

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΕΣ ΣΕ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΣΕ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ – ΧΡΟΝΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:
ΚΕΡΜΑΝΙΔΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΑ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΜΟΘΩΝΑΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΑΤΣΑΡΟΥ ΣΟΥΖΑΝΑ



ΠΑΤΡΑ 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^Ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	6
1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ.....	8
1.1 ΧΩΡΟΒΑΤΗΣ.....	8
1.2 ΔΙΟΠΤΡΑ ΤΟΥ ΗΡΩΝΑ.....	9
1.3 Η GROMA ΚΑΙ Ο ΧΩΡΟΒΑΤΗΣ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΡΩΜΑΙΟΥΣ.....	10
1.4 ΟΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΠΥΞΙΔΕΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ.....	10
1.5 Η ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΑΡΑΒΕΣ.....	11
2 ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΥΔΑΤΟΣ	12
2.1 ΜΗΧΑΝΗ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ	12
2.2 Η ΑΝΤΛΙΑ ΤΟΥ ΚΤΗΣΙΒΙΟΥ	13
2.3 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΜΕΝΟΣ ΤΡΟΧΟΣ ΤΟΥ ΦΙΛΩΝΑ	15
2.4 Η ΑΛΥΣΙΔΩΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΤΟΥ ΦΙΛΩΝΑ.....	16
2.5 ΑΝΤΛΗΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΜΕ ΓΡΑΝΑΖΙΑ.....	17
3 ΑΝΥΨΩΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ	18
3.1 ΑΝΥΨΩΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΗΡΩΝΑ (ΔΙΚΟΛΟΣ).....	19
3.2 ΑΝΥΨΩΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΗΡΩΝΑ (ΜΟΝΟΚΟΛΟΣ).....	20
3.3 ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΛΙΘΩΝ ΣΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΑΜΑΘΟΥΝΤΟΣ ΚΥΠΡΟΥ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^Ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ	22
1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	23
1.1 ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΤΗΣ ΣΑΜΟΥ	23
1.2 ΣΙΦΩΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ	27
1.3 ΥΔΡΕΥΣΗ ΚΝΩΣΟΥ	29
1.4 ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ ΝΙΚΟΠΟΛΗΣ	30
1.5 ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗ.....	31
1.6 ΡΩΜΑΪΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	31
1.7 ΟΙΚΙΑΚΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ.....	32
2 ΔΙΩΡΥΓΕΣ.....	34
2.1 ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΗΣ ΚΟΡΙΝΘΟΥ – ΔΙΟΛΚΟΣ.....	34
2.2 ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	35
3 ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΑΣ	36
4. ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	39
4.1 ΛΙΜΕΝΑΣ ΤΗΣ ΘΑΣΟΥ	41
4.2 ΛΙΜΕΝΑΣ ΤΗΣ ΣΑΜΟΥ.....	43
5 ΑΛΛΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	47
5.1 ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΤΗΣ ΚΩΠΑΪΔΑΣ (3η χιλιετία π.Χ.).....	47
5.2 ΣΥΜΒΟΛΑΙΟ ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗΣ ΔΥΣΤΟΥ	50

5.3 ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΣΗΡΑΓΓΑ.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^Ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΜΕΣΑΙΩΝΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ	51
1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΜΕΣΑΙΩΝΑ & ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ (476μ. Χ. – 1789μ. Χ.).....	52
1.1 ΤΣΙΜΕΝΤΟ – ΜΠΕΤΟΝ.....	53
1.2 ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ	54
1.3 ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ Ο ΘΕΟΔΟΛΙΧΟΣ.....	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^Ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΟ ΜΕΣΑΙΩΝΑ Κ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ	61
1. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ.....	62
2 ΣΗΡΑΓΓΕΣ.....	64
3 ΔΙΩΡΥΓΕΣ.....	65
3.1 ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΗΣ CONTRA-FOSSA ΣΤΗΝ ΚΕΡΚΥΡΑ	65
3.2 ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΟΥ ΣΟΥΕΖ.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^Ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ.....	69
1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ.....	70
1.1 ΑΠΟΞΕΣΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ	73
1.2 ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΟΣ ΠΡΟΩΘΗΤΗΣ ΓΑΙΩΝ	73
1.3 ΜΙΝΙ ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ	74
1.4 ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ SUPER LINER	75
1.5 ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ.....	75
1.6 ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ ΜΕ ΣΩΛΗΝΑ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ.....	76
1.7 ΒΥΘΟΚΟΡΟΣ (ΔΡΑΓΑ)	77
1.8 ΦΟΡΤΩΤΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ	79
1.9 ΣΠΑΣΤΗΡΕΣ	81
2 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.....	82
2.1 ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΠΙΣΩ ΑΝΑΤΡΟΠΗ	82
2.2 ΡΥΜΟΥΛΚΟΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΔΙΑ ΤΟΥ ΠΥΘΜΕΝΑ	83
2.3 ΑΡΘΡΩΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ	83
2.4 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	84
2.5 ΕΡΙΠΥΣΤΡΙΟΦΟΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ	84
3 ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	85
3.1 ΠΥΡΓΟΓΕΡΑΝΟΙ.....	85
3.2 ΠΛΩΤΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ.....	86
3.3 ΑΥΤΟΚΙΝΟΥΜΕΝΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ	87
3.4 ΓΕΡΑΝΟΣ ΠΥΛΩΝΑΣ	88
4 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΕΛΑΦΩΝ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ.....	89
4.1 ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ	90
4.1.1 Στατικός οδοστρωτήρας με λείους κυλίνδρους	90

4.1.2 Στατικοί κύλινδροι με προεξοχές (κατσικοπόδαρα).....	91
4.1.3 Στατικοί οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς.	92
4.2 ΔΟΝΗΤΙΚΟΙ ΟΔΟΣΤΡΩΤΗΡΕΣ	93
4.3 ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ.....	93
5 ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ.....	95
6 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ	97
6.1 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ «TBM & OFS»	98
6.1.1 Λειτουργία και προδιαγραφές του TBM	98
6.1.2 Λειτουργία και προδιαγραφές του OFS.....	100
6.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΣΦΥΡΕΣ.....	104
7 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ	105
8 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ.....	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^Ο ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	112
1 «ΜΕΓΑΛΑ» ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	113
1.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΟΝ HONG KONG	113
2 ΓΕΦΥΡΑ ΣΟΥΗΔΙΑΣ ΔΑΝΙΑΣ	127
3 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ.....	147
3.1 ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΤΗΣ ΓΡΑΤΙΝΗΣ	148
3.2 ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ	148
3.3 ΤΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΘΗΣΑΥΡΟ.....	149
4 ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	151
4.1 ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΜΥΚΟΝΟΥ	151
4.ΕΡΓΑ ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΑΣ	153
4.1 ΓΕΦΥΡΑ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΑΣ	154
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	155

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το σύγγραμμα αποτελείται από έξι κεφάλαια στα οποία αναφερόμαστε για την εξέλιξη και τις καινοτομίες των μηχανημάτων και των τεχνικών έργων στην ροή του χρόνου.

Αρχικά αναφερόμαστε στην αρχαία εποχή όπου οι επιστήμονες, επινοούσαν διάφορα σημαντικά εργαλεία για την κατασκευή των τεχνικών έργων. Αυτά τα εργαλεία στο πέρασμα του χρόνου εξελίχθηκαν σε μηχανήματα και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούσαν ήταν σταθμός για την σημερινή εξέλιξη των έργων.

Κατά την περίοδο του μεσαίωνα και της αναγέννησης, πραγματοποιούνται έργα οδοποιίας, φράγματα και ξύλινες γέφυρες, χωρίς όμως να παρουσιάζουν κάποιο ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Κατά το τέλος της αναγέννησης και ως την σύγχρονη εποχή, τα μηχανήματα εξελίσσονται και διευκολύνουν την κατασκευή των τεχνικών έργων.

Τα μηχανήματα των έργων μαζί με το εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό των εργοταξίων είναι οι βασικοί συντελεστές εκτέλεσης των πάσης φύσεως έργων.

Σήμερα τα τεχνικά έργα γίνονται συνεχώς πιο μεγάλα, πιο πολύπλοκα και με αυξανόμενες απαιτήσεις ποιότητας στην εκτέλεσή τους, με αποτέλεσμα να απαιτούνται καινοτόμα μηχανήματα ώστε να επέρχεται τεχνικό – οικονομική επιτυχία.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Οι άνθρωποι άρχισαν να χρησιμοποιούν τις τεχνικές μηχανές από την εποχή που κατασκεύαζαν τα μνημειώδη κτίρια της αρχαιότητας. Τα έργα αυτά δεν ήταν δυνατό να κατασκευαστούν μόνο από το πλήθος των ανθρώπων οπότε έπρεπε να εφεύρουν διάφορες μηχανές που να μπορούν να τους προσφέρουν κάποια βοήθεια.

Κάποιες από τις μηχανές που κατασκεύασαν ήταν :

Οι μηχανές του μοχλού της σφήνας, του ζεύγους τροχού και άξονα της τροχαλίας και του κοχλία.

Οι πρώτες εφαρμογές του ζεύγους τροχού και άξονα ανάγονται στο 3000 π.Χ. περίπου και χρησίμευαν για την ανέλκυση μεταλλεύματος από τα στόμια των ορυχείων και υδροδοχείων από τα πηγάδια.

Η τροχαλία εμφανίστηκε αργότερα περίπου τον 8^ο αιώνα π.Χ. Η εφεύρεση του κοχλία αποδίδεται στον Πυθαγόρειο φιλόσοφο Αρχύτα τον Ταραντίνο, κατ' ανάλογο τρόπο ο Αρχιμήδης (3ος αιώνας π.Χ) αναφέρεται συνήθως ως ο εφευρέτης του υδραυλικού κοχλία.

Επίσης ο Αρχιμήδης διέθετε καλή γνώση της θεωρίας των απλών μηχανών για αυτό χρησιμοποίησε σύνθετες τροχαλίες για την ανέλκυση πλοίων στην ξηρά.

Για τον Ήρωνα (1^{ος} αιώνας μ.Χ), οι πέντε απλές μηχανές αποτελούσαν όλες μέσα μετακίνησης βαρέων αντικειμένων, κύριο χαρακτηριστικό των οποίων ήταν ένα υψηλό μηχανικό πλεονέκτημα. Πιστεύεται ότι η εφαρμογή του τροχού σε μεταφορικά μέσα αποτελεί εξέλιξη των κυλινδρικών κορμών που χρησίμευαν σαν κυλίστρα για την μετακίνηση βαρέων αντικειμένων. Πέρα όμως από την συμβολή του στις μεταφορές ο τροχός κατέστησε δυνατή την ελεγχόμενη περιστροφική κίνηση και γι αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντική η συμβολή του στην ανάπτυξη των μηχανών.

Το σημαντικότερο μετά τον τροχό, μέσο μετάδοσης κίνησης είναι ο στρόφαλος, ο οποίος μαζί με τον διωστήρα επιτρέπει την μετατροπή της γραμμικής κίνησης σε περιστροφική και αντίστροφα. Όπως σ όλη την ιστορία της ανάπτυξης της τεχνολογίας έτσι και στις μηχανές των κατασκευών η πολεμική τεχνική αποτέλεσε τον πυρήνα της ανάπτυξης των τεχνικών μηχανών.

Όσον αφορά και άλλους αρχαίους πολιτισμούς χρησιμοποιούσαν κάποιο είδος μοχλού για την μετακίνηση μεγάλων λίθων η σαν σκαπτικό εργαλείο για την καλλιέργεια της γης.

Η αρχή του μοχλού εφαρμόστηκε στο Σαντούφ, επιμήκη ράβδο στρεπτή γύρω από ένα υπομόχλιο κοντά στο ένα της άκρο από το οποίο κρεμόταν ένα υδροδοχείο ενώ στο άκρο του μακρύτερου σκέλους στερεωνόταν αντίβαρα. Έλκοντας το μακρό σκέλος προς τα κάτω ένας άνθρωπος μπορούσε να ανυψώσει βάρος πολλαπλάσιο από το δικό του.

Άλλη ενδιαφέρουσα μηχανή μοχλού, γνωστή στην αρχαία Αίγυπτο ήταν μια ζυγιστική φάλαγγα στρεπτή γύρω απ το μέσο της με σταθμά αναρτημένα στο ένα άκρο της τα οποία ισορροπούσαν το αναρτημένο στο άλλο άκρο αντικείμενο προς ζύγιση.

Η ανυψωτική μηχανή, για την άντληση νερού η για την ανύψωση στρατιωτών πάνω από αμυντικές επάλξεις, φαίνεται πως ήταν σε χρήση από το 1500 π.Χ στην Αίγυπτο και την Ινδία.

Η σφήνα χρησιμοποιήθηκε κατά την προϊστορική εποχή για το σχίσιμο κορμών και βράχων. Για να επιτευχθεί η θραύση λίθων, χρησιμοποιούσαν ξύλινες σφήνες που τις διέβρεχαν προκαλώντας την διαστολή τους.

Στις παρακάτω ενότητες του πρώτου κεφαλαίου θα αναπτύξουμε διάφορα σπουδαία τεχνικά μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχαιότητα.

1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Κατά την κλασσική και την ελληνοιστική περίοδο οι Έλληνες προήγαγαν σημαντικά τη Γεωμετρία, τα Μαθηματικά, την Αστρονομία, τη Χαρτογραφία, αλλά και την εφαρμοσμένη Τοπογραφία, προετοιμάζοντας την εποχή ακμής της Τοπογραφίας που ήταν η Ρωμαϊκή περίοδος.

Οι Άραβες χρησιμοποιούσαν απλά τοπογραφικά όργανα που ήταν παραλλαγές των ελληνικών και ρωμαϊκών οργάνων μέτρησης.

Στην Κίνα η ανάπτυξη της Τοπογραφίας ήταν σημαντική. Οι Κινέζοι γνώριζαν τις μεθόδους των Βαβυλωνίων και των Αιγυπτίων από την αρχή της δυναστείας των Χαν (202 π.Χ.). Γνώριζαν επίσης αργότερα και τις επιτεύξεις των Ελληνοιστικών και των Ρωμαϊκών χρόνων.

1.1 ΧΩΡΟΒΑΤΗΣ

Ο χωροβάτης είναι ένα αξιόλογο αρχιτεκτονικό και τοπογραφικό όργανο, πρόγονος του σημερινού αλφαδιού, χρησιμοποιούμενο στη μέτρηση των κλίσεων διαφόρων επιφανειών, σε τοπογραφικές σκοπεύσεις κ.ά.

Το όργανο περιγράφει ο Ήρων στο έργο του Περί Διόπτρας, εξηγώντας με ποιον τρόπο ο μηχανικός Ευπαλίνος από τα Μέγαρα χάραξε το γνωστό Ευπαλίνειο όρυγμα στο σημερινό Πυθαγόρειο της Σάμου, το 520 π.Χ.

Ο χωροβάτης θεωρείται απαραίτητο συμπλήρωμα του άλλου αξιόλογου οργάνου του Ήωνα, της διόπτρας.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.1.1 – ΧΩΡΟΒΑΤΗΣ)

1.2 ΔΙΟΠΤΡΑ ΤΟΥ ΗΡΩΝΑ

Η γεωδαιτική δίοπτρα του Ήρωνα (1ος αι. μ.Χ.) είναι ένα φορητό εργαλείο που επιτρέπει γεωδαιτικές μετρήσεις επί της επιφάνειας της Γης. Μετρά αζιμούθια, ύψη, μήκη και γωνιακές αποστάσεις.

Αποτελείται από ένα ξύλινο τρίποδο ύψους περίπου 50 εκατοστών, πάνω στο οποίο στηρίζονται το σκόπευτρο (γωνιόμετρο) και μία βαθμονομημένη πλάκα επί της οποίας κινείται.

Το όργανο περιλαμβάνει μηχανισμό ακριβείας για οριζόντια και κατακόρυφη περιστροφή του γωνιόμετρου με τη χρήση ατέρμονος κοχλίας, καθώς και σκόπευτρο.

Ο μηχανισμός ακριβείας είναι κατασκευασμένος από ορείχαλκο.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.1.2 – ΔΙΟΠΤΡΑ ΤΟΥ ΗΡΩΝΑ)

1.3 Η GROMA ΚΑΙ Ο ΧΩΡΟΒΑΤΗΣ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΡΩΜΑΙΟΥΣ

Σε αντίθεση με τους Έλληνες, οι Ρωμαίοι δεν ενδιαφέρονταν για θεωρητικές μελέτες, αλλά για πρακτικές εφαρμογές. Οι Ρωμαίοι δε δημιούργησαν νέα τοπογραφικά όργανα, ούτε πρόσθεσαν σημαντικά στοιχεία στο θεωρητικό υπόβαθρο της Τοπογραφίας. Όμως κατά τη ρωμαϊκή περίοδο οι τοπογραφικές μετρήσεις συστηματοποιήθηκαν και αποτέλεσαν μέρος της ρωμαϊκής πρακτικής για στρατιωτικούς και πολιτικούς σκοπούς, αλλά και για την καλύτερη οργάνωση της Αυτοκρατορίας. Ουσιαστικά κατά τη ρωμαϊκή περίοδο δημιουργήθηκε το επάγγελμα του Τοπογράφου που απολάμβανε τιμής και υπολήψεως.

Οι Ρωμαίοι χρησιμοποίησαν για τις μετρήσεις τα απλά τοπογραφικά όργανα των Ελλήνων και Αιγυπτίων με κάποιες βελτιώσεις: Σχοινιά, μετρητικές ράβδους και μπρούτζινα διαστημόμετρα για τη μέτρηση μηκών, την “groma” για τη χάραξη ορθών γωνιών και το χωροβάτη (chorobates) για τη μέτρηση υψομετρικών διαφορών.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.1.3 - GROMA)

1.4 ΟΙ ΜΑΓΝΗΤΙΚΕΣ ΠΥΞΙΔΕΣ ΣΤΗΝ ΚΙΝΑ

Οι ίδιοι κατασκεύασαν και χρησιμοποιούσαν μαγνητικές πυξίδες για τον προσδιορισμό διευθύνσεων και γωνιών, κλίμακες ορισμένου μεγέθους για την

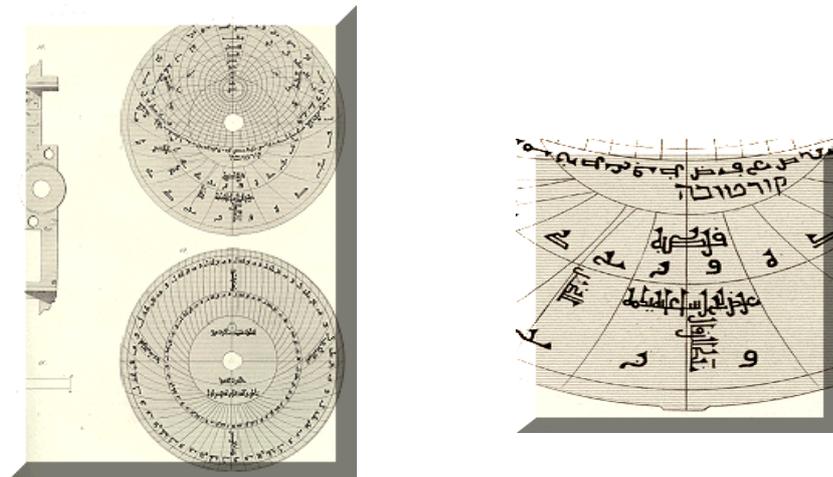
ακριβή μέτρηση μηκών, σταδίες με διαβαθμίσεις για τον προσδιορισμό υψομετρικών διαφορών και ένα είδος τηλεσκοπίου από τα τέλη του 10^{ου} αιώνα.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.1.4 – ΚΙΝΕΖΙΚΗ ΠΥΞΙΔΑ)

1.5 Η ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΤΑ ΤΟΥΣ ΑΡΑΒΕΣ

Τα τοπογραφικά όργανα που χρησιμοποιούσαν οι Άραβες ήταν όργανα χάραξης ορθών γωνιών παρόμοια του ελληνικού αστέρα και της ρωμαϊκής “groma” και όργανα μέτρησης οριζοντιότητας επιπέδων και υψομετρικών διαφορών, ενώ βελτίωσαν και τον αστρολάβο πάντα για αστρονομικές παρατηρήσεις.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.1.5 – ΑΡΑΒΙΚΟΣ ΑΣΤΡΟΛΑΒΟΣ)

2 ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΥΔΑΤΟΣ

Οι Μηχανές άντλησης ύδατος χρησίμευαν για την άρδευση αγρών, καθώς και για την άντληση υδάτων από μια χαμηλή στάθμη σε υψηλότερη. Οι ίδιες μέθοδοι χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα σε αρκετές εφαρμογές, από άντληση νερού στα χωράφια μέχρι αντλίες αίματος σε ιατρικά μηχανήματα.

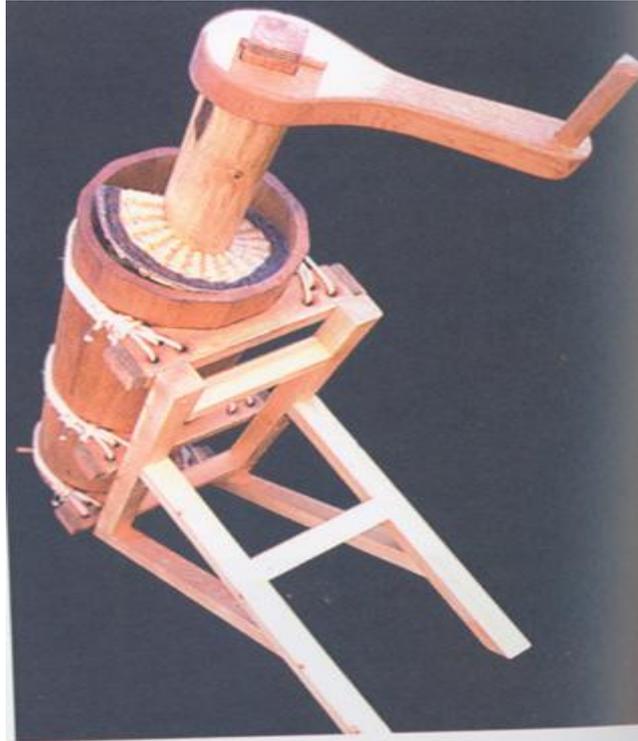
Οι αντλίες αυτού του τύπου έχουν το σοβαρό πλεονέκτημα ότι δεν ανεβάζουν την πίεση του αντλούμενου υγρού σε όποιο ύψος και αν το αντλήσουν συνδυασμένο μάλιστα με τέτοια σχεδιαστική απλότητα που μεγιστοποιεί την αξιοπιστία.

2.1 ΜΗΧΑΝΗ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ

Η μηχανή άντλησης του Αρχιμήδη αποτελείται από ξύλινη κυλινδρική δοκό, πάνω στην οποία είναι προσαρμοσμένες ξύλινες στενές σανίδες ώστε να σχηματίζουν έλικα. Ο κοχλίας περιστρέφεται μέσα σε υποδοχέα κυλινδρικής μορφής κατασκευασμένο από ξύλο. Στο ένα άκρο της δοκού με την έλικα είναι προσαρμοσμένη ειδική χειρολαβή για την περιστροφή του εργαλείου. Τυχόν μικρές διαρροές αποφεύγονται με τη χρήση πίσσας.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.2.1 - ΜΗΧΑΝΗ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΥΔΑΤΟΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 1.2.2 – ΜΗΧΑΝΗ ΑΝΤΑΛΗΣΗΣ ΤΟΥ ΑΡΧΙΜΗΔΗ)

2.2 Η ΑΝΤΛΙΑ ΤΟΥ ΚΤΗΣΙΒΙΟΥ

Η εμβολοφόρος αντλία είναι μία από τις σημαντικότερες εφευρέσεις του Κτησίβιου, μηχανικού της Αλεξάνδρειας (285-222 π.Χ.) , που αποκλήθηκε και "πατέρας" της Πνευματικής (Αεροδυναμικής).

Μέσα σε δύο κυλινδρικά δοχεία κινούνται δύο έμβολα με αντίθετη λειτουργία: το ένα καταθλίβει (πιέζει) και το άλλο απορροφά. Η κίνηση των εμβόλων δημιουργεί κενό αέρος και αναρρόφηση νερού, το οποίο μέσω ενός σωλήνα μεταφέρεται έξω από το χώρο που είναι βυθισμένη η αντλία. Η παροχή της εμβολοφόρου αντλίας είναι $1,0 \text{ m}^3$. νερού την ώρα, με απόδοση περίπου 80%.

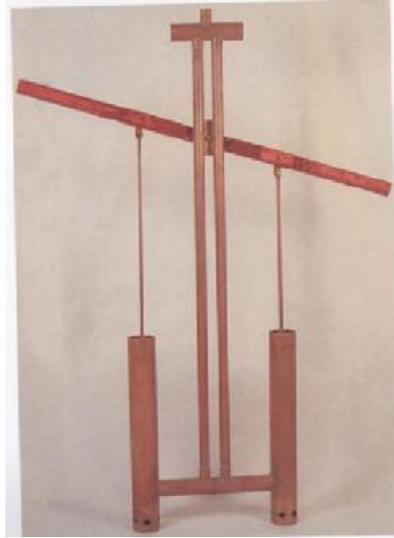
Το όργανο υπήρξε από τα πιο διαδεδομένα και χρησιμοποιήθηκε από πολλούς λαούς, χρησιμοποιείται έως και σήμερα με ποικίλες μορφές.

Σημαντική εφεύρεση επίσης του Κτησίβιου είναι και το πυροσβεστικό μηχάνημα με διπλή αντλία. Πράγμα ιδιαίτερα χρήσιμο για τις πολυκατοικίες της εποχής στις πυκνοκατοικημένες συνοικίες της Αλεξάνδρειας. Παρόμοιες πυροσβεστικές αντλίες βρισκόταν σε χρήση στην αρχή του 20ου αιώνα σε αρκετές μεγάλες πόλεις του Δυτικού κόσμου από τις τοπικές πυροσβεστικές υπηρεσίες. Σχεδόν όμοια διπλή αντλία με του Κτησίβιου αλλά που αντλούσε εύφλεκτο υγρό αποτέλεσε τμήμα μεγάλου πολεμικού φλογοβόλου της αρχαίας εποχής.

Επίσης άλλη μία δημοφιλής μηχανή άντλησης του Κτησίβιου είναι ένας μοχλός με ένα αντίβαρο σαν γερανός και με την ανθρώπινη παρέμβαση βοηθάει στο πότισμα. (εικόνα 2.3).



(ΕΙΚΟΝΑ 1.2.3 – ΑΝΤΛΙΑ ΤΟΥ ΚΤΗΣΙΒΙΟΥ)



(ΕΙΚΟΝΑ 1.2.4 – ΑΝΤΑΙΑ ΤΟΥ ΚΤΗΣΙΒΙΟΥ)

2.3 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΜΕΝΟΣ ΤΡΟΧΟΣ ΤΟΥ ΦΙΛΩΝΑ

Το τύμπανο ήταν ένα στενό κατασκεύασμα, χωρισμένο εσωτερικά σε οκτώ ή δέκα ισοσκελή τρίγωνα, τα οποία προς την εξωτερική επιφάνειά τους έφεραν ανοίγματα για τη συγκέντρωση ύδατος, που έρρεε προς το υδραγωγείο από αντίστοιχα ανοίγματα (οπές) που υπήρχαν στις κορυφές των τριγωνικών τμημάτων.

Χρησιμοποιήθηκε κυρίως για να μεταφέρει νερό από χαμηλό ύψος.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.2.5 – ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΜΕΝΟΣ ΤΡΟΧΟΣ ΤΟΥ ΦΙΛΩΝΑ)

2.4 Η ΑΛΥΣΙΔΩΤΗ ΑΝΤΛΙΑ ΤΟΥ ΦΙΛΩΝΑ

Η αλυσιδωτή αντλία του Φίλωνα. Αποτελείται από μια αλυσιδωτή ταινία, που έχει προσαρμοσμένα στην περιφέρειά της μεταλλικά δοχεία, και κινείται από έναν περιστρεφόμενο τροχό. Επειδή η κατασκευή του τροχού από μέταλλο ήταν πολύ ακριβή, σύντομα αντικαταστάθηκε από φτηνότερα υλικά όπως το ξύλο, ενώ τα δοχεία αντικαταστάθηκαν από κεραμικά ή από νεροκολοκύθες.

Αυτή η παραλλαγή είναι γνωστή ως "τροχός με αγγεία" ή "στεφάνι με δοχεία". Το όργανο χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα σε πολλές χώρες.

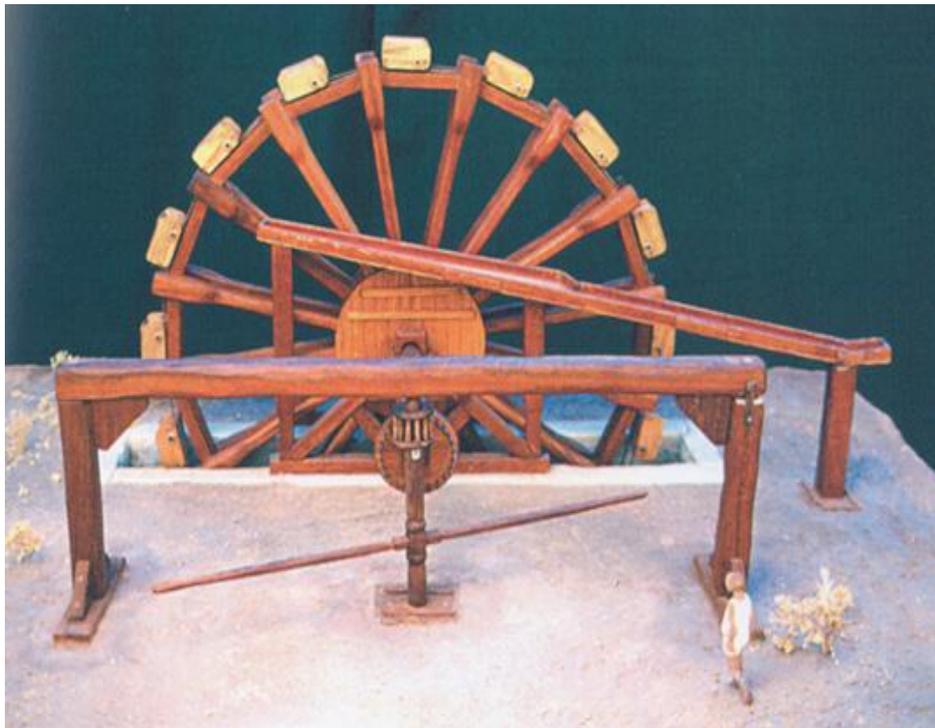


(ΕΙΚΟΝΑ 1.2.6 – ΑΛΥΣΙΔΩΤΑ ΑΝΤΛΙΑ ΤΟΥ ΦΙΛΩΝΑ)

2.5 ΑΝΤΛΗΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΜΕ ΓΡΑΝΑΖΙΑ

Πάνω από μια υδατοδεξαμενή, ο μηχανισμός αυτός αποτελείται από δύο εμπλεκόμενα γρανάζια, που μετατρέπουν την οριζόντια κίνηση σε κάθετη και κινούν μια αλυσιδωτή αντλία. Η κίνηση των ζώων στο οριζόντιο επίπεδο θέτει σε κίνηση τον κατακόρυφο τροχό. Τόσο τα γρανάζια όσο και ο αλυσιδωτός τροχός είναι ελληνοιστικές εφευρέσεις και η σύνθεση αυτή πρέπει να συνέβη γύρω στο 200 π.Χ. στην Αίγυπτο.

Ο μηχανισμός χρησιμοποιείται έως σήμερα σε πολλές αραβικές (κυρίως) χώρες. Στην ελληνική επικράτεια έχει επισημανθεί η χρήση του στην Πераχώρα Κορινθίας, κοντά στο Λουτράκι, όπου μάλλον ήταν μεγάλου μεγέθους.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.2.7- ΑΝΥΨΩΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΝΕΡΟΥ «ΠΕΡΑΧΩΡΑΣ»)

3 ΑΝΥΨΩΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Η χρήση γερανών σε μεγάλα οικοδομικά έργα της αρχαιότητας τεκμηριώνεται από ιστορικές μαρτυρίες, απεικονίσεις και υλικά ευρήματα ή τεχνικές λεπτομέρειες διαφόρων λίθων.

Κύρια συστατικά ενός γερανού ήταν ο ιστός, το πολύσπαστο ανυψώσεως και το βαρούλκο. Ο ιστός αποτελείτε από δύο γιγάντια ξύλα σε σχήμα Λ. Την όρθωση και σταθεροποίηση του ιστού εξασφάλιζαν με ιδιαίτερα πολύσπαστα. Τα πολύσπαστα περιελάμβαναν ξύλινες τροχαλίες, εγκατεστημένες συνήθως ανά δύο μέσα σε ισχυρές ξύλινες θήκες. Τα σχοινιά πλεκτά ή απλώς στρεπτά, ήταν από φυσικές ίνες. Το βαρούλκο αποτελούμενο από τον κύλινδρο ή άξονα και το σύστημα περιστροφής, ήταν απαραίτητο κυρίως για το χειρισμό του πολυσπάστου ανυψώσεως. Ήταν επίσης χρήσιμο και για την ανέγερση ή την καταβίβαση του ίδιου του ιστού κατά την εγκατάσταση του γερανού ή μετά την περάτωση της εργασίας του.

