio Russo

Περιεχόμενα

A. Εισαγωγή

A1. Βυζάντιο

A2. Τεχνολογία

B. Η τεχνολογία μέχρι τον Μεσαίωνα

B1. Αρχαία Ελλάδα

B1.1. Η επιστημονική ελληνιστική επανάσταση

B1.2. Ύφεση της επιστήμης και ο καταποντισμός της

B2. Ρωμαϊκή περίοδος

B3. Ο ρόλος των ελληνιστικών αυτοκρατοριών της Ανατολής

Γ. Συγκεκριμένες μεσαιωνικές τεχνολογίες

Γ1. Αστρονομία - Ναυσιπλοΐα - Χρόνος - Μαθηματικά

Γ1.1. Πλοΐα - Πλεύση

Γ1.2. Μετεωρολογία

- Γ1.3. Αστρονομία
- Γ1.4. Χαρτογραφία
- Γ1.5. Ηλιοκεντρισμός
- Γ1.6. Αστρολάβος
- Γ1.7. Πυξίδα
- Γ1.8. Υδραυλικά - Μηχανικά ρολόγια
- Γ1.9. Βιβλιοθήκες
- Γ1.10. Οι αριθμοί - Μαθηματικά
- Γ2. Μηχανές
 - Γ2.1. Υδρόμυλοι
 - Γ2.2. Ανεμόμυλοι
 - Γ2.3. Μύλοι Παλίρροιας
 - Γ2.4. Άλλου είδους μηχανές
- Γ3. Γενικής χρήσης
 - Γ3.1 Μέτρα - Σταθμά και χρήμα
 - Γ3.2. Παιχνίδια - Σκάκι
 - Γ3.3. Αρχιτεκτονική
 - Γ3.4. Πολεοδομία
 - Γ3.5. Ιατρική - Φαρμακευτική
 - Γ3.6. Αντλίες - Ύδρευση
 - Γ3.7. Λουτρά - Θέρμες
 - Γ3.8. Εκκλησιαστικό όργανο
 - Γ3.9. Χαρτί
 - Γ3.10. Τυπογραφία
 - Γ3.10.1. Μικρογράμματα Γραφή
 - Γ3.11. Κεραμική
 - Γ3.12. Το πιρούνι
- Γ4. Μεταλλουργία - Χημεία
 - Γ4.1. Χυτοσίδηρος
 - Γ4.2. Χημεία - Αλχημεία
 - Γ4.3. Ιππικός εξοπλισμός
 - Γ4.4. Άροτρο
 - Γ4.5. Υαλουργία
 - Γ4.6. Γυαλιά οράσεως - Φακοί
 - Γ4.7. Φάροι
 - Γ4.8. Άμαξα - Μεταφορές
- Γ5. Πολεμική τεχνολογία

- Γ5.1. Υγρόν πυρ
- Γ5.2. Πυρίτιδα
- Γ5.3. Πανοπλία
- Γ5.4. Βαλλίστρα
- Γ5.5. Πολεμικές μηχανές
- Γ6. Επικοινωνίες
- Γ6.1. Ταχυδρομικά περιστέρια
- Γ6.2. Οπτικά σήματα
- Γ6.3. Άλλα συστήματα επικοινωνίας
- Γ6.4. Κρυπτογράφηση
- Επίλογος
- Βιβλιογραφία

A. Εισαγωγή

Στην σειρά άρθρων “Γιατί η Αναγέννηση έγινε στην Δύση”, θα δούμε την αρχή και εξέλιξη της τεχνολογίας στην ανθρωπότητα και θα δούμε τι σχέση είχε το Βυζάντιο με αυτή. Η παρουσίαση αυτή αν και είναι αρκετά μεγάλη, δεν θα έλεγα ότι είναι πλήρης, αλλά επιδέχεται εμπλουτισμού και με άλλες τεχνολογίες ή επιπλέον λεπτομέρειες, που δείχνουν την ενδιαφέρουσα αυτή εξέλιξη του ανθρώπινου πνεύματος και την πραγματική σχέση του Βυζαντίου με αυτήν. Επίσης δεν είναι ισοβαρώς αναπτυγμένο το κάθε θέμα, ανάλογα με τις πηγές και τις δυνατότητες ενημέρωσης που είχα.

A1. Βυζάντιο

Το Βυζάντιο το θεωρούμε συχνά σαν ένα ενιαίο κράτος που κράτησε χίλια χρόνια, αλλά η πραγματικότητα δείχνει ότι έχει διακριτές φάσεις στις οποίες η κατάσταση αλλάζει. Η πρώτη φάση δεν έχει καμία απολύτως σχέση με την τελευταία.

Αρχικά έχουμε την **Πρωτοβυζαντινή Εποχή** από το 330 έως το 610 κ.ε. δηλαδή από την αλλαγή της πρωτεύουσας στην Κωνσταντινούπολη, έως και της εποχής

του Ιουστινιανού. Στην ουσία μιλάμε ακόμα, για ένα ρωμαϊκό κράτος, επισήμως μάλιστα λατινόφωνο. Το χαρακτηριστικό αυτής της περιόδου είναι η αμέριστη κρατική προώθηση και επιδότηση του Χριστιανισμού, ο οποίος στο τέλος της περιόδου επί Ιουστινιανού γίνεται υποχρεωτικός. Στο διάστημα αυτό παρά τις διώξεις των εθνικών και την κατηγοριοποίηση τους ως ειδωλολάτρες, υπάρχουν ακόμα πόλεις που ακμάζουν, υπάρχει ακόμα η αρχαία τέχνη, έστω σε φάση ύφεσης, και υπάρχουν ακόμα φιλόσοφοι που ασχολούνται με την φιλοσοφία ανεξάρτητα από την θεολογία, αλλά φθίνουν συνέχεια. Είναι μια άρρηκτη συνέχεια της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορικής Εποχής και κομμάτι της Ύστερης Αρχαιότητας και η σχέση του με την συνέχεια του Βυζαντίου είναι μικρή. Στην πραγματικότητα δεν έχει σχέση με το Βυζάντιο της συνέχειας, είναι όμως η φάση αυτή που το δημιούργησε.

Ακολουθεί η **Μέση Βυζαντινή Περίοδος** που αντιστοιχεί και στην εμφάνιση του Μεσαίωνα, από τον έκτο αιώνα και μετά, που ειδικά στην τελευταία του περίοδο, αυτήν της Μακεδονικής Δυναστείας, είναι αυτή που μας αρέσει συνήθως και αυτό προβάλλουμε σαν πρότυπο του Βυζαντίου. Η διοίκηση γίνεται ελληνόφωνη αλλά οι πόλεις παρακμάζουν, συρρικνώνονται, χάνουν την αυτοτέλειά τους και κυριαρχούν οι στριμωγμένες καστροπολιτείες. Η Δύση χάνεται οριστικά και ξεκινάει ο υδροκεφαλισμός και η πρωτοκαθεδρία σε όλα της Κωνσταντινούπολης και ο αντίστοιχος μαρασμός της Επαρχίας. Η περίοδος αυτή ορίζεται στο διάστημα 610-1057 κ.ε. έως δηλαδή το τέλος της Μακεδονικής Δυναστείας. Χαρακτηριστικό στοιχείο της είναι η Εικονομαχία και η επιβολή τελικά της Εκκλησίας στο Κράτος, σαν ισότιμος εταίρος και συχνά κυρίαρχος. Επίσης χαρακτηρίζεται τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της, από την άγρια καταστολή των αρχαίων ηθών και των αιρέσεων (που ήδη είχε εγκαινιάσει η Πρώτη Περίοδος), που στην συνέχεια θα επιταχύνουν τις εξελίξεις του τέλους. Μια προσπάθεια για την Αναγέννηση των γραμμάτων κατά την Μακεδονική Δυναστεία θα έχει άδοξο τέλος από την συντήρηση που έχει εδραιώσει η Εκκλησία στο ξεκίνημα της επόμενης περιόδου.

Ακολουθεί η **Ύστερη Περίοδος** που ξεκινά την εποχή των Κομνηνών με την καθοριστική μάχη του Μαντζικέρτ (1071) και την σταδιακή συρρίκνωση, την κατάληψη από τους Φράγκους και, τέλος, την παλινόρθωση με την δυναστεία των Παλαιολόγων. Στην περίοδο αυτή το Βυζάντιο μετατρέπεται σε μια φεουδαλική κοινωνία, που κουμάντο κάνουν οι Δυνατοί και η Εκκλησία, νεμόμενοι όλη την Επαρχία, τα χωριά και τους χωρικούς, που δεν έχει να ζηλέψει πολλά από την

αντίστοιχη της Δύσης. Οι μεταξύ των Δυνατών διαμάχες θα φέρουν την υποτέλεια, και η αντιδυτική προπαγάνδα από τους μοναχούς και την Εκκλησία, την οριστική καταστροφή του Βυζαντίου από τους Οθωμανούς. Παρά αυτή την σταδιακή παρακμή, στους λόγιους γίνεται μια ύστατη προσπάθεια “Αναγέννησης” επί Παλαιολόγων, αλλά και αυτή συντρίβεται τελικά από την Εκκλησία και ατονεί.

A2. Τεχνολογία

Η τεχνολογία σήμερα είναι η εφαρμοσμένη επιστήμη. Κάθε ανακάλυψη του ανθρωπίνου πνεύματος στο θέμα του πειραματισμού, της έρευνας που αποδεικνύεται και γίνεται γνώση, είναι το αντικείμενο-αποτέλεσμα της επιστήμης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πρακτικό επίπεδο για χρήση του ανθρώπου. Η τεχνολογία είναι στην ουσία η εφαρμογή της γνώσης για πρακτικούς σκοπούς. Αξίζει να δείτε στην Wikipedia ένα σύντομο ιστορικό της τεχνολογίας στην ανθρωπότητα. Εμείς αφού δούμε την εξέλιξή της, θα επικεντρωθούμε κυρίως στο κομμάτι του Μεσαίωνα και ειδικά του Βυζαντίου που μας απασχολεί, για να διαπιστώσουμε το επίπεδο προόδου της σε αυτό, σε σχέση με τους γείτονες του και τις επιδράσεις μεταξύ τους. Αλλά πρώτα πρέπει να κάνουμε κάποιες διευκρινήσεις και παραδοχές στα της τεχνολογίας κυρίως σε ότι έχει να κάνει με τις περιόδους αυτές.

α. Αρχικά υπάρχει η **εμπειρική τεχνολογία**, δηλαδή ανακαλύψεις που βγήκαν μέσα από την ανάγκη και την εμπειρία, από κάποια διάσπαρτα κοφτερά μυαλά, που λόγω όμως της προφανούς χρησιμότητάς τους, ακολουθήθηκαν μιμητικά και από άλλους βοηθώντας την εξέλιξη, και υπάρχουν επιπλέον και οι ανακαλύψεις που έγιναν από οργανωμένη σκέψη μέσα από τις γνώσεις και την εφαρμογή της επιστήμης, που θα ονομάσουμε **επιστημονική ή εφαρμοσμένη τεχνολογία**. Ένα παράδειγμα είναι το Πυθαγόρειο Θεώρημα· ήταν γνωστό σε όλους τους πολιτισμούς από την πράξη δηλαδή εμπειρικά, αλλά έπρεπε να αποδειχθεί από την επιστήμη για να δημιουργηθεί η τριγωνομετρία, να εξελιχθούν οι κατασκευές και η χρήση και άλλων γωνιών και η σχέση τους με τις αποστάσεις, να εξελιχθούν έτσι και οι κατασκευές, η αστρονομία και η επιστήμη γενικότερα.

β. Η προώθηση της επιστήμης δημιουργεί τεχνολογία αυτές τις εποχές, όχι άμεσα όπως σήμερα, αλλά με κάποια καθυστέρηση. Επίσης η χρήση κάποιας τεχνολογίας δεν γίνεται απαραίτητα από έναν επιστήμονα και φυσικά δεν σημαίνει απαραίτητα

ότι ο χρήστης της, την κατέχει σε επίπεδο επιστήμης ή ακόμα και κατασκευής· όπως σήμερα, πολλοί οδηγούν αυτοκίνητο, αλλά δεν έχουν ιδέα από την μηχανολογία του ή τις άλλες τεχνολογίες που ενσωματώνει. Συμπερασματικά, όταν βλέπουμε μια εφαρμοσμένη τεχνολογία να φθίνει, η επιστήμη και η μηχανολογία που την γέννησε έχει ήδη πεθάνει πολύ νωρίτερα, όπως είδαμε στην δημοσίευση της χαρτογράφησης και του ηλιοκεντρισμού και μετατρέπεται πάλι σε εμπειρική.

γ. Η τεχνολογία που στηρίζεται σε χαμένη πλέον επιστήμη και διατηρείται εμπειρικά, εύκολα μπορεί να καταστήσει μαγεία, όπως έγινε με την Αλχημεία.

δ. Είναι σημαντική η ανακάλυψη ή η χρήση κάποια στιγμή μιας τεχνολογίας από έναν πολιτισμό, αλλά πιο σημαντικό είναι να υπάρχει καταγραφή της πορείας και της λογικής που αυτή έγινε, αλλά και να έχει συνέχεια, να επηρέασε τους επόμενους, να προσφέρει δηλαδή κάτι στο λιθαράκι της γνώσης. Ειδιάλλως δείχνει στιγμιαία εμπειρική ή δανεική από άλλους πολιτισμούς διαδικασία, χωρίς συνέχεια.

Στο διαδίκτυο μπορείτε να βρείτε αρκετές σελίδες που αναφέρονται στο θέμα της τεχνολογίας του Βυζαντίου αποσπασματικά από τις συνολικές εξελίξεις. Εδώ όμως δεν θα ακολουθήσουμε αυτή την λογική, αλλά θα προσπαθήσουμε να δούμε την εξέλιξη της τεχνολογίας της ανθρωπότητας μέχρι τουλάχιστον την Αναγέννηση, και τι σχέση είχε το Βυζάντιο με αυτή, για να βγάλουμε ένα συμπέρασμα έμμεσο φυσικά, για την επιστήμη τον πολιτισμό και την παιδεία του σε σχέση με τους γείτονες του.

B. Η τεχνολογία μέχρι τον Μεσαίωνα

Ας δούμε ποια ήταν η εξέλιξή της από την προϊστορική εποχή έως και την αρχαία εποχή που έχουμε γραπτές πληροφορίες.

Η πρώτη σημαντική ανακάλυψη του homo sapiens ήταν η γλώσσα-επικοινωνία, δηλαδή ο λόγος και συνακόλουθα η δημιουργία μιας κάπως δομημένης κοινωνίας και μάλλον ήταν και αυτή η ανακάλυψη που τον έκανε να ξεχωρίσει από τους

υπόλοιπους ανθρωπίδες και να κυριαρχήσει πάνω σε αυτούς ή εις βάρος τους.

Σημαντικό επίσης είναι το παιχνίδι (αυτό όπως μπορούμε να καταλάβουμε και από τα ζώα, προφανώς προϋπήρχε του λόγου), που δεν είναι ανακάλυψη αλλά ενστικτώδης ή εξελικτική κατάσταση. Ανακαλύψεις όμως είναι η ζωγραφική, η μουσική και τα σχετικά πνευστά και κρουστά αρχικά και έγχορδα αργότερα μουσικά όργανα, η χρήση της πέτρας ή άλλων ορυκτών σαν εργαλεία και η λείανση τους. Ακολούθησε η εύρεση ή κατασκευή καταλυμάτων για προστασία, η χρήση της φωτιάς, η χρήση του πηλού.

Η πρώτη εμφάνιση του Ανθρώπου που την παρακολουθεί η Ανθρωπολογία, θεωρείται επισήμως ότι έγινε στην Αφρική, αν και νεότερες έρευνες δείχνουν ότι την εποχή του διαχωρισμού από τους χιμπατζήδες στους Μεγάλους Πιθήκους, δηλαδή πριν από 10-7 εκατομμύρια χρόνια, η Βόρειος Αφρική ήταν όλη έρημος, ενώ η Ευρώπη σαβάννα και υπάρχουν πλέον μερικά δείγματα λίγα ακόμα αλλά αρκετά σοβαρά, που δείχνουν προς αυτήν την κατεύθυνση.

Ως εδώ έχουν περάσει ήδη πολλές εκατοντάδες χιλιάδες χρόνων για να φθάσουμε στην Νεολιθική Εποχή (κάπου στην 11η χιλιετία π.κ.ε.), που χαρακτηρίζεται από την μόνιμη εγκατάσταση, την εξημέρωση κάποιων ζώων, την ανάπτυξη της γεωργίας-κτηνοτροφίας, τις ανταλλαγές (εμπόριο) και τέλος την κοινωνική οργάνωση. Η συνέχεια είναι επίσης σημαντική όπως, ο τροχός για την εύκολη κατασκευή πήλινων αντικειμένων, η κάμιнос για το ψήσιμό τους και φυσικά ο τροχός για τις άμαξες. Η γεωργία, τα μέταλλα και η κατασκευή μεταλλικών εργαλείων για την γεωργία και τις κατασκευές, οχυρώσεις για την άμυνα, κριοί και όπλα για την επίθεση, εκχερσώσεις, αποστραγγίσεις και αρδεύσεις για δημιουργία εύφορης γης και φυσικά η γραφή. Είμαστε πλέον στην κατασκευή των πρώτων πόλεων, που δείχνουν και ανεβασμένη κοινωνική οργάνωση.

Οι πρώτοι σημαντικοί πολιτισμοί δημιουργήθηκαν στις όχθες μεγάλων ποταμών, τους οποίους χρησιμοποιούσαν για επικοινωνία, εμπόριο, άρδευση των εδαφών. Εκεί έγιναν και οι πρώτες προσπάθειες πλεύσης και τα πρώτα πλεούμενα. Όταν εξελίχθηκε αυτή η τεχνική σε μεγαλύτερα πλοία και μπορούσαν πλέον να βγουν στην θάλασσα, δημιουργήθηκε ένας νέος πολιτισμός γύρω από την Μεσόγειο και το εμπόριο διευρύνεται. Η πρώτη γνωστή πόλη είναι στην σημερινή Τουρκία το Γκεμπεκλί Τεπέ από την 10^η χιλιετία, ακολουθούν το Jhusi (Ινδία), Jarmo (Ιράκ) και Ιεριχώ (Παλαιστίνη) στην περίοδο 9-8ης χιλιετηρίδας.

Από τότε που ξεκίνησε η γραφή και στο βαθμό που μπορούμε να την αποκωδικοποιήσουμε, έχουμε και κάποιες επιπλέον πληροφορίες για τους αντίστοιχους πολιτισμούς. Η γραφή χαρακτήρων (θα λέγαμε ότι ήταν εξέλιξη της ζωγραφικής) για την οποία τα πρώτα στοιχεία τα έχουμε από τον 35^ο αιώνα π.κ.ε. στην Μεσοποταμία, ενώ η γραφή αριθμών πολύ νωρίτερα. (Στην Κίνα η ανακάλυψη της γραφής έγινε το 12^ο αιώνα π.κ.ε (ή ίσως την 4η χιλιετία) και την αναφέρω γιατί η γραφή αυτή δεν φαίνεται να επηρεάστηκε από αλλού και ήταν ξεχωριστή ανακάλυψη). Σημαντικό όμως είναι το αλφάβητο, που έκανε απλούστερη την γραφή και φαίνεται να δημιουργήθηκε τον 8^ο αιώνα π.κ.ε. από τους Έλληνες, στην βάση των συλλαβαρίων που είχαν ήδη δημιουργήσει οι σημιτικοί λαοί στην Ανατολική Μεσόγειο, ίσως και με την διαμεσολάβηση των Φοινίκων. Έχουμε επίσης την χρήση κεκλιμένου επιπέδου για την κατασκευή μεγάλων κτισμάτων, και την χρήση του πάπυρου σαν μέσο της γραφής στην Αίγυπτο.

Έχουμε επίσης μέσα την πρώτη χιλιετία π.κ.ε. την χρήση νερόμυλων, φραγμάτων, υδραγωγείων, αντλιών και συστήματα άρδευσης και αποχέτευσης ομβρίων, αστικής αποχέτευσης (Πακιστάν), έχουμε την χρήση ενός είδους τσιμέντου από τον 7^ο αιώνα π.κ.ε. (Μεσοποταμία), λιμάνια ακόμα και διάνοιξη διώρυγας.

Στην Κίνα που ήταν απομονωμένη και έχουμε μια μάλλον ανεπηρέαστη εξέλιξη, έχουμε ενδιαφέρουσες επίσης ανακαλύψεις όπως, τεχνητά πηγάδια, της κατασκευής χαρτιού, της πυξίδας, αντλίες, μεταλλικά γεωργικά εργαλεία, πλωτές γέφυρες, την μανιβέλα, σπίρτα, αλεξίπτωτο, καταπέλτες τοξοβαλίστρες και είναι και οι πρώτοι που χρησιμοποιώντας την μέθοδο της ανόπτησης έφτιαξαν χυτοσίδηρο τον 6^ο αιώνα π.κ.ε. για κατασκευή εργαλείων και παγοδών, σφυρήλατο σίδηρο τον 2^ο αιώνα π.κ.ε., και χάλυβα, για την κατασκευή εργαλείων και όπλων. Αξίζει να σημειώσουμε την σχεδόν ταυτόχρονη “ανακάλυψη” του σχολείου στην Ελλάδα και στην Κίνα κατά την Κλασική Εποχή.

Αυτό που πρέπει να τονίσουμε εδώ είναι ότι η γνώση στην Ανατολή είναι κατά κανόνα μαζεμένη γύρω από έναν μονάρχη, κυρίως στο ιερατείο, που και αυτό ταυτίζεται συχνά με τον μονάρχη, ή τον περιβάλλει.

B1. Αρχαία Ελλάδα

Στην Μινωική και Μυκηναϊκή Περίοδο υπήρξαν ενδιαφέρουσες τεχνολογίες ανύψωσης και αργότερα γερανοί, μονότοξες γέφυρες, θόλοι, ποντοπόρα πλοία, κατασκευή τσιμέντου, πήλινων σωληνώσεων για ύδρευση και αποχέτευση κ.λπ.

Στην Αρχαϊκή Εποχή είδαμε την χρήση του αλφαβήτου που θα διαχυθεί μέσω των αποικιών σε όλη την Μεσόγειο και θα γίνει, μέσω και του ρωμαϊκού, τελικά η βάση όλων των επομένων αλφαβήτων που θα εμφανιστούν.

Στην Κλασική Ελλάδα, έχουμε την συνέχιση της ανάπτυξης της ναυτικής τέχνης, έχουμε εξαιρετικές κατασκευές ναών και θεάτρων, έχουμε και δύο σπουδαία έργα μεγάλης κλίμακας: ένα είδος πρόδρομου σιδηροδρόμου 8 χιλιομέτρων για μεταφορά πλοίων (Δίολκος) και το Ευπαλίνειο όρυγμα που έγινε τον 6^ο αιώνα. Συστήματα με χαραγμένες ράγες σε πέτρινο υπόστρωμα σαν τις Δίολκου, αλλά πολύ μικρότερα (50-60μ) έχουν βρεθεί και στις σκηνές θεάτρων για την αλλαγή των σκηνικών. Γενικά, η τεχνολογία των Ελλήνων μέχρι και τον 5^ο αιώνα π.κ.ε. φαίνεται ίσως υποδεέστερη των λαών της Μεσοποταμίας και της Αιγύπτου, προφανώς για πρακτικούς λόγους. Δεν υπήρχαν μεγάλες πηγές ενέργειας για να εκμεταλλευτούν οι Έλληνες. Για τον λόγο αυτόν και αναφέρεται στις βιογραφίες πολλών σοφών της εποχής όπως ο Θαλής ή ο Πυθαγόρας, ότι ταξίδεψαν στην Αίγυπτο ή στην Εγγύς Ανατολή, γιατί εκεί τα μεγέθη είναι μεγάλα και υπήρχε έντονη εμπειρική τεχνολογία. Οι γνώσεις που μπορεί να πήραν από αυτές τις περιοχές δεν ήταν θεωρητικές, αλλά καθαρά πρακτική εφαρμογή καταστάσεων που οι ίδιοι μελέτησαν και θεωρητικοποίησαν.

Παρόλα αυτά η ελευθερία του πνεύματος που επέδειξαν ήταν αυτή που δημιούργησε έστω και στην φαντασία, πολλά από όσα ξέρουμε ακόμα σήμερα. Δεν είναι τυχαίο ότι ένας από τους 12 θεούς ήταν ο θεός της τεχνολογίας και μέσα σε αυτό το πλαίσιο η ιδέα του ρομπότ (αυτόματων), είναι διάχυτη στους μύθους για την θεά Ήρα ή τον θεό Ήφαιστο και τον Ταλώ, αλλά θα δούμε τις πρώτες σχετικές εφαρμογές της αργότερα, στην Ελληνιστική Εποχή.

Η διαφορά του πολιτισμού της αρχαίας Ελλάδας είναι ο ανθρωποκεντρικός της χαρακτήρας. Και εδώ η γνώση αρχικά υποθάλπεται στα ιερατικά κέντρα όπως στους Δελφούς, αλλά αυτό σύντομα αλλάζει. Οι Έλληνες σοφοί είναι αυτοί που ξεχώρισαν γρήγορα τον φυσικό κόσμο από τον

κόσμο των θεών και έψαχναν σε αυτόν να βρουν λογικές αιτίες.

Στην αρχαία Ελλάδα οι πόλεις ήταν συμμαζεμένες, οι περιφέρειες κατακερματισμένες, με συχνά διέξοδο στην θάλασσα και το εμπόριο, έτσι σχεδόν πάντα υπήρχε μια ανθηρή μεσαία τάξη. Οι Έλληνες με τις συχνές μεταξύ τους φιλονικίες, κατάφεραν γρήγορα να αναπτύξουν την πολεμική τέχνη και με αυτήν να αναβαθμιστεί ο ρόλος του οπλίτη. Έτσι κατάφεραν αυτοί οι οπλίτες-πολίτες, να αποκτήσουν μεγάλη πολιτική δύναμη, καταργώντας την βασιλεία και περιορίζοντας την αριστοκρατία. Έχουμε λοιπόν μια διαφορετική πολιτική εξέλιξη από αυτή των αυτοκρατοριών της Ανατολής, έχουμε την δημιουργία της πόλης-κράτους σταδιακά από τον 7^ο αιώνα και την Δημοκρατία. Ο άνθρωπος μετράει σαν άτομο που έχει ο ίδιος την ευθύνη για την πόλη του (ενεργός πολίτης) και όχι σαν δούλος ενός μακρινού μονάρχη. Αυτό φέρνει εκτός από την δημοκρατία και την αυτονόμηση-ανάπτυξη της φιλοσοφίας και του πνεύματος. Η σκέψη ανεξαρτητοποιείται από την επήρεια “των Μουσών” και ψάχνει λογικά να θέσει και να βρει λύση σε ερωτήματα. Η θρησκεία, ως φυσική και όχι εξ αποκαλύψεως, είναι ανοικτή στο διαφορετικό και δεν θέτει προσκόμματα ή διλήμματα. Με όλες αυτές τις προϋποθέσεις, δημιουργείται η βάση της Επιστήμης που ξεκινάει από τους Προσωκρατικούς, αλλά θα συστηματοποιηθεί από τον Αριστοτέλη. Ακόμα όμως και πιο σημαντική από την επιστήμη, είναι στην αρχαία Ελλάδα, η ανακάλυψη των θεσμών. Είναι φυσικά αποτέλεσμα της δημοκρατίας και των ίδιων προϋποθέσεων, αλλά είναι και η βάση ενός πραγματικού και εξελιγμένου πολιτισμού.

B1.1. Η επιστημονική ελληνιστική επανάσταση

Σε πολλά βιβλία θα βρείτε ότι οι αρχαίοι Έλληνες μπορεί να είχαν κάνει πολλά θεωρητικά άλματα αλλά στην εφαρμογή τους χώλαιναν και σαν αιτιολογία θα ακούσετε ότι είχαν σκλάβους και για τον λόγο αυτόν δεν ανέπτυξαν τεχνολογία. Φυσικά αυτό δεν έχει καμία σχέση με την πραγματικότητα και θα καταλάβουμε γιατί παρακάτω. Θα πρέπει όμως στην συνέχεια να ξεχωρίσουμε τί είναι ελληνικό και τί ελληνιστικό.

Ο Αριστοτέλης είναι αυτός που θέτει τις βάσεις της λογικής επεξεργασίας, της λογικής ταξινόμησης και του όρου επιστήμη. Έπρεπε όμως να έρθει πάλι σε επαφή η ελληνική αυτή προηγμένη σκέψη με την εμπειρική τεχνολογία περιοχών, με μεγάλα κτήματα, ποτάμια, ωκεανούς, περιοχές που είχαν έντονη ανάγκη ύδρευσης

και τιθάσευσης έντονων φαινομένων, στις οποίες περιοχές αυτές, είχαν ήδη βρεθεί κάποιες πρακτικές λύσεις, για να γίνει μια πραγματική επανάσταση της προόδου, να μπουν τα θέματα αυτά στην βάση της ελληνικής σκέψης και να έχουμε μια πραγματικά επιστημονική επανάσταση. Η επανάσταση αυτή είναι η Ελληνιστική και ξεκινάει με την εκστρατεία του Μεγάλου Αλεξάνδρου. **Για τον λόγο αυτό όταν μιλάμε για τεχνολογία της αρχαίας Ελλάδας μιλάμε στη ουσία για την Ελληνιστική Περίοδο** από τον Αριστοτέλη και μετά και μιλάμε για μια επιστήμη και τεχνολογία που είναι διεσπαρμένη στον ελληνιστικό κόσμο, από Έλληνες μηχανικούς και λόγιους και αργότερα Έλληνες ή ελληνόφωνους μαθητές τους. Βοήθησαν και οι Ελληνιστές μονάρχες, γιατί ήταν άνδρες με άριστη παιδεία, οι πρώτοι ήταν και μαθητές του Αριστοτέλη, που συσπείρωσαν γύρω τους όλους τους Έλληνες λόγιους και τους επιστήμονες, ίδρυσαν βιβλιοθήκες και έδωσαν πολλά χρήματα, βοηθώντας επί τούτου την Έρευνα.

