

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΕΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΩΚΕΑΝΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



**Σπουδαστής:** Σταμούλης Ιωάννης  
**Έποπτεύων καθηγητής:** Καλογήρου Ιωάννης

Πάτρα 2010

[κενò]



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	7
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	10
<b>0.1.0.</b> - Τί ἐστὶ Ἀνανεώσιμη Ἐνέργεια.....	12
<b>0.1.1.</b> - Ἱστορία.....	12
<b>0.1.2.</b> - Τὰ ὀρυκτὰ καύσιμα.....	13
<b>0.1.3.</b> - Γιατὶ στηριζόμαστε ἐκεῖ λοιπόν;.....	14
<b>0.1.4.</b> - Τὰ μειονεκτήματα.....	14
<b>0.1.5.</b> - Ἄνθρακες ὁ θυσαυρὸς.....	17
<b>0.1.6.</b> - Ἡ μόλυνσις, οἱ κλιματικὲς ἐπιπτώσεις.....	18
<b>0.1.7.</b> - ... ἡ ἄνοδος τῶν θερμοκρασιῶν.....	19
<b>0.1.8.</b> - ...καὶ ἡ ἐνεργειακὴ κρίσις.....	20
<b>0.1.9.</b> - Δύσκολη ἡ ἀγορὰ.....	21
<b>0.2.0.</b> - Ἡ ὁδὸς τῶν Α.Π.Ε.....	22
<b>0.2.1.</b> - Πλεονεκτήματα τῶν Α.Π.Ε.....	23
<b>0.2.2.</b> - Μειονεκτήματα τῶν Α.Π.Ε.....	24
<b>0.2.3.</b> - Σὺν καὶ πλὴν ἴσον... σὺν!.....	25
<b>0.3.0.</b> - Πολιτικὸ γίγνεσθαι - Τὶ πρέπει νὰ γίνῃ.....	26
<b>0.3.1.</b> - Ἡ δική μας ἀφετηρία.....	26
<b>0.3.2.</b> - Ἐν Ἑλλάδι.....	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 1.</b> .....	29
<b>1.1.0.</b> - Περὶ ἀνέμων καὶ ὑδάτων.....	30
<b>1.1.1.</b> - Ἄριστον μὲν ὕδωρ - Ἡ σημασία τῆς θαλάσσης.....	32
<b>1.1.2.</b> - Ποῦ τὴν βρίσκει τὴν ἐνέργεια ὁ ὠκεανός;.....	33
<b>1.1.3.</b> - Τὸ μέγεθος τοῦ θεωρητικοῦ δυναμικοῦ.....	33
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2.</b> .....	35
<b>2.0.0.</b> - Ὠκεάνια ἐνέργεια.....	36
<b>2.0.1.</b> - Ἐλλείψει πετρελαίου.....	36
<b>2.0.2.</b> - Ἡ Ταξινόμησις.....	38
<b>2.1.0.</b> - Κυματικὴ ἰσχὺς ( <b>wave power</b> ).....	39
<b>2.1.1.</b> - Ὀλίγα περὶ κυματικῆς.....	42
<b>2.1.2.</b> - Τί θέλω ἀπὸ ἓνα κύμα;.....	42

2.1.3. - Μετάδοσις.....	42
2.1.4. - Υπολογισμός ισχύος.....	42
2.1.5. - Ποῦ τὰ βρίσκουμε.....	45
2.1.6. - Κυμάτων διάθεσις.....	46
2.1.7. - Ἡ σκέδασις τοῦ ἐνεργειακοῦ δυναμικοῦ.....	48
2.1.8. - Κυμάτων πρόβλεψις.....	50
2.1.9. - Ἀρνητικὰ κυματικῆς ἐνέργειας (α).....	53
2.1.10. - Ἀρνητικὰ κυματικῆς ἐνέργειας (β).....	54
2.1.11. - Τὸ συμπέρασμα.....	55
2.1.12. - Περιβαλλοντολογικὴ ἐπίπτωσις.....	55
2.1.13. - Ὑπερπόντια κυματικὴ (Offshore wave).....	56
2.1.14. - Τεχνολογίες Offshore.....	57
2.1.15. - Ἀνάλυσις: Point Absorber (Ἐξασθηνεταὶ).....	57
<b>Powerbuoy</b>	
2.2.1. - Εἰσαγωγικὰ.....	58
2.2.2. - Πρόσφατες ἐνέργειες τῆς ἐταιρίας.....	59
<b>Aquabuoy</b>	
2.3.1. - Πῶς λειτουργεῖ.....	62
<b>Archimedes Wave Swing</b>	
2.4.1. - Ἀρχὴ λειτουργίας.....	65
2.4.2. - Ὀλίγα ἱστορικὰ.....	66
2.4.3. - Ἴσχυς.....	69
2.4.4. - Γεννήτρια.....	69
2.5.0. - Attenuators (Ἐξασθηνεταὶ).....	71
<b>Pelamis</b>	
2.5.1. - Λειτουργία τοῦ Pelamis.....	71
2.5.2. - Πλεονεκτήματα.....	73
2.5.3. - Τὸ ὑλικὸ κατασκευῆς.....	73
2.5.4. - Ἴσχυς τοῦ Pelamis.....	74
2.6.0. - Overtopping devices (Συσκευές ὑπερχειλήσεως).....	77

**Wave Dragon**

2.6.1. - Αρχή λειτουργίας του <b>Wave Dragon</b> .....	77
2.6.2. - Στοιχεία.....	78
2.6.3. - Τὰ πτερύγια.....	78
2.6.4. - Τὸ μέγεθος.....	79
2.6.5. - Ἡ ἰσχὺς τοῦ <b>Wave Dragon</b> .....	
.....	<b>80</b>
2.6.6. - Περὶ στροβίλων - μέρος 1ον.....	80
2.6.7. - Περὶ στροβίλων - μέρος 2ον.....	81
2.7.0. - Στήλη Ταλαντευομένου Ὑδατος ( <b>OWC</b> ).....	83

**LIMPET**

2.7.1. - Τὸ <b>LIMPET</b> .....	83
2.7.2. - Περὶ τουρμπινῶν.....	84

**Pico plant**

2.8.1 - Τὸ χθὲς.....	85
2.8.2. - Τὸ σήμερον.....	85

**Oyster**

2.8.1. - Τὸ <b>Oyster</b> .....	86
2.8.2. - Ἰσχὺς τοῦ <b>Oyster</b> .....	87
2.8.3. - Τεχνολογικὴ ἔφοδος.....	88

2.9.0. - Ὑποθαλάσσια ρεύματα ( <b>Marine Currents</b> ).....	89
2.9.1. - Τί ζητῶ ἀπὸ ἓνα τέτοιο ρεῦμα;.....	89
2.9.2. - Ἐνεργειακὸ δυναμικὸν.....	89
2.9.3. - Ρευμάτων διάθεσις.....	
.....	<b>90</b>
2.9.5. - Κόστος;.....	92

**Atlantis**

2.10.1 - Χαρακτηριστικὰ.....	93
2.10.2. - Μέχρι νεωτέρας.....	94

**SeaGen**

2.11.1. - <b>SeaFlow</b> .....	95
2.11.2. - Ἡ <b>SeaGen</b> .....	96
2.11.3. - Στοιχεῖα γιὰ τὴν <b>SeaGen</b> .....	
.....	<b>96</b>

<b>2.12.0.</b> - Παλιρροϊκά κύματα.....	<b>97</b>
<b>2.12.1</b> - Τρόποι εκμεταλλεύσεως : Φράγμα ( <b>Barrage</b> ).....	<b>97</b>
<b>2.12.2.</b> - Παλιρροϊκά ρεύματα ( <b>Tidal Currents</b> ).....	<b>99</b>
<b>2.12.3.</b> - Περιβαλλοντολικές συνέπειες Παλιρροιακής ενέργειας.....	<b>99</b>
<b>2.13.0</b> - Μετατροπή Ωκεάνιας Θερμικής Ένέργειας.....	<b>100</b>
<b>2.13.1.</b> - Θερμική κατανομή.....	
..... <b>100</b>	
<b>2.13.2.</b> - Τò Παρελθόν.....	<b>101</b>
<b>2.13.3.</b> - Ποῦ μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθῆ τὸ <b>OTEC</b> ;	<b>102</b>
<b>2.13.4.</b> - Πῶς λειτουργεῖ;	<b>103</b>
<b>2.14.5.</b> - Ἐπιθαλάσσιοι καὶ ἐπίγειοι σταθμοὶ.....	<b>104</b>
<b>2.14.6.</b> - Οἱ διαφορὲς των.....	<b>104</b>
<b>2.14.7.</b> - <b>OTEC</b> κλειστοῦ κύκλου ( <b>Closed-cycle OTEC</b> ).....	<b>105</b>
<b>2.14.8.</b> - <b>OTEC</b> ἀνοικτοῦ κύκλου ( <b>Open-cycle OTEC</b> ).....	<b>105</b>
<b>2.14.9.</b> - Παραπλήσια ὀφέλη τοῦ <b>OTEC</b> .....	<b>106</b>
<b>2.15.10.</b> - Περιβαλλοντικὰ ὀφέλη.....	<b>106</b>
<b>2.15.11</b> - Ἀγορὲς γιὰ τὸ <b>OTEC</b> .....	<b>107</b>
<b>2.15.12</b> - Τὸ Κόστος.....	<b>107</b>
<b>2.15.13.</b> - Πλεονεκτήματα τοῦ <b>OTEC</b> .....	<b>107</b>
<b>2.15.14.</b> - Μειονεκτήματα τοῦ <b>OTEC</b> .....	<b>108</b>
<b>ΕΠΙΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>109</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>111</b>

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ἡ Ἔργασία αὐτὴ φέρει τὸ οὖνομα «Ὠκεάνια Ἐνέργεια», καὶ μοῦ δόθηκε ἀπὸ τὸ Τεχνολογικὸ Ἰδρυμα Πατρῶν ὅπου καὶ σπούδαζα. Τὸ θέμα εἶναι ἄκρως σχετικὸ μὲ τὸν κλάδο τῶν ἐνεργειακῶν Μηχανικῶν, ἂν καὶ πρόκειται γιὰ ἓναν τομέα ποὺ ὑπολείπεται σὲ φήμη ἀπὸ τὶς ἄλλες Ἀνανεώσιμες Πηγὲς Ἐνέργειας.

### Στόχος - Σκοπὸς

Σκοπὸς τῆς παρούσης Πτυχιακῆς Ἔργασίας εἶναι νὰ παρουσιάσει τὴν Ὠκεάνια Ἐνέργεια, τὰ ὀφέλη καὶ τὰ πλεονεκτήματά της, καθὼς καὶ τὴν ἀναφορὰ τῶν σύγχρονων τεχνολογιῶν μετατροπῆς ἐνέργειας ποὺ τὴν ἀφοροῦν.

### Δομὴ

Ἡ Πτυχιακὴ κατηγοριοποιήθηκε σὲ δύο κύρια κεφάλαια, πλὴν τῆς εἰσαγωγῆς, τὸ καθένα μὲ ὑποκατηγορίες καὶ ὑποσύνολα.

Ἡ εἰσαγωγή ἀφορᾷ τὴν χρῆσιν τῶν ὀρυκτῶν καυσίμων ὡς ἀποκλειστικὴ πηγὴ ἐνέργειας τοῦ σύγχρονου πολιτισμοῦ, τὴν δραματικὴν ἐπίπτωση ποὺ ἔχει ἐπιφέρει στὴν Μητέρα Φύση καὶ τί συνέπειες θὰ ἔχει καθεξῆς, ἢ παρουσία τῶν ἀνανεώσιμων πηγῶν καὶ οἱ θαυμάσιες δυνατότητές τους. Πρέπει νὰ πῶ πῶς τοῦτο τὸ θεωρῶ ἓνα βαρυσήμαντο θέμα ποὺ μὲ ἐνδιαφέρει τὰ μᾶλα. Ἐκοψα ἀκόμη πολλὰ στοιχεῖα ἀπὸ τὸ εἰσαγωγικὸ κείμενο, ὅταν παρατηροῦσα πῶς παρέκλινα ἐπὶ τοῦ

θέματος και του ἔδινα περισσότερη ἔκταση. Πάντως, ἐπαναλαμβάνω πὼς εἶναι ὑπέροχο ζήτημα καὶ εἶμαι βέβαιος πὼς θὰ ἀποτελέσει τὸν πυρήνα ἔντονων συζητήσεων τοῦ αἰῶνος.

Στὸ πρῶτο κεφάλαιο θέλω νὰ προσδώσω στὸν ἀναγνώστη τὴν σημασία ποὺ κατέχει ἡ θάλασσα στὴν διατήρηση καὶ διαμόρφωση ὅλης ἀνεξεραίτως τῆς ζωῆς πάνω στὸν πλανήτη, καὶ πὼς ἀποτελοῦν κάτι πολὺ περισσότερο ἀπὸ ἀπλῶς τεράστιες δεξαμενές ὕδατος.

Τὸ δεύτερο κεφάλαιο ἀφορᾷ τὴν κατηγοριοποίηση τῶν νῦν διαθέσιμων ὠκεάνιων τεχνολογιῶν καὶ τὴν ἀναφορὰ τῶν σημαντικότερων ἐξ' αὐτῶν. Οἱ ἐταιρίες καὶ τὰ προϊόντα τους εἶναι τὰ περισσότερο νέα καὶ δοκιμασμένα ποὺ βρῆκα. Δὲν ἀσχολήθηκα κὰν μὲ παλαιές ἰδέες τύπου «**nodding duck**», ἀφοῦ δὲν ἐντόπισα ἐταιρία ποὺ νὰ τὸ χρησιμοποιεῖ, καὶ πιστεύω πὼς δὲν ἀξίζει ἀναφοράς. Ἐπίσης τὸ δεύτερο κεφάλαιο θὰ καταλαμβάνει καὶ τὸν μεγαλύτερον ὄγκο τῆς ἐργασίας, ὅπως καὶ πρέπει.

## Μορφοποιήσις

Γιὰ τὴν δομὴ τῶν σελίδων χρησιμοποίησα τὴν μέθοδο τῆς παραγράφου. «Τίτλος, παράγραφος, τίτλος παράγραφος», διότι ἔμεινα ἀρκετᾶ εὐχαριστημένος ἀπὸ τὸ ὀπτικὸ ἀποτέλεσμα. Τὸ θεώρησα εὐανάγνωστο καὶ ξεκούραστο ὡς δομικὸ σύστημα.

Καὶ τοποθέτησα καὶ ἀρκετὲς φωτογραφίες, ἀφενὸς γιὰτὶ εἶναι πολὺ περισσότερο περιγραφικὸ ἀπ' τὸ ν' ἀραδιάζεις ἀκατάχετα πληροφορίες (μὴν ξεχνᾶμε, μία εἰκόνα ἴσοῦται χίλιες λέξεις) καὶ ἀφετέρου εἶναι περισσότερο ἐνδιαφέρον, δίχως νὰ πλήττει τὴν ζωὴ σου ἀπὸ τὴν συνεχὴ καὶ ξερὴ ἀνάγνωση.

## Περὶ γλώσσης

Θέλω νὰ ζητήσω συγνώμη γιὰ τυχόν ὀρθογραφικὰ σφάλματα. Δὲν χρησιμοποιοῦ τὸν ὀρθογραφικὸ ἔλεγχο τοῦ **Word** (σιγᾶ μὴν μοῦ πεῖ ἐμένα τὸ πρόγραμμα εἰς ποιὰν ἐκδοχὴ τῆς Ἑλληνικῆς γλώσσης θὰ γράψω τὴν ἐργασία μου). Περὶ Γραμματικῆς, ἔβαζα ὀξυβαρεῖα κάθε φορὰ ποὺ ἓνα ἐπίρρημα κατέληγε σὲ -α. Πχ, «*προώθησε οἰκονομικᾶ τὴν χῶραν*». Αὐτὸ μὲ βοηθᾶ νὰ ξεχωρίζω ἀπὸ τὰ ἐπίθετα, πχ, «*οἰκονομικὰ στοιχεῖα*». Καὶ μὲ τὰ δίχρονα εἶχα ἓνα μικρὸ προβληματάκι, κυρίως τὸ -



α στην παραλήγουσα με παίδεψε. Ακόμη δὲν γνωρίζω ἂν ὀρισμένες ἐπιλογές στην πνοή και στον τονισμό εἶναι ὀρθές ἢ ὄχι.

Και στᾱ περι γλώσσης, εἶμαι πραγματικᾶ ἀπόλυτος στᾱ λάθη και πανευτυχῆς πού ἀπ' ὄλες τις φρικωδίες πού ὀνομάζουν γλώσσες, ἐγῶ ὀμιλῶ την Ἑλληνικήν, ἔστω και σὲ αὐτήν την παρακμή της.

### Οἱ πληροφορίες

Τὸ ψάξιμο τῶν πληροφοριῶν ἦταν χρονοβόρο και ἐπίπονο σὲ πάμπολες περιπτώσεις, και οἱ πληροφορίες λιγοστῆς. Ὁ ἀνταγωνισμός εἶναι πολὺ ἔντονος και σὲ τούτη την χρονική στιγμή τὰ κατασκευαστικὰ μυστικὰ πρέπει νὰ παραμείνουν μυστικά. Τεχνικὰ στοιχεῖα ἦταν σὲ ὀρισμένες φορῆς ἀδύνατον (γιᾱ ἐμένα τουλάχιστον νὰ βρεθοῦν)

Πρόκειται ἐξᾶλλου, γιᾱ μία νέα, ἐκκολαπτόμενη πηγή ἐνέργειας, με̄ ἀγορῆς και δυνατότητες πού μόλις ἀντιλαμβανόμαστε. Αὐτή εἶναι μία πρώτη ιδέα. Ἄν δοθεῖ τὸ κατάλληλο ἐνδιαφέρον, με̄ την πάροδο του χρόνου θᾱ παρατηροῦμε την ἀνθιση τῆς ὀκεάνιας ἐνέργειας, ὄπως συνέβη με̄ την Αἰολική και ἠλιακή δεκαετίες παλαιότερα.

*Νηποίησι οὐ λόγος, ἀλλὰ ξυμφορὴ γίνεται διδάσκαλος.*

Γιᾱ τοῦς ἠλίθιους, ὄχι ὁ λόγος, ἀλλὰ ἡ συμφορὰ γίνεται δάσκαλος.

Δημόκριτος

*Εἷς ἐμοὶ μύριοι, ἐὰν ἄριστος ἦ.*

Ἔνας, ἐὰν εἶναι ἄριστος, εἶναι γιᾱ ἐμένα δέκα χιλιάδες.

Ἡράκλειτος

Δεινὸν δ' ὅταν τις μὴ φρονῶν δοκῆ φρινεῖν.

Εἶναι τρομερὸ ὅταν κάποιος νομίζει πῶς εἶναι συνετὸς καὶ δὲν εἶναι.

Κριτίας

Οὐ μετανοεῖν ἀλλὰ προνοεῖν χρὴ τὸν ἄνδρα τὸν σοφόν.

Ὁ σοφὸς ἄνδρας δὲν μετανοεῖ, ἀλλὰ προνοεῖ.

Ἐπίχαρμος

Τὸ πολυτελέστατον ἀνάλωμα, τὸν χρόνον.

Τὸ πολυτιμότερο ἀγαθὸ πὺ σπαταλοῦμε, ὁ χρόνος.

Ἀντιφῶν

Τὸ τῆς πόλεως ὅλης ἦθος ὁμοιοῦται τοῖς ἄρχουσιν.

Τὸ ἦθος ὅλης τῆς πόλεως εἶναι ἴδιο μὲ αὐτὸ τῶν ἀρχόντων τῆς.

Ἰσοκράτης

Στέφανον μὴ τίλλειν

Μὴ μαδᾶς τὴν στέφανο = (νόμους τῆς πόλεως)

Πυθαγόρας

Ὡ δαιμόνιοι, μέχρι κόσου ἔτι πρύμνην ἀνακρούσεσθαι;

Ὡ κακόμοιοι, μέχρι πόσο ἀκόμη σκοπεύετε νὰ ὑποχωρεῖτε;

Θεὰ

Ἀθηνᾶ

*Ἄν οἱ Ἕλληνες ἀποκτήσουν μὀρφωση καὶ ἐνότητα, ἀλίμονό μας.*

**Winston**

**Chuchill**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ό λόγος περι τῶν ἀνανεώσιμων πηγῶν ἐνέργειας, οἱ ἀπόρροιες τῆς ἀδειάλειπτης καὶ ἀποκλειστικῆς χρήσεως τῶν ὀρυκτῶν καυσίμων καὶ τὰ γνωστὰ παρ' ἡμῖν χαρακτηριστικὰ συμπεράσματα.



### 0.1.0. - Τί ἐστὶ «Ἀνανεώσιμη Ἐνέργεια»;

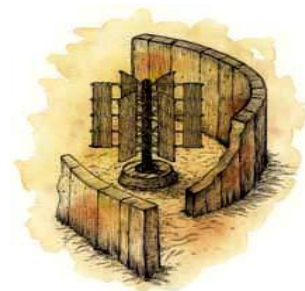
Ὅταν σκεφτόμαστε περὶ «Ἀνανεώσιμης Ἐνέργειας», συνήθως ὁ ἄνεμος, ὁ Ἥλιος καὶ ἡ ὕδατόπτωσης εἶναι αὐτὰ πού μᾶς ἔρχονται πρῶτα εἰς τὸν νοῦ. Καὶ ἐπειδὴ θὰ συναντοῦμε καὶ θὰ ἀκοῦμε τὸν ὄρο αὐτὸν ὅλο καὶ περισσότερο συχνᾶ, μποροῦμε νὰ δώσουμε ἕναν ἀπλὸ ὀρισμὸ.

Ὡς **Ἀνανεώσιμες Πηγές Ἐνέργειας** ἢ **Ἥπιες Μορφές Ἐνέργειας** θὰ ὀρίζουμε τὴν ἐνέργειαν ἐκείνη πού ἀντλεῖται ἀπὸ πηγές οἱ ὁποῖες ἀναπληρώνονται καὶ ἀντικαθίστανται διαρκῶς, (ἐξ' οὗ καὶ ὁ ὄρος *ἀνανεώσιμες*) ἐνῶ ὁ ὄρος *Ἥπιες* συνάγει στὸ γεγονός ὅτι ἀφενὸς γιὰ τὴν ἐκμετάλευση αὐτῶν τῶν μορφῶν ἐνέργειας ἀπαιτεῖται οὐδεμία ἀνθρώπινη ἐνεργητικὴ παρέμβαση (ἐξόρυξις, ἀντλησις ἢ ἐπεξεργασία) καὶ ἀφετέρου -καὶ τὸ σπουδαιότερον- οἱ μορφές αὐτές φέρουν τὶς ἐλάχιστες καταστροφικὲς ἐπιπτώσεις στὸ φυσικὸ περιβάλλον καθὼς **δὲν** ἀποδεσμεύουν παράγωγα καύσεων ἢ τοξικὰ καὶ ραδιενεργὰ ἀπόβλητα πού συναντοῦμε σὲ ἄλλες μορφές ἐνέργειας οἱ ὁποῖες χρησιμοποιοῦνται δυστυχῶς κατὰ κόρον σὲ παγκόσμιο ἐπίπεδο.

Σήμερα στὶς μορφές Ἀνανεώσιμης Ἐνέργειας κατατάσσουμε πέραν τῆς Ἡλιακῆς, τῆς Αἰολικῆς καὶ τῆς Ὑδροηλεκτρικῆς, τὴν Ὠκεάνια, τὴν Γεωθερμία, τὴν Βιομᾶζα καὶ τὸ Ὑδρογόνο.