Επειδή δεν υπήρχαν τρόποι να μειώσουν τις απώλειες του μηχανικού έργου λόγω τριβών, η απόκτηση της αναγκαίας ανυψωτικής δύναμης βασιζόταν κυρίως στο μεγάλο μήκος του μοχλοβραχίονα της δυνάμεως περιστροφής του βαρούλκου και όχι σε πολλαπλασιασμό του αριθμού των τροχαλιών.

Η παρεχόμενη από κάθε εργάτη δύναμη ήταν σε όλες τις εποχές περίπου 18 -20 kgr. Συνεπώς η παραγομένη από έναν γερανό δύναμη ήταν περίπου 800 - 1000 kgr ανά εργάτη, η δε ταχύτητα ανυψώσεως ήταν της τάξεως των 40 cm/min. Για την ανύψωση, επομένως των επιστυλίων του Παρθενώνος σε ύψος 12 m. έπρεπε να εργάζονται στο βαρούλκο 10 έως 16 εργάτες επί μισή περίπου ώρα.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.3.1 – ΑΝΥΨΩΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ)

3.1 ΑΝΥΨΩΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΗΡΩΝΑ (ΔΙΚΟΛΟΣ)

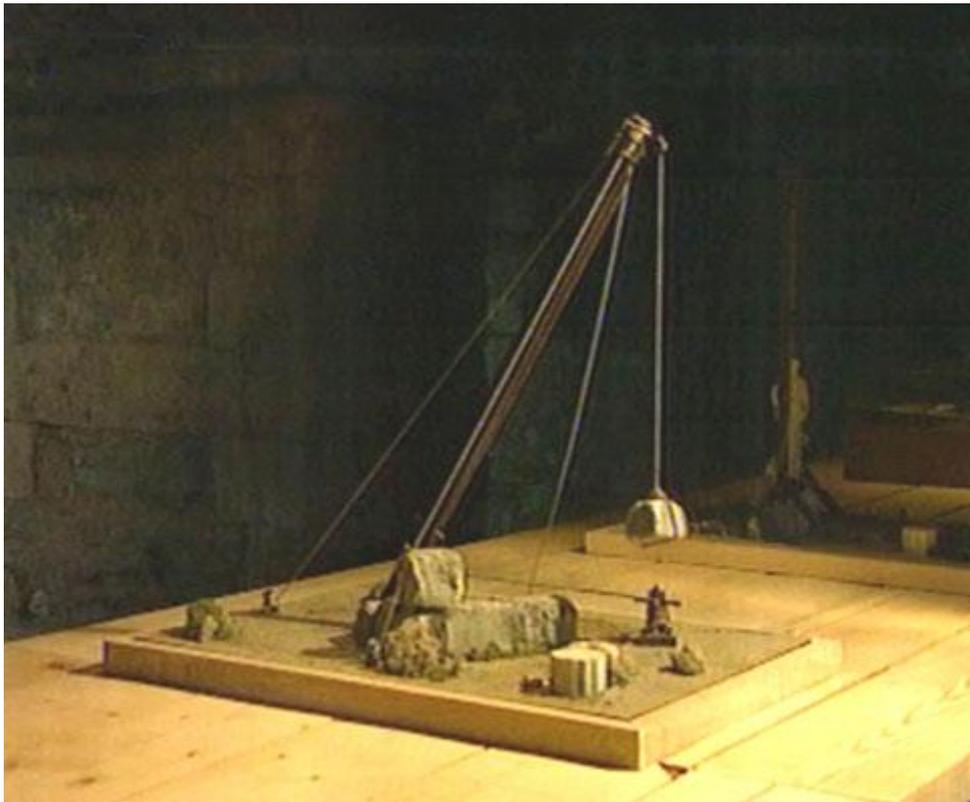
Η ανυψωτική μηχανή του Ήρωνα αποτελείται από μια ξύλινη γέφυρα σχήματος Π και την βοήθεια σχοινιών και τροχαλιών όπου η μια είναι κινητή και η άλλη σταθερή. Την μηχανή αυτή την χρησιμοποιούσαν για την ανύψωση δομικών υλικών και γενικά για μεγάλα βάρη. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιείται και οριζοντίως όταν στην βάση της τοποθετούνται κατρακύλια. Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται το ομοίωμα αυτού του μηχανισμού.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.3.2 – ΑΝΥΨΩΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΗΡΩΝΑ, ΔΙΚΟΛΟΣ)

3.2 ΑΝΥΨΩΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΤΟΥ ΗΡΩΝΑ (ΜΟΝΟΚΟΛΟΣ)

Η μονόκολος μηχανή του Ήρωνα αποτελείται από ένα κατακόρυφο ξύλινο στύλο και με την βοήθεια μιας τροχαλίας και σχοινιών δίνει την δυνατότητα ανύψωσης δομικών υλικών.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.3.3 – ΑΝΥΨΩΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΗΡΩΝΑ, ΜΟΝΟΚΟΛΟΣ)

3.3 ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΛΙΘΩΝ ΣΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΑΜΑΘΟΥΝΤΟΣ ΚΥΠΡΟΥ

Οι ανασκαφικές έρευνες της ομάδας του Jean- Yves Empereur στο λιμάνι της Αμαθούντος (BCH 1978, 1984-1987) έφεραν στο φως δυο ιδιόμορφους αρχαίους μώλους.

Αποτελούνται από ογκώδεις λιθόπλινθους που φέρουν εγκοπές στα άκρα τους για την περίδεση των σχοινιών με τα οποία μεταφέρονταν. Η μελέτη των αρχαιολογικών δεδομένων μας οδήγησε στο συμπέρασμα ότι ο μηχανισμός ανύψωσης χρησιμοποιούταν, για την τοποθέτηση λίθων στην κατασκευή των μώλων.

Η ανυψωτική μηχανή αποτελείται από σύστημα ξύλων που σχηματίζουν ένα Π. Συνδυασμός βαρούγκων και τροχαλιών, τοποθετημένων τόσο στο κέντρο του Π όσο και στα δύο άκρα του μηχανισμού, δίνουν την δυνατότητα, με την βοήθεια σχοινιών, να μεταφέρεται κάθε λίθος αιωρούμενος από την πίσω πλατφόρμα στο πρόσθιο τμήμα του μηχανισμού. Απο εκεί καταβιβάζεται και βυθίζεται στο νερό. Δύο τέτοιοι μηχανισμοί λειτουργούσαν πιθανόν παράλληλα, για την κατασκευή των δυο παρειών κάθε μώλου, ενώ το κενό ανάμεσά τους γέμιζε κατόπιν με λιθολόγημα.



(ΕΙΚΟΝΑ 1.3.4 - ΑΝΥΨΩΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΛΙΘΩΝ ΣΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΑΜΑΘΟΥΝΤΟΣ ΚΥΠΡΟΥ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ

1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ

Στην αρχαιότητα υπήρξαν μεγάλα υδραυλικά έργα, από τα οποία ορισμένα καταστράφηκαν με το πέρασμα των αιώνων και χαθήκανε για πάντα και κάποια άλλα με πολύτιμες έρευνες πολλών αρχαιολόγων ήρθαν στο φως. Επίσης αρκετές πληροφορίες σωθήκανε μέσα από τα βιβλία των αρχαίων ανθρώπων.

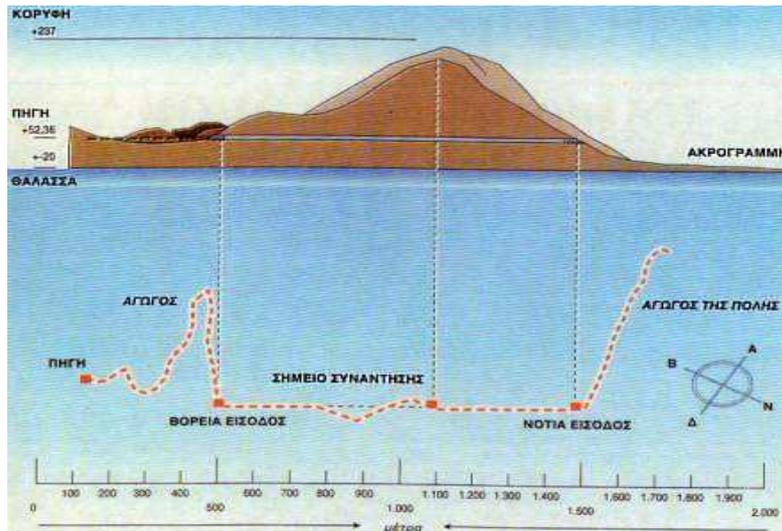
1.1 ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ ΤΗΣ ΣΑΜΟΥ

Το Ευπαλίνειο όρυγμα αποτελεί ένα μηχανικό έργο αξεπέραστο στην ιστορία της μηχανικής τεχνολογίας και τεκμήριο του υψηλού επιπέδου τεχνογνωσίας των Ελλήνων μηχανικών και των ολοκληρωμένων γνώσεων τους στην εφαρμογή της γεωμετρίας, της τοπογραφίας, της γεωδαισίας και της οπτικής στην αρχαία Ελλάδα πολύ πριν τον 6^ο αιώνα π.Χ.

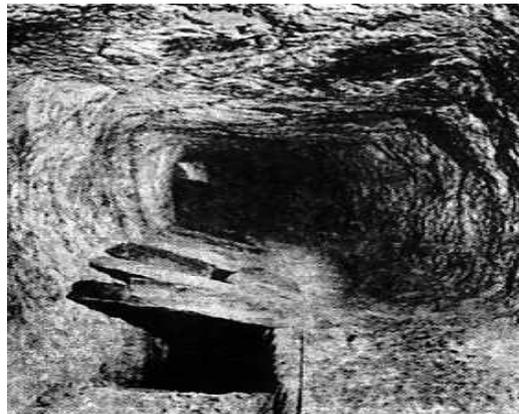
Το υδραυλικό αυτό έργο κατασκευάστηκε γύρω στο 530 π.Χ. από τον Μεγαρέα αρχιτέκτονα Ευπαλίνο. Κατόρθωσε να διανοίξει έναν αγωγό ύδρευσης διαμέσου του ορού «Μπέλος» (σημερινό κάστρο), για την υδροδότηση της πρωτεύουσας της Σάμου (σημερινό πυθαγόρειο). Το υδραυλικό έργο είχε συνολικό μήκος 1800m και αποτελούταν από δυο τμήματα:

α) το επιφανειακό (ή εξωτερικό) που ξεκινούσε από την πηγή (που σήμερα είναι ενσωματωμένη στην εκκλησιά Αγιάδες) και με ένα σύστημα αγωγού και καθέτων ορυγμάτων για τον καθορισμό του νερού, που οδηγούσε προς την βόρειο είσοδο της σήραγγας.

β) και την κυρίως σήραγγα μήκους 1036m.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.1.1- ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΤΗΣ ΣΗΡΑΓΓΑΣ (ΥΠΟΓΕΙΟ ΚΑΙ ΥΠΕΡΓΕΙΟ ΤΜΗΜΑ)



(ΕΙΚΟΝΑ 2.1.2 - ΣΗΡΑΓΓΑ)

Το εκπληκτικό στο έργο είναι ότι οι ανασκαφές της σήραγγας άρχισαν ταυτόχρονα και από τα δυο στόμια και τα τμήματα της συναντήθηκαν με ελάχιστη απόκλιση και μετά την ακριβή αποτύπωση της σήραγγας που έγινε μόλις το 1980, βλέπουμε ότι τα δύο στόμια των σηράγγων έχουν υψόμετρα, το μεν βόρειο $HN=55,83m$. το δε νότιο $HS= 55,26m$. Τα υψόμετρα των σηράγγων λίγο πριν την συνάντησή τους είναι αντίστοιχα $HN'= 55,48m$. και $HS'=55,17m$. Δυο εκδοχές εξηγούν τον τρόπο με τον οποίο πιθανότητα εργάστηκε ο Ευπαλίνος για να καταφέρει να έχει τόσο ελάχιστη απόκλιση:

A) με τη βοήθεια του νερού της πηγής

Κατά την εκδοχή αυτή ο Ευπαλίνος χτίζει ένα κεκλιμένο αυλάκι μέσα στο οποίο, σε ίσες αποστάσεις, κατασκευάζει διαδοχικά φράγματα τέτοια ώστε να δημιουργούνται διαδοχικές μικρές λίμνες με την ίδια υψομετρική διαφορά των επιφανειών του νερού τους. Το κάθε φράγμα χτίζεται σε τέτοιο ύψος ώστε η λίμνη που δημιουργεί να έχει επιφάνεια νερού χαμηλότερη από την προηγούμενη κατά 0,6%. Έτσι τα άνω μέρη των φραγμάτων υλοποιούν στο έδαφος μια πολυγωνική διαδρομή με σταθερή κλίση 0,6%.

B) με τη βοήθεια σκοπευτικού οργάνου

Εδώ ο Ευπαλίνος κατασκευάζει σε ίσες αποστάσεις μικρά διαδοχικά πέτρινα βάθρα σε σταθερά χαμηλότερη κάθε φορά στάθμη. Τώρα η υψομετρική διαφορά υλοποιείται, όχι με το νερό, αλλά με οριζόντια σκόπευση πάνω σε υποδιαιρεμένο γνώμονα. Τελικά τα σημεία των διαδοχικών βάθρων υλοποιούν στο έδαφος μια πολυγωνική διαδρομή με σταθερή κλίση 0,6%.

Πιθανότατα ο Ευπαλίνος χρησιμοποίησε και τις δύο μεθόδους.

Η διάτρηση είχε διάρκεια πολύ λιγότερο από τα 10 χρόνια. Η σήραγγα κατασκευάστηκε εντελώς οριζόντια και μετά στο δάπεδο της, ανοίχτηκε κεκλιμένο αυλάκι σε βάθος 8,5m , μέσα στο οποίο τοποθετήθηκαν πήλινοι σωλήνες για την προσαγωγή του νερού στην πόλη.

Το νερό από την πηγή έφτανε με υπόγειο αγωγό, μήκους 953m και μέσης κλίσης 0.6%, στο βόρειο στόμιο της σήραγγας και αφού την διέσχισε , πάλι με υπόγειο ισοκλινή αγωγό σε βάθος 5m οδηγούσαν στην δεξαμενή της πόλης σε υψόμετρο 44,20m.

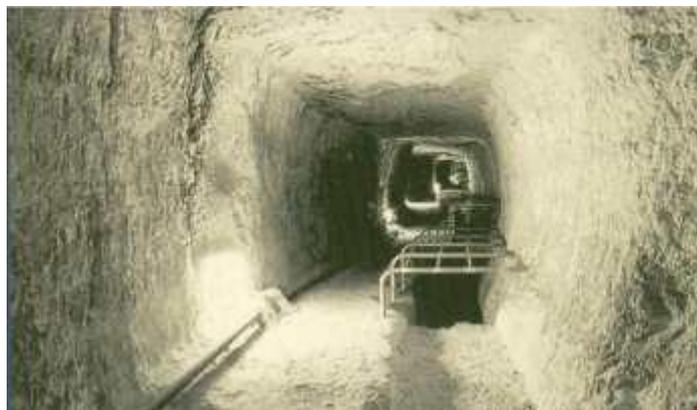
Μετά εγκαταλείφθηκε και καταχώστηκε. Η πόλη τους επόμενους αιώνες υδροδοτούνταν από το εξωτερικό ρωμαϊκό υδραγωγείο. Το έργο παρέμεινε χαμένο από τον 7^ο μέχρι τον 19^ο αιώνα. Από τότε το έργο ανακαλύφθηκε

σταδιακά, ώσπου τελικά καθαρίστηκε και αποτυπώθηκε από το Γερμανικό αρχαιολογικό ινστιτούτο στην δεκαετία του 1970. Το έργο αυτό σώθηκε στην ιστορία από την σύντομη αναφορά του ιστορικού Ηροδότου όταν επισκέφτηκε τη Σάμο κατά το 450π.Χ.

Η ακρίβεια του έργου είναι ασύλληπτη ακόμα και με τα σημερινά μέσα. Στον υπόγειο Μητροπολιτικό Σιδηροδρομικό σταθμό Αθηνών (μετρό) υπάρχουν αποκλίσεις της τάξεων του μέτρου, ενώ στο Ευπαλίνειο όρυγμα οι αποκλίσεις είναι της τάξεως των εκατοστών. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι η νότια σήραγγα (της οποίας η ομάδα ανασκαφής της δεν χρειάστηκε να αποκλίνει της πορείας της όπως η βόρεια ομάδα) ταυτίζεται σχεδόν απόλυτα με την ιδανική ευθεία σε όλο το μήκος της (401,8μ).



(ΕΙΚΟΝΑ 2.1.3- ΧΑΡΤΗΣ)



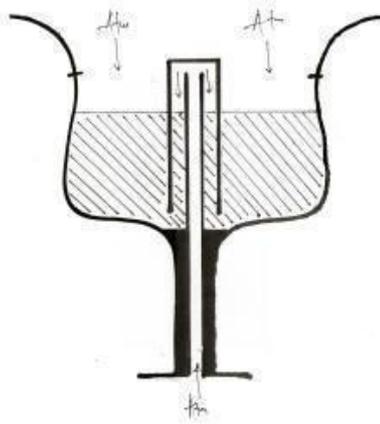
(ΕΙΚΟΝΑ 2.1.4- ΣΗΡΑΓΓΑ)



(ΕΙΚΟΝΑ 2.1.5 - ΣΤΟΑ)

1.2 ΣΙΦΩΝΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΥΔΡΟΔΟΤΗΣΗ

Ο σιφωνισμός είναι μια μέθοδος όπου ο Πυθαγόρας επινόησε τον 5^ο αιώνα π. Χ, για να δώσει το μήνυμα της τήρησης του μέτρου, της ισότητας και της δικαιοσύνης. Έτσι δημιούργησε το «Ποτήρι του Δικαίου», όπου ο χρήστης όφειλε να σεβαστεί το όριο που ήταν χαραγμένο στο εσωτερικό του και στην περίπτωση όπου το περιεχόμενο του ποτηριού (κρασί) δεν ξεπερνούσε την γραμμή, παρέμενε στο εσωτερικό του. Αν όμως το περιεχόμενο του ποτηριού ξεπερνούσε το όριο αυτό, τότε άρχιζε να διαφεύγει από την βάση του.

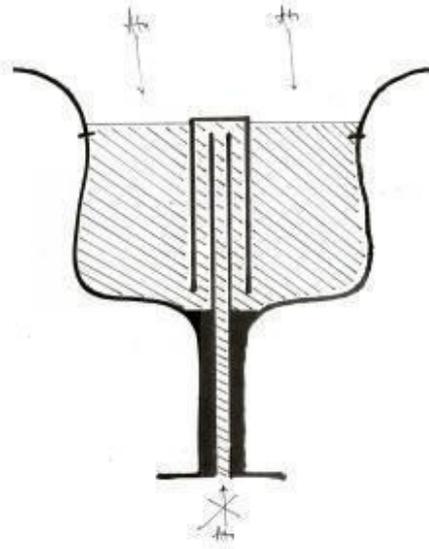


(ΕΙΚΟΝΑ 2.1.6 – ΤΟ ΠΟΤΗΡΙ ΤΟΥ ΔΙΚΑΙΟΥ)

Το ποτήρι ήταν κατασκευασμένο από πηλό. Διακρίνονται δυο τρύπες στον πυθμένα καθώς και μια τρύπα στην βάση του. Στο εσωτερικό του ποτηριού υπάρχει ένα όριο που καθορίζει την ποσότητα του υγρού που ο χρήστης δικαιούται να πιεί. Διακρίνονται επίσης ένα κυλινδρικό στέλεχος μέσα στο ποτήρι, στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει ένας αυλός, ο οποίος καταλήγει στην βάση του. Το υγρό, περνάει δια μέσου τον οπών του πυθμένα στο σύστημα των αυλών.

Στην περίπτωση που δεν ξεπεραστεί το όριο, το υγρό δέχεται την ατμοσφαιρική πίεση και από την εξωτερική του επιφάνεια, καθώς και από την εσωτερική διαμέσου του αυλού της βάσης. Έτσι παραμένει σταθερό το υγρό στο ποτήρι.

Στην περίπτωση που το υγρό περιεχόμενο ξεπερνά το επιτρεπτό όριο, το σύστημα των αυλών γεμίζει και έτσι αρχίζει η διαρροή από την βάση. Αυτό συμβαίνει γιατί η ατμοσφαιρική πίεση στην εξωτερική επιφάνεια του υγρού παραμένει σταθερή, ενώ αυτή που προέρχεται από την βάση μηδενίζεται, επομένως η ροή του υγρού συνεχίζει μέχρι που αυτό θα αδειάσει. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται σιφωνισμός.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.1.7 – ΤΟ ΠΟΤΗΡΙ ΤΟΥ ΔΙΚΑΙΟΥ)

Στο φαινόμενο του σιφωνισμού βασίστηκε ο Ήρωνας για να πετύχει την μεταφορά του νερού χωρίς να χρειαστεί να κατασκευάσει υδραγωγεία και κανάλια μεταφοράς νερού. Έτσι κατάφερε με την πίεση του νερού μέσα σε μεταλλικές σωλήνες να το κάνει να κινείται τμηματικά αντίθετα στην βαρύτητα. Υπολογίζεται ότι η πίεση που ασκούταν στις σωλήνες μεταφοράς ήταν $21 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ και οι ιδιαίτερα ανεπτυγμένες ικανότητες στεγανοποίησης των ενώσεων των σωλήνων θεωρούνται δεδομένες για τέτοιας κλίμακας έργου. Αυτή η κατασκευή χρησιμοποιήθηκε για να τροφοδοτηθεί με νερό το φρούριο της Περγάμου.

1.3 ΥΔΡΕΥΣΗ ΚΝΩΣΟΥ

Το πρώτο γνωστό δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης για ολόκληρη πόλη το συναντάμε στην Κνωσό. Οι ανασκαφές του Άρθουρ Έβανς στις αρχές του αιώνα έφεραν στο φως ένα εντυπωσιακό σύστημα ύδρευσης και αποχέτευσης.

Το νερό μεταφερόταν μέσα σε πήλινες σωλήνες από αρκετά μακριά απ' τις περιοχές Κουνάβων και Αρχανών στο υδραγωγείο της πόλης και από εκεί

διανεμόταν στα σπίτια. Ακόμα και σήμερα το αρχαίο αποχετευτικό δίκτυο στην Κνωσό είναι σε θέση να απομακρύνει ταχύτατα τα νερά της βροχής.

Παρόμοιο σύστημα ύδρευσης και αποχέτευσης με αυτό της Κνωσού, αποκαλύφθηκε και από τις ανασκαφές στην Θήρα.

1.4 ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ ΝΙΚΟΠΟΛΗΣ

Στην νότια Ήπειρο κοντά στην σημερινή Πρέβεζα, ήταν την Ρωμαϊκή εποχή η Νικόπολη. Ιδρύθηκε το 30 π.Χ. απ' τον Οκτάβιο Αύγουστο σε ανάμνηση της νικηφόρας ναυμαχίας του Ακτίου και σχετικά σύντομα ο πληθυσμός της έφτασε τις 300.000 κατοίκους. Διέθετε τρία λιμάνια, ένα στον Αμβρακικό κόλπο, ένα στο Ιόνιο και ένα στην Θέση Μάργωνα.

Ένα τεράστιο υδραγωγείο είχε κατασκευαστεί για τις ανάγκες της, μόνο που το υδραγωγείο ήταν 70 km μακριά (στην Φιλιπιάδα) κοντά στις πηγές του Λούρου και το νερό μεταφερόταν από εκεί. Οι Ρωμαίοι στα περισσότερα υδραγωγεία τους συνήθιζαν να κατασκευάζουν δεξαμενή κοντά στις πηγές πριν αρχίσουν την μεταφορά του νερού ώστε να διατηρούν σταθερή ροή και πίεση. Η μεταφορά του νερού γινόταν από τα γνωστά αψιδωτά τμήματα που με κλίση 1:1000 εξασφάλιζαν σταθερή ροή.

Το υδραγωγείο της Νικοπόλεως ήταν αρκετά μεγάλο για να καλύπτει επί μήνες τις ανάγκες της πόλης. Από τον ίδιο αγωγό τροφοδοτούταν και το υδραγωγείο του Νυμφαίου. Δυστυχώς η οχύρωση και η άμυνα της Νικόπολης δεν ήταν σε αντίστοιχα ψηλό επίπεδο και έγινε εύκολος στόχος λεηλασιών από Γότθους, Σαρακηνούς και Βουλγάρους μέχρι που καταστράφηκε ολοσχερώς και εγκαταλείφθηκε.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.1.8- ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΚΑΝΑΛΙΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ ΤΗΣ ΝΙΚΟΠΟΛΗΣ)

1.5 ΥΔΡΟΜΑΣΤΕΥΣΗ

Παρόμοια δίκτυα αγωγών με αυτά των αποστραγγιστικών έργων έχουν χρησιμοποιηθεί και σε αρκετές άλλες περιοχές, αλλά κυρίως για την συγκέντρωση πόσιμου νερού, με υδρομάστευση. Σε αρκετές περιπτώσεις το δίκτυο παρέμενε υπόγειο σε μεγάλο τμήμα του, διαθέτοντας και αρκετά πηγάδια.

Το μεγαλύτερο σωζόμενο δίκτυο αγωγών για υδροδότηση πόλης είναι αυτό του Χορτιάτη Θεσσαλονίκης κατασκευασμένο επί τουρκοκρατίας με συνολικό μήκος σχεδόν 20 km. Στην Αθήνα πάνω από το μοναστήρι της Καισαριανής σώζεται παρόμοιο σύστημα μικρού μεγέθους που λειτουργεί μέχρι σήμερα. Επίσης στις πόλεις Στρώμη της Θράκης, Όλυνθο, Αίγινα, Σκύρο, κ.α.

1.6 ΡΩΜΑΪΚΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Οι Ρωμαίοι στις μεγάλες πόλεις τους εκτός απ' το ότι είχαν πολύ καλό δίκτυο ύδρευσης και αποχέτευσης, είχαν επίσης δίκτυο ζεστού νερού.

Τα υδραγωγεία των Ρωμαίων που μετέφεραν νερό στις πόλεις τους έμειναν διάσημα μέχρι και σήμερα. Ενδιαφέρουσα είναι η τεχνική που χρησιμοποιούσαν όπου χρειαζόταν να τρυπήσουν κάποιο βράχο για να περάσει το νερό. Θέρμαιναν τον βράχο με φωτιά και στην συνέχεια τον κρύωναν απότομα με νερό. Η απότομη συστολή του βράχου λόγω του νερού μετά την διαστολή του απ' την φωτιά, προκαλούσε συνήθως ράγισμα και αποκόλληση ενός τμήματός του. Μετά συνέχιζαν το ίδιο πιο μέσα μέχρι να πετύχουν πλήρη διάτρηση.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.1.9- ΡΩΜΑΙΚΟ ΥΔΡΑΓΩΓΕΙΟ)

1.7 ΟΙΚΙΑΚΑ ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ

Πολλά σπίτια στην Κνωσό είχαν ενταχθεί σε ενιαίο σύστημα ύδρευσης και αποχέτευσης που υποστήριζε σχεδόν όλη την πόλη. Αυτό βασιζόταν σε κάποιες δεξαμενές στις οποίες αποθηκευόταν το νερό που μεταφερόταν από αρκετά μακριά.

Στα παλάτια της Κνωσού στην Κρήτη συναντάμε για πρώτη φορά την χρήση σιφονιού στις αποχετεύσεις. Έτσι κατάφεραν ταυτόχρονα την

αποτελεσματικότερη απομάκρυνση των λυμάτων όσο και την αποφυγή δυσάρεστων αναθυμιάσεων και οσμών. Σχεδόν το ίδιο συναντάμε και στους οικισμούς της Θήρας.

Πρωτοποριακή υδραυλική εφαρμογή που συναντάμε στην Κνωσό είναι και η ενδοδαπέδια θέρμανση. Κάτω από το δάπεδο ορισμένων δωματίων του παλατιού υπήρχαν σωληνώσεις που μετέφεραν ζεστό νερό θερμαίνοντας έτσι τον χώρο.

2 ΔΙΩΡΥΓΕΣ

Η ανάγκη για συντομότερους και ασφαλέστερους θαλάσσιους δρόμους οδήγησε στην διάνοιξη διωρύγων σε κάποια σημεία. Έτσι η ναυσιπλοΐα βρήκε σημαντική βοήθεια απ' τους πολιτικούς μηχανικούς της εποχής.

2.1 ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΗΣ ΚΟΡΙΝΘΟΥ – ΔΙΟΛΚΟΣ

Η ιδέα και οι προσπάθειες για την διάνοιξη διώρυγας στον ισθμό της Κορίνθου που θα επέτρεπε την αποφυγή του επικίνδυνου περίπλου της Πελοποννήσου και την συντόμευση της διαδρομής, ξεκίνησαν από αρκετά παλιά. Ο τύραννος της Κορίνθου Περίανδρος τον 6^ο αιώνα π.Χ, είχε μελετήσει την πιθανότητα ένωσης του Σαρωνικού και του Κορινθιακού κόλπου, αλλά οι τεχνικοί της εποχής τον απέτρεψαν γιατί παρατήρησαν διαφορά στάθμης στις δύο πλευρές που θα προκαλούσε ροή του Κορινθιακού μέσα στον Σαρωνικό με άγνωστες συνέπειες και ίσως πλημμύρες παραλίων της Αττικής.

Μετά από αυτό, ο Περίανδρος προσπάθησε να δώσει λύση στο πρόβλημα κατασκευάζοντας τον Δίολκο που ήταν ειδικός δρόμος στρωμένος με πλάκες πορόλιθου από το λιμάνι Λέχαιον στον Σαρωνικό, μέχρι το λιμάνι Κεγχρεές στον Κορινθιακό. Τα πλοία φορτωνόταν σε ειδικά οχήματα και σερνόταν διαμέσω ξηράς από τα 5m πλάτους δίολκο μέχρι τον απέναντι κόλπο. Φυσικά το κόστος για κάτι τέτοιο ήταν αρκετά υψηλό και κυρίως εξυπηρετούταν πολεμικά πλοία. Ο δίολκος λειτουργούσε μέχρι τον 1^ο αιώνα μ.Χ. που ο Νέρωνας αποφάσισε το 67 μ.Χ. να ανοίξει αυτός την διώρυγα χρησιμοποιώντας 6.000 δούλους απ' την Ιουδαία, αλλά δεν πρόλαβε λόγω προβλημάτων στην Ρώμη, που οδήγησαν στην δολοφονία του.

Αργότερα ο Ηρώδης (ο Αττικός) δοκίμασε κι αυτός να συνεχίσει την διάνοιξη, αλλά χωρίς να έχει αποτέλεσμα.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.2.1- Η ΔΙΟΛΚΟΣ ΟΠΩΣ ΣΩΖΕΤΑΙ ΣΗΜΕΡΑ)

2.2 ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ

Κατά τους Μηδικούς πολέμους, σύμφωνα με τον Ηρόδοτο, ο βασιλιάς των Περσών Ξέρξης (481 π.Χ.) θέλοντας να οδηγήσει τον πολυπληθή στόλο του από την Άκανθο στην Θέρμη (η πρώτη ονομασία της Θεσσαλονίκης) αποφεύγοντας τον περίπλοκο του Άθω, διέταξε και άνοιξαν μία διώρυγα που εκτεινόταν από τα σημερινά Νέα Ρόδα μέχρι την Τρυπητή και συνέδεε τον κόλπο της Ιερισσού με τον Σιγγιτικό κόλπο, όπου βρισκόταν οι πόλεις Άσσα, Πίλωρος Σίγγος και Σάρτη. Στην θέση της διώρυγας δίπλα στον οικισμό των Νέων Ρόδων οφείλεται και το δεύτερο όνομα του οικισμού Πρόβλακας που ετυμολογείται από τις λέξεις πριν + αυλάκι, αναφερόμενο στο έργο αυτό.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.2.2- Η ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΟΥ ΞΕΡΞΗ)

3 ΕΡΓΑ ΟΔΟΠΟΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΑΣ

Η κατασκευή γεφυρών είναι ένα από τα πρώτα έργα «υποδομής» του ανθρώπου, τα οποία υλοποίησε αξιοποιώντας κορμούς δέντρων που είχαν πέσει στο έδαφος. Οι γέφυρες από τους πρώτους ιστορικούς χρόνους ήταν πέτρινες ή ξύλινες, από τις οποίες έχουν διασωθεί μέχρι σήμερα οι πέτρινες μυκηναϊκές γέφυρες. Οι ξύλινες γέφυρες που έχουν διασωθεί είναι σαφώς μικρότερης ηλικίας, λόγω του υλικού κατασκευής, το οποίο απαιτεί συνεχή συντήρηση. Οι Ρωμαίοι κατασκεύαζαν γέφυρες με ανοικτά τόξα, από πέτρα ή από το ειδικό μπετό που είχαν αναπτύξει.

Από τις πρώτες μυκηναϊκές γέφυρες είναι στο Αρκαδικό Αργολίδος στην θέση Καζάρμας στον δρόμο από το Ναύπλιο στην Επίδαυρο. Στο Αρκαδικό και στο Γαλούση υπάρχουν δύο ακόμα αρχαίες γέφυρες. Εντυπωσιακό παραμένει το μέγεθος των ογκολίθων που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτές τις γέφυρες κατατάσσοντας αυτές στα κυκλώπεια κτίσματα. Εξαιρετικά διατηρημένη είναι και η γέφυρα στην Ελεύθερνα της Κρήτης, το σχήμα της είναι τριγωνικό κι έχει φτιαχτεί από μεγάλες πέτρες, χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα. Χρονολογείται από τον 4ο αιώνα π.Χ. Άλλη μία γέφυρα είναι της Βαλύρας (άνω Πάμισος).