Έχουμε λοιπόν, την κατασκευή μοχλών, γερανών, κοχλιών (ξύλινοι κοχλίες σαν αντλίες νερού, αλλά και ξύλινες βίδες) γρανάζια, (αν και φαίνεται στην Κίνα ήταν παλαιότερα), ελαιοτριβεία, αντλίες, αντλίες πίεσης, αυτόματο πωλητή (ιερού νερού!), το διαφορικό γρανάζι (μηχανισμός των Αντικυθήρων), πρωτόγονες ατμομηχανές του Ήρωνος), αυτόματες πόρτες και άλλες μηχανές, οδόμετρα, καταπέλτες και άλλες πολεμικές μηχανές. Επίσης, τους πρώτους κατακόρυφους νερόμυλους και σχεδιάστηκε ο πρώτος ανεμόμυλος και έχουμε επίσης το πρώτο ηλεκτροφόρο μουσικό όργανο την υδραυλίδα. Το πρώτο υδραυλικό ρολόι ακριβείας και ξυπνητήρι στην Δύση, έμβολα, γυροσκοπική στήριξη, την αλυσίδα μετάδοσης κίνησης, φάρους, διοπτήρες, την κεντρική θέρμανση για μεγάλα κτίρια, ακόμα και μεταλλικούς αγωγούς ύδρευσης με πίεση για να υδρεύσουν ακροπόλεις. Το μεγαλύτερο επίτευγμα μικροτεχνολογίας ήταν ο Υπολογιστής των Αντικυθήρων. Μεγάλο έργο ήταν και η συνέχιση από τους Πτολεμαίους και ολοκλήρωση του καναλιού Νείλου - Ερυθράς θάλασσας (πρόδρομου της Διώρυγας του Σουέζ) με την προσθήκη κινητών τεχνιτών φραγμάτων, δημιουργώντας έτσι την πρώτη σύνδεση Ινδικού και Μεσογείου, αλλά και το θαυμαστό λιμάνι της Κορίνθου δίπλα στην γνωστή Δίωλκο.

Αξίζει εδώ να αναφέρουμε τα Ασκληπιεία, και τις σχολές ιατρικής, που ήταν τα πρώτα οργανωμένα νοσοκομεία, και υπήρχαν εξειδικευμένα μεταλλικά ιατρικά και χειρουργικά εργαλεία, παρόμοια με τα σημερινά, ή την εγχείρηση καταρράκτη που αναφέρει ο Χρύσιππος. Δείτε επίσης και εδώ. Σε όλη την Μεσόγειο γνωρίζουμε ότι υπήρχαν γύρω στα 200 Ασκληπιεία.

Στην Τέχνη έχουμε την εφεύρεση νέων χρωμάτων, της προοπτικής και της φωτοσκίασης που αργότερα χάθηκαν, και επιπλέον χρώματα, έχουμε τέλος την εξέλιξη της σκηνογραφίας που έχει σχέση και με την ανάπτυξη της οπτικής (οπτικάτου Ευκλείδη).

Μπορούμε με ασφάλεια να πούμε ότι στην Ελληνιστική Περίοδο, η ελληνική τεχνολογία ήταν στο απόγειό της γιατί ήταν σε άμεση συνάρτηση με την εξέλιξη της επιστήμης, όπως φάνηκε και στην δημοσίευση για τον ηλιοκεντρισμό, είχε σφαιρικότερη εικόνα του κόσμου και των δυνατοτήτων του ανθρώπου, και βελτίωσε και ανέδειξε την προγενέστερη εμπειρική τεχνολογία που βρήκε σε επιστημονική, που κυοφορείτο ήδη από την Κλασική Ελλάδα.

Στην Αλεξάνδρεια δημιουργείται το πρώτο δημόσιο ινστιτούτο έρευνας που έγινε ποτέ. Η ίδια η Αλεξάνδρεια έχει μετατραπεί σε μια μεγάλη οργανωμένη μεγαλούπολη του πνεύματος και του πολιτισμού, με εκατοντάδες λουτρά και θέατρα, με υπόγειο σύστημα ύδρευσης που είχε και καθαρισμό ιζημάτων σε μεγάλες δεξαμενές, τον επιβλητικό φάρο, υπερυψωμένους δρόμους, εξαιρετικά δημόσια κτίρια όπως το Γυμνάσιο, το Μουσείο, ή το Πάνειο Άλσος και ευρύχωρους δρόμους με νυκτερινό φωτισμό.

Υπάρχουν και άλλα θέματα που συνήθως δεν περιλαμβάνονται σε θέματα τεχνολογίας, μολονότι θα έπρεπε. Στην ελληνιστική Αίγυπτο το σιτάρι όπως το γνωρίζουμε σαν *durum triticum*, αντικατέστησε την ιθαγενή ποικιλία *triticum dococum*, αλλά ταυτόχρονα εμφανίζονται και άλλες ποικιλίες. Η ποσότητα των εισαγομένων και εγκλιματισμένων σπόρων, δείχνει πειραματισμό και έρευνα από βοτανολόγους. Αντίστοιχα εμφανίζονται συγγράμματα περί γεωπονικής. Έχουμε 49 τίτλους βιβλίων γεωπονίας που δεν σώθηκε κανένα· μόνο υποψίες μπορούμε να έχουμε από τα ελάχιστα ρωμαϊκά που ακολούθησαν. Αντίστοιχα έχουμε δύο χαμένα έργα περί μελισσοκομίας. Η σημασία της επιστημονικής όπως φαίνεται ανάπτυξης της γεωργίας (που οι περισσότεροι μελετητές την ανάγουν αργότερα στην αυτοκρατορική εποχή), είχε το αποτέλεσμα ο πληθυσμός της Αιγύπτου σε ένα διάστημα ενός αιώνα, από τα 3 εκατομμύρια που εκτιμάται ότι είχε, να αυξήθηκε σε 8, ενώ αργότερα η χώρα αυτή κατέστη και ο σιτοβολώνας της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, αλλά και του Βυζαντίου.

Η σημασία της γνώσης είναι ξεκάθαρη, ο Πτολεμαίος Β' ο Φιλάδελφος (283 έως το 245 π.κ.ε.), απαγόρευσε την εξαγωγή παπύρου. Στα δε εισερχόμενα πλοία στην Αλεξάνδρεια, γινόταν έρευνα και κατάσχονταν ό,τι βιβλία ευρίσκοντο για χάρη

της Βιβλιοθήκης (οι δικαιούχοι έπαιρναν αντίγραφα), ενέργειες που δείχνουν ότι τα βιβλία και η γνώση ήταν στρατηγικής σημασίας στον ανταγωνισμό των ελληνιστικών βασιλείων, ήταν σημαντική τελικά πηγή δύναμης και πλούτου, κάτι που αργότερα θα σταματήσει όπως θα δούμε.

Άλλο ένα θέμα που δεν είναι τεχνολογικό έχει όμως σχέση, είναι η ύπαρξη πολλών εργοστασίων, μισθωτών εργαζομένων, προβλημάτων εργοδοσίας και ακόμα απεργίες, ύπαρξη τραπεζών στην Αλεξάνδρεια, αλλά και της πρώτης κρατικής τράπεζας που ασχολιόταν με την διαχείριση και επένδυση της κρατικής περιουσίας. Σε αυτήν δινόντουσαν δάνεια σε ιδιώτες, γινόντουσαν καταθέσεις και υπήρξαν για πρώτη φορά, συναλλαγές καταγεγραμμένες σε χαρτί με μεταφορές χρημάτων από ένα λογαριασμό σε άλλο. Μια τέτοια οικονομική ανάπτυξη έχει άμεση σχέση με την τεχνολογία, αφού η έρευνα ως γνωστόν θέλει χρηματοδότηση.

Ας έρθουμε πάλι στο θέμα των δούλων που αναφέρθηκε στην αρχή. Είναι αξιοσημείωτο ότι στην Αλεξάνδρεια, η οικονομική ανάπτυξη και τα εργοστάσια δεν στηριζόντουσαν σε δούλους (σε αντίθεση με την Ρώμη), αλλά σε εργαζόμενους και δεν αναφέρεται πουθενά στην παραγωγή η χρήση δούλων, πέρα από τα όρια της κατοικίας, όπου όμως πληρωνόντουσαν κανονικά όπως και οι ελεύθεροι.

Η επιστήμη αυτή δυστυχώς υποχώρησε σταδιακά κατά την ρωμαϊκή περίοδο, αλλά η τεχνολογία συνέχισε για ένα διάστημα και πολλά από αυτά τα επιτεύγματα που αποδίδονται στους Ρωμαίους, να ανάγονται μάλλον στην ελληνιστική περίοδο από την οποία εμφανίζονται καθυστερημένα και εξ αδρανείας, με την αιτιολογία της μη ύπαρξης πηγών, μολονότι ξέρουμε ήδη για τον τεράστιο πλούτο των συγγραμμάτων της Ελληνιστικής Εποχής, που δυστυχώς έχουν χαθεί.

Αυτό που έμεινε από την ίδια την επιστήμη σε αυτήν την περίοδο είναι τα Στοιχεία του Ευκλείδη, γιατί είχαν ξεκάθαρη καθημερινή πρακτική αξία. Είναι το μοναδικό διασωθέν στοιχείο πραγματικής επιστήμης, ένα πλήρες περιεκτικό επαγωγικό και λογικό σύστημα που στηρίζεται στα ελάχιστα δυνατά αξιώματα (υποθέσεις) και επεκτείνεται επ' άπειρον. Υπάρχουν και τεράστιες ανακαλύψεις της εποχής αυτής για τις οποίες υπήρχε και υπάρχει ακόμα μεγάλη άγνοια, που μπόρεσαν να γίνουν κατανοητές τον 18^ο ή και ακόμα τον 20^ο αιώνα, όπως και άλλες τις οποίες υποπτευόμαστε αλλά δεν υπάρχουν ξεκάθαρα στοιχεία, όπως η γνώση της οπτικής των φακών, ότι ο ηλιοκεντρισμός ήταν πιο διαδεδομένος και ταυτόχρονα υπήρχε

και αντίστοιχη βαρυτική θεωρία (με βάση την μελέτη της ετήσιας εξέλιξης της παλίρροιας), αλλά και άλλες πολλές ενδιαφέρουσες ανακαλύψεις, και τα στοιχεία που έχουμε για αυτές, μπορείτε να βρείτε στο βασικό βιβλίο της βιβλιογραφίας.

B1.2. Ύφεση της επιστήμης και ο καταποντισμός της

Αυτό, δυστυχώς, σταμάτησε κατά την αυτοκρατορική περίοδο από τον 1^ο αιώνα π.κ.ε. (το 120 π.κ.ε., ήταν ο θάνατος του Ιππάρχου) και ψήγματα αυτής της πραγματικής επανάστασης φαίνονται στους επιστήμονες της περιόδου από τον 1^ο αιώνα π.κ.ε. έως τον 6^ο αιώνα κ.ε. και στην τεχνολογία που συνέχισε εξ αδρανείας να υπάρχει. Οι λόγοι που έγινε αυτό είναι αρκετοί:

- Η δίωξη των λογίων και γενικά των Ελλήνων από την Αλεξάνδρεια το 145-4 π.κ.ε. από τον Πτολεμαίο τον Η'.
- Ο έντονος ανταγωνισμός και η διχόνοια των ελληνιστικών βασιλείων μεταξύ τους και η διάλυση τους αργότερα από τους Ρωμαίους.
- Η επιστημονική αδιαφορία των ίδιων των Ρωμαίων, που έδωσαν σημασία στην απλή πρακτικότητα, χωρίς να τους ενδιαφέρει η θεωρία, κάτι που θα κληρονομήσει και το Βυζάντιο, ως συνέχειά της.
- Τέλος, ο Μεσαίωνας έδωσε την χαριστική βολή· ξεκίνησε από τον 5^ο αιώνα κ.ε., με την πλήρη επιβολή του Χριστιανισμού, και τα χαρακτηριστικά του είναι: Η αδυναμία της ελεύθερης τέχνης και της φιλοσοφικής (επιστημονικής) ελεύθερης έκφρασης. Αυτός έδωσε το τελειωτικό πλήγμα, παρατείνοντας για 10 τουλάχιστον αιώνες τις εξελίξεις, αλλά το χειρότερο ο Χριστιανισμός έχει αφήσει ακόμα και σήμερα στον πληθυσμό, ένα τεράστιο ποσοστό συντήρησης και αντίδρασης σε κάθε νέα καινοτομία.
- Η ψευδής κατηγορία που αναφέρεται συχνά για την έλλειψη τεχνολογίας στους Έλληνες εξαιτίας των σκλάβων, έχει απόλυτη εφαρμογή στους Ρωμαίους. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν συχνότατα σκλάβους σε όλα τα μεγάλα και μικρά έργα και τις εγκαταστάσεις, και ήταν αυτοί που είχαν πραγματικά αναρίθμητο πλήθος φθηνών σκλάβων, λόγω της μεγάλης τους εξάπλωσης, που συνέτεινε στην υποτίμηση της έρευνας και της τεχνολογίας.

Η επιστήμη και συνακόλουθα η τεχνολογία με καθυστέρηση μερικών αιώνων, πήραν την κατιούσα. Όσοι λόγιοι γράφουν από τον 1^ο αιώνα και μετά, **και δυστυχώς, μόνο από αυτούς έχουμε πληροφορίες για αυτή την χρυσή εποχή**, δεν γνωρίζουν την επιστήμη πίσω από την τεχνολογία ή τις γνώσεις που παρουσιάζουν, και ό,τι αναφέρουν σχετικά, τους είναι ακατανόητο· αυτή έχει ήδη χαθεί. Παράδειγμα ο Πτολεμαίος που έγραψε την Αλμαγέστη τον 1^ο αιώνα κ.ε.. το πληρέστερο διασωθέν αστρονομικό εγχειρίδιο της αρχαιότητας. Σε αυτήν περιγράφει τις μετρήσεις του Ίππαρχου και των προγενέστερων, ο ίδιος δεν φαίνεται να έκανε έρευνα, και χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο για τις κινήσεις των πλανητών, αλλά δεν αναφέρει ποια ήταν η προέλευσή του και δεν μπορεί να τον εξηγήσει. Απουσιάζει επίσης από τον Πτολεμαίο η ιδέα της σχετικής κίνησης που ήταν γνωστή στον Ευκλείδη ή τον Ηρόφιλο (αυτή δικαιολογεί τον ηλιοκεντρισμό).

Έτσι η επιστήμη ήταν ήδη σε ύφεση πριν ακόμα εμφανιστεί ο Χριστιανισμός. Ακολούθως επικράτησε ο Χριστιανισμός τον 5^ο αιώνα και ισοπέδωσε την λογική, περιόρισε την ελευθερία, που ήταν και είναι πάντα τα κυρίαρχα στοιχεία για την φιλοσοφία, την έρευνα και την επιστήμη. Τον 6^ο αιώνα υπάρχουν πλέον ελάχιστοι λόγιοι που ασχολούνται με τέτοια θέματα. Διαβάστε στο 4^ο κεφάλαιο της δημοσίευσης *Η ορθοδοξία και η άλλη άποψη* για να δείτε την στατιστική των επιστημόνων στις διάφορες εποχές του Βυζαντίου αλλά και γενικότερα, τα προβλήματα στην ελεύθερη εκφοράς της σκέψης που δημιούργησε, ή το αντίστοιχο κεφάλαιο από την δημοσίευση *Χριστιανισμός και επιστήμη* για την κατανόηση του πως η “εξ αποκαλύψεως αλήθεια” δεν επιτρέπει άλλες γνώμες κυρίως στην ανεύρεση των “πρώτων αρχών” και πως η ελευθερία της γνώμης έχει άμεση σχέση με την φιλοσοφία και την δημιουργία της επιστήμης.

Άλλο ένα πρόβλημα κατανόησης μας της εποχής, είναι η έλλειψη ιστορικών πηγών για την περίοδο 301 π.κ.ε. (που σταματά ο Διόδωρος ο Σικελιώτης) μέχρι το 221 π.κ.ε. (που αρχίζει το έργο του Πολύβιου), αλλά και τα χαμένα κεφάλαια μεταγενέστερων ιστορικών που είχαν κομμάτια αυτής της περιόδου.

B2. Ρωμαϊκή περίοδος

Στην Ρωμαϊκή Περίοδο, έχουμε την βελτίωση και την μεγαλύτερη χρήση τσιμέντου, μεγαλύτερων κατασκευών όπως ναούς, βασιλικές, γέφυρες, φράγματα, εκατοντάδες ίσως και χιλιάδες υδραγωγεία, θόλους, τρούλους, αμφιθέατρα και 85

χιλιάδες χιλιόμετρα δρόμους εξαιρετικής ποιότητας, που αρκετοί άντεξαν 1.000 χρόνια συνεχούς χρήσης. Ενδιαφέρον έχει η υιοθέτηση των ελληνικών λουτρών τα οποία εξέλιξαν και διέδωσαν ευρέως, αφού υπήρχε άφθονο νερό από τα υδραγωγεία. Μόνο στην Ρώμη υπήρχαν 170 βαλανεία τον 1^ο αιώνα.

Έχουμε επίσης την χρήση βιβλιοδεσίας και την κατασκευή των πρώτων βιβλίων, την εφεύρεση του φουσητού γυαλιού (Συρία), και μάλιστα σε καλούπια. Η εξέλιξη του γυαλιού στην εποχή αυτή μαζί με την έκρηξη των κατασκευών, είναι λαμπρές εξαιρέσεις. Εμφανίζονται λοιπόν κατασκευαστές-βιοτεχνίες γυαλιού με παραρτήματα σε πολλές πόλεις. Έχουμε την χρήση του υάλινου καθρέπτη, των βιτρό και του διχρωματικού γυαλιού. Κατασκεύασαν επίσης τα διπλά τζάμια για καλύτερη μόνωση, που αργότερα εξαφανίστηκαν και επανεμφανίστηκαν τον 19^ο αιώνα.

Έχουμε την διάχυση της χρήσης του κοχλίου σε κοχλιοφόρα πιεστήρια για την παραγωγή ελαιολάδου σε ποσότητες (που μάλλον και αυτά ήταν της προγενέστερης περιόδου, μόνο που τώρα επεκτάθηκαν) και τους πρώτους ξύλινους ένσφαιρους τριβείς (ρουλεμάν). Οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν κάθε τεχνολογία που βρήκαν και τους χρησίμευε ως εφαρμογή, αλλά δεν ενδιαφερόντουσαν για την θεωρητική βάση της επιστήμης. Αυτό το είδαμε και στην κατασκευή των χαρτών. Το θέμα είναι ότι με την έλλειψη της κατανόησης της λογικής και της επιστήμης πίσω από κάθε τεχνολογία, η τεχνολογία αυτή κινδυνεύει με ύφεση, και πολλές από τις εφευρέσεις αυτές χάθηκαν για αιώνες.

Θα πρέπει εδώ να σημειώσουμε κάτι. Πάρα πολλοί χρονολογούν κάτι ως ρωμαϊκό εντάσσοντάς το στην ευρεία περίοδο 150 π.κ.ε έως 400 κ.ε.. Το ίδιο συμβαίνει με τις αρχαιολογικές ανακαλύψεις που κατατάσσουν συχνά στην αρχή της Αυτοκρατορικής Εποχής, μόνο που πολλά από τα ευρήματα υποπτευόμαστε ότι είναι ελληνιστικά, αφού επισήμως η ελληνιστική περίοδος έληξε το 30 π.κ.ε. με την πτώση του πτολεμαϊκού βασιλείου, αλλά η τεχνολογία και αντίστοιχοι μηχανικοί και τεχνίτες υπήρχαν ήδη ακόμα και μετά την πτώση.

Την ιδεολογία των Ρωμαίων μας την δίνει ξεκάθαρα ο Σενέκας, αφού εκθειάζει τα ζεστά λουτρά και τους υαλοπίνακες και γενικά θέματα τεχνολογίας, αναφέρει ότι:

*Αυτά είναι επινοήσεις **σκλάβων**. Η σοφία είναι ψηλά και εγκατεστημένη στα πνεύματα και όχι στα χέρια.*

B3. Ο ρόλος των ελληνιστικών αυτοκρατοριών της Ανατολής

Παρά την μεγάλη καταστροφή της αρχαίας ελληνικής γραμματείας, έχει σωθεί μόνο το 10% και κατά άλλους το 2% των αρχαίων κειμένων, η γνώση μας, αποσπασματική και αυτή, για την επιστήμη και τεχνολογία της χρυσής εποχής του 4-2^{ου} αιώνα π.κ.ε., είναι όπως είπαμε από κείμενα της Αυτοκρατορικής Εποχής ή της Ύστερης Αρχαιότητας (1-5^{ος} αιώνα κ.ε.), περιόδους που αυτή ήταν σε ύφεση. Η γνώση αυτή αναφέρεται βασικά στα μεγάλα κέντρα της περιόδου, Ρόδο - Συρακούσες - Μασσαλία - Αλεξάνδρεια και την πτολεμαϊκή Αίγυπτο γενικότερα.

Οι πληροφορίες μας όμως είναι σχεδόν μηδαμινές για την δράση και εξέλιξη των επιστημόνων στα βασίλεια της Ανατολής όπως του Πόντου, της Βιθυνίας, αλλά και το μεγάλο βασίλειο των Σελευκιδών που περιελάμβανε την Μεσοποταμία, ή τέλος της Βακτριανής. Τα δύο τελευταία, έλεγχαν τον δρόμο του μεταξιού, το βασικό μέσο ανταλλαγής αγαθών και πληροφοριών με την Άπω Ανατολή και την Κίνα, που και εκεί υπήρχε όπως είδαμε μια ξεχωριστή ανάπτυξη της φιλοσοφίας και της τεχνολογίας. Υποπευόμαστε ότι θα υπήρχαν κάποιες τοπικές εμβέλεις "Αλεξάνδρειες", δηλαδή επιστήμονες ίσως και βιβλιοθήκες, αλλά η τεκμηρίωση είναι περιορισμένη. Υπάρχει η πληροφορία ότι αργά, τον 4^ο αιώνα κ.ε. κάποιοι αλεξανδρινοί λόγιοι κατέφυγαν στην Ινδία, ένα αμφιλεγόμενο παράδειγμα είναι ο αστρονόμος Παύλος. Στην πραγματικότητα μπορούμε να κάνουμε μόνο υποθέσεις από την συνέχεια και την εξέλιξη αυτών των περιοχών και από την τέχνη που έχουν αφήσει.

Η επιρροή της ελληνιστικής τέχνης ακόμα και στην απεικόνιση του Βούδα είναι μεγάλη, όσο για τις γνώσεις, υπάρχει μια ενδιαφέρουσα ανάπτυξη τόσο στην Ινδία (κυρίως στα Μαθηματικά), όσο και στην αυτοκρατορία των Περσών που εμφανίζεται παράλληλα με το Βυζάντιο αργότερα. Μια ανάπτυξη που θα οικειοποιηθούν από τον 6-7^ο αιώνα οι Άραβες και θα δημιουργήσουν τα γνωστά κέντρα γνώσης τους, σε συνδυασμό με τις επιρροές από τους φυγάδες του Βυζαντίου νεστοριανούς, για τους οποίους θα δούμε στην ανάρτηση για την παιδεία, μια επίδραση που έφθασε και στην Κίνα.

Στην συνέχεια θα βρούμε συχνά μπροστά μας ιδέες και τεχνολογίες από την Ινδία, την Περσία και την περιοχή της Ανατολής που θα διαχυθούν δυτικά. Τα

περισσότερα πάντως τεχνολογικά κείμενα των Ελλήνων που πήγαν στην Δύση πριν από την Αναγέννηση, εμφανίστηκαν μεταφρασμένα από τους Άραβες, που σημαίνει πέρα από τις μεταγενέστερες αλληλεπιδράσεις, ότι υπήρχε ήδη μια σχετική παράδοση και συνέχεια από την ελληνιστική εποχή, άρα και αντίστοιχο ενδιαφέρον.

Γ. Συγκεκριμένες μεσαιωνικές τεχνολογίες

Ο Μεσαίωνας, βυζαντινός και δυτικός, ήταν μια περίοδος μακράς στασιμότητας. Το ίδιο το Βυζάντιο είναι μια χαρακτηριστική μεσαιωνική δουλοκτητική κοινωνία που στηριζόταν στην εργασία των δούλων, των εργατών και των μικρεμπόρων στις αστικές περιοχές ή και των ζώων στο όργωμα. Η εικόνα της ανάρτησης είναι από το χειρόγραφο *Χρονικό Σκυλίτση* ([Bas1.40]), δείχνει και αναφέρει την μεταφορά την πάμπλουτης Δανιηλίδος από την Πάτρα στην Κωνσταντινούπολη για να δει τον αυτοκράτορα, μεταφερόμενη **στα χέρια** από 300 νέους δούλους που την ακολουθούσαν!

Όπως θα δούμε και στο θέμα της παιδείας, δεν υπήρχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον της κοινωνίας για αλλαγές ή νεωτερισμούς και όσοι λόγιοι προχώρησαν λίγο περισσότερο στην σκέψη, ειδικά σε φιλοσοφικά ερωτήματα, είχαν πρόβλημα στο να την εκφράσουν και ακόμα περισσότερο να την δημοσιοποιήσουν, αφού εύκολα μπορούσαν να κατηγορηθούν ως αιρετικοί. Στα πλαίσια αυτά η τεχνολογία δεν περιμένουμε να μας φέρει πολλές εκπλήξεις.

Έτσι, πολλές από τις γνώσεις και εφευρέσεις που είδαμε, έμειναν παγωμένες στα χαρτιά· κατά διαστήματα είχαμε κάποιες εκλάμψεις· υπήρξαν όμως και κάποιες άλλες που ήδη είχαν μεγάλη απήχηση και συνέχισαν να εξελίσσονται. Είχαμε επίσης και μερικές ενδιαφέρουσες εξελίξεις που έχουν να κάνουν με την μεγάλη ανάπτυξη που έγινε από τους Πέρσες αρχικά και μετά από τους Άραβες και θα δούμε ποιες από αυτές τελικά χρησιμοποιήθηκαν από το Βυζάντιο, αφού ρίξετε μια ματιά στις ανακαλύψεις των Βυζαντινών που γενικά αναφέρονται, για να έχετε μια αποσπασματική εικόνα.

Γ1. Αστρονομία - Ναυσιπλοΐα - Χρόνος - Μαθηματικά

Έχουμε από την αρχή των γνώσεών μας για τους πρώτους πολιτισμούς την ανάγκη του εμπορίου και της μεταφοράς μεταλλευμάτων, πολυτίμων αντικειμένων ή και βασικών αγαθών. Η ανάγκη αυτή καλύπτεται με χερσαία ή ναυτικά μέσα και με τα δεύτερα οι αποστάσεις γίνονται εξαιρετικά μεγάλες, δεδομένου ότι οι χερσαίοι δρόμοι ήταν λίγοι, αργοί και συχνότατα πιο επικίνδυνοι. Η ναυσιπλοΐα λοιπόν ήταν ζωτικής σημασίας για τους μεγαλύτερους αρχαίους πολιτισμούς. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα είναι ο κασσίτερος. Από όσο γνωρίζουμε, τα κοντινότερα στην Μεσόγειο μέρη παραγωγής τους ήσαν μόνο στην Βρετανική Νήσο και στο Αφγανιστάν, ήταν όμως απαραίτητος στην κατασκευή χάλκινων εργαλείων και ξέρουμε ότι τελικά τον είχαν σχεδόν όλοι όσοι έφτιαχναν μεταλλικά εργαλεία με βάση τον χαλκό.

Είναι μάλλον αδύνατο να βρούμε τις απαρχές της ναυσιπλοΐας. Η κατανόηση ότι ένας κορμός επιπλέει και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν βοήθημα, ή ότι αν δέσεις μερικούς κορμούς φτιάχνεις μια σχεδία, ή αν σκάψεις τον κορμό, κάνεις μια βάρκα, ήταν διαδικασίες αργές που προφανώς έγιναν σε όλους τους παραποτάμιους, παραλίμνιους και παραθαλάσιους αρχαίους πολιτισμούς. Για παράδειγμα έχουμε στην Κρήτη (Τράχηλος) ίχνη διποδισμού 5,5 εκατομμυρίων ετών προφανώς από προδρόμους του ανθρώπου (Μεγάλους Πιθήκους), σε χώρο που ήδη φαίνεται να ήταν νησί εκείνη την εποχή. Σημασία φυσικά έχει η οργανωμένη ναυσιπλοΐα που πρέπει να αναχθεί μάλλον, την ίδια εποχή με την αρχή του εμπορίου.

Η πρώτη ναυσιπλοΐα ήταν η χρήση της δίπλα ή κοντά στην ακτή, δηλαδή ακολουθείς την παραλία ή επισκέπτεσαι τα νησιά που βλέπεις, ή ψαρεύεις σε απόσταση μικρή από την ακτή. Αργότερα με την χρήση πανιού ή κουπιών, διαπίστωσαν ότι υπήρχαν και άλλα νησιά μακρύτερα από τον οπτικό τους ορίζοντα και έτσι έγινε η επέκταση σε μεγαλύτερη έκταση.

Το βασικό πρόβλημα της αρχαίας ναυσιπλοΐας, είναι η ύπαρξη σωστών χαρτών, η εύρεση της θέσης του πλοίου με ακρίβεια σε αυτούς και η κατεύθυνση που είχε. Οι χάρτες ήταν φτιαγμένοι αρχικά εμπειρικά θα δούμε και παρακάτω. Η κατεύθυνση λύθηκε εν μέρει με την πυξίδα στον Ύστερο Μεσαίωνα στην Δύση, για την σωστή θέση όμως τα πράγματα ήταν λίγο πιο πολύπλοκα. Από την αρχαία εποχή, όσοι

είχαν κατανοήσει ότι η Γη είναι σφαιρική, ήξεραν ότι το γεωγραφικό πλάτος είχε σχέση με το ύψος του Ήλιου και των άλλων άστρων όπως του Πολικού Αστέρα και η μέτρηση αυτού του ύψους, γινόταν με όργανα που μετρούσαν (σκοπευτικά) γωνίες, δηλαδή τον γνόμονα και αργότερα τον αστρολάβο.

