

ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑ - ΙΣΧΥΣ



Ο ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΣ

7ο Γυμνάσιο Ηρακλείου

Ονοματεπώνυμο: Ιωάννα Γραμματικάκη

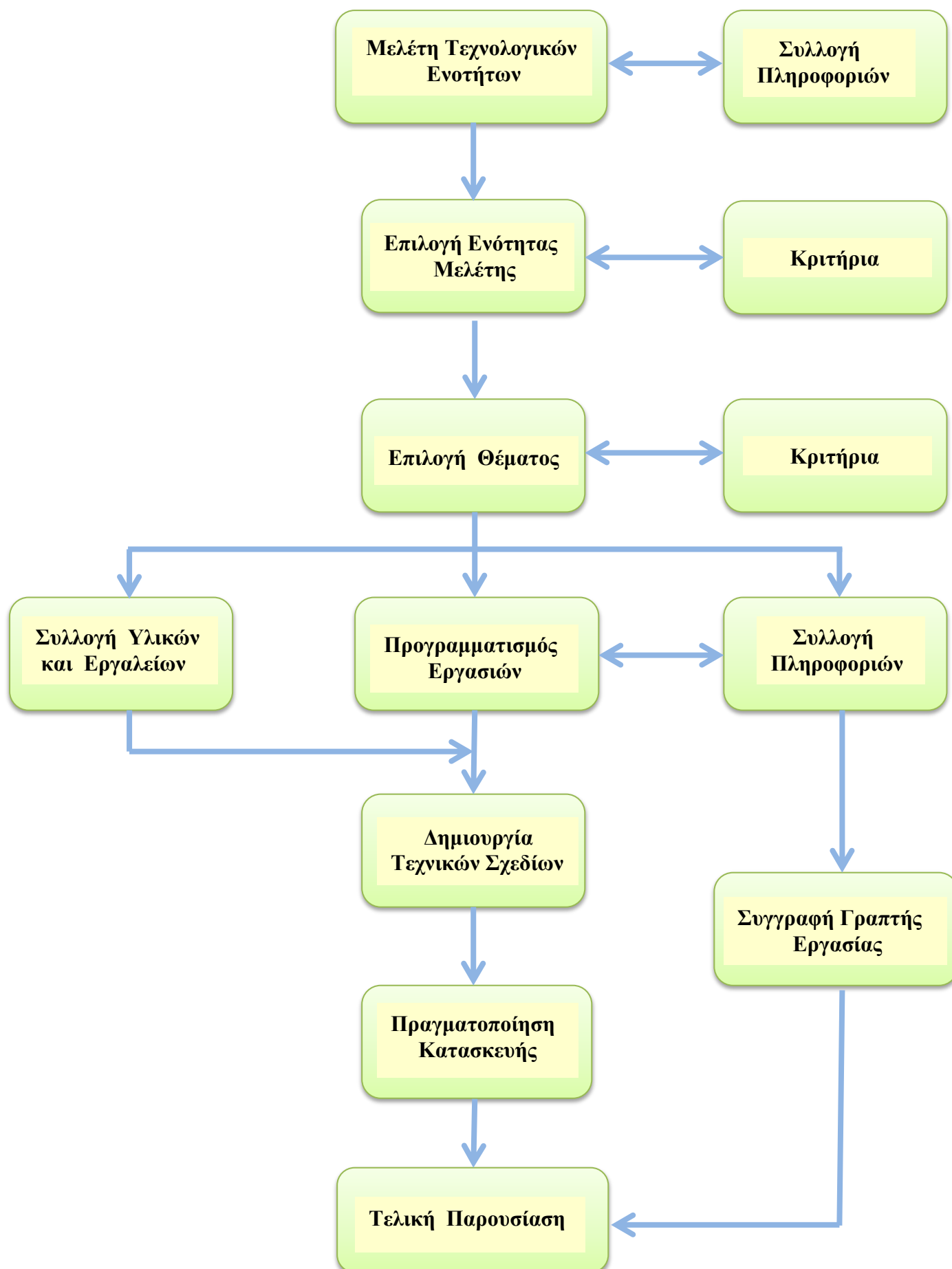
Τμήμα: Α3

Σχολικό έτος : 2017-2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Διάγραμμα ενεργειών για την υλοποίηση του ατομικού έργου.....	1
<u>Ενότητα 1^η</u>	
Ανάλυση της τεχνολογικής ενότητας Ενέργεια – Ισχύς	3
<u>Ενότητα 2^η</u>	
Περιγραφή του Ανεμόμυλου	18
<u>Ενότητα 3^η</u>	
Τεχνικά Σχέδια του Ανεμόμυλου	27
<u>Ενότητα 4^η</u>	
Ιστορική Εξέλιξη του Ανεμόμυλου	29
<u>Ενότητα 5^η</u>	
Διαδικασία που ακολουθήθηκε για την κατασκευή του Ανεμόμυλου.....	35
<u>Ενότητα 6^η</u>	
Αρχές Λειτουργίας (πως λειτουργεί ο ανεμόμυλος)	36
<u>Ενότητα 7^η</u>	
Χρησιμότητα του ανεμόμυλου	37
<u>Ενότητα 8^η</u>	
Κατάλογος Υλικών και Εργαλείων για την κατασκευή του Ανεμόμυλου ..	39
<u>Ενότητα 9^η</u>	
Κόστος κατασκευής του Ανεμόμυλου.....	40
<u>Ενότητα 10^η</u>	
Βιβλιογραφία - Πηγές Πληροφόρησης	41

Διάγραμμα ενεργειών για την υλοποίηση του ατομικού έργου



ΕΝΟΤΗΤΑ 1^Η

Ανάλυση της τεχνολογικής ενότητας Ενέργεια – Ισχύς

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Κάθε φυσικό σύστημα περιέχει (ή εναλλακτικά αποθηκεύει) μία ποσότητα που ονομάζεται **ενέργεια**. Ενέργεια, συνεπώς, είναι η ικανότητα ενός σώματος ή συστήματος να παραγάγει **έργο**.

Για ότι κι αν κάνουμε από τα παιδικά παιχνίδια μέχρι τη λειτουργία των μηχανών και από το μαγείρεμα τροφών μέχρι τη γραμμή παραγωγής στο εργοστάσιο πρέπει να καταναλώσουμε ενέργεια.

Οτιδήποτε κινείται ή προκαλεί κίνηση διαθέτει ενέργεια, που εμείς χρησιμοποιούμε για την παραγωγή έργου. Η ενέργεια με την οποία τροφοδοτείται ο πλανήτης μας προέρχεται σχεδόν εξ ολοκλήρου από τον Ήλιο.

Η ενέργεια χαρακτηρίζεται, τόσο στη θεωρία όσο και στη πράξη, περισσότερο ως μια λογιστική έννοια, που δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης της εξέλιξης ή της κίνησης ενός συστήματος. Ορίζεται σαν το ποσό του έργου που απαιτείται προκειμένου το σύστημα να πάει από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική.

Μορφές Ενέργειας

Ανάλογα με τον τρόπο που έχει αποκτηθεί, ανταλλαχθεί ή αποθηκευτεί, μπορούμε να μιλήσουμε για πολλές μορφές ενέργειας:

 **Μηχανική** ενέργεια, που συνδυάζει την **κινητική** και τη **δυναμική**.

 **Ηλεκτρομαγνητική** ενέργεια, που συνδυάζει την **ηλεκτρική** και τη **φωτεινή** ή ενέργεια ακτινοβολίας.

 **Χημική** ενέργεια.

 **Πυρηνική** ενέργεια.

 **Θερμική** ενέργεια.

Κινητική ενέργεια

Κινητική ενέργεια, είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν κινείται και αναφέρεται στην ικανότητά του να παράγει έργο και εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες: τη μάζα και την ταχύτητα ενός κινούμενου σώματος.

Δυναμική ενέργεια

Ως δυναμική ενέργεια ορίζεται η ενέργεια που κατέχει ένα σώμα λόγω της θέσεως ή της κατάστασής του, είναι δηλαδή η δυνατότητα του σώματος να παράγει έργο επειδή βρίσκεται μέσα σε κάποιο πεδίο δυνάμεων. Συγκεκριμένα, η δυναμική ενέργεια διακρίνεται σε ενέργεια θέσεως (π.χ. ένα σώμα σε πεδίο βαρύτητας που έχει τη δυνατότητα να κινηθεί σε χαμηλότερη θέση παράγοντας έργο) και ενέργεια μορφής ή αλλιώς παραμόρφωσης, που εμφανίζεται όταν συστρέφουμε, συμπιέζουμε, τεντώνουμε ή λυγίζουμε ένα υλικό αλλάζοντας τη φυσική του μορφή (π.χ. το παραμορφωμένο ελατήριο ή λάστιχο). Στην περίπτωση αυτή, το σώμα μπορεί να παράγει έργο επανερχόμενο στη "φυσική" του μορφή..

Στην περίπτωση ενός ομογενούς δυναμικού πεδίου, δηλαδή ενός πεδίου όπου η δύναμη είναι σταθερή σε όλη την έκτασή του, η δυναμική ενέργεια ενός σώματος ορίζεται ως το γινόμενο της δύναμης που ασκείται επάνω του επί την απόστασή του από την περιοχή του πεδίου, όπου θεωρούμε συμβατικά ότι η δυναμική ενέργεια έχει μηδενική τιμή:

$$E_{δυν} = F \cdot r$$

όπου F = δύναμη του πεδίου που ασκείται στο σώμα, r = απόσταση από το σημείο με μηδενική δυναμική ενέργεια. Εάν το πεδίο δεν είναι ομογενές, δηλαδή η δύναμη μεταβάλλεται κατά μέτρο και φορά από σημείο σε σημείο, ο παραπάνω ορισμός ισχύει μόνο τοπικά, δηλαδή μας δίνει τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας για μια απειροστή μετακίνηση μέσα στο πεδίο, κατά την οποία η δύναμη είναι περίπου σταθερή. Η συνολική μεταβολή της δυναμικής ενέργειας δίνεται από το άθροισμα τέτοιων απειροστών μετατοπίσεων (ολοκλήρωμα) μεταξύ δύο θέσεων (από τις οποίες η μία μπορεί να είναι το σημείο όπου ορίσαμε μηδενική τη δυναμική ενέργεια). Για να έχει νόημα η δυναμική ενέργεια, πρέπει ο παραπάνω υπολογισμός να μην εξαρτάται από τη διαδρομή που ακολουθήσαμε μεταξύ των δύο σημείων. Ένα δυναμικό πεδίο με την ιδιότητα αυτή ονομάζεται **συντηρητικό** ή **διατηρητικό**.

Η Κινητική και η Δυναμική ενέργεια θεωρούνται ως οι δύο μορφές της Μηχανικής ενέργειας. Κατά την κίνηση ενός σώματος ή φορτίου σε συντηρητικό πεδίο δυνάμεων, και εφόσον δεν υπάρχουν τριβές, η δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια και το αντίστροφο, το άθροισμά τους όμως είναι πάντα σταθερό και ίσο με τη μηχανική ενέργεια που αρχικά είχε το σώμα. Δυναμική είναι η ενέργεια που έχουν τα σώματα, λόγω της κατάστασής τους ή της θέσης τους. Δυναμική είναι η ενέργεια του βέλους σε

τεντωμένο τόξο, του συμπιεσμένου ελατηρίου αλλά και του νερού της λίμνης ή της πέτρας που βρίσκεται σε μεγάλο υψόμετρο.

Πυρηνική ενέργεια ή Ατομική ενέργεια

Ονομάζεται η **ενέργεια** που απελευθερώνεται όταν μετασχηματίζονται ατομικοί πυρήνες. Είναι δηλαδή η **δυναμική ενέργεια** που είναι εγκλεισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται κατά τη σχάση ή σύντηξη των πυρήνων και εφόσον οι πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες (όπως συμβαίνει στην καρδιά ενός πυρηνικού αντιδραστήρα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει ενεργειακές ανάγκες).

Θερμική ενέργεια

Η **θερμική ενέργεια**, το σύνολο δηλαδή της κινητικής ενέργειας των σωματιδίων που συγκροτούν τα υλικά σώματα, καθώς αυτά κινούνται στο εσωτερικό τους. Με τον όρο θερμότητα εννοούμε ειδικά την **ενέργεια** που μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας σε άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η κινητική ενέργεια των σωματιδίων του. Η θερμική ενέργεια μπορεί να είναι αποτέλεσμα της ηλιακής ενέργειας.

Ηλεκτρική ενέργεια

Η ηλεκτρική ενέργεια, που αναφέρεται στην κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα), λόγω της ύπαρξης διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού.