(ΕΙΚΟΝΑ 2.3.1- Η ΓΕΦΥΡΑ ΣΤΗΝ ΕΛΕΥΘΕΡΝΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ)

Ο Μυκηναϊκός πολιτισμός ανέπτυξε ένα από τα πρώτα οδικά δίκτυα στην Ευρώπη. Τον 14^ο αιώνα π.Χ. οι Μυκηναϊκές άμαξες ταξίδευαν σε δρόμους μέχρι 5m πλάτους περνώντας πάνω από κατασκευασμένες γέφυρες όπου ο χώρος το απαιτούσε.

Το οδικό δίκτυο της αρχαίας Αργολίδας σώζεται ακόμη σε πολλά σημεία. Στους αρχαίους δρόμους συναντάμε και ζεύγη αυλακώσεων βάθους 7-10 cm. και πλάτους περίπου 20 cm, με απόσταση μεταξύ τους 1,4m. ή 1,8m. που εξυπηρετούσαν τα τροχοφόρα οχήματα της εποχής. Υπάρχουν αναφορές ότι την κατασκευή και σχεδίαση νέων δρόμων αναλάμβαναν οι Αμφικτύονες που χρέωναν ανάλογα τις πόλεις για την κατασκευή. Πολλές φορές κάποιιοι πλούσιοι της εποχής χορηγούσαν τα έξοδα κατασκευής κάποιων δρόμων.

Κατά την Ρωμαϊκή εποχή οι τεχνικές αλλαγές που εισήγαγαν σχετίζονται κατά κύριο λόγο με την υποδομή, ιδιαίτερα με την οδοποιία και τη γεφυροποιία. Αυτές οι κατασκευές ήταν θεμελιώδους σημασίας για την υποστήριξη των μετακινήσεων και των επικοινωνιών του στρατεύματος. Επίσης εξυπηρετούσαν και το εμπόριο με την μεταφορά προμηθειών στις πόλεις και ιδιαίτερα στη Ρώμη.

Οι βασικές γνώσεις των Ρωμαίων για την κατασκευή των οδοστρωμάτων προέρχονταν από τους Ετρούσκους και τους Καρχηδόνιους, τις οποίες φυσικά προσαρμόσαν στις νέες ανάγκες. Περί το 100 μ.Χ. διέθετε η αυτοκρατορία ένα οδικό δίκτυο, δηλαδή ένα αριθμό δρόμων που είχαν κατασκευαστεί συστηματικά και οδηγούσαν στη Ρώμη, συνολικού μήκους περί τις 80.000 km. Κατά μήκος αυτών των δρόμων ήταν τοποθετημένο «ανά χίλια βήματα» ένα ορόσημο που έδειχνε αποστάσεις από συγκεκριμένους στόχους. Κάθε 15 km υπήρχαν σταθμοί για αλλαγή των αλόγων (mutationes) και κάθε 30 km καταλύματα διανυκτέρευσης (mansiones) και στρατιωτικά φυλάκια (stationes).

Οι ρωμαϊκοί δρόμοι ήταν κατηγοριοποιημένοι, ανάλογα με τη σημασία τους, από μονοπάτια μέχρι οδοί (Viae Romanae), με πλάτος από 30 cm μέχρι 6 m. Για

την κατασκευή τους χρησιμοποιούνταν υλικά της εκάστοτε περιοχής, πράγμα που επηρέαζε την ποιότητα του οδοστρώματος. Για τις μεγάλες οδούς (viae) υπήρχαν κατασκευαστικές προδιαγραφές ανεξάρτητα από τα υλικά. Για παράδειγμα, η επιφάνεια ήταν κυρτή και σε υψηλότερο επίπεδο από τον περίγυρο. Στην μία πλευρά του δρόμου υπήρχε αυλάκι για την αποχέτευση των όμβριων υδάτων. Το συνολικό οδόστρωμα αποτελείτε από επάλληλα στρώματα, αρχικά χαλίκι ενσωματωμένο σε ένα είδος μπετόν (σκυρόδεμα), μετά ένα στρώμα άμμος, μετά πάλι σκυρόδεμα και από πάνω σκληρές πλάκες. Το συνολικό πάχος του οδοστρώματος κυμαινόταν μεταξύ 60 και 250 cm. Αποτέλεσμα ήταν να κατασκευαστούν δρόμοι, οι οποίοι είχαν τεράστια ανθεκτικότητα και μερικοί διατηρούνται μέχρι τις ημέρες μας.

Οι μεγάλοι ρωμαϊκοί δρόμοι περνούσαν συχνά πάνω από ποτάμια και έλη, οπότε ήταν απαραίτητη η κατασκευή γεφυρών. Πολλές γέφυρες κατασκευάζονταν από ξύλο που ήταν φτηνό υλικό και διαθέσιμο σε κάθε περιοχή. Σημαντικό ήταν επίσης ότι οι ξύλινες γέφυρες κατασκευάζονταν σχετικά γρήγορα. Οι γέφυρες κοντά στη Ρώμη ήταν όμως κυρίως από πέτρες. Οι βάσεις των γεφυρών ήταν ενισχυμένες με το ρωμαϊκό μπετόν. Από τις περίπου 300 πέτρινες γέφυρες που κατασκεύασαν οι Ρωμαίοι, βρισκόταν περίπου το 60% στην Ιταλία και ένα 25% στη Γαλλία, Ισπανία και βόρεια Αφρική.

Ένα δείγμα ρωμαϊκής γεφυροποιίας που διασώζεται ακόμα σε άριστη κατάσταση, είναι η γέφυρα Pont du Gard στη Γαλλία.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.3.2 Η ΓΕΦΥΡΑ PONT DU GARD ΣΤΗ ΓΑΛΛΙΑ)

Η γέφυρα Pont du Gard στην Γαλλία είναι ένα αριστούργημα της τεχνικής των Ρωμαίων. Πρόκειται για μια γέφυρα ύψους 50 m σε τρία επίπεδα, που κατασκευάστηκε λίγο πριν τη Χριστιανική εποχή, για να επιτρέψει το πέρασμα του υδραγωγείου από τον ποταμό Gard.

Τέλος αξίζει μια μικρή αναφορά για τις κρεμαστές γέφυρες στην Κίνα περί το 300 π.Χ. στην επαρχία Γιουνάν. Το ξύλινο δάπεδο της γέφυρας στην πόλη King-tung-fu κρεμόταν από αλυσίδες με κρίκους από σφυρήλατο σίδηρο.

4. ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Τα λιμάνια και τα θαλάσσια έργα, από τα αρχαία χρόνια φτιάχνονται για την διευκόλυνση των θαλάσσιων μεταφορών. Λόγω της ορεινής μορφολογίας του εδάφους της χώρας μας, οι Έλληνες έπρεπε να στραφούν προς τη θάλασσα για τις μεταφορές των προϊόντων τους. Στην αρχή αρκούσε μια αμμουδιά (για να τραβιούνται τα πλοία στη στεριά (όπως περιγράφεται στην Ιλιάδα). Με την εξέλιξη του εμπορίου και με τους αποικισμούς άρχισε και η ανάπτυξη των λιμανιών.

Στην αρχή χρησιμοποιήθηκαν φυσικά λιμάνια και μετά έφτασαν και στην κατασκευή τεχνητών λιμανιών, είτε με εξωτερικά λιμενικά έργα (μόλους), είτε κατασκευάζοντας λιμενολεκάνες στο εσωτερικό της ακτής (εσωτερικά λιμάνια), με την κατασκευή διωρύγων που μετέτρεπαν μια υπάρχουσα λίμνη ή εδαφικό κοίλωμα σε λιμνοθάλασσα (τα ονόμαζαν Κώθωνες μάλλον από το σχήμα ενός είδους ποτηριού). Τα αρχαία λιμάνια χωρίζονταν σε δύο τμήματα, πολλές φορές και με διαφορετικές λιμενολεκάνες.

Το Εμπόριον, δηλαδή το εμπορικό λιμάνι και

το Νεώριον δηλαδή το στρατιωτικό λιμάνι, (ο ναύσταθμος).

Για την προστασία των λιμανιών κατασκευάζονταν εξωτερικά λιμενικά έργα, κυματοθραύστες, μόλοι, πάνω στους οποίους γινόταν η επέκταση των

τειχών της πόλης για την άμυνα του λιμανιού και κατασκευάζονταν φάροι και πύργοι.

Τα εσωτερικά λιμενικά έργα και τα χερσαία έργα ήταν διαφορετικά στα εμπορικά από τα πολεμικά λιμάνια. Στα εμπορικά κατασκευάζονταν κρηπιδώματα και προκυμαίες για την εκφόρτωση των εμπορευμάτων και στη στεριά στοές για τους εμπόρους.

Στα Νεώρια κατασκευάζονταν κεκλιμένα επίπεδα (γλίστρες) για να βγαίνουν οι τριήρεις στους Νεώσοικους όπου φυλάγονταν.

Στην παρακάτω εικόνα, βλέπουμε την αναπαράσταση του αρχαίου Πειραιά (Παπαχατζής 1974, 104), στο Λιμένα Κανθάρου (το σημερινό Κεντρικό Λιμάνι) στα δεξιά της εικόνας ήταν το εμπορικό λιμάνι και η ναυπηγοεπισκευαστική βάση του Αθηναϊκού Στόλου (στην αριστερή έξοδο, οι Νεώσοικοι που διακρίνονται), στο Λιμένα Ζέας (σημερινό Πασαλιμάνι, ήταν ο παλιότερος Ναύσταθμος του Αθηναϊκού Στόλου, με την ανάπτυξη του στόλου κατασκευάστηκε και δεύτερος ναύσταθμος στο Λιμένα Μουνιχίας (σημερινό Τουρκολίμανο).



(ΕΙΚΟΝΑ 2.4.1 ΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΣΤΟΝ ΑΡΧΑΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ)

4.1 ΛΙΜΕΝΑΣ ΤΗΣ ΘΑΣΟΥ

Η Θάσος κατοικήθηκε από Πάριους εποίκους γύρω το 680 π.Χ. Η ιδιαιτερότητα της θέσης της πάνω στους εμπορικούς δρόμους Αιγαίου - Ευξείνου Πόντου - Θράκης, καθώς και το μεταλλοφόρο (χρυσός, άργυρος) υπέδαφός της και οι αμπελώνες και τα δάση της συνέτειναν στην ανάπτυξή της σε ναυτική και εμπορική δύναμη.

Η πόλη της Θάσου βρισκόταν στα βόρεια του νησιού, στον όρμο Παναγιάς, ο οποίος διαμορφώθηκε σε δύο λιμένες. Ένα κλειστό πολεμικό και ένα εμπορικό. Ο εμπορικός λιμένας βρισκόταν στα βορειοανατολικά του πολεμικού και προστατευόταν από βόρεια με μόλο, ενώ στα νότια συνόρευε με τον πολεμικό. Οι λιμενικές εγκαταστάσεις στο σύνολο τους είναι από τις καλύτερα διατηρημένες στην Ελλάδα.

Ο εμπορικός λιμένας επικοινωνούσε με την αρχαία αγορά μέσω δύο πυλών. Ο λιμένας ήταν κατασκευασμένος εκτός της οχύρωσης της πόλης και αποτελούσε συνέχεια του πολεμικού λιμένα στα βορειοανατολικά. Μοναδικό τεχνικό έργο αποτελούσε ο βόρειος προσήνεμος μόλος, με διεύθυνση Α-Δ, μήκους 115m και πλάτους 18-30m, ο οποίος είναι κατασκευασμένος με μαρμάρινους κυβόλιθους, μεγαλύτερους εξωτερικά (μήκους μέχρι 1.5m) και μικρότερους εσωτερικά. Ανάμεσα στις δύο παρειές έχει εντοπιστεί σχιστολιθικό γέμισμα. Στο άκρο του είναι ημικυκλικός, διαμέτρου 20m, γεγονός που πιθανόν να ερμηνεύεται από την ύπαρξη πύργου στο ακρομώλιο. Ο μόλος ήταν πιθανότατα οχυρωμένος στην προσήνεμη πλευρά του, με αποβάθρα στον εσωτερικό πόδα του τείχους. Η χρήση του λιμένα σταμάτησε τον 7^ο αιώνα μ.Χ. Σήμερα, τα κατάλοιπά του βρίσκονται 1-2m υπό την επιφάνεια της θάλασσας.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.4.2 ΓΕΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΑΡΧΑΙΩΝ ΛΙΜΕΝΩΝ ΤΗΣ ΘΑΣΟΥ ΟΠΩΣ ΕΙΝΑΙ ΣΗΜΕΡΑ. ΔΙΑΚΡΙΝΕΤΑΙ ΣΤΗΝ ΕΠΑΝΩ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΓΩΝΙΑ Ο ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΣ ΠΡΟΣΗΓΝΕΜΟΣ ΜΩΛΟΣ ΤΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΟΣ)



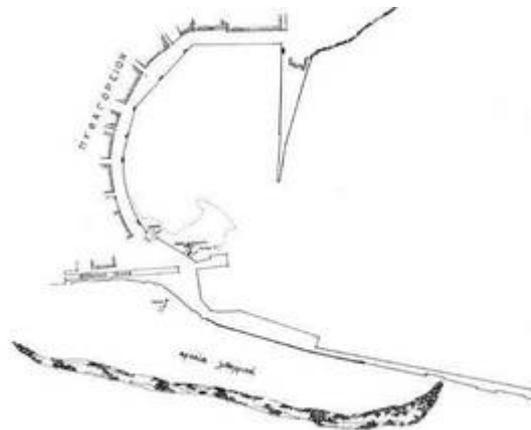
(ΕΙΚΟΝΑ 2.4.3 ΚΑΤΑΛΟΙΠΑ ΗΜΙΒΥΘΥΣΜΕΝΟΥ ΠΥΡΓΟΥ ΣΤΗ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΓΩΝΙΑ ΤΟΥ ΠΟΛΕΜΙΚΟΥ ΛΙΜΕΝΑ)

4.2 ΛΙΜΕΝΑΣ ΤΗΣ ΣΑΜΟΥ

Η αρχαία πόλη της Σάμου βρίσκεται στη νοτιοανατολική πλευρά του ομώνυμου νησιού, στη θέση που σήμερα βρίσκεται ο οικισμός του Πυθαγορείου. Κατάλοιπα της πόλης μαρτυρούν την ζωή της από τα Αρχαϊκά μέχρι και τα Παλαιοχριστιανικά χρόνια. Το νησί κατοικήθηκε ήδη από την 4η χιλιετία π.Χ. και εποίκιστηκε από τους Ίωνες στις αρχές της 1ης χιλιετίας π.Χ. Ιδιαίτερη πολιτική, οικονομική και πνευματική άνθηση γνώρισε στα χρόνια του τυράννου Πολυκράτη, στο δεύτερο μισό του 6^{ου} αιώνα π.Χ. Τότε κατασκευάστηκαν μεγάλα τεχνικά έργα όπως το Ευπαλίνειο Όρυγμα, ο ναός της Ήρας, οχυρωματικά έργα και το "χώμα εν θαλάσσι", ένας αξιοθαύμαστος προφανώς κυματοθραύστης, το πρώτο τεχνητό λιμενικό έργο που αναφέρεται στις αρχαίες πηγές.

Ο λιμένας της πόλης βρισκόταν στο φυσικό όρμο που σχηματίζεται στο ανατολικό άκρο της αρχαίας πόλης της Σάμου, ήταν διμερής αποτελούμενος από μια τειχισμένη λεκάνη, το πρωιμότερο παράδειγμα "κλειστού λιμένα", η οποία αποτελούσε το ναύσταθμο της πόλης.

Μια δεύτερη λεκάνη, πιθανότατα ο όρμος στα ανατολικά της προηγούμενης λεκάνης, προστατευμένη νοτιοανατολικά από τον επιμήκη πολυκράτειο κυματοθραύστη χρησιμοποιείτο μάλλον ως εμπορικό.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.4.4 ΓΕΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΤΟΥ ΛΙΜΑΝΙΟΥ ΣΤΟ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ ΤΗΣ ΣΑΜΟΥ)



(ΕΙΚΟΝΑ 2.4.5 ΓΕΝΙΚΗ ΑΠΟΨΗ ΤΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΤΟΥ ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟ ΟΠΩΣ ΕΙΝΑΙ ΣΗΜΕΡΑ)

Τα αρχαία κατάλοιπα που εντοπίστηκαν στην περιοχή του λιμένα του Πυθαγορείου συνίστανται στα εξής: Εξωτερικά του σύγχρονου νότιου μόλου και παράλληλα περίπου προς αυτόν με κατεύθυνση ΒΔ - ΝΑ υπάρχει λιθορριπή, μήκους 480m περίπου, η οποία στρέφεται στο νότιο άκρο της προς τα ανατολικά κάτω από το σύγχρονο μολο. Η λιθορριπή αυτή, κατασκευασμένη από αργούς λίθους και κυβόλιθους σε δεύτερη χρήση βρίσκεται σε βάθος από - 2.75m στα βορειοδυτικά μέχρι -14m στα νοτιοανατολικά.

Το πλάτος της δεν έχει καθοριστεί διότι είναι καλυμμένη από ιζήματα και καταπεσμένα υλικά του παρακείμενου σύγχρονου μόλου. Για τη συγκεκριμένη κατασκευή υποστηρίχτηκε η ταύτιση με τον αρχαίο κυματοθραύστη, τον οποίο αναφέρει ο Ηρόδοτος («περί λιμένα χώμα εν θαλάσση, βάθος και είκοσι οργυιέων, μήκος δε του χώματος μέζον δύο σταδίων»). Μια δεύτερη λιθορριπή με διαστάσεις μήκους 170-190m, και πλάτους 20m περίπου, η οποία εντοπίστηκε κάτω από το σύγχρονο βόρειο λιμενοβραχίονα, σε βάθος 2m θεωρήθηκε ότι ταυτίζεται με τη θεμελίωση του αρχαίου κρηπιδώματος/επιθαλάσσιου τείχους, το οποίο έκλεινε από τα ανατολικά τον πολεμικό λιμένα, σε συνέχεια του χερσαίου τείχους της πόλης. Στη

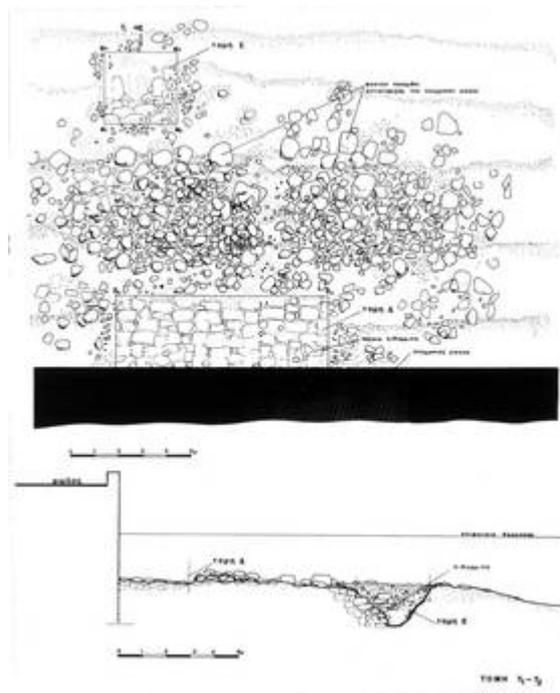
συγκεκριμένη υπόθεση συνηγορεί και ο εντοπισμός αρχαίου οικοδομικού υλικού, το οποίο χρησιμοποιήθηκε στο λιμενοβραχίονα τον 19^ο αιώνα.

Τα κατάλοιπα του αντίστοιχου δυτικού μώλου εντοπίστηκαν στο βυζαντινό τείχος, τμήμα του οποίου είναι μέχρι σήμερα ορατό στη γένεση του νότιου σύγχρονου μώλου.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.4.6 ΚΑΤΑΛΟΙΠΑ ΤΟΥ ΒΥΖΑΝΤΙΝΟΥ ΤΕΙΧΟΥΣ)

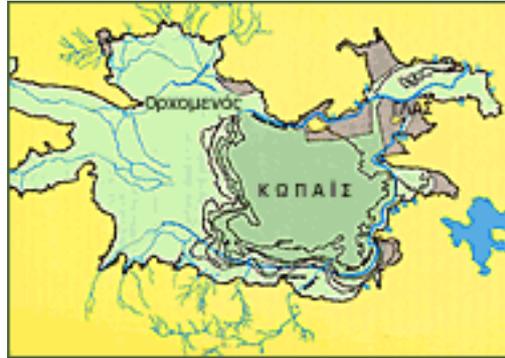
Στην προέκταση του ορατού αυτού τμήματος μέσα στη θάλασσα προς τα ανατολικά, σε βάθος -1m, διαπιστώθηκε ότι το βυζαντινό τείχος εδράζεται σε αρχαιότερο έργο. Η κατασκευή παρακολουθείται σε μήκος 13m. Αποτελείται από δύο στρώσεις από δεκαεπτά ασβεστολιθικούς κυβόλιθους. Η κατασκευή θεωρήθηκε ότι αποτελεί την εξωτερική όψη του αρχαίου τείχους το οποίο έβαινε επί του νότιου μώλου δημιουργώντας έτσι την προφυλαγμένη λεκάνη του "κλειστού λιμένα" της Σάμου.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.4.7 ΚΑΤΟΨΗ ΚΑΙ ΤΟΜΗ ΤΗΣ ΑΡΧΑΙΑΣ ΛΙΘΟΡΡΙΠΗΣ ΤΟΥ ΛΙΜΕΝΑ ΤΗΣ ΣΑΜΟΥ)

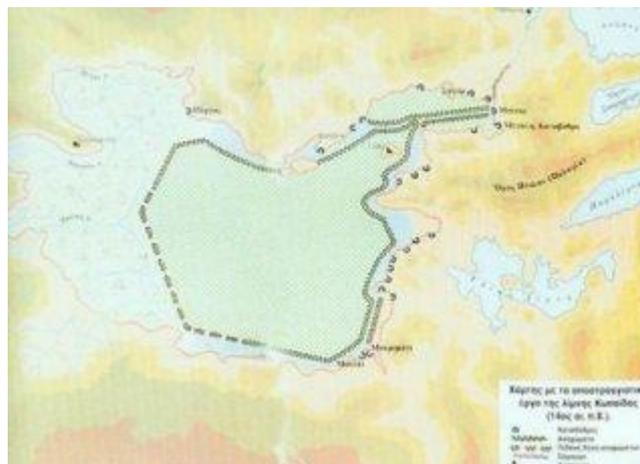
5 ΑΛΛΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

5.1 ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΑ ΕΡΓΑ ΤΗΣ ΚΩΠΑΪΔΑΣ (3η χιλιετία π.Χ.).



(ΕΙΚΟΝΑ 2.5.1 - ΧΑΡΤΗΣ)

Το έργο αυτό αποκαλύφθηκε στο τέλος του περασμένου αιώνα, όταν κατά την τελευταία αποξήρανση της Κωπαΐδας εμφανίστηκαν στον πυθμένα της λίμνης κανάλια και τεχνητά αναχώματα που ανάγονται στη Μυκηναϊκή εποχή.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.5.2 - ΧΑΡΤΗΣ)

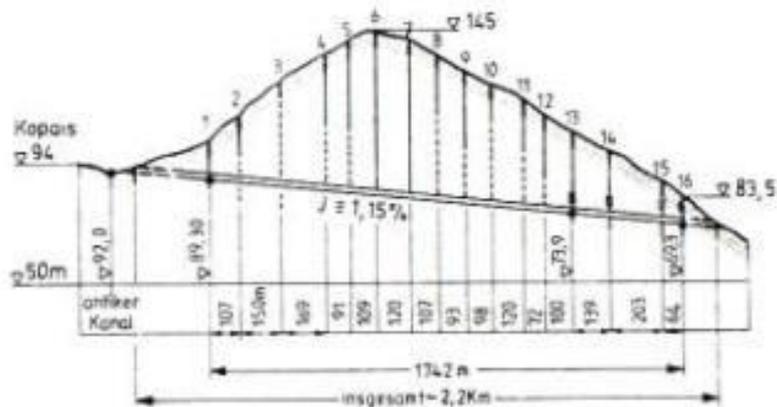
Κολοσσιαία, από την άποψη της έκτασης όσο και της τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε, ήταν τα ευρείας κλίμακας αρδευτικά και αποξηραντικά έργα που εκτέλεσαν οι Μινύες του Ορχομενού στην κοιλάδα της Κωπαΐδας.

Ήταν τόσο σημαντικά τα έργα αυτά ώστε οι Γερμανοί ερευνητές που τα μελετούν από το 1980 τα χαρακτήρισαν σαν τα «μεγαλύτερα αρδευτικά έργα της αρχαίας Ευρώπης».

Οι Μινύες, ένα ελληνικό φύλο με καταγωγή από την αρχαία Κολχίδα, που διέθεταν αυξημένες γνώσεις μηχανικής και τεχνολογίας, επιχείρησαν να αποξηράνουν την πεδιάδα της Κωπαΐδας, η οποία πλημμύριζε από τα νερά των παρακείμενων ποταμών Μέλανα και Κηφισού.

Για τον σκοπό αυτό κατασκεύασαν ένα τεράστιο αρδευτικό κανάλι, πλάτους 40 m και βάθους έως και 5 m, που χρησίμευε και ως πλωτός ποταμός, την περίφημη «Διώρυγα των Μινύων». Στην διώρυγα αυτή συγκεντρώνονταν όλα τα ύδατα, τα οποία μέσω αυτής, κατευθύνονταν προς διάφορες φυσικές καταβόθρες, απ' όπου κατέληγαν στον σημερινό κόλπο της Λάρυμνας (Ευβοϊκός Κόλπος). Ο ενδιάμεσος αποξηραμένος χώρος πλαισιώθηκε από οικισμούς και το οχυρό του Γλα, που έλεγχε την περιοχή, ενώ στο μεγαλύτερο μέρος του καλλιεργούνταν. Η διώρυγα των Μινύων είχε μήκος περίπου 43 km και ήταν συνδεδεμένη μαζί με μία άλλη περιφερειακή καθώς και διάφορες εγκάρσιες μικρότερης κατασκευής.

Συμπληρωματικό έργο μεγάλης αξίας ήταν η τεχνητή καταβόθρα που έσκαψαν οι Μινύες για να ενισχύσουν την απορρόφηση των υδάτων, επειδή οι φυσικές καταβόθρες δεν επαρκούσαν.



(ΕΙΚΟΝΑ 2.5.3- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ)

Η τεχνητή καταβόθρα, μία υπόγεια επικλινής σήραγγα, σκαμμένη στο βράχο, είχε μήκος 2230 m ύψος 1,80 m και πλάτος 1,50 m. Διέθετε 16 κάθετα ανοίγματα (φρεάτια), που ανοίχτηκαν πρώτα και μέσω των οποίων σκάφτηκε η σήραγγα μέσα στον βράχο και στην συνέχεια μέσω αυτών τα συντηρούσαν.

Τα έργα αυτά οι Μινύες τα συντηρούσαν για εκατοντάδες χρόνια έως ότου καταστράφηκαν από σεισμούς στα 1100 π.Χ.

Τα έργα της Κωπαΐδας καταστράφηκαν σχεδόν συγχρόνως με την καταστροφή των μυκηναϊκών ακροπόλεων γύρω στο 1200 π.Χ., όταν η κεντρική εξουσία δεν ήταν πια σε θέση να συντηρήσει τα έργα, και η Κωπαΐδα μετατράπηκε πάλι σε λίμνη σκεπάζοντας έναν αριθμό παράλιων οικισμών.

Είναι αξιοσημείωτο ότι μετά το εγχείρημα αυτό των Μυκηναίων καμία άλλη μεταγενέστερη προσπάθεια μετατροπής της λίμνης Κωπαΐδας σε πεδιάδα δεν πέτυχε παρά μόνο εκείνη στα τέλη του περασμένου αιώνα και η οποία έδωσε στην περιοχή τη σημερινή της μορφή.

5.2 ΣΥΜΒΟΛΑΙΟ ΑΠΟΞΗΡΑΝΣΗΣ ΔΥΣΤΟΥ

Αρκετά αργότερα απ' την αποξήρανση της λίμνης Κωπαΐδας έγινε αντίστοιχη αποξήρανση και στην Νότια Εύβοια στην λίμνη των Πτυχών (Δύστου), έξω απ' την Ερέτρια. Εδώ δεν είναι τόσο εντυπωσιακό το μέγεθος όσο η τεχνική σύμβαση ανάληψης του έργου που διασώθηκε από το 330 π.Χ.

Το έργο ανατέθηκε από τον δήμο Ερετριαίων στον μηχανικό Χαιρεφάνη. Αρχικά περιγράφεται λεπτομερώς το έργο με τις προσεκτικά διατυπωμένες τεχνικές του ιδιαιτερότητες, (κατασκευή αποχετευτικών αγωγών, υδροφρακτών, δεξαμενής κλπ.) δίνεται ο χρόνος παράδοσης μετά από τετραετία, κανονίζεται φορολογική ατέλεια στην εισαγωγή υλικών για το έργο, και προβλέπονται και σαφέστατες ποινικές ρήτρες τόσο υλικής όσο και ηθικής φύσεως. Είναι το πρώτο έργο B.O.T. (build, operate and transfer) στην Ιστορία.

5.3 ΥΠΟΒΡΥΧΙΑ ΣΗΡΑΓΓΑ

Στην Βαβυλώνα εκτός από τους περιβόητους κρεμαστούς κήπους που ήταν τεχνητά αρδευόμενοι με σύστημα αντλιών, υπήρχε και μια τεχνητή σήραγγα κατασκευασμένη κάτω από το ποτάμι που χρησίμευε για το πέρασμα από το ένα άκρο του ποταμού Ευφράτη στο άλλο. Κατασκευάστηκε το 2180 π.Χ. για να ενώσει το βασιλικό παλάτι με τον απέναντι ναό. Είχε 900 m μήκος και ήταν χτισμένη με τούβλα. Κατασκευάστηκε με μερική εκτροπή της κοίτης του ποταμού κατά τους καλοκαιρινούς μήνες που το νερό ήταν πολύ λιγότερο. Οι μηχανικοί της εποχής προφανώς δεν φοβήθηκαν ούτε το βάρος του νερού και των επιχωματώσεων πάνω από την σήραγγα ούτε τα προβλήματα στεγανοποίησης.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΜΕΣΑΙΩΝΑ
ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ**

1. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΜΕΣΑΙΩΝΑ & ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ (476μ. Χ. – 1789μ. Χ.)

Στην Μεσαιωνική εποχή υπήρξαν κάποιοι τύποι αυτοματισμών κυρίως σε αυτοκρατορικά παλάτια, γεγονός είναι ότι αυτές οι επινοήσεις και κατασκευές που φαίνεται να είχαν ως αποκλειστικό στόχο την ψυχαγωγία και τον εντυπωσιασμό, δεν αποτυπώθηκαν παρά σε ελάχιστα γραπτά.

Πολύ σημαντικότερο είναι ότι οι μηχανισμοί δεν είχαν καμιά συνέχεια στην επιστήμη και την τεχνολογία του Βυζαντίου. Η παραγωγική υποδομή της εποχής στηριζόταν σε δουλοπάροικους και άλλους εξαρτημένους εργάτες και δεν υπήρχε ποτέ κάποια σκέψη να βελτιωθεί ή υποστηριχθεί η χειρονακτική δουλειά τους με κάποιους από αυτούς τους αυτοματισμούς, όπως συνέβη κατά τη βιομηχανική επανάσταση στην Ευρώπη (στην αναγέννηση), μερικούς αιώνες αργότερα.

Η βασική κινητήρια δύναμη στους μηχανικούς εκσκαφείς με πτύο (κουβά φτυάρι) , συμπυκνωτές εδάφους με κύλινδρο και ανυψωτικά μηχανήματα στηρίζονταν στην μυϊκή δύναμη των ανθρώπων και των ζώων.

Η Αναγέννηση αποτελεί για τις επιστήμες, την τέχνη και την τεχνολογία μια επανεκκίνηση από το σημείο που σταμάτησε η ανάπτυξη του πολιτισμού κατά την ελληνιστική εποχή.

Το όριο μεταξύ Μεσαίωνα και Αναγέννησης, το οποίο είναι έτσι κι αλλιώς συμβατικό, τοποθετείται διαφορετικά, ανάλογα με την ειδικότερη οπτική γωνία των Ιστορικών, αλλά και με τη χώρα στην οποία αναφερόμαστε.

1.1 ΤΣΙΜΕΝΤΟ – ΜΠΕΤΟΝ

Κατά το μεσαίωνα δεν παρουσιάζεται καμία εξέλιξη. Το πρώτο ουσιαστικά βήμα για τη δημιουργία του τσιμέντου υπό τη μορφή που χρησιμοποιείται σήμερα θα μπορούσε να αποδοθεί στον Άγγλο μηχανικό John Smeaton στα μέσα του 1700 μ. Χ. Στο μηχανικό αυτό ανατέθηκε η κατασκευή ενός φάρου κοντά στο Plymouth, ο οποίος είχε προηγουμένως κατασκευαστεί από ξύλο και είχε δύο φορές καταστραφεί, αρχικά από πυρκαγιά και έπειτα από θύελλα.

