

"Κέντρο πληροφόρησης για την ιστορία της ύδρευσης στην Κω", Οκτώβριος 1997



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών
Τομέας Συνθέσεων Τεχνολογικής Αιχμής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ
ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΣΤΗΝ ΚΩ

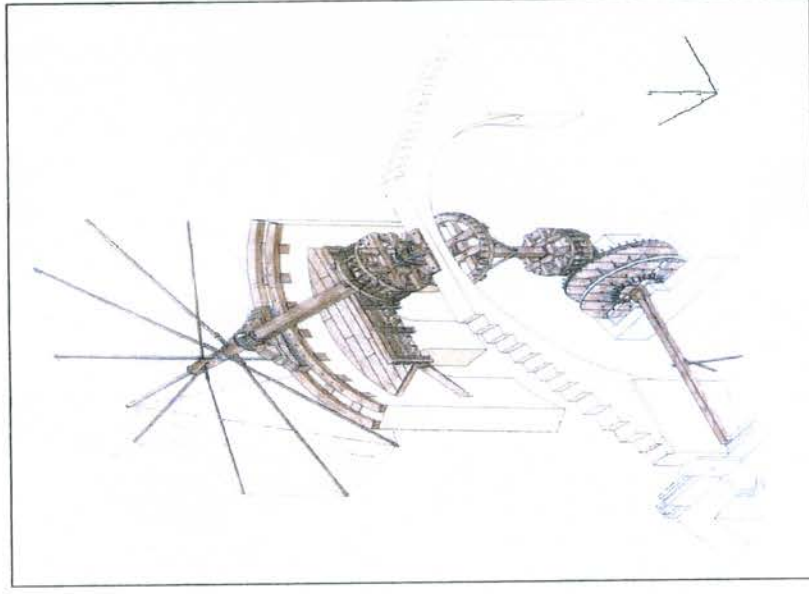
Αποκατάσταση - αναπαράσταση παραδοσιακού
ανεμοκίνητου μηχανισμού άντλησης νερού.

Επιβλέπων καθηγητής: Τουλιάτος Παν., Αρχιτέκτων Ε.Μ.Π., Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Σύμβουλος καθηγητής: Γεράκης Γιώργος, Αρχιτέκτων,