Χημική ενέργεια

Η χημική ενέργεια, το σύνολο της δυναμικής ενέργειας που απαιτήθηκε για τη συγκρότηση μορίων χημικών ουσιών από διάφορα άτομα, κάτω από την αλληλεπίδραση ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων. Η χημική ενέργεια αποδίδεται συνήθως ως θερμική ή ηλεκτρική, όταν τα μόρια διασπώνται και πάλι σε άτομα ή μετασχηματίζεται στους οργανισμούς σε θερμική και κινητική, με βιολογικούς μηχανισμούς, και ονομάζεται ζωική ενέργεια.

Οι πραγματικά πολυποίκιλες μορφές ενέργειας βρίσκονται πίσω από τη ασύλληπτη ποικιλία φυσικών φαινομένων, κι έτσι η ενέργεια αποθηκεύεται, εκπέμπεται, μεταβιβάζεται, μετατρέπεται, διατηρείται, υποβιβάζεται, ρέει, ή περικλείεται. Μόλα ταύτα την ενέργεια δεν μπορούμε να την παρατηρήσουμε, αλλά αντίθετα την καταλαβαίνουμε από το αποτελέσματά της.

Μετατροπή μορφών ενέργειας

Η ενέργεια μπορεί να αλλάζει μορφές και η μετατροπή αυτή γίνεται όποτε οι συνθήκες το επιτρέπουν. Μάλιστα πολλές φορές πρέπει ο άνθρωπος να μετατρέψει μια μορφή ενέργειας σε μία άλλη για να τη χρησιμοποιήσει στη ζωή του.

Αυτό γίνεται με τη βοήθεια συσκευών ή μηχανών, που λέγονται μετατροπείς ενέργειας.

Σε κάθε μετατροπή ενέργειας από τη μια μορφή σε άλλη λέμε ότι συμβαίνει ένα φυσικό φαινόμενο.

Σε ένα φυσικό φαινόμενο είναι δυνατόν να συμμετέχουν και περισσότερες από δύο μορφές ενέργειας.

Σε όλες τις συσκευές που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή ζωή μας η ενέργεια μετατρέπεται από τη μια μορφή στην άλλη.

Ας σκεφθούμε μερικά παραδείγματα μηχανών από τη καθημερινή μας ζωή: ο κινητήρας του αυτοκινήτου μετατρέπει τη χημική των καυσίμων αρχικά σε θερμική και στη συνέχεια σε κινητική, ο λαμπτήρας την ηλεκτρική σε φωτεινή, ο λύχνος του υγραερίου τη χημική σε θερμική, ο ηλεκτρικός ανεμιστήρας την ηλεκτρική σε κινητική κ.ά.. Γενικότερα, μπορούμε να περιγράψουμε σχεδόν κάθε μεταβολή που εκδηλώνεται στη φύση ή στο εργαστήριο αναλύοντάς τη σε μετασχηματισμούς της ενέργειας από μια μορφή σε άλλη. Κατ' αρχήν κάθε μορφή ενέργειας είναι δυνατόν να μετατραπεί σ' οποιαδήποτε άλλη.

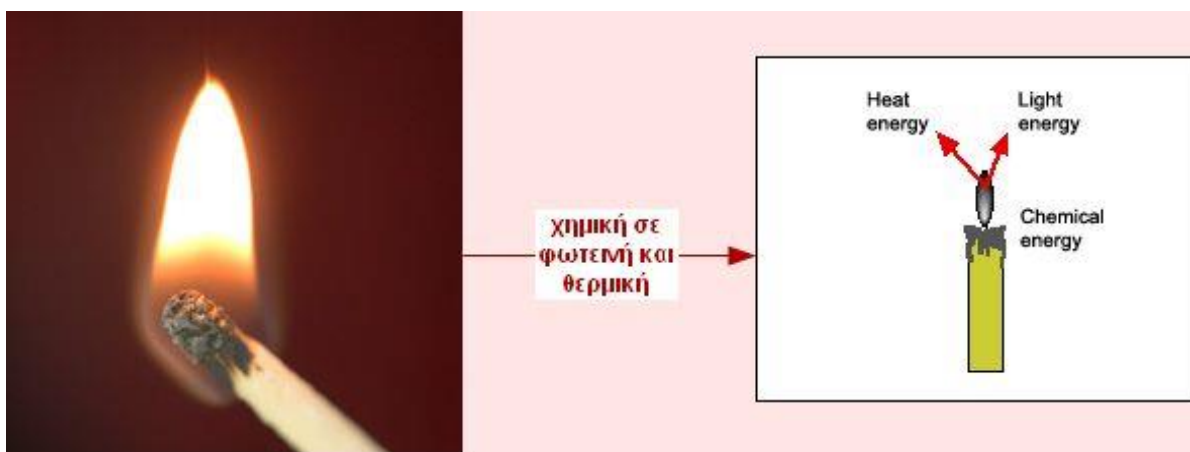
Η **δυναμική** ενέργεια του τεντωμένου τόξου μετατρέπεται σε **κινητική** ενέργεια του βέλους.



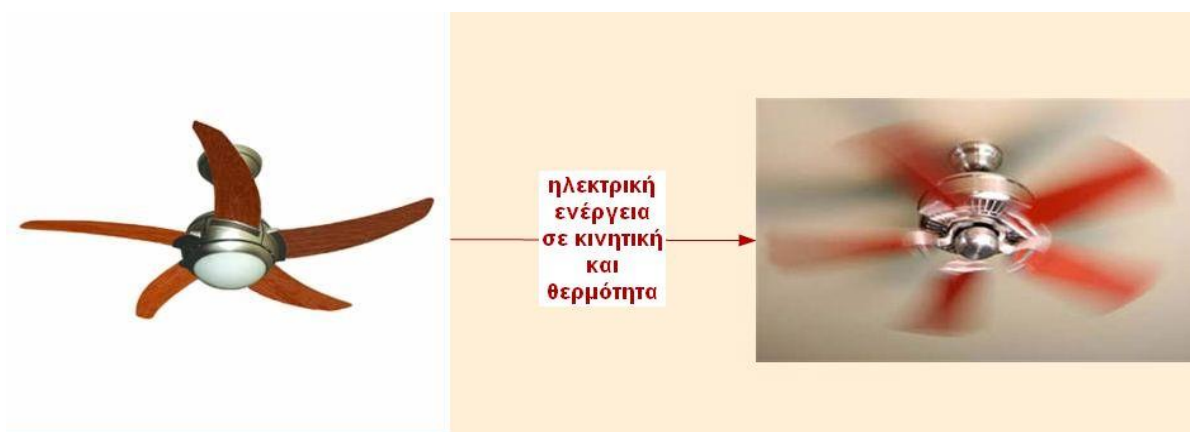
Η χημική ενέργεια των μπαταριών μετατρέπεται ηλεκτρική και κινητική στο τρυπάνι.



Η χημική ενέργεια του σπύριου μετατρέπεται σε θερμική αλλά και φωτεινή ενέργεια.



Η ηλεκτρική ενέργεια του ανεμιστήρα μετατρέπεται σε κινητική και θερμότητα



Πίνακας με παραδείγματα μετατροπής μορφών ενέργειας

Αρχική μορφή ενέργειας	Διαδικασία-Σώμα-Μηχανή	Τελική
ΜΗΧΑΝΙΚΗ	Μοχλός	Μηχανική
	Αντλία θερμότητας	Θερμική
	Δυναμογεννήτρια	Ηλεκτρική
ΘΕΡΜΙΚΗ	Ατμομηχανή	Μηχανική
	Φούρνος	Θερμική
	Θερμοζεύγος	Ηλεκτρική
	Πυρόλυση	Χημική
	Λαμπτήρας πυράκτωσης	Ακτινοβολία
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ	Ηλεκτρικός κινητήρας	Μηχανική
	Ψηστήρα	Θερμική
	Μετασχηματιστής	Ηλεκτρική
	Ηλεκτρόλυση	Χημική
	Λαμπτήρας φθορισμού	Ακτινοβολία
ΧΗΜΙΚΗ	Μυς	Μηχανική
	Καύσιμα	Θερμική
	Μπαταρία	Ηλεκτρική
	Χημική αντίδραση	Χημική
	Χημική φωταύγεια	Ακτινοβολία
ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ	Ραδιόμετρο	Μηχανική
	Ηλιακός θερμοσίφωνας	Θερμική
	Φωτοκύτταρο	Ηλεκτρική
	Φωτογραφία	Χημική
	Λέιζερ	Ακτινοβολία
	Φωτοσύνθεση	Χημική
ΠΥΡΗΝΙΚΗ	Ατομική βόμβα	Μηχανική-Θερμική
	Πυρηνικός αντιδραστήρας	Θερμική
	Ραδιόμετρο	Ακτινοβολία
	Ήλιος	Ακτινοβολία

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για να μπορούμε να γνωρίζουμε το ακριβές ποσό της ενέργειας που μετασχηματίζεται από μια μορφή σε κάποια άλλη ή του έργου που παράγεται, χρειαζόμαστε μονάδες μέτρησης της ενέργειας.

Στο διεθνές σύστημα μετρικών μονάδων (S.I.), μονάδα μέτρησης της ενέργειας είναι το **1 Joule** (Τζάουλ) και είναι το έργο που παράγεται όταν δύναμη **1 Newton** κινεί ένα αντικείμενο σε απόσταση **1 μέτρου**. Ο μαθηματικός τύπος είναι :

$$\text{Έργο} = \text{Δύναμη} \times \text{Απόσταση} \text{ ή } W = F \times d$$

όπου **1 Newton** είναι η δύναμη (**F**) που απαιτείται για να επιταχυνθεί μάζα (**m**) ενός χιλιόγραμμου (1Kg) με επιτάχυνση (**a**) ένα μέτρο ανά δευτερόλεπτο στο τετράγωνο (1m/s²) (**F = m . a**). Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως για την εκτίμηση της χημικής ενέργειας που απελευθερώνεται στον ανθρώπινο οργανισμό με την καύση των διάφορων τροφών, χρησιμοποιούνται και άλλες μονάδες μέτρησης της ενέργειας, όπως η **μια θερμίδα (1 cal)** που είναι η θερμική ενέργεια που χρειάζεται για να ανυψωθεί κατά 1oC η θερμοκρασία ενός γραμμαρίου (1 gr) νερού. Π.χ. 100gr σταφύλια περιέχουν 60 kcal ενώ 100gr δημητριακών 300 kcal. Για την εκτίμηση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες μονάδες ενέργειας, όπως το **Btu** και η **KWh**.

<u>Μονάδες μέτρησης</u> <u>ενέργειας</u>	<u>Σχέσεις μονάδων</u>
1 Joule (Τζάουλ)	1 Joule = 0,239 cal
1 cal (θερμίδα)	1 cal = 4,183 Joule
1 KWh (Κιλοβατώρα)	1KWh = 3.600.000 Joule
1 Btu	1044 Joule

Πηγές ενέργειας

Πηγή ενέργειας ή ενεργειακή πηγή
ονομάζουμε κάθε **φυσικό πόρο** που μας δίνει **ενέργεια**. Οι πηγές αυτές χωρίζονται σε **ανανεώσιμες πηγές** ενέργειας και σε **μη ανανεώσιμες**.

Ανανεώσιμες Πηγές ενέργειας



Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (ΑΠΕ) ή ήπιες μορφές ενέργειας, ή νέες πηγές ενέργειας, ή πράσινη ενέργεια είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, δεν εξαντλούνται ποτέ και υπάρχουν απεριόριστα μες το περιβάλλον. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια.

Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δυο βασικά χαρακτηριστικά τους. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ «φιλικές» στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι οι ΑΠΕ θεωρούνται από πολλούς μία αφετηρία για την επίλυση των οικολογικών προβλημάτων που αντιμετωπίζει η Γη.

Ως «ανανεώσιμες πηγές» θεωρούνται γενικά οι εναλλακτικές των παραδοσιακών πηγών ενέργειας (π.χ. του πετρελαίου ή του άνθρακα), όπως η ηλιακή και η αιολική. Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, αφού ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια, δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Σε κάθε περίπτωση οι ΑΠΕ έχουν μελετηθεί ως λύση στο πρόβλημα της αναμενόμενης εξάντλησης των (μη ανανεώσιμων) αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Τελευταία, από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά και από πολλά μεμονωμένα κράτη, υιοθετούνται νέες πολιτικές για τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που προάγουν τέτοιες εσωτερικές πολιτικές και για τα κράτη μέλη. Οι ΑΠΕ αποτελούν τη βάση του μοντέλου οικονομικής ανάπτυξης της πράσινης οικονομίας και κεντρικό σημείο εστίασης της σχολής των οικολογικών οικονομικών, η οποία έχει κάποια επιρροή στο οικολογικό κίνημα.