### 0.1.1. - Ἱστορία

Αὐτὸ πού γνωρίζουμε σήμερα ὡς Ἀνανεώσιμη ἐνέργεια ἔχει χρησιμοποιηθεῖ ἀπὸ τὸν ἄνθρωπο στὴν αὐγὴ τῆς καταγραφόμενης ἱστορίας του ὡς ἀποκλειστικᾶ σχεδόν τὰ τέλη τοῦ **19**ου αἰῶνος, ὅπου καὶ στράφηκε στὴν λύση τῆς χρησιμοποίησεως τῶν συμβατικῶν καυσίμων μὲ καταλυτικὴ ἐξέλιξη τὴν ἀνακάλυψη τεραστίων κοιτασμάτων -κυρίως- πετρελαίου.



Ἡ καύσις τῆς διαθέσιμης ξυλείας γιὰ παραγωγή θερμότητος καὶ φωτὸς εἶναι καταγεγραμμένη ἀπὸ τὴν προϊστορία. Ἐπίσης, οἱ ἀνεμόμυλοι καὶ οἱ ὑδρόμυλοι μετέτρεπαν τὴν ἐνέργεια τοῦ ἀνέμου καὶ τῶν ὑδάτων εἰς ἔργον, προσφέροντας τὰ ἀναγκαῖα σὲ μικρῆς κλίμακος ἀγροτικὲς παραγωγές, βιοτεχνίες καὶ βιομηχανίες.

Οί νέες σημερινές τεχνολογίες τών Α.Π.Ε. ἔχουν διαφορετικές καὶ ποικίλες ἱστορίες. Ἡ ἀπαρχή τῆς ῥαγδαίας ἀναπτύξεως τῆς Αἰολικῆς τεχνολογίας μπορεῖ νὰ χρονολογηθεῖ πίσω στὸν δέκατο ἕνατο αἰῶνα, σὲ πειράματα καὶ δοκιμὲς ποὺ ἔλαβαν μέρος στὴν χώρα τῆς Δανίας καὶ σποραδικὰ σὲ ἄλλες χώρες. Αἰτία, ἢ πολὺ δύσκολη πρόσβασις σὲ ὄρυκτὰ καύσιμα κατὰ τὴν διάρκεια τῶν δύο Παγκοσμίων πολέμων, εἰδικότερα τοῦ Δευτέρου.

Μετὰ τὸ τέλος τῶν ἐχθροπραξιῶν καὶ τὸ πέρας μόλις μισῆς δεκαετίας, παρατηροῦμε πὼς ἀρκετὰ κεφάλαια ἐπενδύθηκαν στὴν τεχνολογία τῶν φωτοβολταϊκῶν κυψελῶν, ἐξ' αἰτίας τῆς χρησιμότητάς τους στὴν διάρκεια τοῦ Διαστημικοῦ ἀγῶνος.

Ἐκτοτε οἱ Ἥπιες Μορφές Ἐνέργειας, μὲ τὴν διαρκή τους χρηματοδότηση, μὲ τὴν ἀδιάκοπη ἀνάπτυξη τῶν ὑπαρχόντων τεχνολογιῶν, τὴν εὗρεση νέων ὑλικῶν καλλιτέρων προδιαγραφῶν καὶ συνεχῆς διεύρυνση τοῦ πεδίου χρήσεώς τους, συνεχίζουν νὰ προσφέρουν τὴν πιὸ σαφῆ ἀπάντηση στὸ μείζον πρόβλημα ἀπεξαρτητοποιήσεως ἀπὸ τὴν παρωχημένη, ὄρυκτη λύση τοῦ ὀλοένα καὶ αὐξανόμενα σημαντικοῦ ἐνεργειακοῦ ζητήματος.

### 0.1.2. - Τὰ ὄρυκτὰ καύσιμα

Μὲ τὸν ὄρο αὐτὸν ἐννοοῦμε τὴν ὀργανικὴν ὕλη ποὺ ἀποικοδομήθηκε μὲ τὴν ἀπόδοδο δεκάδων ἢ ἑκατοντάδων ἑκατομμυρίων ἐτῶν, παγιδευμένη σὲ κατώτερα στρώματα, παρουσία πολὺ ὑψηλῶν θερμοκρασιῶν καὶ τεραστίων πιέσεων. Ὁ ἄνθραξ, τὸ πετρέλαιον καὶ τὸ φυσικὸν ἀέριο ἀποτελοῦν τὶς κύριες ἐξορύξιμες ἐκμεταλλεύσιμες πηγές.



**ΠΡΟΣΟΧΗ:** Δὲν ἀποτελοῦν Ἀνανεώσιμη μορφή ἐνέργειας, καθὼς δὲν ἀντικαθίστανται καὶ δὲν ἀνανεώνονται μετὰ τὴν χρήση τους. Τὰ καύσιμα αὐτὰ χαίρουν ὑψίστης σημασίας καθὼς χρησιμοποιήθηκαν ἐκτεταμένα στὴν περίοδο τῆς Βιομηχανικῆς Ἐπαναστάσεως ὡς φθινὴ πηγή ἐνέργειας, καὶ σχεδὸν καθολικὰ ὡς τὴν ἐποχὴ μας. Σὲ τέτοιο βαθμὸ μάλιστα, ποὺ τιμᾶται ὅτι καλύπτουν περίπου τὸ **90-95%** τῆς σημερινῆς παγκόσμιας ἐνεργειακῆς καταναλώσεως!

Οἱ ἀριθμοὶ δὲν ψεύδονται: Τὸ ἔτος **2005**, ἐκτιμήθηκε πὼς τὸ πετρέλαιον ἦρθε πρῶτο προσφέροντας τὸ **43,4%**, ἀκολουθῶντας τὸ φυσικὸ ἀέριο μὲ ποσοστὸ **15,6%** καὶ ὁ ἄνθραξ μὲ ἓνα **8,3%**. Μόνον ἡ βόρεια Ἀμερικὴ δεσμεύει τοὺς ὄρυκτους πόρους ὅλου τοῦ πλανήτου σὲ ποσοστὸ **25%**!

Πραγματικῶς, σημαντικὰ ποσοστά. Καὶ πὼς χρησιμοποιοῦνται τὰ καύσιμα αὐτά; Πρωτίστως γιὰ τὴν παραγωγή ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας. Κινοῦν τὰ αυτοκίνητά μας, τὶς μαζικὲς συγκοινωνίες τῶν πόλεων καὶ τῶν οἰκισμῶν μας, χρησιμοποιοῦνται ὡς

πηγή θερμότητας σχεδόν παντού. Προάγουν την ανάπτυξη και την πρόοδο. Γενικά, όλες οι ενεργειακές μας ανάγκες ικανοποιούνται από αυτά τα καύσιμα. Χωρίς να υπερβάλλουμε, μπορούμε να ισχυριστούμε πως αποτελούν την θεμέλια λίθο του πολιτισμού και γενικότερα, του τρόπου ζωής μας.

### 0.1.3. - Γιατί στηριζόμαστε εκεί λοιπόν;

· *Λόγω εύκολιας εύρεσέως τους.*

Διότι, είναι αρκετά εύκολότερο με την σημερινή τεχνογνωσία ή εύρεσις και ο έντοπισμός νέων κοιτασμάτων πετρελαίου, απ' ότι ήταν δεκαετίες παλαιότερα.

· *Εύκολια στην μεταφορά τους.*

Το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο αποθηκεύονται και μεταφέρονται σε πολύ μεγάλες αποστάσεις με την βοήθεια αγωγών ή σε φιάλες υψηλών πιέσεων. Το δέ κάρβουνο, μεταφέρεται και συσκευάζεται ακόμη πιο οικονομικά.



· *Αποδόσεως*

Τα εργοστάσια που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο ως κύρια πηγή ενέργειας παρουσιάζουν συνήθως έναν καλό βαθμό αποδόσεως.

· *Εξόρυξις του άνθρακος*

Με την χρήση βαρέων μηχανημάτων όπως γερανοί, σκαπτικά και μεγάλα φορτηγά, είναι απλή πια διαδικασία ή εξόρυξις και μεταφορά του άνθρακος.



· *Άριστο θερμιδικό περιεχόμενο*

Τεράστιο πλεονέκτημα είναι ή ικανότητά τους να παράγουν μεγάλα ποσά θερμότητας κατά την καύση τους. Συγκεκριμένα, παρατίθεται το ενεργειακό περιεχόμενο ορισμένων πολυχρησιμοποιημένων ορυκτών **ανά Kg** του καυσίμου:



ΠΙΝΑΞ 1

<b>Diesel</b>	<b>10,000 Kcal/Kg</b>
Μαζούτ	<b>9,600 Kcal/Kg</b>
Φυσικό αέριο	<b>8,900 Kcal/Kg</b>
Λιθάνθρακες	<b>5~7,000 Kcal/Kg</b>
Φαιάνθρακες	<b>3~5,000 Kcal/Kg</b>
Λιγνίτης	<b>1~5,000 Kcal/Kg</b>
Τύρφη	<b>1,5~3,000 Kcal/Kg</b>



### Παρατήρησις:

Παρατηρούμε στον πίνακα 1 πώς η διακύμανσις στην θερμογόνο ισχύ εξαρτάται από το ποσόν της υγρασίας που περικλείει ή καύσιμη ύλη καθώς και την στοιχειομετρική σύστασή της, ή οποία ποικίλει ανάλογα με την τοποθεσία και την προέλευσή της.

Παρατηρούμε επίσης ότι το πλουσιότερο θερμιδικά καύσιμο είναι το πετρέλαιο, (γι' αυτό και είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο) ενώ το φτωχότερο είναι με διαφορά η τύρφη, που συχνά συναντάται σε έλη και βάλτους. Ορισμένες ηλεκτροπαραγωγικές μονάδες της Δ.Ε.Η. χρησιμοποιούν για καύση τον λιγνίτη, ένα επίσης φτωχό καύσιμο που άφθονει στην Ελλάδα (και συλλέγεται σε άτελείωτα χωράφια).

### · Παράγωγα - πετρελαιοειδή

Το πετρέλαιο χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για παραγωγή μίας γιγαντιαίας σειράς προϊόντων που συναντούμε σήμερα στην καθημερινότητά μας, με πρωτεύον παράδειγμα τα πλαστικά. Φαντάζεστε την απουσία των πλαστικών υλών με τίς σημερινές απαιτήσεις του καταναλωτισμού; Σίγουρα όχι.



### · Λόγω κόστους

Τα ορυκτά καύσιμα και ιδιαίτερα ο άνθραξ αποτελούν μία φθηνή πηγή ενέργειας. Μειωμένο κόστος εξόρυξης, μεταφοράς, επεξεργασίας και διάθεσης σημαίνουν ένα πράγμα. Το τελικό μειωμένο κόστος παραγώμενης κιλοβατώρας, αρκετά μικρότερο εν συγκρίσει με τίς Ανανεώσιμες Μορφές Ενέργειας.

Αν και το κόστος του άνθρακος αυξάνεται άλματώδως, εξακολουθεί να παραμένει μία φθηνή μορφή παραγωγής ισχύος.



#### 0.1.4. - Τὰ μειονεκτήματα.

Βασικὰ ὑπάρχουν κάποια πάρα πολὺ σοβαρὰ μειονεκτήματα στὴν (ἀλόγιστη) χρῆση τοῦ ἄνθρακος καὶ τῶν ὑδρογονανθράκων, καὶ τὰ κυριότερα εἶναι:

- Τὰ ὀρυκτὰ καύσιμα δὲν εἶναι ἀνανεώσιμα καὶ δὲν μποροῦν νὰ ἐπαναχρησιμοποιηθοῦν.
- Ἡ ἐξόρυξις ἔχει ὀδηγήσει στὴν πλήρη ἀλλοίωση τῆς οἰκολογικῆς ἰσορροπίας, καὶ εἰδικῶς σὲ ὀρισμένα σημεῖα πλησίον οἰκισμῶν, προκαλεῖ σοβαρὰ προβλήματα ὑγείας στοὺς κατοίκους. Ἀκόμη ἔχουν ἀναφερθεῖ πολλὰ ἀτυχήματα σὲ σημεῖα πού ἡ ἐξόρυξις ἐπιτυγχάνεται μὲ τὴν βοήθεια ἐκρηκτικῶν ὑλῶν, ὅπως **TNT**.  
Ἡ δέ δουλειὰ τοῦ ἀνθρακορύγχου θεωρεῖται ἀπὸ τίς ἐπικινδυνέστερες.



- Μπορεῖ τὰ καύσιμα νὰ μεταφέρονται εὐκόλα, ἀλλὰ ἡ μεταφορὰ τους πάντα ἐμπεριείχε μεγάλο ρίσκο. Ἡ ὁποια τυχόν διαρροὴ ἀργοῦ πετρελαίου ἀπὸ τὰ πλοῖα πού μεταφέρονται μπορεῖ νὰ ἐπιφέρει ἀνεπανόρθωτες ζημιές στὴν θαλάσσια ζωὴ γιὰ πολλὲς δεκαετίες. Ἐπίσης, τὰ κατάλοιπα ἀπὸ τὸν ἐξοπλισμὸ καὶ τὰ ὑπολοίματα τῶν μηχανῶν ἐξορύξεως εἶναι ἰδιαίτερος ἐπικίνδυνα καὶ μολύνουν σὲ μεγάλο βαθμὸ τὸ περιβάλλον.

- Πιστεύεται ὅτι περίπου τὸ **70%** τῶν ἀποθεμάτων βρίσκεται σὲ Ἀραβικὲς χῶρες τῆς Ἀσίας. Οἱ τιμές τοῦ ἀργοῦ πετρελαίου καὶ τῶν καυσίμων λοιπὸν, καθορίζονται ἀπὸ αὐτές, οἱ ὁποῖες ὅμως δὲν ἀποτελοῦν καὶ ὑποδείγματα πολιτικῆς καὶ κοινωνικῆς σταθερότητας. Τὸ ἀποτέλεσμα εἶναι ὅτι καρτέλ, διαφθορὰ καὶ συμφέρον θὰ συνεχίσουν νὰ διαμορφώνουν τὴν τελικὴ τιμὴ. Καὶ μάλιστα, ποιὸς ἐγγυάται πὼς οἱ τιμές θὰ παραμείνουν ἴδιες ὡς αὔριο ἢ σὲ μία δεκαετία ἀπὸ τῶρα;

- Ὅρισμένα παράγωγα πετρελαιοειδῶν εἶναι ἐξαιρετικῶς δηλητηριώδη, τόσο γιὰ τὸν ἄνθρωπο, ὅσο καὶ τὸ φυσικὸ περιβάλλον.



- Τὰ ἀποθέματα δὲν εἶναι εἰς ἀεὶ ἐκμεταλλεύσιμα.  
Ἡ Γῆ χρειάστηκε ἑκατομμύρια ἔτη γιὰ τὴν δημιουργία τους καὶ θὰ χρειαστεῖ ἄλλα τόσα γιὰ νὰ τὰ ἀναπληρώσει.

Με την σημερινή ξέφρενη άντληση και καύση των υδρογοναθράκων όμως, ή απομείνουσα ποσότητα υπολογίζεται περίπου:

**για πετρέλαιο: 1000** δισεκατομμύρια βαρέλια, και με τους σημερινούς ρυθμούς αναπτύξεως, αρκετά για **38** έτη.

**για φυσικό αέριο: ~153.000** τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, ικανά να κρατήσουν για περίπου **59** έτη.

**Άνθραξ: 1000** δισεκατομμύριο τόνοι, εκτίμηση για **2,5** αιώνες (**245** έτη).

· Οί αυξανόμενες τιμές. Ο άνθραξ κοστίζει τώρα **30\$**/τόνο, αλλά παρατηρείται άνοδος κάθε έτος. Επίσης, ή τιμή των άδειων άνθρακος ανέβηκε **4%**, καθώς επενδυτές θεώρησαν πώς οί αυστηρότεροι κανόνες για τις εκπομπές θα οδηγήσουν μελλοντικά σέ ελλείψεις.

### 0.1.5. - Άνθρακες ό θυσσαυρός

Άφησα τελευταίο τὸ κατ' έμέ κυριότερο και σημαντικότερο μειονέκτημα τῆς χρήσεως τῶν υδρογονανθράκων ὡς καύσιμο.

Δυστυχῶς, ή χρήσις αὐτοῦ τοῦ είδους τῆς ἐνέργειας δὲν ἔρχεται χωρὶς κάποιον τίμημα, και μάλιστα σοβαρότατον. Τὰ συμβατικά καύσιμα, μολύνουν και ρυπαίνουν σὲ κάθε φάση τῆς ἐνεργειακῆς ροῆς τους, ἀπὸ τὸ στάδιον τῆς ἐξορύξεως ὡς τὸ τελικὸ τῆς καύσεως τους. Βλέπουμε λοιπόν ὅτι ὑπάρχει ἓνα αυξανόμενο ἐνδιαφέρον πὸν ἀφορᾷ στὴν σχέση τοῦ ρυθμοῦ καύσεως τῶν ὀρυκτῶν καυσίμων και τὴν ὑποβάθμιση τῆς ποιότητος τοῦ περιβάλλοντος. Οί διαμάχες ἀνάμεσα σὲ περιβαλλοντολογικοὺς οἰκολογικοὺς ὀργανισμοὺς και ὀμίλους διαθέσεως (και διαχειρήσεως) ἐνέργειας ἀρχίζουν νὰ γίνονται ἐντονότεροι, καθὼς τὰ ἀποτελέσματα εἶναι περισσότερο ὀρατὰ ἀπὸ ποτέ. Πέραν τούτου, τὸ κόστος τῆς ἐξορύξεως και τῆς μεταποιήσεως/ἐπεξεργασίας αὐτῶν τῶν καυσίμων ὀλοένα και αυξάνεται, ἀπαιτῶντας νὰ ληφθεῖ σοβαρᾷ ὑπ' ὄψιν για τὴν διασφάλιση ἐνὸς ποιοτικοῦ ἐπιπέδου ζωῆς για τὶς ἐπόμενες γενεές.

Ζούμε στον αιώνα των υδρογονανθράκων, και ήδη από την αρχή της χρήσεώς τους, αγνοήθηκε παντελώς ή επίπτωσης που θα είχε στην υποβάθμιση της ποιότητας του περιβάλλοντος (και κατ' επέκταση των ανθρωπίνων κοινωνιών). Το πρόβλημα είναι πώς, για την απελευθέρωση της ενέργειας όλων των καυσίμων απαιτείται καύσις, ή όποια όμως απελευθερώνει κάποια πολύ βλαβερά στοιχεία που δεν ήταν δυνατόν να ανιχνευθούν και να ερευνηθούν με τα τότε επιστημονικά δεδομένα εις βάθος. Σήμερα βέβαια, γνωρίζουμε ότι τα στοιχεία που απελευθερώνονται υπό μορφή αερίων είναι το μονοξείδιο ( $\text{CO}^2$ ) και διοξείδιο του άνθρακος ( $\text{CO}_2$ ), θειϊκές ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) και θειώδεις ρίζες ( $\text{SO}^{3-}$ ), όπως και κάποιες νιτρικές ( $\text{NO}_4$ ) και νιτρώδεις ( $\text{NO}_3^-$ ) ρίζες. Επίσης, εντοπίζονται και ίχνη Βανναδίου και Υδραργύρου. Οί εκλύσεις από την καύση των κυριότερων υδρογονανθράκων δίνονται σε λίβρες ανά

**Fossil Fuel Emission Levels**  
- Pounds per Billion Btu of Energy Input

Pollutant	Natural Gas	Oil	Coal
Carbon Dioxide	117,000	164,000	208,000
Carbon Monoxide	40	33	208
Nitrogen Oxides	92	448	457
Sulfur Dioxide	1	1,122	2,591
Particulates	7	84	2,744
Mercury	0.000	0.007	0.016

Source: EIA - Natural Gas Issues and Trends 1998

δισεκατομμύριο παραγωμένων **Btu**:

Ο άνθραξ αποτελεί μακράν το καύσιμο με την χειρίστη περιβαλλοντική επίπτωση. Παρατηρούμε την διαφορά των τιμών των μέσων έκπομπών του άνθρακος με αυτές του φυσικού αερίου.

Θυμίζουμε:

**1 lb = 0.4535924 Kg**

**1 Btu = 0.0002930711 Kwh = 0.2930711 Wh =**

**0.0003930148 HP**

**0.1.6. - Η μόλυνσις, οί κλιματικές επίπτωσις...**



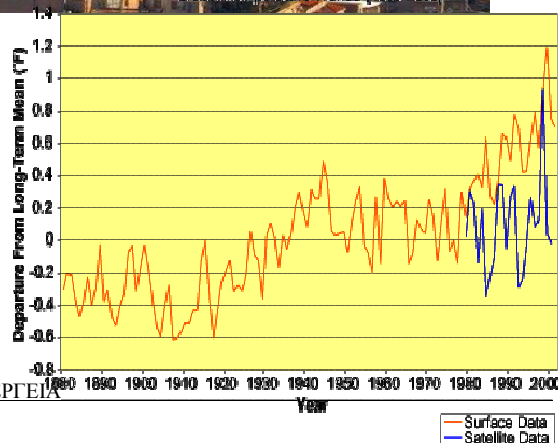
Τὰ ἀέρια λοιπόν αὐτὰ εἶναι πιά ἐπιστημονικῶς ἀποδεκτὸ πῶς μᾶς ἐπιρρεάζουν ἀρνητικῶς μὲ τὴν ὑπαρξή τους. Πῶς ὅμως; Σὲ πρῶτο στάδιο, τὸ μονοξείδιο τοῦ ἀνθρακος εἶναι ἀρκετᾶ δηλητηριώδης ἔστω καὶ σὲ ἐλάχιστες ποσότητες. Τὸ διοξείδιο δέ, μπορεῖ νὰ μὴν εἶναι θανάσιμο στὴν εἰσπνοή, ἀλλὰ ἀποτελεῖ ἕναν ἀπὸ τοὺς σημαντικότερους παράγοντες στὸ φαινόμενο τοῦ θερμοκηπίου (τὸ μεθάνιο εἶναι **20** φορές πιὸ δραστικὸ ἀπὸ τὸ **CO<sub>2</sub>**, γι' αὐτὸ τὸ ἀναφέρω ὡς «ἕναν ἀπὸ τοὺς πιὸ σημαντικοὺς») πὺ ἀποτελεῖ τὸν σημαντικότερο κίνδυνο ἀλλοιώσεως τῆς ἰσορροπίας τῶν οἰκοσυστημάτων πάνω στὴν ὑδρόγειο. Ἐπίσης, τὸ διοξείδιο μεταβάλλει τὴν ὀξύτητα τῶν λιμνῶν καὶ τῶν θαλασσῶν, καταστρέφοντας ὄργανισμοὺς πὺ εἶναι πολὺ πιὸ πετυχημένες μορφές ζωῆς ἀπὸ τὸν ἀνθρώπο. Σὲ δεῦτερο στάδιο, οἱ θεϊκὲς ῥίζες ἐνώνονται μὲ τοὺς ὑδρατμοὺς τῆς ἀτμόσφαιρας, σχηματίζοντας σταγόνες θεϊκοῦ ὀξέος (τὸ ὅποιο ἔχει πολὺ μικρὸ **Ph**), καίγοντας στὴν κυριολεξία τὰ φύλλα τῶν φυτῶν καὶ τῶν δέντρων, καταστρέφοντας τὴν τροφικὴ ἀλυσίδα. Ἐπίσης, φέρει ἀνεπανόρθωτες ζημιές σὲ ἀρχαῖα μνημεῖα καὶ ναοὺς (προκαλῶντας γυψοποίηση στὸ μάρμαρο), **σημαντικότερο** θέμα κατ' ἐμέ, εἰδικὰ σὲ μία πανάρχαια χώρα μὲ τόσο τεράστιες ἀνεκτίμητες ἱστορικὲς ὁμορφιές ὅπως ἡ Ἑλλάς καὶ ἡ ἱερὴ Ἀθήνα μου.