Ήταν πλέον αυτονόητο, ότι ο φάρος θα έπρεπε να κατασκευαστεί από πέτρα, αλλά η γειτνίαση με τη θάλασσα και η βραδύτητα πήξεως και σκλήρυνσης των ασβεστοκονιαμάτων δεν επέτρεπαν το ασφαλές χτίσιμο.

Ο Smeaton άρχισε να ερευνά τα διάφορα υλικά και διαπίστωσε ότι τα ασβεστοκονιάματα με ασβέστη ο οποίος έχει παρασκευαστεί από το ψήσιμο ασβεστόλιθου που περιείχε άργιλο (δηλ. πυρίτιο και αργίλιο), μπορούσαν να πήξουν τόσο στον αέρα όσο και μέσα στο νερό. Αυτή η παρατήρηση θεωρείται ότι αποτελεί το πρώτο σημαντικό βήμα για την παραγωγή του τσιμέντου με τη μορφή που παράγεται σήμερα.

Ανάλογες εξελίξεις την ίδια εποχή αναφέρονται στη Γαλλία αποδιδόμενες στους Vicat και Lesage.

Η συστηματικότερη όμως παρασκευή τσιμέντου αποδίδεται στον Άγγλο μηχανικό Joseph Aspdin ο οποίος έδωσε στο υλικό (για το οποίο πήρε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας) το όνομα που και σήμερα χρησιμοποιείται "τσιμέντο Portland". Το όνομα αυτό δόθηκε γιατί το χρώμα του σκληρυμένου τσιμέντου ήταν πολύ κοντά στο χρώμα των πετρωμάτων στο Portland. Σήμερα σώζεται (σε εγκαταστάσεις Βρετανικής Τσιμεντοβιομηχανίας) ένας από τους πέτρινους κλιβάνους που χρησιμοποίησε ο γιος του Aspdin, William για την παραγωγή του τσιμέντου.

Έκτοτε η παραγωγή του τσιμέντου εξαπλώθηκε σε όλο τον κόσμο και παρουσίασε σημαντικές εξελίξεις για να φθάσει στο σημερινό επίπεδο εξέλιξης.



(ΕΙΚΟΝΑ 3.1.1 ASPDIN)

1.2 ΤΕΧΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Το έτος 1795 παρουσίασε ο καθηγητής πανεπιστήμιου και πολιτικός υπάλληλος του υπουργείου οχυρωματικών έργων, Gasprd Monge (1746-1818) ένα βιβλίο με τίτλο «Geometries Descriptive» , εγκαινιάζοντας με αυτό τον κλάδο του τεχνικού σχεδίου στην Ευρώπη. Ο Μόνζ ήταν φυσικομαθηματικός και έγινε σε ηλικία 16 ετών καθηγητής στο πανεπιστήμιο της Λυών. Στο βιβλίο αυτό έδειξε ο Μονζ ότι μπορούμε να παραστήσουμε ένα τρισδιάστατο αντικείμενο επακριβώς, σχεδιάζοντας διάφορες απόψεις ή τομές του με συγκεκριμένους κανόνες.

Έτσι, η ιδέα του «Τεχνικού Σχεδίου» διαδόθηκε σε όλο τον κόσμο με ένα σύνολο κανόνων. Το τεχνικό σχέδιο εξελίχθηκε μέχρι τις ημέρες μας σε μεγάλο βαθμό και αποτέλεσε μια από τις σημαντικότερες εφαρμογές των υπολογιστών στον τεχνικό τομέα.



(ΕΙΚΟΝΑ 3.1.2 MONGE)

1.3 ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ Ο ΘΕΟΔΟΛΙΧΟΣ

Από το τέλος του 14ου αιώνα αρχίζει και στην Ευρώπη η χρησιμοποίηση διαφόρων νέων οργάνων.

Μεταξύ αυτών ξαναχρησιμοποιείται ο αστρολάβος, όργανο κυρίως για αστρονομικές παρατηρήσεις κατά την αρχαιότητα, αλλά τώρα πια για τοπογραφικές μετρήσεις, τα ορθόγωνα και οι μαγνητικές πυξίδες. Τα εξερευνητικά ταξίδια των μεγάλων θαλασσοπόρων, αλλά και τα εμπορικά θαλάσσια ταξίδια μεταξύ Ευρώπης και Ανατολής συνέβαλλαν σημαντικά στη διάδοση των επιστημονικών γνώσεων, στην εξέλιξη των μεθόδων ναυσιπλοΐας, αλλά και στην ανάπτυξη της Χαρτογραφίας.

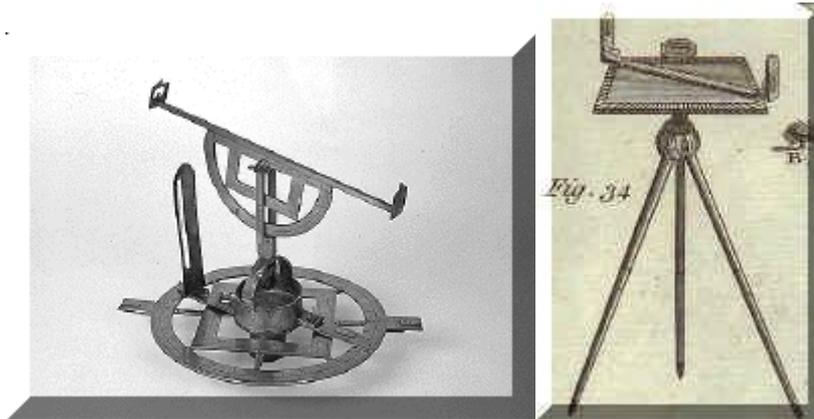


(ΕΙΚΟΝΑ 3.1.3 ΠΥΞΙΔΕΣ)

Η ανάπτυξη όλων των επιστημών άρχισε να γίνεται μεγαλύτερη κατά την περίοδο της Αναγέννησης. Οι βαθιές κοινωνικές, πολιτικές και πολιτισμικές αλλαγές που χαρακτηρίζουν την περίοδο αυτή δημιούργησαν ένα νέο πλαίσιο ανάπτυξης της Τοπογραφίας.

Ο περιορισμός της φεουδαρχίας απαιτούσε τη μέτρηση και διανομή της γης στους αγρότες. Η ανακάλυψη νέων τόπων απαιτούσε την επιστημονική καταγραφή τους και τη σύνταξη χαρτών, ενώ παράλληλα ήταν αυξημένες οι ανάγκες για νέες μεθόδους προσανατολισμού και ναυσιπλοΐας. Για την καλύτερη αξιοποίηση του πυροβολικού στον πόλεμο, ήταν αναγκαία η μέτρηση διευθύνσεων, κατακόρυφων γωνιών και αποστάσεων.

Η επιβεβαίωση του ηλιοκεντρικού συστήματος του Κοπέρνικου απαιτούσε όργανα μετρήσεων υψηλής ακριβείας. Έτσι την περίοδο αυτή κατασκευάστηκε ένα γωνιομετρικό όργανο το οποίο χρησιμοποιείται με τις ίδιες αρχές λειτουργίας μέχρι σήμερα. Πρόκειται για τον θεοδόλιχο (Theodolitus) που χρωστά το όνομά του στον Άγγλο L. Digges από το 1571.



(ΕΙΚΟΝΑ 3.1.4 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΘΕΟΛΟΛΙΧΟΥ)



(ΕΙΚΟΝΑ 3.1.5 ΘΕΟΛΙΧΟΣ)

Κατά τον 17ο αιώνα η Γεωδαισία, η Τοπογραφία και η κατασκευή τοπογραφικών οργάνων συστηματοποιούνται. Κατασκευάζονται αλυσίδες για τη μέτρηση μηκών, γωνιομετρικά όργανα σε συνδυασμό με μαγνητικές πυξίδες και κλισίμετρα.

Ο 17ος αιώνας είναι σημαντικός για την ανάπτυξη των τοπογραφικών οργάνων, γιατί αυτή την περίοδο γίνεται η εφεύρεση του τηλεσκοπίου, του βερνιέρου ως συστήματος ανάγνωσης ενδείξεων και του σταυρονήματος ως συστήματος σκόπευσης με μεγάλη ακρίβεια. Ακόμη την ίδια περίοδο

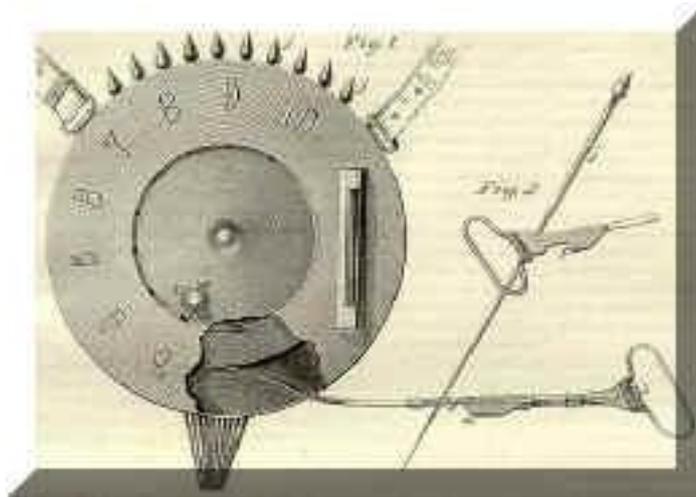
γωνίες και χρησιμοποιούσαν αεροστάθμες για την οριζοντίωσή τους. Η χρησιμοποίηση σταδιομετρικών νημάτων και σταδίας οδηγεί στην οπτική μέτρηση αποστάσεων με ικανοποιητική ακρίβεια. Θεοδόλιχοι και χωροβάτες αρχίζουν να παράγονται οργανωμένα σε εργοστάσια που ανοίγουν σε διάφορες χώρες.



(ΕΙΚΟΝΑ 3.1.7 ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ)

Από τις αρχές του 19ου αιώνα οι αλλαγές και οι βελτιώσεις είναι ακόμη πιο ταχείς. Κατασκευάζονται θεοδόλιχοι και χωροβάτες υψηλής ακριβείας, λινές και μεταλλικές μετροταινίες, κανόνες και ειδικά σύρματα για τη μέτρηση μηκών.

Όπως είναι αναμενόμενο, η εξέλιξη και η ανάπτυξη των διαφόρων κρατών δημιουργεί συνεχώς και μεγαλύτερες ανάγκες τοπογραφικών σχεδίων, χαρτών και ειδικών μετρήσεων. Η κατάσταση συνεχίζεται με παρόμοιο τρόπο και τον επόμενο αιώνα.



(ΕΙΚΟΝΑ 3.1.8 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ)



(ΕΙΚΟΝΑ 3.1.9 ΘΕΟΔΟΛΙΧΟΙ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΟ ΜΕΣΑΙΩΝΑ Κ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ

1. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΕΝΝΗΣΗ

Κατά τον ύστερο Μεσαίωνα και την πρώιμη Αναγέννηση κυκλοφορούσε στην Ευρώπη η ρήση «Γέφυρες και καπηλειά ενώνουν τους ανθρώπους, τείχη και θρησκείες τους χωρίζουν» και σ' αυτό το πνεύμα κάθε κατασκευή νέας γέφυρας ήταν μια σημαντική προσφορά στον πολιτισμό.

Οι γεφυροποιοί εγκατέλειψαν κατά τους τελευταίους μεσαιωνικούς αιώνες την τοξωτή γέφυρα των ρωμαϊκών χρόνων, γιατί τα στηρίγματα που χρειάζονταν για να παραλάβουν το φορτίο των γεφυρών αυτού του τύπου ήταν πολλά και εμπόδιζαν τη ροή του νερού. Σημαντικότερη μακροχρόνια επίπτωση ήταν η διάβρωση των στηριγμάτων και η υπονόμηση των γεφυρών.

Στο πέρασμα από το Μεσαίωνα στην Αναγέννηση διατηρήθηκε μεν το κυκλικό τόξο αλλά τώρα με πολύ μεγάλη ακτίνα, οπότε λιγόστεψαν τα απαιτούμενα σημεία στήριξης της γέφυρας και μειώθηκαν τα εμπόδια στη ροή.

Δύο από τις σημαντικότερες γέφυρες αυτού του τύπου που διατηρούνται ακόμα, είναι η **Ponte di Vecchio** (παλιά γέφυρα) στη Φλωρεντία που κτίστηκε στη δεκαετία του 1340 και η **Ponte Castelvecchio** (γέφυρα του παλιού κάστρου) που κατασκευάστηκε στη δεκαετία του 1350 στη Βερόνα.

Η γέφυρα της Φλωρεντίας έχει άνοιγμα περίπου τα 32 μέτρα και ύψος μόνο 5 μέτρα. Η γέφυρα της Βερόνας έχει άνοιγμα περίπου τα 53 μέτρα.

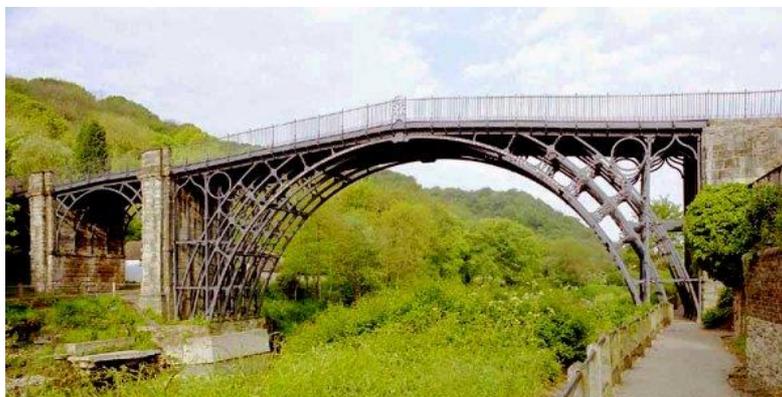


(ΕΙΚΟΝΑ 4.1.1 Η ΓΕΦΥΡΑ SANTA TRINITA ΣΤΗ ΦΛΩΡΕΝΤΙΑ)

Η γέφυρα Santa Trinita της Φλωρεντίας που κτίστηκε δύο αιώνες μετά τη γέφυρα Ponte di Vecchio, επίσης πάνω από τον ποταμό Άρνο, έχει πλέον ελλειπτικά τόξα, με τα οποία δίνεται μια αισθητικά καλύτερη εικόνα. Στο τεχνικό μέρος όμως, δεν έχουν αλλάξει πολλά πράγματα. Η πασσάλωση γίνεται όπως και στην αρχαία εποχή με τη μυϊκή δύναμη των ανθρώπων, μέχρι το 19^ο αιώνα οπότε άρχισαν να χρησιμοποιούνται ατμόσφυρες.

Στο δεύτερο μισό του 18^{ου} αιώνα αξιοποιείται ως νέο υλικό στη γεφυροποιία ο χάλυβας και έναν αιώνα αργότερα το οπλισμένο σκυρόδεμα. Με αυτά τα υλικά κατασκευάζονται πλέον τεχνικά, λειτουργικά και αισθητικά βελτιωμένες γέφυρες.

Μέχρι το 18ο αιώνα επικρατούσε στη γεφυροποιία η ρωμαϊκή τεχνική, με τις βελτιώσεις που καθιερώθηκαν από το 16^ο αιώνα. Η πρώτη γέφυρα από σύγχρονο υλικό, χυτοσίδηρο, είναι η «Ironbridge» με άνοιγμα 30 m που κατασκεύασε ο μηχανικός Abraham Darby (1750-1791) το έτος 1779 στο Coalbrookdale της Αγγλίας. Η βελτίωση στην επεξεργασία του χάλυβα έδωσε τη δυνατότητα να αυξηθεί η αντοχή του σε εφελκυσμό και να κατασκευαστούν με αυτό το υλικό μεγάλες κρεμαστές γέφυρες. Μια από τις πρώτες κρεμαστές γέφυρες είναι, η γέφυρα Menai στην Ουαλία με κεντρικό άνοιγμα 177 m και συνολικό μήκος 521 m. Κατασκευάστηκε από τον Thomas Telford (1757-1834) στα χρόνια 1818-1826.



(ΕΙΚΟΝΑ 4.1.2 ΓΕΦΥΡΑ ΑΠΟ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟ ΣΤΟ COALBROOKDALE ΤΗΣ ΑΓΓΛΙΑΣ (1779))

2 ΣΗΡΑΓΓΕΣ

Η σήραγγα (τούνελ) είναι ένα τεχνητό όρυγμα ή μία φυσική δίοδος με τη μορφή στοάς, κάτω από την επιφάνεια της γης ή κάτω από ποταμό, λίμνη κλπ. ή δίοδος που έχει ανοιχτεί με διάτρηση σε ορεινό όγκο για την παροχή νερού, για τη διέλευση οχημάτων κ.ά.



(ΕΙΚΟΝΑ 4.2.1 ΠΑΛΙΑ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΗ ΣΗΡΑΓΓΑ ΚΑΙ ΝΥΝ ΠΕΖΟΔΡΟΜΟΣ ΣΤΟ ΒΕΛΓΙΟ)

Κατά το Μεσαίωνα οι σημαντικότερες υπόγειες σήραγγες αποτελούν τα ορύγματα για διαμονή ανθρώπων στην περιοχή της Καππαδοκίας. Βέβαια, ήδη από την Αρχαιότητα ήταν γνωστή η τεχνική δημιουργίας υπόγειων ορυγμάτων στα πορολιθικά πετρώματα αυτής της μικρασιατικής επαρχίας.

Από τα μέσα του 7^{ου} αιώνα μ.Χ. γενικεύτηκε και εντατικοποιήθηκε αυτή η τεχνική της διάνοιξης ορυγμάτων, λόγω των συχνών εχθρικών επιδρομών στην περιοχή. Αυτή η εξέλιξη οφείλεται κυρίως στη στρατιωτική επέκταση των Αράβων, όπου οι κάτοικοι της παραμεθόριας πλέον Καππαδοκίας διέφευγαν στις υπόγειες σήραγγες, όπου δέχονταν επιθέσεις. Σε καίρια σημεία των στοών υπήρχαν επεξεργασμένοι ογκόλιθοι, με τους οποίους οι πολιορκούμενοι έφραζαν τα στόμια διελεύσεως. Το πλέγμα των υπόγειων στοών στην Καππαδοκία πήρε με το χρόνο μεγάλες διαστάσεις και μέχρι σήμερα διασώζεται ένα πολύπλοκο δίκτυο.

Στη Δυτική Ευρώπη κατασκευάστηκαν κατά τον ύστερο Μεσαίωνα και την Αναγέννηση συστηματικά υπόγειες σήραγγες σε διάφορες πόλεις, κυρίως για συλλογή και έλεγχο των υδάτων προς ύδρευση. Σημαντικότερο από αυτά τα δίκτυα είναι αυτό της πόλης Σιένα στην Ιταλία, κάτω από τους δρόμους της οποίας υπάρχει διακλάδωση στοών (bottinis) με συνολικό μήκος περίπου 25 km. Επίσης κατασκευάστηκαν διάφορες άλλες σήραγγες, για διευκόλυνση των μεταφορών, κυρίως σε χώρες με ορεινούς όγκους (Ελβετία, Αυστρία κ.ά.)

3 ΔΙΩΡΥΓΕΣ

3.1 ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΗΣ CONTRA-FOSSA ΣΤΗΝ ΚΕΡΚΥΡΑ

Δημιουργήθηκε από τους Ενετούς πάνω στα βυζαντινά κτίσματα και ολοκληρώθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη περίοδο (1400-1500) οι Ενετοί ενίσχυσαν τα βυζαντινά τείχη κι άνοιξαν τη διώρυγα Contra-Fossa μετατρέποντας τη χερσονησίδα σε τεχνητό νησί που επικοινωνούσε με κινητή γέφυρα.

Η δεύτερη περίοδος (16^ο -18^ο αιώνα) ξεκινά με την ολοκλήρωση του (1546-1588) και φθάνει στις επεμβάσεις των Άγγλων. Σήμερα διατηρούνται δύο εντυπωσιακοί προμαχώνες που φέρουν τα ονόματα των Ιταλών μηχανικών Martinengo και Savorgnan.



(ΕΙΚΟΝΑ 4.3.1- ΔΙΩΡΥΓΑ CONTRA - FOSSA)

3.2 ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΟΥ ΣΟΥΕΖ

Η μεγαλύτερη διώρυγα του κόσμου, συνολικού μήκους 168 km που προστιθέμενα τα σημεία αγκυροβολιών και το μήκος της ενδιάμεσης λίμνης φθάνει τα 190 km με μέγιστο πλάτος σε ορισμένα σημεία 160-200 m και βάθος 11,60 m, η οποία και διατρέχει κατά διεύθυνση Βορά - Νότο τον ισθμό του Σουέζ ενώνοντας την Μεσόγειο θάλασσα με την Ερυθρά θάλασσα . Αρχίζει από το Πορτ Σάιντ, λιμένα εισόδου στη Μεσόγειο και καταλήγει στον λιμένα Σουέζ που βρίσκεται στο μυχό του ομώνυμου κόλπου της Ερυθράς.

Η διαδρομή αυτής της διώρυγας είναι περίπου προ-χαραγμένη από τη φύση, αφού ο Ισθμός μεταξύ Ασίας και Αφρικής αποτελεί από γεωλογικής πλευράς περίπου προέκταση του κόλπου του Σουέζ, με μόνο 16 m υπερύψωση έναντι της επιφάνειας της θάλασσας.

Ο Γερμανός μαθηματικός Gottfried Leibniz (1646-1716) το έτος 1671 ετοίμασε μία μελέτη για την αποκατάσταση της διώρυγας και απευθύνθηκε στον βασιλιά της Γαλλίας Λουδοβίκο XIV (1638-1715). Ο Ναπολέον Βοναπάρτης (1769-1821), ο οποίος υπολόγιζε να αξιοποιήσει την Αίγυπτο ως βάση για την κατάκτηση της βρετανικής Ινδίας, έδωσε εντολή το έτος 1798, κατά την «αιγυπτιακή εκστρατεία» του, να γίνουν τοπογραφικές μελέτες για νέα διάνοιξη της διώρυγας. Οι Γάλλοι μηχανικοί κατέληξαν στο εσφαλμένο συμπέρασμα ότι η επιφάνεια της Ερυθράς Θάλασσας βρίσκεται σχεδόν 10 m πάνω από αυτή της Μεσογείου και αυτό θα σήμαινε την κατασκευή εκτεταμένων και πολυδάπανων δεξαμενών.

Όμως, μετρήσεις Βρετανών μηχανικών το έτος 1841 και το 1846 από Βρετανούς, Γάλλους και Αυστριακούς έδειξαν ότι η υψομετρική διαφορά μεταξύ των δύο θαλασσών ήταν ασήμαντη και δεν υπήρχε ουσιαστικό πρόβλημα για την εκ νέου διάνοιξη της διώρυγας. Το έτος 1854 έπεισε ο Γάλλος μηχανικός Ferdinand de Lesseps (1805-1894) τον αντιβασιλέα της Αιγύπτου

Μοχάμεντ Σαΐντ να παρέμβει στην Κωνσταντινούπολη για την έγκριση των έργων. Η έγκριση δόθηκε το έτος 1856 και η Γάλλο-αιγυπτιακή εταιρία «Compagnie universelle du canal maritime de Suez» ανέλαβε την κατασκευή της διώρυγας και την εκμετάλλευσή της για 99 έτη.

Η κατασκευή της διώρυγας απαίτησε σημαντικές προσπάθειες, αφενός επειδή όλα τα απαραίτητα υλικά και μηχανήματα έπρεπε να εισαχθούν από την Ευρώπη, αφετέρου επειδή δεν υπήρχε στην περιοχή εργατικό δυναμικό, το οποίο θα μπορούσε έστω να εκπαιδευτεί για την εκτέλεση των έργων. Η ξυλεία που απαιτήθηκε για το έργο προήλθε από δάση της Ουγγαρίας, μεταφερόταν μέσω του Δούναβη στο παραθαλάσσιο Γαλάτσι της Ρουμανίας και από εκεί, μέσω Βοσπόρου, Δαρδανελίων και του Αιγαίου, έφτανε στο Πορτ Σαΐντ.



(ΕΙΚΟΝΑ 4.3.2- ΧΑΡΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΙΚΟΝΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΩΡΥΓΑΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 4.3.3- Η ΔΙΩΡΥΓΑ ΤΟΥ ΣΟΥΕΖ ΑΠΟ ΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ)

Άλλο ένα σημαντικό πρόβλημα κατά την εκτέλεση των εργασιών στη διώρυγα, ήταν η προμήθεια επαρκούς και καθαρού πόσιμου νερού για τους περίπου 25.000 εργάτες. Για το σκοπό αυτό χρειάζονταν το έτος 1862 περίπου 1.600 καμήλες για την καθημερινή μεταφορά νερού στους τόπους εργασίας. Το νερό προερχόταν από τον ποταμό Νείλο και κατασκευάστηκε επί τούτου ένα ιδιαίτερο κανάλι «γλυκού νερού».



(ΕΙΚΟΝΑ 4.3.4- ΤΟ ΚΑΝΑΛΙ ΝΕΡΟΥ ΜΕΤΑΞΥ ΔΥΟ ΕΡΗΜΩΝ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΤΕΧΝΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΕΠΟΧΗ

1. ΧΩΜΑΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Τα πρώτα χωματουργικά μηχανήματα προσαρμόστηκαν από τα αγροτικά τρακτέρ «Holt» που χρησιμοποιούνταν για να οργώνουν χωράφια. Η εξοικείωση των μηχανών αυτών σε μαλακά εδάφη κόβοντας δέντρα και κατασκευάζοντας δρόμους, είχε σαν αποτέλεσμα την χρησιμοποίησή τους στον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο σαν θωρακισμένα άρματα μάχης. Πλέον όμως χρησιμοποιούνται για όλες τις χωματουργικές εργασίες διευκολύνοντας με την χρήση τους τις συνθήκες εργασίας στα τεχνικά έργα.

Οι εκσκαφείς είναι μηχανήματα συνήθως αυτοπροωθούμενα και σπανιότερα αποτελούν πρόσθετο εξοπλισμό εγκατεστημένα επί φορτηγών μεταφοράς υλικών ή σε άλλα μηχανήματα έργων.

Χαρακτηριστικό στοιχείο των εκσκαφών, είναι ο ειδικός κάδος με σκληρά δόντια, ο οποίος, υπό κατάλληλη γωνία, μπορεί να εισχωρεί στο έδαφος και να παραλαμβάνει ποσότητες από τα εδαφικά υλικά.

Οι κάδοι των εκσκαφών σκάβουν το έδαφος, παραλαμβάνουν υλικό και έχουν τη δυνατότητα να το αποθέτουν σε επιθυμητή θέση ή σε όχημα μεταφοράς. Η χωρητικότητα του μέγιστου κάδου για κάθε μηχανήμα, δίδεται από τους κατασκευαστές εκσκαφών, ως χαρακτηριστικό στοιχείο του μεγέθους (διαστάσεων και ισχύος) του μηχανήματος.

Τέτοια μηχανήματα με τα παραπάνω χαρακτηριστικά διακρίνονται στις παρακάτω φωτογραφίες.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.1- ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΣ ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.2- ΕΡΠΥΣΤΡΙΟΦΟΡΟΣ ΠΡΩΘΗΤΗΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.3- ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ ΑΝΕΣΤΡΑΜΜΕΝΟΥ ΚΑΛΟΥ)

Επίσης υπάρχουν εκσκαφείς με δυνατότητα να εργαστούν και σε κατεύθυνση που σχηματίζει γωνία με την πορεία τους. Στην παρακάτω φωτογραφία φαίνεται εκσκαφέας – ισοπεδωτής που μπορεί να εργαστεί και σε γωνία 90° ως προς την κατεύθυνση πορείας του μηχανήματος για τον καθαρισμό ή την εκβάθυνση αυλακών απορροής υδάτων, παράλληλα με το οδόστρωμα περιφερειακού δρόμου.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.4- ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ – ΙΣΟΠΕΔΩΤΗΣ ΕΛΑΦΡΟΥ ΤΥΠΟΥ)

Ο Εκσκαφέας με αρπάγη της Liebherr είναι ένα από τα μεγαλύτερα μοντέλα εκσκαφέων στον κόσμο.

Τα δύο τμήματα των βραχιόνων του είναι 12 m και 9 m αντίστοιχα και μπορούν να συνεργαστούν με κάδο 4m³. Ο κάδος του μπορεί να εργαστεί σε απόσταση 21m ή ύψος 19,5m. Όταν στηρίζεται σε ειδικά "πόδια" (στήριξη 9,4 m x 6,4 m) όπως φαίνεται στη φωτογραφία, μπορεί να ανυψώσει βάρος 32,3 tn. Η ταχύτητα μετακίνησής του είναι 10 km/h και ο κύκλος περιστροφής του 21 m.

Όπως όλα τα σκαπτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί (με την προσθήκη κατάλληλου εξοπλισμού) σε πολλές άλλες εργασίες, όπως π.χ. η απομάκρυνση βαρέων αντικειμένων, παλιοσίδερων κ.ά.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.5-ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ ΜΕ ΑΡΠΑΓΗ ΤΗΣ LIEBHERR A974B LITRONIC)

1.1 ΑΠΟΞΕΣΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ

Τα αποξεστικά μηχανήματα αποτελούν συνδυασμό μηχανής εκσκαφής και μηχανής μεταφοράς. Η δυνατότητα εκτέλεσης δυο εργασιών με το ίδιο μηχανήμα, καθιστά τους αποξέστες πολύ εύχρηστα μηχανήματα και γι' αυτό σήμερα είναι πολύ διαδεδομένη η χρήση τους σε μεγάλα χωματουργικά έργα, όπως έργα οδοποιίας και έργα διαμόρφωσης εδαφών.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.6-ΑΠΟΞΕΣΤΗΣ)

1.2 ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΟΣ ΠΡΟΩΘΗΤΗΣ ΓΑΙΩΝ

Οι αμφίβιοι τηλεχειριζόμενοι προωθητές γαιών, είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι σε υποθαλάσσιες εργασίες κατασκευής λιμανιών.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.7-ΑΜΦΙΒΙΟΣ ΠΡΟΩΘΗΤΗΣ ΓΑΙΩΝ)

1.3 ΜΙΝΙ ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ

Μίνι εκσκαφείς, πολύ αποδοτικοί για εκσκαφή και ισοπέδωση εδαφών σε εργοτάξια περιορισμένου χώρου.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.8-ΜΙΝΙ ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ)

1.4 ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ SUPER LINER

Εκσκαφείς Super Liner, (κινούνται σε συνηθισμένο έδαφος αλλά και σε σιδηροτροχιές). Χρησιμοποιούνται σε εργασίες συντήρησης σιδηροδρομικών δικτύων.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.9- ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ SUPER LINER)

1.5 ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΟΙ ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ

Τηλεχειριζόμενοι υδραυλικοί εκσκαφείς, απαραίτητοι σε εργοτάξια με επικίνδυνες συνθήκες εργασίας όπως κατολισθήσεις, καθιζήσεις κτλ.



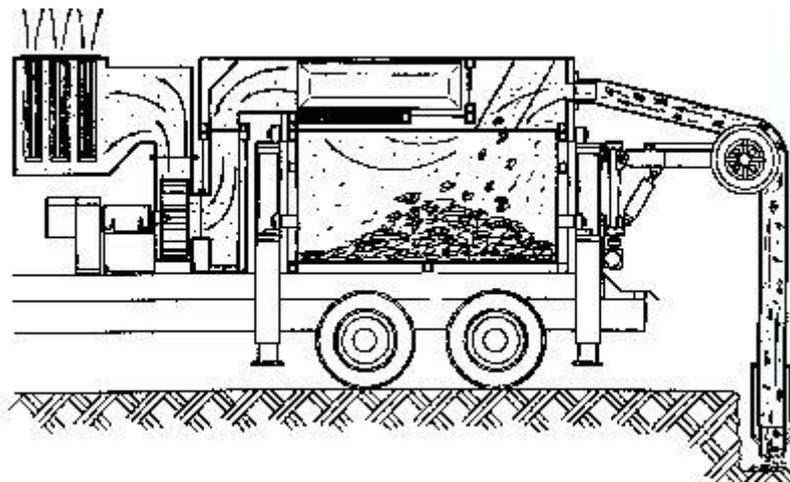
(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.10-ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΟΣ ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ)

1.6 ΕΚΣΚΑΦΕΙΣ ΜΕ ΣΩΛΗΝΑ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ

Οι εκσκαφείς με σωλήνα αναρρόφησης είναι μια νέα μορφή εκσκαφέων που βασίζεται σε σύστημα πεπιεσμένου αέρα που χαλαρώνει το έδαφος και ειδικό σωλήνα αναρρόφησης μικρών στερεών τεμαχίων και σκόνης. Οι εκσκαφείς αυτοί τοποθετούνται σε κατάλληλης κατασκευής στιβαρά οχήματα.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.11- ΕΚΣΚΑΦΕΑΣ ΜΕ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.12- ΜΟΡΦΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑ – ΤΟΜΗ ΕΚΣΚΑΦΕΑ
«ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ ΤΗΣ RSF»)

1.7 ΒΥΘΟΚΟΡΟΣ (ΔΡΑΓΑ)

Οι βυθοκόροι είναι τελείως εξειδικευμένα πλωτά μέσα, που αποτελούν ιδανική λύση τόσο για εκβάθυνση θαλάσσιων περιοχών όσο και για ταυτόχρονη επιχωμάτωση παράκτιων επιφανειών που γειτνιάζουν με την περιοχή της υποθαλάσσιας εκσκαφής.