Οι ήπιες μορφές ενέργειας βασίζονται βασικά στην ηλιακή ακτινοβολία, με εξαίρεση τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι ροή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης, και την ενέργεια απ' τις παλίρροιες που εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα. Οι βασιζόμενες στην ηλιακή ακτινοβολία ήπιες πηγές ενέργειας είναι ανανεώσιμες, μιας και δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για μερικά ακόμα δισεκατομμύρια χρόνια. Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια «συσκευασμένη» κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο: η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών

μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα ενώ αυτές που βασίζονται στο νερό εκμεταλλεύονται τον κύκλο εξάτμισης-συμπύκνωσης του νερού και την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται.

Χρησιμοποιούνται είτε άμεσα (κυρίως για θέρμανση) είτε μετατρέπομενες σε άλλες μορφές ενέργειας (κυρίως ηλεκτρισμό ή μηχανική ενέργεια). Υπολογίζεται ότι το τεχνικά εκμεταλλεύσιμο ενεργειακό δυναμικό από τις ήπιες μορφές ενέργειας είναι πολλαπλάσιο της παγκόσμιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η υψηλή όμως μέχρι πρόσφατα τιμή των νέων ενεργειακών εφαρμογών, τα τεχνικά προβλήματα εφαρμογής καθώς και πολιτικές και οικονομικές σκοπιμότητες που έχουν να κάνουν με τη διατήρηση του παρόντος στάτους κβο στον ενεργειακό τομέα εμπόδισαν την εκμετάλλευση έστω και μέρους αυτού του δυναμικού.

Το ενδιαφέρον για τις ήπιες μορφές ενέργειας ανακινήθηκε τη δεκαετία του 1970, ως αποτέλεσμα κυρίως των απανωτών πετρελαϊκών κρίσεων της εποχής, αλλά και της αλλοίωσης του περιβάλλοντος και της ποιότητας ζωής από τη χρήση κλασικών πηγών ενέργειας. Ιδιαίτερα ακριβές στην αρχή, ξεκίνησαν σαν πειραματικές εφαρμογές. Σήμερα όμως λαμβάνονται υπόψη στους επίσημους σχεδιασμούς των ανεπτυγμένων κρατών για την ενέργεια και, αν και αποτελούν πολύ μικρό ποσοστό της ενεργειακής παραγωγής, ετοιμάζονται βήματα για παραπέρα αξιοποίησή τους. Το κόστος δε των εφαρμογών ήπιων μορφών ενέργειας πέφτει συνέχεια τα τελευταία είκοσι χρόνια και ειδικά η αιολική και υδροηλεκτρική ενέργεια, αλλά και η βιομάζα, μπορούν πλέον να ανταγωνίζονται στα ίσα παραδοσιακές πηγές ενέργειας όπως ο άνθρακας και η πυρηνική ενέργεια. Ενδεικτικά, στις Η.Π.Α. ένα 6% της ενέργειας προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ στην Ευρωπαϊκή Ένωση με την οδηγία 2001/77/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου επιδιώκεται το 20% των αναγκών της σε ηλεκτρική ενέργεια να καλύπτεται από εναλλακτικές πηγές μέχρι το 2020.

Είδη ήπιων μορφών ενέργειας

- ✚ **Αιολική ενέργεια.** Χρησιμοποιήθηκε παλιότερα για την άντληση νερού από πηγάδια καθώς και για μηχανικές εφαρμογές (π.χ. την άλεση στους ανεμόμυλους). Έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ευρέως για ηλεκτροπαραγωγή.
- ✚ **Ηλιακή ενέργεια.** Χρησιμοποιείται περισσότερο για θερμικές εφαρμογές (ηλιακοί θερμοσίφωνες και φούρνοι) ενώ η χρήση της για την παραγωγή ηλεκτρισμού έχει αρχίσει να κερδίζει έδαφος, με την βοήθεια της πολιτικής προώθησης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας από το ελληνικό κράτος και την Ευρωπαϊκή Ένωση.

✚ **Υδραυλική ενέργεια.** Είναι τα γνωστά υδροηλεκτρικά έργα, που στο πεδίο των ήπιων μορφών ενέργειας εξειδικεύονται περισσότερο στα μικρά υδροηλεκτρικά. Είναι η πιο διαδεδομένη μορφή ανανεώσιμης ενέργειας.

✚ **Βιομάζα.** Χρησιμοποιεί τους υδατάνθρακες των φυτών (κυρίως αποβλήτων της βιομηχανίας ξύλου, τροφίμων και ζωοτροφών και της βιομηχανίας ζάχαρης) με σκοπό την αποδέσμευση της ενέργειας που δεσμεύτηκε από το φυτό με τη φωτοσύνθεση. Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα και απορρίμματα. Μπορεί να δώσει βιοαιθανόλη και βιοαέριο, που είναι καύσιμα πιο φιλικά προς το περιβάλλον από τα παραδοσιακά. Είναι μια πηγή ενέργειας με πολλές δυνατότητες και εφαρμογές, που θα χρησιμοποιηθεί πλατιά στο μέλλον.

✚ **Γεωθερμική ενέργεια.** Προέρχεται από τη θερμότητα που παράγεται από τη ραδιενεργό αποσύνθεση των πετρωμάτων της γης. Είναι εκμεταλλεύσιμη εκεί όπου η θερμότητα αυτή ανεβαίνει με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια, π.χ. στους θερμοπίδακες ή στις πηγές ζεστού νερού. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε απευθείας για θερμικές εφαρμογές, είτε για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η Ισλανδία καλύπτει το 80-90% των ενεργειακών της αναγκών, όσον αφορά τη θέρμανση, και το 20%, όσον αφορά τον ηλεκτρισμό, με γεωθερμική ενέργεια.

✚ **Ενέργεια από τη θάλασσα**

- Ενέργεια από παλίρροιες. Εκμεταλλεύεται τη βαρύτητα του Ήλιου και της Σελήνης, που προκαλεί ανύψωση της στάθμης του νερού. Το νερό αποθηκεύεται καθώς ανεβαίνει και για να ξανακατέβει αναγκάζεται να περάσει μέσα από μια τουρμπίνα, παράγοντας ηλεκτρισμό. Έχει εφαρμοστεί στην Αγγλία, τη Γαλλία, τη Ρωσία και αλλού.
- Ενέργεια από κύματα. Εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια των κυμάτων της θάλασσας.
- Ενέργεια από τους ωκεανούς. Εκμεταλλεύεται τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα στρώματα του ωκεανού, κάνοντας χρήση θερμικών κύκλων. Βρίσκεται στο στάδιο της έρευνας.

✚ **Ωσμωτική ενέργεια.** Η ανάμειξη γλυκού και θαλασσινού νερού απελευθερώνει μεγάλες ποσότητες ενέργειας, όπως συμβαίνει όταν ένα

ποτάμι εκβάλλει στον ωκεανό. Η ενέργεια αυτή ονομάζεται ωσμωτική ενέργεια (ή γαλάζια ενέργεια) και ανακτάται όταν το νερό του ποταμού και το θαλασσίνο νερό είναι διαχωρισμένα από μια ημι-διαπερατή μεμβράνη και το γλυκό νερό περνάει μέσω αυτής.

Πλεονεκτήματα

1. Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας ουσιαστικά μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα.
2. Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
3. Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
4. Είναι ευέλικτες εφαρμογές, που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επί τόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
5. Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει πολύ μεγάλο χρόνο ζωής.
6. Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις.

Μειονεκτήματα

1. Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια της γης. Γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας.
2. Για τον παραπάνω λόγο προς το παρόν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων.
3. Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους, αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίστανται.
4. Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη κι ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης (π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί.

5. Για τα υδροηλεκτρικά έργα λέγεται ότι προκαλούν έκλυση μεθανίου από την αποσύνθεση των φυτών που βρίσκονται κάτω από το νερό κι έτσι συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι πηγές οι οποίες δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται εξαιρετικά αργά για τα ανθρώπινα μέτρα από φυσικές διαδικασίες.

Αν αναλογισθούμε ότι η ανθρωπότητα καταναλώνει ημερησίως τόση ποσότητα ορυκτών καυσίμων όση μπορεί η φύση να δημιουργήσει σε χίλια περίπου χρόνια, αντιλαμβανόμαστε πλέον την έννοια της ανανεωσιμότητας. Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι:

ΟΙ Γαιάνθρακες

Οι **γαιάνθρακες** δημιουργούνται στο υπέδαφος από πλούσιο οργανικό υλικό. Τα είδη των γαιανθράκων είναι: ο λιγνίτης, ο γραφίτης, ο λιθάνθρακας και η τύρφη. Η εξόρυξη του γαιάνθρακα έγινε στον 13ο αιώνα. Το κακό όμως με το γαιάνθρακα είναι ότι είναι δύσκολη η εξόρυξη του, είναι πολύ ακριβή η μεταφορά του, καθώς και ρυπαίνει το περιβάλλον.

Το Πετρέλαιο

Το **πετρέλαιο** σχηματίστηκε πάνω από εκατομμύρια χρόνια από νεκρούς φυτικούς και ζωικούς μικροοργανισμούς. Μόλις ανακαλύφθηκε η σημασία του και η χρήση του, αμέσως αντικατέστησε τους γαιάνθρακες και τις ατμομηχανές, γιατί είναι ευκολότερη η μεταφορά του και οι μηχανές είναι περισσότερο αποδοτικές. Σήμερα, η σημασία του πετρελαίου είναι τεράστια και γι' αυτό το αποκαλούμε μαύρο χρυσό.

Το Φυσικό αέριο

Το **φυσικό αέριο** είναι ένα καύσιμο, το οποίο το βρίσκουμε σε υπόγειες κοιλότητες με υψηλή πίεση, καθώς δε χρειάζεται πολύ επεξεργασία, για να πραγματοποιηθεί η χρήση του. Και ως προς τη ρύπανση στο περιβάλλον, το φυσικό αέριο είναι φιλικότερο από τις άλλες μη ανανεώσιμες πηγές που προαναφέραμε.

Η πυρηνική ενέργεια

Πυρηνική ενέργεια ή Ατομική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που απελευθερώνεται όταν μετασχηματίζονται ατομικοί πυρήνες. Είναι δηλαδή η δυναμική ενέργεια που είναι εγκλεισμένη στους πυρήνες των ατόμων λόγω της αλληλεπίδρασης των σωματιδίων που τα συνιστούν. Η πυρηνική ενέργεια απελευθερώνεται κατά τη σχάση ή σύντηξη των πυρήνων και εφόσον οι

πυρηνικές αντιδράσεις είναι ελεγχόμενες μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάλυψη ενεργειακών αναγκών.

Πλεονεκτήματα

1. Έχουν αρκετά μεγάλο συντελεστή απόδοσης, γι' αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται ως κύριες πηγές ενέργειας.
2. Η απόδοση τους δεν εξαρτάται από την εποχή του έτους, αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία χρησιμοποιούνται.

Μειονεκτήματα

1. Εξαντλούνται με την πάροδο του χρόνου.
2. Προκαλούν μεγάλη μόλυνση στο περιβάλλον.

ΙΣΧΥΣ

Για να εκτιμήσουμε το ρυθμό μεταβολής της ενέργειας ή το ρυθμό παραγωγής έργου μιας μηχανής, δηλαδή πόσο γρήγορα μια μηχανή κάνει ένα συγκεκριμένο έργο, χρησιμοποιούμε την **ισχύ (P)**.

Ισχύς =	<u>έργο που παράγεται</u>	= <u>ενέργεια που μετατρέπεται ή μεταφέρεται</u>
	χρονικό διάστημα	χρονικό διάστημα

Ισχύ δηλαδή ονομάζουμε το μέγεθος που μας λέει πόσο γρήγορα μετασχηματίζεται (ή χρησιμοποιείται) η ενέργεια. Μεγάλη ισχύς σημαίνει ότι μια ορισμένη ποσότητα ενέργειας μετασχηματίζεται (χρησιμοποιείται) σε μικρό χρόνο, ενώ μικρή ισχύς σημαίνει ότι χρειαζόμαστε πολύ χρόνο για να μετατρέψουμε (χρησιμοποιήσουμε) την ίδια ποσότητα ενέργειας.

Η ισχύς μιας συσκευής ή μιας μηχανής είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο περισσότερο έργο παράγει ή περισσότερη ενέργεια μετασχηματίζει σε ορισμένο χρονικό διάστημα. Ή, ισοδύναμα, η ισχύς είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μικρότερο χρονικό διάστημα απαιτείται για να παραχθεί ορισμένη ποσότητα έργου, ή να μετασχηματιστεί ορισμένη ποσότητα ενέργειας. Για παράδειγμα, δύο αυτοκίνητα ίδιου βάρους ανεβαίνουν στην κορυφή ενός λόφου με σταθερή ταχύτητα. Το έργο που παράγουν οι δύο μηχανές είναι ίδιο. Η μηχανή όμως με τη μεγαλύτερη ισχύ (συνήθως μεγαλύτερου κυβισμού) θα οδηγήσει το αυτοκίνητο στην κορυφή σε μικρότερο χρονικό διάστημα.