Τέλος, οἱ ἀπομείναντες νιτρῶδεις καὶ νιτρικὲς ῥίζες σχηματίζουν νιτρικὸ ὀξύ, γιὰ τὸ ὅποιο θὰ ποῦμε μόνο πῶς εἶναι ἰσχυρότατο ὀξειδωτικὸ, ἄκρως πτητικὸ, καὶ ἡ εἰσπνοή μπορεῖ νὰ προκαλέσει βῆχα, δύσπνοια, καὶ σὲ μεγάλες ποσότητες ἀκόμη καὶ θανάσιμα πνευμονικὰ οἰδήματα.



Πάνω: Τὸ ἀπερίγραπτο νέφος αἰθαλομίχλης ὑπὲρ τῆς πόλεως τῶν Ἀθηνῶν.

**0.1.7. - ... ἡ ἄνοδος τῶν θερμοκρασιῶν...**



Σήμερα, οί επιπτώσεις τής υπέρμετρης χρήσεως είναι τόσο πολύ φανερές, πού έχουμε περάσει πιά τò στάδιο τής υποθετικής εικασίας. Έχουμε άπτες άποδείξεις για τήν άνοδο τής θερμοκρασίας του πλανήτου άπό τήν κατανάλωση τών συμβατικών καυσίμων. Αυτό οδηγεί σε μία σειρά καταστροφικών γεγονότων όπως κατάρυσεις οίκουστημάτων καθώς διαταράσσονται ίσορροπίες πού είναι άγνωστες στον άνθρωπο.

Και για νά δώσουμε στο γεγονός αυτό τήν σημασία πού του άρμόζει, τò **Intergovernmental Panel on Climate Change** (ένας όργανισμός πού παρέχει καθαρά έπιστημονικά δεδομένα στον κόσμο για τήν νύν κατάσταση τής υπερθερμάνσεως του πλανήτου) σε μία έκθεση πού παρουσίασε τò **2007 (Fourth Assessment Report)**, τόν έπόμενο αιώνα οί θερμοκρασίες θα άνέβουν άπό 5 ως **10°C**, με όλες τις γνωστές συντριπτικές άπόρρεις για τò περιβάλλον και για έμας νά είναι πιά μη άναστρέψιμες...



**Πάνω:** Οί μεγαλύτερες άποδεσμεύσεις διοξειδίου του άνθρακος και άερίων του θερμοκηπίου γίνονται άπό τò τμήμα τής βιομηχανίας και τής παραγωγής ηλεκτρικής ίσχύος. Έκτιμάται δέ πώς τò κύκλωμα τής ένεργειακής ροής έχει χειρίστο βαθμό άποδόσεως. Οί άπώλειες τής πρωτογενούς ένεργειας άνέρχονται στο **85%**.

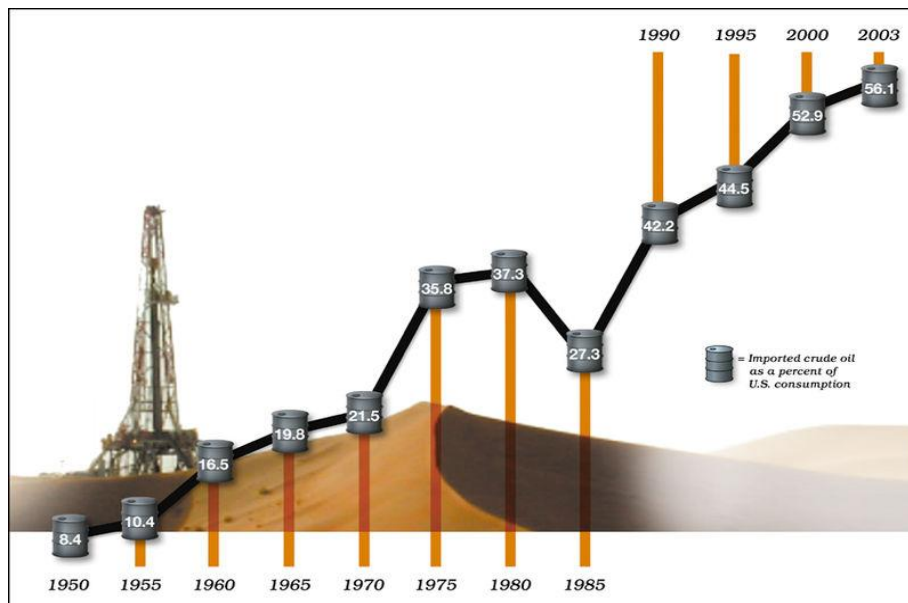
**Κάτω:** Οί συνέπειες τής χρήσεως τών όρυκτών καυσίμων είναι όλοφάνερα καταστροφικές, με πρώτα θύματα τήν ύδρόβια ζωή και σημαντικότετους ύδάτινους πόρους. **Φωτό:** Τά άποτελέσματα του τρομεροϋ άτυχήματος του **Exxon Valdez** τò **1989**.





### 0.1.8. - ...και ή ενεργειακή κρίσις

Δέν μᾶς ἔφταναν ὅλα αὐτὰ τὰ ἀρνητικά, οἱ ἤδη διαθέσιμοι πόροι μόνο ὀρθολογικῶς δέν διανέμονται. Ἄν και ὁ παγκόσμιος πληθυσμὸς αὐξάνεται κάθε μέρα κατὰ ἓνα τέταρτο τοῦ ἑκατομμυρίου, ὀρισμένες χῶρες ἐπιμένουν νὰ καταναλῶνουν ποσότητες δυσανάλογες τοῦ πλυθυσμοῦ τους. Χαρακτηριστικὸ παράδειγμα, ἡ Ἀμερική (ἐθισμένη στὸ πετρέλαιο) τῶν **300** ἑκατομμυρίων καταναλῶνει περισσότερο ἀπὸ τὴν Κίνα τῶν **1,3** (καὶ βάλε) δισεκατομμυρίων κατοίκων!



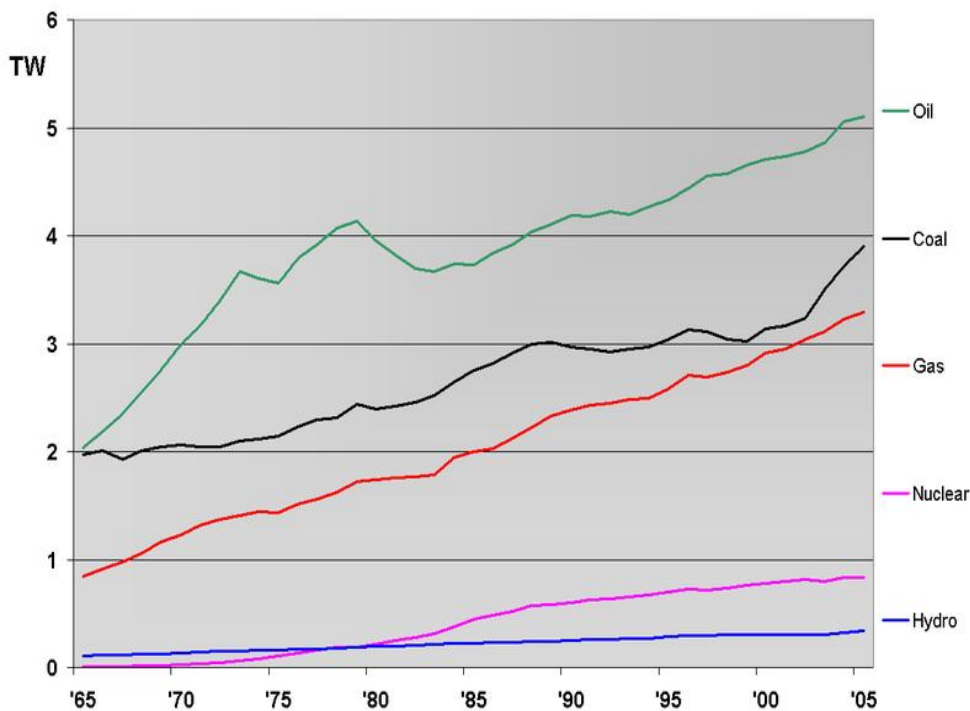
Μάλιστα, παρατηροῦμε πὼς σὲ διάστημα μεγαλύτερο τοῦ μισοῦ αἰῶνος ἔχει ἐξαρτηθεῖ σημαντικᾶ σὲ εισαγωγές ἀργοῦ πετρελαίου.

Ἐπίσης, σὲ πιθανὴ ἐπικείμενη ἔλλειψη τῶν καυσίμων αὐτῶν κινδυνεύει ἓνα τεράστιο μέρος τῆς παγκόσμιας παραγόμενης τροφῆς, καθὼς ἡ βιομηχανία και τὸ σύστημα παραγωγῆς της στηρίζεται ἀποκλειστικᾶ σ'αὐτά.

### 0.1.9. - Δύσκολη ή ἀγορὰ

Κρίσις στην αγορά τών καυσίμων μπορεί να υπάρξει όταν σταματήσει ή τροφοδοτήσή τους από:

- Βιομηχανικές κινητοποιήσεις όπως συντονισμένες απεργίες
- Κυβερνητικούς αποκλεισμούς/έμπάργκο
- Αποτυχία διανομής από εγκαταστάσεις επεξεργασίας/διύλισμού
- Αστοχία/βλάβη σωληνώσεων διανομής αερίου/πετρελαίου
- Η υπερκατανάλωσις
- Πολιτικά γεγονότα, στρατιωτικές/τρομοκρατικές παρεμβάσεις
- Ακόμη και ο καιρός, ειδικά μετά από χειμῶνες βαρέων βαρῶν.



**Πάνω:** Η ανθρώπινη ενεργειακή ζήτηση και κάλυψις σε διάστημα 40 ετών. Ο ρυθμός αύξησης τών αναγκῶν σε ισχύ πυροδοτεί πολλά σενάρια ειδικῶν και πραγματογνώμων για κορύφωση τῆς χρήσεως τών ὀρυκτῶν καυσίμων με ἐπόμενο τὴν κατάρρευση τοῦ οικονομικοῦ συστήματος ἐάν δὲν ἔχουν ἀναπτυχθεῖ ἐπαρκῶς ἐναλλακτικὲς μορφὲς ἐνέργειας.

## 0.2.0. - Ἡ ὁδὸς τῶν Α.Π.Ε.

### Γιατί...;

Φυσικᾶ, τὸ πιὸ σημαντικό ἐρώτημα στὴ ζωὴ εἶναι τὸ *γιατί*. Εὐλόγα δημιουργεῖται λοιπὸν ἡ ἐπίκαιρη ἐρώτησις~ **ΓΙΑΤΙ** λοιπὸν ἐμεῖς ἀξίζει νὰ μελετήσουμε τὶς Α.Π.Ε.; **Τί** ἔχουν νὰ προσφέρουν ἔναντι τῶν χρησιμοποιούμενων σημερινῶν μορφῶν ἐνέργειας; Εἶναι δυνατόν αὐτὲς ἐνέργειες ὄντως νὰ κάνουν τὴν διαφορὰ πού ζητεῖ ἡ παγκόσμια ἐνεργειακὴ καταναλωτικὴ κοινότητα; Ἀξίζει ἡ ἔρευνα, ἡ χρηματοδότηση, ἡ ἐπένδυση καὶ ἡ ἀνάπτυξή τους;

### ...Διότι...

Στὴν πραγματικότητα εἶναι ἀρκετὰ πιὸ εὐκόλο νὰ ἀπαντήσουμε σὲ αὐτὰ τὰ σοβαρὰ, καίρια ἐρωτήματα, ἀπλῶς ρωτῶντας τὶς Δυτικὲς οἰκονομίες ἐκεῖνο τὸ φθινόπωρο τοῦ **1973**, ὅταν τοὺς δόθηκε ἡ σπάνια εὐκαιρία νὰ κάνουν μίαν βόλταν μετὰ τὴν μηχανὴ τοῦ χρόνου καὶ νὰ διαπιστώσουν ἰδιοίσις ὅμασι πῶς θὰ ἦταν ὁ κόσμος ἐὰν δὲν ὑπῆρχε πιά τὸ φθινὸ πετρέλαιον. Ἐνόσω κάποιοι, προσπαθῶντας νὰ μεγενθύνουν τὴν κρίσιν ἔκαναν τεράστιες περιουσίες, κάποιοι ἄλλοι, που τότε χαρακτηρίζονταν ὡς ἐκκεντρικοί, ἐνίσχυσαν τὶς προσπάθειές τους ἐπιταχύνοντας τὴν ἀνάπτυξιν αὐτοῦ που τότε ἀποκαλοῦσαν «ἐναλλακτικὲς λύσεις» (νῦν «ἀνανεώσιμες») θέτοντας τὶς βάσεις γιὰ μίαν σοβαρὴν καὶ ἀξιόπιστην ἀντιπρότασιν στὴν ἀποδέσμευσιν τῆς πετρελαϊκῆς ἐξαρτήσεως.

Ἡ ἐναλλακτικὴ λύσις εἶναι λοιπὸν ἐδῶ καὶ ἐμεῖς θὰ δοῦμε γιατί:



### 0.2.1. - Πλεονεκτήματα τών Α.Π.Ε.

· *Ανεξάντλητες πηγές*

Οί Ανανεώσιμες μορφές ενέργειας δέν πρόκειται νά εξαντληθοῦν ΠΟΤΕ, καθώς ἐκμεταλλεύονται μόνο τήν ἐλεύθερη ροή ἐνέργειας στήν φύση.

· *Γιγανταῖο δυναμικό*

τό ὁποῖο δύναται νά καλύψει ἀρκετές φορές τήν ἀνθρώπινη ζήτηση σέ ἠλεκτρική ἐνέργεια.

· *Φιλικές πρὸς τὸ περιβάλλον*

Όλες οἱ Α.Π.Ε. προστατεύουν τὸ περιβάλλον, μὲ τήν ἔννοια τουλάχιστον τῶν μηδενικῶν ἀπελευθερώσεων τοξικῶν ἐπικίνδυνων ραδιενεργῶν ἀποβλήτων καὶ καταστροφικῶν ἀερίων θερμοκηπίου. Χαρακτηρίζονται καὶ ὡς «**Πράσινες**» μορφές ἐνέργειας γι' αὐτὸν ἀκριβῶς τὸν λόγο.



· *Εὐρέως ἐφαρμόσιμες*

δηλαδή μποροῦν κάλλιστα νά ἐφαρμοστοῦν τόσο σέ ἐπιχειρησιακὸ καὶ βιομηχανικὸ ἐπίπεδο, ὅσο καὶ στὸ φλέγον τμήμα τῆς οἰκιακῆς καταναλώσεως, ὅπου καὶ τιμᾶται ὅτι συμβάλλουν σέ μεγάλο ποσοστὸ στήν μόλυνση τῆς ἀτμόσφαιρας (Ἡ κατανάλωσις τοῦ οἰκιακοῦ τομέως στήν Εὐρώπη ὑπολογίζεται σέ ἓνα **33%**, ἀρκετᾶ μεγάλο ποσοστό).

· *Εἶναι ἀποκεντρωμένες*

καὶ μποροῦν νά προσαρμοστοῦν καὶ νά παράγουν ἐνέργεια ἀνάλογα μὲ τὸ ποσοστὸ καὶ τίς ἀνάγκες τοῦ πληθυσμοῦ. Ἐπιπλέον, δύναται νά τοποθετηθοῦν στὸ ὑπαιθρο (καταργῶντας τίς ἀνάγκες δημιουργίας πλησίων τεραστίων ὀγκωδῶν λεβητῶν) σέ κατάλληλα μελετημένους χώρους καὶ νά μηδενίσουν τὸ πρόβλημα μεταφορᾶς ἰσχύος.

· *Δυνατότητα στηρίξεως*

τῶν μικρῶν καὶ ἀναπτυσσόμενων χωρῶν. Ἐπίσης, οἱ ὑπανάπτυκτες ἢ Τρίτου κόσμου χώρες πρέπει νά ἐπενδύσουν ἀποκλειστικᾶ στὶς Α.Π.Ε., καθώς εἶναι οἱ μόνες ποὺ προσφέρουν τήν πιὸ οὐσιαστικὴ ἀπάντηση τήν οἰκονομία τοῦ πετρελαίου. Μὲ αὐτὸν τὸν τρόπο προστατεύεται καὶ προωθεῖται ἡ Αἰεφόρος ἀνάπτυξις.

· *Ἐκτόνωση ἐντάσεων*

Τò φανταστικό μὲ τὶς Α.Π.Ε. εἶναι ὅτι ἀποτελοῦν ἀσπίδα στὴν διαφθορὰ καὶ τὴν ἐν μέρει ἐξάρτηση ἀπὸ τὸ πετρέλαιο, δημιουργῶντας, μέσα σ' αὐτὴν τὴν παγκόσμια οἰκονομικὴ κρίση, ἕναν πυρῆνα ἀνάσας καὶ ἀνάκαμψης.

Μάλιστα, σύμφωνα μὲ στοιχεῖα τοῦ **WWF**, στὴν ἔρευνά του γιὰ τὴν βιομᾶζα «**Biomass Study**» ἐντοπίζει ἕνα δυναμικὸ τῆς τάξεως τῶν **170.000-290.000** θέσεων ἐργασίας πλήρους ἀπασχολήσεως καὶ μόνο ἀπὸ αὐτὴν τὴν ἀνανεώσιμη πηγὴ ἐνέργειας. Οἱ ἐν λόγῳ θέσεις ἐργασίας εἶναι ἐξαιρετικῶς σημαντικές, διότι δημιουργοῦνται σὲ ἀγροτικές καὶ ἀδύναμες ἀπὸ ἄποψη ὑποδομῶν περιοχές.

*·Επιδοδοῦνται*

Τουλάχιστον ἀπὸ κυβερνήσεις τῶν περισσοτέρων μεγάλων κρατῶν.

*·Εἶναι οἰκονομικῶς συμφέροντες*

καθὼς τὸ κόστος συντηρήσεως τους κυμαίνεται σὲ χαμηλὰ ἐπίπεδα.

Τὸ δὲ κόστος κατασκευῆς τοῦ ἐξοπλισμοῦ συνεχῶς μειώνεται, μὲ τὸ τελικὸ κόστος ἀπόκτησης νὰ εἶναι σήμερα ἐφικτὸ γιὰ μία μέση οἰκογένεια ἢ βιοτεχνία σὲ μία μέση ἀνεπτυγμένη χώρα. Χαμηλὸ εἶναι δὲ καὶ τὸ λειτουργικὸ κόστος, τὸ ὁποῖο δὲν ἐπηρεάζεται ἀπὸ διεθνεῖς οἰκονομίες καὶ δὲν ἐξαρτᾶται ἀπὸ τιμὲς πετρελαίου καὶ λοιπῶν καυσίμων.

**Ἄρα...**

Βλέπουμε λοιπὸν ὅτι οἱ ἀνανεώσιμες μορφὲς ἐνέργειας δὲν δημιουργοῦν μόνο προοπτικές γιὰ μία νέα συμβατὴ ἀναδιάρθρωση τῆς ἐνεργειακῆς ἐξισώσεως. Συμβάλλουν ἐπίσης στὴν ἐκτόνωση τῶν ἐντάσεων στὴν παγκόσμια ἀγορὰ τῆς ἐνέργειας διασφαλίζοντας θέσεις ἐργασίας, τουτέστιν περισσότερη οἰκονομικὴ σταθερότητα καὶ πολιτικὴ ἀσφάλεια, ἐνῶ ταυτόχρονα δὲν ζημιώνουν μὲ τὴν χρῆση τους τὴν αἰσθητικὴ καὶ τὴν ποιότητα τοῦ περιβάλλοντος.



Προσωπικᾶ, ἀρκοῦμαι μὲ τοὺς μισοὺς λόγους ἀπ' αὐτούς.

### **0.2.2. - Μειονεκτήματα τῶν Α.Π.Ε.**

Εἶδαμε πὼς ἡ χρῆσις τῆς Ἀνανεώσιμης ἐνέργειας προσφέρει ἀριδὴλως ὀρισμένα σημαντικότερα πλεονεκτήματα, ἀτὰρ κάποιων μειονεκτημάτων.

- Πρώτον και ύψιστης σημασίας, ή διαθεσιμότητά τους. Μερικές Η.Μ.Ε. θα είναι σε θέση να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια μόνο στην ήλιοφάνεια ή όταν θα φυσά ο άνεμος. Η διακύμανσις στην παραγώμενη ισχύ λαμβάνεται όμως στους μαθηματικούς υπολογισμούς με την βοήθεια τῶν πιθανοτήτων, κλπ.
- Η διακύμανσις αυτή οδηγεί συνήθως στην απαίτηση άλλων ἐφεδρικών ἐνεργειακῶν πηγῶν ή γενικότερα δαπανηρῶν μεθόδων ἀποθήκευσης.
- Ὁ χαμηλὸς συντελεστὴς ἀποδόσεως, τῆς τάξεως τοῦ **30%** ή και χαμηλότερος. Τὰ δέ φωτοβολταϊκὰ κύτταρα ἔχουν μέγιστη θεωρητικὴ ἀπόδοση **44%**, δηλαδή θα μετατρέπουν τὴν ἡλιακὴ ἀκτινοβολία σὲ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια ὄχι περισσότερο αὐτοῦ τοῦ ποσοστοῦ. Τὸ ὑπόλοιπο εἶναι θερμικὲς ἀπώλειες.
- Μπορεῖ τὸ δυναμικὸ τους νὰ εἶναι τεράστιο, πάραυτα εἶναι ἀρκετᾶ διεσπαρμένο και ἀποτελεῖ ἀξιοσημείωτη τεχνολογικὴ δυσκολία ή συγκέντρωσή του σὲ μεγάλα μεγέθη ἰσχύος και ή μετέπειτα ἀποθήκευσις του.
- Τὸ κόστος ἐπενδύσεως ἀνὰ μονάδα ἰσχύος ἐν συγκρίσει με τὴν μέση σημερινὴ τιμὴ τῶν συμβατικῶν καυσίμων εἶναι κάπως ὑψηλό.
- Η πρόχειρη τοποθέτηση και μεταχείρησή τους. Στὸ παρελθὸν ἔχουν ὑπάρξει προβλήματα με θανάτους ἀποδημητικῶν πτηνῶν ἀπὸ ἀνεμογεννήτριες διαφόρων περιοχῶν. Τὸ πρόβλημα λύθηκε ἀπλὰ μελετῶντας πιὸ προσεκτικᾶ τὰ σημεῖα τοποθέτησης τῶν γεννητριῶν και ἀποφεύγοντας τὶς μεταναστευτικὲς ὁδούς τους.
- Ἐπίσης, οἱ ἀνεμογεννήτριες θεωρεῖται πὼς εἶναι ἀκαλαίσθητες και ἀκομψες ἀπὸ αισθητικῆς ἀπόψεως. Προσωπικῶς, τὶς θεωρῶ ἔτη φωτὸς πιὸ ὁμορφες ἀπὸ ἓνα πυρηνικὸ ἐργοστάσιο. Στὸ κάτω-κάτω, γεννήτριες εἶναι, ὄχι κοκκέτες.
- Ἔχει εἰπωθεῖ ὅτι τὰ ὑδροηλεκτρικὰ φράγματα συντελοῦν στὸ φαινόμενο τοῦ θερμοκηπίου λόγω τῆς ἐκλύσεως μεθανίου ἀπὸ τὴν ὕλη ποὺ ἀποσυντίθεται ἀπὸ τὴν βλάστηση ποὺ συνήθως ἐγκλωβίζεται στὸν πυθμένα τῶν λιμνῶν.
- Ἄν και ἀποτελεῖ περισσότερο ἀποσαφήνηση παρὰ ἓνα ἀρνητικὸ χαρακτηριστικὸ, οἱ Α.Π.Ε. χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν μερικὴ κάλυψη φορτίων και ὄχι γιὰ πλήρη ἀντικατάσταση τῶν συμβατικῶν καυσίμων. Τουλάχιστον ὅσο εἶναι ἀκόμη ἀπαγορευτικὸ τὸ κόστος γιὰ μία τέτοια ἐνέργεια .