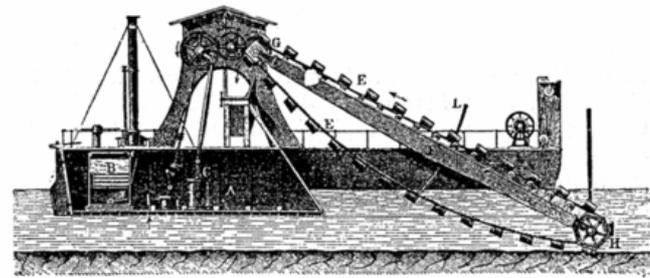
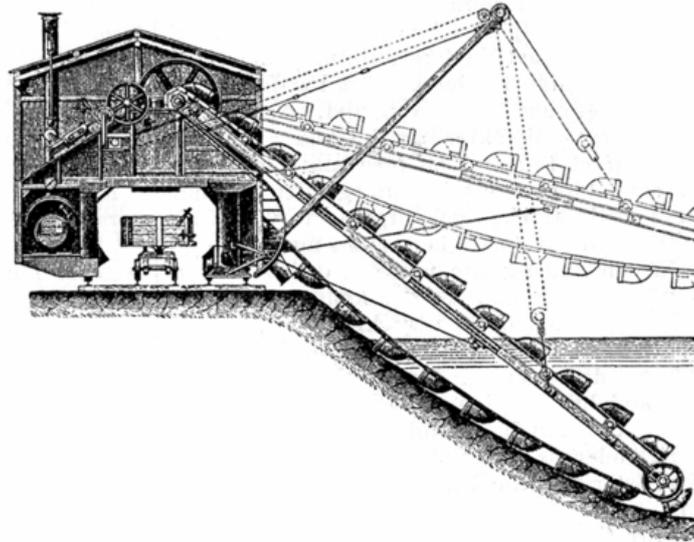
Η βασική αρχή λειτουργίας τους είναι ότι φέρουν ένα βραχίονα – μπούμα, ο οποίος έχει δυνατότητα να κατεβαίνει υπό κλίση μέχρι τον προς εκσκαφή βυθό. Ο βραχίονας φέρει κεφαλή που περιστρέφεται και σκάβει το βυθό στο επιθυμητό βάθος, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει αντλία που ρουφά τα προϊόντα εκσκαφής και μαζί με νερό τα μεταφέρει μακριά με ένα σύστημα σωληνώσεων.

Η απόδοσή τους είναι συνάρτηση του μεγέθους τους και των ειδικότερων χαρακτηριστικών που έχουν. Έτσι, μπορεί να υπάρχουν αποδόσεις $2000\text{m}^3/\text{ημέρα}$ έως $2000\text{m}^3/\text{ώρα}$.

Η εκσκαφή σε βραχώδες υπέδαφος θαλάσσης, απαιτεί ακόμη ειδικότερες δράγες με τεράστια ισχύ που φέρουν ειδικές κεφαλές για την εκσκαφή σε βράχο.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.13- ΒΥΘΟΚΟΡΟΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.14- ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΒΥΘΟΚΟΡΟΥ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.15- ΒΥΘΟΚΟΡΟΣ)

1.8 ΦΟΡΤΩΤΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Οι Φορτωτές, είναι ιδιαίτερα σημαντικά και συχνής χρήσης μηχανήματα στην παραγωγή τεχνικών έργων. Υπάγονται στις μηχανές εκσκαφής, είναι ειδικά μηχανήματα, αυτοκινούμενα, τροχοφόρα ή ερπυστριοφόρα, τα οποία μεταφέρουν σε μικρό ύψος και στη συνέχεια αποθέτουν ή φορτώνουν προϊόντα εκσκαφής, υλικά, μπάζα κ.λ.π., σε οχήματα μεταφοράς ή άλλα μηχανήματα. Διαθέτουν κάδο (κουβά) ειδικής διαμόρφωσης, συνήθως με δόντια που υποβοηθούν την εισχώρηση του κάδου στο έδαφος.

Οι περισσότεροι φορτωτές μπορούν να πραγματοποιήσουν σειρά εργασιών, όπως ελαφρές εκσκαφές, επιφανειακά "καθαρίσματα", ανύψωση και φόρτωση οχημάτων, μεταφορικών ταινιών κ.ά. Ακόμη, μπορούν να μεταφέρουν υλικά ή μπάζα σε μικρές αποστάσεις, να πραγματοποιήσουν διαστρώσεις και να συμπυκνώσουν στρώματα εδάφους. Με την προσθήκη ειδικών λεπίδων ή άλλων εξαρτημάτων μπορούν να πετύχουν ωθήσεις σε σωρούς υλικών ή εξάρσεις του εδάφους, αποξέσεις, σκάψιμο σε περιορισμένη έκταση, διάνοιξη χανδάκων και έλξεις φορτίων.

Η πληθώρα των δυνατοτήτων που προσφέρουν οι φορτωτές, είναι η κύρια αιτία της μεγάλης διάδοσής τους στα εργοτάξια των τεχνικών έργων.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.16- ΦΟΡΤΩΤΗΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.17- ΦΟΡΤΩΤΗΣ)



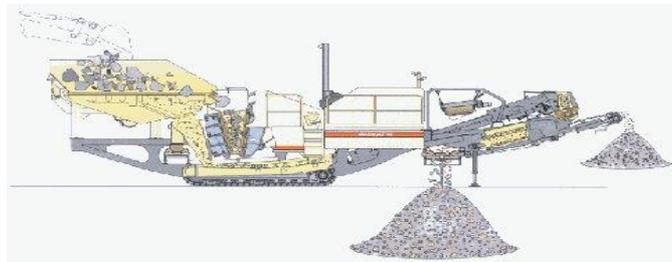
(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.18 - ΦΟΡΤΩΤΗΣ)

Συχνά μετατρέπονται σε μηχανήματα ειδικής χρήσης με αφετηρία την αντικατάσταση του κάδου φόρτωσης από ειδικά εξαρτήματα ή ιδιοσυσκευές. Για την τοποθέτηση π.χ. καλωδίων ή σωλήνων μικρών διατομών, χρησιμοποιούνται συχνά φορτωτές, στους οποίους έχει τοποθετηθεί ειδική υποδοχή για την τοποθέτηση της σχετικής συσκευασίας ("καρούλια"), τα οποία συχνά είναι μεγάλου βάρους.

Στην περίπτωση αυτή ο φορτωτής κινείται παράλληλα με το όρυγμα (αυλάκι, τάφρο κλπ) που προορίζεται για την υπόγεια τοποθέτηση των αγωγών ή των εύκαμπτων σωλήνων και το "καρούλι" ξετυλίγεται ταυτόχρονα.

1.9 ΣΠΑΣΤΗΡΕΣ

Τα συγκροτήματα παραγωγής αδρανών υλικών διαθέτουν σπαστήρες (θραυστήρες) οι οποίοι διαμορφώνουν τα αδρανή υλικά στο κατάλληλο μέγεθος και σχήμα. Η πρώτη ύλη για την τροφοδότηση συγκροτήματος παραγωγής αδρανών, μπορεί να προέρχεται από λατομείο, βράχο, φυσικό αμμοχάλικο, από σκωριώδη λάβα, επιφανειακό στρώμα λίθων κ.ά. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα του μηχανήματος είναι ότι μπορεί να συνδεθεί στο εργοτάξιο και να έχουμε άμεσα την παραγωγή αδρανών υλικών. Τα αδρανή υλικά που υφίστανται την κατάλληλη προετοιμασία και διαθέτουν την επιθυμητή σύσταση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή τσιμέντου, την επιφανειακή διάστρωση πριν από την τελική επίστρωση δρόμου, την παραγωγή σκυροδέματος κ.ά.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.19 - ΣΠΑΣΤΗΡΑΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.1.20 – ΤΥΠΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΔΡΑΝΩΝ)

2 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Τα μεταφορικά οχήματα εξυπηρετούν τις ανάγκες του σύγχρονου τεχνικού κόσμου με την φορτοεκφόρτωση και μεταφορά υλικών ή αντικειμένων στα τεχνικά έργα. Διαφέρουν ως προς την διαμόρφωση και κατασκευή των συνηθισμένων εμπορικών οχημάτων, επειδή έχουν ενισχυμένους άξονες, κατάλληλα ελαστικά, ειδικά συστήματα μετάδοσης κίνησης και φίλτρα αέρα κατάλληλα για την καλή λειτουργία μέσα σε ατμόσφαιρα σκόνης.

2.1 ΟΧΗΜΑΤΑ ΜΕ ΠΙΣΩ ΑΝΑΤΡΟΠΗ

Είναι το κυριότερο μεταφορικό όχημα για μεγάλα φορτία και αποστάσεις. Έχει δυο έως τρεις άξονες με έναν, τουλάχιστον κινητήρα. Η πίσω πλευρά της καρότσας είναι ελεύθερη για να γίνεται γρήγορα η απόρριψη του υλικού.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.2.1- ΟΧΗΜΑ ΜΕ ΠΙΣΩ ΑΝΑΤΡΟΠΗ)

2.2 ΡΥΜΟΥΛΚΟΜΕΝΑ ΟΧΗΜΑΤΑ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΔΙΑ ΤΟΥ ΠΥΘΜΕΝΑ

Τα ρυμουλκόμενα οχήματα εκκένωσης δια του πυθμένα χρησιμοποιούνται σε μεγάλα χωματουργικά έργα, όμως μειονεκτούν από άποψη δύναμης έλξης επειδή, ένα ποσοστό περίπου (30 – 50 %) του ωφέλιμου φορτίου μεταβιβάζεται στους κινητήριους τροχούς.

2.3 ΑΡΘΡΩΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ

Ένα καινοτόμο μηχάνημα εκφόρτωσης και εκκένωσης υλικού είναι το αρθρωτό φορτηγό 730 Ejector 237 kW. Έχει δυνατότητα να αποβάλει φορτίο που σημαίνει ότι μπορεί να διανέμει υλικό εν κινήσει, ελαττώνοντας τους χρόνους κύκλου και τα φορτία στη γραμμή μετάδοσης κίνησης, μειώνοντας τον αριθμό των μηχανημάτων που χρειάζονται για τη διανομή και την προώθηση.

Το σύστημα εμποδίζει επίσης και τα υλικά να κολλούν στο εσωτερικό του αμαξώματος, μεγιστοποιώντας με τον τρόπο αυτό το ωφέλιμο φορτίο. Το φορτηγό είναι σχεδιασμένο με συστήματα για τη βελτίωση της παραγωγικότητας, τη μείωση της κατανάλωσης καύσιμου και το χαμηλότερο κόστος ανά τόνο.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.2.2- ΑΡΘΡΩΤΟ ΦΟΡΤΗΓΟ 730 Ejector)

2.4 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Τηλεχειριζόμενα Dumper, ιδανικά για μεγάλα μεταλλεία.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.2.3-ΤΗΛΕΧΕΙΡΙΖΟΜΕΝΟ DUMPER)

2.5 ΕΡΠΥΣΤΡΙΟΦΟΡΑ ΦΟΡΤΗΓΑ

Τα ερπυστριοφόρα φορτηγά είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για τις μεταφορές σε δρόμο με ανώμαλη ή λασπώδη επιφάνεια. Στην παρακάτω φωτογραφία διακρίνουμε ένα ερπυστριοφόρο φορτηγό όπου το άνω τμήμα του (η καμπίνα μαζί με την καρότσα) περιστρέφεται, ώστε ο οδηγός να μπορεί να οδηγεί προς τα εμπρός, ακόμα και στην επιστροφή από ένα πολύ στενό δρόμο.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.2.4-ΕΡΠΥΣΤΡΙΟΦΟΡΟ ΦΟΡΤΗΓΟ)

3 ΑΝΥΨΩΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

Τα ανυψωτικά μηχανήματα αποτελούν σήμερα τα πιο χρησιμοποιούμενα είδη για τα τεχνικά έργα. Χρησιμοποιούνται για την ανύψωση εργαλείων, υλικών, εξοπλισμού ή και ανθρώπων, σε κατάλληλα σημεία αρκετά πάνω (ή κάτω) από το έδαφος. Τα ανυψωτικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στα τεχνικά έργα, είναι συνήθως κινητά (ενσωματωμένα ή πρόσθετα σε οχήματα ή μεταφέρονται ή συναρμολογούνται σε ειδικές πλατφόρμες).

3.1 ΠΥΡΓΟΓΕΡΑΝΟΙ

Οι γερανοί αυτοί είναι πολύ διαδεδομένοι και χρησιμοποιούνται σε πολλές εργασίες τεχνικών έργων. Έχουν πολλά πλεονεκτήματα, όπως απλότητα λειτουργίας, μικρό βάρος, δυνατότητα γρήγορης εύκολης και με τα ίδια μέσα του γερανού συναρμολογήσεως και σχετικά εύκολη μεταφορά τους από τόπο σε τόπο. Υπάρχει μεγάλη ευχέρεια επιλογής λόγω ποικιλίας και μεγάλης κλιμάκωσης κατά μεγέθη.

Το συγκεκριμένο σύστημα γερανού αποτελείται από το σύστημα πορείας, από τον πύργο και τον βραχίονα.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.3.1-ΓΕΡΑΝΟΣ ΠΡΟΣΑΓΓΕΙ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΣΕ ΝΕΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΖΟΜΕΝΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΚΤΙΡΙΩΝ)

3.2 ΠΛΩΤΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ

Οι υποθαλάσσιες εργασίες αποτελούν ιδιαίτερα εξειδικευμένες δραστηριότητες και απαιτούν χρήση συγκεκριμένων μηχανημάτων κατά περίπτωση, όπως πλωτούς γερανούς. Στην περίπτωση ύπαρξης χαλαρών εδαφών, ο γερανός επί πλωτού μέσου εξοπλίζεται με κουβά διπλού ανοίγματος. Ο γερανός «ρίχνει» τον κουβά ανοικτό και σε ελεύθερη πτώση, έτσι ώστε να μπει στο προς εκσκαφή υπέδαφος. Κλείνοντας τον κουβά, το προϊόν εκσκαφής παραμένει σ' αυτόν και απομακρύνεται μέσω άλλων πλωτών μέσων.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.3.2-ΠΛΩΤΟΣ ΓΕΡΑΝΟΣ)

3.3 ΑΥΤΟΚΙΝΟΥΜΕΝΟΙ ΓΕΡΑΝΟΙ

Οι αυτοκινούμενοι γερανοί χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση στα εργοτάξια για την ανύψωση φορτίων, φόρτωση υλικών σε οχήματα κλπ. Συνήθως οι αυτοκινούμενοι γερανοί που χρησιμοποιούνται στις εργασίες τεχνικών έργων, είναι μηχανές γενικής χρήσεως και μπορούν να χρησιμοποιηθούν (με αλλαγή διαφόρων εξαρτημάτων) σαν εκσκαφείς πασαλομπήχτες κ.λ.π.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.3.3-ΑΥΤΟΚΙΝΟΥΜΕΝΟΣ ΓΕΡΑΝΟΣ)

3.4 ΓΕΡΑΝΟΣ ΠΥΛΩΝΑΣ

Για εσωτερικές χρήσεις συνήθως, όπως σε εργασίες προκατασκευασμένων δομικών στοιχείων, χρησιμοποιούνται γερανοί πυλώνες. Αποτελούνται από μια σταθερή βάση τοίχου ή υποστυλωμάτων, στην κορυφή των οποίων είναι ενσωματωμένες σιδηροτροχιές πάνω στις οποίες, κινείται χαλύβδινη δοκός, καθ' όλο το μήκος των σιδηροτροχιών. Μπορεί να επιτευχθεί τρισδιάστατη κίνηση του φορτίου του.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.3.4-ΓΕΡΑΝΟΣ ΠΥΛΩΝΑΣ)

4 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΕΔΑΦΩΝ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ

Η ικανοποιητική συμπίκνωση του εδάφους και μειγμάτων δομικών υλικών, αποτελεί προϋπόθεση για τη δημιουργία σταθερού υπόβαθρου για τις υπερκείμενες κατασκευές κάθε τεχνικού έργου.

Η διαδικασία συμπίκνωσης, όπως και το επιτυγχανόμενο αποτέλεσμα, εξαρτώνται τόσο από τις ιδιότητες και τη σύνθεση του εδάφους (κοκκομετρική σύνθεση, συνοχή και υγρασία), όσο και από τη μορφή και το μέγεθος της μηχανικής καταπόνησης (κατακόρυφη επιβαλλόμενη τάση, διάρκεια και μορφή επιβολής, κ.ά).

Τα μηχανήματα συμπίκνωσης βασίζουν τη δράση τους σε διαδικασίες στατικής επιβολής δύναμης και επιβολής κρουστικών δυνάμεων ή δονήσεων. Διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες.

- Στατικούς οδοστρωτήρες με λείους κυλίνδρους
- Στατικούς οδοστρωτήρες με προεξοχές
- Στατικούς οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς
- Δονητικούς οδοστρωτήρες με λείους κυλίνδρους
- Δονητικούς οδοστρωτήρες με κυλίνδρους που διαθέτουν προεξοχές
- Δονητικούς οδοστρωτήρες με κυλίνδρους και ελαστικούς τροχούς
- Αυτοκινούμενες δονητικές πλάκες
- Χειροκίνητες δονητικές πλάκες
- Κρουστικές μηχανές συμπίκνωσης

4.1 ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΤΟΥ ΕΛΑΦΟΥΣ

Κατά τη στατική συμπίκνωση, κυλίνδρουν βαρείς κύλινδρουν (διαφόρων μορφών) στην επιφάνεια του εδάφους, ή γενικότερα στην υπό συμπίκνωση μάζα υλικών, κατά τρόπον ώστε να δημιουργούνται ισχυρές πιέσεις στο υποκείμενο έδαφος ή τη στρώση υλικών.

Οι μηχανές στατικής συμπίκνωσης του εδάφους που το επιτυγχάνουν είναι οι εξής:

- Οδοστρωτήρας με λείους κύλινδρους
- Οδοστρωτήρας με προεξοχές
- Οδοστρωτήρας με ελαστικούς τροχούς

4.1.1 Στατικός οδοστρωτήρας με λείους κύλινδρους

Φέρει ένα εμπρόσθιο κύλινδρο και δυο οπίσθιους. Οι οπίσθιοι είναι κινητήριοι και μεγαλύτερης διαμέτρου. Όλοι οι κύλινδρουν αποτελούν κλειστά τύμπανα, τα οποία είναι δυνατό να γεμίζουν με νερό ή με υγρή άμμο. Πάνω από τους κύλινδρους και κατά μήκος αυτών, υπάρχουν σωλήνες ψεκασμού ύδατος.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.4.1- ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΕΛΑΦΟΥΣ)

4.1.2 Στατικοί κύλινδροι με προεξοχές (κατσικοπόδαρα).

Είναι συνήθως ρυμουλκούμενοι κύλινδροι. Λόγω της μικρής επιφάνειας των προεξοχών, ασκείται στο έδαφος μεγάλη πίεση. Κατ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται καλή και ομοιόμορφη συμπίκνωση σε μεγαλύτερο βάθος.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.4.2- ΟΛΟΣΤΡΩΤΗΡΑΣ ΜΕ ΚΑΤΣΙΚΟΠΟΔΑΡΑ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.4.3- ΟΛΟΣΤΡΩΤΗΡΑΣ ΜΕ ΚΑΤΣΙΚΟΠΟΔΑΡΑ)

4.1.3 Στατικοί οδοστρωτήρες με ελαστικούς τροχούς.

Τα τελευταία χρόνια, οι ελαστικοφόροι κύλινδροι, βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στα χωματουργικά έργα και στην κατασκευή ασφαλτικών ταπήτων. Η επιτυχία τους οφείλεται στην περισσότερο ομοιόμορφη συμπίεση και στην δημιουργία εκτός των κατακόρυφων και οριζόντιων δυνάμεων, πράγμα το οποίο δίδει πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα συμπύκνωσης.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.4.4- ΟΔΟΣΤΡΩΤΗΡΑΣ ΜΕ ΕΛΑΣΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ)

4.2 ΔΟΝΗΤΙΚΟΙ ΟΔΟΣΤΡΩΤΗΡΕΣ

Οι δονητικοί οδοστρωτήρες μοιάζουν με τους αντίστοιχους στατικούς λείους κύλινδρους, με την διαφορά ότι ο ένας κύλινδρος έχει δονητή, με τον οποίο πραγματοποιούνται ταλαντώσεις οι οποίες είναι απαραίτητες για την δυναμική λειτουργία του οδοστρωτήρα.

Κατά την μέθοδο αυτή η συμπύκνωση πραγματοποιείται ως εξής: Αρχικά συμπυκνώνεται το υλικό με δυο ή μια διελεύσεις χωρίς δόνηση και κατόπιν τίθεται σε λειτουργία ο δονητής και ακολουθούν οι επόμενες διελεύσεις. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αποφυγή δημιουργίας κυμάτων στην επιφάνεια του εδάφους, από τις οριζόντιες μετακινήσεις.

Για την καλύτερη συμπύκνωση ξηρών συνεκτικών εδαφών, υπάρχουν ρυμουλκούμενοι κύλινδροι με προεξοχές, εφοδιασμένοι με δονητή.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.4.5 ΔΟΝΗΤΙΚΟΣ ΟΔΟΣΤΡΩΤΗΡΑΣ)

4.3 ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ

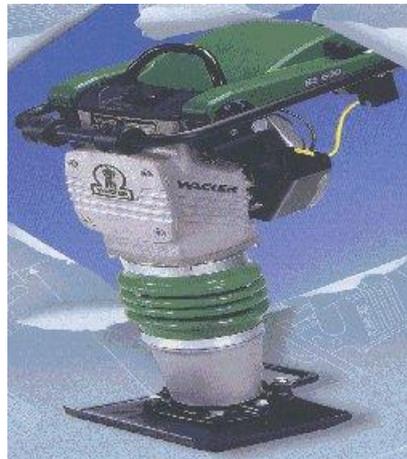
Η λειτουργία της δονητικής πλάκας διαφέρει από την λειτουργία του δονητικού οδοστρωτήρα, διότι ο οδοστρωτήρας εφάπτεται συνεχώς στο έδαφος ενώ η πλάκα εκτελεί ελαφρές αναπηδήσεις πάνω στο έδαφος. Έτσι αποκλείεται

κάθε οριζόντια μετακίνηση του εδάφους και αποφεύγεται η δημιουργία κυματοειδούς επιφάνειας.

Στις παρακάτω δύο εικόνες διακρίνουμε δύο είδη δονητικών διαμορφωτών - συμπιεστή εδάφους, όπου είναι κατάλληλοι για τη συμπίεση εδαφών σε τάφρους ή περιορισμένους χώρους.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.4.6 ΔΟΝΗΤΙΚΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΕΛΑΦΟΥΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.4.7- ΔΟΝΗΤΙΚΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ ΕΛΑΦΟΥΣ)

5 ΑΝΤΛΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

Οι αντλίες στην σημερινή εποχή περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία μηχανημάτων ή και απλών συσκευών, που καλύπτουν ανάγκες μεταφοράς διαφόρων ρευστών, υπό συνεχή ροή. Οι αντλίες παραλαμβάνουν ρευστά, υπό την ευρύτερη δυνατή έννοια (νερό, ομοιογενή υγρά, ρευστά μίγματα υγρών και τεμαχίων στερεών), και με τη δημιουργία πιέσεων ή υποπιέσεων τα οδηγούν σε νέες θέσεις, που απέχουν από λίγα εκατοστά μέχρι και μερικά χιλιόμετρα.

Η ποικιλία των ρευστών τα οποία θα μεταφερθούν, η πυκνότητά τους, η συνεκτικότητά τους (το ιξώδες) και η ομοιογένειά τους, οι φυσικές τους ιδιότητες και η χημική τους συμπεριφορά, οι ποσότητες (παροχή), το μανομετρικό ύψος, οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν, η ταχύτητα ροής και πλήθος άλλων παραγόντων, επηρεάζουν τη μορφή, τον τρόπο λειτουργίας, το μέγεθος και άλλους παράγοντες που σχετίζονται με την επιλογή της αντλίας.

Σε κάθε περίπτωση άντλησης υπάρχει μια σωλήνωση προσαγωγής, η κυρίως αντλία και ακολουθεί η σωλήνωση απαγωγής. Οι σωληνώσεις προσαγωγής και απαγωγής μπορεί να είναι μικρού (έως και μηδαμινού) μήκους ή και μήκους αρκετών μέτρων (όπως π.χ. οι αντλίες σκυροδέματος).

Η κυρίως αντλία διαθέτει ένα κινητήριο μηχανισμό (ηλεκτροκινητήρα ή πετρελαιοκινητήρα συνήθως) και ένα σύστημα ώθησης του ρευστού (αναρρόφησης από την πλευρά της προσαγωγής και ώθησης από την πλευρά της αναχώρησης).

Οι περισσότεροι τύποι αντλιών μπορούν να έχουν μόνιμη ή περιστασιακή εφαρμογή σε κάποιο τεχνικό έργο, σε κάποια εγκατάσταση ή κάποιο μηχάνημα.

Μια αντλία ακαθάρτων π.χ., μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την άντληση υπόγειων νερών στη θεμελίωση ενός έργου, αλλά και για τη μόνιμη προστασία υπόγειων κατασκευών.

Στην πρώτη περίπτωση, χρησιμοποιείται μόνο σε συγκεκριμένη κατασκευαστική φάση, ενώ στη δεύτερη ενσωματώνεται στο τεχνικό έργο και αποτελεί κατασκευαστικό του στοιχείο.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.5.1- ΑΝΤΛΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.5.2- ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ ΛΑΣΠΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΚΑΙ ΛΥΜΜΑΤΩΝ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.5.3- ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ ΛΑΣΠΗΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ ΚΑΙ ΛΥΜΜΑΤΩΝ)

6 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΔΙΑΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ

Μια μεγάλη οικογένεια μηχανημάτων τεχνικών έργων, χρησιμοποιείται για τη διάνοιξη οπών, από διάμετρο μερικών εκατοστών μέχρι και μερικών μέτρων, σε οριζόντια, κατακόρυφη ή υπό κλίση διεύθυνση. Η διαδικασία προόδου της εργασίας διαφέρει πλήρως από την αντίστοιχη των σκαπτικών μηχανημάτων, γιατί βασίζεται σε ελικοειδή προώθηση εργαλείων μορφής δρεπάνων ή κοπτικού ποτηρίου ή κρουστικής σφύρας για τη θραύση σκληρών πετρωμάτων.

Διαφόρων μεγεθών γεωτρύπανα π.χ., χρησιμοποιούνται για τη διάνοιξη κατακόρυφων οπών ή υπό μικρά κλίση, κατά κανόνα σε μικρές διαμέτρους. Στα ανοίγματα αυτά, συνήθως τοποθετείται εσωτερική σωλήνωση, όταν πρόκειται για γεωτρήσεις άντλησης νερού, πετρελαίου, φυσικού αερίου κ.ά. Οι τελευταίες φθάνουν συνήθως σε μεγάλο βάθος, παρ' ότι επιτυγχάνονται με απλά σχετικά μηχανήματα.

Στην παρακάτω φωτογραφία βλέπουμε μια τυπική μορφή διατρητικού μηχανήματος κατάλληλου για χρήση στην επιφάνεια (κατακόρυφη ή υπό κλίση διάτρηση). Μπορεί όμως να ανοίξει οπές μικρής σχετικά διαμέτρου οριζόντια ή υπό κλίση. Το συγκεκριμένο μηχάνημα είναι υδραυλικό διατρητικό "ECM-660 της Ingersoll Rand".



(ΕΙΚΟΝΑ 5.6.1- ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΔΙΑΤΡΗΤΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ)

6.1 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΔΙΑΝΟΙΞΗΣ ΣΗΡΑΓΓΩΝ «TBM & OFS»

Για τη διάνοιξη οριζόντιων σηράγγων παλαιότερα χρησιμοποιούσαν βαριά σκαπτικά μηχανήματα ή μηχανήματα κρουστικής θραύσης (σφυριά). Σήμερα, για τη διάνοιξη σημαντικού μήκους σηράγγων, χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα ολομέτωπης διάνοιξης, γνωστά ως TBM και OFS.

6.1.1 Λειτουργία και προδιαγραφές του TBM

Τα μηχανήματα αυτά διαθέτουν μια περιστρεφόμενη "ασπίδα" με ισχυρούς κοπήρες και κατάλληλο σύστημα προώθησης του μετώπου κοπής. Η λειτουργία, οι προδιαγραφές και ο τυπικός κύκλος εργασιών προώθησης του TBM που χρειάστηκε για την διάνοιξη του μετρό της Αττικής περιγράφεται ως εξής:

Για τη διάνοιξη 1.5 m εκσκαφής χρειάζεται 25 λεπτά, ενώ 30 λεπτά απαιτούνται για την τοποθέτηση των 8 προκατασκευασμένων στοιχείων δακτυλίου, καθώς και 5 λεπτά για καθαρισμό και προετοιμασία.

Η κεφαλή κοπής του TBM απομακρύνει τα προϊόντα εκσκαφής (192m^3 για κάθε 1.5m εκσκαφής) της διανοιγόμενης σήραγγας από το μέτωπο της εκσκαφής, μέσω συγκροτήματος από μεταφορικές ταινίες στα βαγόνια που βρίσκονται στο πίσω μέρος της υποστήριξης του TBM.

Η Κεφαλή Κοπής είναι το περιστρεφόμενο τμήμα του TBM, το οποίο κόπτει και ανασκάπτει το σκληρό ή μαλακό πέτρωμα της σήραγγας.

Η μέγιστη διάμετρος εκσκαφείς της σήραγγας είναι 9.516 km, σε κυμαινόμενη ταχύτητα περιστροφής της κεφαλής κοπής από 0 έως 4 στροφές ανά λεπτό. Η προώθηση είναι ηλεκτροϋδραυλική. Η Κεφαλή Κοπής διαθέτει 63 τεμάχια δίσκων κοπής, διαμέτρου 17 ιντσών για την κοπή του σκληρού εδάφους, που είναι τοποθετημένα σε ξεχωριστές ακτίνες και 200 τεμάχια

σιαγόνων σύνθλιψης για τα μαλακά εδάφη. Η περιστροφή της κεφαλής κοπής προς τις δύο κατευθύνσεις, κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού και αντίστροφα, επιτυγχάνεται με 16 υδραυλικούς κινητήρες (180 Kw) με οδοντωτούς τροχούς - μειωτήρες, 57,6 rpm μέγιστη ταχύτητα απόδοσης και μέγιστη πίεση λειτουργίας 350 bar.

Για να γίνει δυνατή η εκσκαφή με ελαφρά στροφή της σήραγγας, η πρόσθια και οπίσθια ασπίδα αρθρώνονται μεταξύ τους και συνδέονται με 16 αρθρωτούς γρύλους. Η ελάχιστη ακτίνα καμπυλότητας της σήραγγας είναι 300 m και η οριακή ακτίνα αντιστάθμισης καμπύλης είναι 250 m. Είκοσι-οκτώ υδραυλικοί γρύλοι ωθούν προς τα εμπρός το TBM, πιέζοντας τα προκατασκευασμένα στοιχεία του δακτυλίου με δύναμη 5.600 τόνων, παρέχοντας έτσι επαρκή χώρο για τοποθέτηση των 8 τεμαχίων προκατασκευασμένων στοιχείων δακτυλίου εντός της οπίσθιας ασπίδας του TBM.



**(ΕΙΚΟΝΑ 5.6.2- TBM ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΤΟΥ ΜΕΤΡΟΥ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ)**

6.1.2 Λειτουργία και προδιαγραφές του OFS

Οι Ασπίδες Ανοικτού Μετώπου (OFS) χρησιμοποιούνται στη διάνοιξη σπράγγων σε χαλαρά εδάφη. Παρέχουν αρχική υποστήριξη στη στέψη του εδάφους και του μετώπου της εκσκαφής που υποστηρίζονται από το περίβλημα της ασπίδας και τις πλάκες προπορείας. Ένας τυπικός κύκλος εργασιών προώθησης της OFS περιγράφεται ως εξής:

Για τη διάνοιξη 1.5 m εκσκαφής χρειάζονται 90 λεπτά, ενώ 30 λεπτά απαιτούνται για την τοποθέτηση των 8 προκατασκευασμένων στοιχείων δακτυλίου, καθώς και 5 λεπτά για καθαρισμό και προετοιμασία.

Ο OFS έχει συνολικό μήκος 150 m, με τα βαγόνια υποστήριξης, λειτουργεί υπό ατμοσφαιρική πίεση και δεν απαιτεί κλειστό σύστημα για αντιστάθμιση της πίεσης στο μέτωπο της σήραγγας.

Η ασπίδα αποτελείται από 2 κύρια μέρη:

1. Πρόσθιο τμήμα: διαμέτρου 9.495 mm. και μήκους 7.920 mm, περιλαμβάνει τις πλάκες προπορείας, τον εκσκαφέα σημειακής κοπής, δύο κάδους εκσκαφείς, δύο τηλεσκοπικά γεωτρύπανα, έμβολα υποστήριξης του μετώπου εκσκαφής, δύο θαλάμους ελέγχου και τον μεταφορικό κοχλία υλικών εκσκαφής.
2. Οπίσθιο τμήμα: Διαμέτρου 9.460 mm. και μήκους 3.415 mm, περιλαμβάνει το σύστημα εγκατάστασης των προκατασκευασμένων στοιχείων δακτυλίων, τα σημεία έκχυσης του πρωτογενούς ενέματος, το διάφραγμα μόνωσης τύπου συρματόβουρτσας και τον εξοπλισμό άντλησης υδάτων.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.6.3- OFS)

Το OFS μπορεί να αποσυναρμολογηθεί επιτόπου σε σταθμό και τα διάφορα μηχανικά της τμήματα να μεταφερθούν μέσω της σήραγγας στο εργοτάξιο (επιφάνεια). Η προώθηση της OFS είναι ηλεκτροϋδραυλική.