Ομάδα εργασίας: Λέκου Όλγα - Παπαμαντέλλου Ισαβέλλα

ΑΘΗΝΑ Οκτώβριος 1997

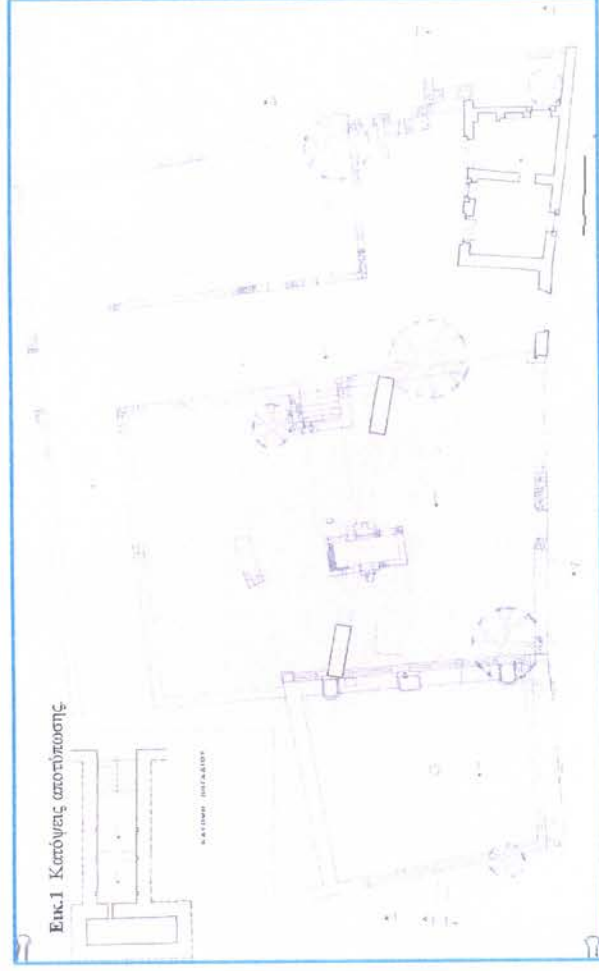


Ο ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ, Η ΑΝΕΜΑΝΤΛΙΑ

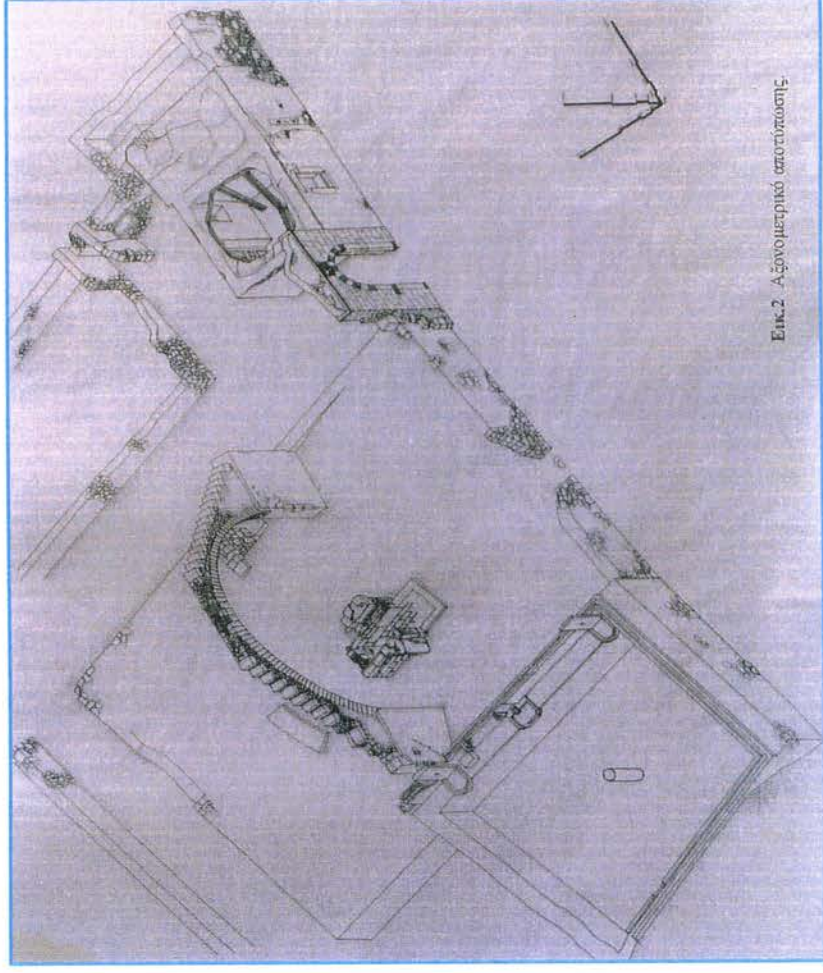
Ήδη από το 14ο αιώνα στην Κω και στη Ρόδο λειτουργήσε η ανεμαντλία για την άρδευση των κήπων και των περιβολιών.

Η πρώτη μας επαφή με την ανεμαντλία ήταν κατά τη διάρκεια της αναζήτησης στοιχείων για τα μαγναντηγάδα (τους ζωκίνητους δηλαδή μηχανισμούς αντλσης νερού από πηγάδια). Κατόπιν υποδείξεως του κ. Κώστα Χατζηαντωνίου στο δρόμο προς τον Άμπαρη είδαμε μία πολύ εντυπωσιακή κατασκευή μία μεγάλη λιθόκτιστη καμάρα που βρισκόταν ακριβώς πάνω από το στόμιο ενός πηγαδιού. Μιας δημιουργήθηκε λοιπόν η απορία για τη σχέση που θα μπορούσε να έχει αυτή με κάποιο μηχανισμό άντλησης νερού. Σε ένα δεύτερο παράδειγμα πάλι στην Κω και συγκεκριμένα στην οδό Βερροισπούλου σώζεται εκτός από την καμάρα και ένας καμπύλος τοίχος.

Οι πρώτες πληροφορίες που πήραμε στην Κω και στη Ρόδο ήταν σχετικές με τις μεταγενέστερες μεταλλικές ανεμαντλίες. Στη βιβλιογραφική μας έρευνα στην Αθήνα βρήκαμε το βιβλίο ενός γερμανού περιηγητή (A. Berg), όπου υπάρχει περιγραφή και χαρακτηριστική απεικόνιση του μηχανισμού ο οποίος τελικά ήταν ξύλινος και με ένα σύστημα οδοντωτών τροχών και τύμπανων έβγαζε το νερό με κουβαδάκια (τις λεγόμενες λαούτες), από το πηγάδι. Άλλες απεικονίσεις περιηγητών και φωτογραφίες των αρχών του αιώνα μας βρήκαμε στο βιβλίο του Σκέου Ζερβού "Ρόδος πρωτεύουσα των Δωδεκανήσων". Με βάση τα στοιχεία αυτά τις αποτυπώσεις που κάναμε στην Κω, καθώς και τα στοιχεία που δανειστήκαμε από τα μαγναντηγάδα, κάναμε τις πρώτες σκέψεις για τη λειτουργία του μηχανισμού. Αναλύοντας τα δεδομένα της αποτύπωσης με τον καθηγητή κ. Παναγιώτη Τουλιάτο, σύντομα φτάσαμε στο συμπέρασμα ότι οι



Εικ.1 Κατόψεις αποτύπωσης



Εικ.2 Αξονομετρικό αποτύπωσης

κατασκευές αυτές παρουσιάζουν αρκετές ομοιότητες με τις κατασκευές των τυπικών ανεμόμυλων. Μετά από μία συζήτηση με τον κ. Στέφανο Νομικό ο οποίος έχει μελετήσει διεξοδικά τους ανεμόμυλους στην Ελλάδα σχεδιάσαμε πιο συγκεκριμένα τον μηχανισμό.