### 0.2.3. - Σὺν και πλήν ἴσον... σὺν!

Κατανοοῦμε ἐν κατακλεῖδι τὰ πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τῶν Ἀνανεώσιμων πηγῶν ἐνέργειας. Ἴσως κάποια ἀπὸ τὰ ἀρνητικὰ χαρακτηριστικὰ τους θα ἀντιμετωπίζονται εὐκολότερα στὸ μέλλον ἂν ἐξετασθοῦν διεξοδικότερα και εἰς βάθος. Τὰ θετικὰ σημεῖα ὁμως δὲν ἀπαντῶνται σὲ οὐδεμίαν ἄλλη μορφή

**ἐνέργειας, ἐναλλακτικὴ ἢ μὴ.** Γι' αὐτὸ ἀρχίζω νὰ πιστεύω πὼς οἱ Ἀνανεώσιμες μορφές εἶναι καταδικασμένες νὰ πετύχουν καὶ δὲν φοβᾶμαι πὼς θὰ ἐπικρατήσουν ἢ ἀμφισβησία ἀντὶ σημασίας καὶ ἢ γνώμη ἀντὶ τῆς ἐπιστήμης.

### 0.3.0. - Πολιτικὸ γίγνεσθαι - Τὶ πρέπει νὰ γίνει

#### *Copenhagen... Nohope-enhagen*

Δυστυχῶς, τὸ ναυάγιο τῆς συνδιάσκεψης τῆς Κοπεγχάγης ἔδειξε πεντακάθαρα τὴν ἀδυναμία καὶ τὴν ἀδράνεια τῶν κυβερνήσεων νὰ ἀντιμετωπίσουν τὰ συσσωρευμένα προβλήματα ποὺ ἀφοροῦν τὴν κλιματικὴ ἀλλαγὴ. Ἡ ἀποχώρηση τῆς Ἀφρικῆς, μὲ τὰ Ἀμερικανάκια καὶ τοὺς ὀλιγοπληθεῖς Κινέζους (οἱ κύριοι ῥυπαντές) νὰ ὑπερασπίζονται τὸ «δικαίωμά τους γιὰ ἀνάπτυξη», ἐνῶ ἡ μέχρι πρότινος «οἰκο-εὐαίσθητη» Εὐρωπαϊκὴ Ἑνωσις, παρὰ τὶς διακηρήξεις της, ἀπλᾶ... ἀκολούθησε πιστὴ πάντα στὴν λογικὴ τοῦ «καλὰ-νὰ-εἴμαστε-νὰ-εἰσπράτουμε-τοὺς-φόρους-τῶν-ῥύπων». Ἐξάλλου, Ἀμερικὴ καὶ Εὐρώπη λειτουργοῦν αὐτὴν τὴν στιγμὴ τὰ ἐργοστάσια ἄνθρακος ποὺ διαθέτουν σὲ πλήρη ἰσχὺ (καὶ θὰ συνεχίζει νὰ αὐγατίζει ἐτησίως ἢ ζήτησις σὲ ποσοστὸ **2,2%** ὡς τὸ **2030**). Ἔτσι, ἐπαληθεύθηκαν τὰ πιὸ ἀπαισιόδοξα σενάρια, οὐδεμία συγκεκριμένη δέσμευση υἱοθετήθηκε γιὰ ἀποφασιστικὴ περικοπὴ τῶν ἐκπομπῶν τῶν ἀερίων θερμοκηπίου, καὶ οὐδεὶς στόχος τέθηκε, ἔστω γιὰ νὰ σωθοῦν τὰ προσχήματα. Ὅλοι θὰ μένουμε εἰς αἰεὶ ἐγκλωβισμένοι στὴν ἔωλη πολιτικὴ τοῦ ἄνθρακος, ὅπου οἱ ἐπιχειρήσεις, οἱ πολυεθνικὲς καὶ οἱ συμφεροντολόγες κυβερνήσεις παζαρεύουν ποσὰ καὶ ποσοστά, ὑποθηκεύοντας τὸ δικό μας μέλλον καὶ τοῦ ὑπολοίπου πλανήτου.

### 0.3.1. - Ἡ δικὴ μας ἀφετηρία

Τὸ πρόβλημα λοιπὸν εἶναι διττῆς φύσεως: Ἡ βασικὴ αἰτία ἀπειλῆς τῆς ζωῆς στὴν Γῆ καὶ τῆς ἐπικρατήσεως τοῦ ἀτομικοῦ ἔναντι τοῦ δημοσίου καὶ κοινωνικοῦ συμφέροντος. ΠΡΕΠΕΙ νὰ συνειδητοποιήσουν ὅλοι οἱ πολῖτες τὸν ῥόλο τους στὶς πολιτικὲς ἀποφάσεις τοῦ κράτους, καὶ νὰ ἀναλογιστοῦν ταυτόχρονα τὴν συμβολὴ τους στὴν διατήρηση τῆς ἰσορροπίας τοῦ μαγευτικοῦ, μοναδικοῦ πλανήτου μας (καὶ δὴ τῆς πανέμορφης χώρας μας, ὅταν δὲν τὴν καῖνε οἱ ἐμπρηστές).

Οἱ πολῖτες ὀφείλουν νὰ ζητοῦν μία ὀλοκληρωμένη, καθαρὴ, διαφανή, ὀρθή, οικονομικὴ καὶ καθολικὴ πολιτικὴ διαχείριση τοῦ ἐνεργειακοῦ ὀρίζοντος.



Και πόσο μάλλον, όταν η Έλλάς βρίσκεται σε τέτοιο ανεκμετάλετο ανανεώσιμο δυναμικό. Αναφέρω ενδεικτικῶς ὅτι **μόνο** τὸ θεωρητικό Αἰολικό δυναμικό μας, ισοδυναμεί με πλήρη ἐγκατεστημένη ἰσχύ **22GW**, ἐνῶ ἡ χώρα ἔχει ἐνεργειακὲς ἀπαιτήσεις τῆς τάξεως τῶν **12GW**... Ἄξιον ἀναφορᾶς, σὲ μία ἔκθεση ποὺ παρουσίασαν ἡ **EREC** (Εὐρωπαϊκὸ Συμβούλιο Ἀνανεώσιμων Πηγῶν Ἐνέργειας) καὶ **Greenpeace**, δύναται ὡς τὸ **2020** νὰ καλύψουμε τὸ **52%** τῆς ἠλεκτροπαραγωγῆς καὶ τὸ **87%** ἕως τὸ ἔτος **2050** (ἀκραῖα σενάρια), με ταυτόχρονη τὴν μείωση τῆς καταναλισκόμενης ἐνέργειας **11%** τὸ **2020** καὶ **30%** τὸ **2050** (ἐπίσης ἀκραῖα σενάρια). Ἀναφέρει ἐπίσης, μετὰ τὸ **2030** τὴν κατάργηση τοῦ λιγνίτου χωρὶς νὰ ἀπαιτοῦνται περεταίρω τεχνολογίες πυρηνικῆς ἐνέργειας.

Φυσικᾶ, βρισκόμαστε *γαλαξίες* μακριὰ ἀπὸ τέτοιους εὐγενεῖς στόχους...

### 0.3.2. - Ἐν Ἑλλάδι

Τὰ στοιχεῖα ποὺ παρουσιάζει ἡ Ἑλλάς σήμερα εἶναι ἄκρως ἀνησυχητικά:

α) Αὐξηση τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν τὰ **3** τελευταῖα ἔτη καὶ κατὰ **150%** τῶν εἰσαγωγῶν ἀπὸ γειτονικὲς χώρες.

β) ἀδυνατεῖ νὰ μειώσῃ τὴν ἐνέργεια προερχόμενη ἀπὸ πετρέλαιο καὶ ἄνθρακα, παρὰ τὴν διεθνῶς ἀναγνωρισμένη ἀνάγκη γιὰ τὸν περιορισμὸ τῆς. Οἱ λιγνιτικοὶ σταθμοὶ καλύπτουν τὸ **56,1%** τῆς ζητούμενης ἰσχύος.

Σὲ μία χώρα ποὺ ἄγει καὶ φέρεται ἀπὸ «ἀντιποδοσφαιρικὲς» κινήσεις καὶ ἐφήμερες τάσεις τῆς μοδός, πρέπει νὰ ὑπάρξει ὅπωςδήποτε:

- Ἐπανεκτιμήσις τοῦ ὕψους τῶν ἐθνικῶν μας ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν καὶ ἂν (καὶ ὅπου) εἶναι δυνατόν νὰ ὑπάρξει ἐπανασχεδιασμὸς τοῦ δικτύου μεταφορᾶς ἰσχύος με περισσότερο ἀποδοτικὲς μεθόδους, λιγότερες ἀπώλειες, ἢ τουλάχιστον ἡ μερικὴ ἀναβάθμισίς του.

- Τὸ ἐγκλημα ποὺ διαπράττουμε **μὴν εἰσχωρῶντας δυναμικότερα στίς Ἥπιες ἐνέργειες**, ἐφόσον τὸ ἠλιακὸ, αἰολικὸ καὶ γεωθερμικὸ δυναμικὸ μας δύναται νὰ καλύψῃ πολλὲς φορὲς τὶς ἀνάγκες μας σὲ ἐνέργεια καὶ ἀνάπτυξη (καὶ τὴν χρειαζόμαστε περισσότερο ἀπὸ ποτέ).

- Κίνηση κεφαλαίων καὶ ἐπενδύσεων στὴν ἀγορὰ τῶν Ἀνανεώσιμων Πηγῶν ἐνέργειας, καὶ ὄχι μόνο σὲ ἰδιωτικὸ ἐπίπεδο καὶ ἀνάπτυξη νέων τεχνολογιῶν.



- Απαιτούνται σημαντικές αλλαγές στο καθεστώς της χαρτογραφίας και εξάλειψη της γραφειοκρατίας. Θετικό βήμα, σίγουρα, αποτελεί νομοσχέδιο που κατατέθηκε πρόπερσι και αφορά στην ρύθμιση προβλημάτων και δυσλειτουργιών της αγοράς των Α.Π.Ε.. Συγκεκριμένα, μειώνεται ο απαιτούμενος χρόνος για την αδειοδότηση συστημάτων, διευκολύνεται ή εγκατάστασις σε κατοικίες, τίθενται περιορισμοί στην έμπορία αδειών εκμεταλλεύσεως των Α.Π.Ε., ενώ παράλληλα αναπροσαρμόζεται ή τιμή αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας από φωτοβολταϊκές γεννήτριες.
- Πέραν τούτου, και άλλες χώρες βρίσκονται υπό την σκιά της οικονομικής ύφέσεως, αλλά συνεχίζουν συστηματικώς να προωθούν, έστω και ποσοστιαία την άποχή τους από τα όρυκτα καύσιμα (Δανία, Σουηδία, Ισπανία, Γερμανία, Μ. Βρετανία), βελτιώνοντας ταυτοχρόνως και τους δείκτες των οικονομιών τους.
- **Το πιο σημαντικό**, ή δημιουργία μιᾶς νέας **Παιδείας**, όπου θα σχηματίζει ανθρώπους με άποψη και ελεύθερη σκέψη σε πολιτικά και κοινωνικά ζητήματα. Άνθρωπος που επιτέλους θα εκτιμούν αρισήμαντες έννοιες όπως η ανάπτυξιακή οικονομία και η όρθη διαχείρισις.



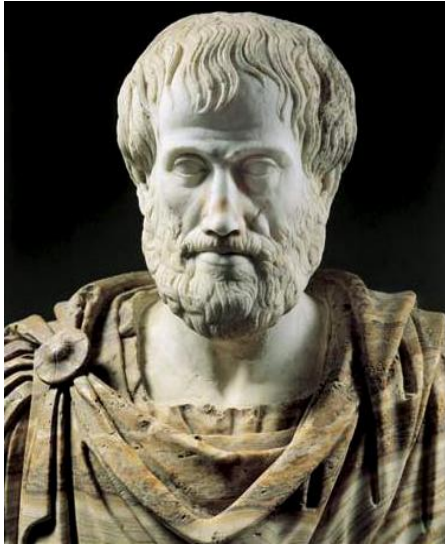


# ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 1

Σημασία τῆς ὑπάρξεως τῶν ὠκεανῶν, ποῦ προήλθε ἡ μᾶζα τους, προεπισκόπισις καὶ συνειδητοποίησις τοῦ γιγαντιαίου δυναμικοῦ τους.







Ἀπορήσειε δ' ἄν τις, εἰ πᾶν σῶμα βάθος ἔχει, τοῦτο δ' ἐστὶ τὸ τρίτον μέγεθος, ὧν δ' ἐστὶ δύο σωμάτων μεταξύ σῶμά τι, οὐκ ἐνδέχεται ταῦτα ἀλλήλων ἀπτεσθαι, τὸ δ' ὑγρὸν οὐκ ἔστιν ἄνευ σώματος, οὐδὲ τὸ διερὸν, ἀλλ' ἀναγκαῖον ὕδωρ εἶναι ἢ ἔχειν ὕδωρ [...]

Θὰ μπορούσε νὰ διατυπώσει κάποιος τὸ ἐξῆς δύσκολο πρόβλημα: Ἐφόσον κάθε σῶμα ἔχει βάθος, πὺν εἶναι ἡ τρίτη διάσταση, δύο σώματα, ἀνάμεσα στὰ ὁποῖα ὑπάρχει κάποιο ἄλλο σῶμα, δὲ μπορεῖ νὰ ἐφάπτονται [μεταξύ τους]· [ἐπίσης] τὸ ὑγρὸ δὲν εἶναι δίχως σῶμα, οὔτε τὸ βρεγμένο, ἀλλὰ εἶναι κατ'

ἀνάγκη ὕδωρ ἢ θὰ περιέχει ὕδωρ [...]

Ἀριστοτέλους *Περὶ*

*ψυχῆς*

### 1.1.0. - Περὶ ἀνέμων καὶ ὑδάτων

Ὁ πλανήτης μας καλύπτεται κατὰ 5/7 ἀπὸ ὕδωρ, δίνοντάς του αὐτὸ τὸ ὑπέροχο χαρακτηριστικὸ γαλάζιο χρῶμα καὶ κάνοντάς τον ταυτόχρονα νὰ ξεχωρίζει ἀπὸ ὅλους τοὺς ἄλλους πλανήτες τοῦ ἡλιακοῦ μας συστήματος.

*Πόθεν προέρχεται τούτη ἡ τεράστια ὑδάτινη μᾶζα;*

Ἡ Γῆ ἐν ἀρχῇ τῆς δημιουργίας της δὲν εἶχε σταγόνα ὕδατος - ἀπεναντίας, ἡ εἰκόνα της ἦταν ὅμοια μὲ αὐτὴν τοῦ σημερινοῦ Ἄρεως, μία ἄνυδρη μᾶζα σκόνης καὶ βράχων. Πάραυτα, τὰ στοιχεῖα πὺν ἀπαιτεῖτο γιὰ τὴν δημιουργία του ὑπῆρχαν στὸ ἐσωτερικὸ της. Ἡ ἐπικρατέστερη θεωρία ἀναφέρει ὅτι στὴν ἀρχικὴ θέση τῆς Γῆς συγκρούστηκαν δύο πλανήτες ἀμέσως μετὰ τὴν δημιουργία τους σχηματίζοντας ἕναν μεγαλύτερο (μὲ μᾶζα ἱκανὴ νὰ συγκρατῆσει ἀέρια καὶ ἀτμόσφαιρα), ἐνῶ τὸ ὑλικὸ πὺν ἐκσφεντονίσθηκε σταδιακᾶ σχημάτισε τὸν δορυφόρο τοῦ πλανήτου μας, τὴν Σελήνη. Ἴσως ἔτσι καὶ νὰ ἐξηγεῖται τὸ μεγάλο μέγεθός της σὲ σχέση μὲ τὴν Γῆ. Στὴν ἐπιφάνεια λοιπὸν τοῦ θερμοῦ νέου πλανήτου ἔκαναν τὴν ἐμφάνισή τους ἀέρια καὶ ὑδρατμοί, πὺν ἔβρισκαν δίοδο ἀπὸ τὰ κατώτερα στρώματα, ὅπως ἀκριβῶς παρατηροῦμε καὶ σήμερα. Μὲ τὴν πάροδο τοῦ χρόνου, ὁ πλανήτης ἀρχισε νὰ ψύχεται καὶ τὰ ἀέρια νὰ συμπυκνώνονται, σχηματίζοντας σύννεφα. Τότε ἀρχισε ἡ μεγαλύτερη βροχόπτωση στὴν ἱστορία τοῦ πλανήτου. Ὑπολογίζεται ὅτι ἡ βροχὴ καὶ οἱ καταιγίδες κράτησαν γιὰ χιλιετίες, δίνοντας ἐν τέλει τὴν μισὴ ποσότητα τῶν ὠκεανῶν ἀπὸ τὴν σημερινή.

Ἡ ἄλλη μισὴ εἰκάζεται πὼς εἶναι ἐξωγήινης προελεύσεως, καθὼς ἡ νεαρὴ Γῆ κτυπήθηκε ἀπὸ χιλιάδες μετεωρίτες καὶ ἀρκετοὺς ἀστεροειδεῖς, οἱ ὁποῖοι ἀποτελοῦνται ἀπὸ λίθο, παγωμένα ἀέρια καὶ ὕδωρ.

Ἐκτοτε δὲν ἔχει ἀλλοιωθεῖ ἡ μάζα τῶν ὠκεανῶν, φτάνοντας στὴν σημερινὴ ἐκτίμηση τοῦ **70~71%** τῆς ἐπιφάνειας τοῦ πλανήτου καὶ τὸ **0,023%** τῆς μάζης τῆς Γῆς (περίπου  **$1.4 \times 10^{21}$  kg**).



**Ἀριστερά:** Ἡ Γῆ στὰ πρῶτα στάδια μετὰ τὸν σχηματισμὸ τῆς, δίχως ἀτμόσφαιρα καὶ ὠκεανούς.

**Κάτω:** Οἱ ἐξωγενῆς προέλευσις τῆς ἡμισῆς μάζης τῶν ὠκεανῶν. Τὰ ἀστρικὰ θραύσματα παρουσιάζουν σήμερα τεράστιο ἐπιστημονικὸ ἐνδιαφέρον καθὼς μεταφέρουν σημαντικότερες γεωλογικὲς πληροφορίες γιὰ τὸ σύμπαν καὶ τὴν συμπεριφορὰ του πρὶν ἀπὸ **4,5** δισεκαττομύρια

ἔτη.



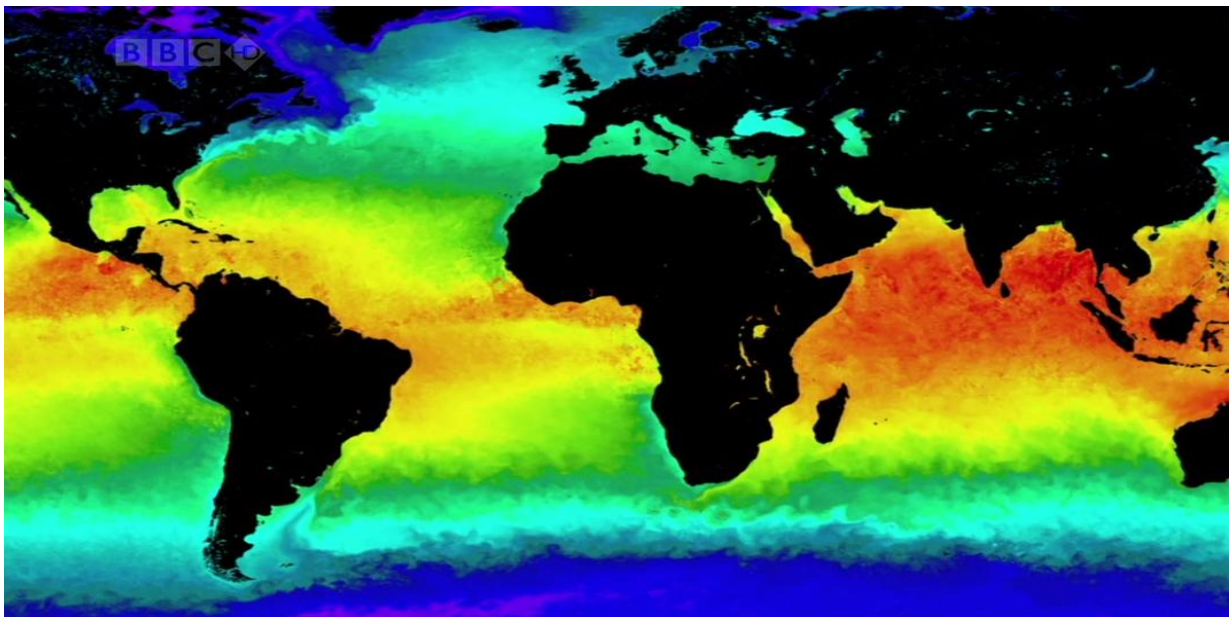
**Ἀριστερά:** Τὸ πείραμα τῆς **NASA** μὲ ὄνομασία **Deep Impact** ποὺ διεξήχθη τὸν Ἰούλιο τοῦ **2005**, στὸν κομήτη **Tempel 1**. Σκοπὸς τοῦ ἐγχειρήματος τούτου ἦταν ἡ ἐρεύνησις τῶν στοιχείων ποὺ πιθανῶς ὑπῆρχαν κάτω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τοῦ κομήτου. Μὲ μάζα **370** κιλῶν κτύπησαν τὸν κομήτη καὶ βιντεοσκόπησαν τὴν ἐκτοξευόμενη μάζα - πρὶν αὐτὴ ἐπιστρέψει πάλι στὴν ἐπιφάνειά του. Παρατήρησαν τὴν στιγμὴ τῆς συγκρούσεως διέφυγαν ἀπὸ τὸν κομήτη περίπου **250** ἑκαττομύρια

## Λίτρα ύδατος!

**Φωτό:** Στιγμιότυπο από την στιγμή της συγκρούσεως. «Γνωρίζαμε για την ύπαρξη υδάτος υπό την μορφή πάγου στους κομήτες, όμως αυτή παραμένει η πρώτη απόδειξη», είπε η **Jessica Sunshine**, συνερευνητριά του προγράμματος **Deep Impact**.