Το πρόσθιο και το οπίσθιο τμήμα της OFS συνδέονται μεταξύ τους με αρθρωτούς γρύλους διαμέτρου 360 mm, με συνολική διαδρομή κυλίνδρων άρθρωσης 500 mm. (πίεση λειτουργίας 260 bar), γεγονός το οποίο επιτρέπει να προσανατολισθεί το ένα σώμα σε σχέση με το άλλο προς κάθε κατεύθυνση του χώρου εκσκαφής της σήραγγας.

Το πρόσθιο τμήμα της OFS είναι εξοπλισμένο με τηλεσκοπικό Βραχίονα εκσκαφέα σημειακής κοπής, ο οποίος περιλαμβάνει 83 δόντια διατεταγμένα σπειροειδώς, καθώς και δύο τηλεσκοπικούς κάδους εκσκαφείς. Κατά τη διάρκεια της εκσκαφής, δύο χειριστές, μέσω δύο όμοιων θαλάμων ελέγχου έχουν από κοινού την ίδια ορατότητα του μετώπου εκσκαφής και χειρίζονται τα μηχανήματα εκσκαφής.

Ο χειριστής του εκσκαφέα σημειακής κοπής μπορεί να δρα ανάλογα με τις συνθήκες εδάφους, προκειμένου να εξασφαλίσει τη σταθερότητα του μετώπου, π.χ. να επέμβει επιλεκτικά στις πλάκες προπορείας αρχίζοντας από τη στέψη της σήραγγας.

Οι πλάκες προπορείας αποτελούνται από επτά κυρίως πλάκες αξονικής προπορείας και επτά αναπτυσσόμενες πλάκες θωράκισης του εδάφους στο μέτωπο εκσκαφής. Οι πλάκες προπορείας είναι διατεταγμένες στο επάνω τμήμα του πρόσθιου τμήματος της ασπίδας, παρέχοντας σταθερότητα στη στέψη της εκσκαφής.

Κάθε πλάκα προπορείας φέρει μία πλάκα θωράκισης με τέσσερις (4) οπές διαμέτρου 120 χιλ. που επιτρέπουν την ενίσχυση (αγκύρωση) του εδάφους στη στέψη και στο μέτωπο της σήραγγας.

Η μέγιστη διάμετρος εκσκαφής από τον εκσκαφέα σημειακής κοπής είναι 9.895 mm και επιτυγχάνεται μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Τα προϊόντα εκσκαφής οδηγούνται στον κύλινδρο τροφοδοσίας του μεταφορικού κοχλία μέσω των τηλεσκοπικών κάδων του εκσκαφέα, που επιμηκύνονται έως 2.000 mm., οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στις δύο πλευρές του Εκσκαφέα σημειακής κοπής.

Ο μεταφορικός κοχλίας, ο οποίος είναι στερεωμένος στο πρόσθιο και το οπίσθιο τμήμα της ασπίδας, εναποθέτει τα προϊόντα εκσκαφής στην πρώτη μεταφορική ταινία, η οποία βρίσκεται στο επίπεδο του άξονα της σήραγγας. Ο μεταφορικός κοχλίας μπορεί να ανασυρθεί ή επεκταθεί, γεγονός το οποίο επιτρέπει την απελευθέρωση του κοχλία από τα υλικά της εκσκαφής σε πιθανή εμπλοκή του.

Τα 28 υδραυλικά έμβολα ώθησης της Ασπίδας είναι τοποθετημένα κατά τέτοιο τρόπο (διατεταγμένα σε 14X2 τεμάχια), ώστε να υποστηρίζονται τα προκατασκευασμένα στοιχεία σκυροδέματος κατά την εγκατάστασή τους.

Συνολική ώθηση 5,600 τόνων ασκείται από τα 28 έμβολα ώθησης στα προκατασκευασμένα στοιχεία της σήραγγας, προκειμένου να προωθηθεί η Ασπίδα. Δύο σειρές διαφραγμάτων μόνωσης τύπου συρματόβουρτσας είναι εφαρμοσμένες στο οπίσθιο τμήμα της ασπίδας. Αυτά τα διαφράγματα μόνωσης

εμποδίζουν το νερό του εδάφους και το πρωτογενές ένεμα να εισέλθουν στο οπίσθιο τμήμα της ασπίδας.

Στην Υποστήριξη της OFS ευρίσκεται ο θραυστήρας που είναι τοποθετημένος μεταξύ της πρώτης και της δεύτερης μεταφορικής ταινίας υλικών εκσκαφής. Το μέγιστο μέγεθος μετά τη θραύση των υλικών εκσκαφής δεν υπερβαίνει τα 200 x 200 mm. Από την πρώτη μεταφορική ταινία τα προϊόντα εκσκαφής ρίπτονται στον θραυστήρα, κατόπιν στη δεύτερη μεταφορική ταινία και στη συνέχεια στην τρίτη μεταφορική ταινία, που βρίσκονται στην υποστήριξη στο πίσω μέρος της OFS.

Σε συνθήκες χαλαρού εδάφους, η υποστήριξη (ενίσχυση) της στέψης και του μετώπου εκσκαφής του εδάφους επιτυγχάνεται με τις ακόλουθες εφαρμογές:

1. Tube-A-manchette (TAM, Φ38mm, μήκους 12m).
2. Αγκύρια από Fiber glass μήκους έως 6m.
3. Καρφιά προπορείας (διαμέτρου 22 mm, μήκους 12 m.).

Σε υγρό έδαφος εκτελούνται οριζόντιες γεωτρήσεις (μήκους 20 m, διαμέτρου 60 mm.) στο μέτωπο, μειώνοντας την ποσότητα και την πίεση του υπάρχοντος ύδατος στις ρωγμές του εδάφους.

Δύο διατρητικά μηχανήματα για διάτρηση του μετώπου εκσκαφής (με μέγιστο μήκος 20 m) είναι εγκατεστημένα στην πρόσθια ασπίδα και έχουν τη δυνατότητα διάτρησης παράλληλης και κάθετης στον οριζόντιο άξονα της Ασπίδας.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.6.4- ΒΑΓΟΝΙΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΩΝ TBM ΚΑΙ OFS)

6.2 ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΣΦΥΡΕΣ

Πολλαπλών εφαρμογών εργαλεία (από εργασίες λατομείου έως εργασίες κατεδαφίσεων), είναι και οι υδραυλικές σφύρες. Η συντήρησή τους είναι πολύ σημαντικός παράμετρος, καθώς εάν μία σφύρα απαιτεί μεγάλη προγραμματισμένη συντήρηση ή είναι μονίμως χαλασμένη, θα έχει οικονομικό τίμημα για τον ιδιοκτήτη της.

Στην προσπάθεια να βελτιωθεί η αντοχή, πολλοί κατασκευαστές πέτυχαν να μειώσουν την ποσότητα των κινούμενων τμημάτων. Το γεγονός αυτό δεν μειώνει μόνο των αριθμών των τμημάτων στα οποία κάτι μπορεί να πάει στραβά, αλλά μπορεί επίσης να μειώσει (ακόμα και κατά 50%) τον απαιτούμενο χρόνο για να αποσυναρμολογηθεί και να επανασυναρμολογηθεί η σφύρα σε περίπτωση βλάβης. Δύο από τα νέα και βελτιωμένα χαρακτηριστικά για υψηλή παραγωγικότητα και μικρό χρόνο παύσης που ενσωματώνονται στα τελευταία μοντέλα σφυρών είναι:

Auto Shut Off (ASO), το οποίο αποτρέπει την «κενή πυροδότηση» δηλαδή το να χτυπάει το πιστόνι το εργαλείο χωρίς το τελευταίο να βρίσκεται σε επαφή με το υλικό που πρέπει να θραυστεί, προκαλώντας έτσι ζημιά και στη σφύρα και στο φορέα.

Montabert V τεχνολογία, η οποία επιτρέπει στις σφύρες να ανιχνεύουν τη σκληρότητα του υλικού και αυτόματα να ρυθμίζουν την απόδοσή τους, για μέγιστη παραγωγικότητα.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.6.5 ΣΦΥΡΑ)

7 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Τα μηχανικά συστήματα παραγωγής σκυροδέματος, τροφοδοτούνται με αδρανή, τσιμέντο και νερό. Τα αδρανή μπορεί να είναι λεπτόκοκκα, όπως η άμμος, και χονδρόκοκκα όπως φυσικό χαλίκι ή χαλίκι από σπαστήρα. Συχνά στο μίγμα προστίθενται προσμίξεις οι οποίες διαφοροποιούν (βελτιώνουν σε σχέση με το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα) τη συμπεριφορά του σκυροδέματος τόσο στη φάση χρησιμοποίησής του, όσο και στην τελική κατασκευή.

Το σκυρόδεμα είναι αποτέλεσμα κατάλληλων και ομοιογενών μιγμάτων των προαναφερθέντων υλικών, στις επιθυμητές αναλογίες. Οι βασικές ύλες παραγωγής του μπετόν τοποθετούνται (αποθηκεύονται προσωρινά) σε σιλό που έχουν την δυνατότητα να αποδώσουν συγκεκριμένες ("μετρημένες") ποσότητες, οι οποίες προωθούνται μηχανικά σε ειδικά σιλό ή μεγάλα δοχεία με τη σωστή αναλογία και διαδοχή. Στα δοχεία αυτά, με τη βοήθεια ειδικών αναμικτήρων, επιτυγχάνεται ομοιογενοποίηση του μίγματος και με την προσθήκη νερού προκύπτει έτοιμο σκυρόδεμα (μπετόν).

Το έτοιμο σκυρόδεμα μεταφέρεται ή αποθηκεύεται (μόνο προσωρινά) σε κλειστά δοχεία (π.χ. περιστρεφόμενες "βαρέλες" οχημάτων) για να διατηρηθεί η υγρασία και η ρευστότητα του μίγματος.

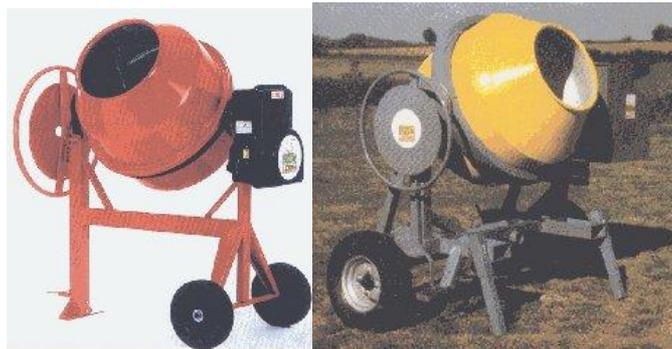
Η αυτόματη παραγωγή έτοιμου σκυροδέματος καθορίζεται, ποσοτικά και ποιοτικά, από τη συνεργασία των τριών κύριων συγκροτημάτων, δηλαδή του συγκροτήματος αποθήκευσης των συστατικών, του συστήματος δοσομέτρησης και του αναμικτή.

Οι αναμίκτες μπετόν διαφέρουν σημαντικά ως προς το μέγεθός τους και τη δυνατότητά τους να μεταφέρουν το έτοιμο σκυρόδεμα στη θέση που θα χρησιμοποιηθεί. Στα εργοτάξια συναντώνται οι μικρές και οι τροχήλατες (ρυμουλκούμενες) μπετονιέρες των πολύ μικρών οικοδομικών έργων, οι αυτομεταφερόμενες (ειδικά οχήματα) με αντλίες, οι οποίες προσάγουν το

σκυρόδεμα σε σημαντικό ύψος ή οριζόντια απόσταση, όπως και τα πολύ μεγάλα συγκροτήματα με ογκώδη σιλό που χρησιμοποιούνται σε «Μεγάλα» τεχνικά έργα.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.7.1 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΔΙΑΣΤΡΩΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ)



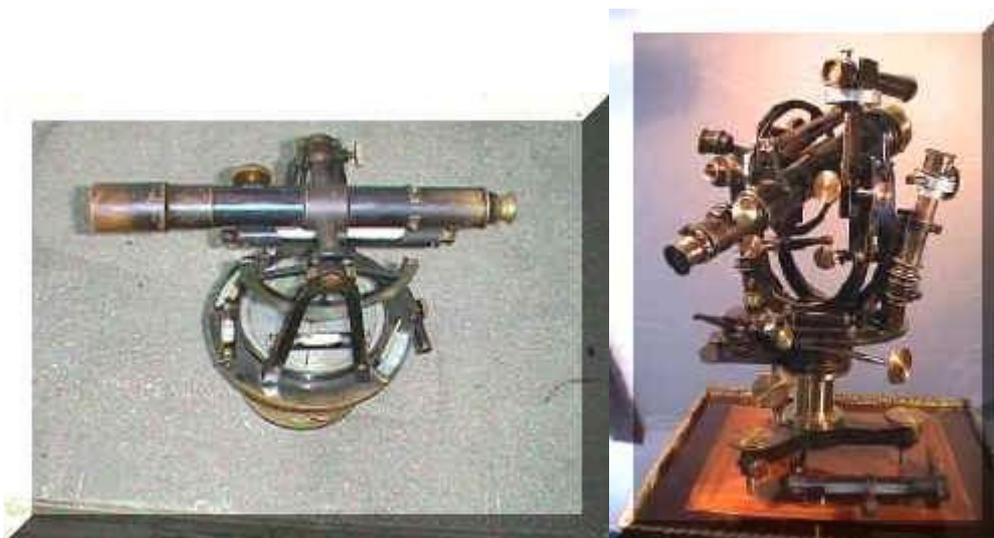
(ΕΙΚΟΝΑ 5.7.2 ΡΥΜΟΥΑΚΟΥΜΕΝΕΣ ΜΠΕΤΟΝΙΕΡΕΣ)



(ΕΙΚΟΝΑ 5.7.3 ΑΥΤΟΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΗ ΜΠΕΤΟΝΙΕΡΑ)

8 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

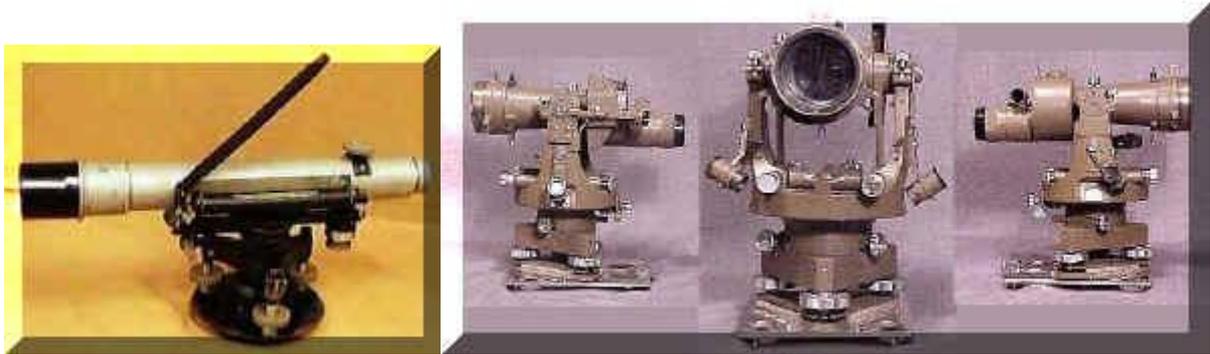
Στις αρχές του 20ού αιώνα ο Heinrich Wild σχεδιάζει και κατασκευάζει θεοδολίχους με πολλές καινοτομίες συνεργαζόμενος με τα μεγαλύτερα εργοστάσια κατασκευής τοπογραφικών οργάνων της εποχής. Κατασκευάζονται επίσης νέοι τύποι χωροβατών και γυροσκοπικοί θεοδολίχοι για τον προσδιορισμό της διεύθυνσης του μαγνητικού βορρά. Χαρακτηριστικό των νέων οργάνων είναι το μικρό μέγεθος και το μικρό βάρος, αλλά και η υψηλή ακρίβεια μετρήσεων.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.8.1 ΤΗΛΕΣΚΟΠΙΑ)

Ο Πρώτος Παγκόσμιος Πόλεμος και οι ανάγκες του έδωσαν ώθηση στην επιστήμη της Γεωδαισίας και της Τοπογραφίας, αλλά και της Φωτογραμμετρίας. Μετά τον πόλεμο πληθαίνουν οι ερευνητικές δραστηριότητες σε σχετικά θέματα. Η έκδοση βιβλίων πληθαίνει, ωστόσο η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων κρατών σε γεωδαιτικά και τοπογραφικά θέματα δεν είναι η καλύτερη κατά το διάστημα του μεσοπολέμου. Παρόλα αυτά τα ευρωπαϊκά κυρίως εργοστάσια κατασκευής τοπογραφικών οργάνων, δε

σταματούν να βελτιώνουν τα προϊόντα τους και να παράγουν νέους τύπους θεοδολίχων και χωροβατών, όπως θεοδολίχους κατάλληλους για αστρονομικούς προσδιορισμούς και χωροβάτες αυτόματης οριζοντίωσης.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.8.2 ΘΕΟΔΟΛΙΧΟΙ)

Ένα θαυμαστό δημιούργημα που ξεκινάει από την εποχή του πολέμου είναι η ηλεκτρομαγνητική μέτρηση των αποστάσεων, η μέτρηση δηλαδή μηκών με τη βοήθεια οργάνων που εκπέμπουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Στις αρχές της δεκαετίας του 1950 κατασκευάστηκε το πρώτο τοπογραφικό όργανο μέτρησης αποστάσεων με ορατό φως από τον Bergstrand στη Σουηδία. Η συνέχεια στην παραγωγή τέτοιων οργάνων ήταν ραγδαία: Κατασκευάζονται ηλεκτρονικά όργανα μέτρησης μεγάλων αποστάσεων με τη χρήση μικροκυμάτων και ακτίνων laser, καθώς και ηλεκτρονικά όργανα μέτρησης μικρών σχετικά αποστάσεων με τη χρήση υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1970 κατασκευάζονται ηλεκτρονικοί θεοδολίχοι, όπου η μέτρηση των οριζόντιων και κατακόρυφων γωνιών γίνεται με ηλεκτρονικό τρόπο.

Η αυτοματοποίηση των εργασιών πεδίου και γραφείου οδήγησε στην κατασκευή καταγραφικών συσκευών υπαίθρου, συσκευών στις οποίες αποθηκεύονται οι μετρήσεις και στη συνέχεια μεταφέρονται στον ηλεκτρονικό υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία. Οι αποτυπώσεις αρχίζουν να γίνονται

με έναν συνδυασμό κλασικού (μηχανικού) ή ηλεκτρονικού θεοδολίχου και ενός ηλεκτρονικού οργάνου μέτρησης αποστάσεων με καταγραφικό (ηλεκτρονικό ταχύμετρο). Η ταχύτητα μετρήσεων και υπολογισμών είναι πλέον πολύ μεγάλη.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.8.3 TAXYΜΕΤΡΟ)

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 όλες οι μετρήσεις γωνιών και μηκών γίνονται από ένα και μόνο ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό όργανο που ονομάστηκε Γεωδαιτικός Σταθμός. Το όργανο αυτό είναι το τελευταίο στη σειρά οργάνων μέτρησης για τοπογραφικούς σκοπούς. Τα εργοστάσια κατασκευάζουν σήμερα σχεδόν αποκλειστικά ηλεκτρονικά όργανα και κυρίως γεωδαιτικούς σταθμούς.

Οι γεωδαιτικοί σταθμοί εξελίσσονται συνεχώς μέχρι σήμερα με προσθήκες και καινοτομίες, όπως μικροεπεξεργαστές και λειτουργικό σύστημα παρόμοιο και συμβατό με αυτό των ηλεκτρονικών υπολογιστών (MS-DOS), προγράμματα για εκτέλεση υπολογισμών στο πεδίο, αυτόματη αναζήτηση στόχου για μέτρηση, ενσωματωμένη αποθήκευση χιλιάδων σημείων μέτρησης κ.ά.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.8.4 ΣΥΧΡΟΝΑ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ)

Με την αναφορά μας στους γεωδαιτικούς σταθμούς κλείνει το κεφάλαιο των πιο σύγχρονων τοπογραφικών οργάνων για επίγειες μετρήσεις. Εκείνο όμως που χαρακτηρίζει τη σημερινή Τοπογραφία είναι η χρήση δορυφόρων για τον εντοπισμό θέσης πάνω στη Γη. Το τελευταίο σύστημα, το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (GPS), είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιεί 24 τεχνητούς δορυφόρους που πετούν γύρω από τη Γη και βρίσκεται σε πλήρη επιχειρησιακή λειτουργία από το 1994.

Το σύστημα GPS, πέρα από τη χρησιμοποίησή του για τον έλεγχο της κίνησης πλοίων, αεροπλάνων και οχημάτων, αποδείχτηκε ένα εξαιρετικό, εύχρηστο και υψηλής ακριβείας σύστημα μετρήσεων για τοπογραφικές και

γεωδαιτικές εφαρμογές που κυριολεκτικά θέτει την Τοπογραφία σε νέες βάσεις και αναθεωρεί ένα πλήθος μεθόδων μέτρησης και υπολογισμών. Με τη χρήση ενός μόνο δέκτη GPS είναι δυνατός ο εντοπισμός της θέσης οποιουδήποτε σημείου πάνω στη Γη με ακρίβεια λίγων μέτρων. Με τη συνδυασμένη χρήση δύο ή περισσότερων δεκτών όμως, είναι δυνατός ο προσδιορισμός αποστάσεων στο χώρο μεταξύ των δεκτών με ακρίβεια εκατοστού.



(ΕΙΚΟΝΑ 5.8.5 ΓΕΩΔΑΙΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

1 «ΜΕΓΑΛΑ» ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

1.1 ΤΕΧΝΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΟΝ HONG KONG

Η πόλη του Hong Kong στην δεκαετία του 1980, αναπτύχθηκε γύρω από το μικρό της αεροδρόμιο. Η ζωή των κατοίκων ερχόταν συνεχώς σε κίνδυνο από την συνεχή έφοδο των μεγάλων εμπορικών αεροπλάνων. Επίσης το αεροδρόμιο ήταν μικρό και δεν εξυπηρετούσε τις συχνές εμπορικές συναλλαγές.

Λόγο ότι η πόλη ήταν πυκνοκατοικημένη, χωρίς λωρίδα διαθέσιμης γης, η μόνη λύση για να κτιστεί νέο αεροδρόμιο ήταν η θάλασσα.

Έτσι το σχέδιο ήταν να δημιουργηθεί, ένα νέο νησί στην θάλασσα της νότιας Κίνας, ώστε να προσαρμοστεί σ' αυτό ο νέος αερολιμένας. Όμως για να εξυπηρετούνται οι επιβάτες και τα εμπορεύματα από και προς το αεροδρόμιο γρήγορα, το σχέδιο απαιτούσε να δημιουργηθούν 35 km νέων «υπερ. εθνικών οδών», τούνελ και ένα νέο σύστημα μεγάλης ταχύτητας σιδηροδρόμου, καθώς και την μακρύτερη κρεμαστή γέφυρα δύο καταστρωμάτων.

Οι μηχανικοί υπολόγισαν ότι κάτω από κανονικές συνθήκες το εγχείρημα για το νέο αεροδρόμιο θα χρειαζόταν δέκα με είκοσι χρόνια, όμως η προθεσμία που είχαν ήταν μόνο επτά χρόνια. Το Σεπτέμβριο του 1991 το έργο ξεκίνησε.

Η πρώτη πρόκληση ήταν να δημιουργηθεί αρκετό επίπεδο έδαφος για το αεροδρόμιο. Οι μηχανικοί είχαν ως στόχο ένα ζευγάρι βραχώδη μικρά νησιά το Τσιέτ λα κό και το Λαν τσιό, 26 km από το κέντρο, αλλά κανένα από τα δυο νησιά από μόνο του δεν χωρούσε το αεροδρόμιο και τα δυο είχαν βουνά και δεν μπορούσαν να φτιαχτούν ευρύχωροι και μακριοί διάδρομοι. Η λύση ήταν ότι πρώτα τα βουνά θα έπρεπε να καθαιρεθούν.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.1α Εκσκαπτικά και φορτηγά για την καθαίρεση υλικού
β Εκσκαπτικά μηχανήματα και στο βάθος διακρίνεται έκρηξη με
δυναμίτες για ισοπέδωση των βράχων.)

Αρχικά καθαίρεσαν τα βουνά με τεράστιες ποσότητες δυναμίτη. Έπειτα χρειάστηκε να φέρουν πολλούς εργάτες και μηχανήματα για να μεταφέρουν 200 εκατομμύρια τόνους βράχων ώστε να γεμίσουν το κενό ανάμεσα στα δυο νησιά.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.2α Φορτωτής αδειάζει το υλικό στην θάλασσα με σκοπό την ένωση των δυο νήσων
β Πλωτό μέσο αδειάζει αδρανή υλικό στην θάλασσα.)

Για να καταφέρουν να ενώσουν τα δυο νησιά, έπρεπε να καθαριστεί ο πυθμένας της θάλασσας. Ένας στόλος από γιγάντιους θαλάσσιους βυθοκόρους έφτασε εκεί και σαν γιγάντιες ηλεκτρικές σκούπες οι υποθαλάσσιες σωλήνες καθάρισαν τον πυθμένα του ωκεανού, αφαιρώντας ένα στρώμα από μαλακή άμμο 12 m πάχους και ξεσκεπάζοντας τον σταθερό βράχο από κάτω, έτσι ο καθαρός πυθμένας προσέφερε μια σταθερή βάση για αυτό που θα ακολουθούσε.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.3α Βυθοκόρος
β Οι σωλήνες του βυθοκόρου για τον καθαρισμό του πυθμένα.)

Τα φορτηγά μεταφέρανε για το γέμισμα της θάλασσας, χαλάσματα των βουνών από τα νησιά και μια στρώση άμμο. Για κάθε φορτίο φορτηγού τα δύομιση χιλιόμετρα απόσταση μεταξύ των δύο νησιών σταθερά μειωνόταν. Όταν είχαν τελειώσει με την ένωση των δυο νησιών, οι εργάτες είχαν μετακινήσει εξακόσια εκατομμύρια τόνους γης, αρκετή για να γεμίσει το ρωμαϊκό κολοσσιαίο διακόσες φορές.

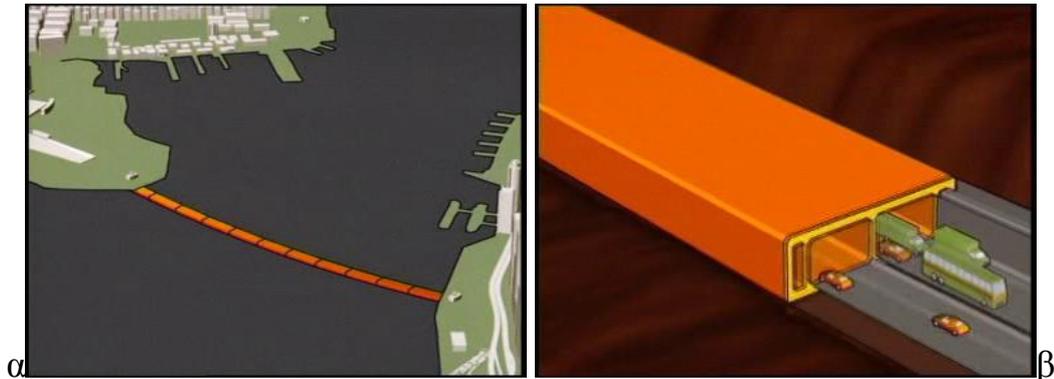


(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.4α Η ένωση των νήσων έχει πραγματοποιηθεί
β Πριν την ένωση των δυο μικρών νησιών).

Καθώς το νησί αεροδρόμιο έπαιρνε σχήμα, τα σχέδια προέβλεπαν νέα τούνελ, γέφυρες και εθνικές οδούς, κατά μήκος 35 km στεριάς και θάλασσας.

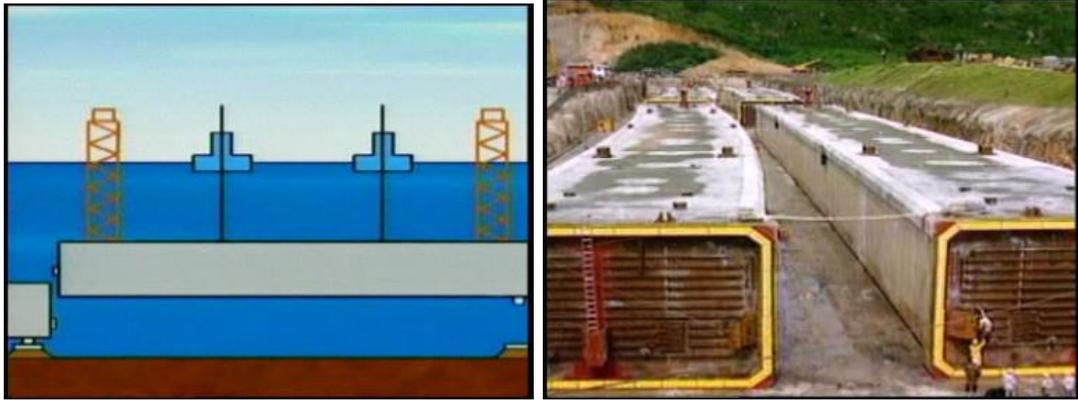
Οι μηχανικοί επινόησαν να ενώσουν το Hong Kong με την ενδοχώρα. Αυτό μπορούσε να πραγματοποιηθεί με την δημιουργία ενός υποθαλάσσιου

τούνελ, που αποτελείται από γιγαντιαία κομμάτια σκυροδέματος και σιδήρου. Τα κομμάτια αυτά κατασκευάστηκαν σ' ένα ειδικά διαμορφωμένο εργοτάξιο στο λιμάνι 16 km από την τοποθεσία του τούνελ, το κάθε ένα ζύγιζε τριανταπέντε χιλιάδες τόνους.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.5α Ένωση των δυο στεριών με υποθαλάσσιο τούνελ
β Η μορφή του τούνελ σχηματικά.)

Όταν ένα κομμάτι τελειώνει, οι εργάτες σφράγιζαν τις δυο άκρες με υδατοστεγή καλύμματα, και μετά πλημμύριζαν το εργοτάξιο. Τα τεράστια κομμάτια τότε, επέπλεαν προς το λιμάνι. Όταν έφταναν στον σημείο που είχε σχεδιαστεί το τούνελ βύθιζαν τα κομμάτια, κατόπιν οι δύτες κατεύθουναν με προσοχή το κάθε κομμάτι στην θέση του, με την βοήθεια ισχυρών υδραυλικών ανυψωτικών μηχανημάτων και οι εργάτες τα ένωσαν από το εσωτερικό τους, όπου έκαναν και τις τελευταίες συνδέσεις. Το τούνελ βρίσκεται σε υποθαλάσσιο βάθος πάνω από 15 m και με μήκος πάνω από 1.6 km.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.6α Υδραυλικό ανυψωτικό μηχάνημα για την βύθιση του τούνελ β Τα τούνελ στο εργοτάξιο.)

Κατά μήκος τις προτεινόμενης διαδρομής, από το κέντρο του Χονγκ-Κονγκ στο αεροδρόμιο υπήρχε ακόμα ένα θαλάσσιο πέρασμα που έπρεπε να ξεπεραστεί, ένα διάστημα πέντε χιλιομέτρων από την ενδοχώρα στο νησί Νόρθ Λαντ Ντο. Αρχικά οι σχεδιαστές ήλπιζαν να κτίσουν ένα άλλο υποθαλάσσιο τούνελ, να μεταφέρει την κυκλοφορία στο αεροδρόμιο, αλλά αυτό ήταν δύσκολο να πραγματοποιηθεί διότι στην επιφάνεια της θάλασσας το βάρος των εμπορικών και των γιγάντιων πλοίων, θα ήταν αρκετά επικίνδυνο για την κατασκευή του τούνελ. Έτσι οι μηχανικοί έπρεπε να βρουν άλλη λύση και πρότειναν δυο τεράστιες γέφυρες, αρκετά μακριές για να καλύψουν τις θαλάσσιες οδούς και αρκετά ψηλές, για να επιτρέπουν την διέλευση των πλοίων να περνούν από κάτω.