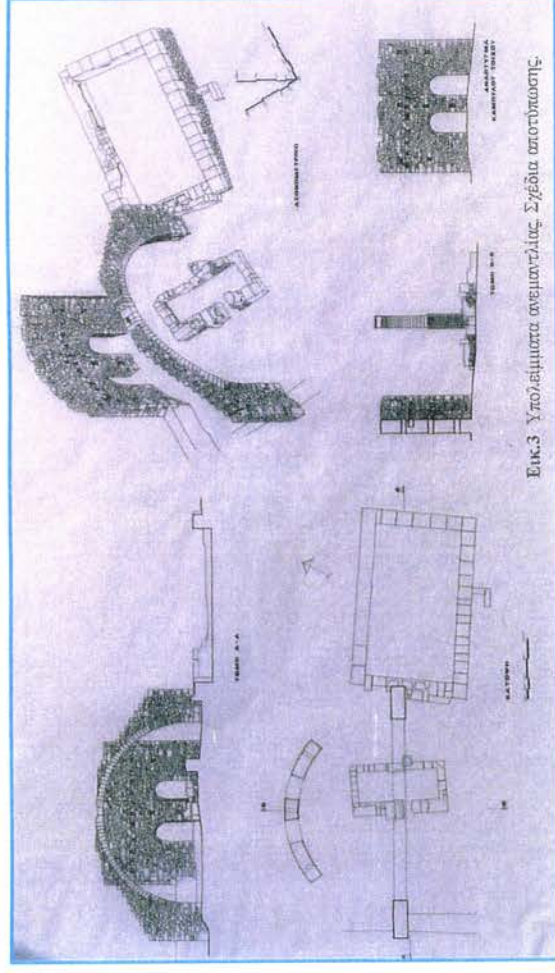
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

Τα σταθερά στοιχεία της κατασκευής που είναι άλλωστε τα μόνα που σώζονται σήμερα είναι μία καμάρα και ένας καμπύλος τοίχος χτισμένα από πέτρα. Η καμάρα βρίσκεται πάνω από το στόμιο του πηγαδιού και το ύψος της κυμαίνεται στα - μ. Μπροστά από την κυρή πλευρά του τοίχου υπάρχει φτερωτή, ο άξονας της οποίας μεταφέρει μέσω συστήματος τύμπανου και οδοντωτού τροχού περιστροφική κίνηση σε μεγάλο τροχό που με μία απέρμονη αλυσίδα από καδούς ανέβαζε το νερό που κατέληγε σε μια στέρνα.

οι τρύπες που υπάρχουν στην κοίλη πλευρά του καμπύλου τοίχου περίπου 1,20 μ. κάτω από το πάνω μέρος του τοίχου. Στις τρύπες αυτές που βρέθηκαν ανά 40 έως 50 εκ. τοποθετούνταν ξύλινα δοκάρια που αποτελούσαν το σκελετό ενός παταριού πάνω στο οποίο ανέβαινε με σκάλα ο χειριστής του μηχανισμού. Η απόσταση του παταριού αυτού από το πάνω μέρος του τοίχου αποτελούσε και ιδανικό ύψος εργασίας.

Επειδή δεν βρήκαμε καμία απεικόνιση ή περιγραφή ενός τέτοιου παταριού κάνουμε τη δική μας πρόταση με μόνο δεδομένο την ακτινική διάταξη των δοκαριών που μας υπαγορεύεται από τη φορά των τρυπών. Ίσχυ για την στήριξη της άλλης πλευράς του παταριού δεν βρήκαμε και υποθέτουμε ότι αυτή μπορεί να γινόταν είτε με υποστυλώματα όταν το ύψος από το έδαφος δεν ήταν πολύ μεγάλο είτε με αντηρίδες όπως φαίνεται και στη δική μας αναπαράσταση. Το δε πλάτος του παταριού για εργονομικούς λόγους πρέπει να ήταν γύρω στο 1,50 μ.

Αφού επισημάνθηκε ότι το καμπύλο του τοίχου μπορεί να σημαίνει την ύπαρξη του μηχανισμού προσανατολισμού της φτερωτής επιπλέον θα πρέπει να αναφερθεί ότι συμβάλλει στην καλύτερη ευστάθεια του τοίχου που δεχεται έντονες οριζόντιες δυνάμεις από τον αέρα και κραδασμούς από τη φτερωτή. Η περιστροφική κίνηση της φτερωτής μεταδίδονταν μέσω του αξονίου στον υπόλοιπο μηχανισμό. Το αξόνι είναι ένας χοντρός ξύλινος άξονας με μήκος γύρω στα 8 μ. και πάχος 35-40 εκ. Όπως φαίνεται στις φωτογραφίες και όπως συνέβαινε και στους ανεμόμυλους από το 15ο αιώνα και μετά το αξόνι