Η λύση εύρεσης του γεωγραφικού μήκους άργησε (αν και υπήρχε ήδη από την ελληνιστική εποχή μια μέθοδος σχετικά χρονοβόρα), γιατί έπρεπε πρώτα να μάθουμε το πραγματικό μέγεθος της Γης, αλλά και να κατασκευαστούν ρολόγια ακριβείας που να μπορούν να δουλέψουν στο ασταθές περιβάλλον ενός πλοίου, ώστε να ξέρουν την απόσταση δυτικά ή ανατολικά σε ώρες, άρα και μοίρες από συγκεκριμένο σταθερό σημείο, μετρώντας την πραγματική μεσημβρία του τόπου. Αυτό σημαίνει ότι οι μετρήσεις του μήκους γινόντουσαν μάλλον εμπειρικά, με στοιχεία από προηγούμενες αναφορές, από την υπολογιζόμενη ταχύτητα του πλοίου, την κατεύθυνσή του και την επίδραση του άνεμου και των ρευμάτων.

Έτσι τα ποντοπόρα ταξίδια τότε γινόντουσαν με βάση το γεωγραφικό πλάτος. Δηλαδή ήξερες το Γεωγραφικό πλάτος για παράδειγμα της Μάλτας και φεύγοντας από την Κρήτη δυτικά, το μόνο που είχες να κάνεις, ήταν να το φθάσεις και να παραμείνεις σε αυτό μέχρι να την συναντήσεις.

Ναυτικοί λαοί που διακρίθηκαν την εποχή αυτή με αυτές ή και άλλες εμπειρικές μεθόδους (δείτε και στην χαρτογραφία), ήταν οι Πολυνήσιοι, οι Βίκινγκς, οι Ινδοί και οι Κινέζοι και διακρίθηκαν γιατί όλοι αυτοί είχαν να αντιμετωπίσουν ανοικτές θάλασσες και ωκεανούς. Στο τέλος του Μεσαίωνα διακρίθηκαν οι Πορτογάλοι. Στην κλειστή Μεσόγειο αυτοί που κυριάρχησαν ήταν αρχικά οι Μινωίτες, οι Φοίνικες, οι Έλληνες, οι Ρωμαίοι και φυσικά οι ΠρωτοΒυζαντινοί, ακολουθούν οι Άραβες και τέλος οι Ενετοί.

Γ1.1. Πλοία

Η πρώτη αναπαράσταση πλοίου που έχουμε, είναι από το Κουβέϊτ και είναι της 5^{ης} χιλιετίας π.κ.ε.. Υπάρχουν όμως ενδείξεις ότι ήδη από την 10^η χιλιετία η ανθρωπότητα χρησιμοποιούσε πλωτές μεθόδους, που σταδιακά εξελίσσονται από τους λαούς που ζούσαν και τρεφόντουσαν από το υδάτινο στοιχείο. Οι πρώτοι που έφτιαξαν εξελιγμένα ιστιοφόρα πλοία διαφόρων τύπων, ήταν οι κάτοικοι της σημερινής Άπω Ανατολής στην περίοδο 3000-1500 π.κ.ε. Ήταν και αυτοί που ανακάλυψαν και εποίκισαν την Αυστραλιανή Ήπειρο και επεκτάθηκαν επίσης σε

πολλά νησιά, από την Χαβάη ως την Μαδαγασκάρη. Εντυπωσιακή ήταν η χρήση από αυτούς ξύλινων ισορροπιστών παράλληλα στα κανό τους, που εξελίχθηκε σύντομα στο καταμαράν (μιας δεύτερης ή και τρίτης καρίνας παράλληλα με την κύρια και σε απόσταση), που αυξάνει την πλευστότητα και την ταχύτητα, καθώς και το απλούστερο τριγωνικό σχεδόν πανί. Τον πρώτο αιώνα έχουμε τεράστια σκάφη από τους Ινδονησίους, με μήκος άνω των 50 μέτρων και ύψος από τα ίσαλα 5-7 μέτρα και με 4-7 κατάρτια. Από τον 10^ο αιώνα και μετά εξελίσσονται οι Κινέζοι

Στην Μεσόγειο η εξέλιξη ήταν πιο απλή, έχουμε το μήκους 44 μέτρων αιγυπτιακό σκάφος του 2500 π.κ.ε., που έχει βρεθεί σχεδόν άθικτο. Την εποχή εκείνη διακρίθηκαν οι Μινωίτες που ανέπτυξαν εμπόριο μέχρι τις Βρετανικές Νήσους, και ακολούθως οι Μυκηναίοι, με μικρότερη είναι αλήθεια εμβέλεια. Το παλαιότερο ίσως πλοίο σε ναυάγιο που έχουμε, είναι από τον 14^ο π.κ.ε αιώνα στο Uluburun, μήκους 14 μέτρων, στο οποίο έχουμε και την πρώτη σίγουρη εμφάνιση καρίνας και σύνδεση πετσώματος με μόρσα και καβύλιες και ακολούθως το ράψιμο των σανίδων μεταξύ τους. Τους σκοτεινούς χρόνους διακρίνονται οι Φοίνικες και αργότερα στην κλασική εποχή η Κόρινθος και η Αθήνα. Επίσης από τον 8^ο αιώνα π.κ.ε. έχουμε τα πρώτα ειδικά κατασκευασμένα ευέλικτα πολεμικά πλοία με πολλούς κωπηλάτες, χωρίς να αυξάνεται το μήκος τους (διήρεις - τριήρεις) και έμβολο, που διατηρήθηκαν μέχρι την ελληνιστική εποχή, από την οποία και μετά, κυριάρχησαν οι βαρύτερες ρωμαϊκές γαλέρες.

Αρχικά το πέτσωμα γινόταν με ράψιμο των σανίδων, αλλά από τον 5^ο αιώνα έχουμε θηλύκωμα των σανίδων και σύνδεση τους με τóρμους και εντορμίες (επίπεδες προεξοχές που θηλυκώνουν ανάμεσα στις σανίδες όπως και σήμερα στην κατασκευή επίπλων, που επίσης στερεωνόντουσαν με ξύλινα καρφιά ή καβίλιες στις σανίδες). Πρώτα κατασκευαζόταν το πέτσωμα που ήταν αρκετού πάχους και που έδενε στην καρίνα και μετά κτιζόταν το πλοίο πάνω στους νομείς και στα στραβόξυλα (ο σκελετός δηλαδή) που έμπαιναν ακολούθως, Η στεγανότητα στηριζόταν στην απόλυτη και σωστή προσαρμογή των σανίδων που με την τοποθέτησή τους στον νερό φούσκωναν γίνονταν ένα σώμα και ήσαν πλήρως υδατοστεγή. Από την ελληνιστική περίοδο έχουμε και διπλόπετσα σκαριά.

Το πανί που χρησιμοποιείται στην περιοχή είναι το τετράγωνο. Αυτό που ξέρουμε για την τεχνολογία των πλοίων κατά την ελληνιστική περίοδο, είναι ότι υπήρχαν

μελέτες υδροστατικής που δικαιολογούσαν άνετα την κατασκευή μεγάλων ή θωρακισμένων πλοίων, που ενίοτε φθάνει στα όρια του μύθου, (Συρακουσία, Λεοντοφόρος, Θαλαμηγός, Τεσσαρακοντήρης), αλλά σε κάποιον βαθμό αυτό έχει επιβεβαιωθεί αρχαιολογικά με πλοία παλάτια μήκους 70 μέτρων του 1^{ου} αι.. Έχουν βρεθεί ναυάγια μεγάλων πλοίων πάνω από 30 μέτρα και κάποια από αυτά με μολύβδινη θωράκιση (δείτε και εδώ), από την ίσαλο και κάτω, για την αποφυγή των φυκών που κολλούσαν στα ύφαλα, κάτι που στην ρωμαϊκή εποχή ξεχάστηκε σταδιακά και εξαφανίστηκε, ενώ το μέγεθος ήταν γενικά μεγάλο για εξυπηρέτηση του αυξημένου εμπορίου. Η εξέλιξη από εκεί και πέρα μέχρι τον 6^ο αιώνα, δεν είναι ιδιαίτερα αξιόλογη, πέρα από την διαφορετική ονομασία των διαφορετικών ειδών των πλοίων και την λογική αργή εξέλιξη. Από τον 6^ο αιώνα, έχουμε την προσθήκη τριγωνικού πανιού στα τετράγωνα πανιά ως βοηθητικού για αύξηση της ταχύτητας. Το τριγωνικό θα παραμείνει μόνο του αργότερα στα μικρά καΐκια.

Κατά τον 7^ο αιώνα, σε όλα τα ναυάγια που εμφανίζονται στην Μεσόγειο, έχουμε μια ενίσχυση της σύνδεσης της καρίνας με το κέλυφος, με νομείς (εγκάρσια ενισχυτικά στραβόξυλα). Από τον 11^ο αιώνα και μετά, έχουμε γενίκευση της χρήσης των νομέων, πάνω στους οποίους καρφώνονται τα πλευρικά μαδέρια και το καλαφάτισμά τους. Μια τεχνική φθηνότερη, που παράγει ελαφρύτερα και μεγαλύτερα σκάφη, η οποία συνεχίζεται και σήμερα.

Χαρακτηριστικό βυζαντινό πλοίο είναι ο δρόμωνας, το έμβολο εξαφανίζεται και οι μάχες γίνονται σώμα με σώμα ή με το υγρόν πυρ. Από τον 11^ο αι., που αρχίζει και το μειωμένο ενδιαφέρον του Βυζαντίου για την θάλασσα, θα επικρατήσουν οι γαλέες, ελαφρύτερες και πλέον ευέλικτες ενώ στην Δύση θα επικρατήσουν οι γαλέρες από τους Γενουάτες και τους Βενετούς που θα εξοπλιστούν από το 1396 με κανόνια και θα κυριαρχήσουν μέχρι τον 17ο αι.. μαζί με άλλα ελαφρύτερα ιστιοφόρα (σεμπέκο), ενώ από την Αναγέννηση και μετά κυριαρχούν οι караβέλες, ιστιοφόρα ποντοπόρα πλοία που θα οδηγήσουν στην Εποχή των Ανακαλύψεων νέων περιοχών.

Σύστημα κατεύθυνσης του πλοίου. Αρχικά τα πλοία κατευθυνόντουσαν με ένα η περισσότερα κουπιά, από τις πλευρές του σκάφους προς τα πίσω.

Αργότερα ανακαλύφθηκε το τιμόνι, δηλαδή ένα κομμάτι επίπεδης σανίδας, προσαρμοσμένης μόνιμα στην πρύμνη, με ένα ή περισσότερους στροφείς (ένα

είδος μεντεσέ) και ένας μοχλοβραχίονας που θηλυκώνει στην κορυφή του για να το κατευθύνει, όπως σε κάποιες σημερινές μικρές βάρκες (Λαγουδέρα). Το τιμόνι ήταν γνωστό τον 1^ο αιώνα στην Ρωμαϊκή Εποχή, που σημαίνει την πιθανή ανακάλυψή του από την Ελληνιστική Εποχή, αλλά κάτι σχετικό την ίδια εποχή, εμφανίστηκε και στην Κίνα. Οι Άραβες φαίνεται να χρησιμοποιούν αντί για τον μοχλό κατεύθυνσης (σε μεγάλα πλοία), σχοινιά που σταθεροποιούν το τιμόνι από δεξιά και αριστερά, και φθάνουν στα χέρια του οδηγού.

Η αντικατάσταση του μοχλού του τιμονιού από το πηδάλιο, τον τροχό δηλαδή που κατευθύνει ακόμα πολλά σύγχρονα πλοία, πρέπει να έγινε στα τέλη του 17^{ου} αιώνα, γιατί τον 18^ο είχε γενικευθεί.

Αξίζει εδώ να δούμε και το μέγεθος των ινδικών πλοίων αντίστοιχα της εποχής του Vasco Da Gama.

Σχετικές πληροφορίες:

- Lead Use on Roman Ships and its Environmental Effects
- A Short Historical Overview on the Use of Lead
- IN-SITU CONSERVATION OF THE SHIPWRECKS IN THE MEDITERRANEAN SEA
- Ships wheel history
- Rudder
- Ship History
- Maritime history
- Ancient Shipbuilding

Γ1.2. Μετεωρολογία

Η μελέτη των φυσικών φαινομένων του καιρού και η προσπάθεια κατανόησης και πρόβλεψης του καιρού.

Οι αρχαίοι Έλληνες έκαναν τις πρώτες σχετικές παρατηρήσεις, αλλά ο Αριστοτέλης είναι αυτός που τις συστηματοποιεί, δίνει το όνομα “μετέωρα” και είναι και ο πρώτος που περιγράφει τον “κύκλο του νερού”, σημαντικό στοιχείο για την κατανόηση των φαινομένων (αντίστοιχα στην Κίνα ο κύκλος αυτός αναφέρεται το 250 π.κ.ε). Ακολουθεί ο Θεόφραστος που γράφει το πρώτο βιβλίο με στοιχεία πρόγνωσης του καιρού. Ο Αρχιμήδης είναι αυτός που παρουσιάζει τις

αρχές της άνωσης που εξηγούν την δημιουργία των νεφών. Από εκεί και πέρα στασιμότητα.

Στην ρωμαϊκή εποχή ο γεωγράφος Mela μιλάει για διαφορετικές ζώνες καιρού. Στο Βυζάντιο πέρα από υπομνηματισμούς και αναμασήσεις παλαιότερων δεν φαίνεται αξιόλογη νέα δραστηριότητα. Η εξέλιξη γίνεται στην Ινδία, στους Άραβες και τέλος στην Ευρώπη. Ενδεικτικά 3 χρόνια πριν την πτώση της Κωνσταντινούπολης, ο Leone Battista Alberti κατασκευάζει το πρώτο ανεμόμετρο. Ενώ 9 χρόνια νωρίτερα (1441), στην Κορέα κατασκευάζεται ο πρώτος μετρητής βροχής και μάλιστα για επίσημη χρήση στην φορολογία.

Πληροφορίες: Χρονικό της μετεωρολογίας.

Γ1.3. Αστρονομία

Η αστρονομία αν και είναι μια θεωρητική επιστήμη έχει άμεση σχέση με την τεχνολογία, τόσο για την κατασκευή οργάνων, αλλά σαν μια επιστήμη που έχει ευρύτερο ενδιαφέρον, όπως είναι και τα μαθηματικά, και έχουν αποτελέσματα που ενισχύουν συνολικά την γνώση και τις κατασκευές.

Στην δημοσίευση για τον Ηλιοκεντρισμό, είδαμε ότι είχε μία εξαιρετική άνθηση στην ελληνιστική εποχή με τον Αρίσταρχο και τον Ίππαρχο και δεκάδες άλλους. Από τον πρώτο αιώνα όμως πέφτει σε ύφεση και κυριαρχείται από την αστρολογία.

Από τον 6^ο αιώνα και μετά δεν απασχολεί τους λόγιους, το μόνο που τους ενδιαφέρει είναι ο υπολογισμός του Πάσχα και η Αστρολογία. Λίγα ονόματα στο Βυζάντιο φέρεται να ασχολούνται με το θέμα και το ποσοστό γνώσης τους ή σοβαρής απασχόλησης είναι θολό. Η αστρονομία θα ανακάμψει στο Βυζάντιο από την επίδραση των Περσών κατά την Ύστερη Περίοδο, όπου και θα διακριθεί εντελώς στους λόγιους μόνο, και μάλλον και σε αυτούς εν μέρει, η αστρονομία από την αστρολογία.

Όλα τα στοιχεία της αστρονομίας που χρησιμοποιούσαν οι Βυζαντινοί ήταν στηριγμένα στον Πτολεμαίο. Το πρόβλημα ήταν ότι ο Πτολεμαίος χρονολογούσε με τον αρχαίο αιγυπτιακό ημερολόγιο, οι Βυζαντινοί νόμιζαν το νεώτερο αιγυπτιακό ημερολόγιο και η μετατροπή των χρονολογιών στο Βυζαντινό, ήταν μια χρονοβόρα, δύσκολη υπόθεση και το αποτέλεσμα συχνά ανακριβές. Από τον 14^ο αιώνα χρησιμοποιούν σαν βάση στοιχεία από τους Πέρσες και τους Λατίνους, των οποίων επίσης χρησιμοποιούν και τα αντίστοιχα ημερολόγια για να αποφύγουν

λάθη μετατροπής. Ξεκάθαρη ένδειξη εισαγόμενης γνώσης.

Μολονότι έγιναν αξιόλογες προσπάθειες στην Ύστερη Βυζαντινή Περίοδο και αρκετές μελέτες σε διάρκεια ενός αιώνα και μολονότι υπήρξε γόνιμη επικοινωνία και υιοθέτηση των αραβικών πληροφοριών και χαρτών, ειδικά από την αυτοκρατορία της Τραπεζούντος, αν και δεν έχουμε ακόμα όλα τα κείμενα της Υστεροβυζαντινής Περιόδου, το Βυζάντιο δεν φαίνεται προσέφερε τίποτα περισσότερο στην αστρονομία γενικότερα. Διαβάστε περί αστρομετρίας, περί αστρονομίας, τόσο στα Ελληνικά όσο και στα Αγγλικά, δεν θα βρείτε ούτε μια αναφορά στο Βυζάντιο. Αξιόλογη ήταν η διαπίστωση από τον Νικηφόρο Γρηγορά του σφάλματος που είχε το Ιουλιανό Ημερολόγιο το 1324, κάτι που ήδη είχαν σημειώσει ο Βέδας τον 8^ο αιώνα και ο Roger Bacon το 1200 και που δεν είχε στο Βυζάντιο πρακτική αξία. Ενδιαφέρον έχουν επίσης τα κείμενα των Πλανούδη και Μετοχίτη για τις προσπάθειες που γινόντουσαν. Διαβάστε και τον ελλειπή κατάλογο της Wikipedia.

Αντίθετα, στους Πέρσες και τους Άραβες υπήρχε ιδιαίτερη άνθηση στην βάση των ελληνιστικών προτύπων, που διατηρήθηκε σταθερή και αμείωτη. Μέτρησαν με μεγάλη ακρίβεια το μέγεθος της Γης, παρατήρησαν και περιέγραψαν μακρινούς γαλαξίες ή άλλα φαινόμενα όπως Super Nova και δημιούργησαν ειδικούς χώρους παρατήρησης για αστρονομική χρήση. Στα τέλη του Μεσαίωνα αρχίζει και η Δύση να ενδιαφέρεται σοβαρά με το θέμα, ένα ενδιαφέρον που θα δώσει εξαιρετικούς καρπούς λίγο αργότερα.

Γ1.4. Χαρτογραφία

Για αυτήν υπάρχει ξεχωριστή ανάρτηση. Σαν συμπέρασμα, οι Βυζαντινοί παρ' όλο που είχαν την *Γεωγραφία* του Πτολεμαίου στα συρτάρια τους, δεν ενδιαφέρθηκαν ιδιαίτερα για την επιστήμη της χαρτογραφίας που ξαναρχίνησε από τους Άραβες εξελίχθηκε σταδιακά και συνεχίστηκε στην Δύση. Η μόνη συνεισφορά σημαντική τελικά του Βυζαντίου στην εξέλιξη αυτή, ήταν ένα αντίγραφο της πρωτότυπης *Γεωγραφίας* του Πτολεμαίου που βρέθηκε κάπου κρυμμένο και που αντέγραψε ο Πλανούδης λίγο πριν το Βυζάντιο σβήσει. Αυτό φυσικά πήγε στην Δύση που ενδιαφερόταν ιδιαίτερα και μεταφράστηκε και διαδόθηκε ακριβώς πριν το ξεκίνημα της Εποχής των Μεγάλων Ανακαλύψεων, την στιγμή που οι Άραβες και οι Δυτικοί είχαν ήδη κάνει μεγάλη εξελικτική πρόοδο και οι χάρτες τους κυκλοφορούσαν παντού.

Σαν εξαίρεση εδώ αξίζει να αναφερθεί ένα κείμενο ανώνυμου (που ονομάστηκε συμβατικά Ήρων ο Βυζαντινός ή ο Νεώτερος) που έχει χρονολογηθεί στην εποχή του Κωνσταντίνου του Πορφυρογέννητου και στο οποίο με την χρήση της διόπτρας αναλύει με παραδείγματα θέματα γεωδαισίας και γεωμετρίας όγκων. Το ενδιαφέρον από αυτήν είναι ότι δεν αναφέρεται σε κανέναν προγενέστερο βυζαντινό, αλλά στις αρχαίες ελληνιστικές μελέτες της Ύστερης Αρχαιότητας, που δείχνει μεγάλο κενό στην συνέχεια. Άλλωστε στο ίδιο το κείμενο αναφέρεται ότι υπάρχει άγνοια των μηχανικών για τέτοια θέματα. Είναι ένα μεμονωμένο προς το παρόν σύγγραμμα, που δείχνει ενδιαφέρουσες μορφές από την προσπάθεια της “Μακεδονικής Αναγέννησης”, που δυστυχώς δεν κράτησε πολύ.

Δ. Ρωσσικόπουλος, Β. Χατζηδάκη, Ν. Χατζηδάκης, *Η Γεωδαισία του Ήρωνος του Βυζάντιου*.

Γ1.5. Ηλιοκεντρισμός

Έχει αναπτυχθεί σε άλλη δημοσίευση. Ο ηλιοκεντρισμός πρέπει να ήταν ευρύτερα γνωστός κατά την Ελληνιστική Περίοδο σε αντίθεση με την Αυτοκρατορική και το Βυζάντιο, που ξανα-επικράτησε ο γεωκεντρισμός. Η σημασία του είναι τεράστια στον τρόπο που γινόταν κατανοητός ο κόσμος μας, το μέγεθός του, η βαρύτητα και η σχετική κίνηση, όλα θέματα που έπεσαν επίσης σε ύφεση μέχρι τον 16^ο αιώνα, και έχουν έμμεση σχέση με την τεχνολογία. Ειδικά για το Βυζάντιο που ήταν ιδιαίτερα επηρεασμένο από τα κείμενα του Κοσμά του Ινδικοπλεύστη, είναι θέμα το πόσοι τελικά λόγιοι και ποιες εποχές, ήξεραν πραγματικά ότι η Γη είναι σφαίρα και όχι δίσκος ή τετράγωνη. Επίσης ο ηλιοκεντρισμός άλλαζε και το μέγεθος του σύμπαντος, που με την ισχυροποίηση του γεωκεντρισμού, αυτό συρρικνώθηκε γύρω από την Γη, το έκανε μικρό, περιορισμένο και ανθρωποκεντρικό μέχρι να φθάσουμε στην επιστημονική επανάσταση, στον Γαλιλαίο, τον Κοπέρνικο και τον Νεύτωνα.

Γ1.6. Αστrolάβος

Ο αστρολάβος είναι το όργανο αυτό για την γρήγορη εύρεση του γεωγραφικού πλάτους και του χρόνου φυσικά, αφού με αυτόν υπολόγιζαν και το πότε ακριβώς ήταν μεσημέρι από την μεταβολή του ύψους του Ηλίου. Η εφαρμογή του είναι αστρονομική, γεωγραφική και ναυτική. Ο πρώτος αστρολάβος φαίνεται να κατασκευάστηκε από τον Απολλώνιο τον Περγαίο τον 3-2^ο αιώνα π.κ.ε. Αυτό που

έχει σημασία όμως και ενδιαφέρον για την χρήση του στην ναυσιπλοΐα, είναι ο επίπεδος αστρολάβος που κατασκευάστηκε ήδη στην ελληνιστική εποχή (τον αναφέρει και η Υπατία αργότερα καθώς και ο μαθητής της Συνέσιος) αλλά ήταν ευρέως γνωστός από τον Άραβα αστρονόμο Farazi τον 8^ο αιώνα. Περισσότερο ενδιαφέρον ακόμα έχει ο τετράντας (προστάδιο του ναυτικού αστρολάβου και αργότερα του εξάντα) που κατασκευάστηκε τον 13^ο αιώνα από τους Άραβες.

Σαν αστρολάβος αναφέρεται και ο Μηχανισμός των Αντικυθήρων, αλλά στην ουσία ήταν ένα μηχανικό ημερολόγιο ακριβείας, ο δε μηχανισμός του ιδιαίτερα πολύπλοκος για την εποχή και με ενδιαφέρουσα τεχνολογία, όπως το διαφορικό γρανάζι που θα εμφανιστεί πάλι μετά από 17-18 αιώνες.

Στην βυζαντινή γραμματεία ο απλός αστρολάβος αναφέρεται και περιγράφεται στον Ιωάννη τον Φιλόπονο (αρχές 6^{ου} αιώνα στην Αλεξάνδρεια, αναθεματίστηκε από την 3^η Οικουμενική Σύνοδο για κάποιες θεολογικές απόψεις του και τα έργα του έπεσαν σε αφάνεια στο Βυζάντιο, αλλά εκτιμήθηκαν ιδιαίτερα από τους Άραβες) και μετά ξανααναφέρεται οκτώ αιώνες αργότερα, στην Ύστερη Περίοδο, από τον Νικηφόρο Γρηγορά με το *Πως δει κατασκευάζειν αστρολάβον και στο Εκ της εξηγήσεως του περσικού αστρολάβου*, του Ισαάκ Αργυρού τον 14^ο αιώνα, που σημαίνει αποσπασματική ενασχόληση κάποιων λογίων, την στιγμή που η εντόπια παλαιότερη γνώση είχε χαθεί.

Στο Βυζάντιο δεν αναφέρεται η ναυτική ή γεωγραφική του χρήση, αλλά μόνο η καθαρά αστρονομική. Ο μοναδικός αστρολάβος που έχει βρεθεί με άμεση σχέση με το Βυζάντιο είναι ο αστρολάβος της Brescia του 1062, που ίσως να φτιάχθηκε από Πέρσες τεχνίτες ή με περσική επιρροή, για κάποιον Σέργιο Πρωτοσπαθάριο από την Περσία. Αυτός που το έφτιαξε ή ξερε ελληνικά και μάλλον είχε γνώση των κειμένων του Πτολεμαίου. Φυσικά δεν μπορεί να αποκλειστεί όπως ισχυρίζονται αρκετοί ότι πάντα υπήρχε στο Βυζάντιο κάποιος επιστήμονας που μπορούσε να φτιάξει έναν αστρολάβο, αφού κάπου υπήρχαν κείμενα κατασκευής του. Ο τίτλος όμως του βιβλίου του Αργυρού στα Ύστερα του Βυζαντίου, δείχνει ότι οι πληροφορίες αυτές δεν ήταν τελικά τόσο εύκολες και την γνώση του την ξαναπήραν από τους Άραβες.

Περισσότερες πληροφορίες:

-Θύμιος Νικολαΐδης, *Η μέτρηση του χρόνου στο Βυζάντιο*, Αθήνα, 2011.

-Κριάρης Διονύσης, *Βυζαντινός Αστρολάβος Brescia*, Αθήνα 1997.

-O. M. Dalton, *The Byzantine Astrolabe at Brescia*.

-David A. King, *The Byzantine Astrolabe of 1062*.

Μέσα στους αστρολάβους μπορεί να μπει και μία μοναδική και εντυπωσιακή φορητή συσκευή με γρανάζια που βρίσκεται στο Science Museum στο Λονδίνο, που ήταν στην ουσία ένα χειροκίνητο μηχανικό ημερολόγιο, σε συνδυασμό με ένα ηλιακό ρολόι, που χρονολογείται στην Πρώιμη Περίοδο, τον 5^ο αιώνα. Θα μπορούσε να πει κάποιος ένας ατελής απόγονος του Μηχανισμού των Αντικυθήρων έξη αιώνες μετά. Ανήκει στην ουσία στο τέλος της Ύστερης Αρχαιότητας και δεν θα ξαναδούμε στο Βυζάντιο κάτι σχετικό στο μέλλον. Επόμενη αντίστοιχη κατασκευή θα εμφανιστεί από τους Άραβες το 1000 κ.ε. σε περιγραφή από τον Al Birouni, που αναπαράχθηκε από τους Βρετανούς.

Γ1.7. Πυξίδα

Μέχρι την ανακάλυψή της, η πλοήγηση - δηλαδή η εύρεση του γεωγραφικού πλάτους όπως ήδη αναφέρθηκε (στο Βόρειο Ημισφαίριο), γινόταν με χρήση του Πολικού Αστέρα (Αντίστοιχα στο Νότιο Ημισφαίριο από τον Σταυρό του Νότου), ή επιπλέον την ημέρα με το ύψους του Ηλίου κατά την μεσημβρία.

Αν και οι ιδιότητες του μαγνήτη ήσαν γνωστές από τον 6^ο αιώνα π.κ.ε. στην Δύση (Θαλής), και στην Ανατολή τον 4^ο π.κ.ε. αιώνα, η συγκεκριμένη χρήση για την εύρεση του Βορρά έγινε στην Κίνα, κάπου μεταξύ του 2^{ου} αιώνα π.κ.ε. και του 1^{ου} αιώνα κ.ε.

Η πυξίδα στην απλή της μορφή, ένας μακρύς και λεπτός μαγνήτης τοποθετημένος σε ένας φελλό για να επιπλέει σε ένα ξύλινο κουβά με νερό, χρησιμοποιόταν κατ'εξακολούθηση στην Κίνα για την κατασκευή σπιτιών με την λογική του Feng Shui, και μπήκε σε χρήση στην ναυσιπλοΐα τους το 1088 κ.ε.. Εισήχθη στην Δύση τον 13^ο αιώνα από τον Μάρκο Πόλο ή και νωρίτερα από τους Άραβες, αν και η πρώτη αναφορά για χρήση της ανάγεται στον 12^ο αιώνα (ο Άγγλος μοναχός Alexander Neckam, στο *De naturis Rerum*). Ήταν σε μεγάλη χρήση από τους Ενετούς. Το 1300 έχουμε ήδη στην Ευρώπη κλειστές πυξίδες. Δεν φαίνεται να χρησιμοποιείται στο Βυζάντιο.

Πληροφορίες: Ιστορία της πυξίδας.

Γ1.8. Υδραυλικά - Μηχανικά ρολόγια

Το μόνο σίγουρο ρολόι που ήταν γνωστό από την αρχαιότητα και που σε κάθε εποχή και τόπο δούλευε εύκολα και απλά ήταν το ηλιακό. Απαραίτητη προϋπόθεση η ηλιοφάνεια που δεν ήταν πάντα δεδομένη. Στην αρχαία εποχή για να λύσουν το πρόβλημα μια σύντομης χρονομέτρησης, χρησιμοποιήθηκαν αρχικά στάμνες και στην εξέλιξή τους οι κλεψύδρες. Αυτές αναφέρονται τόσο την Αρχαία Ελλάδα όσο και στην αρχαία Αίγυπτο. Υπάρχουν όμως και αναφορές για την Ινδία (2^η χιλιετία) ή την Βαβυλώνα.