Ο μαθηματικός της **Ισχύς = P =**
τύπος είναι **W / t**

Μορφές Ισχύος

- Θερμική ισχύς

Θερμική ισχύς είναι η θερμότητα στη μονάδα του χρόνου. Για παράδειγμα, ένα δοχείο που περιέχει νερό σε υψηλή θερμοκρασία και αφήνεται να κρυώσει προσδίδει στο περιβάλλον θερμική ισχύ ίση με,

$$P = c_p \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

όπου ΔQ είναι η μεταβολή θερμοκρασίας που παρατηρούμε σε χρόνο Δt και c_p είναι η θερμοχωρητικότητα του νερού.

- Μηχανική Ισχύς

Η μηχανική ισχύς που προσδίδεται σε ένα σύστημα που κινείται σε γραμμική (μεταφορική) κίνηση ισούται με το γινόμενο της ταχύτητας του επί τη δύναμη,

$$P = v \cdot F$$

Η μηχανική ισχύς που προσδίδεται σε ένα σύστημα σε περιστροφική κίνηση ισούται με το γινόμενο της γωνιακής ταχύτητας του επί τη ροπή,

$$P = \omega \cdot M$$

Παράδειγμα μηχανικής ισχύος είναι η ισχύς που αποδίδεται από βενζινοκινητήρα προς τον άξονα κίνησης των τροχών του αυτοκινήτου. Η στιγμιαία ισχύς που αποδίδει το εργαζόμενο μέσο στο έμβολο ισούται με τη δύναμη που ασκεί στο έμβολο επί τη στιγμιαία του ταχύτητα. Η ισχύς που μεταδίδεται από τον άξονα στους τροχούς ισούται με τη ροπή που ασκείται στον άξονα επί τη γωνιακή του ταχύτητα.

- Ηλεκτρική Ισχύς

Αγώγιμο καλώδιο συνδεδεμένο με μπαταρία τάσης V αν διέρχεται από ρεύμα I καταναλώνει ισχύ,

$$P = V \cdot I.$$

Αν δεν υπάρχει κάποιο άλλο φορτίο συνδεδεμένο με το καλώδιο, όπως μια λάμπα ή ένας ηλεκτροκινητήρας, η ισχύς αποδίδεται στο παράδειγμα αυτό ως θερμότητα στο περιβάλλον.

- Υδραυλική Ισχύς

Για παράδειγμα, το κομπρεσέρ σε ένα εκσκαπτικό μηχάνημα (μπουλντόζα) δίνει στο έμβολο (πιστόνι) κίνησης του εκσκαφέα παροχή λαδιού Q υπό πίεση p . Η ισχύς που προσδίδεται στο έμβολο είναι,

$$P = Q \cdot p$$

ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Μονάδα μέτρησης της ισχύος (P) στο σύστημα (S.I) είναι το ένα βατ-Watt (1W) δηλαδή 1 Watt είναι η ισχύς που χρειάζεται για να παράγουμε έργο με ρυθμό 1 Joule / sec.

<u>Μονάδες μέτρησης</u>	<u>Σχέσεις</u>
<u>ισχύος</u>	<u>μονάδων</u>
1 Watt (W)	1 W = 1 Joule / sec
1 Kilowatt (KW)	1KW = 1000 W
1 hp (ίππος Αγγλίας)	1 hp = 746 W

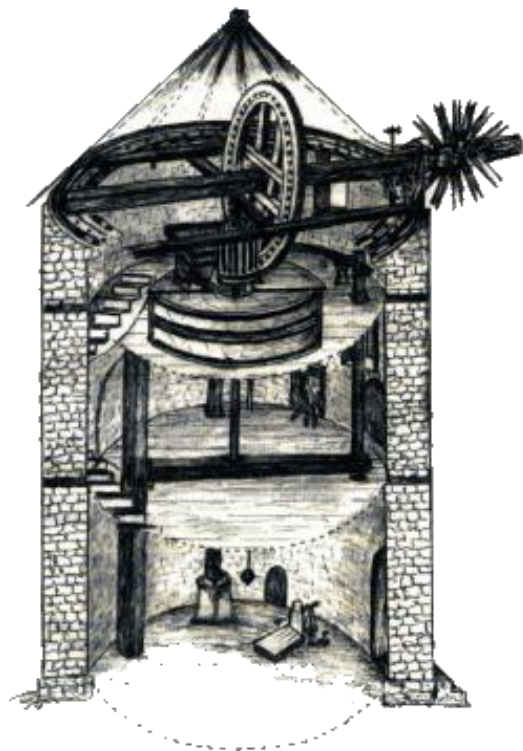
Αν μια μηχανή ισχύος 1 KW λειτουργεί για μια ώρα καταναλώνει ενέργεια 1 κιλοβατώρα (1 KWh) ή 3.600.000 Joule, που είναι πλέον μονάδα έργου. Μερικές ενδεικτικές τιμές ισχύος (βιολογικής, μηχανικής, ηλεκτρικής) είναι οι παρακάτω:

Έντομο που πετάει	1 mW ή 0,001 W
Καρδιά του ανθρώπου	1 W
Άνθρωπος που εργάζεται	75 W
Ηλεκτρικός λαμπτήρας	100 W
Ηλεκτρικό ψυγείο	150 W
Άλογο που καλπάζει	1000 W ή 1KW
Θερμοσίφωνα	3 KW
Κινητήρας αυτοκινήτου	1400 cm ³ 56 KW
Κινητήρας αεροπλάνου Boeing 707	21 MW ή 21000 KW
Σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ΔΕΗ Πτολεμαΐδας	1200 MW

ΕΝΟΤΗΤΑ 2^Η

Περιγραφή του Ανεμόμυλου

Οι ανεμόμυλοι είναι κατασκευές που χρησιμοποιούν την κινητική ενέργεια του ανέμου (αιολική ενέργεια) για να παράγουν έργο.



Ο ανεμόμυλος είναι ίσως από τα πιο πρώιμα παραδείγματα βιομηχανικού κτιρίου. Η διαφοροποίηση του ανεμόμυλου έναντι των άλλων βιομηχανικών κτιρίων έγκειται στο ότι κέλυφος και μηχανή αποτελούν μια αδιάσπαστη

ενότητα. Αυτή η ιδιαιτερότητα δε συναντάται σε κανένα άλλο είδος βιομηχανικού κτιρίου.

Ο ανεμόμυλος έχει σχήμα κυκλικό ύψος 6-7 μέτρων, με πάχος τοιχίων ένα μέτρο, διάμετρο περί τα 4-5 μέτρα και αποτελείται από το ισόγειο, 1ο και 2ο όροφο. Μια πορτούλα στο ισόγειο που ήταν πολύ κοντή για τους ψηλούς ανθρώπους και δυο παραθυράκια ανατολικά και δυτικά, ήταν τα μοναδικά κουφώματα. Όλη η εσωτερική κατασκευή και τα δάπεδα ήταν από ξύλο, εκτός από τη λίθινη ελικοειδή κάπως σκάλα χωρίς προστατευτικά κιγκλιδώματα, που προσφερόταν να ανεβαίνουν οι πελάτες σε φάλαγγα μέχρι τον 2ο όροφο.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΙΣΟΓΕΙΟ

Εκεί έμενε συνήθως η μυλωνού που υποδεχόταν τους πελάτες, έδινε τις απαραίτητες πληροφορίες και τους έδειχνε να ανεβάσουν το άλεσμα στο 2ο όροφο που ήταν ο μυλωνάς με το βοηθό. Αφού περνούσαν το άλεσμα στο καντάρι, είτε άλεθαν είτε το άφηναν για να πάρουν σειρά. Εκεί εκτός από το πρόχειρο κρεβάτι και μερικά σκαμνιά, ήταν και το πέτρινο εκκρεμές, μια πέτρα μεγάλη διάτρητη, μ' ένα σχοινί που έφθανε μέχρι το πηδάλιο (τιμόνι) του μυλωνά στο 2ο όροφο και με τις ανάλογες κινήσεις ρυθμίζονταν οι στροφές της μυλόπετρας, ακόμη και το σταμάτημα του μύλου Στο ισόγειο επίσης παρέμεναν οι πελάτες σε περίπτωση που δεν είχε αέρα για να περιμένουν μέχρι να φυσήξει και να κινηθεί ο μύλος με την αιολική ενεργεία.

ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ

Στον 1ο όροφο-ταβλάδο ήταν το «γουρνί» στηριγμένο στο κέντρο του δοκαριού που γύριζε ο κάθετος άξονας με τη χελιδόνα στην πάνω μυλόπετρα. Επίσης στον ίδιο όροφο, στη σκεπή, τέσσερα σανίδια σε κάθετη θέση σαν τετράγωνο με δυο γάτζους για να πιάνουν τα τσουβάλια ήταν ο «λαιμός», για να «πέφτει» μέσα το αλεύρι. Από τη θέση αυτή, αφού το ξαναζύγιζαν, γιατί είχε φύρα, έπαιρνε ο μυλωνάς το «αξάι» (δέκατο) και ο αγρότης με το τσουβάλι στον ώμο κατέβαινε την επικίνδυνη σκάλα για αναχώρηση. Κάπου εσωτερικά στο τοιχίο είχε ένα τετράγωνο αρμάρι αποθηκούλα το «κουμούλι» που έβαζε ο μυλωνάς τα εργαλεία (κοπίδι κ.λπ.).

ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ

Στον πάνω ταβλάδο, 2ο όροφο, που υποχρέωνε τους «ψηλούς» να σκύβουν, ήταν τα πάντα από ξύλο εκτός από τις μυλόπετρες. Η κάτω πέτρα ήταν

«κολλημένη γερά» στο πάτωμα με μια τρύπα στο κέντρο, ακολουθούσε η πάνω μυλόπετρα, η κοφινίδα, η ρόδα κλπ. Η ονοματολογία των συμπληρωματικών εξαρτημάτων είναι περίπου ίδια με αυτήν του νερόμυλου όπως το αργάκτι, το βεργί που είχε επαφή με την πέτρα για να κυλά ο καρπός από την κοφινίδα, η χελιδόνα κ.λπ. Εξαίρεση αποτελούσαν τα χειροποίητα ξυλόγλυπτα όργανα και εξαρτήματα του ανεμόμυλου όπως ο ογκώδης τροχός (ρόδα) με τους 60 γοφούς και το φανάρι, που θυμίζουν γρανάζια μηχανών, αποθανατίζοντας έτσι τη λαϊκή τέχνη και σοφία. Πάνω από αυτά ήταν ο άξονας του μύλου, στρογγυλό, οριζόντιο δοκάρι που διαπερνούσε τη σκεπή (καππάζα) διαμετρικά και έβγαине έξω στην άλλη πλευρά κατά 1.50 μέτρο. Σ' αυτή την προεξοχή (μπαστούνι), κάθετα προς τον οριζόντιο άξονα περιστροφής, σε διαμπερή έξοδο ήταν οι δώδεκα αντένες του ανεμοτροχού που έφθαναν περί τα δύο μέτρα από το έδαφος.

ΚΑΠΠΑΖΑ-ΟΡΟΦΗ

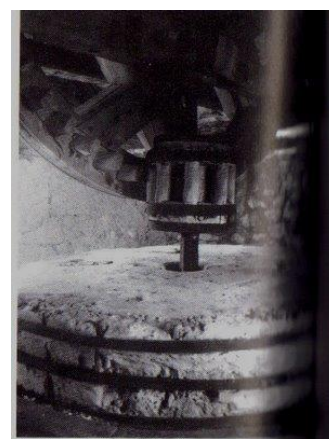
Ψηλότερα η καππάζα-οροφή, κωνική σε σχήμα, από ξύλο που κάλυπτε την κυκλική στέγη, ήταν ενσωματωμένη με τον άξονα και περιστρεφόταν ολόκληρη μέσα στους διαύλους της «στραβοξυλικής» ανάλογα με τη φορά του ανέμου και τις εντολές του μυλωνά. Περιοδικά έκαναν συντήρηση στα κανάλια της «στραβοξυλικής» με χοιρινό λίπος (γλίνα), την «παλα-μαρίζανε», για να «μαλακώνει» και να περιστρέφεται εύκολα η καππάζα.

ΑΝΤΕΝΕΣ-ΠΤΕΡΥΓΙΑ

Οι αντένες-πτερύγια ήταν από караβόπανο- σκόττα, σε σχήμα τριγωνικό, με το πλάτος στην περιφέρεια και η ανάπτυξή τους απαιτούσε ιδιαίτερη προσοχή. Για το σταμάτημα του μύλου, συντόνιζαν τις ενέργειες τους μυλωνάς και βοηθός, ο ένας στο πηδάλιο (τιμόνι) και στα ειδικά εμπόδια της στραβοξυλικής να εκτρέψει τον ανεμοτροχό από τις τριβές και τη διεύθυνση του αέρα (να βγάλει όξω από τα πανιά τον αγέρα), και ο άλλος έξω από το μύλο κάτω στο έδαφος να δέσει μ' ένα σχοινί τον ανεμοτροχό πάνω στους «μπότσους», τεμάχια ξύλου-καζίκια, στα «πέριξ» του ανεμόμυλου και να τον ακινητοποιήσει.