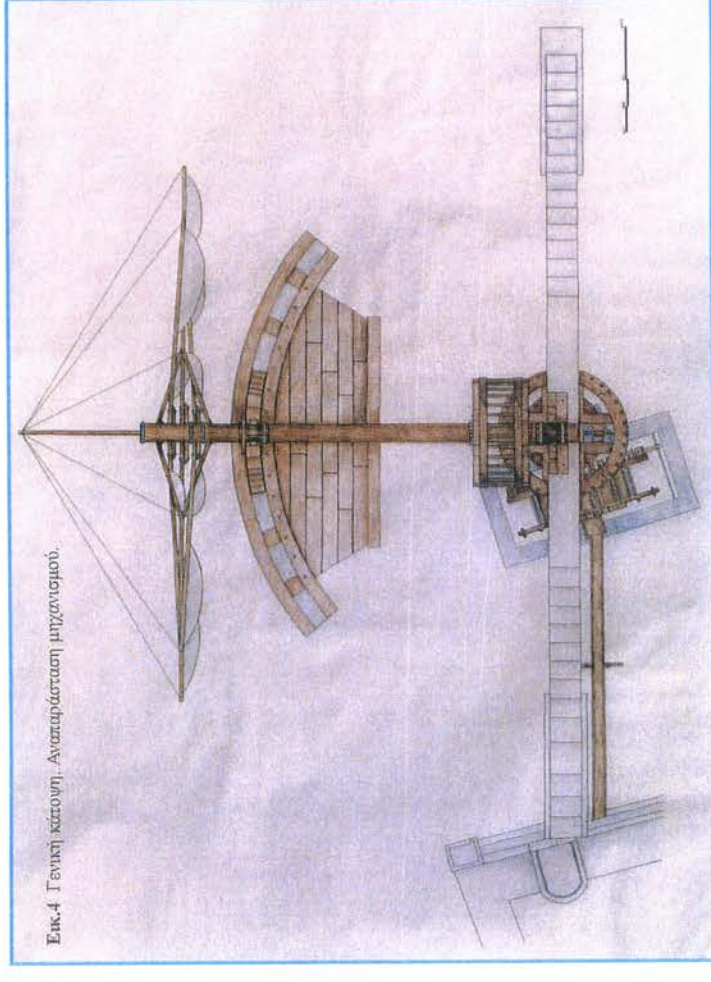


Εικ.3 Υπολείμματα ανεμαντλίας. Σχέδια αποτύπωσης.

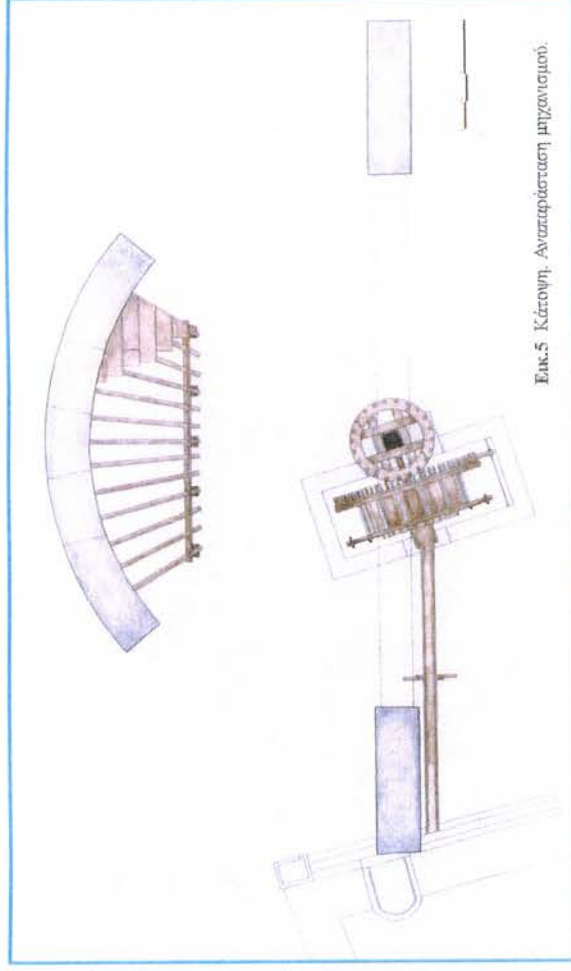
Η φτερωτή της ανεμαντλίας με ξύλινο σκελετό πάνω στον οποίο προσάρμοζαν πανιά. Υπήρχε δε και η πιθανότητα να υπήρχαν και ψάθινες φτερωτές όπως αυτές που υπήρχαν και στην Κρήτη τον προηγούμενο αιώνα. Η φτερωτή της ανεμαντλίας ήταν προσανατολισμένη έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται τους ΒΔ ανέμους που επικρατούν στην Δωδεκάνησο και περιστρεφόνταν με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού. Στη δική μας πρόταση η φτερωτή είναι με τριγωνικά πανιά, έχει ακτίνα 5 μ. και στο σχεδιασμό της χρησιμοποιήσαμε παραδείγματα από ανεμόμυλους. Υποθέτουμε δε ότι υπήρχε και η δυνατότητα προσανατολισμού της φτερωτής για καλύτερη εκμετάλλευση των ανέμων. Οδηγήθηκε σε αυτήν την υπόθεση από κάποιες ομοιότητες που διαπιστώσαμε με τους πυργόμυλους. Όπως οι πυργόμυλοι είναι κυκλικοί έτσι και ο καμπύλος τοίχος είναι τμήμα κύκλου που διαγράφεται με κέντρο το σημείο όπου ο άξονας της φτερωτής (το αξόνι) ακουμπάει πάνω στην καμάρα. Επίσης στην κορυφή της τοιχοποιίας του καμπύλου τοίχου φαίνονται υποδοχές πιθανόν ξύλινων κομματιών πάνω στα οποία στηρίζονταν η βάση του μηχανισμού προσανατολισμού της φτερωτής. Η διατομή των ξύλων αυτών ήταν διαστάσεων περίπου 30X30 εκ., έμπταναν ακτινωτά, το μήκος τους ήταν ίσο με το πλάτος του τοίχου (δηλαδή περίπου 80 εκ.) και οι αποστάσεις μεταξύ τους ήταν της τάξης του 1 μ. Υποθέτουμε ότι σε αντιστοιχία με τους ανεμόμυλους η πάνω πλευρά των ξύλων αυτών προεξείχε 2-3 εκ. από τον τοίχο και ήταν πλαναρισμένες προκειμένου να γλιστράει πάνω σε αυτή το μαξιλάρι του αξονίου. Οι άλλες πλευρές για να δένουν καλύτερα με την τοιχοποιία ήταν ακατέρναστες.