### 1.1.1. - Άριστον μὲν ὕδωρ - Ἡ σημασία τῆς θαλάσσης

- Οἱ ὠκεανοὶ δίνουν στὴν ἀτμόσφαιρα τὸ **50%** τοῦ ὀξυγόνου τῆς! (Ἀκριβῶς, σκεφτεῖτε πῶς ἡ πρώτη ἀναπνοή σας ἀνήκει στὴν θάλασσαν, ἢ δεύτερη στὰ δάση).
- Τὰ ὑπόγεια ρεύματα ποὺ δημιουργοῦνται μεταφέρουν ὀξυγόνο, θρεπτικὰ στοιχεῖα καὶ θερμότητα. Μεγάλο ἄλμα στὴν ὠκεανογραφία ἀποτέλεσαν οἱ διεξοδικές ἔρευνές τους καὶ ἡ διχαστασία ποὺ ἐπικρατεῖ στὴν ἐπιστημονικὴ κοινότητα γιὰ τὶς ἐνδεχόμενες συνέπειες τῆς πιθανῆς ἀλλοιώσεώς τους.



**Πάνω:** Τὸ φάσμα τῆς κατανομῆς θερμότητος πάνω στους ὠκεανούς. Παρατηροῦμε πῶς τὸ μεγαλύτερο ποσὸν ἐνέργειας συγκεντρώνεται εἰς τὸν Ἰσημερινὸν, ὅπου οἱ ἀκτίνες τοῦ ἡλίου εἶναι κάθετες στὴν ἐπιφάνεια τῆς Γῆς.

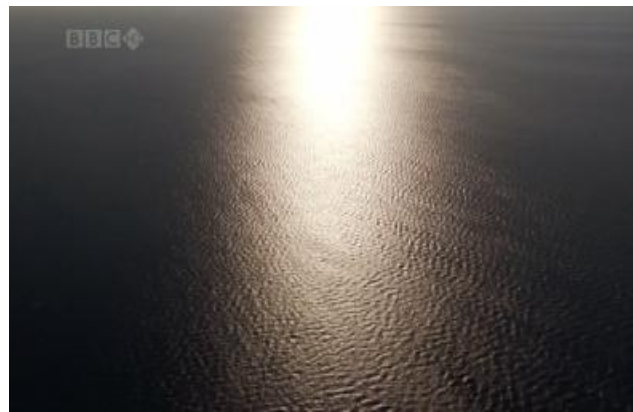
**Ἀριστερά:** Παρουσίασις τῶν ὑπόγειων ρευμάτων, τοῦ κλιματιστικοῦ τῆς φύσεως.



Βρίσκονται σε βάθος και έχουν μήκος πολλών χιλιομέτρων. Το θερμό ύδωρ του Ίσημερινού ψύχεται και βυθίζεται (καθώς βαρύτερο) στην περιοχή των πόλων, σε έναν άεναο κύκλο. Άεναο; Όχι ακριβώς. Τα επόμενα **50** έτη ο κύκλος θα πάψει να ισχύει καταστρέφοντας την δημιουργία O<sub>2</sub> και γλυκού ύδατος (έφόσον αυξάνεται η στάθμη της θάλασσης), φέροντας παγετώνες στην Ευρώπη και πολέμους ανθρώπων για γη. Ίσως πάλι έτσι ξεφορτωθεί η φύσις το καρκίνωμά της.

**1.1.2. - Πού την βρίσκει την ενέργεια ο ωκεανός;**

Σήμερα γνωρίζουμε πως οι ωκεανοί λειτουργούν ως τεράστιοι συσσωρευτές ηλιακής ακτινοβολίας. Μάλιστα, υπολογίζεται πως απορροφούν περί το **33% της ημερησίας** έκπομπής που λαμβάνει η Γη! Ένα υπόλοιπο τμήμα μεταδίδεται στην επιφάνεια των υδάτων από τον άνεμο, που απορροφά με την σειρά του θερμότητα προερχόμενοι από τον ήλιο.



Η διαφορά θερμότητας που θα παρουσιαστεί στα διάφορα τμήματα των ωκεανών και της ατμόσφαιρας, από την άνόμοια θέρμανσή τους, είναι που πυροδοτεί την κίνηση που αισθανόμαστε και κατ' επέκταση, εκμεταλλευόμεθα.

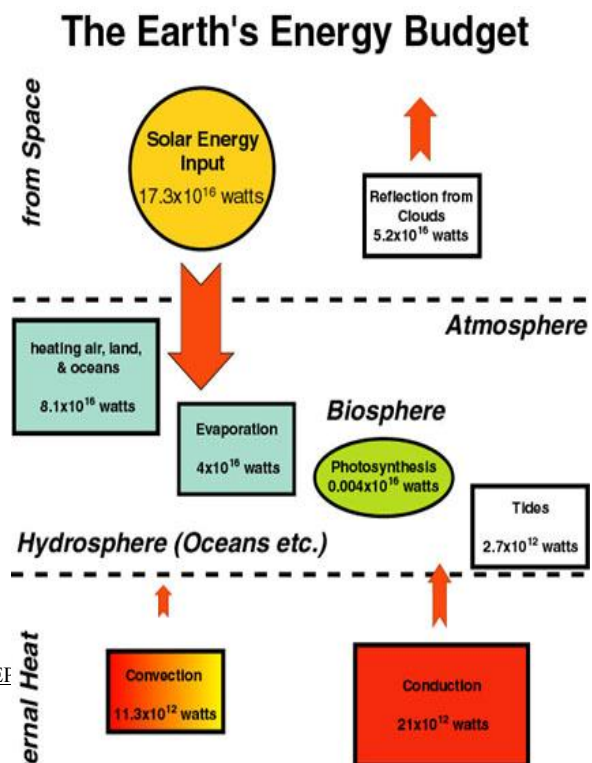
**1.1.3. - Το μέγεθος του θεωρητικού δυναμικού**

Η ενέργεια αυτή, όντας ανανεώσιμη, διαθέτει σε θεωρητικό επίπεδο τουλάχιστον, ΤΕΡΑΣΤΙΑ εκμεταλλεύσιμη δυνατότητα. Αναλυτικώς, σύμφωνα με τους τρόπους εκμεταλλεύσεως θαλάσσιας ενέργειας, ή ισχύς τιμάται περίπου:

- **1-10 Tw** κυματικής ενέργειας
- **3 TW** παλιρροϊκών κυμάτων
- **1 Tw** θερμικής ενέργειας
- **450 Gw** υποθαλάσσιων ρευμάτων

Τεράστιο δυναμικό, που αντιστοιχεί σε ηλεκτρική ισχύ παραγόμενη από **4000-18000** εκατομμύρια ισοδύναμους τόνους πετρελαίου.

**Δεξιά:** Το ενεργειακό απόθεμα της υδρόσφαιρας και η κατανομή του. Η νυν τεχνογνωσία σήμερα επιτρέπει δυστυχώς



τὴν ἐκμετάλεια μόνο ὀριςμένων φάσεων αὐτῆς τῆς ἐλεύθερης μεταφοράς.





## ΚΕΦΑΛΑΙΟΝ 2

Ωκεάνια ισχύς, τὸ κύμα ὡς ἐνέργεια, εἶδη καὶ κατηγοριοποιήσις, περιγραφή τεχνολογιῶν, χρήσιμα στοιχεῖα, κρίσις καὶ συμπεράσματα.



## 2.0.0. - Ωκεάνια ενέργεια

Αρχαιοτάτων εποχών, ο ωκεανός ανέκαθεν υπήρξε μία ανεξάντλητη πηγή που ο άνθρωπος μπορούσε να βρει τροφή, πλούτο, όρυκτα, πετρέλαιο, καθώς και να ταξιδέψει γνωρίζοντας και αποκρυσπτογραφώντας τον κόσμο. Σήμερα, αρκετοί υποστηρίζουν πως ο ωκεανός αποτελεί το τελευταίο ανεξερεύνητο όριο του πλανήτη (με ένα τεράστιο τμήμα των βυθών να παραμένει άχαρτογράφητο) και πως περιλαμβάνει πολλά μυστήρια και θαύματα.



Πάραυτα, σημαντικότερο και πολύ περισσότερο πολύτιμο από όλους τους βυθυσμένους θησαυρούς αποτελεί η πρόκληση της ωκεάνιας ενέργειας, μία ακόμη άξιοθαύμαστη πτυχή της θαλάσσης που μόλις έχουμε αρχίσει να αντιλαμβανόμαστε και να εκμεταλλευόμαστε.

### 2.0.1. - Έλλειψι πετρελαίου...

...ένα σημαντικό ποσοστό της παγκόσμιας προσοχής συγκέντρωσε η προσπάθεια δια την εύρεση νέων πηγών ενέργειας οι οποίες θα απείχαν από τα όρυκτα καύσιμα, ακολουθώντας βασικά τον αποκλεισμό της τροφοδοσίας του πετρελαίου των Αράβων στην Δύση, το **1973**. Τέσσερα έτη αργότερα, το **1977**, το Υπουργείο Ενέργειας των Ηνωμένων Πολιτειών συνεδρίασε **50** διαφορετικές όμοσπονδιακές υπηρεσίες ενέργειας με μοναδικό στόχο την «εύρεση, ανάπτυξη και διαχείριση όλων των υπάρχοντων αλλά και πιθανών νέων ειδών ενέργειας». Ώς το **1980** ο ετήσιος προϋπολογισμός για τα Ωκεάνια συστήματα, κυρίως για το **OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion)** αυξήθηκε από τα **3** εκατομμύρια δολάρια στα **68**, (σημερινές αξίες **100** εκατομμύρια \$). Πολλές χώρες ακολούθησαν την εκμετάλευση της ωκεάνιας ενέργειας, όπως η Ιαπωνία, η Γαλλία, η Βρετανία, η Ολλανδία και άλλες. Μάλιστα, παρουσιάστηκαν τότε και σταθμοί παραγωγής ενέργειας **Otec**, σε ύδατα της Αμερικής και της Ιαπωνίας. Τα δε αποτελέσματά τους ξεπερνούσαν όλες τις προσδοκίες. Οι προσπάθειες των οργανισμών επηρέασαν θετικώς την πρόοδο και σημειώθηκαν περεταίρω βελτιώσεις.

Όμως μία αλλαγή στην Διοίκηση του Συμβουλίου που έξυπηρετούσε τα συμφέροντα της ωκεάνιας ενέργειας έστρεψε τα βλέμματα (και φυσικά την χρηματοδότηση) στο πετρέλαιο, την πυρηνική ενέργεια και στρατιωτικές



έπιχειρήσεις, πλήττοντας όχι μόνον τήν ῥαγδαίως ἀναπτυσσόμενη θαλάσσια ἐνέργεια, μὰ καὶ ἄλλες ἀνανεώσιμες ὅπως ἡλιακὰ καὶ αἰολικὰ προγράμματα.

## Νῦν

Σήμερα γίνεται ὄλο καὶ περισσότερο ἀντιληπτὴ ἡ πιθανὴ ἰσχὺς ποὺ δύναται νὰ παρέχει ἡ θάλασσα, καθὼς χρειάζεται τὰ μέγιστα, σὲ μία οἰκονομικῶς δυσχερῆς ἐποχῇ, νὰ πυροδοτήσῃ τὴν ἀνάπτυξιν ποὺ χρειάζεται ἡ ἀνθρωπότης. Μέχρι τῶρα, ἔχουν παρουσιαστῆ πάνω ἀπὸ **500** πατέντες καὶ εὐρεσιτεχνίες γιὰ τὴν ἐκμετάλευσιν θαλάσσιας ἐνέργειας, μὲ τὸν ἀριθμὸ τους νὰ συνεχίζῃ νὰ αὐξάνεται.

## 2.0.2. - Η Ταξινόμηση

Αντιθέτως με τις ευκολίες που παρουσιάζουν στην κατηγοριοποίησή τους άλλες Α.Π.Ε. - όπως πχ. ή Αιολική - ή ώκεάνια ενέργεια εκπίπτει ξεχωριστᾶ σὲ:

### 1) Κυματική ισχύς (**Wave power**)

Ἐπιπροσθέτως, ἡ κυματική ἐνέργεια χαρακτηρίζεται ἀπὸ:

α) Ὑπερπόντια συστήματα (**Offshore**) καὶ

β) Παράκτιες ἐγκαταστάσεις (**Onshore**).

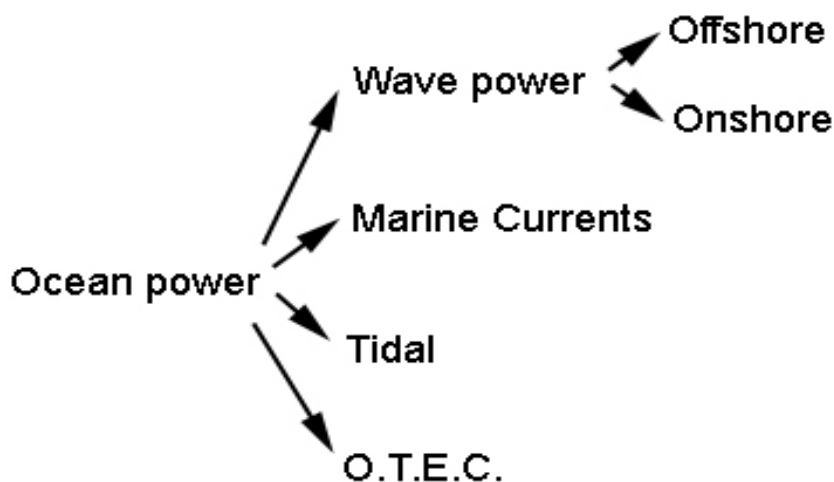
### 2) Ἐνέργεια ἀπὸ τὰ ὑποθαλάσσια ρεύματα (**marine current**).

### 3) Φράκτες παλλίρροιας (**Tidal**)

καὶ

### 4) Μετατροπὴ Ὤκεάνιας Θερμικῆς Ἐνέργειας (**Ocean Thermal Energy Conversion**)

Σὲ ἓνα καθαρὸ σχεδιάγραμμα γιὰ νὰ τὸ ἐννοήσουμε καλλίτερα, ἡ κατηγοριοποίησις θὰ εἶναι:



Με την σειρά τους, θα εξηγήσουμε την αρχή λειτουργίας κάθε κατηγορίας και πώς είναι δυνατόν να πάρουμε ηλεκτρισμό από την θάλασσα.

### 2.1.0. - Κυματική ισχύς (wave power)

#### Εισαγωγικά

Ο θαλάσσιος κυματισμός είναι, όπως όλες οι Η.Μ.Ε., μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας.

Επίσης, παρουσιάζει την υψηλότερη ενεργειακή πυκνότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες Ανανεώσιμες ενέργειες.

Η ιδέα για την εκμετάλλευση του θαλάσσιου κυματισμού όμως δεν είναι νέα. Η πρώτη απότολμησις χρονολογείται στο **1799**, από έναν Γάλλο ονόματι **Girard**, ο οποίος μαζί με τον υιό του χρησιμοποίησε άπευθεϊας τον κυματισμό για να κινηθάντλίες, μύλους και άλλες μηχανές. Ένα άλλο σχέδιο κυματικής ενέργειας



κατασκευάσθηκε γύρω στο **1910** από τον **Bochaux-Praceique** για να φωτίσει την οικίαν του στο **Royal** κοντά στο **Bordaux**, και φαίνεται να είναι ή πρώτη σκέψη πάνω στην ιδέα της Ταλαντευόμενης Στήλης Ύδατος (**Oscillating Water Column**). Από το **1855** ως το **1973** υπήρχαν ήδη **340** ευρεσιτεχνίες μόνο στην Βρετανία. Και άλλοι πρωτοπόροι πειραματίστηκαν με συσκευές σε διάφορα σενάρια, όπως ο **Yoshio Masuda**, την δεκαετία του **1940**. Μεγάλο πλήθος παραπλήσιων τεχνολογιών χρησιμοποιήθηκαν σε μικρή κλίμακα ως τὰ μέσα του περασμένου αιώνας. Η περισσότερο συντονισμένη έρευνα άρχισε στις αρχές της δεκαετίας του '70, κυρίως σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης.

Έκτοτε, τὸ ενδιαφέρον συνεχίστηκε και μέχρι προσφάτως, πού ή βιομηχανία αρχίζει να αντιμετωπίζει περισσότερο επίμονα τὰ προβλήματα πού προκείπουν από τὰ σφάλματα και τις δοκιμές.

## Άτυχίες συμβαίνουν

Οί όποιες επιφέρουν μὲν ἐμπόδια στὴν ἀνάπτυξη καὶ ἀρνητικὴ δημοσιότητα πού σίγουρα, δὲν ὠφελεῖ εἰδικᾶ σὲ ἕναν κλάδο πού προσπαθεῖ νὰ ἀναπτυχθῆ. Ὅπως τὸ **1995**, ὅπου ὑπήρξε ἡ ἀτυχία τοῦ **Osprey**, μία μεγάλη συσκευή κυμάτων ἰσχύος **2MW**, πού καταστράφηκε ἀπὸ τὰ κύματα (εἰρωνία) πρὶν προλάβει νὰ ἐγκατασταθῆ στὶς ἀκτὲς τῆς Σκωτίας, πηγαίνοντας νὰ κάνει τὴν πρώτη της δοκιμὴ. Ἡ τὸ **2007**, πού μία συσκευή ἐπιπλεύσεως ἀξίας **2.000.000\$** βυθίστηκε κοντὰ στὶς ἀκτὲς τοῦ Ὀρεγκον καὶ ἡ ἀστοχία τῆς πτερωτῆς μίας γεννήτριας παλλίρροιας στὸ **East River** τῆς Νέας Ὑόρκης. Παρόλα αὐτά, ἡ ἀναζήτησις γιὰ νέα, ἀνθεκτικότερα ὑλικά συνεχίζεται.

## Πάραυτα...

Σπουδαία βήματα ἀρχίζουν νὰ γίνονται σὲ χῶρες πού ἐνδιαφέρονται νὰ ἐπενδύσουν στὴν οἰκονομία τους. Τὸ πρῶτο παγκοσμίως λειτουργικὸ ἄκτιο ἐργοστάσιο παραγωγῆς ἐνέργειας βρίσκεται στὴν Σκωτία (**isle of Islay**), προῖον πού ἀναπτύχθηκε ἀπὸ τὴν ἐταιρία **WaveGen**.



Πάνω: Ἡ ἐγκατάστασις **WaveGen** στὸ **Portnahaven**, μὲ φόντο τὴν νῆσον τοῦ **Orsay**.



**Δίπλα:** Επίβλεψις της νέας τουρμπίνας. Ο έπανασχεδιασμός της τουρμπίνας από την **WaveGen** επέφερε αύξηση στην επίδοση (ή νέα αποδίδει περί τα **100KW**) και είναι αρκετά μικρότερη σε μέγεθος από την προκάτοχό της.



**Πάνω δεξιά:** Οί **Jim Mather** (Υπουργός ενέργειας της Σκοτίας) and **Matthew Seed** (ύψηλᾶ ιστάμενος της **WaveGen**) εγκαινιάζουν την λειτουργία της γεννήτριας, τὸν **Ιούλιο** τοῦ **2008**.



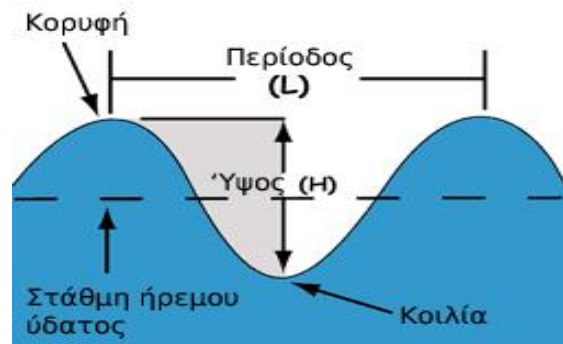
**Πάνω:** Στιγμιότυπο ἀπὸ τὸ βίντεο τῆς δοκιμῆς τῆς γεννήτριας. Τὸ σύστημα ἔχει σχεδιαστεῖ γιὰ κύματα ἰσχύος **15** μὲ **25KW/m**, ἐνῶ ἡ ἐταιρεία

στοχεύει στην τοποθέτηση άλλων **40** τουρμπινών, αγγίζοντας τα **4MW** μεγίστης ισχύος.

### 2.1.1. - Όλιγα περί κυματικής

#### Τò θαλάσσιο κῦμα

Κῦμα (ἀπὸ τὸ ῥῆμα κύω ἢ κνέω = φουσκώνω) εἶναι μία διαταραχὴ ποὺ ταξιδεύει στὸν χῶρο (καὶ τὸν χρόνο) πχ, μία διαφορά πίεσεως γιὰ τὸν ἦχο. Στὴν ἴδια ἀρχὴ ὑπάγονται καὶ τὰ θαλάσσια κύματα. Ἔτσι λοιπὸν ἔχουν καὶ αὐτὰ πλάτος, περίοδο, συχνότητα καὶ ταχύτητα.



### 2.1.2. - Τί θέλω ἀπὸ ἓνα κῦμα;

Οὐσιαστικῶς, αὐτὸ ποὺ ἐμεῖς ἐκμεταλλευόμαστε εἶναι ἡ **μηχανικὴ ἐνέργεια** ποὺ βρίσκεται ἀποθηκευμένη ἐντὸς τῶν κυμάτων ἢ περισσότερο ἀπλῶς, τὴν διαγραφώμενη **ἄνω-κάτω** κίνηση.

### 2.1.3. - Μετάδοσις

Σημείωσις: Παρατηρῶντας ἓνα θαλάσσιο κῦμα νὰ ταξιδεύη νωχελικῶς, οὐσιαστικῶς δὲν βλέπουμε νὰ κινεῖται μᾶζα ὕδατος, **ἀλλὰ καθαρὴ ἐνέργεια**. Καὶ ὅσο καὶ ἂν φαίνεται ἀπίστευτο, τὸ μοντέλο μεταφορᾶς ἐνέργειας τῶν κυμάτων εἶναι τέτοιο, ποὺ παρουσιάζουν σχεδὸν **μηδενικὲς ἀπώλειες** τῆς ἐνέργειάς των κατὰ τὴν διάδοσή της ἀπὸ κῦμα σὲ κῦμα. Πρακτικῶς, αὐτὸ σημαίνει πὼς τὸ κῦμα μπορεῖ νὰ ταξιδέψῃ **χιλιάδες** χιλιόμετρα πρὶν χάσει τὴν ἐνέργειά του χτυπῶντας τὴν ἀκτὴ.

### 2.1.4. - Ὑπολογισμὸς ισχύος



Σε βάθος πυθμένος **άνω του μισού του μήκους κύματος ( $\lambda$ )[\*]**, ή ενέργεια που μεταφέρεται ανά μέτρο μετώπου κύματος υπολογίζεται γοργά από την παρακάτω σχέση:

$$P = \frac{r g^2}{64\rho} H_m^2 T \quad [KW/m]$$

όπου  $\rho$  ή πυκνότης μάζης του ύδατος ( **$kg/m^3$** ),

$g$  ή επιτάχυνσις του γήινου βαρυτικού πεδίου ( **$m/s^2$** )

$H_m$  τὸ ὕψος τοῦ κύματος σὲ  **$m$** ,

καὶ  $T$  ἡ περίοδος τοῦ κύματος, φυσικὰ σὲ ***second***.