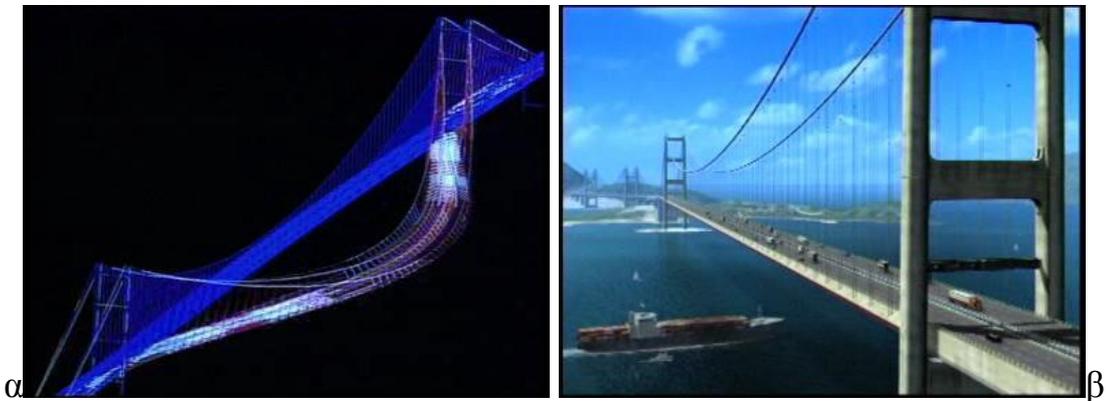


(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.7 Αποψη της τελικής μορφής της γέφυρας που ενώνει τις τρεις στεριές)

Οποιαδήποτε γέφυρα που πρόκειται να χτιστεί θα έπρεπε πρώτα να μελετηθεί με ιδιαίτερη προσοχή για να αντέξει στους τυφώνες που συνεχώς πλήττουν το Χονγκ - Κονγκ.

Για να καταλάβουν πως οι άνεμοι θα επηρεάσουν την κατασκευή, οι μηχανικοί πρώτα δημιούργησαν μοντέλα στον υπολογιστή, όπου εξομοιώνει την κίνηση της αιωρούμενης γέφυρας σ' έναν άνεμο 64 km/h μεγενθυμένο χίλιες φορές, επιτρέποντας στους μηχανικούς να εντοπίσουν δυνητικά ελαττώματα στα σχέδια. Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία αυτά, οι μηχανικοί έκτισαν ένα λεπτομερές μοντέλο σε κλίμακα, το τοποθέτησαν σ' ένα τούνελ υψηλής ταχύτητας ανέμων και το υπέβαλαν σε μια εξομοιωμένη κατηγορία τυφώνα δέκα. Τα αποτελέσματα ήταν ανησυχητικά, η γέφυρα γινόταν επικίνδυνα ασταθής σε δυνατούς ανέμους. Οι μηχανικοί δεν μπορούσαν να κάνουν την γέφυρα κοντύτερη, έτσι την έκαναν πιο βαριά. Κάτω από το κοίλο οδόστρωμα πρόσθεσαν ένα χαμηλότερο κατάστρωμα για τρένα και δυο ακόμα γραμμές για κυκλοφορία, αυτό το σχέδιο σταθεροποίησε την γέφυρα, έλυσε ένα ενδεχόμενο

πρόβλημα και πρόσθεσε δυνατότητες, επίσης είναι η μεγαλύτερη διπλού καταστρώματος αιωρούμενη γέφυρα στην ιστορία.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.6α μοντέλο στον υπολογιστή για τον έλεγχο αντοχής της γέφυρας στους ισχυρούς ανέμους
β Άποψη της γέφυρας στην τελική της μορφή.)

Για την κατασκευή της γέφυρας, πρώτα ισοπέδωσαν την τοποθεσία κατασκευής, το επόμενο βήμα ήταν να χτίσουν δυο τεράστιους πύργους της γέφυρας για να στηρίξουν το τεράστιο βάρος της κατασκευής. (που είχαν ύψος περίπου ίσο με εξήντα ορόφους). Από τους πύργους έπρεπε να κρεμαστούν τα καλώδια αιωρήσεις από βαρή ατσάλι, για να στηρίξουν το ογκώδες κατάστρωμα του δρόμου. Αλλά τα καλώδια έπρεπε να έχουν διάμετρο 90cm, το κάθε ένα όμως ζύγιζε δεκαπέντε χιλιάδες τόνους, εξαιτίας του τεράστιου βάρους τους, τα καλώδια δεν μπορούσαν να συνδεθούν στο έδαφος και μετά να τοποθετηθούν στην θέση τους. Οι κατασκευαστές της γέφυρας χρησιμοποίησαν μια επικίνδυνη τεχνική, έτσι κατασκεύασαν τα ογκώδη καλώδια στον αέρα. Δυο τροχαλίες πηγαινοέφερναν αρκετά πλεγμένα συρματόσχοινα κατά μήκος των δυο πύργων, με κάθε πέρασμα προστίθονταν μέγεθος στο ογκώδες καλώδιο.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.6α Άποψη από την κορυφή του πύργου όπου γίνεται η εισαγωγή καλωδίων
β Πύργος της γέφυρας κατά την κατασκευή του.)

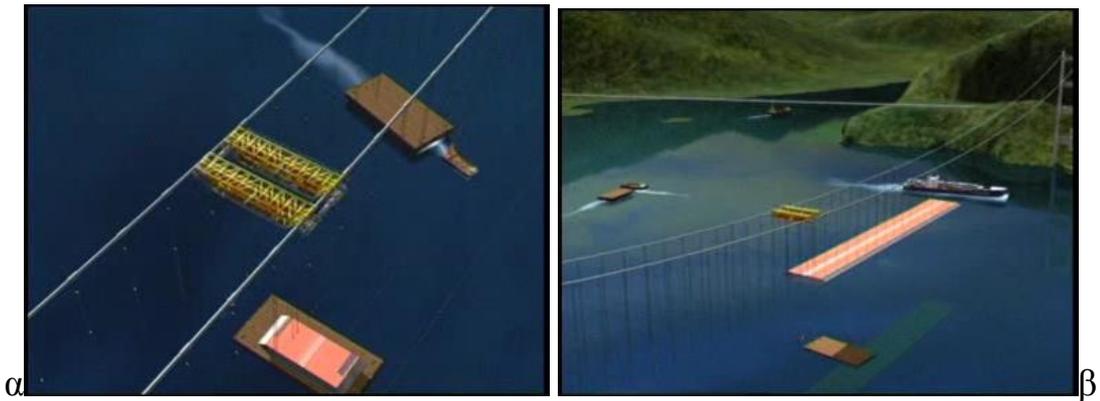
Οι μηχανικοί γνώριζαν κατά την διάρκεια του πλεξίματος των καλωδίων, ότι η γέφυρα θα ήταν εξαιρετικά ευάλωτη σε ακραία καιρικά φαινόμενα, αν χτυπούσε ξαφνικά ένας τυφώνας θα μπερδευε τα καλώδια εκτοξεύοντας αρκετά ατσάλινα καλώδια στον αέρα, και με συνέπειες οδυνηρές για τους εργάτες. Έτσι σ' ένα αγώνα με τον χρόνο και την μητέρα φύση, υψηλά ιπτάμενοι εργάτες έπλεξαν 85000 ατσάλινου καλωδίου στον αέρα σε λιγότερο από εννέα μήνες, καλώδιο που φτάνει να τυλίξει την υδρόγειο τέσσερις φορές.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.7α Τα καλώδια των 90 cm
β Εργάτης βοηθάει στην τοποθέτηση των καλωδίων.)

Αφού είχαν τοποθετηθεί με ασφάλεια τα καλώδια, οι εργάτες μπορούσαν να αντιμετωπίσουν το τελευταίο και πιο δύσκολο μέρος της δουλειάς, να

τοποθετήσουν τα τεράστια καταστρώματα της γέφυρας, το κάθε προκατασκευασμένο κομμάτι, 1000 tn και έπρεπε να ανυψωθεί από ένα φορτηγό στο νερό 320 m απευθείας πάνω. Ξεκινώντας από το κέντρο του καταστρώματος μπρος τους πύργους, οι κατασκευαστές σήκωναν προσεχτικά το κάθε κομμάτι του καταστρώματος στην θέση του. Τελικά πέντε χρόνια μετά το ξεκίνημα των εργασιών, η γέφυρα ήταν έτοιμη.



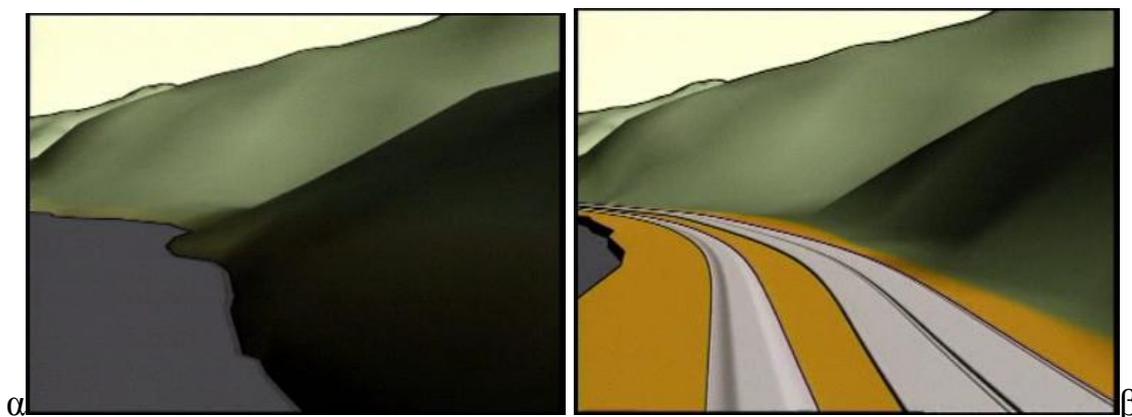
(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.8α-β Με την βοήθεια μιας φορτηγίδας ανυψώνετε μέρος από το κατάστρωμα)

Η ολοκλήρωση της γέφυρας και του τούνελ, πρόσφερε τις δυο κρίσιμες θαλάσσιες συνδέσεις του δρόμου, από την πόλη στο νέο αεροδρόμιο. Αλλά αυτές οι δυο συνδέσεις έπρεπε να συνδεθούν και μεταξύ τους. Το έργο προέβλεπε και δυο ολοκαίνουργιες εθνικές οδούς. Η πρώτη ήταν η Κουαν Ετσίαν Εξπρές Γέι θα έπαιρνε την κυκλοφορία από το τούνελ, δέκα χιλιόμετρα παραλιακά, όλη την διαδρομή μέχρι την νέα γέφυρα. Για να μείνει το λιμάνι ανοιχτό και η κυκλοφορία να είναι ελεύθερη, οι κατασκευαστές αναγκάστηκαν να κατασκευάσουν την νέα εθνική οδό πάνω από μια άλλη με δεκαπέντε λωρίδες κυκλοφορίας.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.9 Αποψη της νέας εθνικής οδούς με δεκαπέντε λωρίδες κυκλοφορίας

Ταυτόχρονα η άλλη εθνική οδός, ο τελικός κρίκος στην αλυσίδα ήταν και αυτή υπό κατασκευή, η ονομασία αυτής ήταν Νόρθ Εξπρές Γούντ και θα παίρνει την κυκλοφορία από το αεροδρόμιο. Το έδαφος που θα γινόταν ο εθνικός δρόμος ήταν από βραχώδης και απότομους λόφους, έτσι οι μηχανικοί βρήκαν μια καινούργια λύση, αποφάσισαν να επεκτείνουν την παραλιακή μέσα στον κόλπο περισσότερο από 800 m, η εθνική οδός και οι ηλεκτρικές γραμμές του αεροδρομίου και του σιδηροδρόμου θα ταξίδευαν πάνω από αυτό το νέο επίπεδο διάδρομο. Οι κατασκευαστές έριξαν παραπάνω από 25 εκατομμύρια τόνους στον ωκεανό πέτρες που φτάνουν για να χτίσεις ένα τοίχο 1.5 m από την Ουάσιγκτον μέχρι τον Σαν Φραντσίσκο.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.10α Βραχώδες πλαγιά του βουνού πριν την κατασκευή του δρόμου
β Η ίδια πλαγιά του βουνού κατόπιν κατασκευής του δρόμου.)

Ο δρόμος αυτός από το αεροδρόμιο κατά μήκος 13 km παραλιακής εθνικής οδού κατά μήκος μιας από της μακρύτερες αιωρούμενες γέφυρες, πάνω από 15 km ανυψωμένου εθνικού δρόμου, μέσα από ένα υποθαλάσσιο τούνελ μπρος το κέντρο του Χονγκ- Κονγκ, είναι ένα τεράστιο έργο που δίνει μεγάλη ευκολία στα μέσα μεταφοράς, όμως που δεν εξυπηρετεί τον κόσμο που χρησιμοποιεί τον υπόγειο σιδηρόδρομο. Έτσι οι μηχανικοί πρόσθεσαν άλλο ένα έργο, μια υψηλής ταχύτητας σιδηροδρομική γραμμή.

Το νέο εξπρές του σιδηρόδρομου θα χρειαζόταν ένα σταθμό 60 στρεμμάτων στο κέντρο του Χονγκ-Κονγκ, όμως το Χονγκ- Κονγκ δεν είχε ούτε 5 m. Έτσι οι μηχανικοί δημιούργησαν διακόσια στρέμματα γης στο λιμάνι της Βικτώρια. Μέσα σε δυο χρόνια ο νέος σταθμός ήταν έτοιμος.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.11 Σταθμός σιδηρόδρομου μέσα στο λιμάνι της Βικτώρια)

Η αίθουσα αεροδρομίου για τους επιβάτες προέβλεπε να είναι από τις μεγαλύτερες στον κόσμο με 1600 m μήκους.

Εξαιτίας των συνεχών παλιρροιών που δημιουργούνται στην θάλασσα , οι μηχανικοί έπρεπε να είναι πολύ προσεχτικοί στην κατασκευή των θεμελίων του κτηρίου του αεροδρομίου. Έτσι σκέφτηκαν να καρφώσουν τα θεμέλια στον πυθμένα του ωκεανού, με την χρήση διατρητικών μηχανημάτων και χύνοντας

τεράστιες ποσότητες σκυροδέματος στην γη ώστε να καταπολεμήσουν τις μεγάλες πιέσεις που πιθανόν θα υπήρχαν στα θεμέλια.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.12 Διατηρητικό μηχάνημα κατά τις εργασίες του έργου)

Η οροφής της αίθουσας επιβατών ήταν κατασκευασμένη από επαναλαμβανόμενα δικτυωτά ατσάλινα δοκάρια, που μπορούσαν να παραχθούν μαζικά σε γιγαντιαία κλίμακα. Οι κατασκευαστές έστησαν μια τεράστια σειρά συναρμολόγησης για να φτιάξουν 136 όμοια κομμάτια οροφής, το κάθε ένα ζύγιζε 140 τόνους και κατασκεύασαν πάνω από 130 χιλιάδες ξεχωριστά κομμάτια, αλλά τα τμήματα της οροφής ήταν τεράστια και δεν μπορούσαν να μεταφερθούν με τα υπάρχοντα εφόδια.

Για την μεταφορά των τεράστιων τμημάτων της οροφής, χρησιμοποίησαν τεράστιους ρομποτικούς γερανούς, όπου χρειάστηκαν εξειδικευμένους εργάτες για να τα χειριστούν. Οι γιγάντιοι γερανοί είχαν ύψος 20 ορόφων και σήκωναν τα τμήματα της οροφής και τα τοποθετούσαν στην θέση τους.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.13α Ρομποτικός γερανός μεταφέρει τεράστια τμήματα της οροφής
β Χειριστής ελέγχει την κίνηση του γερανού με τηλεχειριστήριο.)

Στην άλλη πλευρά του νησιού οι εργάτες ύψωναν την αίθουσα των εμπορευμάτων του αεροδρομίου. Ένα έργο τέχνης που είχε ως σκοπό να εξυπηρετεί την πληθώρα των κοντέινερ, που θα έρρεαν στο αεροδρόμιο κάθε μέρα. Είκοσι εννέα εκατομμύρια δολάρια φορτία κάθε χρόνο θα προωθούνται στους προορισμούς τους, σχεδόν όλα χωρίς να τα αγγίξει ανθρώπινο χέρι. Στην πραγματικότητα η αίθουσα των εμπορευμάτων θα είναι τόσο αυτοποιημένη, που όλη η κατασκευή θα είναι σαν ένα γιγαντιαίο ρομπότ.

Την άνοιξη του 1997 η κατασκευή πραγματοποιείται σε γρήγορους ρυθμούς μέρη του τούνελ του δυτικού λιμένα, βυθίστηκαν και συνδέθηκαν. Στην Χόου- Λούν οι εργάτες βάλανε το τελευταίο στρώμα ασφάλτου στον νέο ανυψωμένο εθνικό δρόμο. Η υψηλής ταχύτητας σιδηροδρομικές γραμμές που θα σηκώνουν το νέο εξπρές του αεροδρομίου, είναι έτοιμες.

Το αεροδρόμιο έχει μια σειρά από νέες τεχνολογίες που συμπεριλαμβάνει νέα συστήματα εναέριας κυκλοφορίας, πληροφορίες πτήσεων, τελωνειακή σάρωση και ασφάλεια, επίσης αυτόματο σύστημα αποσκευών. Για να δημιουργηθεί το διεθνές αεροδρόμιο Τσεπ Λαπ Κο χρειάστηκαν επτά χρόνια με κόστος 20 δισεκατομμυρίων δολαρίων και 10 εκατομμύρια εκατό ώρες.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.14 Καθολική άποψη όλου του τεχνικού έργου του Χόνγκ Κόνγκ)



(ΕΙΚΟΝΑ 6.1.15 Φωτογραφία του αερολιμένα.)

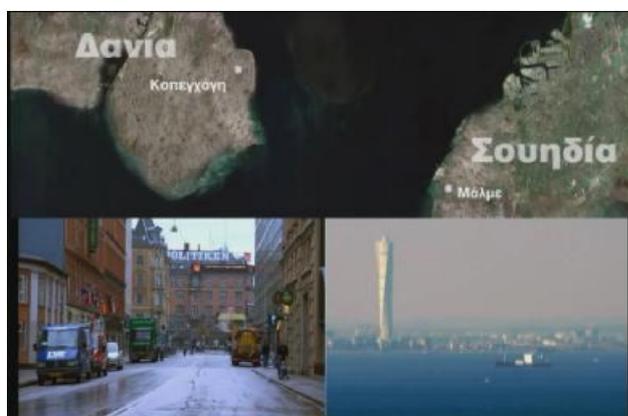
2 ΓΕΦΥΡΑ ΣΟΥΗΔΙΑΣ ΔΑΝΙΑΣ

Στη βόρεια Ευρώπη μεταξύ Σουηδίας και Δανίας η βαλτική θάλασσα συναντά τη βόρεια θάλασσα στον Πορθμό Έρεσουν. Έχει 16 km πλάτος και οι καιρικές συνθήκες εκεί είναι πολύ άσχημες.

Η Κοπεγχάγη της Δανίας χρειάζεται φτηνότερες κατοικίες και το Μάλμε της Σουηδίας χρειάζεται περισσότερες ευκαιρίες για εργασία. Σύμφωνα με τις οικονομικό – κοινωνικές ανάγκες η ένωση των δυο πόλεων έγινε στόχος για την δημιουργία καινοτόμων έργων υποδομής. Έτσι κατόπιν συμφωνίας των δυο κρατών έγινε μια κοινοπραξία για την κατασκευή του έργου και επισήμως ξεκίνησε το 1991. Το έργο περιλαμβάνεται από μια υποθαλάσσια σήραγγα 8 km, ένα τεχνητό νησί 4km και μια καλωδιωτή γέφυρα 4km.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.1 Δορυφορική άποψη του σημείου για την ένωση της Δανίας - Σουηδίας)



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.2 Δορυφορική άποψη του σημείου για την ένωση της Δανίας - Σουηδίας)

Στην πλευρά της Δανίας ακριβώς πάνω στην ακτογραμμή βρίσκεται το διεθνές αεροδρόμιο της Κοπεγχάγης το Κάστραπ. Σύμφωνα με τις εξομοιώσεις στον υπολογιστή φαίνεται πως η κατασκευή μιας γέφυρας με ψηλούς πυλώνες θα παρεμπόδιζε την εναέρια κυκλοφορία ή θα είχε ακόμα χειρότερες συνέπειες μιας πρόσκρουσης. Μια χαμηλότερη γέφυρα θα ήταν ασφαλέστερη για την εναέρια κυκλοφορία αλλά θα μπλόκαρε την κίνηση των πλοίων της Δανίας. Οπότε η λύση των μηχανικών ήταν να χτίσουν μια σήραγγα μήκους 16 km κάτω από το νερό.

Η λύση για μια σήραγγα από την μία άκρη στην άλλη θα ήταν η καλύτερη όμως θα ήταν μια δαπανηρή λύση. Άλλη μια λύση που σκέφτηκαν ήταν να κατασκευάσουν μια γέφυρα και στη συνέχεια μια σήραγγα καθώς θα πλησίαζε στο αεροδρόμιο. Μία γέφυρα θα ήταν ευκολότερη ή οικονομικότερη λύση αλλά δεν θα ήταν καλή ιδέα για τα αεροπλάνα.

Ο συνδυασμός γέφυρας και σήραγγας παρουσίαζε μια πρόκληση, διότι η μετατροπή μιας σήραγγας σε γέφυρα στο μέσο της θάλασσας ήταν ένα πρόβλημα.

Έτσι σκέφτηκαν πως για να αναδυθεί η σήραγγα από το νερό χρειαζόταν ξηρά. Κατασκεύασαν ένα τεχνητό νησί έκτασης περίπου 1.3 km^2 . Η σήραγγα θα ήταν 4 km και 4 km ξηράς νησιού, και η γέφυρα θα ήταν 8 km.

Από την άλλη πλευρά στην Σουηδική ακτή δεν υπήρχε κάποιο πρόβλημα και κατασκευαστικά μπορούσαν να φτάσουν σε όσο ύψος επιθυμούσαν. Χρειάζονταν η γέφυρα να γίνει ψηλή για το πέρασμα των πλοίων θα έπρεπε τουλάχιστον να είναι 60 m πάνω από το νερό. Το μήκος του κεντρικού ανοίγματος τουλάχιστον 457 m. Πριν γίνει η επιλογή της γέφυρας υπήρξαν οι εξής προτάσεις:

A) **Κατασκευή Τοξωτής γέφυρας**, όπου θα χρειαζόταν να γίνει μια από τις μεγαλύτερες στον κόσμο. Όμως το μειονέκτημα αυτής της κατασκευής ήταν ότι η καμπύλη που θα δημιουργούσε το τόξο στις συνδέσεις θα προκαλούσε

πρόβλημα στο πέρασμα των πλοίων και ενδεχομένως να χτυπούσε κάποιο πλοίο το κάτω μέρος του τόξου με συνέπεια να καταρρεύσει όλο το κατασκεύασμα.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.3 Επικίνδυνο πέρασμα του πλοίου στην καμπύλη του τόξου της γέφυρας)

B) **Μια κρεμαστή γέφυρα**, ήταν η δεύτερη λύση. Η τεχνολογία των κρεμαστών γεφυρών επιτρέπει τα μεγαλύτερα ανοίγματα. Το μειονέκτημα όμως αυτού του τύπου γέφυρας είναι ότι κατά μήκος της γέφυρας δυο τεράστια καλώδια εκτείνονται, και κοντότερα καλώδια κρεμιούνται από αυτά για να κρατήσουν το δρόμο αλλά η σύνδεση καλωδίων με ακόμα περισσότερα καλώδια κάνει τις κρεμαστές γέφυρες πολύ ευέλικτες, ώστε τα τρένα να έχουν πρόβλημα όταν οι ράγες λυγίζουν κάτω από το βάρος τους.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.4 Αποψη κρεμαστής γέφυρας)

Γ) Η **καλωδιωτή γέφυρα** είναι η λύση. Η κατασκευή της είναι αρκετά στέρεα για την αύξηση των κινήσεων των τρενών γιατί τα καλώδια στήριξης προσδένονται απευθείας στους πυλώνες. Επίσης ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι η κατασκευή τους είναι οικονομικότερη από αυτή των κρεμαστών. Επίσης η απουσία των δυο τεράστιων κεντρικών καλωδίων εξοικονομεί τόνους ατσαλιού.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.5 Αποψη καλωδιωτής γέφυρας)

Η κατασκευή όλου του έργου ξεκίνησε με την κατασκευή του τεχνητού νησιού μήκους τεσσάρων χιλιομέτρων. Το πρώτο βήμα ήταν η οριοθέτηση της περιμέτρου. Μεταφέρονταν τεράστιοι λατομημένοι βράχοι από τη Σουηδία 1.800.000 tn, όπου με την βοήθεια 16 φορτηγίδων μετέφεραν 18.000 τόνους ημερησίως.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.6 Το τεχνητό νησί)



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.7 Δημιουργία περιμέτρου του τεχνητού νήσου με κατάλληλα τεχνικά μηχανήματα)

Κάθε φορτίο τοποθετήθηκε προσεχτικά με την χρήση GPS. Η περίμετρος έχει μήκος 12 km και όταν ολοκληρώθηκε, το επόμενο βήμα ήταν να γεμίσει με αδρανή υλικά, έτσι δημιουργήθηκε η τεχνητή ξηρά. Απαιτήθηκαν εκατοντάδες κυβικά μέτρα υλικού. Λόγο ότι τόσα πολλά υλικά δεν μπορούσαν να βρεθούν, οι μηχανικοί σκέφτηκαν ότι θα μπορούσαν να τα πάρουν από τον πυθμένα της θάλασσας με Βυθοκόρηση.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.8α Μεταφορά αδρανών υλικών με πλωτό φορτηγό
β Μεταφορά αδρανών υλικών με Φορτωτή).

Η λύση αυτή έχει μόνο πλεονεκτήματα. Λόγο κατασκευής της γέφυρας και της σήραγγας οι μηχανικοί έπρεπε ούτως η άλλως να βυθοκορήσουν. Η

μεγαλύτερη βυθοκόρος του κόσμου επιλέχθηκε για την βυθοκόρηση, με όνομα «Σικάγο».



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.9 Μια από τις μεγαλύτερες Βυθοκόρους του κόσμου χρησιμοποιήθηκε. «Σικάγο»)

Ο κάδος της μπορεί να αφαιρέσει 22 m³ από τον βυθό. Η πλατφόρμα πλεύσης είναι τόσο μεγάλη που σε κάποια σημεία της βαλτικής θάλασσας δεν ήταν αρκετά βαθειά γι αυτήν, με αποτέλεσμα να βυθοκορεί μια λωρίδα για τον εαυτό της, μόνο και μόνο για να φτάσει στα σημεία κατασκευής.

Για να μεταφέρουν τους τεράστιους όγκους υλικών εκσκαφής συγκεντρώθηκαν 50 σκάφη.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.10 Μεταφορά αδρανών υλικών ρυμολκούμενα)

Το επόμενο μεγάλο έργο επίσης ήταν η κατασκευή της τάφρου για την υποθαλάσσια σήραγγα, όπου είχε 10.5 m βάθος 46 m πλάτος και εκτεινόταν για 4 km.

Δυο εκατομμύρια κυβικά μέτρα υλικών του πυθμένα χρειάζονταν να γίνει εκσκαφή όπου το ενενήντα της εκατό αποτελούταν από εξαιρετικά σκληρό πέτρωμα γνωστό ως ασβεστόλιθο της Κοπεγχάγης και δεν μπορούσε να σπάσει ούτε και ο «Σικάγο». Έτσι οι κατασκευαστές χρειάζονταν ένα τεχνικό μηχάνημα ικανό να ανταπεξέλθει και στις πιο αντίξοες συνθήκες. Η ονομασία του ήταν «Κάστορας» μια από τις πιο δυνατές βυθοκόρους κοπής και αναρρόφησης στον κόσμο.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.11 «Κάστορας» Μια από τις πιο δυνατές βυθοκόρους κοπής και αναρρόφησης στον κόσμο)

Το άκρο του «Κάστορα» είναι ένα τεράστιο τρυπάνι με 60 κοφτερά δόντια το καθένα εκ των οποίων ζυγίζει 20 κιλά. Κατάστρεφε 200 δόντια την ημέρα, όπου συνολικά για την βυθοκόρηση χρειάστηκαν να αντικατασταθούν 52000 δόντια.



**ΕΙΚΟΝΑ 6.2.12α Το τρυπάνι του «Κάστορα
β Κατεστραμμένα δόντια από το τρυπάνι του «Κάστορα»).**

Ο «Κάστορας» είναι κάτι περισσότερο από ένα υπερμέγεθες τρυπάνι είναι και μια ηλεκτρική σκούπα, καθώς σπάζοντας τον ασβεστόλιθο απορροφούσε και τα θραύσματα. Στην συνέχεια γιγάντιες αντλίες ωθούσαν τις πέτρες και το νερό μέσα σ' έναν αγωγό 2.5 km που φτάνει ως το νησί. Τα θραύσματα του ασβεστόλιθου ήταν τόσο τραχιά που κατάστρεφαν το εσωτερικό του αγωγού.



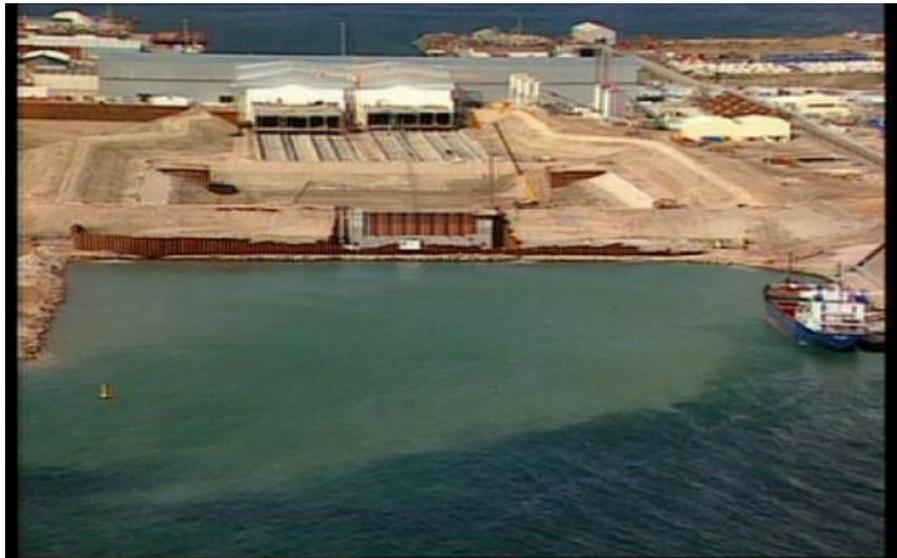
**ΕΙΚΟΝΑ 6.2.13α Μεταφορά αδρανών υλικών μέσο αγωγών που συνδέονται με τον «Κάστορα»
β Μεταφορά αδρανών υλικών μέσο αγωγών 2.5 km).**

Η μετακίνηση όλων αυτών των βράχων και της λάσπης δημιούργησε μια επιπλέον πρόκληση που δεν αντιμετώπισαν στα περισσότερα άλλα μέρη, την προστασία του περιβάλλοντος, όπου ήταν ιδιαίτερα ευάλωτο στο ρηχό πορθμό Έρεσουν. Τη μεγαλύτερη απειλή αποτελούσαν τα σύννεφα των υλικών εκσκαφής. Αυτά τα σύννεφα μπορούσαν να νεκρώσουν τεράστιες εκτάσεις θαλάσσιων λειμώνων που τρέφουν όλη τη θαλάσσια ζωή. Για την Δανία και την

Σουηδία οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αποτελούσαν λόγο για διάλυση της συμφωνίας. Έτσι προχώρησαν σε αμοιβαία δέσμευση όπου δεν επέτρεπε να διαρρέει περισσότερο από το πέντε τις εκατό των υλικών της εκσκαφής αλλιώς η βυθοκόρηση θα έπρεπε να σταματήσει.

Ενώ η βυθοκόρηση για την κατασκευή της τάφρου συνέχιζε, παράλληλα ξεκίνησε και η κατασκευή της σήραγγας μια από τις μεγαλύτερες στον κόσμο.

Το πρώτο βήμα για την κατασκευή της ήταν η δημιουργία ενός μεγάλου εργοτάξιου που θα φτιάχνει τα τμήματα της σήραγγας. Η ιδέα ήταν να φτιάξουν μια σήραγγα διαιρεμένη σε είκοσι τμήματα, και στην συνέχεια να τα συναρμολογήσουν στην τάφρο. Τα τμήματα είχαν 176 m μήκους, 39 m πλάτος και 8.5 m ύψος. Με δύο λωρίδες για την κίνηση των αυτοκινήτων, δυο γραμμές για το σιδηρόδρομο και μια λωρίδα για περίπτωση έκτακτης ανάγκης.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.14 Αποψη δυο έτοιμων τμημάτων σήραγγας στο εργοτάξιο.)

Η κατασκευή της σήραγγας ξεκίνησε με ατσάλινες ράβδους ενίσχυσης 40.000 tn ράβδων. Τις λύγιζαν τις συγκολλούσαν και έτσι έφτιαχναν ένα τεράστιο ατσάλινο κλουβί, αφού το καλούπωναν στην συνέχεια το σκυροδετούσαν. Πάνω από 7.5 δισεκατομμύρια m^2 τσιμέντο χρειάστηκε για την

σκυροδέτηση του, όμως δεν ήταν ένα οποιοδήποτε σκυρόδεμα, έπρεπε να αντέξει 120 χρόνια κάτω από το νερό, έτσι η σύνθεση του απαιτούσε μεγάλη ακρίβεια, ακόμα και η ποσότητα του νερού που προστίθονταν ήταν κρίσιμη, αν ήταν λίγο δεν θα είχε αντοχή και αν ήταν πολύ δεν θα ήταν αδιάβροχο.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.15 Σκυροδέτηση του τμήματος της σήραγγας.)