Πάνω από τα ξύλα στις δύο παρείες του τοίχου πρέπει να πατούσαν δύο καμπύλοι ξύλινοι οδηγοί ανάμεσα στους οποίους μετακινούσαν το μαξιλάρι του αξονίου (τα ξύλα αυτά διατομής 20 επί 25 εκ. ήταν ειδικά διαμορφωμένα ώστε να πατάνε επάνω στον τοίχο για καλύτερη σταθερότητα). Στον εσωτερικό ξύλινο οδηγό υπήρχαν εξαρτήματα διαμέτρου 4 εκ. και μήκους 30 έως 40 εκ. που αποτελούσαν το υπομολόγιο ενός μοχλού τον οποίο χρησιμοποιούσαν για να μετακινήσουν τη φτερωτή. Οι υποδοχές για τον μοχλό ήταν πάνω στο μαξιλάρι το οποίο στο σημείο εκείνο είχε μια σιδερένια ενίσχυση.

Ένα άλλο στοιχείο που ενισχύει την άποψή μας για την ύπαρξη του μηχανισμού προσανατολισμού είναι



Εικ.4 Γενική κάτοψη. Αναπαράσταση μηχανισμού.

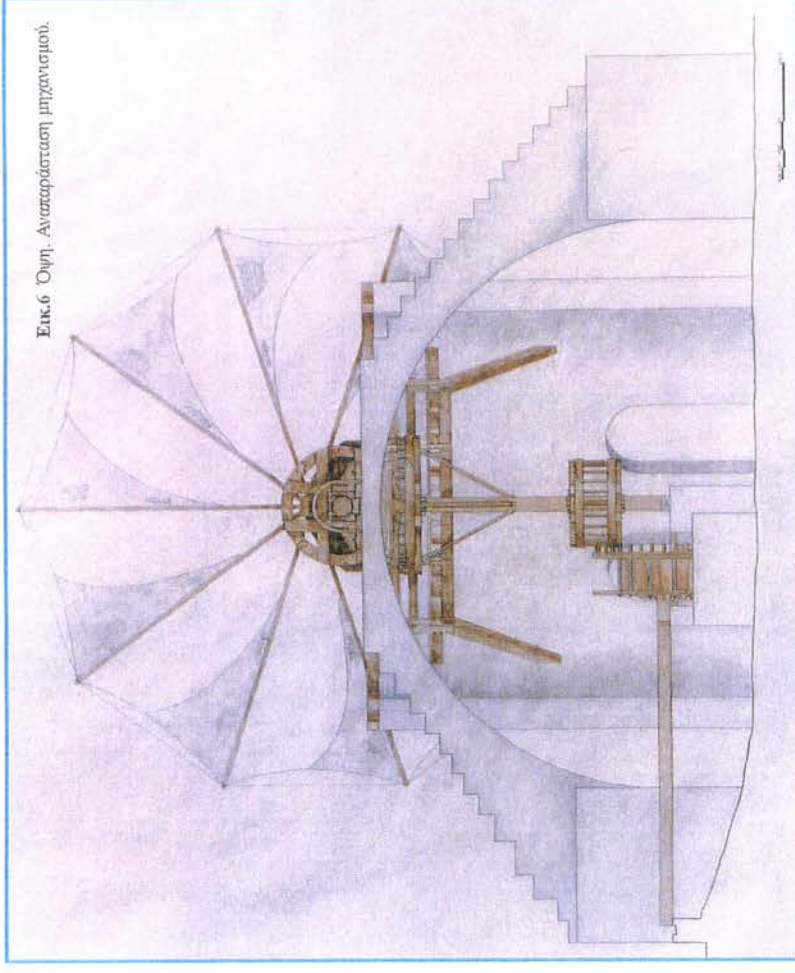


Εικ.5 Κάτοψη. Αναπαράσταση μηχανισμού.