Το πρώτο μηχανικό-υδραυλικό ρολόι κατασκευάσθηκε στην Κίνα τον 6^ο αιώνα π.κ.ε. Στην περιοχή μας αποδίδεται ή περιγράφεται στον Αρχιμήδη, στον Ήρωνα και στον Φίλωνα, αλλά το πρώτο ρολόι ακριβείας όπως είπαμε ήταν από τον Κτησίβιο, γιατί με έναν έξυπνο μηχανισμό, έλυνε το πρόβλημα της αλλαγής του βάρους του νερού όσο κατέβαινε η στάθμη του, ενώ όλα τα άλλα ήταν συνεχώς επιβραδυνόμενα.

Στην περιοχή αναφέρεται το ρολόι της Αθήνα στους Αέρηδες, του 1^{ου} αιώνα και της Γάζας, του 5^{ου} αιώνα και ο μόνος που το αναφέρει το δεύτερο, είναι ο Προκόπιος τον 6^ο αιώνα (*Έκφρασις Ωρολογίου*) που επικεντρώνεται στον εντυπωσιακό διάκοσμό του και δεν ξέρουμε τίποτα για τον μηχανισμό του. Αν λάβουμε φυσικά υπόψη τον καθαρά “παγανιστικό” διάκοσμό του (Πάνας, Σάτυροι, Νύμφες, θεός Ήλιος, Περσέας, Ηρακλής) είναι κατανοητό ότι ήταν κατάλοιπο της προηγούμενης εποχής και δεν είχε μέλλον στο Βυζάντιο.

Υδραυλικά ρολόγια, φαίνεται να υπήρχαν διεσπαρμένα σε διάφορα μέρη στην Πρωτοβυζαντινή και Μέση Περίοδο, ακόμα και στην Αγία Σοφία, αλλά μετά εξαφανίζονται, ενώ ήδη έχουν εμφανιστεί στους Άραβες. Ενδιαφέρον είναι ότι δεν έχουμε σχετικά συγγράμματα στο Βυζάντιο σε αντίθεση με αρκετά αντίστοιχα των Αράβων στο διάστημα 600-1300 κ.ε. στους οποίους ήταν γνωστό το υδραυλικό ρολόι του Αρχιμήδη και διατήρησαν το σχετικό σύγγραμμα. Σημαντικός κατασκευαστής αναφέρεται ο Al-Jazari (13^{ος} αιώνα) στον οποίο αποδίδεται εξαιρετική ακρίβεια στις κατασκευές του, όσο και ιδιαίτερη πολυπλοκότητα, άξιος συνεχιστής των αυτομάτων του Ήρωνα με κίνηση νερού, και πατέρας του

προγραμματισμού των αυτομάτων. Σε αυτές αναφέρεται και η κατασκευή βρύσης δεξαμενής ελεγχόμενης από πλωτήρα. Θα δούμε και άλλα σχετικά στο κομμάτι των μηχανισμών. Συνεχιστής στην κατασκευή αυτομάτων ήταν ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι με χρήση ελατηρίου.

Τα πρώτα ρολόγια με γρανάζια φτιάχνονται από τους Άραβες στην Ισπανία τον 11^ο αιώνα. Το πρώτο αντίστοιχο ρολόι στην Δ. Ευρώπη κατασκευάστηκε το 1365 από τον Giovanni Dondi. Μια πρώτη αλλαγή είναι η αντικατάσταση του νερού από υδράργυρο που είναι βαρύτερος και δίνει μικρότερες κατασκευές, και αυτό φαίνεται να ξεκίνησε από τους Άραβες. Ακολούθησε η αντικατάσταση του υγρού από μεταλλικά αντίβαρα που με το βάρος τους έδιναν την κίνηση. Στο τέλος (1656) μπήκε ένα εκκρεμές που καταφέρνει να δίνει μια σταθερότητα στον χρονισμό. Αυτή η διεργασία φαίνεται ότι ξεκίνησε στην Ευρώπη τον 13^ο και 14^ο αιώνα. και αναφέρονται πολλά ρολόγια σε εκκλησίες και μοναστήρια.

Το 1320 κατασκευάζεται στην Γαλλία το πρώτο δημόσιο ρολόι που είναι μηχανικό με αντίβαρα. Με την εμφάνιση του νέου ρολογιού παύουν να ασχολούνται με αυτό οι σιδηρουργοί (λόγω της εμπειρίας από τις κατασκευές των μύλων) και εμφανίζεται το επάγγελμα του ωρολογοποιού, που ασχολείται με μικρο-μηχανισμούς. Το 1410 κατασκευάζεται το μηχανικό ρολόι - αστρολάβος της Πράγας που είναι ακόμα σε λειτουργία (έχει ανασκευαστεί φυσικά). Στην Ιταλία αναφέρεται και η κατασκευή του πρώτου φορητού μηχανικού ρολογιού, αλλά τα πρώτα φορητά ρολόγια που αντικατέστησαν τα βάρη με κουρδιζόμενο σπειροειδές έλασμα, φτιάχτηκαν το 1500 στην Νυρεμβέργη.

Η μέτρηση του χρόνου είναι σημαντική για την μέτρηση του γεωγραφικού μήκους αλλά το φορητό μηχανικό ρολόι ακριβείας και το ναυτικό ρόλοι, θα αργήσει μερικούς αιώνες και θα εμφανιστεί στον 18^ο αιώνα.

Η αυξανόμενη ακρίβεια στον χρόνο, δίνει έμφαση στην επιστημονική ανάλυση, αφού οι μετρήσεις αρχίζουν πλέον να είναι σημαντικές σε όλα τα μεγέθη που μπορούν να μετρηθούν και τώρα μπορούν να μετρηθούν με ακρίβεια. Η εμπειρία επιπλέον από τις νέες αυτές πολύπλοκες κατασκευές, βοήθησε και άλλους τομείς της τεχνολογίας και των κατασκευών τόσο στην πολυπλοκότητα όσο και την ακρίβεια. Η πρώτη αριθμομηχανή με γρανάζια που έκανε προσθέσεις και αφαιρέσεις έγινε το 1635 από τον Blaise Pascal.

Πληροφορίες:

- Βυζάντιο - Τεχνολογίες και μηχανικές εφευρέσεις.
- Η εμφάνιση και η εξάπλωση των Αράβων.
- History of timekeeping devices - Ancient Greece and Rome.
- Χ. Λάζος, *Το ρολόι της Γάζας στην παράδοση των αραβικών υδραυλικών ρολογιών*, Αθήνα.
- Πώς λειτουργεί ο μηχανισμός ρολογιού. Το πρώτο μηχανικό ρολόι - η ιστορία της δημιουργίας ρολογιών - ο χρόνος και το ύφος.
- Water clock.

Γ1.9. Βιβλιοθήκες

Οι βιβλιοθήκες είναι το αποθετήριο της γνώσης. Είναι ο χώρος στον οποίο οι μεταγενέστεροι θα βρουν την γνώση των παλαιότερων. Είναι το χαρακτηριστικό στοιχείο πολιτισμού και της γνώσης. Η ιστορία τους θα αναπτυχθεί στην δημοσίευση για την Παιδεία.

Περιληπτικά η βιβλιοθήκη είναι ανακάλυψη των αρχαίων Ελλήνων τόσο για ιδιωτική όσο και δημόσια χρήση με ανταλλαγές και αντιγραφή από την μία στην άλλη για να διατηρηθεί η Γνώση. Με την επιβολή του Χριστιανισμού οι αρχαίες βιβλιοθήκες έφθιναν ή καταστράφηκαν επί τούτου. Η γνώση και η επιστήμη θεωρούνται υποδεέστερες της πίστης και τα βιβλία και η γνώση μεταφέρονται στα μοναστήρια, στον έλεγχο της Εκκλησίας και μένει εκεί θαμμένη για τους ελάχιστους που θα ασχοληθούν σοβαρά αυτήν την περίοδο του Μεσαίωνα. Θα δούμε μικρή άνθηση και αξιόλογες ιδιωτικές βιβλιοθήκες στις εποχές που εμφανίζεται και η απέλπιδα προσπάθεια αναγέννησης. Πραγματική άνθηση θα αποκτήσουν με την εμφάνιση των πανεπιστημίων, τόσο στους Άραβες όσο και στην Ευρώπη, αλλά κυρίως μετά την ανεξαρτητοποίηση των πανεπιστημίων από την Εκκλησία στον Ύστερο Μεσαίωνα.

Γ1.10. Οι αριθμοί - Μαθηματικά

Τα Μαθηματικά από όσο γνωρίζουμε ξεκίνησαν από τους Σουμερίους και τους Βαβυλώνιους και από εκεί έγιναν γνωστά στους Αιγύπτιους. Η υποδιαίρεση του κύκλου σε 360 μοίρες, της ημέρας σε 24 ώρες, τα 60 λεπτά της ώρας, είναι δική τους επινόηση γιατί χρησιμοποιούσαν ένα 60νταδικό σύστημα αρίθμησης. Μιλάμε βέβαια για απλή πρακτική αριθμητική και για πράξεις που σε κάποια σημεία

δείχνουν και μια ενδιαφέρουσα πολυπλοκότητα. Από τον Θαλή και τους Πυθαγόρειους όμως έχουμε την πρώτη μελέτη των Μαθηματικών με την χρήση της επαγωγικής μεθόδου, την ονομασία των Μαθηματικών και γενικά την επιστήμη των Μαθηματικών. Το Πυθαγόρειο Θεώρημα ήταν γνωστό στους αρχαίους πολιτισμούς, αλλά τελείως εμπειρικά στην πράξη. Οι πυθαγόρειοι έκαναν την επιστημονική απόδειξη που καταγράφηκε από τον Ευκλείδη και αυτό δημιούργησε την Γεωμετρία-Τριγωνομετρία, στην βάση της οποίας μπορούσαν να γίνουν πιο σύνθετες κατασκευές με ακρίβεια. Από τον Μεσαίωνα τα μαθηματικά στον χριστιανικό κόσμο έπεσαν σε δυσμένεια και ταύτιση με αριθμολογία και αποκρυφιστικές πράξεις και είχαμε ελάχιστη πρόοδο από ελάχιστες εξαιρέσεις, υπήρχε όμως αξιόλογη δραστηριότητα όπως θα δούμε αμέσως στην Ανατολή.

Ήρθε η ώρα να δούμε την ανακάλυψη των “αραβικών αριθμών”, που στην πραγματικότητα δεν ήταν αραβικοί αλλά ινδικοί και ενδέχεται επιπλέον να είναι και αυτοί αποτέλεσμα της ελληνιστικής επιρροής. Στην Ινδία υπήρχε όπως είπαμε, μια μεγάλη προϊστορία με τα Μαθηματικά και εκεί εκτός από τους νέους αριθμούς ανακαλύφθηκαν και οι δεκαδικοί αριθμοί τον 6^ο αιώνα, αν και φαίνεται να υπήρχαν και νωρίτερα από τον 3^ο αιώνα. Εκεί λίγο αργότερα τον 5-9^ο αιώνα έγινε και η ανακάλυψη του μηδενός ως κανονικού αριθμού, που χρησιμοποιείται δηλαδή σε πράξεις. (Αν και εδώ φαίνεται να προηγούνται οι Ολμέκοι της Αμερικής από το 36 π.κ.ε). Μέσω των Αράβων οι αριθμοί αυτοί πέρασαν στην Δύση με το βιβλίο *Liber Abaci* του Fibonacci το 1202. Στο Βυζάντιο παρουσιάζονται μετά έναν αιώνα, τέλος του 13^{ου} αρχές του 14^{ου} με το *Ψηφοφορία κατ’ Ινδούς* του Μάξιμου Πλανούδη (μαζί με την χρήση του μηδενός) αλλά δεν επηρέασαν τους Βυζαντινούς που ήταν ιδιαίτερα συντηρητικοί στις έξωθεν επιρροές.

Συμπεράσματα από την ευρύτερη επιστήμη και την ναυσιπλοΐα

Οι εξαιρετικές αυτές ανακαλύψεις για την ναυσιπλοΐα και την γενικότερη σχετική επιστήμη, δεν φαίνεται να χρησιμοποιήθηκαν πολύ από το Βυζάντιο. Η χρήση ήταν αρχικά από τους Άραβες μετά τους Ενετούς και από εκεί ακολούθησαν Πορτογάλοι Άγγλοι κ.λπ. Γενικά το Βυζάντιο παρά την ολοκληρωτική εκμετάλλευση της Μεσογείου στην Πρώιμη Εποχή σαν συνέχεια της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας και κάποιες εκλάμψεις αργότερα, σταδιακά έπεσε σε ύφεση, αφήνοντας την πρωτοκαθεδρία, αρχικά στους Άραβες και παρά την πρόσκαιρη συντριβή τους και ξαναεπικράτηση του Βυζαντίου κατά τον 10^ο αι., σταμάτησε να ενδιαφέρεται από τον 12^ο αι. και μετά, με αποτέλεσμα την άνοδο των Ενετών.

Στην ουσία δεν μας έδωσε κάτι νέο ή διαφορετικό πέρα από τον ενδιάμεσο στις διεθνείς ανταλλαγές. Ενδεικτικό αυτής της πτώσης του ενδιαφέροντος και της αντίστοιχης γνώσης και δυνατοτήτων, είναι ότι “ο βυζαντινός στόλος πηγαίνοντας για την ανακατάληψη της Κρήτης τον 10^ο αιώνα, σταμάτησε στην Ίο, γιατί οι επικεφαλής δεν γνώριζαν το δρομολόγιο και μόνο χάρη σε Καρπάθιους ναυτικούς που βρέθηκαν τυχαία εκεί, μπόρεσε να συνεχίσει...” (Κουτελάκης 85)

Σε γενικές γραμμές, μπορούμε να πούμε ότι ενώ από τον 5^ο αιώνα έχει την πρωτοκαθεδρία στην Μεσόγειο, από τον 8^ο αιώνα και μετά το ναυτικό των Βυζαντινών μπαίνει σε ύφεση, ενώ από τον 12^ο πρακτικά καταργείται.

Γ2. Μηχανές

Γ2.1. Υδρόμυλοι

Παραδοσιακά, από τότε σχεδόν που ξεκίνησε η γεωργία, η άλεση των σιτηρών και η σύνθλιψη των καρπών όπως του ελαιοκάρπου, γινόταν με χειρόμυλους, μέσα στο κάθε σπίτι. Σταδιακά εμφανίστηκαν και οι ζωόμυλοι, μεγαλύτεροι μύλοι, που εκινούντο με ζώα και που στην χώρα μας υπήρχαν ακόμα και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.

Η χρήση του νερού σαν ενέργεια, χρησιμοποιήθηκε σε όλη την Εγγύς Ανατολή κατά τους ελληνιστικούς χρόνους (υδραλέτες), αν και φαίνεται και στην Κίνα την ίδια εποχή ή και νωρίτερα. Ο πρώτος γνωστός στα μέρη μας λοιπόν, είναι κατ' εντολήν του βασιλιά του Πόντου Μιθριδάτη και αναφέρεται σε ένα επίγραμμα του Αντίπατρου της Θεσσαλονίκης τον 1^ο αιώνα π.κ.ε.. Το πρόβλημα ήταν η μετάδοση και η αλλαγή της κίνησης από κάθετη σε οριζόντια και για να γίνει αυτό, έπρεπε πρώτα να εφευρεθούν τα γρανάζια ή η μετάδοση της κίνησης με αλυσίδες. Παρόμοια κατασκευή περιγράφεται στον Βιτρούβιο και από τότε θεωρείται ρωμαϊκή εφεύρεση χωρίς φυσικά αυτό να ισχύει. Ο υδρόμυλος άργησε να επεκταθεί και η χρήση του ήταν περιορισμένη μάλλον, από το εξειδικευμένο των υλικών που έκανε την κατασκευή τους δύσκολη. Υδρόμυλος υπήρχε στην Αθήνα τον 5^ο αιώνα, επίσης σε ένα ψηφιδωτό στην Κωνσταντινούπολη του 5^{ου} αιώνα με κάθετη φτερωτή και ένας υδρόμυλος στον Άθω (Μυλοπόταμος) τον 10^ο αιώνα. Τον

12^ο αιώνα, έχουμε γενίκευση της χρήσης τους στην Θεσσαλονίκη (30 μύλοι), άλλα όλοι πλέον με οριζόντια φτερωτή, ενώ μετά το 1300 εμφανίζονται στα κρατικά έγγραφα αναφορές για μυλωνάδες. Επέκταση της χρήσης έχουμε κατά την Οθωμανοκρατία σε όλη την Ελλάδα.

Στην Ευρώπη η εξέλιξη ήταν μάλλον αντίστοιχη χρονικά αν και μεγαλύτερη σε όγκο, η βασική διαφορά είναι ότι χρησιμοποιήθηκαν οι υδρόμυλοι και σε άλλες εργασίες, όπως στην υφαντουργία, στην εξόρυξη και κατασκευή μετάλλων, την κατασκευή χαρτιού και στην βυρσοδεψία. Αν λάβουμε υπόψη μας την τεράστια ανάπτυξη που έγινε στην Ευρώπη ειδικά στον τομέα της υφαντουργίας και της μεταλλουργίας κατά την Αναγέννηση και μετά, είναι προφανές ότι οι υδρόμυλοι μέχρι την εμφάνιση της ατμομηχανής έπαιξαν καθοριστικό ρόλο σε αυτήν. Επίσης εκεί χρησιμοποιήθηκαν μύλοι κάθετης φτερωτής, γιατί χρησιμοποιήθηκαν διπλά στα ποτάμια, που σήμαινε γρανάζια ή άλλο σύστημα μετάδοσης της κίνησης, τεχνολογικά πιο εξελιγμένο, που στο Βυζάντιο φαίνεται να εξαφανίστηκε μετά τον 5^ο αιώνα.

Ο Βησσαρίων στην Ύστερη Περίοδο, σε υπόμνημά του προς τον Κωνσταντίνο ΙΑ΄ Παλαιολόγο, έκανε έκκληση για σύγκλιση με την Δύση, με μεταφορά τεχνολογίας, με την εγκατάσταση υδροκίνητων μηχανικών μύλων και φυσερών στα μεταλλεία, που δείχνει την υστέρηση που είχε το Βυζάντιο για τη συγκεκριμένη τεχνολογία σε σχέση με την Δύση.

Πληροφορίες:

- Υδρόμυλοι - ιστορία.
- Νερόμυλος - Υδραλέτης.
- Νερόμυλοι Βυζαντινών και Μεταβυζαντινών χρόνων στην περίξ της Θεσσαλονίκης περιοχή.

Γ2.2. Ανεμόμυλοι

Ο πρώτος γνωστός ανεμόμυλος αναφέρεται στην Βαβυλώνα τον 7^ο αιώνα (χαλίφης Ομάρ Α΄). Υπήρχε όμως στα σχέδια του Ήρωνος της Αλεξανδρείας από την Ελληνιστική Εποχή, αλλά και από αναφορές για την εποχή του Χαμουραμπί στην Βαβυλώνα και φαίνεται ότι από εκεί ίσως επηρεάστηκαν οι Πέρσες και οι Άραβες. Κατασκευασμένοι επίσης εμφανίστηκαν τον 4^ο αιώνα στην Κίνα και το Θιβέτ. Αλλά

την ευρεία χρήση και τεχνική τους την έφεραν δυτικά οι σταυροφόροι της Α΄ Σταυροφορίας από την Μεσοποταμία και κατασκευάστηκε ο πρώτος το 1180. Γνώρισαν ανάπτυξη στην Ιβηρική και την Νότια Ευρώπη. Από εκεί ήρθαν στο Βυζάντιο την περίοδο της Φραγκοκρατίας, στα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου. Οι ανεμόμυλοι αυτοί χρησιμοποιήθηκαν για την άλεση σιτηρών.

Σαν αντλίες χρησιμοποιήθηκαν τον 9^ο αιώνα στο Αφγανιστάν, Ιράν και Πακιστάν, από εκεί μέσω των Αράβων πήγαν στην Ευρώπη. Η πρώτη φορά που χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση νερών ή την αποξήρανση εδαφών, ήταν στην Ολλανδία και αργότερα στην Αγγλία.

Πληροφορίες:

-Ανεμόμυλος.

-Horizontal Windmills.

Γ2.3. Μύλοι παλίρροιας

Οι παλίρροιες ήταν γνωστές μεν, αλλά από επιστημονική άποψη υπήρξε ενδιαφέρον όταν το ελληνικό στοιχείο επεκτάθηκε πέρα από την Μεσόγειο, μιας και σε αυτήν το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα μικρό. Πηγή μας είναι ο Στράβων, αλλά αναφέρεται σε μελέτες του Ερατοσθένη και του Αρχιμήδη. Με αυτές όπως έχουμε ήδη πει, ασχολήθηκε και ο Σέλευκος από την Σελεύκεια τέλος του 2^{ου} αιώνα π.κ.ε.. Οι μελέτες πέρασαν από την Πρωτοβυζαντινή Εποχή (Πρισκιανός ο Λύδος) και έφθασαν στην Βενετία τον 14^ο αι (Jacopo Dondi) και αργότερα αξιοποιήθηκαν. Ο πρώτος γνωστός μύλος είναι στην Δ. Ευρώπη, στο Λονδίνο κατά την ρωμαϊκή εποχή.

Πληροφορίες: Μύλοι παλίρροιας.

Γ2.4. Άλλου είδους μηχανές

Ο Ήρων έχει κατασκευάσει δύο διαφορετικές ατμομηχανές. Η μία ήταν μικρή για επίδειξη, η «αιολόσφαιρα», μια ατελής ατμομηχανή με περιορισμένο χρόνο λειτουργίας, και μία άλλη αργής κίνησης, που κινούσε αργά τις πόρτες ενός ιερού, μόλις θερμανθεί με μια φωτιά.

Ο Ανθέμιος αρχές του 6^{ου} αιώνα, αναφέρεται να δημιούργησε ένα μικρό τεχνητό

σεισμό με την δύναμη του ατμού, για διασκέδαση (να γκρεμίσει το σπίτι ενοχλητικού γείτονα), αλλά δεν έχουμε καμία πληροφορία με ποιο τρόπο έγινε αυτό. Ο ατμός θα χρησιμοποιηθεί στην Ευρώπη το 1615 στηριγμένος πάλι στα *Πνευματικά του Ήρωος*.

Ο Ήρων επίσης κατασκεύασε έναν αυτόματο πωλητή ιερού νερού, μια βρύση δηλαδή που την ρύθμιζε το βάρος ενός νομίσματος, σχέδια για κινούμενα θέατρα με αντίβαρα ή με υδραυλικό τρόπο, και άλλους τέτοιους μηχανισμούς αυτομάτων. Οι Άραβες σχεδίασαν και χρησιμοποίησαν πολλά από αυτά ως υδραυλικά αυτόματα.

Ξέρουμε, επίσης, ότι στο Βυζάντιο κατά την βασιλεία του Κωνσταντίνου Ζ΄ του Πορφυρογέννητου (τέλος του 10^{ου} αιώνα), υπήρχε ένας θρόνος που ανυψωνόταν με έναν μηχανισμό, ενώ μεταλλικά ολόχρυσά λιοντάρια ανοιγόκλειναν το στόμα τους με βρυχηθμούς και ασημένια πουλιά κελαηδούσαν πάνω από τον θρόνο (περιγραφές του Κωνσταντίνου Πορφυρογέννητου και του Λιουτπράνδου, μετέπειτα επισκόπου Κρεμόνας). Αυτό, που θυμίζει υδραυλικό σύστημα, αναφέρεται συχνά σαν βυζαντινό επίτευγμα, που ήταν συνέχεια των εργασιών του Ήωνα ή άλλων αρχαίων Ελλήνων ή ελληνοιστών. Μάλιστα αποδίδεται χωρίς να υπάρχουν στοιχεία στον Λέοντα τον Φιλόσοφο. Το γεγονός ότι ήταν ένα ξεκάθαρο μέσο εντυπωσιασμού χωρίς ουσία από κάποιον που έδωσε πολλά λεφτά για να ανακαινίσει το παλάτι, ότι δεν υπάρχει κάτι προηγούμενο στο Βυζάντιο για 10 τουλάχιστον αιώνες, ότι δεν έχουμε καμία σχετική γραπτή πηγή σχεδίασής ή χρήσης αντίστοιχου μηχανισμού, ότι αντίθετα στον αραβικό κόσμο υπήρχε μεγάλη εξέλιξη και το γεγονός ότι αυτό δεν είχε και μετέπειτα συνέχεια στο ίδιο το Βυζάντιο, δείχνει ότι ίσως το Βυζάντιο δεν είχε άμεση σχέση και ο μηχανικός ή ο σχεδιαστής αν ο ίδιος δεν ήταν Άραβας, πάντως επηρεάστηκε από αραβικές επιδράσεις σε μια περίοδο που το Βυζάντιο μπορούσε να δώσει πολύ χρήμα για λόγους εντυπωσιασμού και παρέμεινε εκεί μέχρι να έρθει η λήθη. Ο μηχανισμός αυτός με εντολή του Μιχαήλ Γ΄ έλιωσε για να πουληθούν τα πολύτιμα μέταλλα.

Να σημειωθεί ότι μετά τον Πάππο (αρχές του 4^{ου} αιώνα), που αποθησαύρισε την αρχαία γνώση μηχανικής και μηχανολογίας δεν έχουμε ενδιαφέρον για τέτοια θέματα με εξαίρεση τον Λέοντα τον Φιλόσοφο από τον οποίο ξεκινάει η προσπάθεια για την “Μακεδονική Αναγέννηση” που είναι επίσης μια φωτεινή εξαίρεση. Διαβάστε τι του αποδίδονται και προσέξτε την εξέλιξη των φερόμενων ως έργων του στο τέλος. Τις μηχανολογικές κατασκευές τις έκαναν δούλοι ή

χειρώνακτες και το ενδιαφέρον για την έρευνα ελάχιστο. Ονόματα μηχανικών στο Βυζάντιο στα 900 χρόνια του, δεν έχουμε εκτός από τον Ανθέμιο και τον Ισίδωρο τον 6^ο αιώνα, και αυτό γιατί έφτιαξαν την Αγία Σοφία. Αυτό που φαίνεται επίσης είναι ότι όσοι μηχανικοί υπήρχαν, ασχολούνταν μόνιμα για το παλάτι και όταν χρειαζόταν για τον στρατό και δεν υπήρχε αλληλεπίδραση μεταξύ τους ή κείμενα που θα μπορούσαν να διατηρήσουν μια παράδοση.

Αντίθετα, στους Άραβες υπάρχει ένας οργανισμός δραστηριότητας σε σχέση με τους μηχανισμούς. Ας δούμε κάποια σχετικά ελληνικά κείμενα μηχανισμών που δεν έτυχαν προσοχής στο Βυζάντιο και που ήρθαν στην Δύση μόνο από τους Άραβες σε αραβικές μεταφράσεις:

- Η κατασκευή του υδραυλικού ρολογιού του Αρχιμήδη,
- κείμενα κατασκευής μουσικών οργάνων αγνώστων Ελλήνων συγγραφέων (το ένα πιθανόν να είναι του Απολλώνιου του Περγαίου και το άλλο το χειρόγραφο Muristus),
- τα *Πνευματικά* του Φίλωνος του Βυζαντίου,
- Η *Μηχανική* του Ήρωνος

Στο βιβλίο kitab al-hiyal (θαυμαστές μηχανές) του 9^{ου} αιώνα, από την Περσία, περιγράφονται και σχεδιάζονται 200 διαφορετικοί μηχανισμοί και αυτόματα! Ο Ibn Khalaf al-Muradi τον 11^ο αιώνα, γράφει ένα άλλο βιβλίο με πολλούς μηχανισμούς, κυρίως υδραυλικά ρολόγια. Ο Muhammad al-Sa'ati, περιγράφει κατασκευαστικά το εντυπωσιακό ρολόι της Δαμασκού που κατασκεύασε ο πατέρας του. Το ίδιο και ο Ismail al-Jazari εφευρέτης και κατασκευαστής που αναφέρθηκε ήδη στα ρολόγια και στα αυτόματα. Βλέπουμε δηλαδή ένα συγγραφικό και κατασκευαστικό οργανισμό από τους Άραβες, που δεν υπάρχει δυτικότερα. Οι μηχανισμοί πέρασαν από τους Άραβες φυσικά στην Δύση. Το Βυζάντιο είχε αποσπασματική σχέση χωρίς να δημιουργήσει ρίζες σε αυτά και καθεστώς συνέχειας, δηλαδή τελικά χωρίς διαχρονική αξία. Αυτόματες μηχανές θα έχουμε από το 1698 και μετά.

Διαβάστε επίσης: Βυζαντινοί και αραβικοί μηχανισμοί.

Γ3. Γενικής χρήσης

Γ3.1 Μέτρα - Σταθμά και χρήμα

Από το ξεκίνημα των πολιτισμών το εμπόριο γινόταν με ανταλλαγές προϊόντων, αλλά σταδιακά κάποια συγκεκριμένα από αυτά, (τα προφανώς πιο ευρείας χρήσεως) απέκτησαν την σημασία που δίνουμε σήμερα στο χρήμα, δηλαδή είδος αναφοράς για τις ανταλλαγές. Αρχικό μέσο ανταλλαγής ήταν κάτι πολύτιμο αλλά σε ευρεία χρήση. Στους αγροτικούς πληθυσμούς της Εγγύς Ανατολής και της Μεσογείου για παράδειγμα θα πρέπει το πρώτο είδος αναφοράς ως συστήματος ανταλλαγής, να ήταν οι προβιές ζώων, γιατί στην Κρήτη και τις Μυκήνες χρησιμοποιούνται τα χάλκινα τάλαντα σαν μέσο πληρωμής αλλά και βάρους, τα οποία έχουν το σχήμα της προβιάς.