Από όλο αυτό το μεγάλο έργο της ζεύξης Έρεσουν η σήραγγα ήταν με διαφορά το μεγαλύτερο. Είχε σχεδόν το μήκος δύο γηπέδων και το ύψος ενός τριώροφου σπιτιού. Το ένα τμήμα της σήραγγας μόνο φτάνει το βάρος των 55.000 tn και η μετακίνηση του ήταν επικίνδυνη για την τοποθέτησή του στην τάφρο. Έτσι για να μετακινήσουν 55.000 tn από την ξηρά ως το μέσον του πορθμού, μετέτρεψαν σε σχεδίες τα τμήματα της σήραγγας και τα μετακίνησαν πλέοντας.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.16 από αριστερά τμήμα της σήραγγας στο εργοτάξιο πριν κατακλυστεί από νερό από δεξιά τμήμα της σήραγγας σφραγισμένο με ατσάλινα πλαίσια, κατακλυσμένο από νερό.)

Το πρώτο βήμα ήταν να φραχτούν οι τρύπες με γιγάντια ατσάλινα πλαίσια. Κάθε πλαίσιο ζύγιζε περίπου 3.200 κιλά. Έτσι το γιγάντιο τσιμεντένιο κατασκεύασμα θα μπορούσε να επιπλεύσει. Λόγο του μεγάλου βάρους που είχε δεν το έβαλαν στο νερό παρά έφτιαξαν ένα σύστημα υδατοφραχτών που έφεραν το νερό στην κατασκευή.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.17 Σύστημα υδατοφραχτών που έφεραν το νερό στην κατασκευή.)

Μπροστά από την γραμμή συναρμολόγησης περιστοιχίζεται από τάφρους στις τρεις πλευρές. Ένα τεράστιο κινητό τείχος κλείνει την τέταρτη πλευρά και η δεξαμενή κατακλύζεται από νερό σε ύψος πάνω από 9 m από την επιφάνεια της θάλασσας. Απαιτούνται 1.000.000 m³ νερού ακόμα και εν πλω χρειάζονται βίντσια 22.5 tn για να μετακινηθεί και άλλα δυο για να το καθοδηγούν στο βαθύ άκρο του κόλπου.

Έτσι το νερό έφτασε στο επίπεδο της θάλασσας και η σήραγγα ήταν έτοιμη για μεταφορά. Χρειάστηκαν τέσσερα ρυμουλκά για να το μετακινήσουν.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.18 α δυο τμήματα σήραγγας λίγο πριν βγούν από τον υδατοφράχτη
β. τέσσερα ρυμολκούμενα μεταφέρουν ένα τμήμα της σήραγγας.)

Μόλις έφτασε πάνω από την τάφρο θα έπρεπε να βυθιστεί. Για να καταφέρουν να βυθίσουν την σήραग्ga χρειάστηκαν ειδικές δεξαμενές όπου θα διοχετευόταν νερό. Τέσσερα τεράστια καλώδια βοηθούσαν για την καθοδήγηση της κατάβασης. Η ακρίβεια ήταν υψίστη μόνο έτσι θα μπορούσαν να το συνδέσουν με την υπόλοιπη σήραग्ga. Οι χειριστές στα βίντσια χρησιμοποιούσαν GPS και βαθύμετρα για να το διατηρήσουν εντός στόχου. Τα περιθώρια λάθους ήταν μικρότερα του 1.5 cm ανά διεύθυνση. Δύτες βοηθούσαν στην εγκατάσταση ενός προσωρινού πλαισίου που θα βοηθούσε στην καθοδήγηση του μόλις φτάσει στον πυθμένα, οι χειριστές στα βίντσια το τραβάγανε σφιχτά πάνω στο προηγούμενο τμήμα. Το θαλασσινό νερό που παγιδεύτηκε ανάμεσα στα τμήματα αντλήθηκε και τα ατσάλινα πλαίσια αφαιρέθηκαν. Για να εμποδίσουν την σήραग्ga να επιπλεύσει εγκαθίστασαν σε όλο το μήκος του δρόμου σκυρόδεμα πάχους ενός μέτρου και βύθισαν μεγάλους βράχους στην ανάντη επιφάνεια του τμήματος.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.18 α κατά την σύνδεση δυο τμημάτων σήραγγας στην τάφρο
β. άντληση εγκλωβισμένου νερού .)

Λίγο πριν την παράδοση του έργου, οι τελευταίοι βράχοι έχουν τοποθετηθεί στο τεχνητό νησί, τα τμήματα της σήραγγας έχουν βυθιστεί. Το μόνο που μένει είναι να χτιστεί η καλωδιωτή γέφυρα. Η Γέφυρα Έρεσουν πρέπει να είναι άκαμπτη, για να αντέχει το βάρος των αυτοκινήτων και των τρένων. Η ανάγκη να γίνει το τμήμα της γέφυρας τόσο ψηλό και τεράστιο αποτελεί την μεγαλύτερη καινοτομία του έργου.

Η κατασκευή ξεκίνησε από τους πυλώνες, είναι οι ψηλότεροι πυλώνες δυο σκελών χωρίς επιπρόσθετη στήριξη. Δυο γιγάντια σκέλη συνδέονται με μια τεράστια εγκάρσια δοκό, ακριβώς κάτω από τον αυτοκινητόδρομο. Μια εγκάρσια δοκός πάνω από το δρόμο απορρίφθηκε, έτσι ώστε η γέφυρα να δείχνει λεπτή και απείριτη και για έναν επιπλέον λόγο, όπου σε περίπτωση συντριβής κάποιου αεροσκάφους οι πυλώνες ελεύθερης στήριξης θα βοηθούσαν τη γέφυρα να αντέξει. Μπορεί η κοινή λογική να λέει το αντίθετο, οι μηχανικοί όμως θεώρησαν πως ένα σχέδιο χωρίς εγκάρσιες δοκούς πάνω από το δρόμο κάνει τους πυλώνες πιο ευέλικτους, έτσι θα μεταφερθεί μικρότερη ένταση από την πρόσκρουση στην υπόλοιπη γέφυρα.

Η κατασκευή των πυλώνων ξεκίνησε από την ξηρά, όπως και με τα τμήματα της σήραγγας, τα θεμέλια κατασκευάστηκαν σε μια μόνιμη δεξαμενή και είναι τεράστια. Το ίχνος του καθενός κάλυπτε 1200 m^2 , το νεκρό τους βάρος ήταν πάνω από 18000 tn, πολύ ελαφρύτερο από τα τμήματα της σήραγγας αλλά η μετακίνηση αυτών πολύ δυσκολότερη. Είχαν 22.6 m ύψους ενώ ο πορθμός Έρεσουν είχε μόλις 7.6 m βάθος. Η ρυμούλκησή τους σαν σχέδια δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί, γι' αυτό θα έπρεπε να τα μεταφέρουν με άλλο τρόπο εξάλλου δεν υπήρχε κανένα σκάφος που να το κάνει αυτό.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.19 Κατασκευή των θεμελίων στην ξηρά.)

Έτσι οι μηχανικοί της Έρεσουν έπρεπε να κατασκευάσουν ένα που να μπορεί. Ξεκίνησαν με δυο φορηγίδες που τις συνδέουν και από τα δυο άκρα δημιουργώντας ένα είδος καταμαράν. Γέμισαν με νερό τη σταθερή δεξαμενή, ώστε το καταμαράν να μπορέσει να πλεύσει πάνω από τα θεμέλια, χρειάστηκαν τέσσερα τεράστια ρυμουλκά για να ρυμουλκήσουν αυτή την κατασκευή στο κανάλι. Στη γραμμή της γέφυρας οδηγήθηκαν τα θεμέλια μέσα σε μια τεράστια τάφρο που έχει ήδη βυθοκορηθεί στον πυθμένα της θάλασσας και με την βοήθεια του GPS οδηγήθηκε σε μια μικρή απόκλιση 7.5 cm από το στόχο.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.20 Μεταφορά θεμελίου μ' είδος καταμαράν.)



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.21 Τοποθέτηση θεμελίου στην τάφρο.)

Τα θεμέλια εξέχουν 3.4 μέτρα πάνω από το νερό, έτσι το κάθε στέλεχος θα πρέπει να ψηλώσει άλλα 183 μέτρα. Ο κάθε ένας πυλώνας γίνεται αυτόνομο εργοτάξιο κατασκευής, εφοδιασμένο με αρκετό εξοπλισμό για ένα μικρό εργοστάσιο.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.22 α,β κατασκευή πυλώνων).

Τα δυο σκέλη του κάθε πυλώνα σκαρφαλώνουν προς τον ουρανό σε τμήματα των 4 m, το ένα είναι πάντα 12 m πιο ψηλά από το άλλο, έτσι ώστε να μην μπλεχτούν οι τεράστιοι γερανοί τους. Όταν οι πυλώνες φτάσουν στα 44 m θα προστεθεί η εγκάρσια δοκός. Στα 80 m ενσωματώνεται στο σκέλος ένα ατσάλινο κουτί το οποίο θα κρατάει τα καλώδια αντιστήριξης και κάθε νέο κουτί προστίθεται κάθε 12 m. Εξωτερικά οι πυλώνες δείχνουν συμπαγείς, στην

πραγματικότητα όμως είναι γεμάτοι εξοπλισμό, συμπεριλαμβανομένου και ενός ανελκυστήρα. Μια καταπακτή στην κορυφή του πυλώνα οδηγεί σε μεγάλο ύψος.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.23 από αριστερά το ατσάλινο κουτί το οποίο θα κρατάει τα καλώδια αντιστήριξης από δεξιά τμήμα καλώδια στον πυλώνα της γέφυρας.)

Ενώ οι πυλώνες κατασκευάζονται στο μέσο της ζεύξης Έρεσουν, τα διώροφα στελέχη συναρμολογούνται στην ακτή. Είναι τεράστια κουτιά από τσιμέντο και ατσάλι με 140 m μήκος και 23 m πλάτος. Το επάνω μέρος της γέφυρας θα είναι τεσσάρων λωρίδων κυκλοφορίας αυτοκινητόδρομος, το τρένο μπαίνει μέσα. Οι σχεδιαστές αποφάσισαν να τοποθετήσουν τις σιδηροτροχιές, σ' ένα ειδικό τσιμεντένιο αυλάκι, ώστε αν ποτέ το τρένο εκτροχιαστεί ελπίζουν πως αυτά τα αυλάκια θα κρατήσουν το τρένο πάνω στην γέφυρα. Το κάτω μέρος των καταστρωμάτων μπορεί να μοιάζει συμπαγές, άλλα όπως και οι πυλώνες είναι κούφιο. Είναι ένα σύστημα στοών σε ανθρώπινο μέγεθος, που φιλοξενεί πολύ σημαντικό εξοπλισμό για τη γέφυρα.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.24 Εγκάρσιες δοκοί τοποθετημένοι στους πυλώνες).



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.25 α Εγκιβωτισμός σκυροδέματος στον πυλώνα
β. Κατασκευή πυλώνα με την βοήθεια πλωτού γερανού .)

Στην γέφυρα υπάρχουν 80740 tn ατσαλιού , όπου είναι ευάλωτοι στην σκουριά και μπορεί να καταστρέψει την γέφυρα από μέσα προς τα έξω. Η επίστρωση με μπογιά θα μπορούσε να συντηρήσει προσωρινά το ατσάλι αλλά δεν συμφέρει οικονομικά να βάλεις μια τόσο μεγάλη επιφάνεια, έτσι η Γέφυρα Έρεσουν έχει ένα εκτενές σύστημα αφυγραντήρων που διατηρούν την εσωτερική ατμόσφαιρα σε σχετική υγρασία κάτω το 60 τις εκατό, με αποτέλεσμα να μην δημιουργείτε υγρασία και να αποφεύγετε η κάθε πιθανότητα σκουριάς.

Οι κανονισμοί απαιτούν τα συνεργεία να επιθεωρούν όλα τα τμήματα της γέφυρας. Όμως αυτό είναι πολύ δύσκολο όταν έχεις να επιθεωρήσεις μια γέφυρα 60 m πάνω από την θάλασσα, ακόμα και στο οδόστρωμα οι εργάτες πρέπει να προστατευτούν χωρίς να διακοπεί η κυκλοφορία των αυτοκινήτων και των τρένων.

Έτσι οι μηχανικοί της Έρεσουν υπήρξαν προνοητικοί, κατασκεύασαν ένα μηχανοκίνητο ικρίωμα όπου οι εργάτες κρέμονται κάτω από τη γέφυρα, όπου μπορούν να διατρέξουν ολόκληρο το μήκος της γέφυρας χωρίς να σταματήσει στους πυλώνες αφού έχει μηχανισμό που περιστρέφεται για να στριμώχγεται ανάμεσα στα στηρίγματα και να περνάει από το κενό που έχουν στο πάνω μέρος οι πυλώνες, ώστε να συνεχίζει την πορεία στα επόμενα ανοίγματα. Έτσι μόλις το ικρίωμα της Έρεσουν φτάσει στο σημείο που θέλει να διορθώσει , το ικρίωμα

διαθέτει διάφορα σύνεργα, όπως ένα υδραυλικό βραχίονα που μπορεί να μεταφέρει έναν εργάτη έξω από τις αντηρίδες, που μπορεί να τον ανυψώσει μέχρι και πάνω από τον αυτοκινητόδρομο ώστε να έχει πρόσβαση για την συντήρηση χωρίς να διακοπεί η κίνηση των τρένων και των αυτοκινήτων.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.26 Μηχανοκίνητο ικρίωμα για τον έλεγχο της γέφυρας).

Επίσης ένας συντηρητής μπορεί να έχει πρόσβαση σε μια συσκευή που δημιουργήθηκε ειδικά για τη Γέφυρα αυτή και είναι ο αποσβεστήρας όπου μπορεί να μειώσει τις δονήσεις των καλωδίων. Οι δονήσεις μπορούν να μειώσουν τη ζωή μιας γέφυρας για δεκαετίες και γι' αυτό το λόγο θα πρέπει να ελέγχονται και να διατηρούν επιτρεπόμενες τιμές. Το ικρίωμα έχει άλλο ένα σύστημα για την επιθεώρηση των πυλώνων, όπου μπορεί να κατεβάσει τους εργάτες 60 m κάτω προς την θάλασσα με την βοήθεια του βραχίονα, ώστε να μπορεί να γίνει έλεγχος στο τσιμέντο για ρωγμές ή για να αλλάξουν κάποιες λάμπες που καθοδηγούν τα πλοία στα κανάλια πλεύσης.

Από το ικρίωμα είναι προφανές πως το κατάστρωμα δημιουργήθηκε από τμήματα. Αυτά τα τμήματα προσυναρμολογήθηκαν στην ακτή και ζυγίζουν 5500 tn. Για να ανυψωθούν τα τμήματα 60 m ψηλά χρειάστηκε ο μεγαλύτερος πλωτός γερανός, ικανός να σηκώσει πάνω από 7300 tn, το όνομα του είναι «Κύκνος». Όπου θα πρέπει να επιστρατεύσει το 75 τις εκατό της δύναμης του για να σηκώσει το κάθε κομμάτι.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.27 Ο μεγαλύτερος πλωτός γερανός για την ανύψωση του καταστρώματος).



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.28 α, β Συναρμολόγηση του καταστρώματος).

Το ψηλότερο τμήμα πηγαίνει ακριβώς δίπλα στον πυλώνα. Τα συνεργεία συναρμολογούσαν τα καλώδια, όπου το πρώτο καλώδιο είναι 51 m, κάθε νέο

καλώδιο θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το προηγούμενο και το μακρύτερο θα είναι πάνω από 245 m. Αφού τοποθετηθούν τα καλώδια και τα πρώτα τμήματα ο κύκνος μεταφέρει άλλο ένα τμήμα. Το οδόστρωμα αναπτύσσεται αρθρωτά όλο και πιο μακριά από τον πυλώνα. Τα προσωρινά ικριώματα βοηθούν πριν τοποθετηθούν όλα τα κομμάτια στην θέση τους. Κάθε σκέλος πυλώνα αποκτά 40 ολόκληρα καλώδια, ολόκληρη η γέφυρα έχει 160, συνολικά 2000 τόνους καλωδίου. Το τελευταίο τμήμα του οδοστρώματος στην γέφυρα τοποθετήθηκε στις 14 Αυγούστου 1999, όπου η σύνδεση Δανίας και Σουηδίας έγινε για πρώτη φορά.

Τέλος την 1^η Ιουλίου του 2000 ανοίγει επισήμως η ζεύξη Έρεσουν στην ώρα της και εντός προϋπολογισμού.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.2.29 Γέφυρα Έρεσους).

3 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΦΡΑΓΜΑΤΑ

Φράγματα σχεδιάζονται και κατασκευάζονται για να συγκρατήσουν τα τρεχούμενα νερά, άλλοτε για συλλογή πόσιμου νερού, άλλοτε για την άρδευση ή για την παραγωγή ενέργειας και άλλοτε για προστασία εδαφών από απρόβλεπτες πλημμύρες.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή φραγμάτων είναι:

- Συσσώρευση βράχων και χώματος με επικάλυψη κατάλληλου εδαφικού υλικού (πηλός, άργιλος κλπ.), το οποίο λειτουργεί υδρομονωτικά. Η ευστάθεια αυτών των γεωφραγμάτων προκύπτει από την βαρύτητα του όγκου των υλικών. Η κορυφή τους, η λεγόμενη στέψη, είναι κτιστή ή από σιδηροπαγές σκυρόδεμα (μπετόν).
- Κατασκευή τείχους από τούβλα ή από οπλισμένο σκυρόδεμα, με στέψη, όπως στην προηγούμενη περίπτωση. Είναι επίσης βαρυτικό φράγμα, το οποίο στηρίζεται σε ανθεκτικά πετρώματα, χωρίς κινδύνους υποχώρησης.
- Κατασκευή τοξωτού φράγματος σε στενές κοιλάδες με πλευρικούς ορεινούς όγκους (αντερείσματα), όπου η πίεση του νερού στην κυρτή πλευρά αγκιστρώνει το τείχος στα αντερείσματα και μεταφέρει εκεί τις δυνάμεις.
- Κατασκευή τείχους, το οποίο στηρίζεται σε αντηρίδες (στύλους) από μπετόν που εδράζονται στο υπέδαφος και μεταφέρουν εκεί τις δυνάμεις.
- Συχνά κατασκευάζεται στη στέψη των φραγμάτων οδός για πεζούς ή οχήματα.

3.1 ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΤΗΣ ΓΡΑΤΙΝΗΣ

Το φράγμα της Γρατινής βρίσκεται στο Ν. Ροδόπης, 13km βορειοανατολικά της πόλης της Κομοτηνής. Οι εργασίες για την κατασκευή του ξεκίνησαν το 1999 και το έργο ολοκληρώθηκε και τέθηκε σε λειτουργία μέσα στο 2001.

Το φράγμα εξυπηρετεί τις ανάγκες ψύξης του θερμοηλεκτρικού σταθμού της ΔΕΗ, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 495MW, ο οποίος βρίσκεται στη Βιομηχανική Περιοχή Κομοτηνής. Παράλληλα, κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, το έργο δρα επιβοηθητικά στις αρδευτικές ανάγκες των γειτονικών περιοχών.

Όσον αφορά τα τεχνικά χαρακτηριστικά του, πρόκειται για ένα χωμάτινο φράγμα ύψους 53m, με αργιλικό πυρήνα, με χωρητικότητα ταμιευτήρα που φτάνει στα 11 εκατ. κυβικά μέτρα.

Το μήκος της στέψης ανέρχεται στα 392m, και το πλάτος της είναι 12m.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.3.1 ΦΡΑΓΜΑ ΓΡΑΤΙΝΗΣ)

3.2 ΤΟ ΦΡΑΓΜΑ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ

Το φράγμα Πολυφύτου βρίσκεται 35km ανατολικά της Κοζάνης κοντά στο χωριό Σέρβια και αποτελεί τμήμα του υδροηλεκτρικού συστήματος του

ποταμού Αλιάκμονα. Είναι ένα λιθόριπτο φράγμα ύψους 112m, με ανάντη κεκλιμένο πυρήνα και χωρητικότητα ταμιευτήρα 224 εκατ. κυβικών μέτρων στέψη του έχει μήκος 296 m και πλάτος 10m.

Εξυπηρετεί τις ανάγκες του ΥΗΣ Πολυφύτου ισχύος 360 MW και ετήσιας παραγωγής ενέργειας 589MWh, καθώς και ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης της ευρύτερης περιοχής.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.3.2ΦΡΑΓΜΑ ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ)

3.3 ΤΟ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΘΗΣΑΥΡΟ

Το υδροηλεκτρικό έργο Θησαυρού βρίσκεται στην Αν. Μακεδονία, στο Νομός Δράμας. Ο σκοπός του έργου είναι η Υδροηλεκτρική παράγωγή ,Άρδευση και Αντιπλημμυρική προστασία. Ο σταθμός μπήκε σε πλήρη εμπορική λειτουργία τον Ιανουάριο του 1998 (3η μονάδα). Είναι ο πρώτος ανάντη σταθμός του υδροηλεκτρικού συγκροτήματος Νέστου "εν σειρά", που κατασκευάστηκε σε μια μεγάλη καμπή του ποταμού γύρω από το όρος Ραχίστα, 30km βορειοανατολικά της Δράμας, κοντά στα Έλληνο-Βουλγαρικά σύνορα στην Ανατολική Μακεδονία.

Το έργο αποτελείται βασικά από μια σήραγγα εκτροπής μήκους 650 m, ένα λιθόριπτο φράγμα με κεντρικό αργιλικό πυρήνα, ύψους 172m και συνολικού όγκου 12 εκ. m³. Είναι έργο άντλησης-ταμίευσης, εξοπλισμένο με τρεις αναστρέψιμες μονάδες, τύπου Francis κατακόρυφου άξονα, εγκατεστημένης ισχύος 127 MW καθεμία και παράγει περί τις 440 GWh

ετήσια. Είναι επίσης ένα έργο πολλαπλού σκοπού που ικανοποιεί τις αρδευτικές ανάγκες των γειτονικών περιοχών προσφέροντάς τους παράλληλα και αντιπλημμυρική προστασία.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.3.3 ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΡΓΟ ΘΗΣΣΑΥΡΟΥ)

4 ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ

Τα λιμενικά έργα απαιτούν περιεκτικό σχεδιασμό και διαχείριση με οργάνωση λειτουργιών και συστημάτων που πολύ συχνά ξεπερνούν τα όρια της περιοχής μελέτης επηρεάζοντας και την ευρύτερη περιοχή. Πρέπει να σχεδιαστούν υποδομές, ασφάλεια, μέσα επικοινωνίας και τεχνολογία, ασφαλής λιμενολεκάνη και να οργανωθεί ο θαλάσσιος χώρος με θαλάσσιες υποδομές ναυτικού τουρισμού, υπηρεσίες πληρωμάτων και υπηρεσίες υποστήριξης σκαφών κλπ.

Οι βασικές αρχές σχεδιασμού του έργου είναι δύο:

- 1 Να εξασφαλιστεί η καλή λειτουργία του λιμένα στη χερσαία ζώνη με τη δημιουργία σύγχρονων εγκαταστάσεων που θα καλύπτουν τις ανάγκες των επισκεπτών.
- 2 Ο λιμένας να μην αποτελέσει ανεξάρτητο ξένο σώμα στην ευρύτερη περιοχή αλλά αντίθετα να λειτουργήσει εκτός από έργο υποδομής και ως ισχυρό τοπόσημο, ως σταθμός συνάντησης της ναυτικής με τη στεριανή παράδοση, κόμβος ανταλλαγής ιδεών και πολιτισμού, πρωταγωνιστώντας έτσι και στην τουριστική ανάπτυξη.

4.1 ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΜΥΚΟΝΟΥ

Τα νέα έργα στο λιμάνι της Μυκόνου περιλαμβάνουν, την κατασκευή επιμήκους νησίδας παράλληλα στην ακτογραμμή που συνδέεται με αυτή μέσω γέφυρας. Η προσήνεμη πλευρά της νησίδας κρηπιδώνεται επί μήκους 560m με ωφέλιμο βάθος -11m με χρήση κυψελωτών κιβωτίων από οπλισμένο σκυρόδεμα

διαστάσεων 18,3 x 12,3 x 1,80m. τα οποία σκυροδετούνται σε ειδική πλωτή δεξαμενή, ρυμουλκούνται επί τόπου των έργων και καθελκύονται με πλήρωση του εσωτερικού τους με νερό.

Κατ' αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται θέσεις ταυτόχρονης διέλευσης δυο ή τριών κρουαζιερόπλοιων και τεσσάρων ή πέντε οχηματαγωγών και αποσυμφορείται ο υφιστάμενος λιμένας. Ταυτόχρονα στα πίσω κρηπιδώματα θα εξυπηρετούνται μικρότερα επιβατικά σκάφη όπως π.χ. υδροπτέρυγα και ημερόπλοια.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.3.1 ΕΡΓΑ ΣΤΟ ΛΙΜΑΝΙ ΤΗΣ ΜΥΚΟΝΟΥ)

4.ΕΡΓΑ ΓΕΦΥΡΟΠΟΙΑΣ

Στα τέλη του 19^{ου} και στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, άρχισαν να κατασκευάζονται οι μεταλλικές γέφυρες, ενώ λίγο αργότερα χρησιμοποιήθηκε το μπετόν αρμέ. Η πρώτη μεταλλική γέφυρα που κατασκευάστηκε στην Ευρώπη είναι εκείνη που λέγεται Pond des Arts (Γέφυρα των Τεχνών) και βρίσκεται στο Παρίσι.

Υπάρχουν αρκετά είδη γεφυρών:

Οι κρεμαστές γέφυρες, κατάλληλες για μεγάλα ανοίγματα. Σε αυτόν τον τύπο γεφυρών, το κατάστρωμα συγκρατείται με αλυσίδες ή συρμάτινους κάβους που ξεκινάνε από κατακόρυφους αναρτήρες που και αυτοί στηρίζονται σε κατακόρυφα πλαίσια από μπετόν ή από μέταλλο. Μία τέτοια γέφυρα είναι η Γέφυρα του Ρήνου στην Κολωνία.

Οι γέφυρες με μπετόν αρμέ είναι ευθύγραμμες ή έχουν μορφή τόξου. Η πιο αξιόλογη κατασκευή τέτοιου είδους είναι η Γέφυρα του Σάντν που κατασκευάστηκε το 1943, έχει άνοιγμα 264 m και είναι μια από τις μεγαλύτερες στον κόσμο.

Οι γέφυρες με αντίβαρο. Η μεγαλύτερη γέφυρα είναι εκείνη του ποταμού του Σικάγο, που έχει άνοιγμα 79,25 m και ο χειρισμός της βασίζεται σε οδοντωτούς τροχούς και στρόφαλους, που λειτουργούν με κινητήρες.

Οι ανυψούμενες γέφυρες είναι εκείνες που αφήνουν ελεύθερο πέρασμα για πλοία. Το κατάστρωμα σε αυτές τις γέφυρες είναι κινητό και ανυψώνεται με συρμάτινους κάβους που στηρίζονται σε πλαίσια με περιστρεφόμενα τύμπανα.

Οι περιστρεφόμενες γέφυρες βασίζονται κυρίως σε μία κεντρική βάση που βρίσκεται στη μέση του ανοίγματος του ποταμού ή της διώρυγας και κινείται περιστροφικά με ειδικό μηχάνημα, τοποθετημένο πάνω στην ίδια βάση.

Οι πλωτές γέφυρες αποτελούνται από μία σειρά ειδικών σκαφών, πάνω στα οποία τοποθετούνται και αρθρώνονται πλαίσια κατάλληλα για να σχηματίσουν

μία δίοδο. Οι γέφυρες αυτές είναι συνηθισμένες σαν βοηθητικές γέφυρες για την κατασκευή μιας μόνιμης γέφυρας.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.4.1 ΓΕΦΥΡΑ)

4.1 ΓΕΦΥΡΑ ΤΗΣ ΧΑΛΚΙΔΑΣ

Η γέφυρα της Χαλκίδας είναι μια εντυπωσιακή κρεμαστή γέφυρα, η οποία κατασκευάστηκε, για ευκολότερη προσέγγιση της πόλης. Τον Ιούλιο του 1993 η γέφυρα του στενού του Ευρίπου συνδέει τη Βοιωτία με την Εύβοια. Οκτώ χρόνια χρειάστηκαν για να ολοκληρωθεί το έργο.

Η γέφυρα έχει μήκος 694,5m. Το ύψος των πυλώνων είναι 90m. Αγκιστρώνεται σε 144 συρματόσχοινα. Το «κατάστρωμα» της γέφυρας φιλοξενεί δύο λωρίδες κυκλοφορίας, δύο προστατευόμενα πεζοδρόμια και είναι στρωμένο με αντιολισθητική και αντιθορυβική ασφαλτο.

Συγκεντρώνει πολλά κατασκευαστικά στοιχεία που είναι εντελώς πρωτοποριακά και χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα στο εξωτερικό, σε Ευρώπη και Ασία, για την υλοποίηση παρόμοιων κατασκευών.



(ΕΙΚΟΝΑ 6.4.2 ΓΕΦΥΡΑ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία :

1. Ιστορία της Τεχνολογίας: Ατμοκίνηση, Βιομηχανική επανάσταση του Στ. Γ. Φραγκόπουλου, Δρ.Μηχ.,Καθηγητή ΤΕΙ Αθήνας
2. ΑΡΧΑΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ – ΛΑΖΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ
3. Βιτρούβιος, Δέκα Βιβλία, Απόδοση-επιμέλεια Σ. Ζερεψός, Θεσσαλονίκη 1997, Βιβλίο Χ, 8.
4. Carra de Vaux B., Philo of Byzantium, Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques, Paris 1953
5. Ήρων Αλεξανδρέυς, Πνευματικά, Teubner, Leipzig 1899
Βιτρουβίου, Περί Αρχιτεκτονικής Μετάφραση-σχόλια Π. Λέφας, Αθήνα 1998
6. Λάζος Χ., Υδραυλικά όργανα και μηχανισμοί στην Αίγυπτο των Πτολεμαίων; Αθήνα 1999
7. Ηρόδοτος, Θάλεια, 60
8. Σημειώσεις Μηχανές Τεχνικών Έργων Διπλ. Πολιτικός Μηχανικός Κερμανίδου – Τσαντιώτη Αθανασία
9. Drochmann AG., The Screw of Archimedes, Actes du V/I/ Congres /ntemotional/ d' Histoire des Sciences, Florence Milan 1956.Landels J.G., Engineering in the Ancient World London 1980 Usher AP., A History of Mechanical Inventions, Dover 1988.
10. Oleson J.P., Greek and Roman mechanical water lifting devices: the history of a technology, 1984 .
Tomlinson RA, Perachora: The Remains outside the two Sanctuaries, Annual of the British School of Athens 64 (1969). 155-258)
11. Χ. Εφραιμίδης «Τα Μέσα Εκμηχανήσεως των Δομικών Έργων», Αθήνα 1992
12. Π. Στόκος «Εγχειρίδιο Κατασκευαστή», Αθήνα 2005
13. Χ. Εφραιμίδης «Δομικές Μηχανές», Αθήνα 2002
14. «Λατομείο» - Τεύχος 3, Οκτώβριος 2006

15. «Τεχνικά Χρονικά – Νέες Εξελιγμένες Μέθοδοι Μηχανικής Διάνοιξης Σηράγγων», Τεύχος 2428
16. IGD GROUP A.E. - Κατάλογος προϊόντων 2002
17. Δ. Καλιαμπάκος - Εκμετάλλευση Μεταλλείων Ι / Μηχανές Ολομέτωπης Κοπής - Τ.Β.Μ.

ΠΗΓΕΣ

1. Πηγή: Π. Στόκος «Εγχειρίδιο Κατασκευαστή», Αθήνα 2005
2. Πηγή: Περιοδικό «Λατομείο» - Τεύχος 3, Οκτώβριος 2006
3. Πηγή: Τα θαύματα του σύγχρονου κόσμου «National Geographic DVD»
4. Πηγή Αεροδρόμιο Hong Kong – Discovery Channel cd

ΑΠΟ ΤΟ ΙΝΤΕΡΝΕΤ

1. <http://gserver.civil.auth.gr/glab/indexgr-research-ektesi.htm>
2. <http://www.keyway.ca/htm2002/heztun.htm>
3. <http://www.ohav.org/travel/hezekiahtunnel.html>
4. <http://www.geocities.com/aigis2003/>
5. http://www.geotop.gr/artman/publish/article_96.shtml
6. <http://de.wikipedia.org>
7. <http://www.tsiogkas.gr/education>
8. <http://www.tee.gr/online/afieromata/1999/2051/>
9. <http://www.tsiogkas.gr/educationhttp://www.tee.gr/online/afieromata/1999/2051/>
10. http://www.kenkenkikki.jp/zukan/e_index.html
11. http://www.geotop.gr/artman/publish/article_96.shtml
12. http://www.metal.ntua.gr/uploads/2088/min_expI_no06.pdf

13. <http://www.tee.gr/Τράπεζα Πληροφοριών ΤΕΕ – «Τα τεχνικά στοιχεία του Μετρό της Αθήνας»>
14. <http://www.tee.gr/online/afieromata/1999/2051/pg001.shtml>
15. <http://www.eesy.gr>, Ημερίδα ΕΕΣΥΕ (01.02.07)
16. http://www.kenkenikki.jp/zukan/e_index.html
17. <http://www.ergotaxiaka.gr>
18. <http://www.gps-com.gr>
19. <http://www.geomatics.gr>
20. <http://www.laserelectronics.gr>
21. <http://www.limenotrop.gr>