είχε κλίση. Υπολόγισαμε την κλίση στις φωτογραφίες 5-10 μοίρες. Η κλίση προς τα πάνω στο μπροστινό μέρος του αξονίου δινόταν για καλύτερη εκμετάλλευση του αέρα από τη φτερωτή και για να μην χτυπάνε τα φουσκωμένα πανιά στον καμπύλο τοίχο. Προκειμένου να μην φθερειται το αξόνι στο σημείο που ακουμπούσε στα μαξιλάρια πιθανόν να ήταν πετσωμένο με μικρότερα κομμάτια ξύλου τα οποία μπορούσαν να αντικατασταθούν εύκολα. Για να μειωνεται η τριβή στα σημεία αυτά πιθανότατα να τα άλειβαν με σαπουνί. Στο τέλος του αξονιού λίγο πριν την καμάρα ήταν τοποθετημένο ένα τύμπανο που μετέδιδε την κίνηση σε έναν οριζόντιο οδοντωτό τροχό μετατρέποντας έτσι την κατακόρυφη περιστροφική κίνηση της φτερωτής σε οριζόντια περιστροφική ενός κατακόρυφου άξονα που ήταν τοποθετημένος ακριβώς κάτω από το κέντρο της καμάρας και δίπλα στην επιμήκη πλευρά του πηγαδιού.

Το τύμπανο αποτελούνταν από δύο τροχούς μεταξύ των οποίων υπήρχαν ξύλινες ράβδοι σε μικρές αποστάσεις, οι οποίες μετέφεραν την κίνηση στα δόντια του οριζοντιου τροχού. Ένας σταυρός που γινόταν από τέσσερα ξύλα συγκρατούσε τον κάθε ένα από τους δύο τροχούς του τύμπανου και σφηνωνόταν πάνω στο αξόνι. Βάση συμπερασμάτων που βγάλαμε η διάμετρος του τύμπανου ήταν της τάξης των 2 μ.

Ο οριζόντιος οδοντωτός τροχός ήταν κατασκευασμένος με παρόμοιο τρόπο με τους τροχούς του τύμπανου και για την καλύτερη σταθεροποίηση του πάνω στον κατακόρυφο άξονα τοποθετούσαν σφηνωτά τέσσερις αντηρίδες. Ο κατακόρυφος άξονας συγκρατούνταν στη θέση του με ειδικά διαμορφωμένες υποδοχές στο κάτω μέρος της καμάρας και στη μία πλευρά του πηγαδιού. Στο πάνω μέρος προτείνουμε μια ξύλινη υποδοχή που αποτελείται από δύο ξύλα εκ των οποίων το ένα είναι σταθερά συνδεδεμένο με την καμάρα ενώ το άλλο μπορεί να αφαιρεθεί προκειμένου να τοποθετείται ο άξονας είτε να αντικαθίσταται.



Εικ.6 Όψη. Αναπαράσταση μηχανισμού.

Στο κάτω μέρος πιθανόν να υπήρχε μια μεταλλική βάση στο κέντρο της οποίας υπήρχε ένα λεπτό μεταλλικό στοιχείο που έμπαινε σε μια λίθινη υποδοχή η οποία με τη σειρά της έμπαινε σε μία ειδική διαμόρφωση στη λιθοδομή που διαμόρφωνε το στόμιο του πηγαδιού. Αυτό γινόταν γιατί η λίθινη υποδοχή θα φθέρονταν γρήγορα από τις μεγάλες τριβές που δημιουργούνται στο σημείο εκείνο και έτσι υπήρχε η πρόβλεψη για αντικατάστασή της.

Ένα δεύτερο μικρότερος διάμετρου τύμπανο ήταν σφηνωμένο στο κάτω μέρος του κατακόρυφου άξονα και μετέφερε την οριζόντια περιστροφική κίνηση πάλι σε κατακόρυφη ενός μεγάλου τροχού ο οποίος έφερε την στέρμηση αλυσίδα με τα κουβαδάκια.

Το μικρότερο τύμπανο δεν πρέπει να είχε κατασκευαστικές διαφορές από το πρώτο. Ο μεγάλος τροχός έφερε εξωτερικά στη μία του πλευρά τα δόντια που παραλάμβαναν την κίνηση από το μικρό τύμπανο. Ο άξονας του εδράζονταν σε δύο εσοχές στο πάνω μέρος της λιθοδομής του πηγαδιού. Ο μεγάλος τροχός είχε ειδικά διαμορφωμένες υποδοχές (ντουλάπια) στις οποίες χυνόταν το νερό από τους κάδους (λαούτες) της αλυσίδας οι οποίες ήταν αρχικά πλήρως συνδεδεμένες με σχοινιά από βέργες