#### Παραδείγματος χάριν:

Υποθέτουμε την ύπαρξη ἑνὸς πολὺ μέτριου κύματος στὴν ἀνοιχτὴ θάλασσα, τὸ ὁποῖον γνωρίζουμε πὼς ἔχει ὕψος **2m**, καὶ περίοδο **6 sec**. Χρησιμοποιῶντας τὸν ἄνωθεν τύπο γιὰ νὰ βροῦμε τὴν ἰσχὺ του, θὰ εἶναι:

$$P = \frac{r g^2}{64\rho} H_m T \gg 0.5 \frac{[KW]}{[m^3][s]} (2[m])^2 \times 6[sec] \gg 12 \frac{[KW]}{[m]}$$

**12 Κιλοβάτ** ἀνὰ μέτρο, καθόλου ἄσχημα.

Γιὰ νὰ ἀντιληφθοῦμε ὅμως τὴν ἐκθετικὴ ἐνέργεια ποὺ ἀποκτοῦν τὰ κύματα ἀνάλογα μὲ τὶς καιρικὲς καταστάσεις καὶ συνθήκες, ὑποθέτουμε ἓνα κῦμα ἰδίας περιόδου (**6sec**) καὶ ὕψους **3m**:

$$P = \frac{r g^2}{64\rho} H_m T \gg 0.5 \frac{[KW]}{[m^3][s]} (3[m])^2 \times 6[sec] \gg 27 \frac{[KW]}{[m]}$$

**27 KW/m!** Παρατηροῦμε πὼς γιὰ τὴν αὐξηση ἑνὸς μόνο μέτρου στὸ ὕψος συνεπάγεται καὶ αὐξηση **2,25** φορές στὴν μεταφερόμενη ἰσχὺ! Ἄς ἀναλογιστοῦμε τὰ (πολὺ) πιθανὰ σενάρια σὲ βίαια κύματα καταιγίδων ὕψους **7-8** μέτρων...



### [\*] Ύποσημείωσις

Το βάθος του πυθμένου για παράκτιες εγκαταστάσεις απαιτεί να είναι μεγαλύτερο από το μισό του μήκους κύματος (...**half the wave length**), ειδάλλως ο βυθός θα επιρρεάσει την μορφή του επιφανειακού θαλάσσιου κύματος:



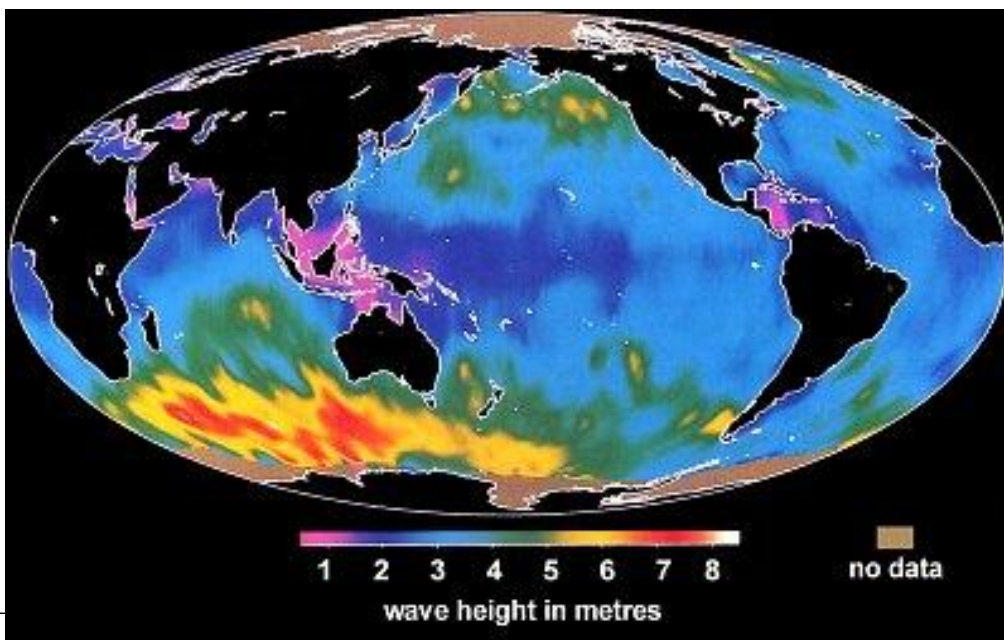
**Δίπλα:** Αναπαράστασις κύματος που φτάνει στην παραλία: Η ακτή αρχίζει να επιβραδύνει την βάση του εισερχομένου κύματος, και επομένως άφου ή επιφάνεια συνεχίζει να κινείται, να παρατηρούμε αυτό το αναδίπλωμα στην άκρη του κύματος πριν αυτό συγκρουστεί στην ξηρά.



### 2.1.5. - Ποῦ τὰ βρίσκουμε

Τὰ κύματα διαφέρουν σὲ ἔνταση καὶ ἰσχύ, ὅπως εἶναι κατανοητόν. Εἶναι ἀκριβῶς ὅπως ὁ ἄνεμος, ποῦ ποικίλει ἀπὸ περιοχὴ σὲ περιοχὴ (ἀναλόγως μορφολογίας ἐδάφους, κ.ά.)

Κατὰ γενικὸ κανόνα τὰ μεγάλα κύματα (ποῦ μᾶς ἐνδιαφέρουν) συναντῶνται σὲ παράλληλους κοντὰ στὶς βόρειες θάλασσες - ἐκεῖ δηλαδὴ ποῦ φυσοῦν συνεχεῖς δυνατοὶ ἄνεμοι σὲ συνεχή διεύθυνση. Τέτοιες τοποθεσίες ὑπάρχουν πχ, στὰ νότια τοῦ Ἰνδικοῦ ὠκεανοῦ (παράλληλοι  $-40^{\circ}$  ὡς  $60^{\circ}$  - Βορείως καὶ Νοτίως) ὅπου τὰ κύματα φτάνουν κατὰ μέσο ὄρο τὰ **7m**, ἐνῶ περιστασιακῶς ἀγγίζουν καὶ τὸ διπλὸ ὕψος! Ἀκριβῶς νότια ἀπὸ τὴν Νέα Ζηλανδία παρατηροῦμε μία ζώνη τυπικῶν κυμάτων μὲ ὕψος **5** μέτρων.

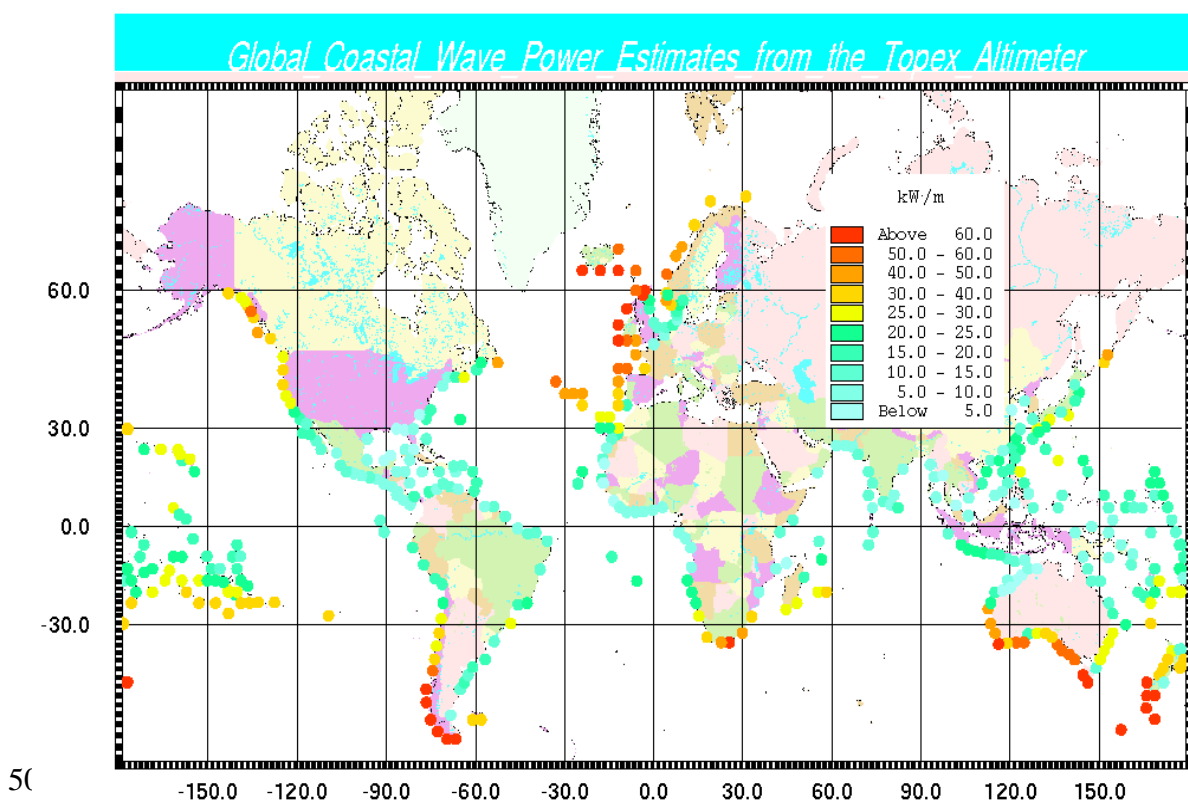


**Πάνω:** Δορυφορική εικόνα που απεικονίζει το ύψος τών θαλάσσιων κυμάτων σε έν μέρει τμήμα τής ύδρογειού. Με έρυθρή χροιά απεικονίζονται τὰ καλλίτερα σημεία που περιέχουν μεγάλη ένέργεια. Παρατηρούμε έπίσης πώς στην ζώνη πάνω στον Ίσημερινό (ρόζ χροιά) δέν έχουμε σπουδαία κυματική δραστηριότητα διότι άφενός έκει φυσούν άσθενικοί άνεμοι και άφετέρου ή δύναμις τους περιορίζεται σε δεύτερο βαθμό από τις πλειάδες νήσους που παρεμβάλλονται ανάμεσά τους. Πάραυτα, ή θερμότητα που δεσμεύεται στον Ίσημερινό:

- Εύθύνεται για τήν δημιουργία άκραίων καιρικών φαινομένων (γιγαντιαίων καταιγίδων λόγω χάσιν, που έκλύονται τεράστια ποσά ένέργειας και άποτελούν πρόκληση για τήν ώκεάνια μηχανική να κατασκευάσει μηχανές που θα μετατρέψουν σε ήλεκτρισμό αύτην τήν ένέργεια).
- Δίνει έδαφος σε νέες ιδέες και τεχνολογικές προσεγγίσεις για τήν παραγωγή ισχύος, όπως τὸ **OTEC**, τὸ όποιο θα αναλύσουμε άργότερα.

### 2.1.6. - Κυμάτων διάθεσις - συνέχεια

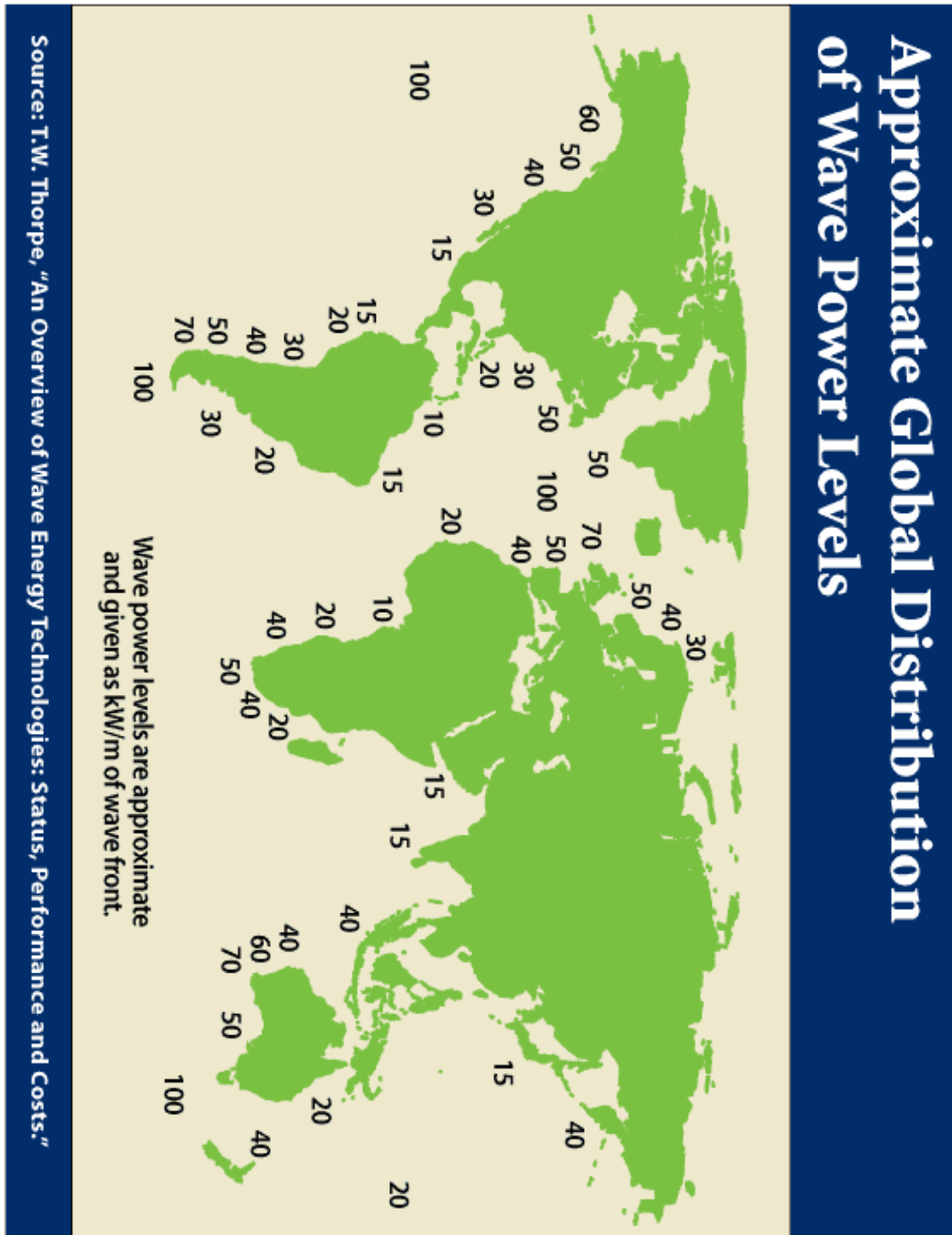
Έπίσης, τὰ μεγάλα κύματα παρατηρούνται και κατά μήκος τών δυτικών άκτῶν τών ήπειρών. Στην Βόρεια Άμερική, τὰ ένδιαφέροντα σημεία είναι μεταξύ τών βορειοανατολικῶν και βορειοδυτικῶν άκτογραμμῶν.



Ο άνωθεν χάρτης παρουσιάστηκε από την **Oceanor** σε συνέδριο στην Αμερική το **1997** και αντιπροσωπεύει δεδομένα δύο ετών που συλλέχθηκαν από τον ύψομετρητή του δορυφόρου **Topex**. Φαίνεται καθαρά πώς οι πλούσιες περιοχές είναι αυτές που αντικρίζουν από δυτικά τους μεγάλους ανοιχτούς ωκεανούς, όπως η Χιλή, ή νότια Αυστραλία, ή προαναφερθείσα Νέα Ζηλανδία, ο δυτικός Καναδάς, ή νότιος Αφρική, και φυσικά στην Ευρώπη υπάρχει δυναμικό στην Σκωτία, Ιρλανδία και Ισλανδία.

Αυτό δεν συνεπάγεται αυτόματα και την αποκλειστικότητά τους στην ενέργεια του θαλάσσιου κυματισμού, καθώς υπάρχουν πολλοί αστάθμητοι παράγοντες. Πρώτα, σε πειραματικό στάδιο πρέπει να γίνουν κινήσεις να ωφεληθούν νήσοι που βρίσκονται σε ζώνες του Ειρηνικού που επικρατούν ασθενέστεροι μόν, σταθεροί άνεμοι δέ, δημιουργώντας αρκετό δυναμικό δια να ηλεκτροδοτηθούν και να μειώσουν την τροφοδοσία τους από το πετρέλαιο.

Αν αυτό πετύχει, καταλαβαίνουμε πώς διευρύνονται δραματικά οι ορίζοντες για τις Ανανεώσιμες και την παγκόσμια οικονομία.

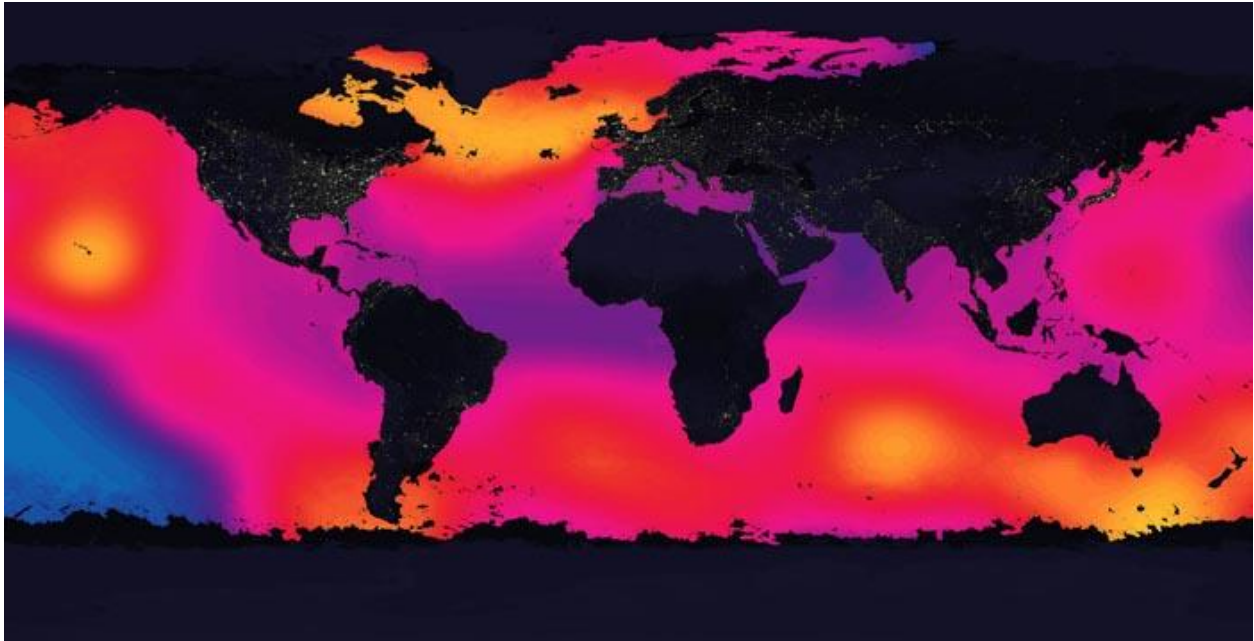


**Πάνω:** Παγκόσμια διάθεσις κυματικής ισχύος σε **Kw/m** μετώπου κύματος. Οί υπόθεσις αναφέρουν τεράστια ποσά για την εκμεταλλεύσιμη ενέργεια που περιέχει ή κίνησις τών κυμάτων. Ένα εύρος κυμαίνεται από τις **140** στις **750Twh**. Τόση ενέργεια θα άρκοῦσε νὰ καλύψει περίπου τὸ **4,9%** τῆς παγκόσμιας ζητήσεως σὲ ἠλεκτρικὴ ἰσχύ τὸ ἔτος **2004**.



### 2.1.7. - Η σκέδασις τοῦ ἐνεργειακοῦ δυναμικοῦ

Ἄς δοῦμε κάποιους χάρτες πολὺ κατατοπιστικούς πάνω στό θέμα.



**Πάνω:** Παγκόσμια κάλυψις τῆς ἐνέργειας τῶν κυμάτων. Τά ἀνοιχτόχρωμα σημεῖα δηλώνουν τὸ ὑψηλότερο ἐπίπεδο ἰσχύος καὶ οἱ κυανῆς τὸ φθίνον ἐπίπεδο. Δῶστε σημασία στίς λεπτομέρειες αὐτῆς τῆς γραφικῆς ἀπεικονίσεως, γιατί θὰ χρειαστῆ νὰ ἐπανέλθουμε ἀργότερα.



**Πάνω:** Η παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση πλησίον παράκτιων πόλεων και νήσων. Παρατηρούμε την αύξημένη ζήτηση σε Ανατολική και Δυτική άκτῃ τῶν Η.Π.Α, Ἰαπωνία, Βόρεια καὶ Νότια Εὐρώπη.

**Πάνω:** Η σχέση καλλίτερης δυνατότητας **ύψηλου** ενεργειακού δυναμικοῦ πρὸς τὶς παράκτιες περιοχές με αύξημένη ζήτηση σὲ ἠλεκτρισμό.



**Κάτω:** Η σχέση καλλίτερης δυνατότητας **ύψηλου καὶ μετρίου** ενεργειακού δυναμικοῦ πρὸς τὶς παράκτιες περιοχές με αύξημένη ζήτηση σὲ ἠλεκτρισμό.

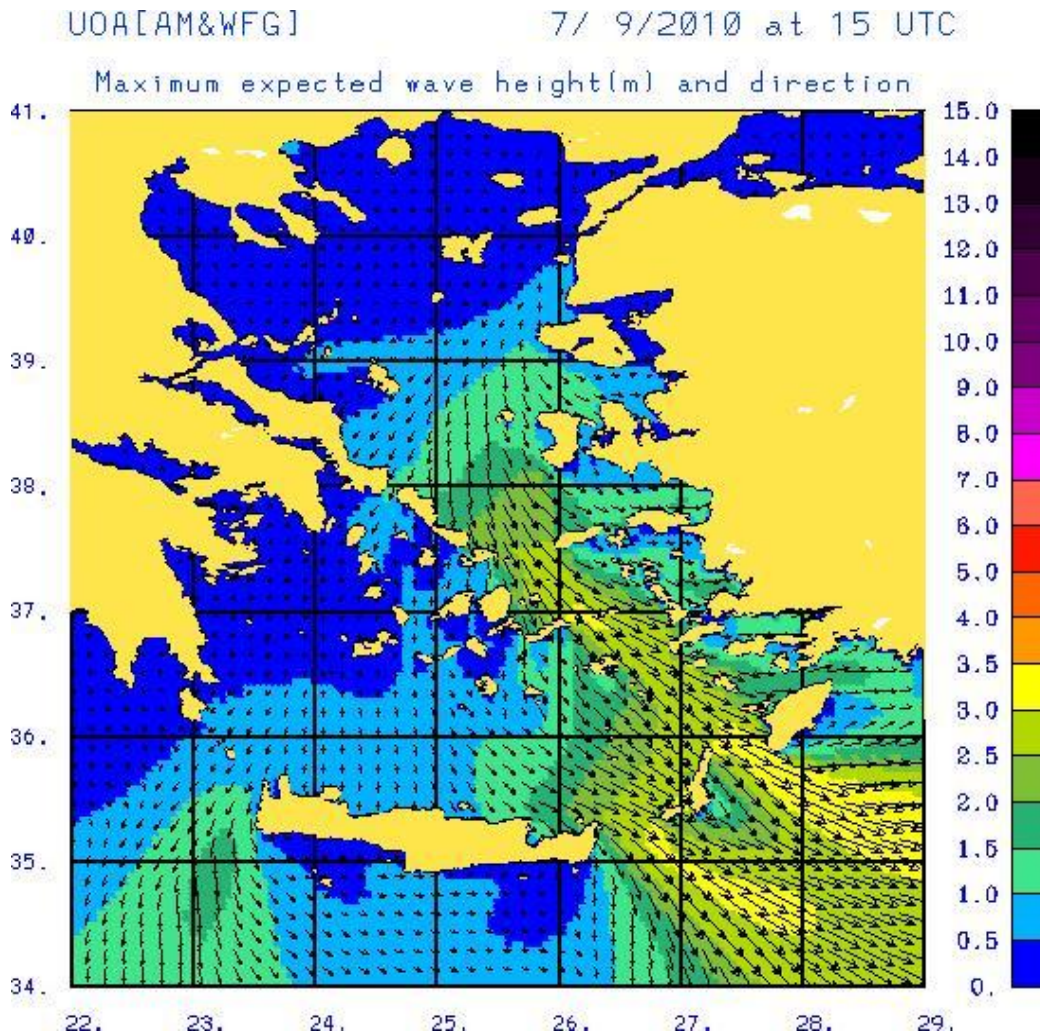




Παρατηρείστε πώς διαμορφώνεται πλέον ο ενεργειακός χάρτης εμφανίζοντας και περιοχές με χαμηλότερο μέν, άρκετο προς εκμετάλλευση δέ κυματικό δυναμικό. Κρατούμε στο νοῦ μας τὴν εἰκόνα καὶ προχωροῦμε.