Το πρώτο σύστημα ανταλλαγής-νόμισμα μαρτυρείται στην Κίνα (900 π.κ.ε.) με μορφή μικρών μεταλλικών αντικειμένων. Το πρώτο πραγματικό νόμισμα όμως (αυτό που ενσωματώνει στοιχεία της αξίας ή του νομοθέτη που το καθιέρωσε), κόπηκε από τους Λυδούς το 700 π.κ.ε., και ακολουθήθηκε αμέσως από τους Έλληνες και τους Πέρσες και σταδιακά διαδόθηκε παντού όπου υπήρχε ανεπτυγμένος πολιτισμός. Η σημασία των νομισμάτων αυτών σήμερα είναι τεράστια, γιατί βοηθούν την ακριβή χρονολόγηση αρχαιολογικών ευρημάτων που τα περιέχουν.

Η κάθε κοινωνία είχε τα δικά της εμπειρικά μέτρα που ήταν την πραγματικότητα ανθρωποκεντρικά. Δηλαδή σαν μονάδα μήκους είναι το πόδι που διαφέρει από τόπο σε τόπο και υποδιαιρείται σε δακτύλους. Σαν μονάδες βάρους και όγκου χρησιμοποιούνται συνήθως ονομασίες από τα αντίστοιχα σκεύη αποθήκευσης και μεταφοράς. Όταν η κοινωνία οργανώνεται περισσότερο, τα μέτρα γίνονται σταθερότερα και υπάρχει κάπου ένα πρότυπο μέτρο, σε πρόσβαση όλων για την επαλήθευση.

Η ώρα και οι υποδιαιρέσεις της ήταν εφεύρεση των Βαβυλωνίων, όπως και οι υποδιαιρέσεις του κύκλου λόγω ενός εξηκονταμετρικού συστήματος που χρησιμοποιούσαν.

Ο Αρχιμήδης εφεύρε τον ασύμμετρο ζυγό (καντάρι), αλλά και την αρχή της άνωσης που βοηθάει στην ανεύρεση των κάλπικων νομισμάτων.

Η εξέλιξή τους από εκεί και πέρα έχει να κάνει με την εξέλιξη των θεσμών της κάθε κοινωνίας και εποχής.

History of measurement

Γ3.2. Παιχνίδια - Σκάκι

Το παιχνίδι είναι ένα πεδίο εκπαίδευσης, διαπαιδαγώγησης, δεξιοτεχνίας, άσκησης, μύησης, εκτόνωσης, κοινωνικοποίησης, άμιλλας, προσομοίωσης, φαντασίας και όπως αναφέρθηκε είναι προγενέστερο του πολιτισμού, αλλά οι κατασκευές παιχνιδιών, είναι σαφώς πολιτισμικά προϊόντα και βρίσκονται σε κάθε φυλή και ανθρώπινο πολιτισμό. Ο Πλάτων θεώρησε ότι η καταγωγή του παιχνιδιού προέρχεται από την ανάγκη των νεαρών πλασμάτων για διαρκή κίνηση του σώματος, ή για θόρυβο. (*Νόμοι Β` 653*)

Το παιχνίδι



Το παιχνίδι είναι ή μία μορφή παράστασης (ή αναπαράστασης) σε πραγματικούς ή φανταστικούς θεατές ή ένας αγώνας ή και τα δύο μαζί. Μέσα στο παιχνίδι η ενασχόληση είναι ιδιαίτερα σοβαρή σε βαθμό της πλήρους αποξένωσης από την πραγματικότητα. Στην ουσία οι οργανωμένες τελετουργίες ιερές ή όχι, που επιτέλεσαν και επιτελούν ένα σημαντικό έργο στις κοινωνίες, είναι μια εξέλιξη καταστάσεων που έχουν άμεση σχέση με τον τρόπο που γίνεται και το παιχνίδι, και αυτό έχει να κάνει με την ψυχολογία του ανθρώπου για την δημιουργία ενός φανταστικού κόσμου, που είναι μια αντανάκλαση του αληθινού, με βάση τους κανόνες των παικτών ή την θέληση της κοινωνίας. Αν σας φαίνεται υπερβολικό, ας δούμε την γέννηση του θεάτρου. Είδαμε ήδη την γνώμη του Πλάτωνα και την σχέση που δίνει τελικά στο παιχνίδι με τον χορό, ακόμα και την μουσική. Το θέατρο είναι ένα παίξιμο - μία παράσταση, όπως ακριβώς στο παιχνίδι, αυτό που έλεγε ο Αριστοτέλης "μίμησης πράξεως σπουδαίας και μεγάλης". Βλέπουμε λοιπόν ότι μία γιορτή και ένα παιχνίδι έχουν πολλά τελικά κοινά. Και στις δύο περιπτώσεις έχουμε αναστολή της κοινωνικής ζωής, κυριαρχούν η ευθυμία και η χαρά ή η προσήλωση και η σοβαρότητα, περιορίζονται χρονικά και τοπικά, συνδυάζουν τους αυστηρούς κανόνες με την αυθεντική ελευθερία. Βέβαια στο παιχνίδι είναι ξεκάθαρο ότι ό,τι γίνεται, γίνεται στα ψέματα, ενώ υπάρχει ένα ερώτημα για το τι θεωρεί η κοινωνία ότι κάνει σε μια τελετουργία. Το θέμα είναι ανθρωπολογικού, ψυχολογικού και θρησκευτικού ενδιαφέροντος και ξεφεύγει από την παρούσα παρουσίαση, αλλά είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον.

Το αρχαιότερο εύρημα παιχνίδι που γνωρίζουμε σήμερα ήταν στην Μεσοποταμία (Σήμερα Νοτιοανατολική Τουρκία), του 3000 π.κ.ε.. Πολλά παιχνίδια επίσης υπάρχουν στην αρχαία Αίγυπτο, στην Ελλάδα αλλά και αλλού. Βόλοι, σφαίρες, ζάρια, κύβοι, κουνούστρες, γιο-γιο, σείστρες, σβούρες, παιχνίδια με χαρτιά, κούκλες και στρατιωτάκια, μασκαρέματα, στεφάνες, αμαξίδια, αιώρες, ομοιώματα ζώων, εργαλείων, επιτραπέζια κ.λπ. Εκατοντάδες είδη παιχνιδιών τόσο για μικρούς όσο και για μεγάλους. Στην αρχαία Ελλάδα μόνο, είναι καταγεγραμμένα 130 διαφορετικά παιχνίδια και σίγουρα δεν είναι όλα. Τα αρχαία παιχνίδια για τον σκοπό τους, δεν έχουν να ζηλέψουν τίποτα από τα σημερινά, πέρα από την ρεαλιστικότητα που απαιτεί και προσφέρει η εποχή μας, που στην πραγματικότητα είναι άσχετη από την ικανοποίηση των παικτών.

Αξίζει να αναφερθεί εδώ η κατασκευή ενός αεριοπροωθούμενου ιπτάμενου περιστεριού, από τον Αρχύτα τον Ταραντινό, ή μικρά αυτόματα θέατρα, πουλιά που κελαιδούν και άλλα αυτόματα από τον Ήρωνα, αντίστοιχες μικροκατασκευές θα κάνουν οι Άραβες, θα δούμε μια φορά κάτι σχετικό στο Βυζάντιο και θα καταλήξουν στην Δύση.

Ενδιαφέρον έχει η ανακάλυψη, διάδοση και εξέλιξη του σκακιού.

Το σκάκι ανακαλύφθηκε στην Αυτοκρατορία Γκούπτα στην Ανατολική Ινδία, μεταξύ του 3^{ου} και 6^{ου} αιώνα κ.ε., και είναι ένα πνευματικό παιχνίδι πραγματικής μάχης. Υπάρχουν και πρωτόγονες ή πρώιμες εκδοχές του πολύ παλαιότερα όπως στην Κνωσό· δέστε και εδώ. Από εκεί το πήραν οι Πέρσες (υπάρχει καταγεγραμμένο και στην λογοτεχνία τους), έγινε γνωστό στους Κινέζους και ακολούθησαν οι Άραβες. Αν και οι Άραβες λόγω Ισλάμ είχαν πρόβλημα με την εικονική αναπαράσταση, και αν και συγκέντρωνε κατά διαστήματα την μήνιν κάποιων μουλάδων που δεν τους άρεσαν τα παιχνίδια, περιέργως επικράτησε, ήταν αγαπητό ακόμα και ανάμεσα στις γυναίκες (αναφέρεται συχνά και στις *Χίλιες και μία νύχτες* σε άλλα αραβικά ποιήματα), διατηρήθηκε και εικονικό και ανεικονικό και φθάνει στην Ισπανία τον 9^ο αιώνα και σταδιακά γίνεται πολύ δημοφιλές. Φθάνει τελικά σε όλη την Δύση, τόσο από τους Άραβες στην Ισπανία όσο και από τους Πέρσες στο Βυζάντιο που έγινε γνωστό ως ζατρίκιον και από εκεί στην Γερμανία. Η Εκκλησία είχε επίσης αντιρρήσεις αλλά δεν είχαν από ότι φαίνεται καμία απολύτως επίδραση στην διάδοσή του, γιατί ήταν αγαπητό παιχνίδι στους άρχοντες.

Στην αρχική ινδοπερσική εκδοχή, δίπλα στον βασιλιά είναι ο βεζίρης, με περιορισμένες με αυτόν δυνατότητες κίνησης (διαγώνια ένα τετράγωνο).

Πλαισιώνονται συμμετρικά με τις τέσσερις τάξεις Ινδών πολεμιστών: Ελέφαντες, ίππους, άρματα (τα περσικά άρματα ήταν σαν μικροί κινούμενοι πύργοι), ενώ μπροστά τους παρατάσσονται οι πεζοί στρατιώτες. Για τον λόγο αυτό το παιχνίδι ονομάζεται *shaturanga* (τέσσερα τμήματα). Ήταν μια μικρογραφία μιας πραγματικής μάχης που γίνεται με το μυαλό. Στην εξέλιξη του όταν αυτό έφθασε δυτικά, ήταν να αντικατασταθεί ο ελέφαντας από τον επίσκοπο ή κόμη, που αργότερα ονομάστηκε τρελός (ή αξιωματικός στην Ελλάδα) και το άρμα με τον πύργο. Γύρω στον 10^ο αιώνα, στην Γερμανία, με την έντονη ενασχόληση πολλών γυναικών στην Δύση (αλλά και Ανατολή) με το παιχνίδι, αλλά και την αναρρίχηση πολλών σημαντικών γυναικών στην εξουσία, ο Βεζίρης (ενίοτε και Υπουργός) αντικαταστάθηκε από την Βασίλισσα (Ποίημα του Άινζιτζεν, *Versus de scachis*, 997κ.ε.) και σε δεύτερο στάδιο στην Ισπανία που απέκτησε δυναμικές βασίλισσες, η βασίλισσα εξελίχθηκε στον δυνατότερο χαρακτήρα του παιχνιδιού, αποκτώντας πλήρη αυτονομία στις κινήσεις της και σε όλο το μήκος της σκακιέρας. Απελευθέρωση είχε και η κίνηση των επισκόπων (αξιωματικών) που μέχρι τότε εκινούντο μόνο για τρία διαγώνια τετράγωνα. Από τον 15^ο αιώνα και μετά το σκάκι είναι όπως το γνωρίζουμε σήμερα ακριβώς και αναπτύχθηκε και η αντίστοιχη μελέτη και θεωρία για αυτό.

-Yohan Huizinga, *Ο άνθρωπος και το παιχνίδι*.

-Marilyn Yalom, *Η Γέννηση της Βασίλισσας του Σκακιού*

-https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_games

-<https://en.wikipedia.org/wiki/Chess#History>

Γ3.3. Αρχιτεκτονική

Η αρχιτεκτονική είναι τέχνη, τεχνική και επιστήμη ταυτόχρονα. Σκοπό έχει να καλύψει τις χρηστικές και αισθητικές ανάγκες του ανθρώπου, στον χώρο.

Αν σκεφτεί κανείς την αρχιτεκτονική που είχαν τα παλάτια της Μέσης και Ύστερης 2^{ης} χιλιετίας στην Εποχή του Χαλκού ακόμα, το τετραώροφο ανάκτορο στην Κνωσό και τις κατασκευές στις Μυκήνες, ή τα τεράστια κτίρια και ναούς της Αιγύπτου, ή την θόλο του Ατρέα, η αρχιτεκτονική από πλευράς στατικότητας δεν έχει μεγάλη εξέλιξη ούτε στην Αρχαία Ελλάδα, ούτε στην Ρώμη, ούτε στο Βυζάντιο, παρά μια συνεχή σταδιακή βελτίωση. Με την ίδια λογική που οι δίπατες και τρίπατες κατοικίες στο Ακρωτήρι (16^{ος} αιώνας π.κ.ε.) δεν έχουν να ζηλέψουν

πολλά από τα λιθόκτιστα σπίτια που υπήρχαν στην χώρα μας πριν την ευρεία χρήση του οπλισμένου σκυροδέματος στις αρχές ακόμα του εικοστού αιώνα. Βέβαια ανά περίοδο μικραίνουν ή ξαναμεγαλώνουν οι λαξευμένοι λίθοι ανάλογα με το είδος του κτηρίου και με την τάση προς το μνημειώδες, βελτιώνονται τα υλικά του κονιάματος που τείνουν προς αυτό που μοιάζει με σημερινό τσιμεντοκονίαμα κυρίως την Ρωμαϊκή Περίοδο. Αυτό που αλλάζει όμως είναι η τεχνοτροπία και η αισθητική, ανάλογα με την κάθε εποχή και η επόμενη περίοδος παίρνει πάντα και εξελίσσει τα χαρακτηριστικά της προηγούμενης.

Η περίοδος της Κλασικής Ελλάδας, θεωρείται αυτή που έδωσε ένα ιδιαίτερο κάλος σε ένα μέγεθος ιδιαίτερα φυσικό, αφού δεν γινόταν για την εξύμνηση καμίας αυτοκρατορίας ή αυτοκράτορα και ο Παρθενώνας ή μάλλον το σύνολο της αθηναϊκής Ακρόπολης, όπως και το δωρικό κιονόκρανο, θεωρούνται το χαρακτηριστικό της γνώρισμά, για την αρμονία των μεγεθών, για την χρήση οπτικών εκλεπτύνσεων, την πλήρη ενσωμάτωση στο περιβάλλον, όσο και τον εξαιρετικό γλυπτικό διάκοσμο.

Με τις ελληνιστικές αυτοκρατορίες, τα μεγέθη σχετικά μεγάλωσαν αν και κρατήθηκε η τεχνοτροπία, ενώ ενισχύθηκε η διακόσμηση. Σε αυτές βελτιώθηκε και το σκυρόδεμα που χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον αργότερα από τους Ρωμαίους. Στην Ρώμη όλα γιγαντώνονται για να ταυτιστούν με το τεράστιο μέγεθος και η αισθητική και η διακόσμηση αλλάζουν, γίνονται “βαρύτερες”.

Οι Ρωμαίοι συστηματοποιούν τον κατασκευαστικό κλάδο με τεχνικές διευκολύνσεις, για να βοηθηθεί η ταχύτητα στις κατασκευές. Αγαπούν πολύ τα τόξα, τους θόλους και την εσωτερική διακόσμηση. Χαρακτηριστικό επίτευγμα μηχανικής είναι η κατασκευή του Κολοσσαίου, που ήταν ένα μεγάλο τετραώροφο αμφιθέατρο. Χαρακτηριστικό νέο κτίριο είναι οι βασιλικές που ήταν στεγασμένα μακρόστενα κτίρια ευρύχωρα για πολύ κόσμο, που χρησιμοποιούνταν ως δικαστήρια, χρηματιστήρια ή αγορές. Μερικές στεγασμένες αγορές, ή και σύνολα από τέτοια κτήρια, είναι γνωστά και ως φόρουμ. Συχνά είναι επίσης τα θριαμβικά τόξα, χωρίς πρακτική αξία, πέρα από τον συμβολισμό της ρωμαϊκής εξουσίας και μια επιπλέον βάση δημόσιας διακόσμησης. Το εντυπωσιακό εδώ είναι η ποιότητα και αντοχή των κατασκευών αλλά και η μεγάλη πολυμορφία τους ως προς τις χρήσεις τους.

Η μνημειώδης αρχιτεκτονική του ρωμαϊκού κόσμου συνεχίστηκε σε Ανατολή και Δύση, αλλά πρακτικά μόνο στις εκκλησίες και στις οχυρώσεις. Στην ουσία δεν

έχουμε καμία πραγματική καινοτομία. Η βασική βυζαντινή ιδιομορφία είναι η σταυροειδής (αργότερα και οκτάγωνη) προσθήκη στην μακρόστενη ρωμαϊκή βασιλική, στην οποία αργότερα προστέθηκε ο τρούλος. Ο τρούλος είναι ένας θόλος, και ο θόλος επέκταση της τοξωτής γέφυρας, και όλα αυτά υπήρχαν, τουλάχιστον από πέτρα, από την Μυκηναϊκή Εποχή αλλά και σε άλλα μέρη στην Ανατολή. Στην Ρώμη έχουμε επέκταση του θόλου και βελτίωση στην στήριξη του σε πεσσούς. Χαρακτηριστικό δείγμα ρωμαϊκού θολωτού κτιρίου ήταν το Πάνθεον στην Ρώμη

Η κατασκευή της Αγίας Σοφίας το 537, ήταν λοιπόν μια τυπική ρωμαϊκή κατασκευή που διαμορφώθηκε σε σχήμα σταυρού, με έναν ιδιαίτερα μεγάλο θόλο (τρούλο), με ελαφρώς διαφορετική τεχνοτροπία, σε πολύ μεγάλο-οριακό μέγεθος, από έναν αυτοκράτορα που ξόδευε πολλά λεφτά σε έργα εντυπωσιασμού και υπήρχαν κάποιοι αξιόλογοι Έλληνες μηχανικοί για να το εφαρμόσουν. Υπήρχε επίσης και έτοιμο υλικό σε κολώνες από ξακουστούς αρχαίους ναούς που καταστράφηκαν από τους χριστιανούς, που έκανε την κατασκευή πολύ γρήγορη. Αυτό (το οριακό) φαίνεται και από το γεγονός ότι παρ' όλο που το σχέδιο έγινε πρότυπο από πλευράς τεχνοτροπίας για τους βυζαντινούς ναούς, δεν ξαναφτιάχθηκε άλλος βυζαντινός ναός σε αντίστοιχο μέγεθος. Το ότι η κατασκευή αν και εντυπωσιακή ήταν οριακή, το αποδεικνύει επίσης και η καταστροφή του τρούλου λίγα χρόνια μετά την ολοκλήρωση από σεισμό και τα συνεχή προβλήματα σε όλη την διάρκεια, ακόμα μέχρι σήμερα. Για τον ίδιο λόγο, έγιναν κατά διαστήματα τεράστιες επεμβάσεις, τόσο από τους Βυζαντινούς όσο και από τους Οθωμανούς, με προσθήκη τοίχων αντιστήριξης πλευρικά για να αντέξουν το βάρος του τεράστιου θόλου. Οι επεμβάσεις συνεχίζονται και στην εποχή μας, αλλάζοντας τις πέτρες του θόλου με ελαφρά σύγχρονα υλικά.

Σε σχέση με τον πλούτο και την ποικιλομορφία των διαφορετικής χρήσεως κτισμάτων της Ελληνικής, Ελληνιστικής αλλά κυρίως της Ρωμαϊκής Εποχής, το Βυζάντιο έχει να επιδείξει ελάχιστες αντίστοιχες κατασκευές. Στην ουσία όταν μιλάμε για βυζαντινή αρχιτεκτονική, μιλάμε κυρίως για τις εκκλησίες που διαμορφώνονται με σχετικές παραλλαγές, πάνω στα πρότυπα που αναφέρθηκαν και για τα παλάτια του αυτοκράτορα.

Πραγματική αλλαγή στην αρχιτεκτονική των ναών, από πλευράς στατικότητας αλλά και ύφους, έγινε από τον 11^ο αιώνα στην Δύση με την κατασκευή των γοθθικών ναών και αυτά σαν εξέλιξη του ρομανικού ρυθμού που ήταν επίσης

συνέχεια του ρωμαϊκού-πρωτοβυζαντινού. Αυτό οφείλεται στην καθιέρωση χρήσης της οξυκόρυφης αψίδας, και στον συνδυασμό 4 αψίδων που στηρίζονται σε 4 πεσσούς και στα ενισχυμένα ενδιάμεσα οξυκόρυφα τόξα. Το οξυκόρυφο σταυροθόλιο αυτό που δημιουργείται έτσι, μπορούσε να ανέβει σε μεγάλο ύψος, με την βοήθεια από εξωτερικές λεπτές αντηρίδες. Οξυκόρυφες αψίδες υπήρχαν μόνο στην Ινδία από τους πρώτους αιώνες κ.ε. και σε μία υστερο-ρωμαϊκή γέφυρα στην Καππαδοκία, αλλά δεν είναι σίγουρο ότι είχαν στην Δύση κάποιο προηγούμενο πρότυπο για αυτήν.

Στην ουσία ένας γοτθικός ναός είναι δύο παράλληλες σειρές από συνεχόμενα ψηλά σταυροθόλια, πάνω στα οποία κάθεται η ιδιαίτερα επικλινή στέγη, ενώ οι εξωτερικοί τοίχοι που δεν στηρίζουν πλέον τίποτα, έγιναν λεπτότεροι και φωτεινότεροι, με την εκτεταμένη χρήση ζωγραφισμένων υαλοπινάκων, προσθέτοντας πολύ εσωτερικό ύψος και φως στο οικοδόμημα. Η κάθε πόλη απέκτησε ένα τέτοιο πανύψηλο κατασκεύασμα (που ήταν εργασία που κρατούσε συχνά έναν τουλάχιστον αιώνα) που ξεχώριζε σαν φάρος από μακριά στο ομιχλώδες περιβάλλον της Ευρώπης και οι πόλεις συχνά συναγωνιζόντουσαν για το μέγεθος και ύψος που θα έφθανε ο κάθε ναός.

Τέλος, η εσωτερική διακόσμηση των βυζαντινών ναών είναι ιδιαίτερα τυπική και προσανατολισμένη στην επίσης τυπική και με ελάχιστη εξέλιξη βυζαντινή εικονογραφία, με ένα τυπικό επίσης κατά βάση ανεικονικό γλυπτικό διάκοσμο. Αντίθετα στην Δύση, υπάρχει ιδιαίτερος γλυπτικός διάκοσμος και αγάλματα, η δε ζωγραφική απεικόνιση εξελίχθηκε σταδιακά όλο και πιο ελεύθερα, ώστε να φθάσουμε τελικά στην Αναγέννηση της Τέχνης στο τέλος του Μεσαίωνα.

Για την αρχιτεκτονική των Αράβων μπορούμε να πούμε επιγραμματικά, ότι ήταν μια εξέλιξη των ρωμαϊκών και βυζαντινών ρυθμών, ιδιαίτερα των θόλων, αλλά και των ινδικών και περσικών επιρροών, επίσης σε μεγάλα μεγέθη, με διαφορετική όμως τεχνοτροπία, με τελείως ανεικονικό διάκοσμο, ιδιαίτερα πλούσιο και λεπτομερές και με μεγάλη φροντίδα στους κήπους που τα περιέβαλλαν ή εσωκλείονται σε αυτά. Εντυπωσιακά είναι τα αραβικά παλάτια και κατασκευές στην Νότια Ισπανία που επίσης επηρεάστηκαν επιπλέον και από τα αντίστοιχα ισπανικά της εποχής εκείνης.

Γ3.4. Πολεοδομία

Από το 466 π.κ.ε. που ο Ιππόδαμος σχεδίασε την Μίλητο, μπήκε το θέμα της

σχεδίασης και κατασκευής πόλεων σε κάναβο, με ρυθμισμένες περιοχές ανά χρήση, με μεγάλους παράλληλους δρόμους, ευρύχωρη αγορά, ναούς, βωμούς, διοικητήρια, στάδια, γυμναστήρια, βαλανεία, ιππόδρομο, παλαίστρες, θέατρα, όλα μελετημένα και οργανωμένα για την εύρυθμη λειτουργία της Πόλης. Με την εκστρατεία του Μ. Αλεξάνδρου και τα ελληνιστικά βασίλεια, αυτό δούλεψε σε κάθε νέα πόλη που εδημιουργείτο και ήταν πολλές. Φυσικά η Ρώμη δεν είχε κανένα λόγο να αλλάξει κάτι σε αυτά που βρήκε έτοιμα και οι πόλεις έχοντας διατηρήσει την τοπική τους αυτονομία, μπορούσαν να καλλωπίζονται και να διατηρούνται ακμαίες.

Δραματικές αλλαγές έχουμε από τον 6^ο αιώνα, όταν με απόφαση του Ιουστινιανού οι πόλεις χάνουν την οικονομική τους αυτονομία και εξαρτώνται άμεσα από την Κωνσταντινούπολη. Αναγκάζονται να τειχιστούν και να στριμωχτούν μέσα στα τείχη. Με την επικράτηση του Χριστιανισμού όλα τα δημόσια κτίρια όπως θέατρα, παλαίστρες, γυμναστήρια, λουτρά, εξαφανίζονται σταδιακά. Τα μόνα δημόσια κτίρια που μένουν είναι το Διοικητήριο, η κεντρική πλατεία που συνήθως στεγάζει και την αγορά, η Εκκλησία και το Επισκοπείο. Στις πολύ μεγάλες πόλεις διατηρείται και ο ιππόδρομος. Η καστροπολιτεία αυτή είναι το χαρακτηριστικό πρότυπο της πόλης που θα παραμείνει στον Μεσαίωνα σε Ανατολή και Δύση, χωρίς πολεοδομικό σχεδιασμό, αλλά δομημένη πάνω στις τρέχουσες ελάχιστες συνήθως ανάγκες των κατοίκων.

Ο πολεοδομικός σχεδιασμός θα επανέλθει στο προσκήνιο, πολύ μετά την Αναγέννηση στην Δύση φυσικά και η πρώτη σύγχρονη εφαρμογή του θα γίνει στην ανακατασκευή του Παρισιού αρχές του 19^{ου} αιώνα και στην Ελλάδα στην Κάρυστο και στην Σπάρτη, επί Βαυαρών και Όθωνος το 1842 και το 1857 αντίστοιχα.

Γ3.5. Ιατρική - Φαρμακευτική

Τα αρχαιότερα νοσοκομεία τα Ασκληπιεία, εμφανίζονται τον 5^ο αιώνα π.κ.ε. και υπολογίζεται ότι υπήρχαν τουλάχιστον 200 Ασκληπιεία στον ελληνικό κόσμο της Μεσογείου μέχρι και τον 4^ο αιώνα κ.ε., που έκλεισαν με την επικράτηση του Χριστιανισμού και τα διατάγματα του Θεοδοσίου ως έχοντα σχέση με την αρχαία θρησκεία.

Ο πρώτος που απελευθέρωσε την ιατρική από την σαμανική της διάσταση ήταν ο Ιπποκράτης από την Κω και η ιατρική σχολή του. Οι πραγματικοί όμως

επιστήμονες της ιατρικής ήταν ο Ερασίστρατος της Κω και ο Ηρόφιλος της Χαλκηδόνας και οι σχολές τους, φυσικά της Ελληνιστικής Περιόδου, μιας περιόδου που υπήρχαν στην Αλεξάνδρεια, οδοντίατροι και γυναικολόγοι καθώς αναφέρεται και η πρώτη γυναίκα γιατρός. Γυναίκα γιατρός βρέθηκε και λίγο αργότερα επί ρωμαϊκής εποχής στην Προποντίδα, που σημαίνει ότι έχουμε αρκετές ελλείψεις στο πως κατανοούμε την εποχή. Αναφέρθηκαν ήδη τα ιατρικά εργαλεία τα οποία μνημονεύει και ο Ορειβάσιος (ιατρός του Ιουλιανού τέλος του 4^{ου} αιώνα). Δυστυχώς, την επιστήμη της ιατρικής δεν μπορούσε να κατανοήσουν οι λόγιοι της Ρώμης, ή του Βυζαντίου και διασώθηκαν μόνο τα κείμενα του Ιπποκράτη και του Γαληνού του 2^{ου} αιώνα.

Επί Βυζαντίου, αν και η ιατρική είναι μια ανώδυνη επιστήμη και κατά κανόνα μακριά από την φιλοσοφία που αποδίδει αιρέσεις, δεν θα λέγαμε ότι υπήρχε εξέλιξη της αρχαίας γνώσης, γιατί το πρότυπο ίασης ήταν οι καλόγεροι. Υπήρχαν όμως ενδιαφέρουσες περιπτώσεις που αξίζει να αναφερθούν.

Το πρώτο χριστιανικό ιατρείο-νοσοκομείο, αποδίδεται στον Μ. Βασίλειο τον 4^ο αιώνα, αλλά στην ουσία δεν ξέρουμε σε τι αναφέρονται, ίσως σε ένα είδος ορφανοτροφείου πτωχοκομείου μαζί με σχολείο. Αυτό που ξέρουμε σίγουρα είναι ότι υπήρξαν δύο νοσοκομεία αργότερα στην Κωνσταντινούπολη. Το αν την δουλειά την έκαναν βασικά γιατροί ή καλόγεροι με μαντζούνια, είναι ένα θέμα γιατί οι περιφερόμενοι καλόγεροι ήσαν δημοφιλείς στον λαό, αλλά και στους άρχοντες. Έχουν βρεθεί πάντως χειρουργικά εργαλεία, που δείχνει ότι υπήρχε κάποια ιατρική και χειρουργική γνώση που συνεχίστηκε σε κάποιο επίπεδο τουλάχιστον στην Κωνσταντινούπολη, αναφέρεται και μια ανεπιτυχής προσπάθεια διαχωρισμού σιαμαίων τον 10^ο αιώνα (η εγχείριση ήταν επιτυχής, αλλά ο ασθενής πέθανε σε δύο μέρες). Αυτό που ξέρουμε σίγουρα είναι ότι υπήρχαν πάντα κάποιοι λίγοι σοβαροί γιατροί. Γνωστός είναι ο Θεόφιλος Πρωτοσπαθάριος με ενδιαφέροντα συγγράμματα και ο Εβραίος Ασάφ, αλλά κατά κανόνα ήταν στο περιβάλλον του αυτοκράτορα. Ο μέσος Βυζαντινός σπάνια θα εύρισκε κανονικό γιατρό για να θεραπευτεί και συχνά απευθυνόντουσαν σε περιδιαβαίνοντες καλόγερους ή σε μοναστήρια που εξασκούσαν την πρακτική ιατρική.