Η φτερωτή με το αξόνι περιστρέφονται



Μυλόπετρες – Φανάρι

στο πάνω μέρος του εξωτερικού τοίχου

Βασιλικό



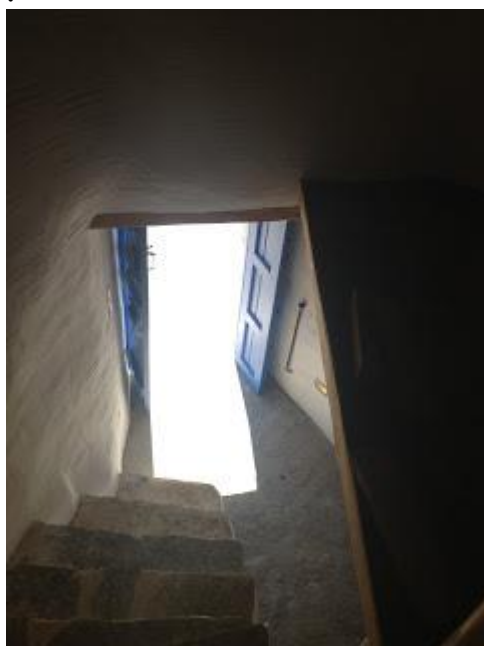
Κεντρικός άξονας – κάθετο &
οριζόντιο γρανάζι



Μυλόπετρα
Όσο πιο γρήγορα γυρίζει
τόσο πιο πολύ στάρι πέφτει

ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΥ

Περνώντας την πόρτα του μύλου βρισκόμαστε στο ισόγειο, ένας χώρος υποδοχής των σιτηρών και των αλεσμάτων βαλμένα μέσα σε σακιά. Το εσωτερικό του χωρίζετε σε δύο ορόφους. Από την στενή σκάλα ανεβαίνουμε στον πάνω όροφο, εδώ μεταφέρονταν τα δημητριακά για να γίνουν αλεύρι μέσα στις μυλόπετρες κινούμενες απ' τον μηχανισμός που παίρνει κίνηση από την φτερωτή με την δύναμη του ανέμου.



Τέσσερις φαίνεται πως είναι οι τύποι των χρησιμοποιούμενων **αλεστικών** ανεμόμυλων στον ελληνικό χώρο, που έχουν αρκετές διαφορές μορφολογικά και λειτουργικά, από τους αντίστοιχους ευρωπαϊκούς:

- ταράλης κατακόρυφου άξονα ή ταβλόμυλος
- ταράλης οριζόντιου άξονα
- αξετροχάρης ή μονόπαντος ή μονόκαιρος
- ξετροχάρης

ΤΑΡΑΛΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ

Ο ταράλης ανεμόμυλος κατακόρυφου άξονα ή ταβλόμυλος είναι ο παλιότερος τύπος ανεμόμυλου που εμφανίζεται στην Ελλάδα και φαίνεται ότι προέρχεται από τον νερόμυλο, που είναι σε χρήση από τα αρχαία χρόνια. Στα Γεωγραφικά του Στράβωνα (63 π.Χ. - 23 μ.Χ.) αναφέρεται νερόμυλος (υδραλέτης) που λειτουργεί στα ανάκτορα στα Κάβειρα του βασιλιά του Πόντου Μιθριδάτη ΣΤ' του Ευπάτορα. Στον ταράλη κατακόρυφου άξονα το επίπεδο που ορίζεται από τα πτερύγια της πτερωτής είναι οριζόντιο, κάθετο στον άξονα και πάνω από τις μυλόπετρες. Η ξύλινη πτερωτή είναι μέσα στο κτίσμα, το οποίο επομένως είναι μεγάλο και ογκώδες. Η πτερωτή βρίσκεται στο στεγασμένο δώμα του κτιρίου και ο αέρας οδηγείται στα πτερύγια περνώντας μέσα από παράθυρα και ειδικά διαμορφωμένη όδευση σαν σήραγγα. Παράθυρα υπάρχουν πολλά στην περιφέρεια του δωματός και από την πλευρά φυσούσε ο αέρας αλλά και από την απέναντι μεριά ώστε να μπορεί να βγει ο αέρας αφού γύριζε την πτερωτή. Στα παράθυρα από τα οποία ο άνεμος έμπαινε στο κτίσμα για να κινήσει την πτερωτή υπήρχαν ξύλινα παραθυρόφυλλα, ώστε να μπορεί να μειωθεί η δύναμη του αέρα πάνω στην πτερωτή, αν χρειαζόταν. Η κίνηση της πτερωτής από τον άνεμο κινεί τον κατακόρυφο άξονα και με ένα σύστημα ξύλινων γραναζιών η κίνηση αυτή μεταδίδεται τελικά στις μυλόπετρες. Δεν υπάρχει δυνατότητα αλλαγής της γωνίας πρόσπτωσης του αέρα πάνω στα πτερύγια και η τοποθέτηση των ανεμόμυλων αυτού του τύπου απαιτεί εξαιρετικά καλή γνώση της επικρατέστερης διεύθυνσης των ανέμων που φυσούν στην περιοχή. Όταν ο αέρας που φυσά δεν είναι ευνοϊκός για την κίνηση των πτερύγιων της πτερωτής, ο ανεμόμυλος αυτού του τύπου **δεν** μπορεί να λειτουργήσει. Ταράληδες ανεμόμυλοι κατακόρυφου άξονα είναι **σπάνιοι** στην Ελλάδα. Στο Κορθί της Άνδρου, στην Σέριφο και την Κάρπαθο υπάρχουν ακόμα απομεινάρια από κτίσματα ανεμόμυλων τέτοιου τύπου.

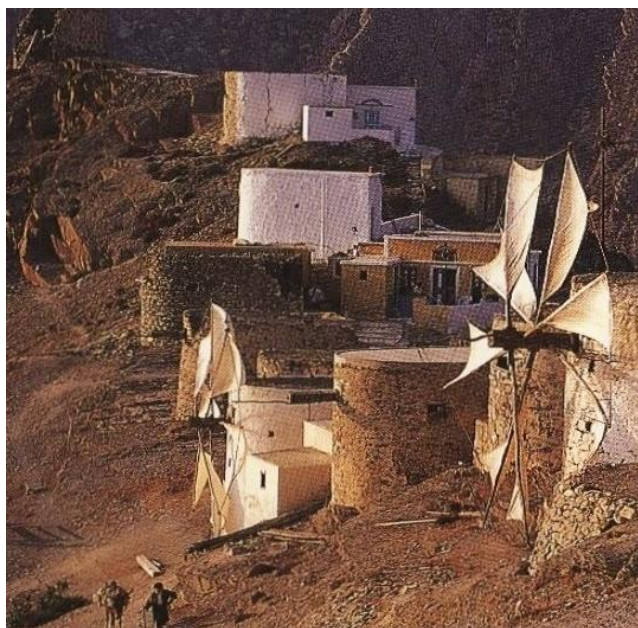


Ταράλης κατακόρυφου άξονα ή ταβλόμυλος

ΤΑΡΑΛΗΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ

Ο ταράλης ανεμόμυλος οριζόντιου άξονα φαίνεται πως είναι **μετεξέλιξη** του ταράλη κατακόρυφου άξονα, έτσι ώστε το επίπεδο που ορίζεται από τα πτερύγια της πτερωτής είναι κατακόρυφο και κάθετο στον άξονα.

Όταν ο αέρας που φυσά δεν είναι ευνοϊκός για την κίνηση των πτερύγιων της πτερωτής, ο ανεμόμυλος αυτού του τύπου **δεν** μπορεί να λειτουργήσει, αφού δεν υπάρχει και σε αυτόν η δυνατότητα αλλαγής της γωνίας πρόσπτωσης του αέρα πάνω στα πτερύγια. Είναι φανερό ότι η τοποθέτηση των ανεμόμυλων αυτού του τύπου απαιτεί εξαιρετικά καλή γνώση της επικρατέστερης διεύθυνσης των ανέμων που φυσούν στην περιοχή, ώστε να είναι δυνατή η λειτουργία τους όσο πιο πολλές μέρες γίνεται. Ταράληδες ανεμόμυλοι οριζόντιου άξονα είναι **σπάνιοι** στην Ελλάδα (Κάρπαθος).



Ταράλης οριζόντιου άξονα στην Κάρπαθο

ΑΞΕΤΡΟΧΑΡΗΣ

Ο αξετροχάρης (ή μονόπαντος ή μονόκαιρος) ανεμόμυλος έχει σύστημα **οριζόντιου άξονα** - κατακόρυφων πτερυγίων, που όμως δεν μπορεί να περιστραφεί. Επομένως, η λειτουργία του εξαρτάται από την διεύθυνση του ανέμου που φυσά και γίνεται μόνο όταν ο άνεμος μπορεί να περιστρέψει την πτερωτή και τα πτερύγια. Κατά τα άλλα ισχύουν και για αυτούς όσα αναφέρονται στους ξετροχάρηδες ανεμόμυλους. Αυτός ο τύπος ανεμόμυλου δεν είναι συνηθισμένος στην Ελλάδα. Οι περισσότεροι ανεμόμυλοι τέτοιου τύπου βρίσκονται σήμερα στην Κρήτη, την Σίφνο και την Κάρπαθο.

Στην Κρήτη, αξετροχάρηδες είναι οι 24 ανεμόμυλοι στην θέση Σελί Αμπέλου στο οροπέδιο του Λασιθίου. Είναι προσανατολισμένοι βόρεια - βορειοδυτικά μιας και από αυτή την διεύθυνση φυσάει συνήθως ο αέρας στην περιοχή. Το κτίσμα του αξετροχάρη μύλου είναι ένα πέτρινο κτιστό ψηλό παραλληλεπίπεδο με στρογγυλεμένη τη βορεινή πλευρά του. Η στέγη του είναι επίπεδη με δοκάρια, όπως τα δώματα των σπιτιών.



Αξетроχάρηδες ανεμόμυλοι στο Οροπέδιο Λασιθίου

ΞΕΤΡΟΧΑΡΗΣ

Ο πιο διαδεδομένος τύπος ανεμόμυλου στον ελληνικό χώρο και ιδίως στα αιγαιοπελαγίτικα νησιά και την Κρήτη, είναι ο λεγόμενος **ξетроχάρης** μύλος.

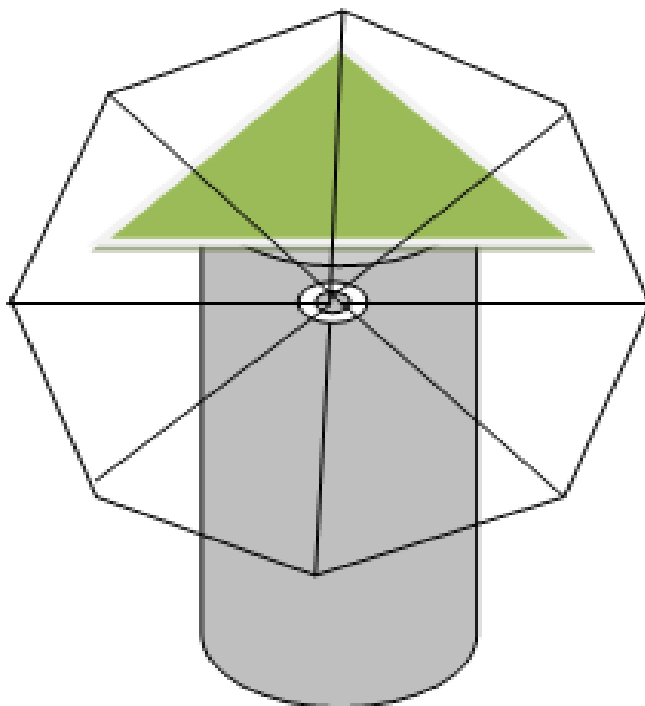
Πρόκειται για ανεμόμυλο με σύστημα **οριζόντιου άξονα - κατακόρυφων πτερυγίων**, που μπορούν να περιστραφούν χειροκίνητα, με ειδική διάταξη ανάλογα με την διεύθυνση του ανέμου, ώστε να γίνεται η καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της έντασης του ανέμου από τα πτερύγια. Το κτίσμα του ξетроχάρη μύλου είναι κτιστό πέτρινο, συνήθως δίπατο με εσωτερική πέτρινη σκάλα και ξύλινα πατώματα, τύπου πύργου κυλινδρικού σχήματος (πυργόμυλος), με την διάμετρο δηλαδή στην κορυφή ίση με την διάμετρο στην βάση. Δεν είναι ασυνήθιστοι πάντως ξетроχάρηδες ανεμόμυλοι τύπου κολουρου κώνου, με την διάμετρο δηλαδή στην κορυφή μικρότερη από την διάμετρο στην βάση. Σπανιότεροι είναι οι ανεμόμυλοι με διάμετρο κορυφής μεγαλύτερη από την διάμετρο της βάσης. Το κτίσμα στεγάζονταν με μια κωνική ξύλινη στέγη, που επενδύονταν συνήθως με λεπτή λαμαρίνα. Η πέτρινη σκάλα βρίσκεται στην εσωτερική περιφέρεια και ακολουθεί την καμπυλότητα του κτίσματος. Τα ανοίγματα είναι συνήθως δύο, η ξύλινη πόρτα εισόδου στο ισόγειο και ένα παράθυρο ψηλά, προσανατολισμένα στην διεύθυνση του ασθενέστερου ανέμου για την περιοχή.