### 2.1.8. - Κυμάτων πρόβλεψις

Εἶναι σημαντικό νὰ γνωρίζουμε ἐκ τῶν προτέρων τὸ δελτίο καιροῦ, ἂν καὶ ἡ μέθοδος περιλαμβάνει ἠλεκτρονικὰ προγράμματα βασισμένα σὲ μοντέλα συμπεριφορῶν, μετὴν ταυτόχρονη συλλογὴ μετεωρολογικῶν δεδομένων ἀπὸ διάφορα μετρητικὰ ὄργανα.

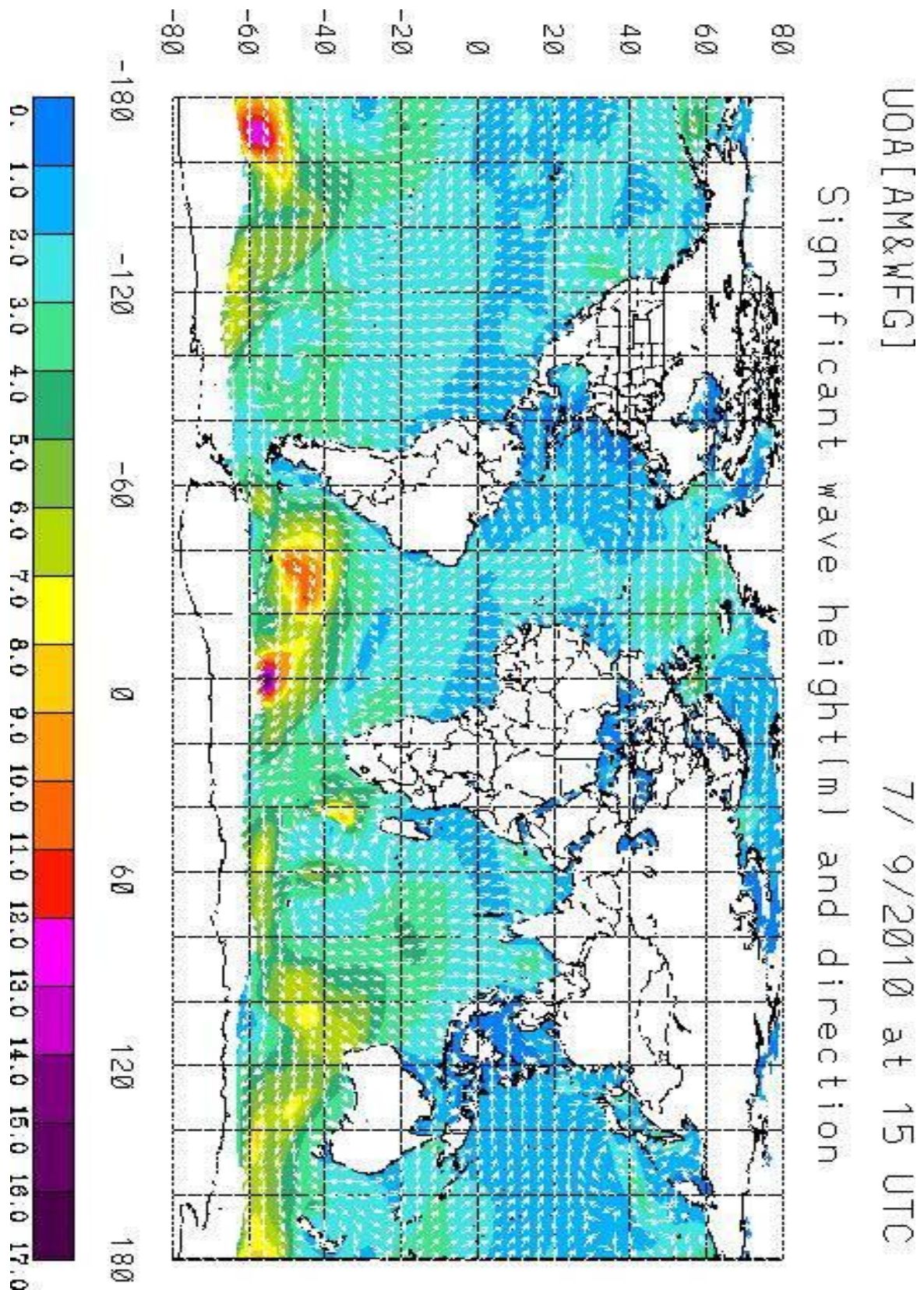


**Πάνω:** Πρόβλεψις τῆς κυματικῆς δραστηριότητος ἀπὸ **online** διαδικτυακὸ πρόγραμμα, ἀναπτυγμένο ἀπὸ τὴν Ὀμάδα Ἀτμοσφαιρικῶν Μοντέλων καὶ Προγνώσεως Καιροῦ (ΟΑΜ&ΠΚ), τμῆμα τοῦ κλάδου Φυσικῆς καὶ τοῦ Ἰνστιτοῦτου Ἐπιταχυντικῶν Συστημάτων καὶ Ἐφαρμογῶν (ΙΕΣΕ) τοῦ Ἐθνικοῦ καὶ Καποδιστριακοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν. Τὸ πρόγραμμα εἶναι σὲ θέση νὰ ὑπολογίζει ποικίλα ἐνδιαφέροντα στοιχεῖα, ὅπως ποσότητα σωματίων σκόνης καὶ ἀερίων στὴν ἀτμόσφαιρα, περιοχικὴ κάλυψη διευθύνσεως ἀνέμων, κ.ά.

Ἡ φωτογραφία ἀπεικονίζει τὸ μέγιστο προσδοκώμενο ὕψος τῶν κυμάτων εἰς τὸ Αἰγαῖον Πέλαγος τὴν ἑβδομὴ τοῦ Σεπτεμβρίου τοῦ τρέχοντος ἔτους.

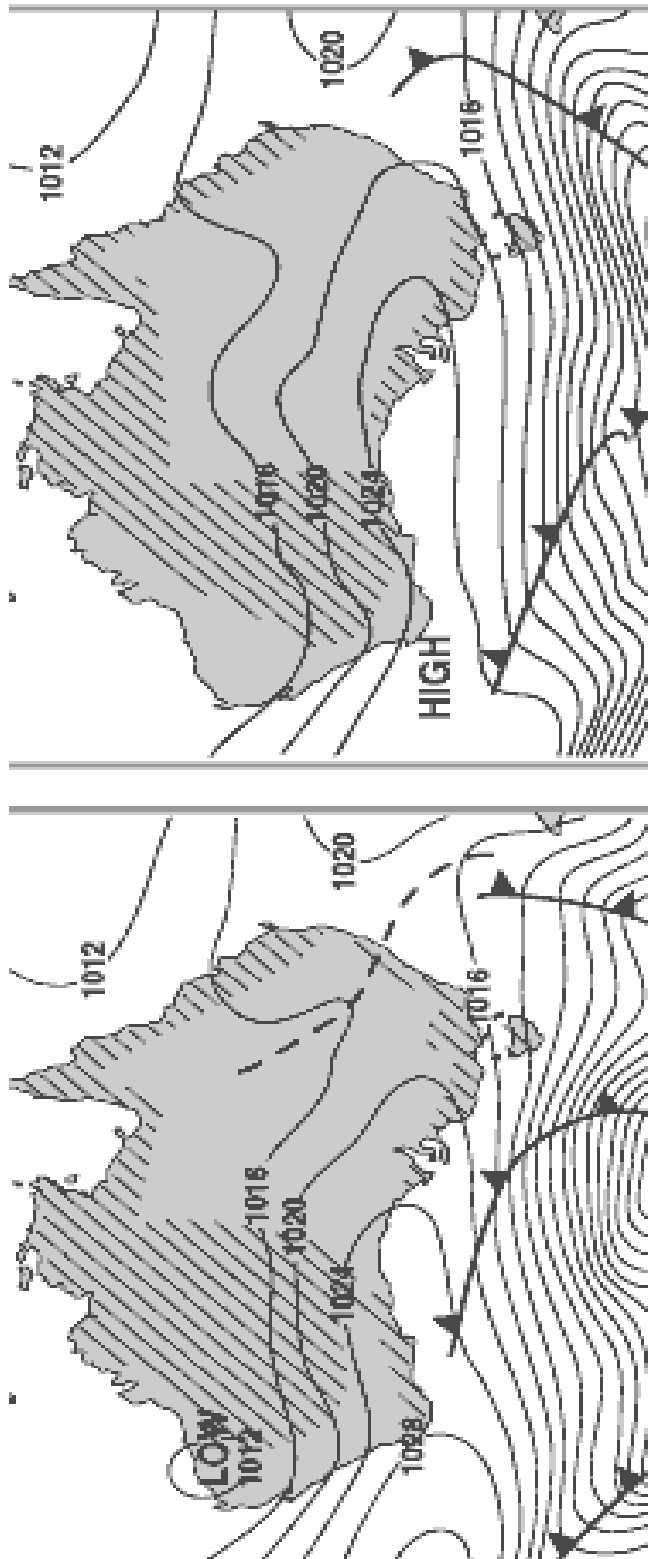
**Κάτω:** Ἡ παγκόσμια εἰκόνα πάνω στὸ μέσο ὕψος καὶ τὴν διεύθυνση τῶν θαλάσσιων κυμάτων τὴν ἴδια ἀκριβῶς ἡμέρα.





**Κάτω:** Σχέδιο προγνώσεως καιρού. Παρατηρούμε πώς οι ισοβαρείς γραμμές είναι πυκνές και σταθερές για περίπου **320** χιλιόμετρα, τὸ ὁποῖο σημαίνει ὅτι εἶναι τὸ τέλει μοτίβο δημιουργίας δυνατῶν ἀνέμων καὶ ὑψηλῶν κυμάτων. Τέτοιες

προγνώσεις γίνονται συνέχεια ακόμη και για άθλητικούς/όργανωτικούς σκοπούς, πχ, λόγω τών άθλητῶν τού σέρφ.



2.1.9. - Άρνητικά κυματικής ενέργειας (α)

Ἡ συλλογή αὐτῆς τῆς ἐνέργειας ἀποτελεῖ μάλλον ἕνα ἀρκετᾶ πολὺπλοκο θέμα, διότι...

- Ἡ τεχνολογία βρίσκεται ἀκόμη σὲ ἐμβρυακὸ στάδιο σὲ σχέση μεῖς ἄλλες ἀνανεώσιμες καὶ τουλάχιστον **10-12** ἔτη πίσω ἀπὸ τὴν Αἰολική.
- Δυστυχῶς ἀπὸ τὰ διαθέσιμα **10T<sub>w</sub>** ἰσχύος μόνο ἕνα ποσοστὸ δύναται νὰ ἐκμεταλλευθοῦμε μετὰ τὴν παρούσα τεχνολογία, περὶ τὰ **2T<sub>w</sub>** παγκοσμίως, πάλι διόλου εὐκαταφρόνητο.
- Ὅπως παρατηρήσαμε στοὺς χάρτες τῆς κυματικῆς διαθέσεως, οἱ περιοχὲς μετὰ πλούσιο δυναμικὸ βρίσκονται σὲ ἀνοιχτοὺς ὠκεανούς, πράγμα πὸ σημαίνει πῶς ἡ πρόσβασις καὶ ἡ ἐργασία ἐκεῖ δὲν ἀποτελεῖ ἀπλὸ ἔργον.
- Οἱ ἐπιφανειακὲς ἐγκαταστάσεις ἀποτελοῦν κίνδυνο στὴν πλοήγησις μικρῶν σκαφῶν, κυρίως ἐπειδὴ ὀρισμένες εἶναι μικρῶν διαστάσεων, γεγονός πὸ κάνει πολὺ δύσκολο τὸν ἐντοπισμὸ τους, ἀκόμα καὶ μετὰ ραντάρ. Οἱ ἀναφορικὲς ἐπεξηγήσεις τῶν πλοηγῆσεων λοιπὸν πρέπει νὰ εἶναι σοβαρὲς καὶ λεπτομερεῖς ὑπὲρ τὸ δέον.
- Μπορεῖ τὰ κύματα γιὰ παράγοντες πὸ δὲν ὑπολογίστηκαν σωστᾶ, νὰ μὴν εἶναι συνεχῆ καὶ δυνατὰ, μετὰ ἀποτέσμα οἱ μηχανὲς νὰ μὴν ἀποδίδουν τὰ προβλεπόμενα. Ἐξάρτησις ἀπὸ τὰ κύματα λοιπὸν, μετὰ τὸν ἴδιο τρόπο πὸ κάθε ἀνανεώσιμη ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πηγὴ τῆς.
- Προσπερνῶ ἐπιδεικτικῶς τὴν ὀπτική ὄχλησις πὸ ἀναπαράγεται ὡς ἀρνητικὸ ἐμπόδιο τῆς κυματικῆς ἐνέργειας, προσπαθῶ ἐδῶ νὰ σημειῶνῶ κάθε σοβαρὸ στοιχεῖο.
- Σοβαρὴ εἶναι ὅμως ἡ πιθανότης τὰ προγράμματα κυματικῆς ἐνέργειας σήμερα νὰ κινδυνεύσουν νὰ βρεθοῦν ἀντιμέτωπα μετὰ τὴν ἀντίστασις τοῦ πλήθους ὅσον ἀφορᾶ στὴν ἐγκατάστασις εὐμεγέθων ἐγκαταστάσεων κατὰ μῆκος τῶν ἀκτογραμμῶν ἢ στὸν ἐξοπλισμὸ πὸ πρέπει νὰ ἐγκατασταθῆ στὸν βυθὸ τῶν θαλασσῶν. Καί...
- ...ἀκριβῶς γιὰ αὐτὸν τὸν λόγο γιὰ τὶς πρὸς λειτουργίαν παράκτιες ἐγκαταστάσεις ἀπαιτεῖται προσεκτικὴ διαχείρισις τῶν ἀκτῶν, ὥστε νὰ μὴν ἐπηρρεασθοῦν ἀλιεῖα, θαλάσσια ἀνθρώπινη τυχὸν δραστηριότητα (πχ, θαλάσσια σπόρ), τουρισμὸς καὶ ἡ ὠκεάνια ζωή.

### 2.1.10. - Αρνητικά κυματικής ενέργειας (β)

“Όσον αφορά το οικονομικό...

Τα αυξημένα κόστη αποτελούν βραχνά προς την διεύρυνση μιᾶς νέας τεχνολογίας διότι:

- Τα κόστη τῶν ἀδειοδοτήσεων (τὰ ὁποῖα συνεχῶς ἀυξάνονται) καὶ ἐρευνῶν (γιὰ τὴν κατάλληλη περιοχή) φτάνουν μέχρι καὶ τὸ **1.000.000\$**, ἐνῶ γραφειοκρατία καὶ ἀπαιτούμενος χρόνος γιὰ τὴν ἔκδοσή τους εἶναι περίπου **1-2** ἔτη. Ἐπόμενο νὰ ἀπονθαρύνονται οἱ ἐπενδυταί.
- Ἐπιπλέον, ἡ μεταφορὰ ἰσχύος ἀποτελεῖ ἕναν διαρκὴ πονοκέφαλο γιὰ τοῦς ἐρευνητές, καὶ αὐτὸ ἰσχύει γιὰ ὅλες τὶς offshore ὠκεάνιας ἐνέργειας. Ὑπολογίζεται ὅτι τὸ κόστος μεταφορᾶς τῆς ἐνέργειας γιὰ **100km offshore** ἐγκαταστάσεων ἀγγίζει τὸ δραματικὸ **1/3 τοῦ συνολικοῦ κόστους!** Καὶ ἡ ἀπευθείας σύνδεσις μὲ τὸ δίκτυον (**grid connected**) πάλι προβληματίζει, καθὼς στὶς περισσότερες τῶν περιπτώσεων ὑπάρχει ἡ ἀδυναμία τοῦ δικτύου νὰ ἀπορροφήσει τὴν παραγώμενη ἐνέργεια.
- Πρὸς τὸ παρόν, ἡ συντήρησις εἶναι ἰδιαίτερος δαπανηρὴ καὶ πολὺ περισσότερο στὴν ἀρχὴ τῆς δημιουργίας μιᾶς κατασκευῆς. Γιὰ δὲ **offshore** ἐγκαταστάσεις, ὑπάρχει μικρὴ ἐμπειρία στὴν διατήρησις τῶν μηχανημάτων, ἐνῶ παράλληλα σὲ βιομηχανικοὺς κύκλους σκέφτονται νὰ χρησιμοποιεῖται ἡ τεχνολογία τῶν ὀρυκτῶν καυσίμων (πετρέλαιου) ὅπως πλωτὲς πλατφόρμες καὶ γέφυρες νὰ βοηθήσουν, ἀλλὰ καὶ αὐτὸ εἶναι πράγμα πὸ ἀυξάνει πάλι τὸ κόστος.

#### Ῥίπτω κίνδυνον

Τὸ ἀρχικὸ ρίσκο πὸ συναντοῦμε εἶναι ἴσως στὴν πραγματικότητα οικονομικῆς φύσεως. Τὸ κόστος γιὰ τὴν παραγωγή ἠλεκτρισμοῦ ἀπὸ τοὺς ὠκεανὸς περιλαμβάνει πρῶτα κυρίως τὴν ἐρευνα καὶ ἀνάπτυξη τῶν σημερινῶν ὑπάρχοντων πρωτότυπων καὶ εἰς δεύτερον στάδιον, τὴν ἀγορὰ ἢ τὴν κατασκευὴ ἐξειδικευμένου ἐξοπλισμοῦ καὶ ἐγκαταστάσεων.



Ὅπως ἀναφέραμε, ἡ λειτουργία καὶ ἡ συντήρησις ἐπιβαρύνουν σημαντικότερα τὸν προϋπολογισμό, διότι οἱ μηχανές πὸ θὰ κληθοῦν νὰ μετατρέψουν τὸν θαλάσσιο κυματισμὸ σὲ ἠλεκτρισμὸ πρέπει νὰ δουλέψουν σὲ συνθήκες οἱ ὁποῖες ὀρισμένες



φορές παρεκκλίνουν από αυτές των εργοστασιακών. Για να αντιληφθείτε το πόσο αντίξοες δύνανται να γίνουν οι συνθήκες στους ωκεανούς, σκεφτείτε πώς σε μία περίπτωση, καταγίδος πχ, ή κατασκευή θα επιβαρυνθῆ **100 φορές περισσότερο** από την συνήθη κατάσταση λειτουργίας της. Όπως είναι λογικό, εφόσον πρέπει να εξασφαλισθῆ ἢ επιβίωσις τῆς επενδύσεως, τὸ κόστος θα αυξάνεται σημαντικῶς λόγω τῶν ἐπιπλέον ἀκριβῶν υλικῶν.

### 2.1.11. - Τὸ συμπέρασμα

...Τὸ προβλεπόμενο κόστος τῆς κυματικῆς ἐνέργειας φθίνει, ἐν ἀντιθέσει μὲ τὸ ἀντίστοιχο κόστος τῶν ὀρυκτῶν καυσίμων τὸ ὁποῖο καὶ ὀλοένα καὶ αὐξάνεται.

Τὸ Παγκόσμιο Συμβούλιο Ἐνέργειας (**World Energy Council**) ἐκτιμᾷ πὼς ὁ παραγόμενος ἠλεκτρισμὸς ἀπὸ συστοιχίες ἀποτελούμενες ἀπὸ τεχνολογικῶς ὥριμες μηχανές τοποθετημένες σὲ «ζουμερές» περιοχές κυματικῶς δυναμικοῦ θα κοστίζει ἀπὸ **5** ὠς **10** σέντς ἀνὰ κίλοβατῶρα.



Γιὰ τὴν ἀκρίβεια, τὸ **Limpet**, μία παράκτια ἐγκατάστασις Στήλης Ταλατευόμενου Ὑδατος ἔχει ξεκινήσει δοκιμαστικῶς τὴν λειτουργία της ἀπὸ τὰ τέλη τοῦ **2000**, στὴν Σκωτία. Πρὶν ἀπὸ μία δεκαετία, τὸ ὑπολογιζόμενο κόστος κυμαινόταν μεταξὺ **7** καὶ **8** σέντς ἢ **KWh** (καλὰ εἶναι γιὰ ἡπιες μορφές), σχεδὸν ἤδη ὅσο ἀνταγωνιστικὸ, ὅσο καὶ οἱ μὴ-ἀνανεώσιμες λύσεις παραγωγῆς ἐνέργειας, πού τις βρῖσκαμε περίπου στὰ **5** σέντς.

Καὶ σύμφωνα μὲ τὸ **Electric Power Research Institute** (μία μὴ-κερδοφόρα ἐταιρία πού ἐστιάζει στὴν ἀνάπτυξη καὶ προώθηση τοῦ ἐνεργειακοῦ τομέως γιὰ τὶς ἀνάγκες τοῦ κοινῶ) τὸ κόστος τοῦ ἠλεκτρισμοῦ ἀπὸ τὴν κυματικὴ ἐνέργεια θα μειωθῆ δραματικῶς μόλις ἀρχίσει καὶ ἡ μαζικὴ παραγωγή πάνω στὶς τεχνολογίες ἐκμεταλλεύσεως τοῦ ἐν λόγω δυναμικοῦ. Δηλαδή τὸ προφανές, ὅπως συμβαίνει μὲ ὅλες τὶς νέες τεχνολογίες πού περνοῦν ἀπὸ τὰ στάδια τῆς ἀναπτύξεως καὶ τῆς δοκιμῆς σὲ αὐτὸ τῆς κατοχῆς.

### 2.1.12. - Περιβαλλοντολογικὴ ἐπίπτωσις

Εἰς βάθος πάντα, οἱ φθορές πού ἴσως ἐπιφέρουν οἱ θαλάσσιες ἐνεργειακὲς τεχνολογίες στὴν ἰδιορρυθμία τοῦ ὠκεανοῦ εἶναι, πρὸς τὸ παρόν, ἄγνωστες. Ὅπως ἀναφέρθηκε καὶ προηγουμένως, κάποιες ἀνησυχίες ἔχουν ἀναφερθεῖ:

- Παρεμβολές πού μπορεῖ νὰ δημιουργήσουν τὰ ὑποβρύχια μηχανήματα σὲ ὀρισμένες δραστηριότητες τῶν ὠκεανῶν, ὅπως οἱ μετανακινήσεις ζώων (καὶ γενικότερα ὅλης τῆς χλωροπανίδος), ἐναποθέσεις ἰλύος, ἄλατος καὶ ἰζημάτων.
- Τυχὸν διαρροές μὲ τοξικὰ υἱγρά πού ἴσως συμβοῦν σὲ συστήματα πού λειτουργοῦν μὲ ὑδραυλικὸν τρόπο.