Στην Δύση, ο Καρλομάγνος αποφάσισε ο κάθε καθεδρικός ναός και το κάθε μοναστήρι να έχει στην ευθύνη του και ένα νοσοκομείο και σε αυτό βοήθησαν ιδιαίτερα οι Βενεδικτινοί μοναχοί που δημιούργησαν ένα πλήρες δίκτυο πρόνοιας,

με πτωχοκομεία, νοσοκομεία, ορφανοτροφεία και ξενώνες για τους περιηγητές. Σε όλα τα πανεπιστήμια που δημιουργούνται στην Ευρώπη διδάσκεται και η ιατρική. Η πρώτη αποκλειστικά ιατρική σχολή πάντως φαίνεται να είναι η Schola Medica Salernitana στο Salerno, στην Νότια Ιταλία τον 9^ο αιώνα.

Στο Βυζάντιο, η πρώτη ιατρική σχολή φαίνεται να εμφανίστηκε την εποχή του Ιωάννη Β΄ Κομνηνού (1118 -1143), όπου ιδρύεται το Νοσοκομείο του Παντοκράτορα, που ήταν ταυτόχρονα Νοσοκομείο και εκπαιδευτικό ιατρικό κέντρο με πέντε θαλάμους, που έβγαζε για πρώτη φορά επίσημους ιατρούς (Λασκαράτος). Δεν έχουμε στοιχεία για την τύχη της τα υπόλοιπα χρόνια μέχρι το 1204 (Πρώτη Άλωση) ούτε φυσικά για την ποιότητα των σπουδών. Στην Ύστερη Περίοδο, ξεχώρισαν αρκετά ονόματα με μελέτες που δείχνουν να ξεπερνούν τον απλό υπομνηματισμό. Γνωστός για τις τρεις πραγματείες του είναι ο Ίωάννης Ζαχαρίου Άκτουάριος.

Ενδιαφέρουσα όμως ήταν η προσπάθεια ενός λογίου της Ύστερης Εποχής στην φαρμακολογία, του Μυρεψού, που συγκέντρωσε 2650 παλαιότερες συνταγές σε ένα βιβλίο που πέρασε και επηρέασε την Δύση.

Να σημειωθεί όμως ότι, αντίστοιχα επιτεύγματα στην ιατρική είχαν και οι Άραβες που επειδή ούτε το Ισλάμ είχε πρόβλημα με αυτήν, επηρεάστηκαν θετικά, τόσο από την ελληνιστική, την βυζαντινή, την ινδική και περσική ιατρική σε μια ιδιαίτερη πολυσυλλεκτική προσπάθεια. Τον 8^ο αιώνα έχουμε το πρώτο νοσοκομείο των Αράβων στην Δαμασκό, ενώ τον επόμενο αιώνα στην Βαγδάτη και το Κάϊρο.

Τον 9^ο αιώνα επίσης γράφθηκε η πρώτη αποκλειστικά ιατρική εγκυκλοπαίδεια. Ο σπουδαιότερος γιατρός τους ο Αβικέννα έγραψε τον *Κανόνα Ιατρικής* που διαδόθηκε στην Δύση. Η Δύση επηρεάστηκε από όλους αυτούς αλλά κυρίως τους Άραβες στην ιατρική και τον Μυρεψό στην φαρμακολογία.

Σχετικά:

-Γρ. Τσουκαλάς, *Ο Συμεών ο Σηθ (11ος αιώνας), ο Δαμνάστης (11ος αιώνας) και ο Ιωάννης Επίσκοπος Πρυσδριανών (12ος αιώνας), τρεις διαπρεπείς, αλλά και παραγνωρισμένοι παιδίατροι του Βυζαντίου.*

-Ηλίας Απ. Βαλιάκος, *Η συμβολή του Νικολάου Μυρεψού στην προώθηση και την τεκμηρίωση της βοτανολογίας και της φαρμακευτικής κατά την ύστερη βυζαντινή εποχή.*

-Ζ. Ζαχαρίου, *Η χειρουργική στο Βυζάντιο*, 2015.

-Λασκαράτος Ιω., *Τα νοσοκομεία του Βυζαντίου*, στο 7ήμερο της Καθημερινής, Ελληνική Ιατρική στην Αρχαιότητα και το Βυζάντιο, 12/10/1997.

-Γεώργιος Νικ. Σχορετσανίτης, *Ιστορία της ισλαμικής ιατρικής*, Βήτα, Αθήνα 2011.

-Medicine.

Γ3.6. Αντλίες - Ύδρευση

Στην αρχαία Αίγυπτο υπήρχε η επιτακτική ανάγκη να ανυψώνουν νερό για την ύδρευση από τον Νείλο και είχαν κατασκευάσει απλές κατασκευές με κουβάδες (shaduf) που ανέβαζαν το νερό ψηλά και το άδειαζαν σε ένα αυλάκι σε μεγαλύτερο ύψος. Στην Ελληνιστική Περίοδο έχουμε τα πρώτα επιστημονικά συγγράμματα με σχέδια και κατασκευές αντλιών διαφόρων τύπων που λειτούργησαν στην Ανατολή. Μια συνέχεια αυτών είναι τα αραβικά sakiyeh που κινούν ζώα. Προϊόντα όμως τις επιστήμης της περιόδου, είναι η σπείρα του Αρχιμήδη, οι αναρροφητικές ή καταθλιπτικές αντλίες, με κυλίνδρους, έμβολα και βαλβίδες, του Κτησίβιου (που περιγράφονται στον Βιτρούβιο) και που χρησιμοποιήθηκαν από ότι φαίνεται την αυτοκρατορική περίοδο.

Σημαντική κατασκευή υδραγωγείου είναι το Ευπαλίνειο Όρυγμα του 6^{ου} αι. π.κ.ε. με την κατασκευή σήραγγας, ταυτόχρονα και από τις δύο πλευρές, μήκους 1036 μέτρων για την ύδρευση στο Πυθαγόρειο της Σάμου.

Αν και τα συστήματα σωληνώσεων αναφέρονται στα βιβλία σαν εφεύρεση των Ρωμαίων, ξέρουμε ότι από την Μινωική Εποχή υπήρχαν στην Ελλάδα, έχουμε όμως πλέον και εντυπωσιακά ευρήματα για την ύδρευση αρκετών ελληνιστικών ακροπόλεων, με αγωγούς υπό πίεση, κάνοντας εφαρμογή της αρχής των συγκοινωνούντων δοχείων (ή του ανεστραμμένου σιφωνίου), στην Όλυμπο, Άσπενδο, Σμύρνη και Πέργαμο. Ειδικά στην Πέργαμο το νερό προερχόταν από πολύ μακριά (40 χλμ. με κλειστούς κεραμικούς αγωγούς) αλλά κατέληγε σε μία δεξαμενή καθαρισμού διπλής καθίζησης, σε υψόμετρο 376 μέτρων και σε απόσταση 3,2 χιλιομέτρων από την ακρόπολη. Από εκεί κατέβαινε και ανέβαινε 3 φορές με ελάχιστο ύψος τα 175 μέτρα από την θάλασσα και ξανανέβαινε στην ακρόπολη σε ύψος 335 μέτρων. Στο κατώτερο σημείο ο μεταλλικός αυτός αγωγός μεταφοράς (από μόλυβδο) άντεχε πίεση 20 ατμοσφαιρών. Βρέθηκαν επίσης πανίσχυροι πέτρινοι αγωγοί για την ίδια δουλειά στην ίδια περιοχή, που σημαίνει

ότι πριν από τον μόλυβδο είχε χρησιμοποιηθεί πέτρα, χωρίς να διευκρινιστεί πιο σύστημα ήταν νεώτερο.

Οι Ρωμαίοι τεχνίτες δεν γνώριζαν την τεχνική ή όσοι την γνώριζαν σύντομα την ξέχασαν, παρά το ότι ήταν γνωστή στον Βιτρούβιο και έκαναν απλά συνήθως υπαίθρια υδραγωγεία. Παράδειγμα της άγνοιας, στην Πέργαμο αντικατέστησαν έναν από τους φθαρμένους αγωγούς με υπαίθρια δεξαμενή, αλλά το νερό δεν έφθανε πλέον μέχρι την ακρόπολη. Η δε ίδια πόλη μεταφέρθηκε σταδιακά χαμηλότερα κοντά στον Σελινό ποταμό. Παρ' όλα αυτά έχουμε το υδραγωγείο του Gier του 1^{ου} αιώνα π.κ.ε. που χρησιμοποιεί την ίδια τεχνική σε μεγαλύτερη κλίμακα στην Λυόν, που φαίνεται να ολοκληρώθηκε από τους Ρωμαίους, που σημαίνει ότι σε κάποιους μηχανικούς υπήρχε ακόμα η τεχνογνωσία για κάτι τέτοιο, κάτι που δεν συνέχισε όμως ούτε στην Ρώμη, ούτε στο Βυζάντιο.

Οι Ρωμαίοι επέκτειναν το δίκτυο των απλών ανοικτών υδραγωγείων σε πολλά χιλιόμετρα. Η μεγαλύτερη κατασκευή θεωρείται της Κωνσταντινούπολης μήκους 240 χιλιομέτρων του 4^{ου} αιώνα. Η Ρώμη τροφοδοτείτο με 14 διαφορετικά υδραγωγεία, επίσης από τεράστιες αποστάσεις. Επρόκειτο για ανοικτά κανάλια ύδρευσης που μεταφερόντουσαν πάνω σε γέφυρες με πολλές καμάρες, για να κρατήσουν την σταθερή ροή τους πάνω από το ανάγλυφο του εδάφους. Οι Βυζαντινοί συντήρησαν όσο μπορούσαν τα ρωμαϊκά και έχουμε και επεκτάσεις.

Γ3.7. Λουτρά - Θέρμες

Το λουτρό είναι ελληνική εφεύρεση. Είναι ένας ειδικός χώρος που υπάρχει τρεχούμενο νερό (ή τροφοδοτούμενο από υδραγωγείο) και αντίστοιχη αποχέτευση, στο οποίο το νερό ζεσταίνεται και οι επισκέπτες μπορούν να χαλαρώσουν, να πλυθούν και να έχουν κοινωνικές επαφές. Ήταν ένας πραγματικός δείκτης πολιτισμού για την εποχή εκείνη. Συνήθως ήταν κοντά στην αγορά και δίπλα ή σε συνάφεια με κάποιο γυμναστήριο ή παλαίστρα και οι λουόμενοι συνδύαζαν άθληση και μπάνιο.

Οι Ρωμαίοι εξέλιξαν τα λουτρά με την κατασκευή του υπόκαυστου. Δηλαδή ύψωσαν το δάπεδο και στον κενό χώρο κάτω από αυτό κυκλοφορούσε η ζέστη από την εστία που ήταν πάντα αναμμένη για να διατηρεί το νερό και τον χώρο ζεστό. Είχαμε δηλαδή την πρώτη υποδαπέδια θέρμανση. Έτσι σύντομα κατασκευάστηκαν και θερμαινόμενες πισίνες με ζεστό νερό.

Στην Αρχαία και στην Ρωμαϊκή Εποχή τα λουτρά ήταν μικτά, αφού η γυμνότητα στην αρχαία Ελλάδα δεν ενοχλούσε κανέναν. Ο Κλήμης στις αρχές του 3^{ου} αιώνα, καυτηριάζει αυτή την πρακτική. Από την Ρωμαϊκή Εποχή πάντως άρχισαν να εμφανίζονται ξεχωριστά λουτρά για τις γυναίκες στις μεγάλες πόλεις που υπήρχε αφθονία λουτρών. Αργότερα στο Βυζάντιο με τις σχετικές εντολές των Πατέρων της Εκκλησίας αλλά και τους νόμους του κράτους αργότερα, χωρίστηκαν και απέκτησαν αυστηρά ξεχωριστές εγκαταστάσεις για άνδρες και γυναίκες. Αν αυτό δεν ήταν εύκολο, άνοιγαν το βράδυ ή πολύ πρωί μόνο για τις γυναίκες και το μεσημέρι-απόγευμα μόνο για τους άνδρες. Ήδη από τον 4^ο αιώνα, απαγορευόταν στους κληρικούς και τους μοναχούς να κάνουν λουτρό μαζί με γυναίκες όπως και για τους λαϊκούς μολονότι αυτό δεν φαίνεται να είχε άμεσες επιπτώσεις στην κοινωνία. Επίσης απαγορευόταν αυστηρά να γίνεται κοινό μπάνιο με αλλόθρησκους, προφανώς θεωρούσαν ότι η θρησκεία τους έκανε ιδιαίτερα μισητούς.

Στον Χριστιανισμό, με αφορμή την καταστολή των παθών και φυσικά τού ό,τι έχει να κάνει με το σώμα (γυμνάσια - παλαιίστρες), το πρότυπο ήταν η απλυσία και η αλουσία ως ασκητική αρετή. Έτσι και οι περισσότερες γνώμες των Πατέρων ήταν αρνητικές. Ο Άγιος Αθανάσιος συμβουλεύει τις μοναχές να πλένουν μόνο το πρόσωπο και τα χέρια, και αναφέρει με καμάρι για τον Άγιο Αντώνιο ότι δεν πλύθηκε ποτέ! Ο Γρηγόριος Ναζιανζινός επικροτεί τον Μ. Βασίλειο που ήταν πάντα άλουστος. Ο Χρυσόστομος δεν ήθελε να πλένονται οι χήρες και γενικά οι γυναίκες στα βαλανεία. Αυτό και σε συνδυασμό με την παρακμή των Πόλεων από τον 6^ο αιώνα και μετά (μετά τον Ιουστινιανό) καθώς και οι απαγορεύσεις του Χριστιανισμού, έφεραν τα λουτρά σε σταδιακή εξαφάνιση. Κάποια από αυτά έγιναν αγιάσματα όπως του Αγίου Δημητρίου στην Θεσσαλονίκη που ήταν ρωμαϊκό λουτρό, ή βαπτιστήρια. Διατηρήθηκαν ιδιωτικά λουτρά για λογαριασμό του αυτοκράτορα, στους αριστοκρατικούς κύκλους και σε κάποια μοναστήρια και έμειναν και ελάχιστα δημόσια στις πολύ μεγάλες πόλεις. Τα μόνα διασωθέντα λουτρά σίγουρα δημόσιας χρήσης που ξέρουμε μετά τον 9^ο αιώνα, είναι στην Άνω Πόλη της Θεσσαλονίκης και στο κάστρο των Ιωαννίνων. Γενικά στο Βυζάντιο τα λουτρά έπεσαν σταδιακά σε ύφεση.

Στην Δύση με την εισβολή των Γερμανών τα ρωμαϊκά λουτρά έπεσαν σε πλήρη αχρηστία και εξαφανίστηκαν τελείως, ακόμα και από τους αριστοκράτες. Εκεί η θρησκευτικά υποκινούμενη απλυσία και αλουσία ήταν πολύ πιο έντονη από το

Βυζάντιο. Μεγάλη ανάπτυξη των δημόσιων και ιδιωτικών λουτρών έγινε αντίθετα από τους Άραβες και τους Οθωμανούς και από αυτούς πέρασε το λουτρό πάλι στην Δύση μετά την Αναγέννηση σαν ιδιωτικό κυρίως.

Γ3.8. Εκκλησιαστικό όργανο

Ξεκίνησε από την ανακάλυψη της αρχαίας υδραυλίδος που ήταν επινόηση και κατασκευή του Κτησίβιου του Αλεξανδρέως (3^ο αιώνα π.κ.ε.). Βρέθηκαν κατάλοιπα τέτοιου οργάνου του 3^{ου} αιώνα π.κ.ε., που δούλευε με αέρα, στο Δίον. Ήταν σε χρήση στην Ρώμη τον 4^ο αιώνα κ.ε. όπως αναφέρει ο Κλαύδιος Κλαυδιανός, αλλά βρέθηκε και σε ανασκαφές στο Aquincum (Παννονία, σημερινή Ουγγαρία). Στο Βυζάντιο διατηρήθηκε για ένα διάστημα και ονομάστηκε “Όργανον”. Σύμφωνα με αναφορές Αράβων, υπήρχε ένα τέτοιο στον Ιππόδρομο και στο παλάτι, που προφανώς λόγω αχρηστίας στάλθηκε ένα σαν δώρο στην Δύση, το 757 στον πατέρα του Καρλομάγνου και αργότερα ένα δεύτερο στον ίδιο τον Καρλομάγνο που τοποθετήθηκε στο παρεκκλήσι του Aachen το 812. Οι Ευρωπαίοι το αντέγραψαν κατ'εξακολούθηση, στο διάστημα 11-13^{ου} αιώνα, έχουμε ήδη πολλές παραλλαγές του. Το χρησιμοποίησαν κυρίως στους ναούς και το εξέλιξαν με την βοήθεια και άλλων αντίστοιχων σχεδίων κατασκευών που ήρθαν από τους Άραβες, ως “ Εκκλησιαστικό Όργανο” και αργότερα δημιούργησαν και άλλα όργανα πληκτροφόρα πλέον: Το κλαβίχορδο τον 14^ο και το τσέμπαλο τον 16^ο αιώνα.

Στο Βυζάντιο εξαφανίστηκε, ούτως ή άλλως στις εκκλησίες δεν επιτρεπόντουσαν μουσικά όργανα σε αντίθεση με την Δύση και τα μουσικά όργανα και η μουσική γενικά στο Βυζάντιο δεν έχαιραν επίσημης εκτίμησης πάλι σε αντίθεση με την Δύση, στην οποία σε μερικούς αιώνες θα γίνει μια κορύφωση στην μουσική.

Η μουσική με όργανα στο Βυζάντιο παρέμεινε, σε εορτές στο παλάτι ή του “δρόμου”, με φορητά έγχορδα ή πνευστά όργανα και κατά κανόνα σε κακόφημα μέρη, αφού η κοσμική μουσική δεν ήταν αρεστή στην Εκκλησία. Έτσι όταν μιλάμε σήμερα για “βυζαντινή μουσική” αναφερόμαστε στην εκκλησιαστική μουσική δηλαδή μόνο σε εκκλησιαστικούς ύμνους, η δε κοσμική μουσική που σίγουρα θα υπήρχε σε κάποιο βαθμό, μας είναι παντελώς άγνωστη.

Water organ

Γ3.9. Χαρτί

Το χαρτί εφευρέθηκε το 105 κ.ε. στην Κίνα, αν και υπάρχουν και παλαιότερες αρχαιολογικές ενδείξεις του 2^{ου} αιώνα π.κ.ε. Για την κατασκευή του χρειαζόντουσαν σφύρες κινούμενες από υδρόμυλους. Πέρασε κατά τον 8^ο αιώνα κ.ε. στους Άραβες, που βρισκόντουσαν σε επιστημονικό οργασμό (λέγεται ότι υπέκλεψαν την κατασκευή του από αιχμαλώτους, γιατί εθεωρείτο μυστική η κατασκευή του) και αμέσως δημιούργησαν μεγάλες βιοτεχνίες παρασκευής του.

Τον 10^ο αιώνα εθεωρείτο φημισμένο το χαρτί της Αιγύπτου. Τον 11^ο αιώνα έχουμε την πρώτη αναφορά και το πρώτο έγγραφο στο Βυζάντιο σε “βαμβύκινον” (από το όνομα της συριακής πόλης Βαμβύκης, από όπου γινόταν η εισαγωγή του) όπως λεγόταν. Φαίνεται ότι συνέχισε να χρησιμοποιείται ως εισαγόμενο και δεν είναι γνωστό κανένα εργαστήριο κατασκευής του στο Βυζάντιο. Τον 12^ο αιώνα στην Ισπανία, υπήρχαν αρκετά εργαστήρια κατασκευής και τον επόμενο αιώνα την σκυτάλη παίρνει η Ιταλία και γενικεύεται η παρασκευή και η χρήση του στην Ευρώπη.

Το Χαρτί - Κίνα, Δαμασκός, Φαμπριάνο

Γ3.10. Τυπογραφία

Παραδοσιακά, τα βιβλία κυκλοφορούσαν με την μέθοδο της αντιγραφής, μια επίπονη, χρονοβόρα και δαπανηρή εργασία, που δεν εγγυόταν την πιστότητα και όπως και να γινόταν έδινε περιορισμένα αντίγραφα. Η μέθοδος που την αντικατέστησε ήταν η τυπογραφία που επικράτησε και διαδόθηκε όπου υπήρχε η ανάγκη της γνώσης και μόνο εσχάτως τείνει και αυτή να αντικατασταθεί με ψηφιακά μέσα.

Η τυπογραφία ανακαλύφθηκε στην Κίνα τον 3^ο αιώνα, π.κ.ε. Στην αρχή ήταν απλά η δημιουργία μιας σφραγίδας, δηλαδή σκαλισμένα τα γράμματα ανάποδα (αρνητικά) σε ξύλο και με το πέρασμά τους σε μελάνι πατιόταν πάνω σε ύφασμα, χαρτί ή άλλο σχετικό “έντυπο”. Γύρω στο 1300 ξεκινάει στην Ευρώπη η εκτύπωση σε υφάσματα, αλλά στο χαρτί ξεκινάει λίγα χρόνια πριν την πτώση του Βυζαντίου. Να σημειωθεί ότι ο δίσκος της Φαιστού και οι σφραγιδόλιθοι της Μεσοποταμίας, επίσης είναι αρχέγονα συστήματα τυπογραφίας.

Αυτό βέβαια που έχει σημασία είναι η χρήση στην τυπογραφία κινητών στοιχείων, ξεχωριστή δηλαδή σφραγίδα για κάθε γράμμα ή χαρακτήρα, που έδινε ευελιξία και ταχύτητα και αυτό ξεκίνησε επίσης στην Κίνα μάλλον τον 8^ο αιώνα, αλλά τον 12^ο αιώνα ήδη γινόταν σε μεγάλη κλίμακα. Να σημειωθεί ότι στην Κίνα υπήρχε τεράστια ανάπτυξη της ποίησης και τα ποιήματα διαδιδόντουσαν παντού τυπογραφημένα σε χαρτί. Τελικά το 1441 έχουμε την παρουσίαση της και την χρήση της από τον Γουτεμβέργιο στην Ευρώπη και την μεγάλη ανατροπή που έκανε στην διάδοση της γνώσης και την επιπλέον άνοδο της παιδείας στην Δύση. Το 1500 ήδη υπήρχαν πάνω από 1000 τυπογραφεία σε Ιταλία και Γερμανία. Το Βυζάντιο δεν είχε εμπλοκή και το πρώτο τυπογραφείο που δούλεψε έστω και για λίγο στην περιοχή μας, ήταν το πατριαρχικό τυπογραφείο τον 17^ο αιώνα.

Γ3.10.1 Μικρογράμματα Γραφή

Η ελληνική μικρογράμματα γραφή εμφανίζεται στις αρχές του 9^{ου} αι., από τις αντιγραφικές δραστηριότητες της Μονής Στουδίου και επιβάλλεται αυτόματα σε όλα τα κείμενα που γράφονται από την εποχή αυτή και πέρα, κάτι που δείχνει ότι όλη η δραστηριότητα ήταν τελικά στην Κωνσταντινούπολη, και κάποιοι αυτό το παρουσιάζουν σαν τεχνολογική ανακάλυψη.

Σίγουρα ήταν ένα τεχνολογικό επίτευγμα με την έννοια της ευκολότερης γραφής ή και αντιγραφής αλλά και του ευκολότερου διαβάσματος. Ταυτόχρονα μιας βελτιωμένης αισθητικής στο χειρόγραφο που επενδύεται συχνά από αντίστοιχες ζωγραφίες. Στην λατινική γλώσσα η μικρογράμματα γραφή είχε εμφανισθεί ήδη πολύ νωρίτερα, ίσως ακόμα από την ρωμαϊκή εποχή και επικράτησε αργά και σταδιακά, που δείχνει που ακριβώς έγινε η εξέλιξη και που η αντιγραφή.

Παραδείγματα λατινικής μικρογράμματος:

8^{ος} αι.

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

6-7^{ος} αι.

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

5^{ος} αι.

<https://elmss.nuigalway.ie/catalogue/18>

Γ3.11. Κεραμική

Είναι μια από τις αρχαιότερες τεχνολογίες, πριν ακόμα την γεωργική επανάσταση, που συνεχίζει ακόμα και σήμερα παρά την πλήρη βιομηχανοποίηση της διαδικασίας. Πριν ή παράλληλα με την εμφάνιση της κεραμικής, τα μόνα αντίστοιχα αντικείμενα κατασκευάζοντουσαν από ξύλο, πέτρα και έχουν βρεθεί από πέτρα, αλάβαστρο ή γρανίτη από το 12000 κ.ε. στην Δυτική Ασία.

Η κεραμική είναι μια διαδικασία που χρησιμοποιείται καθαρός πηλός ή με προσμίξεις άλλων υλικών, για την κατασκευή χρηστικών πραγμάτων, δομικών υλικών ή εργαλείων. Αφού κατασκευαστούν με το χέρι ή την βοήθεια, καλουπιού ή και του τροχού, τα αντικείμενα ξεραίνονται στον ήλιο ή ψήνονται σε φούρνους με υψηλή θερμοκρασία, σκληραίνουν και είναι έτοιμα για χρήση, με επιπλέον ζωγραφικό στολισμό ή όχι.

Τα αρχαιότερα κεραμικά θραύσματα, είναι από την Παλαιολιθική Εποχή. Έχουν βρεθεί στην σημερινή Τσεχία το 29000-25000 π.κ.ε. σε σπηλιές της Κίνας (επαρχία Zhejiang) του 18000 π.κ.ε πριν την ανακάλυψη της γεωργίας. (Στην ίδια επαρχία λέγεται ότι ανακαλύφθηκε αργότερα η πορσελάνη). Άλλα αρχαία ευρήματα είναι στον Νίγηρα (Δ. Αφρική), 10000 π.κ.ε, στο Μάλι (Κ. Αφρική) του 9400 π.κ.ε., Ισραήλ του 12000-9000 π.κ.ε. Δυτική Ασία 7000 π.κ.ε. και στην περιοχή του Ευφράτη. Στον Ελλαδικό χώρο τα αρχαιότερα σε ποσότητες βρίσκονται στο Σέσκλο (5η χιλιετία) και το Δίμηνη (4η χιλιετία). Την ίδια εποχή είναι και τα πρώτα κεραμικά στην Αμερική (Κολομβία).

Με την ανακάλυψη του τροχού στην κατασκευή αγγείων, έχουμε βελτίωση της ποιότητας, ακολουθεί η **στίλβωση** σαν προσπάθεια αδιαβροχοποίησης. Αρχικά γινόταν με το τρίψιμο με κάτι σχετικά σκληρό, αλλά αργότερα με την χρήση επιπλέον ενός μίγματος αραιωμένου πηλού με χρώμα σας επίχρισμα.

Τα καλύτερα δείγματα προϊστορικής κεραμικής στη χώρα μας είναι από την Μινωική Εποχή η καλούμενη Καραμαϊκή Κεραμική (2000-1600 π.κ.ε.). Να σημειωθούν εδώ τα εξαιρετικά μινωικά αντικείμενα της ίδιας εποχής από ορεία κρύσταλλο και lapis lazouilis που υπάρχουν στο μουσείο του Ηρακλείου. Στην αρχαία Αθήνα - Κόρινθο έχουμε την διακόσμηση των μελανόμορφων και ερυθρόμορφων αγγείων που δεν είναι απλά ζωγραφική, αλλά συνδυασμός χάραξης, και ψησίματος που θα δώσει στο τέλος το επιθυμητό χρωματικό αποτέλεσμα που θα ζωγραφιστεί επιπλέον.

Στην Ρωμαϊκή Εποχή έχουμε περισσότερη οργάνωση στην κατασκευή και διάθεση μέσω μεγάλων βιοτεχνικών μονάδων, χωρίς εξαιρετικές επεμβάσεις, αφού τους ενδιέφερε η απλή χρηστικότητα, κάτι που συνεχίστηκε στο Βυζάντιο και την Δύση μέχρι να έρθουν νέες τεχνικές από την Ανατολή.

Σημαντική εξέλιξη έγινε τον 7^ο αιώνα από τους Άραβες στην τεχνική της εφυάλωσης. Δηλαδή μια τεχνική γυαλώματος για την πλήρη αδιαβροχοποίηση του ίδιου του πηλού, ενώ ταυτόχρονα προσέδιδε ζωηρότερα χρώματα. Η εφυάλωση εισήχθη στο Βυζάντιο από τις αρχές του 8^{ου} αιώνα, και καθιερώθηκε. Στους Άραβες επίσης αποδίδεται μια τεχνική επικασσιτέρωσης με οξειδίο του κασσιτέρου, που κάνει τα κεραμικά λευκά. Μια τεχνική που μέσω Ισπανίας θα περάσει και στην Δύση και με αυτήν θα προσπαθήσουν να μιμηθούν την πορσελάνη.

Άλλη τεχνική (stoneware, πηλός ψηλής θερμοκρασίας που δίνει υπόλευκο χρώμα) ξεκίνησε από τους Ινδούς και τους Κινέζους και επεκτάθηκε στην Ανατολική Ασία, είναι το ψήσιμο ενός μίγματος πηλού αργίλου και πυριτίου σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες (1200° C), συχνά επαναλαμβανόμενο και δεύτερη φορά, που ενισχύει την αντοχή και την αδιαβροχοποίηση χωρίς την ανάγκη εφυάλωσης, μολονότι και σε αυτά γινόταν συχνά εφυάλωση για λόγους αισθητικής μάλλον, παρά ουσίας. Χρησιμοποιήθηκε ιδιαίτερα από τους Άραβες με την προσθήκη εφυάλωσης και πέρασε τον Μεσαίωνα στην Δύση.

Άλλη τεχνική η εφυάλωση με σμάλτωση, επίσης χρησιμοποιήθηκε από τους Άραβες από τον 9^ο αιώνα σε διάφορες μορφές και μέσω της Ισπανίας πέρασε στην Ιταλία. Οι νέες αυτές τεχνικές σε συνδυασμό με νέες μεθόδους ζωγραφικής διακόσμησης που θα δούμε και στην διακόσμηση τοίχων, άλλαξαν την εξέλιξη της κεραμικής από την παραδοσιακή της πορεία, δίνοντας περισσότερες δυνατότητες παρουσίασης και διακόσμησης

Διακόσμηση τοίχων : Η παλαιότερη εμφανίζεται τον 13^ο αιώνα π.κ.ε με γυαλισμένα τούβλα σαν επικάλυψη του Chogha Zanbil στην Δ. Περσία, ή στην πύλη Istar στην Βαβυλώνα τον 6^ο αιώνα π.κ.ε. Από εκεί εξαπλώθηκε στην Περσία, Ισλάμ, Τυνησία, Οθωμανική Τουρκία, Ισπανία Πορτογαλία και από τον 16^ο σε όλη την Ευρώπη.