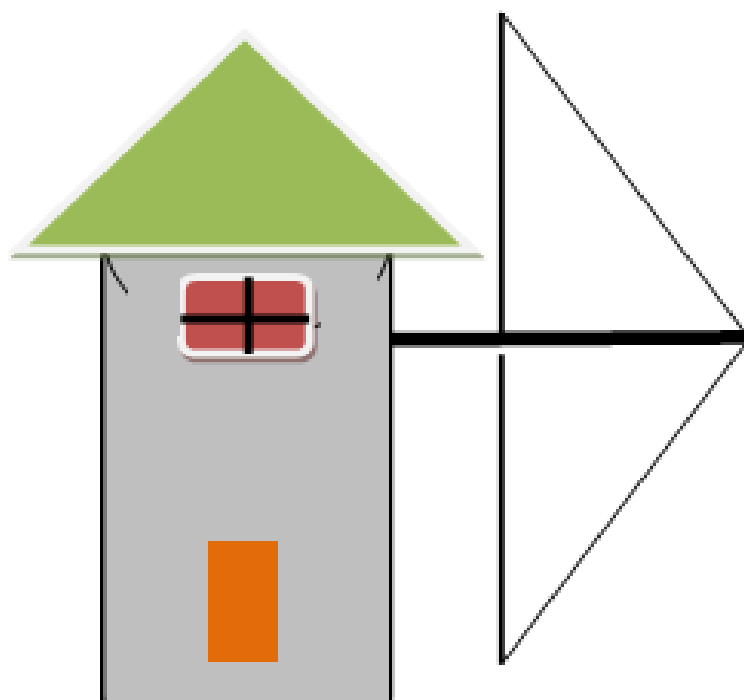
Ξετροχάρηδες στη Σίφνο

Στον επάνω όροφο (ανώι) βρίσκονται οι μυλόπετρες αρμοσμένες σε ξύλινο κατακόρυφο άξονα και τα απαραίτητα στοιχεία της ξυλομηχανής για την μετάδοση της κίνησης από τα εξωτερικά πτερύγια στον οριζόντιο άξονα και από αυτόν στον κατακόρυφο άξονα που φέρει τις μυλόπετρες. Στον μεσαίο όροφο (πατάρι) γίνεται η συγκέντρωση του αλέσματος και στο ισόγειο (κατώι) βρίσκεται συνήθως χώρος υποδοχής και αποθήκευσης.

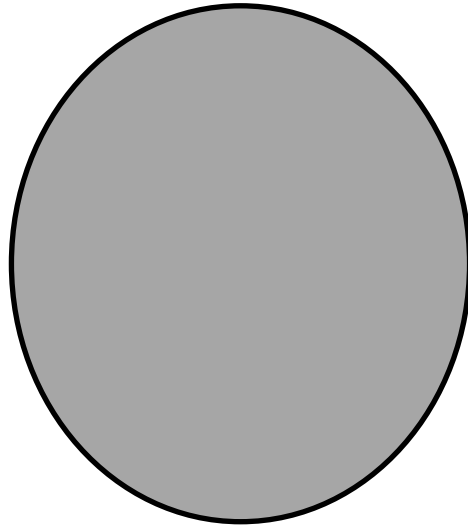
ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΑΝΕΜΟΜΥΛΟΥ



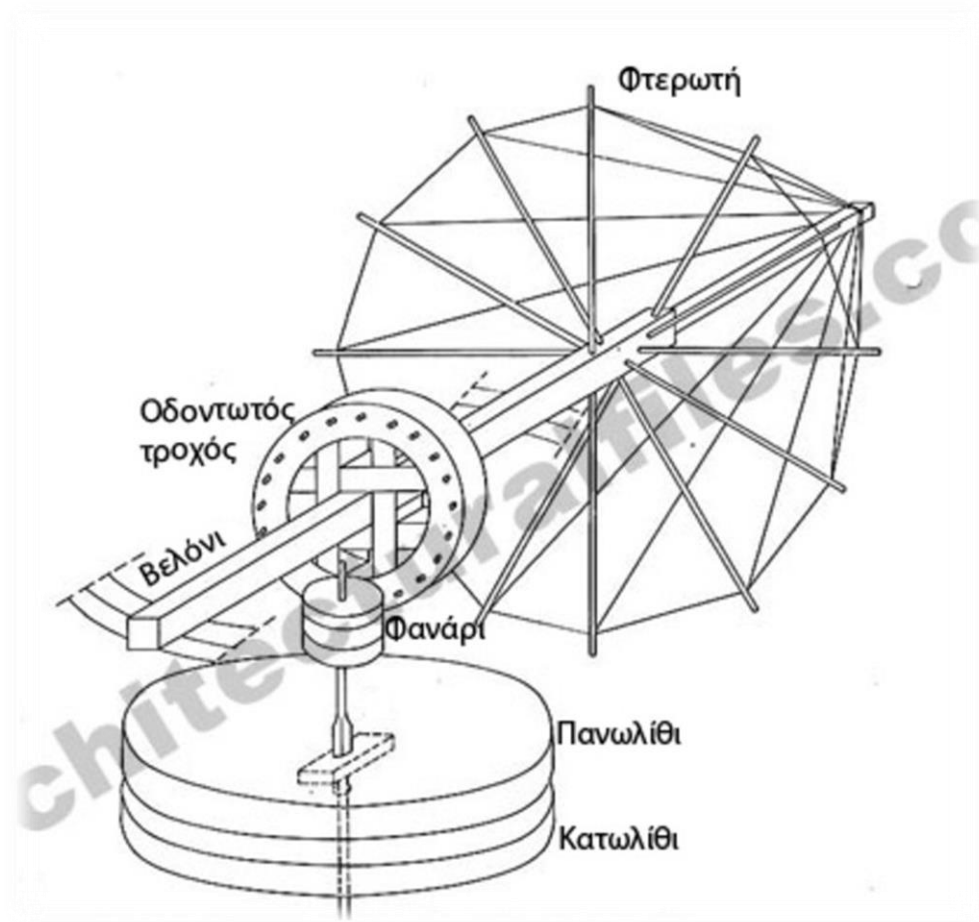
ΠΡΟΨΗ



ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ



ΚΑΤΟΨΗ



ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

Ταράλης οριζόντιου άξονα . Ο ταράλης ανεμόμυλος οριζόντιου άξονα φαίνεται πως είναι μετεξέλιξη του ταράλη κατακόρυφου άξονα ,έτσι ώστε το επίπεδο που ορίζεται από τα πτερύγια της πτερωτής είναι κατακόρυφο και κάθετο στον άξονα. Όταν ο αέρας που φυσά δεν είναι ευνοϊκός για την κίνηση των πτερυγίων της πτερωτής ,ο ανεμόμυλος αυτού του τύπου δεν μπορεί να λειτουργήσει ,αφού δεν υπάρχει και σε αυτόν η δυνατότητα αλλαγής της γωνίας πρόσπτωσης του αέρα πάνω στα πτερύγια.

- **Αξετροχάρης ή μονόπαντος ή μονόκαιρος.** Ο ανεμόμυλος έχει σύστημα οριζόντιου άξονα –κατακόρυφων πτερυγίων ,που όμως δεν μπορεί να περιστραφεί .Επομένως ,η λειτουργία του εξαρτάται από την διεύθυνση του ανέμου που φυσά και γίνεται μόνο όταν ο άνεμος μπορεί να περιστρέψει την πτερωτή και τα πτερύγια. Κατά τα άλλα ισχύουν και για αυτούς όσα αναφέρονται στους **ξετροχάρηδες ανεμόμυλους** . Οι περισσότεροι ανεμόμυλοι τέτοιου τύπου βρίσκονται σήμερα στην Κρήτη, την Σίφνο και την Κάρπαθο. Στην Κρήτη , αξετροχάρηδες είναι οι 24 ανεμόμυλοι στην θέση Σελί Αμπέλου στο οροπέδιο του Λασιθίου. Είναι προσανατολισμένοι βόρεια-βορειοδυτικά μια και από αυτή την διεύθυνση φυσάει συνήθως ο αέρας στη περιοχή.
- **Ξετροχάρης.** Ο πιο διαδεδομένος τύπος ανεμόμυλου στον ελληνικό χώρο και ιδίως στα αιγαιοπελαγίτικα νησιά και την Κρήτη ,είναι ο λεγόμενος **ξετροχάρης μύλος** .Το κτίσμα του μύλου είναι κτιστό πέτρινο ,συνήθως δίπατο με εσωτερική πέτρινη σκάλα και ξύλινα πατώματα ,τύπου πύργου κυλινδρικού σχήματος (πυργόμυλος), με την οροφή, το οριζόντιο άξονα και την φτερωτή να περιστρέφονται χειροκίνητα, για μέγιστη εκμετάλλευση των ανέμων.
- **Οι αντλητικοί ανεμόμυλοι** μια ιδιαίτερη κατηγορία που εγκαταστάθηκαν στο οροπέδιο Λασιθίου στην Κρήτη,

Σήμερα:

Σύμφωνα με στοιχεία του Ινστιτούτου των Ελληνικών Μύλων (I.τ.Ε.Μ.) γύρω στις 45.000 υπολογίζονται οι νερόμυλοι που βρίσκονται σε όλη την ελληνική επικράτεια ενώ γύρω στους 2.000 οι ανεμόμυλοι στον ελληνικό νησιωτικό χώρο (Αιγαίο πέλαγος), τα παράλια και κάποιες κορυφές βουνών της ηπειρωτικής Ελλάδας. Οι ανεμόμυλοι θεωρούνται μνημεία της νεοελληνικής αρχιτεκτονικής κληρονομιάς και προστατεύονται από την νομοθεσία. Παρόλα αυτά, όπου και αν ταξιδέψει κανείς στο Βόρειο Αιγαίο, στις Κυκλάδες, στο Ιόνιο, στην Κρήτη, στα Δωδεκάνησα αντικρίζει ερειπωμένους και κατεστραμμένους τους περισσότερους ανεμόμυλους. Πολύ λίγες εγκαταστάσεις ανεμόμυλων έχουν συντηρηθεί αρκετά ώστε να θυμίζουν το ένδοξο παρελθόν τους και ελάχιστες είναι σήμερα άρτιες λειτουργικά.

ΕΝΟΤΗΤΑ 4^Η

Διαδικασία που ακολουθήθηκε για την κατασκευή του Ανεμόμυλου

- ❖ Αρχικά κατασκευάστηκε το κτήριο του ανεμόμυλου από ένα μεταλλικό τενεκέ χρωμάτων διαμέτρου 120mm που περιτυλίχθηκε με βρεγμένη γυψόγαζα. Μετά το στέγνωμα της γυψόγαζας, στο κτήριο ζωγραφίστηκαν με τέμπερες, η πόρτα και τα παράθυρα του ανεμόμυλου. Στη συνέχεια 10cm από την κορυφή του κτηρίου ανοίχθηκαν με τρυπάνι δύο οπές 10mm (μία εμπρός και μία ακριβώς από πίσω).
- ❖ Η φτερωτή κατασκευάστηκε από ένα κυλινδρικό κομμάτι φελλού διαμέτρου 40mm, στο κέντρο του οποίου σφηνώθηκε ένας ξύλινος άξονας 8mm. Στην περίμετρο του φελλού και σε ίσες αποστάσεις καρφώθηκαν 8 ξύλινα καλαμάκια αφού πρώτα είχαν κοπεί στο επιθυμητό μέγεθος. Περιμετρικά της φτερωτής τα καλαμάκια συνδέθηκαν με σπάγκο όπου επάνω του στερεώθηκαν τα πανιά που κόπηκαν από ειδικό πανί (καραβόπανο).
- ❖ Η σκεπή έγινε από σκληρό χαρτόνι, σε σχήμα κώνου και επενδύθηκε με χόρτο εμβολιασμού (ράφια). Στη συνέχεια στερεώθηκε στην κορυφή του κτηρίου με θερμόκκολα σιλικόνης.
- ❖ Στη συνέχεια ο άξονας της φτερωτής περάστηκε από τις δύο οπές των 10mm που είχαν ανοιχθεί στο κτήριο του ανεμόμυλου. Για να μην φεύγει ο άξονας της φτερωτής κατά την περιστροφή του, τοποθετήθηκε ένα λεπτό κομμάτι φελλού στην πίσω ελεύθερη μεριά του άξονα, για να τον συγκρατεί.
- ❖ Τέλος με θερμόκκολα σιλικόνης στερεώθηκε ο έτοιμος πλέον ανεμόμυλος σε μια ξύλινη βάση από κόντρα πλακέ και διαμορφώθηκε ο περιβάλλον χώρος, έτσι ώστε να θυμίζει την αυλή ενός παραδοσιακού ανεμόμυλου.