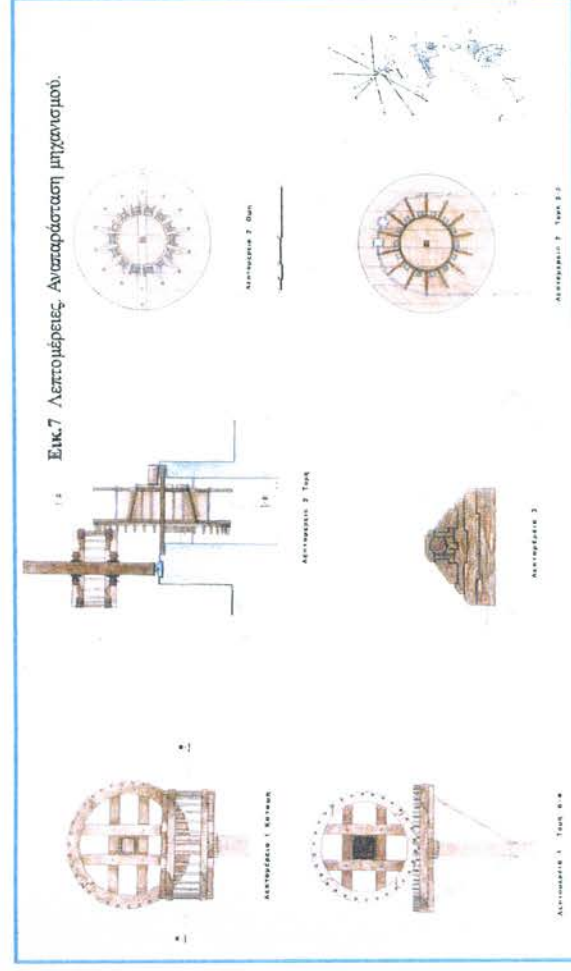
αλυγοριάς και αριότερα μεταλλικές. Βγαίνοντας το νερό από τρύπες που υπήρχαν στο πλάι του μεγάλου τροχού έπεφτε σε ένα δοχείο και από εκεί με ένα ρυάκι κατέληγε σε μια ανοιχτή δεξαμενή που ονομαζόταν στέρνα ή χαβούζα και από εκεί διοχετευόταν κατά βούληση στο κανάλι για το πότισμα του περιβολιού. Για την αποφυγή του κινδύνου ανάποδης περιστροφής του τροχού από το βάρος του νερού στις λαούτες υπήρχε ένα ξύλινο φρένο μέσα στο πηγάδι.

Τα στοιχεία για τον σχεδιασμό του μεγάλου τροχού τα πήραμε από παραδείγματα μαγναντηγάρων της Συρίας και της Κύπρου.

Ένα ζήτημα που μας απασχόλησε για το οποίο όμως δεν βρήκαμε στοιχεία είναι το σταμάτημα της λειτουργίας του μηχανισμού που ίσως να γινόταν με τρόπο παρόμοιο με τους ανεμόμυλους ή με σταμάτημα του τροχού με τα κουβαδάκια ή και με συνδυασμό των δύο. Άλλωστε η φτερωτή μάλλον δεν ανέπτυσσε πολύ μεγάλη ταχύτητα εξαιτίας του βάρους του νερού στα κουβαδάκια.

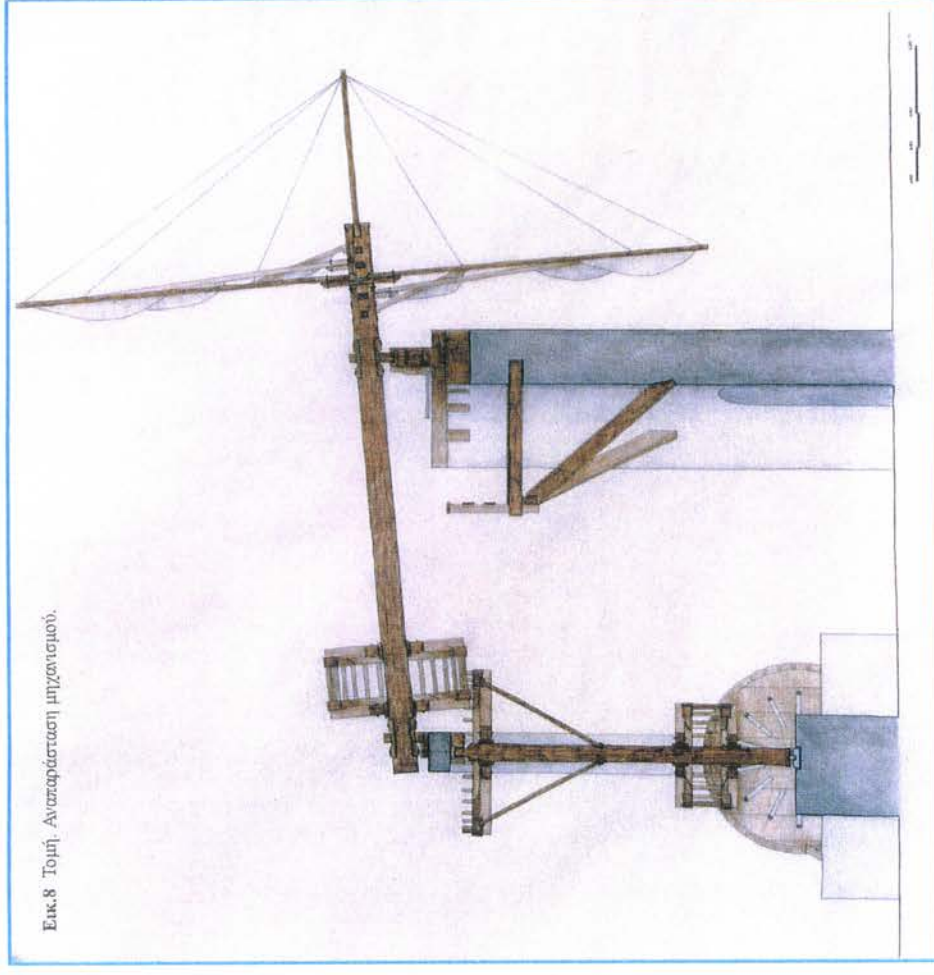
Το σύστημα άντλησης του νερού με τέτοιου είδους ανεμαντλία είχε μεγάλες απώλειες ενέργειας, ήταν χρονοβόρο, οι φθορές ήταν σημαντικές και επιπλέον απαιτούσε συνεχή παρακολούθηση. Αυτά οδήγησαν στην βαθμιαία εγκατάλειψη του μόλις εμφανίστηκε ο πιο εξελιγμένος μηχανισμός ανεμαντλίας με τρόμπτα.