Αντίστοιχα, τα μωσαϊκά φαίνεται να ξεκίνησαν στην Μεσοποταμία το δεύτερο

μισό της 4^{ης} χιλιετίας. Το 1500 π.κ.ε. έχουμε μωσαϊκά-ψηφιδωτά στην Περσία (Σούσα), αλλά και στην Μυκηναϊκή Τύρινα. Μετά θα ξανα-εμφανιστούν στην Ελληνιστική Εποχή (με αρχαιότερα σε Πέλλα, Αμφίπολη, Αιγές, Πέργαμο) και ακολούθως θα βρεθούν διάσπαρτα στην Ρωμαϊκή επικράτεια. Το Βυζάντιο, η Περσία, οι Άραβες θα είναι συνεχιστές. Από την Ραβένα και την Ρώμη όπου και θα διατηρηθούν τα αντίστοιχα ρωμαϊκά-βυζαντινά, θα επεκταθούν αργότερα στην Δύση. Αντίστοιχη δραστηριότητα αλλά κυρίως σαν επικάλυψη σε κεραμικά ή άλλα χρηστικά αντικείμενα, εμφανίστηκε στους Αζτέκους.

Πορσελάνη πηλός από καολίνη που κατασκευάστηκε στην Κίνα, με ψήσιμο σε 1200-1400° βαθμούς C. Μετά το πέρας της διαδικασίας είναι η μοναδική μέθοδος κεραμικής που δίνει το τέλειο καθαρό λευκό χρώμα. Το υλικό αυτό χρησιμοποιήθηκε από τον 16^ο-11^ο αιώνα π.κ.ε. αλλά εξελίχθηκε ανεβάζοντας την θερμοκρασία στην δυναστεία Han τους δύο πρώτους αιώνες. Ως προς την λευκότητα και την οργανωμένη παραγωγή όμως τελειοποιήθηκε στην δυναστεία Tang τον 7-10^ο αιώνα Από την δυναστεία Ming μετά το 1368 εξάγεται οργανωμένα στην Ευρώπη και Ιαπωνία.

Η πρώτη αναφορά στην Δύση είναι του Μάρκο Πόλο τον 12^ο αιώνα. Έγιναν έντονες προσπάθειες αντιγραφής, αλλά η πρώτη σοβαρή ήταν στην Φλωρεντία τον 16^ο αιώνα Είναι η εποχή που εξελίσσεται στην Δύση και η tin-glazed pottery με προσθήκη οξειδίου του κασσιτέρου, που λέγεται και πηλός φαγιάνς, για δημιουργία λευκού υαλώματος σε κόκκινο πηλό, τεχνική που εφάρμοσαν οι Άραβες όπως είδαμε, και πάνω σε αυτήν επιπλέον ζωγραφική σαν απομίμηση πορσελάνης.

Την ίδια εποχή, οι Πορτογάλοι φέρνουν τα πρώτα δείγματα καολίνης από την Κίνα και γίνεται σειρά αποτυχημένων πειραμάτων. Η πρώτη επιτυχής κατασκευή σωστής πορσελάνης γίνεται στην Σαξονία το 1708 συνδυάζοντας καολίνη και αλάβαστρο. Λίγο αργότερα διαδίδονται τα νέα από τον Francois Xavier d'Entrecolles με μεγάλη ταχύτητα από δημοσίευσή του το 1712. Διακρίθηκαν εκτός της Σαξονίας, η Αγγλία, Γαλλία και Ιταλία. Η **bone china** είναι η καλύτερη πορσελάνη με ανάμειξη τέφρας οστών, καολίνης και αστριούχων πετρωμάτων (βασάλτης). Υψηλής αντοχής που δίνει την δυνατότητα για λεπτότερες κατασκευές που δίνουν διαφάνεια.

Ας δούμε τώρα σε όλη αυτή την εξέλιξη, ποια ήταν η εμπλοκή του Βυζαντίου:

Πρακτικά ελάχιστη. Στο Βυζάντιο συνεχίστηκε η ρωμαϊκή παράδοση μέχρι τον 8^ο αιώνα, όπου και εισάγεται η τεχνική της εφυάλωσης από τους Άραβες. Η βασική διαφορά είναι η χρήση κυρίως μολυβδούχων γυαλωμάτων που έδιδαν ενδιαφέροντα χρώματα σε αποχρώσεις του πράσινου και του κίτρινου. Είχε όμως αξιόλογη δραστηριότητα στον τομέα των ψηφιδωτών.

-Ceramic art.

-Κώστας Σουλιώτης, *Η διατροφή στη Βυζαντινή περίοδο και τα επιτραπέζια σκεύη*, 2017.

-Xavier Barral i Altet, *Η μεσαιωνική τέχνη*.

Γ3.12. Το πιρούνι

Αν και για τα μέταλλα θα μιλήσουμε στην συνέχεια, αξίζει να δούμε μετά την κεραμική την χρήση του πιρουνιού.

Έχουν βρεθεί πιρούνια στην Κίνα ήδη από την 2^η χιλιετία και την αρχαία Αίγυπτο, αλλά λόγω μεγάλων μεγεθών, μάλλον σαν βοήθημα στην μαγειρική παρά για το φαγητό. Η χρήση του στο φαγητό πρέπει να γενικεύθηκε στην Ελληνιστική Εποχή και διαδόθηκε την εποχή των Ρωμαίων ανατολικά, πέρασε στο Βυζάντιο και όχι στην Δύση. Στην Περσία πέρασε τον 8^ο αιώνα. Στην Δύση εμφανίστηκε από το Βυζάντιο τον 10^ο αιώνα, μέσω της Θεοφανώς Σκλήραινας, της Βυζαντινής συζύγου του Γερμανού Αυτοκράτορα Όθωνα Β' και από εκεί γενικεύθηκε η χρήση του.

Fork

Γ4. Μεταλλουργία

Είναι η παραγωγή και κατεργασία των μετάλλων.

Οι Χετταίοι το 5000 π.κ.ε. φαίνεται να κατεργάζοντουσαν τον χαλκό, αν και η Εποχή του Χαλκού ξεκινάει τυπικά 2 χιλιάδες χρόνια μετά, όταν συνειδητοποιήθηκε ότι μπορούσε να κατασκευαστεί ένα ανθεκτικότερο κράμα χαλκού κασσίτερου (κρατέρωμα). Από το 2000 π.κ.ε. ξεκινάει η Εποχή του Σιδήρου γιατί η τήξη του είναι υψηλότερη και χρειαζόταν μεγαλύτερα καμίνια. Ταυτόχρονα ξεκινά και η παραγωγή μολύβδου και αργότερα αργύρου. Το 1300

π.κ.ε επίσης έγινε η ανακάλυψη/παραγωγή του χάλυβα.

Στο τέλος της Ελληνιστικής Περιόδου είναι ήδη γνωστά, ο χρυσός, άργυρος, χαλκός, σίδηρος, μόλυβδος, κασσίτερος, υδράργυρος και μερικά κράματά τους. Οι Ρωμαίοι λέγεται ότι ξεκίνησαν τον ορείχαλκο, αν και ίσως είναι ελληνοιστική ανακάλυψη.

Στην Ινδία αργότερα γύρω στο 1000 ξεκινάει η παραγωγή ψευδαργύρου.

Από την Αναγέννηση με την παραγωγή ρευστού χυτοσίδηρου, καθιερώθηκε η μεταλλουργία σαν ξεχωριστή επιστήμη

Γ4.1. Χυτοσίδηρος

Είναι μια οικογένεια κραμάτων που εκτός από σίδηρο και άνθρακα (1-7%) περιέχουν και κάποια άλλα υλικά όπως πυρίτιο ή μαγνήσιο και διαμορφώνεται με χύτευση σε κατάλληλο καλούπι. Είναι σημαντικός γιατί από την κατεργασία του προέρχεται ο χάλυβας που είναι ιδιαίτερα σκληρός και ανθεκτικός.

Ο χάλυβας έχει ελάχιστη ποσότητα άνθρακα (1-3%), μεγάλη ανθεκτικότητα και διαμορφώνεται με σφυρηλασία ή έλαση. Αν και υπάρχουν διάφορα είδη και ποιότητες που εξαρτώνται από ανεπιθύμητες προσμίξεις και άλλων στοιχείων, δεν θα μπούμε σε εξειδίκευσή τους. Είπαμε ότι είδος χάλυβα είχε κατασκευαστεί στην

Ινδία και στην Κίνα από τον 6^ο αιώνα π.κ.ε.. Αν και έχουν βρεθεί ατσάλινα όπλα του 1800 π.κ.ε. στην Ανατολία από τους Χεταίους. Υπήρχαν αρκετά εργαστήρια κατασκευής χάλυβα στην Ανατολή, την Κίνα, Ινδία, Ιαπωνία. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν ατσάλινα σπαθιά, προφανώς και οι Βυζαντινοί. Στην εποχή του Μεσαίωνα, γνωστά ήταν τα σαρακηνά σπαθιά, κατασκευασμένα στην Δαμασκό από τους Άραβες. Γνωστά είναι και τα ατσάλινα σπαθιά στην Ιαπωνία.

Η Ρώμη, το Βυζάντιο και η Δύση δεν φαίνονται να εμπλέκονται σοβαρά στην παραγωγή του.

Στην Ευρώπη “ανακαλύφθηκε” η κατασκευή του στην Γαλλία, τον 15^ο αιώνα.

Πληροφορίες:

-Πέτρος Πετρόπουλος, *Μεταλλουργία*, Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα 1997.

-Cast iron - History.

-Χάλυβας.

Γ4.2. Χημεία - Αλχημεία

Η χημεία ξεκίνησε σαν εμπειρική επιστήμη, ως “χυμευτική” με την κατεργασία των μετάλλων, την αρωματοποίηση την βυρσοδεψία, την ζύμωση του οίνου (και της μύρας) και την παρασκευή χρωμάτων από τις πρώτες Εποχές των Μετάλλων. Στην Ελληνιστική Περίοδο έχουμε τις πρώτες επιστημονικές πραγματείες που δυστυχώς χάθηκαν και μόνο υποψίες έχουμε για αυτές κυρίως από ένα κείμενο που σώθηκε του Ζώσιμου του 4^{ου} αιώνα κ.ε. καθώς και ενδείξεις ή ερμηνείες. Για παράδειγμα την κλασική εποχή χρησιμοποιούνται από τους ζωγράφους 4 μόνο χρώματα, ενώ στην ελληνιστική ο αριθμός αυξήθηκε. Ο Βιτρούβιος αποδίδει κάποιες από τις νέες χρωστικές ουσίες στους Αλεξανδρινούς. Υπήρχε έντονη επίδραση από την ατομική θεωρία του Δημόκριτου και εκείνη την εποχή γεννήθηκε και ο όρος χημεία.

Τελευταία βρέθηκαν οι πάπυροι του Λέυντεν και της Στοκχόλμης που ανάγονται στον 3^ο αιώνα κ.ε. για την κατασκευή χρωστικών, χωρίς καμία μαγική αναφορά, που σημαίνει ότι ήταν τα τελευταία ψήγματα πραγματικής χημείας. Σε αυτούς αναφέρονται: η χρήση της λέξης όξους που μάλλον δεν παραπέμπει στο κοινό ξύδι αλλά σε οξέα, αλλά και η αναγραφή σε συγκεκριμένα “μέρη” ως ποσότητες που δείχνει την χρήση ζυγού και επιπλέον την γνώση της αρχής της διατήρησης της μάζας, η οποία μπορεί να συναχθεί επίσης από συγκεκριμένες φράσεις στο *Περί της Φύσεως των Πραγμάτων* ή στο *Δημώννακτος βίος*. Από τον Χρύσιππο (3^{ος} αιώνας π.κ.ε.) έχουμε την πρώτη διάκριση σε ετερογενή υλικά, ομογενή κράματα και χημικά προϊόντα.

Κατά την αυτοκρατορική εποχή έχουμε την ύφεση της πραγματικής χημείας, που μετατρέπεται σε μαγική “επιστήμη”. Το χαρακτηριστικό της είναι η χρήση ελληνικής ορολογίας και φιλοσοφίας, αιγυπτιακής μαγείας και αναφορές στην εβραϊκή και χριστιανική θρησκεία και ο πρώτος γνωστός διδάξας είναι ο Ζώσιμος (χριστιανός με γνωστικές επιρροές) που αναφέρθηκε ήδη. Το κύριο προσδοκώμενο της ήταν πλέον η μεταστοιχείωση για την κατασκευή χρυσού από άλλα μέταλλα.

Η χημεία συνεχίστηκε σαν μαγική επιστήμη στους Άραβες τον 8^ο αιώνα και εκεί πήρε το όνομα αλχημεία, με τον πρώτο που ασχολήθηκε τον Khalid ben Yazid ibn Moaonia που κατά τον μύθο, μυήθηκε από έναν μονοφυσίτη βυζαντινό. Πάνω στην

αλχημεία των Αράβων το 1300 στηρίχθηκε η αλχημεία στην Δύση, αλλά την πρώτη πραγματική χημική πραγματεία την έχουμε τον 17^ο αιώνα

Ειδικά για το Βυζάντιο, μπορούμε με ασφάλεια να πούμε ότι η χημεία ξανάγινε αποκλειστικά εμπειρική τεχνολογία και σε αυτή μάλλον εντάσσεται και η παραγωγή υγρού πυρός. Υπήρχαν βαφείς, δερματοδέψεις, μεταλλουργοί κ.λπ., αλλά δεν υπάρχει καμία σοβαρή μελέτη εκτός από τις γνωστές υπομνήσεις από τους λόγιους του 10^{ου} αιώνα. Κάποια θέματα αλχημείας κυκλοφορούσαν επίσης μέσα σε μαγικές συνταγές. Ο Μιχαήλ Ψελλός προσπάθησε να αποσυνδέσει την αλχημεία από την μαγεία, δεν ξέρουμε όμως τι επιπτώσεις είχε αυτό πρακτικά στο Βυζάντιο, ειδικά μετά την δίωξή του από την Εκκλησία.

Διαβάστε επίσης:

-Ιωάννης Τσαγκάρης, *Οι ρίζες της χημείας: η πρωτοχημεία των αρχαίων Ελλήνων και των Βυζαντινών*.

-Κυριακή Αλυσάβακη, *Η συμβολή της Χημείας στο βυζαντινό κόσμο*.

Γ4.3. Ιππικός εξοπλισμός

Πέταλα, στομίδες, χαλινάρια, σπιρούνια, σέλλες, αναβολείς.

Το παλαιότερο πέταλο αλόγου που έχει βρεθεί ήταν στους Ετρούσκους το 400 π.κ.ε. Υπάρχουν διάσπαρτα ευρήματα σε όλη την Ευρώπη, αλλά η χρήση του γενικεύεται σε όλα τα άλογα, από τον 11^ο έως τον 13^ο αιώνα την εποχή των ιπποτών, δίνοντας ιδιαίτερη ανάπτυξη στα σιδηρουργεία. Στο Βυζάντιο δεν υπήρχε ειδικός πεταλωτής, πέταλα έβαζαν οι κτηνίατροι μόνο σαν θεραπεία σε πληγωμένους ίππους και υπάρχουν σχετικές αναφορές του 14^{ου} αιώνα. Επίσης υπάρχουν και αναφορές για πετάλωμα στους πολεμικούς ίππους. Τα ευρήματα είναι ελάχιστα.

Στην αρχαία Ελλάδα υπήρχαν ξύλινα σπιρούνια. Οι Κέλτες είναι αυτοί που πρωτοχρησιμοποίησαν μεταλλικά, αλλά η χρήση του γενικεύτηκε στην Ευρώπη μετά τον 9^ο αιώνα. Από τον 13^ο αιώνα, εμφανίζονται τα μεταλλικά αγκαθωτά περιστρεφόμενα σπιρούνια μάλλον από την Ρωσία, αλλά διαδίδονται αμέσως και ευρέως στην Δύση, υπάρχουν και σχετικές απεικονίσεις. Στο Βυζάντιο η πρώτη απεικόνιση είναι σε εικόνα του Αγίου Γεωργίου του 1375 στο Λογγανίκο Λακωνίας. Γενικά ο εξοπλισμός αυτός εμφανίστηκε μετά την Φραγκοκρατία στο Βυζάντιο,

για αυτό και τα περισσότερα σχετικά ευρήματα όπως και πέταλα έχουν βρεθεί στο κάστρο Χλεμούτσι.

Οι σέλλες μαρτυρούνται από τον 5^ο αιώνα π.κ.ε. Η βασική εξέλιξη ήταν η υπερυψωμένη σέλλα που βοηθούσε την ισορροπία στις ιππομαχίες.

Οι μεταλλικοί αναβολείς ξεκινούν από τον 5^ο αιώνα κ.ε., από νομαδικά φύλλα της Άπω Ανατολής και περνούν στο Βυζάντιο και από εκεί στην Δύση.

Η θωράκιση του ίππου ήταν γνωστή από την Μέση Ανατολή και την Αίγυπτο στα μέσα της 2ης χιλιετίας π.κ.ε.. Υπήρχε σε περιορισμένη χρήση την ρωμαϊκή εποχή, αλλά το ξαναβλέπουμε στο Βυζάντιο τον 6^ο αιώνα. Ήταν από δέρμα και σπανιότερα από αλυσιδωτές επενδύσεις. Στην Δύση επανέρχεται τον 11^ο αιώνα, και γενικεύεται η μεταλλική θωράκιση. Από το 1338 στην Δύση με την εξέλιξη της μηχανουργίας, έχουμε και τον επίπεδο θώρακα, που καλύπτει το εμπρός και τα πλαϊνά του ίππου.

-Wikipedia Horseshoe History.

-Νικολέττα Πύρρου, *Θεραπευτής και πεταλωτής: νέα στοιχεία για τον Ρωμανό το σκλεποδιώκτη από την μνημειακή ζωγραφική της Κρήτης*, Αθήνα 2013.

-Ελένη Μπαρμπαρίτσα, *Η μαρτυρία των μεταλλικών αντικειμένων από τα κάστρα Χλεμούτσι, Γλαρέντζα και άλλες θέσεις της γράφικης Ηλείας, όψεις από την ζωή των Φράγκων του πριγκιπάτου της Αχαΐας*, Αθήνα 2014.

Γ4.4. Άροτρο

Το άροτρο είναι σύμφυτο με την γεωργία και παραδοσιακά ήταν ξύλινο.

Εδώ αξίζει να αναφερθεί η ανακάλυψη στην Κίνα (Han Dynasty 202 π.κ.ε-220 κ.ε.) του βαριού σιδερένιου αρότρου που έσκαβε σε μεγαλύτερο βάθος. Παρόμοιο βαρύ άροτρο βρέθηκε από ανασκαφές τον 3-4^ο αιώνα, στην Βρετανία, αλλά στην Ευρώπη καθιερώνεται από τον 9^ο αιώνα. γιατί τα εδάφη είναι πιο σκληρά. Το ενδιαφέρον είναι ότι χρειαζόταν περισσότερα ζώα άρα και συνεργασία των αγροτών. Στην χώρα μας, μεταλλικό άροτρο κατασκευάστηκε το 1904.

Γ4.5. Υαλουργία

Φυσικό γυαλί και αργότερα τεχνητό (που παράγεται από άμμο και σόδα) χρησιμοποιήθηκε από πολλούς πολιτισμούς, αλλά η πραγματική του εξέλιξη ξεκίνησε στην ρωμαϊκή Συρία τον 1^ο αιώνα, με την χρήση του φουσητού γυαλιού και μάλιστα σε ειδικά καλούπια. Κατασκευάστηκαν υαλοπίνακες, δοχεία, διακοσμητικά ακόμα και βιτρό (αρκετά από αυτά θα δείτε στο μικρό Αρχαιολογικό Μουσείο των Ισθμίων).

Δημιουργήθηκαν πολλές βιοτεχνίες που είχαν παραρτήματα σε όλη την αυτοκρατορία. Αργότερα έπεσε ύφεση στο επάγγελμα, αλλά η τεχνική ποτέ δεν ξεχάστηκε και σε κάθε πόλη υπήρχαν πάντα σχετικές συντεχνίες για την κατασκευή υάλινων αντικειμένων.

Όπως τυχαία βρέθηκε ότι η πρόσμιξη οξειδίου του ασβεστίου (τρίμματα κοχυλιών), βελτίωσε την ποιότητα του, έτσι άρχισαν να πειραματίζονται και με άλλες ουσίες. Μια δραστήρια συντεχνία κατασκευαστών υάλου της Κωνσταντινούπολης με την ευκαιρία της Πρώτης Άλωσης, μετανάστευσαν ομαδικώς και οικογενειακά στην Βενετία, στα γνωστά νησιά Murano, που υπήρχε ήδη ανεπτυγμένη σχετική βιοτεχνία και εκεί πειραματίστηκαν με προσμίξεις χαλαζιακής άμμου. Το αποτέλεσμα την συνένωσης αυτής, ήταν μια εξαιρετική ανάπτυξη του αντικειμένου, και η δημιουργία του κρυστάλλου, αλλά και η περαιτέρω έρευνα και δημιουργία νέων υλικών που συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

Γ4.6. Γυαλιά οράσεως - Φακοί

Αν και οι **φακοί** ήταν γνωστοί στα γραπτά του Πτολεμαίου και επιβίωσαν στην Ευρώπη μέσα από αραβικές μεταφράσεις που ήρθαν τον 12^ο αιώνα, υπάρχουν στοιχεία για χρήση τους στην πράξη σαν βοήθημα από την ρωμαϊκή εποχή (Νέρων). Η μικροδουλειά πάντως που ήθελαν στην κατασκευή τους οι περίτεχνοι σφραγιδόλιθοι της μυκηναϊκής εποχής, δεν μπορούσε να γίνει χωρίς μεγεθυντικούς φακούς, εκτός αν θεωρήσουμε ότι οι Μυκηναίοι είχαν πολύ καλύτερη όραση από εμάς (Στο Αρχαιολογικό Μουσείο του Ηρακλείου εκθέτονται κάποιοι φακοί από την Εποχή του Χαλκού που προφανώς χρησιμοποιούντο από τους τεχνίτες της εποχής). Το ίδιο συμβαίνει με την Ελληνιστική Περίοδο, που έγιναν και οι πρώτες επιστημονικές πραγματείες οπτικής. Φυσικά επί Βυζαντίου δεν φαίνεται να έχουμε χρήση παρά τον υπομνηματισμό σχετικών κειμένων για

την Οπτική.

Η ανάπτυξη των πρώτων **γυαλιών οράσεως**, έγινε στη Βόρεια Ιταλία από το 1290, ενώ πρεσβυπίας το 1249 (13^{ος} αιώνας).

Στην Κίνα δεν αναφέρονται φακοί και γυαλιά, αλλά χρησιμοποιούσαν γυαλιά ηλίου σε επίπεδες επιφάνειες χαλαζία που κάπνιζαν από τον 12^ο αιώνα.

Το πρώτο μικροσκόπιο και τηλεσκόπιο κατασκευάστηκε γύρω στο 1590-1608 μάλλον από τον Zacharias Janssen και τον Hans Lippershey αντίστοιχα. Η ανακάλυψη αυτή ήταν εξαιρετικής σημασίας τόσο για την εξέλιξη της αστρονομίας όσο και της Βιολογίας.

Γ4.7. Φάροι

Φάρος σήμερα είναι μια οπτική ή ηλεκτρομαγνητική κατασκευή που αναβοσβήνει με έντονη “λάμψη” ή περιστρέφεται, με συγκεκριμένο ρυθμό, γνωστό στους αποδέκτες του, συνήθως στα πλοία και στα αεροπλάνα. Ο “φάρος” ήταν το όνομα του νησιού που είχε κτιστεί ο πρώτος κατασκευασμένος για αυτή τη δουλειά φάρος στον κόσμο, ύψους 95 μέτρων. Σύμφωνα με τον Ιώσηπο ο πρώτος αυτός φάρος ήταν ορατός σε απόσταση 300 σταδίων ή 48 χιλιομέτρων, που εύκολα με ένα horizon calculator θα διαπιστώσετε ότι πρέπει να είστε σε ένα κατάρτι ύψους 12 μέτρων για να το δείτε σε αυτή την απόσταση, εκτός αν φαίνεται η ανταύγεια του στην ατμόσφαιρα, όπως γίνεται με τις σύγχρονες μεγαλουπόλεις. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να είχε κάποιο οπτικό ή κατοπτρικό σύστημα για να ενισχύει την λάμψη (ο άραβας που αναφέρει την κατασκευή του πριν καταστραφεί από σεισμό, αναφέρει την ύπαρξη κατόπτρου, που το δικαιολόγησε ότι ήταν για να δουλεύει την ημέρα!), μόνο που η γνώση μας τόσο για το καύσιμο όσο και τον μηχανισμό του είναι μηδενική. Πάντως, για να το βάλει κάποιος στα 7 θαύματα του κόσμου, σημαίνει ότι ήταν εντυπωσιακός και η τεχνολογία του προφανώς ενδιαφέρουσα.

Πριν από αυτόν, ο Ηρόδοτος αναφέρει για έναν απλό πύργο που έκανε ο Ξέρξης σε έναν ύφαλο μεταξύ Πηλίου και Σκιάθου που χάθηκαν πολλά πλοία του, σαν σημάδι για να αποφύγουν την συντριβή.

Φάροι απομιμήσεις έγιναν αργότερα και σε άλλες πόλεις ακόμα και στην Κωνσταντινούπολη, αλλά δεν αναφέρεται να έχουν τεχνολογική σχέση. Έγιναν

προσπάθειες κατασκευής φάρων τον 12^ο αιώνα (Γένοβα), αλλά ήταν και αυτοί προσπάθειες απομίμησης, στους οποίους άναβαν μια φωτιά με ξύλα όλοι την νύκτα. Μια μέθοδος που ανέπτυξαν και οι πειρατές για να παρασύρουν τα πλοία στα βράχια. Πραγματικοί φάροι κατασκευάστηκαν τέλος του 17^{ου} αιώνα.

Πληροφορίες: Ιστορία του γιαλιού.

Γ4.8. Άμαξα - Μεταφορές

Το βασικό πεδίο μεταφορών από τους πρώτους πολιτισμούς ήταν τα πλοία, τα ποτάμια και η θάλασσα και αναφέρεται κυρίως σε μεταφορά αγαθών κυρίως για εμπόριο. Η μεταφορά ανθρώπων γινόταν με τα πόδια ή αν υπήρχε οικονομική άνεση με άλογα ή και σαν φορτίο ή δίπλα στο πλήρωμα, σε πλοία· δεν υπήρχε τότε η έννοια του επιβατηγού πλοίου. Η χρήση αμαξών προέρχεται από την ανακάλυψη του τροχού και γνωστή σε όλους σχεδόν τους πολιτισμούς (Με εξαίρεση τους πολιτισμούς της Αμερικής) κυρίως σαν άρματα για πολεμικούς σκοπούς. Ήταν φυσικά εν χρήσει στην Κίνα, την Ρώμη και το Βυζάντιο, αλλά ελλείπει καλού οδικού δικτύου δεν ήταν εύκολη και διαδεδομένη και μάλλον ήταν σε χρήση σε κάποιες βασικές αρτηρίες που υπήρχαν καλοί δρόμοι, σε τοπικές διαδρομές ή για πολεμικούς σκοπούς. Την Ρωμαϊκή Εποχή έχουμε και την βελτίωση της ανάρτησης με σχοινιά ή αλυσίδες και αργότερα δερμάτινα λουριά. Αντίθετα στον Μεσαίωνα βλέπουμε διαδεδομένη την ύπαρξη χειραμαξών, δηλαδή φορητών καθισμάτων πολυτελείας, που μεταφέρονται στα χέρια από δούλους ή υπηρέτες, όπως στην φωτογραφία της ανάρτησης στην κορυφή του κειμένου. Στις ελάχιστες άμαξες που κυκλοφορούσαν, την χρήση την έκαναν αριστοκράτες, αξιωματούχοι και κληρικοί και το ταξίδι πρέπει να ήταν ιδιαίτερα κουραστικό. Τον 15^ο αιώνα στην κατασκευή διακρίνονται οι Ούγγροι με ελαφρύ αμάξωμα που χρειάζεται μόνο ένα άλογο για την κίνησή του.

Τον 16^ο αιώνα, στην Ιταλία κατασκευάζονται ιδιαίτερα περίτεχνες και πολυτελείς άμαξες, με πόρτες, κουρτίνες και σκαλοπάτια, αλλά από πλευράς οδικής συμπεριφοράς δεν υπήρχε βελτίωση. Αργότερα προστέθηκε η δυνατότητα οι μπροστινοί τροχοί να μπορούν να στρίψουν ελαφρώς, δίνοντας μια κάποια ευελιξία σε ελιγμούς. Τον 17^ο αιώνα, στην Γαλλία έχουμε ειδικές άμαξες για πυρόσβεση ή σκουπιδιάρες και γίνεται και η βελτίωση των αναρτήσεων με ελατήρια και αργότερα με ελάσματα (σούστες). Η πρώτη χρήση επιβατηγού οχήματος ήταν τον

17^ο αιώνα στην Ευρώπη, όταν καθιερώθηκαν οι ταχυδρομικές άμαξες, στις οποίες, όταν περίσσευε χώρος, μπορούσαν να πάρουν και ελάχιστους επιβάτες και εκείνη την εποχή έχουμε και τις τελείως κλειστές άμαξες με την προσθήκη τζαμιών για φωτισμό. Η χρήση των αμαξών περιορίστηκε με την εμφάνιση του σιδηροδρόμου, αλλά πολλές από τις καινοτομίες που ενσωμάτωσε, χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή των πρώτων αυτοκινήτων.

Η πρώτη ατμομηχανή (ατμοσφαιρική) κατασκευάστηκε το 1690, αλλά ήταν ιδιαίτερα ατελής, ακολούθησαν πολλές προσπάθειες βελτίωσης και η καθοριστική ήταν του James Watt. Αυτό πέρα από την ώθηση στην βιομηχανία και την εξόρυξη, πέρα από την ώθηση στην επιστήμη ειδικά με την θερμοδυναμική, ήταν καθοριστικό για την κατασκευή του σιδηροδρόμου και αργότερα για την κατασκευή μηχανών εσωτερικής καύσης βενζίνης και το αυτοκίνητο.