ΕΝΟΤΗΤΑ 5^Η

Ιστορική εξέλιξη του Ανεμόμυλου

Η αιολική ενέργεια μια από τις παλαιότερες μορφές φυσικής ενέργειας, αξιοποιήθηκε από πολύ νωρίς για την παραγωγή μηχανικού έργου και έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας. Η σημασία της ενέργειας του ανέμου φαίνεται στην Ελληνική μυθολογία όπου ο Αίολος διορίζεται από τους Θεούς του Ολύμπου ως “Ταμίας των ανέμων”. Ο άνθρωπος πρωτοχρησιμοποίησε την αιολική ενέργεια στα ιστιοφόρα πλοία, γεγονός που συνέβαλε αποφασιστικά στην ανάπτυξη της ναυτιλίας. Μια άλλη εφαρμογή της αιολικής ενέργειας είναι οι ανεμόμυλοι. Μαζί με τους νερόμυλους συγκαταλέγονται στους αρχικούς κινητήρες που αντικατέστησαν τους μυς των ζώων ως πηγές ενέργειας.

Δεν είναι σήμερα γνωστό πότε πρωτοεμφανίστηκαν οι ανεμόμυλοι. Φαίνεται ότι οι αρχαίοι λαοί χρησιμοποιούσαν ανεμόμυλους, αν και η πρώτη αναφορά σε ανεμόμυλο (ένα περσικό συγκρότημα ανεμόμυλων του 644μ.χ.) εμφανίζεται σε έργα Αράβων συγγραφέων του 9ου μ.Χ. αιώνα.



Περσικός Μύλος

Διαδόθηκαν πλατιά στην Ευρώπη επί 650 χρόνια, από τον 12ο μέχρι τις αρχές του 19ου αιώνα, οπότε άρχισε σταδιακά να περιορίζεται η χρήση τους, λόγω κυρίως της ατμομηχανής. Η οριστική τους εκτόπιση άρχισε μετά τον Α' Παγκόσμιο πόλεμο, παράλληλα με την ανάπτυξη του κινητήρα εσωτερικής καύσεως και την διάδοση του ηλεκτρισμού. Κατά τη δεκαετία του 1970, το ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες και ανεμόμυλους ανανεώθηκε λόγω της ενεργειακής κρίσης και των προβλημάτων που δημιουργεί η ρύπανση του περιβάλλοντος.

Αυτό το συγκρότημα των ανεμόμυλων βρισκόταν στο Σειστάν, στα σύνορα της Περσίας και Αφγανιστάν και ήταν "οριζόντιου τύπου" δηλαδή με ιστία (φτερά) τοποθετημένα ακτινικά σε έναν "κατακόρυφο άξονα".

Ο άξονας αυτός στηριζόταν σε ένα μόνιμο κτίσμα με ανοίγματα σε αντιδιαμετρικά σημεία για την είσοδο και την έξοδο του αέρα. Κάθε μύλος έδινε απευθείας κίνηση σε ένα μόνο ζεύγος μυλόπετρες. Οι πρώτοι μύλοι είχαν τα ιστία κάτω από τις μυλόπετρες, όπως δηλαδή συμβαίνει και στους οριζόντιους νερόμυλους από τους οποίους φαίνεται ότι προέρχονταν.

Οι πρώτοι ευρωπαϊκοί ανεμόμυλοι :

Η συζήτηση για το πώς έφτασαν οι ανεμόμυλοι στην **Ευρώπη** δεν έχει λήξει ακόμη. Αν και κάποιοι ερευνητές πιστεύουν ότι μόνο η έμπνευση ήρθε από την Ανατολή και ότι σαν τεχνολογία οι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν και εξελίχτηκαν **ανεξάρτητα** στην Ευρώπη, η επικρατέστερη σήμερα άποψη είναι ότι έφτασαν με τους Άραβες είτε μέσω του **Βυζαντίου** είτε μέσω των **Σταυροφοριών**. Πάντως, γύρω στα τέλη του 12ου αιώνα εμφανίστηκε στην Γαλλία και στην Αγγλία ένας νέος τύπος ανεμόμυλου με φτερωτή κατακόρυφου τύπου με ακτινικά πτερύγια, που κινούσαν **οριζόντιο άξονα** που στηριζόταν κατακόρυφα πάνω σε ένα στύλο (post mill) και περιστρεφόταν ανάλογα με τη διεύθυνση του ανέμου, ώστε να πετυχαίνεται πάντα κάθετη πρόσπτωση του αέρα στα πτερύγια της φτερωτής από όποια διεύθυνση και αν φυσούσε. Η σχεδίαση αυτή του επέτρεπε να μπορεί να λειτουργήσει όλες ή έστω τις περισσότερες ημέρες του χρόνου. Η πρώτη απεικόνιση ανεμόμυλου αυτού του τύπου που βρήκε μεγάλη εξάπλωση στην μεσαιωνική Ευρώπη, βρίσκεται σε ένα Ψαλτήριο (windmill psalter) από το Καντέρμπουρυ της Αγγλίας, που γράφτηκε γύρω στα 1250 και που σήμερα βρίσκεται στη Νέα Υόρκη στην βιβλιοθήκη Pierpont Morgan (Pierpont Morgan Library, MS M 0102).



Απεικόνιση ανεμόμυλου στα διακοσμητικά μοτίβα στο Windmill Psalter (utu.morganlibrary.org)



ανεμόμυλος τύπου στύλου

Στήριξη ανεμόμυλου τύπου στύλου

* Ο ανεμόμυλος σε σχήμα πύργου (**πυργόμυλος, tower mill**) εμφανίστηκε στην Γαλλία στις αρχές του 14ου αιώνα. Σε αυτόν τον τύπο ανεμόμυλου η φτερωτή είναι κατακόρυφου τύπου, με πτερύγια που κινούν **οριζόντιο άξονα** που μεταδίδει την κίνηση στον κατακόρυφο άξονα που είναι αρμοσμένες οι μυλόπετρες. Η ξυλομηχανή και οι μυλόπετρες είναι τοποθετημένες σε έναν κυλινδρικό πέτρινο πύργο με ξύλινη οροφή που μπορεί να κινηθεί χειροκίνητα πάνω σε μία κυκλική τροχιά που βρίσκεται στην κορυφή του πέτρινου πύργου. Η διαφορά του πυργόμυλου από τον ανεμόμυλο σε στύλο, του οποίου είναι βέβαια εξέλιξη, είναι ότι τώρα δεν περιστρέφεται ολόκληρος ο ανεμόμυλος κατά την διεύθυνση του ανέμου, παρά μόνο η οροφή με την πτερωτή και τον άξονα. Οι ανεμόμυλοι διαδόθηκαν ευρύτατα σε όλη την Ευρώπη, στην Κριμαία, την Κίνα, τις Η.Π.Α. Στην βόρειο Κίνα χρησιμοποιήθηκαν, από τον 13ο έως τον 16ο αιώνα, για εξάτμιση του θαλασσινού νερού και παραγωγή αλατιού. Στην Ευρώπη παρουσιάστηκαν διάφοροι τύποι ανεμόμυλου που ήταν εξέλιξη των

αρχικών τύπων και έκαναν την όλη κατασκευή πιο αποδοτική ή χρησιμοποιήθηκαν για εξειδικευμένες εργασίες, όπως:

- * Ανεμόμυλος θαμμένου άξονα. Θεωρείται εξέλιξη του αρχικού τύπου ανεμόμυλου σε στύλο (post mill), όπου ο κατακόρυφος άξονας είναι βυθισμένος στο χώμα (sunk post mill). Είναι από τους πολύ παλιούς τύπους ανεμόμυλου που παρουσιάστηκε για να λύσει τα προβλήματα ευστάθειας που είχαν οι **ελαφριοί** πρώτοι ανεμόμυλοι και καθώς σταδιακά οι κατασκευές έγιναν μεγαλύτερες και βαρύτερες τελικά εγκαταλείφθηκαν.

- * Ανεμόμυλος πυραμιδωτός. Τεχνολογικά είναι ένας πυργόμυλος που όμως στεγάζεται σε ένα **ξύλινο** κτίσμα τύπου πυραμίδας, συνήθως οκταγωνικής (smock mill).

- * Ανεμόμυλος κοίλου άξονα. Ο ανεμόμυλος κοίλου άξονα (hollow post mill) παρουσιάστηκε τον 15ο αιώνα στην Ολλανδία και κυρίως χρησιμοποιήθηκε για αποστραγγίσεις.

- * Ανεμόμυλος αυτόματης στροφής προς την διεύθυνση του ανέμου. Ο Άγγλος Έντμοντ Λη επινόησε το 1745 ένα μηχανισμό (fantail) με τον οποίο η φτερωτή του ανεμόμυλου περιστρεφόταν **αυτόματα** κατά την διεύθυνση του ανέμου. Οι ανεμόμυλοι με τέτοιο μηχανισμό, έχουν μία επί πλέον μικρότερη φτερωτή στην πίσω πλευρά, με πτερύγια κάθετα ως προς τα πτερύγια της μεγάλης βασικής φτερωτής και μία διάταξη που υποχρεώνει τον άξονα του μύλου να στρίψει έτσι ώστε η βασική φτερωτή να μένει πάντα κάθετη στην διεύθυνση του ανέμου.



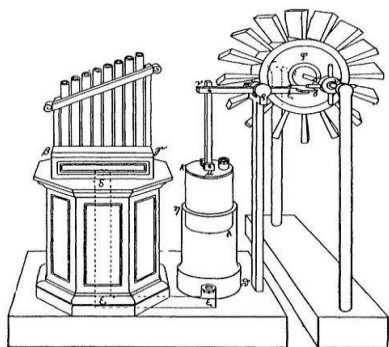
**Πυραμιδικός Ανεμόμυλος
αυτόματης στροφής
(fantail)**

Οι ανεμόμυλοι διαδόθηκαν πλατιά στην Ευρώπη επί 650 χρόνια, από τον 12ο μέχρι τις αρχές του 19ου αιώνα, οπότε άρχισε σταδιακά να περιορίζεται η χρήση τους, λόγω κυρίως της ατμομηχανής. Η οριστική τους εκτόπιση άρχισε μετά τον Α' Παγκόσμιο πόλεμο, παράλληλα με την ανάπτυξη του κινητήρα

εσωτερικής καύσεως και την διάδοση του ηλεκτρισμού. Κατά τη δεκαετία του 1970 , το ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες και ανεμόμυλους ανανεώθηκε λόγω της ενεργειακής κρίσης και των προβλημάτων που δημιουργεί η ρύπανση του περιβάλλοντος.

Οι ανεμόμυλοι στην Χώρας μας

Ο πρώτος ανεμόμυλος σχεδιάστηκε από τον Ήρωνα τον 1^ο μ.Χ αιώνα. Ήταν οριζόντιου άξονα περιστροφής και είχε τέσσερα πτερύγια.



Ο ανεμόμυλος του Ήρωνα του Αλεξανδρέως (1π.χ.-1μ.χ. αιώνα) μαθηματικός, φυσικός, και μηχανικός Σχηματική αναπαράσταση

Οι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν και εξαπλώθηκαν στον ελλαδικό χώρο από τον 12ο αιώνα και μετά. Ο πυργόμυλος είναι γνωστός στο **Βυζάντιο** από τον 15ο αιώνα, αν όχι νωρίτερα και είναι ο τύπος ανεμόμυλου που βρήκε την μεγαλύτερη διάδοση στην Ελλάδα (ξετρογάρης). Σε ελάχιστους ανεμόμυλους σώζεται κτητορική επιγραφή με αναφορά στο έτος κτίσης τους, όμως είναι κάποιες φορές ακόμα και σήμερα ζωντανές οι οικογενειακές ή και κοινοτικές παραδόσεις και νωπές οι αναμνήσεις, που σχετίζονται με την κατασκευή και την ιστορία των ιδιαίτερων αυτών κτισμάτων. Οι κύριες πηγές στοιχείων για αυτούς είναι τα αρχεία των κοινοτήτων και οι αναφορές σε αυτούς στις νοταριακές πράξεις που ρυθμίζουν κληρονομικά και τοπογραφικά θέματα των ανεμόμυλων, οι κοινοτικές αποφάσεις για την δίκαιη εφαρμογή του εθιμικού δίκαιου του αέρα, αλλά και οι αποφάσεις των πολιτικών ή εκκλησιαστικών δικαστηρίων οι σχετικές με διάφορες προστριβές και διενέξεις κατά την λειτουργία τους.