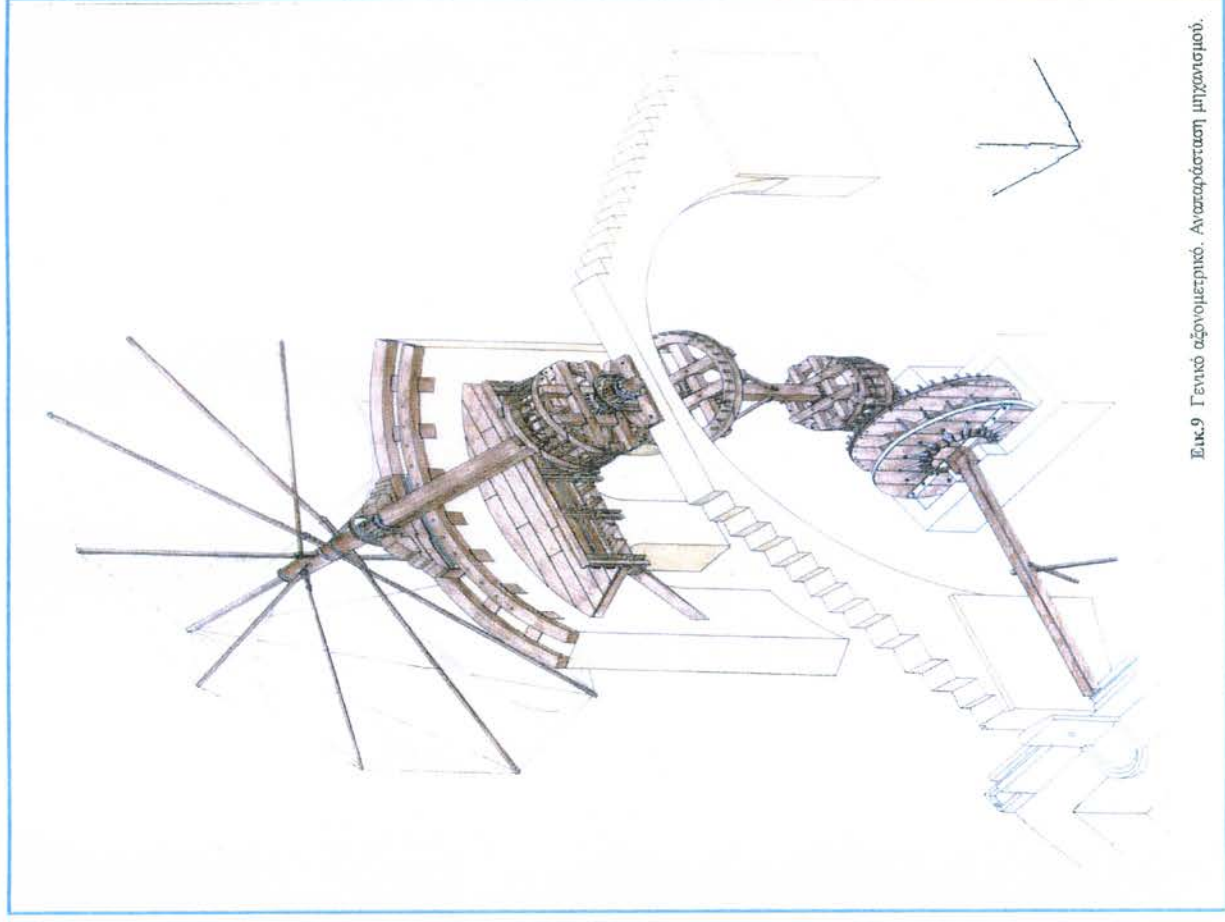
Η εντυπωσιακή κατασκευή της ανεμαντλίας που συνδυάζει δύο στοιχεία τόσο οικεία στους κατοίκους των ελληνικών νησιών το νερό και τον αέρα δυστυχώς χάνεται σιγά σιγά ακόμα και από τη μνήμη του λαού, η δε αντικατάστασή της από σύγχρονους μηχανισμούς άντλησης νερού αποκλείει την επαναλειτουργία της. Συνεπώς αφού αποκλείεται να επαναληφθούν τέτοιες κατασκευές θα έπρεπε τουλάχιστον να καταγραφούν, να αποτυπωθούν, να συντηρηθούν ακόμα και να αποκατασταθούν κάποια δείγματα αυτών.



Εικ.7 Λεπτομέρειες, Αναπαράσταση μηχανισμού.

Εικ.8 Τομή, Αναπαράσταση μηχανισμού.





Εικ.9 Γενικό αξονομετρικό. Αναπαράσταση μηχανισμού.