Γ5. Πολεμική τεχνολογία

Γ5.1. Υγρόν πυρ

Ένας εμπρηστικός μηχανισμός και υλικό το οποίο χρησιμοποιόταν σε μορφή φλογοβόλου ή μικρής χειρόβομβας (περίπου όπως οι βόμβες μολότοφ). Το χαρακτηριστικό του ήταν ότι έκαιγε ακόμα και στο νερό. Εφευρέθηκε τον 7^ο αιώνα, από άγνωστο εφευρέτη και ήταν αυτό που βοήθησε στην μακροημέρευση του Βυζαντίου μέχρι τον 12^ο αιώνα. Αν και φαίνεται η πιο εντυπωσιακή τεχνολογική καινοτομία του Βυζαντίου, δεν μας βοήθησε καθόλου στην γνώση και δεν είχε και συνέχεια. Η τελευταία αναφορά για χρήση του είναι τον 12^ο αιώνα.

Πέρα από το μυστικό της χρήσης, είχε την απαραίτητη προϋπόθεση να πλησιάσει το πυρφόρο σκάφος τους στόχους του σχετικά κοντά, και να υπάρχει επίσης νηνεμία. Ίσως να έπαιξε ρόλο ότι οι Άραβες με τον καιρό, χρησιμοποιούσαν αντίμετρα όπως αυξάνοντας την απόσταση από τα πυρφόρα σκάφη και καλύπτοντας τα πλοία με εμποτισμένα υφάσματα σε ούρα ή ξύδι. Λόγω της υπερβολικής μυστικότητας ούτε ξέρουμε πως δούλευε, ούτε από που προήλθε. Φυσικά δεν έδωσε καμία συνέχεια και χάθηκε στην λήθη χωρίς να προσφέρει τίποτα νέο στην τεχνολογία και την γνώση.

Γ5.2. Πυρίτιδα

Η πυρίτιδα ήταν κινεζικής προέλευσης ίσως των πρώτων αιώνων, που την χρησιμοποιούσαν ως εκρηκτικό για ανατινάξεις, και προωθητικό για πυροτεχνήματα αν και γρήγορα κατανοήθηκε η χρήση της για πολεμικούς σκοπούς. Στην αρχή με τόξα σαν βόμβα ή με την χρήση μπαμπού, αλλά σύντομα με μεταλλικά όπλα για πυροδότηση ή με μορφή πυραύλου. Το πρώτο μεταλλικό όπλο φαίνεται τον 12^ο αιώνα. Τον 13^ο αιώνα, ο Roger Bacon πρωτο-αναφέρει την χρήση της στην Δύση. Χρησιμοποιείται από Κινέζους και Μογγόλους και αργότερα Ινδούς. Το 1344 κατασκευάζεται στην Ευρώπη το πρώτο ξύλινο κανόνι, το 1364 το πρώτο οπισθογεμές, ενώ το 1374 χρησιμοποιείται πρώτη φορά στην Ευρώπη σε πολιορκία και τον επόμενο αιώνα θα επεκταθεί σε κάθε σύγκρουση.

Το Βυζάντιο είχε μηδαμινή εμπλοκή με αυτήν στο τέλος της Ύστερης Εποχής και κυρίως με την αντιμετώπιση των κανονιών του Πορθητή.

-History of gunpowder.

-timeline of the gunpowder age.

Γ5.3. Πανοπλία

Η πρώτη γνωστή πανοπλία είναι η μυκηναϊκή των δενδρών. Από το Βυζάντιο έχουμε μία πανοπλία γύρω στον 14^ο αιώνα, που μπορείτε να δείτε στο Βυζαντινό Μουσείο.

Εξέλιξη της πανοπλίας σε πλήρη στολή, έχουμε τον Μεσαίωνα στην Δύση με την χρήση υδραυλικών σφυρών για την ευκολότερη κατασκευή και διαμόρφωση επίπεδων θωράκων ή άλλων τμημάτων και με τους ιππότες της Δύσης που επηρέασε και το Βυζάντιο στην Ύστερη Φάση του, όπως και η πανοπλία που αναφέρθηκε. Κάτι παρόμοιο είδαμε και στην θωράκιση των ίππων. Εντυπωσιακή ανάπτυξη είχε και από τους σαμουράι της Ιαπωνίας.

Διαβάστε επίσης: Wikipedia - Armour.

Γ5.4. Βαλλίστρα

Το τόξο είναι εφεύρεση των Αιγυπτίων από την τρίτη χιλιετία π.κ.ε. αλλά η βαλλίστρα είναι εφεύρεση της Κίνας. Ξέρουμε ότι ήταν γνωστή σποραδικά στην

Δύση τον Μεσαίωνα. Στο Βυζάντιο εμφανίζεται (“από τους βαρβάρους”) ένα παρόμοιο βαρύ όπλο τον 11^ο αιώνα που ονομάζεται “τζάγκρας”.

Γ5.5. Πολεμικές μηχανές

Ο πρώτος καταπέλτης που πετούσε βέλη, χρησιμοποιήθηκε το 340 π.κ.ε., από τον Φίλιππο Β' στην πολιορκία της Περίνθου. Ο πρώτος που πετούσε πέτρες, χρησιμοποιήθηκε από τον Αλέξανδρο στην πολιορκία της Τύρου (332 π.κ.ε.). Οι Αλεξανδρινοί μηχανικοί βελτίωσαν την δύναμή τους· βρέθηκαν βλήματα 66 κιλών και η εμβέλεια των μηχανών έφθανε στα 300 μέτρα. Δεν έχουμε πληροφορίες από πολιορκίες που έκαναν οι Πτολεμαίοι, αλλά στα σχέδια του Κτησίβιου περιλαμβάνεται και καταπέλτης με πεπιεσμένο αέρα, όπως και επαναληπτικά όπλα (Παρόμοια κατασκευάστηκαν πολύ αργότερα από τους Κινέζους). Τα σχέδια των καταπελτών που διατηρήθηκαν ήταν του Φίλωνος του Βυζαντίου (αρχή 2^{ου} αιώνα π.κ.ε.) και φαίνεται ότι κατασκευάστηκαν κάτω από έντονο πειραματισμό και επιστημονικό ενδιαφέρον.

Οι Ρωμαίοι και οι Βυζαντινοί ακολούθησαν την εμπειρική κατασκευή των καταπελτών έλξης που ήταν σε χρήση μέχρι τον 11^ο αιώνα, αλλά οι κατασκευές ήταν εμπειρικές και το βεληνεκές, σχετικά μικρό. Τότε κατά την διάρκεια των σταυροφοριών και των αραβο - βυζαντινών μαχών, εμφανίστηκε και στους δύο στρατούς, ο καταπέλτης με αντίβαρο, που πέρασε και στην Κίνα και που γενικεύτηκε η χρήση του τον 13^ο αιώνα. Η χρήση του σταμάτησε σταδιακά από τον 15^ο αιώνα, όταν εμφανίστηκε η πυρίτιδα. Αξίζει να δείτε το βεληνεκές των καταπελτών στην wiki, να το συγκρίνεται με την ρωμαϊκή εποχή, και εκεί να αναρωτηθείτε, αν η ρωμαϊκή είναι στην ουσία η ελληνιστική. Όπως και να έχει, η διαφορά του βεληνεκούς κάτι δείχνει για την τεχνολογία της κάθε εποχής. Σημειώστε ότι ο “Counterweight trebuchet” που είναι ο καταπέλτης με αντίβαρο, ήταν ο τεχνολογικά πιο ανεπτυγμένος από τον 12^ο αιώνα και μετά.

Γ6. Επικοινωνίες

Γ6.1. Ταχυδρομικά περιστέρια

Υπάρχουν μία δύο σκόρπιες αναφορές στην αρχαία ελληνική γραμματεία για χρήση

στην Κλασική Εποχή. Γενικά θεωρείται ότι η πρώτη οργανωμένη χρήση έγινε στην Σουμερία το 200 π.κ.ε., και εξελίχθηκαν από τους Πέρσες και τους Αββασίδες. Υπάρχει επίσης αναφορά για περιορισμένη χρήση των Ρωμαίων. Οι Σταυροφόροι έφεραν την μόδα στην Ευρώπη, αλλά πάντα ήταν σε περιορισμένη κλίμακα.

Γ6.2. Οπτικά σήματα

Ήταν γνωστή διαδικασία επικοινωνίας ήδη από την εποχή του Αγαμέμνονα και ακόμα παλαιότερα στην μινωική Κρήτη. Περιελάμβανε τη μετάδοση από μια κορφή βουνού σε άλλη, μιας ή δύο το πολύ σημαντικών πληροφοριών, με το άναμμα φωτιάς που θα ήταν ορατή σε απόσταση την νύκτα, ή πυκνού καπνού που θα ήταν ορατή την ημέρα. Στο Βυζάντιο αναφέρονται σαν “καμινοβιγλες”. Για την αναμετάδοση αυτών των σημάτων, υπήρχαν ειδικές κατασκευές-πύργοι, όπου έμενε η φρουρά που προετοιμάζε τα υλικά και την διαδικασία και που παρατηρούσε με βάρδιες τους άλλους σταθμούς. Ο πύργος αυτός έδινε ύψος και ταυτόχρονα ήταν ένα γνωστό και σταθερό σημείο, η φρουκτωρία. Είδαμε ότι παρόμοιο σύστημα ήταν και οι “φάροι” της αρχαίας εποχής, όπως και οι φωτιές που άναβαν στις ακτές οι πειρατές για να εξοκείλουν τα πλοία. Η πληροφορία ήταν μάλλον μία, άντε το πολύ δύο και συνήθως σήμαινε απειλή από εισβολή, ή νίκη σε εκστρατεία. Παρόμοιο σύστημα με καπνό μόνο, είχαν αναπτύξει και οι ιθαγενείς της Αμερικής την εποχή των Εξερευνήσεων.

Μια αξιόλογη αναβάθμιση αναφέρεται στον Αινεία τον Τακτικό (*Πολιορκητικά*) και το διασώζει ο Πολύβιος και ίσως να χρησιμοποιήθηκε από τον στρατό του Μ. Αλεξάνδρου. Με ένα σύστημα συγχρονισμού με την βοήθεια υδραυλικού χρονομέτρου, ανάλογα με το ύψος του νερού που έμεινε όταν σταματούσε ο συγχρονισμός, αντιστοιχούσε σε μία διαφορετική πληροφορία. Το σύστημα αυτό δούλευε προφανώς καλά σε απευθείας επαφή ή σε ένα ακόμη βήμα. Για να μεταδοθεί από εκεί και πέρα θα ήταν δύσκολος ο συγχρονισμός πολλών σταθμών αναμετάδοσης σε τόσο λίγο χρόνο, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν μπορεί να είχε βρεθεί κάποια λύση, ίσως με την ίδια διαδικασία, πολλές φορές. Ο συγχρονισμός προετοιμαζόταν με το άναμμα του πυρσού και όταν άναβαν και οι δύο πλευρές, τότε έσβηναν τους πυρσούς και μέτραγε ο χρόνος, μέχρι να ξανανάψει ο εκπομπός.

Στο Βυζάντιο έχουμε μια εξέλιξη ως προς την απόσταση, τον 9^ο αιώνα (θεωρείται ότι ο Λέων ο Φιλόσοφος το ανέπτυξε), χρησιμοποιώντας το πιθανότερο 2

υδραυλικά ρολόγια για να γνωρίζουν την ώρα την νύκτα, που είχε την δυνατότητα για 11 πληροφορίες, αλλά μπορούσε να περιλαμβάνει αλυσίδα σταθμών αναμεταβίβασης, ενώ τα ρολόγια ήταν απαραίτητα μόνο στους δύο ακραίους σταθμούς και έπρεπε να είναι συγχρονισμένα, χωρίς να γνωρίζουμε πως (το λογικότερο είναι με την Δύση, αν και θα υπήρχε μια μικρή διαφορά). Το τελικό σύστημα περιελάμβανε 7 σταθμούς αναμετάδοσης που μετέδιδαν από μία έως 11 ώρες το πολύ, πάντα την νύκτα, ένα μήνυμα από την Ταρσό της Κιλικίας στην Κωνσταντινούπολη (9 αναμεταδώσεις), με μακρινότερη απόσταση ανάμεσα σε δύο σταθμούς, τα 160 χλμ. και συνολική απόσταση τα 670 χλμ. Η χρήση της ήταν κυρίως σε σχέση με την δράση των Αράβων, και η ώρα μετάδοσης, ήταν αυτή που χαρακτήριζε το συγκεκριμένο μήνυμα. Το σύστημα αυτό δούλεψε στην πραγματικότητα για λίγα χρόνια, γιατί γύρω στο 900, η Ταρσός και το σχετικό άκρο (Λούλον) πέρασε στα χέρια των Αράβων και καταστράφηκε. Κατά τους χρονογράφους της εποχής το σύστημα υπέσκαψε ήδη νωρίτερα ο Μιχαήλ ο Γ', για να μην τον ενοχλούν με τα μηνύματα όταν ιπποδρομούσε. Μαρτυρείται επίσης η χρήση αντίστοιχου απλού μάλλον συστήματος στα Ακριτικά Έπη.

Σημαντικός αριθμός κτισμάτων υπάρχει στα νησιά του Αιγαίου, δεν ξέρουμε αν η χρήση τους ξεκίνησε επί Βυζαντίου ή Φραγκοκρατίας και δεν είναι απαραίτητα όλα φρουκτωρίες.

Ο Πολύβιος αναγράφει και ένα άλλο σύστημα (πυρσεία) που εφεύραν οι Κλεόξενος και Δημόκλειτος (5^{ος} αιώνα π.κ.ε.), που είναι πραγματικός οπτικός τηλεγράφος και μπορεί να μεταδώσει πραγματικό πρότυπο μήνυμα. Περιλαμβάνει δύο συστοιχίες από πέντε πυρσούς η κάθε μία, σε απόσταση μεταξύ τους ώστε να παρατηρούνται από δύο διαφορετικές διόπτρες. Το πόσοι από τους 5 θα άναβαν στην κάθε μία ήταν διαφορετικό για κάθε γράμμα. Σε ένα matrix 5 x 5 κάθε τετράγωνο αντιστοιχεί σε ένα γράμμα της αλφαβήτου και έτσι σταδιακά μπορεί να μεταφερθεί ένα λακωνικό μήνυμα σε κάποια λογική ώρα. Είναι λογικό ότι η απόσταση μετάδοσης για να φαίνονται όλοι οι πυρσοί και να καταλαβαίνει κάποιος πόσοι είναι αναμμένοι και πόσοι σβηστοί, είναι μικρή σχετικά, κάτω από 30 χιλιόμετρα. Παρόμοιο σύστημα φαίνεται να χρησιμοποιούσε ο Διονύσιος ο Πρεσβύτερος (τύραννος Συρακουσών), επίσης σύμφωνα με τον Σέξτο Ιούλιο Αφρικανό, το χρησιμοποιούσαν οι Ρωμαίοι κάνοντας του κάποιες αναβαθμίσεις στην Ιουδαία (matrix 3 x 8), αλλά η εμβέλεια μειώνεται στα 10 χιλιόμετρα για απόσταση 10 μ. μεταξύ των πύργων. Υπάρχει και αναπαράσταση ενός τέτοιου σταθμού στην στήλη του Τραϊανού στην Ρώμη με τρεις πύργους που αναβόσβηναν

τον αντίστοιχο πυρσό μέχρι 8 φορές για κάθε γράμμα. Αντίστοιχα συστήματα ενημέρωσης υπήρχαν και στους Άραβες αλλά δεν ξέρουμε τις δυνατότητες τους.

Γ6.3. Άλλα συστήματα επικοινωνίας

Στην Ναυμαχία της Σαλαμίνας μαρτυρείται η επικοινωνία των πλοίων με διαφορετικές χρωματιστές σημαίες, που θα δούμε επίσης στους ευρωπαϊκούς στόλους στην νεότερη εποχή.

Ενδιαφέρον έχει και το ακουστικό κέρας που χρησιμοποιούσε ο στρατός του Μεγάλου Αλεξάνδρου, μέσω του οποίου δινόταν εντολές στο στράτευμα. Παρόμοια συστήματα εμφανίστηκαν αργότερα με την εξέλιξη της μουσικής, στις τρομπέτες, στους τακτικούς στρατούς της Δύσης. Φαίνεται να υπήρχαν και στον βυζαντινό στρατό τρομπέτες όπως και τύμπανα.

Γ6.4. Κρυπτογράφηση

Η τεχνική απόκρυψης ενός μηνύματος στην περίπτωση που αυτό πέσει σε λάθος χέρια, αλλά με την δυνατότητα ο σωστός αποδέκτης να μπορεί να το διαβάσει με κάποια μέθοδο. Είναι κάτι που απασχόλησε συχνά τους αρχαίους πολιτισμούς.

Τα πρώτα σχετικά κείμενα που έχουμε είναι του 1900 π.κ.ε. στην Αίγυπτο και το 1500 π.κ.ε. στην Μεσοποταμία. Στην αρχαία Ελλάδα έχουμε πολλά κείμενα που περιγράφουν τέτοιες έξυπνες προσπάθειες. Η πρώτη μέθοδος στεγανογραφίας (της ενσωμάτωσης του κειμένου κρυμμένου σε κάτι άλλο φανερό), την χρησιμοποίησαν οι αρχαίοι Σπαρτιάτες. Επίσης χρησιμοποιούσαν την σπαρτιατική σκυτάλη, γύρω από την οποία τυλιγόταν μία λωρίδα ακατάληπτου κειμένου, που μετά το τύλιγμα φαινόταν το κείμενο όπως έπρεπε.

Οι Ρωμαίοι ασχολήθηκαν με την αντιμετάθεση χαρακτήρων, μια απλή κρυπτογράφηση, φτάνει να γνωρίζεις σε πόσους χαρακτήρες διαφορά είναι το κλειδί. Το πρώτο βιβλίο που λέγεται ότι αναφέρει τέτοιες και άλλες μεθόδους που χρησιμοποίησε κυρίως ο Ιούλιος Καίσαρας, αποδίδεται στον Marcus Valerius Probus.

Στην Ινδία τον 4^ο αιώνα, το *Kama Sutra* αναφέρει δύο διαφορετικούς τρόπους κρυπτογράφησης κειμένων, αντιμεταθέτοντας τα σύμφωνα με φωνήεντα ή με αντιμετάθεση των γραμμάτων με βάση ένα τυχαίο αλφάβητο.

Στην Περσία (Σασσανίδες, 3-7^{ος} αιώνα) χρησιμοποιούσαν ένα κώδικα για την βασιλική αλληλογραφία και έναν άλλο για επικοινωνία με πράκτορες σε άλλες χώρες.

Οι Άραβες είναι αυτοί που προχώρησαν το θέμα της κρυπτογράφησης και αποκρυπτογράφησης με μεθόδους που χρησιμοποιούνται μέχρι πρόσφατα. Το πρώτο βιβλίο που υπάρχει και αναφέρεται σε τέτοια συστήματα είναι του Al-Khalil. Σε αυτό για πρώτη φορά αναφέρονται τεχνικές ανάλυσης της συχνότητας εμφάνισης χαρακτήρων στο κείμενο, με αντιστοίχιση της συχνότητας των γραμμάτων στο πραγματικό αλφάβητο, που είναι το πρώτο και ουσιαστικό βήμα για την αποκρυπτογράφηση των κωδικοποιήσεων αντιμετάθεσης και που την κάνει τελικά εφικτή. Το πρόβλημα αυτό λύθηκε από τον Αιγύπτιο Al-Qalqashandi με την κρυπτογράφηση με χρήση μεταβλητού αλφαβήτου (πολυαλφαβητική υποκατάσταση - **Vigenere**), αυτό που θα λέγαμε σήμερα: μεγαλώνει το κλειδί της αποκρυπτογράφησης, που κάνει την ανάλυση συχνότητας πολύ δύσκολη. Επόμενη στάση, ο Ιταλός Leon Battista Alberti αρχές του 15^{ου} αιώνα, με μια μικρή σχετική πραγματεία (από αυτόν είναι γνωστός στην Δύση ο κώδικας Vigenere) και μία κατασκευή, έναν τροχό που βοηθάει στην εύκολη κρυπτογράφηση και αποκρυπτογράφηση μεταβλητού κλειδιού. Να σημειωθεί εδώ η αντίθεση της Εκκλησίας με σχετικές έρευνες και δημοσιεύσεις για την σχέση τους με μαγεία. Ακολουθούν ενδιαφέρουσες δημοσιεύσεις και κατασκευές κρυπτοσυσκευών στην Δύση μέχρι τον 20^ο αιώνα, που γίνονται απαραίτητες αφού με την χρήση ασυρμάτων μεθόδων που έχουν διαδοθεί, τα μηνύματα υποκλέπτονται εύκολα. Από τα μέσα του 20^{ου} αιώνα, αναλαμβάνουν οι υπολογιστές και η μαθηματική ανάλυση σε αντίθεση με την χρήση της γλωσσικής δομής.

Σημαντική ήταν η χρήση της συσκευής Enigma από τους Γερμανούς και η αποκρυπτογράφησή της από τους Εγγλέζους, που βοήθησε χαρακτηριστικά την έκβαση του 2^{ου} Π.Π. Ενδιαφέρον έχει και η αποκρυπτογράφηση αρχαίων γλωσσών όπως τα αιγυπτιακά ιερογλυφικά, η σφηνοειδής και η γραμμική Β', που έγινε εφαρμόζοντας τις δυνατότητες από την εξέλιξη της κρυπτανάλυσης από ειδικούς γλωσσολόγους.

Το Βυζάντιο δεν είχε σχέση με αυτή την εξέλιξη. Χρησιμοποιούσαν από κάποιους μοναχούς απλά συστήματα αντιμετάθεσης μιας θέσης, συνήθως για να κωδικοποιούν στα χειρόγραφα το όνομά τους, να μην φαίνονται μεν, αλλά οι

περισσότεροι ήξεραν να το διαβάσουν, αφού κάθε γράμμα αντιπροσώπευε το αμέσως επόμενο στο αλφάβητο.

Επίλογος

Είδαμε μέσα στην εξέλιξη της τεχνολογίας, ποια και πόση ήταν η σχέση και η εμπλοκή του Βυζαντίου, ώστε η συμμετοχή του σε αυτήν να μπει σε πιο ορθολογική βάση.

Η ίδια η τεχνολογία, από την αυτοκρατορική εποχή έπεσε σε ύφεση. Ο Μεσαίωνας την αποδυνάμωσε ακόμα περισσότερο. Υπήρχαν όμως τομείς που το ανθρώπινο πνεύμα εξ ανάγκης, μπόρεσε να προχωρήσει και να έχουμε κάποια στοιχειώδη εξέλιξη, ώστε να δομηθεί μια κατάσταση πριν ακόμα την Αναγέννηση. Από τον Ύστερο Μεσαίωνα με την φιλοσοφική αναγέννηση που έγινε στην Δύση, άρχισε η τεχνολογία πάλι την ανοδική πορεία που σταμάτησε μετά από την Ελληνιστική Εποχή.

Η Ρώμη ανέπτυξε ιδιαίτερα το γυαλί, το τσιμέντο, τα κτίσματα και τα υδραγωγεία, όλες οι υπόλοιπες τεχνολογίες πέφτουν σε ύφεση ή ξαναγίνονται εμπειρικές. Το Βυζάντιο όχι μόνο ακολούθησε αυτή την φθίνουσα πορεία, αλλά λόγω της επιβολής του Χριστιανισμού έβαλε επιπλέον έμμεσα εμπόδια στην έρευνα όπως θα δούμε στην δημοσίευση για την παιδεία και αυτό φαίνεται και από την αναιμική σχέση του με την γνώση και κατ' επέκταση με την τεχνολογία.

Το Βυζάντιο ξεκίνησε με τις καλύτερες προοπτικές από όλους τους γείτονες του. Είχε στην διάθεσή του μεγάλη ποσότητα των κειμένων της αρχαίας ελληνικής γραμματείας, πολύ πλούτο και δύναμη και επιπλέον την τεράστια παράδοση της Ελληνιστικής Εποχής έστω και σε πτώση. Υπήρξε ένα αξιοσημείωτο ενδιαφέρον στην περίοδο της “Μακεδονικής Αναγέννησης” χωρίς συνέχεια. Δεν κατάφερε τελικά να δημιουργήσει σοβαρή βάση και συνέχεια σε πολλά θέματα, κάποια άλλα δεν κατάφερε καν να τα αξιοποιήσει και το μόνο θετικό, είναι ότι μπόλιασε με κάτι από την παλαιά γνώση τους γείτονές του, αφήνοντας σε αυτούς τις εξελίξεις. Έδειξε επιπλέον ότι ήταν το λιγότερο ανοικτό στο διαφορετικό και καινοτόμο από τους γείτονές τους, το πλέον μονολιθικό. Οι ελάχιστες εξαιρέσεις που εμφανίζονται, επιβεβαιώνουν τον κανόνα αυτό και γενικά δεν έχουν συνέχεια.

Αυτοί που αξιοποίησαν τις γνώσεις που βρήκαν, ήταν οι γείτονες παρόλο που

ξεκίνησαν από πολύ πιο χαμηλά, αρχικά οι Πέρσες και οι Ινδοί και μετά οι Άραβες και από αυτούς ένα πλήθος πληροφοριών και τεχνολογιών πέρασαν στην Δύση, που από τον 10^ο αιώνα και μετά, παράλληλα με την Αναγέννηση της φιλοσοφίας στον Ύστερο Μεσαίωνα και αργότερα και της Τέχνης, τις προσέλαβε σαν σφουγγάρι, τις αξιοποίησε και τις επέκτεινε. Από την ίδια αυτή εποχή το Βυζάντιο πλέον χρεώνεται μάλλον με απάθεια στις τεχνολογικές εξελίξεις τουλάχιστον σε σχέση με τους υπόλοιπους Ευρωπαίους και καταντά σταδιακά ουραγός των εξελίξεων.

Ειδικά για το Βυζάντιο και σαν διάκριση σε σχέση με τους γείτονες, έχουμε την τεχνολογία γυαλιού (συνέχεια της ρωμαϊκής) που κατάφερε όμως να εξελιχθεί πραγματικά, όταν κάποιοι τεχνίτες του πήγαν στην Δύση, το υγρόν πυρ που ήταν εμπειρική ανακάλυψη που δεν κράτησε πολύ. Τέλος, στην Ύστερη φάση, η φαρμακολογία που πράγματι έδωσε κάποιους καρπούς στην Δύση και η αστρονομία στο τέλος του, εισαγόμενη και αυτή, χωρίς να φαίνεται ότι επηρέασε τις ευρύτερες εξελίξεις. Στους υπόλοιπους τομείς ήταν ή στον μέσο όρο των υπολοίπων ακόμα και κάτω από αυτόν και απλός διακομιστής γνώσης που το ίδιο δεν μπόρεσε να εξελίξει.

Γιατί η Αναγέννηση έγινε στην Δύση

Λίστα δημοσιεύσεων

Η φιλοσοφική σκέψη στον Δυτικό Μεσαίωνα

Η Χαρτογραφία μέχρι το 1492

Η Τεχνολογία και το Βυζάντιο

Η Παιδεία στο Βυζάντιο, Μιχαήλ Ψελλός, Ιωάννης Ιταλός, Νικηφόρος Γρηγοράς και το εκκλησιαστικό κατεστημένο

Γνώμες των χριστιανών Πατέρων για την ελληνική παιδεία και τους αρχαίους Έλληνες σοφούς - Η δυσφήμιση των Ελλήνων από την Ορθοδοξία

Φιλίστωρ

Βιβλιογραφία



Lucio Russo, *Η Λησμονημένη Επανάσταση - Πως η Επιστήμη γεννήθηκε το 300 π.Χ. και γιατί έπρεπε να ξαναγεννηθεί*, μτφρ. Κούλα Καφερτζή, επ. Νίκος Παπακωνσταντίνου, επιστ. επιμ. Στράτος Θεοδοσίου, Δίαυλος, Αθήνα 2006. Μπορείτε να το διαβάσετε στα αγγλικά και εδώ.

Χάρης Μιχ. **Κουτελάκης**, *Αιγαίο και Χάρτες με ανατρεπτική ματιά*, Ερίννη, Αθήνα, 2008.

Ελένη **Ανδριοπούλου**, *Η εξέλιξη των τεχνικών μηχανημάτων από την Αρχαία Εποχή μέχρι την Βιομηχανική Επανάσταση*, Δ.Ε.

Μάριος Σίμψας, το Βυζαντινό Ναυτικό.

Άλλες πηγές

Χρήστος Δ.**Λάζος**, **Τηλεπικοινωνίες των Αρχαίων Ελλήνων**, Αίολος, Αθήνα 1997.

Τατάκης Β.Ν., *Η Βυζαντινή Φιλοσοφία*, μετ. Εύα Καλπουρτζή, Εταιρεία Σπουδών, Αθήνα 1977.

Ιωάννης Λαζ. **Παρκοσίδης**, *Ιστορία των οργάνων Ναυσιπλοΐας, στο Η Συμβολή της Ιστορίας των Επιστημονικών Οργάνων Ναυσιπλοΐας και Χαρτογραφίας στην διαθεματική διδασκαλία της έννοιας του χώρου*, Αθήνα 2007.

Wikipedia - Ιστορία της Τεχνολογίας.

History of science and technology in China

Άραβες και Βυζάντιο, πόλεμος και ειρήνη. Μια ιστορία αγάπης - μίσους αλλά και πολιτιστικών ανταλλαγών

ΝΟΗΣΙΣ, Έκθεση για την Αρχαία Ελληνική Τεχνολογία

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ. *Η Τεχνολογία διαμέσου των Αιώνων σε διαφάνειες*

Μουσείο Αρχαίας Ελληνικής Τεχνολογίας Κώστα Κοτσανά, *Το ρολόι - ξυπνητήρι του Πλάτωνος και του Αριστοτέλη*

Αφέντρα Γ. Μουτζάλη, *Όψεις του αστικού και αγροτικού χώρου στο Βυζάντιο*

Φυσική Μηχανολογία (εξερευνώντας το Βυζάντιο)