Τέσσερις φαίνεται πως είναι οι τύποι των χρησιμοποιούμενων **αλεστικών** ανεμόμυλων στον ελληνικό χώρο, που έχουν αρκετές διαφορές μορφολογικά και λειτουργικά, από τους αντίστοιχους ευρωπαϊκούς:

- **Ταράλης κατακόρυφου άξονα ή ταβλόμυλος.** Είναι ο παλαιότερος τύπος ανεμόμυλου που εμφανίζεται στην Ελλάδα και φαίνεται ότι προέρχεται από τον νερόμυλο, που είναι σε χρήση από τα αρχαία χρόνια. Στον ταράλη κατακόρυφου άξονα το επίπεδο που ορίζεται από τα πτερύγια της πτερωτής είναι οριζόντιο, κάθετο στον άξονα και πάνω από τις μυλόπετρες. Η ξύλινη πτερωτή είναι μέσα στο κτίσμα, το οποίο επομένως είναι μεγάλο και ογκώδες.

ΕΝΟΤΗΤΑ 6^Η

Αρχές Λειτουργίας –Πως λειτουργεί ο Ανεμόμυλος

Ο άνεμος με δύναμη φουσκώνει τα πανιά και κινεί το κεντρικό οριζόντιο άξονα (το αξόνι), που πατά πάνω σε δυο υποδοχές (τα μαξιλάρια) στην άκρη του βρίσκουμε την φτερωτή (η οποία αποτελείται από 10 – 12 ξύλινα κοντάρια τοποθετημένα ακτινωτά και κάθετα στο αξόνι, καρφωμένα πάνω τους τα πανιά από караβόπανο σε σχήμα τριγώνου τυλίγονται στα κοντάρια και απλώνονται στα σχοινιά περιμετρικά της φτερωτής). Με την σειρά του το αξόνι καθώς περιστρέφεται με το ομοαξονικό κάθετο ξύλινο γρανάζι (τη ρόδα) παρασύρει με ορμή, το οριζόντιο γρανάζι (που ονομάζετε φανάρι ή ανέμη) με σχέση μετάδοσης 1\5, (η ρόδα έχει 60 δόντια, ενώ το φανάρι έχει 12 δόντια, πολλαπλασιάζοντας έτσι τις στροφές). Ενσωματωμένο το φανάρι με τον κάθετο άξονα (το βασιλικό) αντιστέκεται στην περιστροφή γιατί έχει συνδεδεμένο στο κάτω άκρο του μια μυλόπετρα (την παναριά) σεβαστού βάρους που τρίβετε πάνω στην σταθερή μυλόπετρα (την καταριά) που μένει ακίνητη και περιμένει να δεχτεί τους πολύτιμους σπόρους από την χοάνη, έτσι ώστε να αρχίσει η άλεση των δημητριακών.

Για την εκμετάλλευση όλων των ανέμων το σύστημα (φτερωτή – αξόνι – ρόδα) περιστρέφεται ώστε το αξόνι να είναι πάντα παράλληλο με την διεύθυνση του ανέμου. Το αξόνι πατά στα μαξιλάρια, αυτά με την σειρά τους στηρίζονται σ' ένα στεφάνι, που πατώντας στο πάνω μέρος του τοίχου, έχει την ικανότητα να περιστρέφεται (η περιστροφή αυτή γίνεται με την βοήθεια ενός λοστού). Σαν δεν είχαν αλέσματα, πάνω σε μια αντένα ανέπτυσσαν κατά το ήμισυ το «πανί της» περιστρέφοντας τον τροχό, ώστε να φτάσει στο ψηλότερο σημείο και να φαίνεται από μακριά. Αυτό ήταν το σύνθημα (σινιάλλο) ότι ο μύλος ζητούσε αλέσματα για να αλέσει. Εξίσου σημαντική και δύσκολη εργασία ήταν το «κοπίδιασμα», ελαφρό λάξευμα στις πέτρες του μύλου που γινόταν σχεδόν κάθε 7-8 ημέρες, εφόσον ο μύλος δούλευε με έντονο ρυθμό, κάποτε και τις νύχτες με λυχνάρι. Για να σηκωθεί η πάνω πέτρα δεν χρησιμοποιούσαν «ακουφητή», αλλά με το τιμόνι και μ' ένα σχοινί με κόμπο στην οπή της πέτρας έδεναν την άλλη άκρη στον άξονα του ανεμοτροχού και έπαιρναν μερικές στροφές. Η τεράστια πέτρα σταδιακά σηκωνόταν σαν από γερανό και με ξυλένια στηρίγματα, «τα κατρακύλια», την κατρακυλούσαν δίπλα. Έτσι ήταν το πεδίο ελεύθερο για το κοπίδιασμα να κάνει «μύτες-ρουθούνια» και να κόβει άνετα τους σπόρους.

Το σιτάρι έβγαине ψιλοκομμένο - φαρίνα, χοντροκομμένο ή πλιγούρι για τραχανάδες, ανάλογα με τη θέληση του μυλωνά. Αυτό γίνονταν με ειδικό μοχλό μετακινώντας την πάνω μυλόπετρα (και έτσι μίκραινε ή μεγάλωνε το άνοιγμα μεταξύ των μυλόπετρων). Πολλές φορές ο μυλωνάς, κρατούσε την κουτάβια ή χελώνα, που ήταν σα σφήνα και μ' αυτή ανακάτευε το σιτάρι, για να αλέθεται ομοιόμορφα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 7^Η

Χρησιμότητα του Ανεμόμυλου για τον άνθρωπο και την κοινωνία

Άλεση των σιτηρών : Για το άλεσμα των δημητριακών χτίστηκαν οι ανεμόμυλοι. Έτσι στα τέλη του 19ου αιώνα συναντούμε στις Κυκλάδες τη μεγαλύτερη πυκνότητα αλεστικών ανεμόμυλων τόσο ανά τετραγωνικό χιλιόμετρο (1 ανά 4 τετρ. χλμ), όσο και ανά αριθμό κατοίκων (1 ανά 190 κατοίκους). Η δημιουργία και η εξέλιξή τους έχει ειπωθεί σε προηγούμενη ενότητα.



Αντλίες ανεμόμυλων : τέτοιοι χρησιμοποιούνταν για την ύδρευση κατοικιών. Ήταν κατασκευασμένοι από ξύλο και κινούσαν παλινδρομικές αντλίες μ' έναν απλό μηχανισμό στροφάλου. Εξαιτίας όμως της χρήσης του ηλεκτρισμού, η χρήση τους περιορίστηκε. Σε χώρες με ξηρασία όπου τα υπόγεια αρτεσιανά ύδατα βρίσκονταν από 100 ως 1000 μέτρα από την επιφάνεια του εδάφους. Φτιάχνουν γεώτρηση και στην κορυφή τοποθετούν έναν ανεμόμυλο και στο κάτω μέρος ένα κύλινδρο παλινδρομικής αντλίας. Αυτό γεμίζει νερό την δεξαμενή που τροφοδοτούσε την ύδρευση.

Μια παραλλαγή ανεμόμυλου χρησιμοποιήθηκε στο οροπέδιο του Λασιθίου στην Κρήτη, για την άντληση νερού. Αυτοί ήταν στην αρχή ξύλινες αργότερα σιδερένιες κατασκευές με πάνινα πτερύγια. Από τους 10.000 που υπολογίζεται ότι υπήρχαν στις αρχές του 20ου αιώνα, σήμερα λειτουργούν ελάχιστοι. Διαθέτουν φτερωτή με 8 πάνινα πτερύγια, και το σώμα της αντλίας κατασκευάζεται από άδειους κάλυκες πυροβολικού, το δε έμβολο είναι καλυμμένο με χοντρό πετσί κάπρου.



Ανεμοαντλίες

στην Αφρική



στο Οροπέδιο Λασιθίου

Αποξήρανση εδαφών : Η χρήση αυτή άρχισε στην Ολλανδία, όταν οι κάτοικοι θέλησαν να εκτείνουν τα καλλιεργήσιμα εδάφη. Στην αρχή χρησιμοποιήθηκε τροχός με σκαφίδα. Ήταν όμοιος σε εμφάνιση μ' ένα συμβατικό νεροτροχό, όμως τα πτερύγιά του σήκωναν νερό όταν ο άνεμος γύριζε τον τροχό. Χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλη κλίμακα και στην ανατολική Αγγλία όπου έγιναν και χαρακτηριστικό στοιχείο της υπαίθρου. Ορισμένοι μύλοι αποξήρανσης χρησιμοποιούσαν «σπείρες του Αρχιμήδη». Το όργανο αυτό περιέχει ένα κεκλιμένο άξονα που έχει μια περιστρεφόμενη έλικα μέσα σ' ένα σωλήνα. Αυτή η μέθοδος είναι ικανή ν' ανεβάσει νερό σε μεγαλύτερα ύψη και χρησιμοποιείται σε μοντέρνες κατασκευές αποξήρανσης εδαφών στην Ολλανδία.



Ολλανδικός ανεμόμυλος. Διακρίνονται οι αεροτομές (άνω δεξιά) καθώς και ο μηχανισμός περιστροφής του άξονα.

ΕΝΟΤΗΤΑ 8^Η

Κατάλογος Υλικών και Εργαλείων

Υλικά	Εργαλεία
Ξύλο (κόντρα πλακέ)	Τρυπάνι
Μεταλλικός τενεκές από χρώμα	Ψαλίδι
Χαρτόνι	Διαβήτης
Ξύλινα καλαμάκια	Κόφτης
Φελλός	Πιστόλι θερμοκόλλησης
Ξύλινος άξονας	Πριονάκι
Σχοινάκι	Χάρακας
Πανί (λευκό καραβόπανο)	Πλαστικό μπολ
Ράβδος σιλικόνης θερμοκόλλησης	Πινέλο
Γυψόγαζα	Παλέτα χρωμάτων
Τέμπερες	
Νερό	
Χόρτο εμβολιασμού	



ΕΝΟΤΗΤΑ 9^Η

Κόστος κατασκευής

A/A	Υλικά	Κόστος
1	Ξύλο (κόντρα πλακέ) 40x30 εκ.	5.00 €
2	Μεταλλικός τενεκές από χρώμα	0,00 €
3	Χαρτόνι	0.50 €
4	8 Ξύλινα καλαμάκια	0.10 €
5	1 Φελλός	0,00 €
6	1 Ξύλινος άξονας	0.20 €
7	Σχοινάκι	0,00 €
8	Καραβόπανο 10X60 εκ	0,00 €
9	1 Ράβδος σιλικόνης θερμοκόλλησης	0.30 €
10	1 Γυψόγαζα	1.80 €
11	Τέμπερες	2.20 €
12	Νερό	0,00 €
13	Χόρτο εμβολιασμού	1.80 €
Εργασία 5ώρες X 3€/ώρα		15.00 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ		26.90 €



ΕΝΟΤΗΤΑ 10^H

Βιβλιογραφία – Πηγές Πληροφόρησης

- http://archive.worldhistoria.com/nashtifan-the-ancient-city-of-windmills_topic27376.html
- http://www.hellenicmills.gr/basic_info_gr.html
- http://egpaid.blogspot.com/2010/10/blog-post_06.html
- http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/human_activities/metrisi.htm
- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B7%CE%B3%CE%AE%CE%B5%CE%BD%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82>
- <https://ellas2.wordpress.com/2011/03/10/%CE%B5%CE%BB%CE%B%CE%B7%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%B9-%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CE%BC%CE%BF%CE%BC%CF%85%CE%BB%CE%BF%CE%B9/>
- <http://www.tallos.gr/library.asp?id=5>
- <http://costisnet.weebly.com/alphanuepsilonmu972muupsilonlambdामीcroniota.html>
- <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=281&language=el-GR>
- <http://www.allaboutenergy.gr/Piges22.html>
- <http://physiclessons.blogspot.gr/2013/01/blog-post.html>
- Ηλίας Παπαθανάσης: «Ενέργεια από τη θάλασσα», *Περισκόπιο της Επιστήμης*, Ιανουάριος 1997, σελ. 64
- Αντωνίου Ν., Δημητριάδης Π., Καμπούρης Κ., Παπαμιχάλης Κ., Παπατσίμπα Λ., “Φυσική β’ γυμνασίου”, Οργανισμός Εκδόσεων Διδακτικών Βιβλίων, Αθήνα 2011, 100-101 σελ.