· Ο παραγόμενος θόρυβος για όρισμένες εγκαταστάσεις περιγράφεται ως απλᾶ ἐκκωφαντικός, τόσο πολύ ὑπὲρ καὶ ὑπὸ τῆς θαλάσσης, πὺ μπορεῖ νὰ ἐπιδράσει ἀρνητικῶς στὴν θαλάσσια πανίδα.

## Λύσις

Ἡ προσεκτικὴ ἀναζήτησις τῶν εὐνοϊκῶν περιοχῶν, παράλληλα μὲ τὴν διαρκὴ παρακολούθησι **κρίνεται ἀναγκαία** γιὰ νὰ ἀποδείξουν τὴν ἀποψη τῆς μερίδος τῶν ὑποστηρικτῶν πὺ ἀναφέρουν πῶς ἡ ὠκεάνια τεχνολογία εἶναι καὶ αὐτὴ, ὁμοίως μὲ τὸν ὑπόλοιπο κύκλο τῶν Α.Π.Ε., τελείως φιλικὴ πρὸς τὸ περιβάλλον.

### 2.1.13 - Ὑπερπόντια κυματικὴ (Offshore wave)

Μία πλούσια ποικιλία ἀπὸ τεχνολογίες ἔχει προταθεῖ γιὰ νὰ μετατρέπει τὴν μηχανικὴ ἐνέργεια τῶν κυμάτων σὲ χρήσιμη ἠλεκτρικὴ. Οἱ περισσότερο ὑποσχόμενες ἀπ' αὐτὲς ἔχουν ἤδη περάσει στὸ δοκιμαστικὸ στάδιο, σὰν ἓνα πρῶτο, μικρῆς κλίμακος βῆμα.

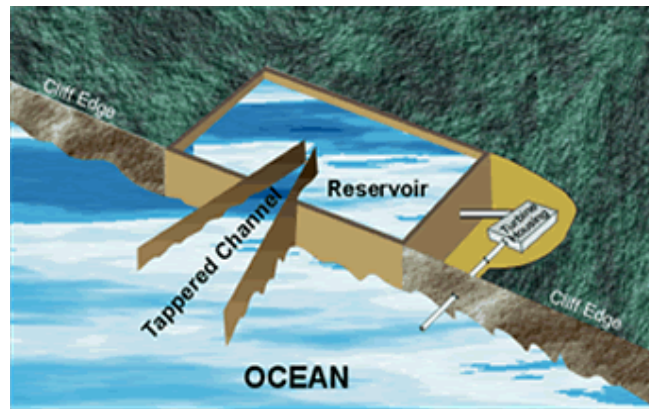
Οἱ τεχνολογίες κυματικῆς ἐνέργειας λοιπὸν ἔχουν σχεδιαστῆ ὥστε νὰ ἐγκαθίστανται σὲ περιοχές:

- πλησίον καὶ κατὰ μῆκος τῆς ἀκτῆς ἢ παρακτίως (**Onshore**),
- εἴτε μακριὰ ἀπ' αὐτὴν, ἀνοιχτᾶ στὴν θάλασσα, ὑπερπόντια (**Offshore**).

Τυπικῶς, **Offshore** θεωρεῖται μία ἐγκατάστασι, ὅταν αὐτὴ βρίσκεται σὲ ὕδατα πὺ ἡ ἐπιφάνειά τους ἀπέχει τουλάχιστον 40m ἀπὸ τὸν βυθό.



**Πάνω:** Χαρακτηριστικὸ παράδειγμα **Offshore** κυματικῆς συσκευῆς πὺ τοποθετεῖται σὲ βαθειὰ ὕδατα (**Pelamis**).



Κάτω: Σχηματική αναπαράσταση Onshore εγκατάστασης (Tapped channel).

#### 2.1.14. - Τεχνολογίες Offshore

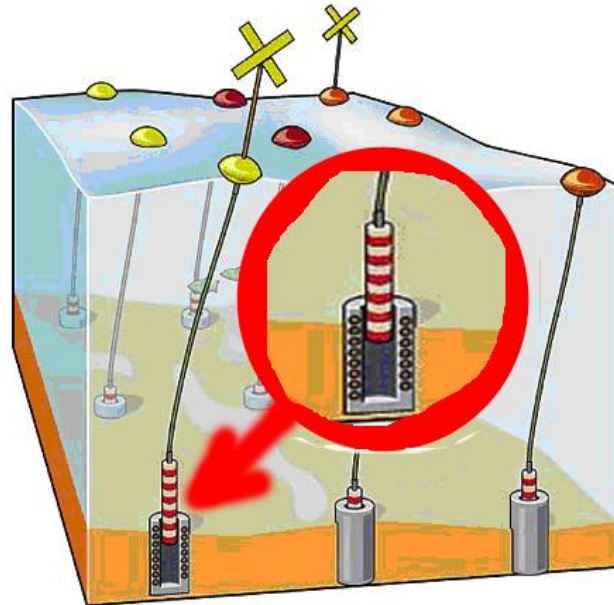
Η υπερπόντια κυματική χωρίζεται σε τρεις βασικές αρχές δεσμεύσεως και μετατροπής κυμάτων. Περισσότερες προκύπτουν διαρκώς με το πέρασμα του χρόνου και ίσως διαφέρουν στα χαρακτηριστικά τους, εφόσον εμπλέκονται στην ωκεάνια ενέργεια όλο και περισσότερες εταιρίες και φορείς.

Οι παρακάτω κυματικές τεχνολογίες έχουν εστιαστεί ως οι περισσότερο αποδοτικές, πρακτικώς επιτεύξιμες και οικονομικώς βιώσιμες:

- **Point Absorber** (Σημειακοί απορροφητές)
- **Attenuators** (Εξασθενητές)
- **Overtopping systems** (Συστήματα υπερχειλήσεως)

#### 2.1.15. - Ανάλυση: Point Absorber (Εξασθενητή)

Αρχή αυτής της τεχνολογίας είναι η ύπαρξη μίας **επιπλέουσας** συσκευής της οποίας τα έξω συντεταγμένα μηχανικά στοιχεία **κινούνται αλληλένδετα μεταξύ τους**, εξ αιτίας της κυματικής κινήσεως, (πχ. μία "σημαδούρα" (= **floating buoy**) που βρίσκεται εντός στατικού κυλίνδρου). Η δύναμη της ανώσεως και η περιοδική κίνηση των κυμάτων βοηθά στην λειτουργία ηλεκτρομηχανικών και υδραυλικών μετατροπέων.



Πάνω: Σχηματικό παράδειγμα «point absorber». Οί διατάξεις αυτές έχουν μικρό έμβαδόν και κατακόρυφη τοποθέτηση στόν βυθό.

### Τεχνολογίες Point absorber: *Ocean Power Technologies: PowerBuoy*

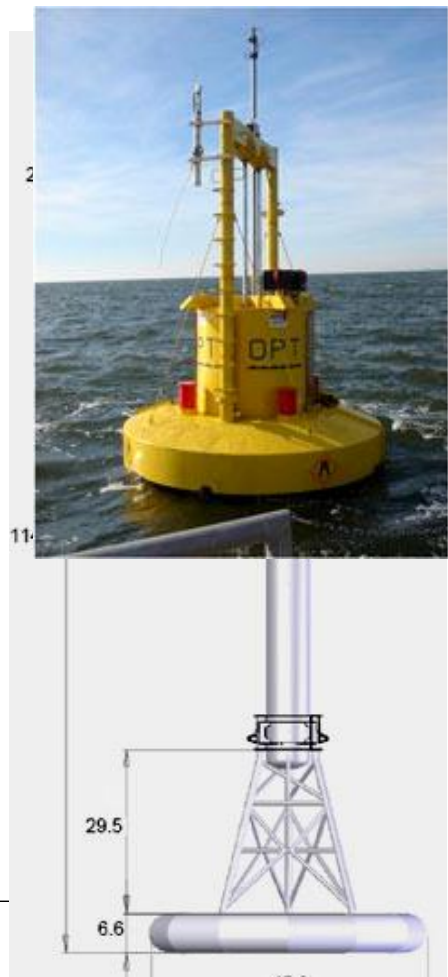
#### 2.2.1. - Εισαγωγικά

Έταιριες που αναπτύσσουν αυτήν την τεχνολογία είναι ή *Ocean Power Technologies*, με την συσκευή **PB150**, την ναυαρχίδα της σειράς **PowerBuoy**.

Με μέγιστη τιμή ισχύος **150KW** (ισχύ που αρκεί να καλύψη ανάγκες **40** οικιών), ή **PB150** κατασκευάσθηκε στην Σκωτία και αποδίδει ήλεκτρισμό με ύψος κυμάτων από **1** ως **7** μέτρα:

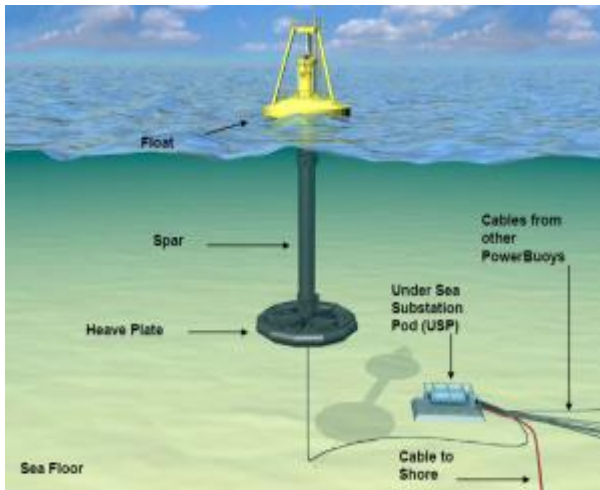
- Αποδίδει πολύ περισσότερο σε σχέση με την προηγούμενη δοκιμαστική **PB40ES** (δεξιά), ή οποία έφτανε μόλις τα **40KW** ισχύος.

- να μεταφέρει την παραγόμενη ενέργεια σε έναν μικρό ύποσταθμό (**USP**) ό οποίος σχεδιάστηκε από την εταιρία για να μειώσει τον αριθμό και την πολυπλοκότητα των καλωδιώσεων (κατ' επέκταση, τó κόστος εγκατάστασης και συντηρήσεως).



- Το ηλεκτρικό ρεύμα από τον υποσταθμό είναι καλής ποιότητας (έννοείται πληρεῖ των απαραίτητων προδιαγραφών) και μπορεί να μεταφερθεί στο κρατικό δίκτυο άπευθείας με ένα υποβρύχιο καλώδιο.
- Καλύπτει τις δικές της ανάγκες χωρίς την απαίτηση εξωτερικῶν πηγῶν ("**black start capabilities**")
- Ἄν ὁ ὑπολογιστῆς πού βρίσκεται στήν συλλογή δεδομένων τῆς κατασκευῆς ἔντοπίσει ἀκραῖες καιρικῆς συνθῆκες ὅπως τεράστια κύματα καί δυνατοῦς ἀνέμους, σταματᾷ ὅλα τὰ ὑποσυστήματα καί τήν συλλογή ἐνέργειας γιά νά ἀποφευχθῆ ἡ ζημιά.
- Παράγει ἐνέργεια συνεχόμενα σὸ **90%** τοῦ ἔτους!
- Ἡ **Environmental Assessment** ἔδωσε στήν **PB150** τὸν ὑψηλότερο περιβαλλοντικό βαθμό, τὸν **FONSI (Finding Of No Significant Impact)**, γιά ἀριθμὸ ὡς **6** γεννητριῶν.

**Δεύτερη φωτογραφία πάνω:** Οἱ διαστάσεις τῆς **PB150**, σὲ πόδια (**ft**). Θυμίζουμε πῶς **1ft** ἀντιστοιχεῖ σὲ **0,3048m**. Τὰ πρῶτα **29,5ft (8,99m)** εἶναι αὐτὰ πού ἐπιπλέουν, ἐνῶ ὅλη ἡ κατασκευὴ φθάνει τὰ **43,73m** σὲ μήκος!



**Ἀριστερά:** Προσχέδιο ὑπολογιστοῦ γιά τήν λειτουργία τῆς κατασκευῆς καί τῶν συνοδευτικῶν ὑποσυστημάτων τῆς. Παρατηρεῖστε τὸν υποσταθμό (**Undersea Sybstation Hub**), πρόκειται γιά μία σωστή ὀργανωτική, συμπληρωματική (καί οἰκονομική) σκέψη, καθὼς ἔχει τήν δυνατότητα νά σηκῶσει καί νά διανέμη τήν παραγώμενη ἐνέργεια ἀπὸ **10** μεταξὺ τους συνδεδεμένα **PB150!**

### 2.2.2. - Πρόσφατες ἐνέργειες τῆς ἐταιρίας:

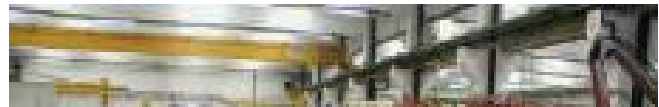
- Ἡ κυβέρνησις τῶν Η.Π.Α. (μὲ στοιχεῖα τοῦ Ἀπριλίου, **2010**) ἔδωσε στήν ἐταιρία ἀμοιβή **1,5** ἑκατομμυρίων δολλαρίων.
- Τὸ Ὑπουργεῖο Ἐνέργειας συνεχεῖ νά χρηματοδοτῆ τήν ἔρευνα γιά νά αὐξηθῆ ἡ ἰσχὺς ἐξόδου τῆς **PB150**.



- Έχουν ξεκινήσει προγράμματα ήδη στην Χαβάη, Ισπανία και Όρεγκον (**1,5MW**).
- Σχεδιάζεται η νέα γενεά κυματογεννητριών. Λέγεται ότι η επόμενη θα είναι η **PB500** και ναι, θα αποδίδει **500KW!** Φανταστείτε μία "φάρμα" από πλήθος τέτοιων γεννητριών! Θέλω να τὸ δῶ αυτό.

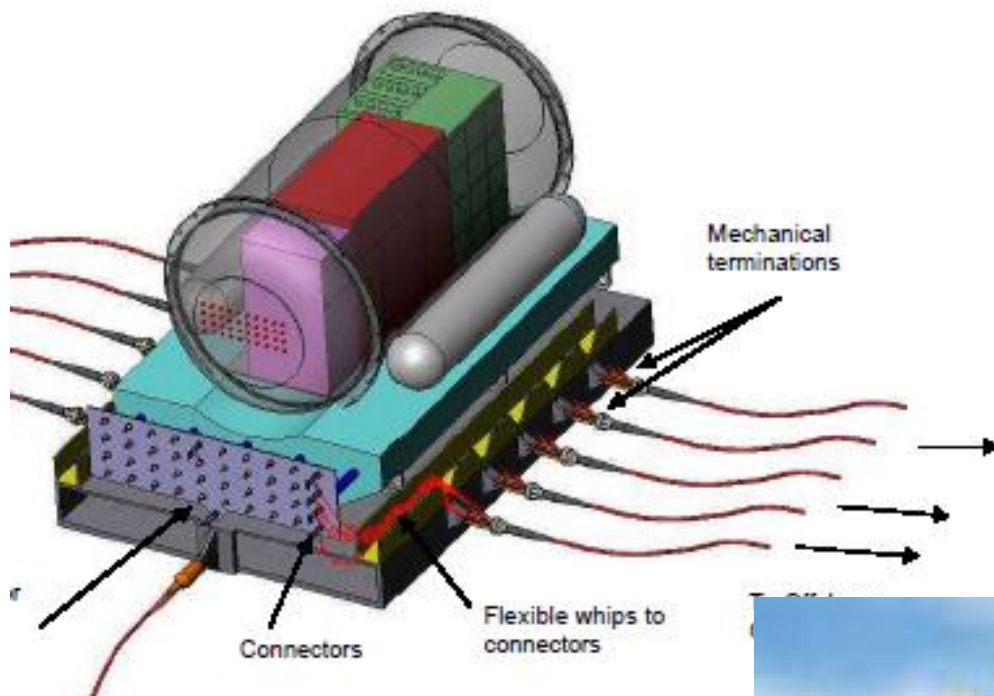


- Πάνω:** Η **PB40ES**. Συγκρίνετε μεγέθη με την **PB150** (Διπλανή σελίς).
- Κάτω:** Στιγμιότυπα από την φάση της κατασκευής και δοκιμασίας της γεννήτριας. Η τοποθέτησις ἐν βυθῶ γίνεται φυσικᾶ ἀπὸ ἐξειδικευμένους δύτες.

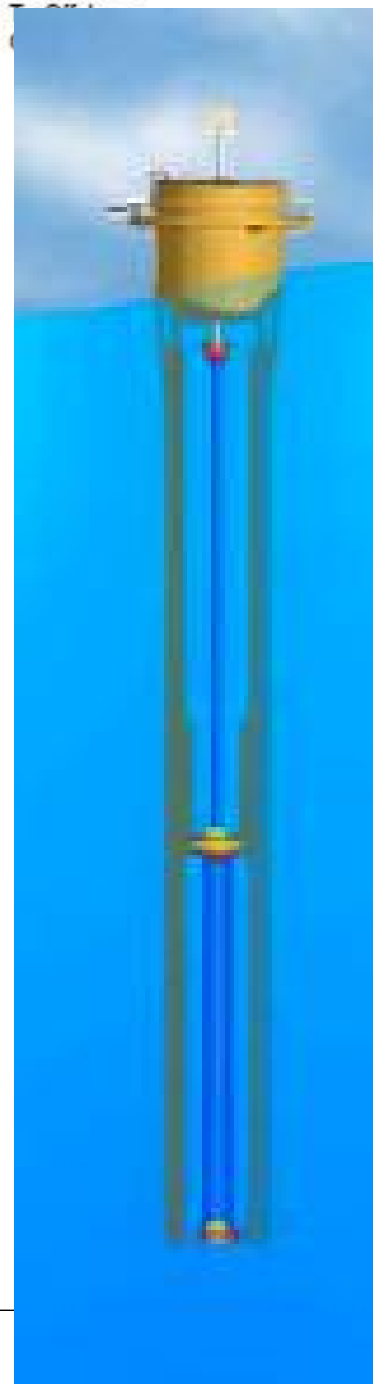




**Δίπλα:** Έσωτερικῶς τοῦ **USP**.  
Ἡ **OPTT** πιστεύει πῶς πρόκειται  
γιὰ ἓνα μοναδικό προϊόν στήν  
ἀγορά. Ἡ βιομηχανία  
πετρελαίου δὲν ἔχει τέτοια  
πλεονεκτήματα ὅπως αὐτὰ τοῦ  
**USP**, καθὼς διαθέτει λίγα  
κινούμενα τμήματα, ὑψηλή  
ἀποδοτικότητα, παθητικό  
ψυκτικό σύστημα καὶ φυσικά,  
χαμηλότερο κόστος ἀνὰ **MW**.  
Ἀκόμη, δύναται νὰ  
χρησιμοποιηθῆ ἀπὸ τρίτους γιὰ  
δικές τους ἀυτόνομες  
ἐφαρμογές.



Πάνω: Λεπτομέρεια της εσωτερικής γεννήτριας της PB150.



### Finavera Renewables: Aquabuoy

Παρόμοια σκέψη για συσκευή άνωσης (άν και **buoy** έννοείται ή σημαδούρα) ήταν η **AquaEnergy Group** (δραστηριοποιείτο στην Αιολική ενέργεια και στην εφαρμογή ωκεάνιων τεχνολογιών), νυν **Finavera Renewables Limited**, η οποία εξαγόρασε το **100%** των μετοχών και τα δικαιώματα χρήσεως του **Aquabuoy**, τον Ιούνιο του **2006**.

#### 2.3.1. - Πώς λειτουργεί

Το **Aquabuoy**, όπως φαίνεται παρακάτω, αποτελείται από μία "σημαδούρα" (=floater, ή μία επιπλέουσα ύλη, τέλος πάντων) ή οποία και παρέχει άνωση στην κατασκευή και την κάνει να επιπλέει. Από κάτω είναι συνδεδεμένη ένας μεγάλος κύλινδρος, που ονομάζεται «σωλήν επιταχύνσεως». Ένα πιστόνι βρίσκεται στην



μέση του σωλήνος επιταχύνσεως και συνδέεται στα άκρα του με το επίπλεον τμήμα με μία αντλία, φτιαγμένη από ήμιαελαστικά υλικά. Η διαφορετικότης στην επίπλευση της σημαδούρας και του πιστονιού διαφέρουν εκ κατασκευής που έχει ως αποτέλεσμα την σχετική κίνηση αυτών των δύο, συμπιέζοντας ή αποσυμπιέζοντας την αντλία του συστήματος. Όταν η σημαδούρα βρίσκει το κύμα στο μέγιστό του, το πιστόνι συμπιέζει θαλασσινό ύδωρ μέσα σε ένα υδραυλικό κύκλωμα με βαλβίδες έλεγχου, το οποίο τερματίζει σε έναν στρόβιλο τύπου **Pelton** στην κορυφή του **Aquabuoy**. Ο στρόβιλος δημιουργεί άπευθείας ήλεκτρισμό και μεταφέρεται στην ξηρά μέσω ενός ειδικού υποθαλάσσιου καλωδίου.

- Το **Aquabuoy 2.0** έχει ύψος **21.9m (~72ft)**. **3m** είναι η σημαδούρα και το υπόλοιπο ό κεντρικός άξων.

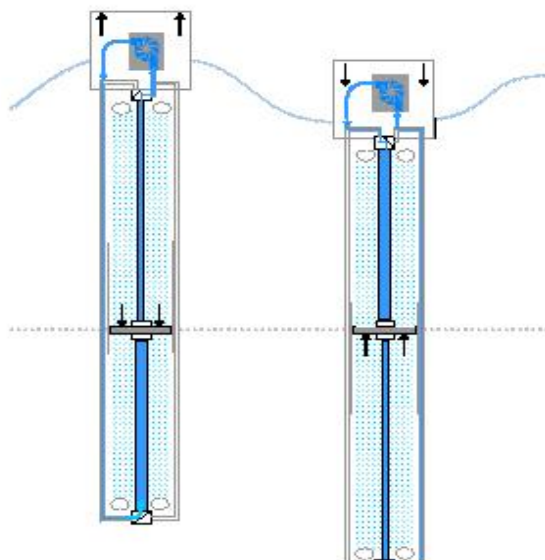
- Επίσης, είναι σχεδιασμένο να εκμεταλλεύεται τα μέγιστα των μικρών και μετρίων σε ένταση και ισχύ κυμάτων (σε ετήσια βάση), παρὰ τα θηριώδη και ενεργειακώς πλούσια κύματα που προκύπτουν από καταιγίδες σε απομακρυσμένα μέρη των ωκεανών.

- Αυτόματως μειώνεται και το κατασκευαστικό κόστος.

- Πέρα από τις δραστηριότητες στις Η.Π.Α., ή **Finavera** έχει στόχους και σε άλλες περιοχές του πλανήτη, όπως ο Καναδάς, ή Πορτογαλλία και ή Νότια Αφρική.

- Μία ημέρα πριν (πάλι ή ειρωνία) την ολοκλήρωση της δοκιμαστικής περιόδου έξω από τις ακτές του Όρεγκον το **2007**, το **Aquabuoy 2.0** βυθίστηκε κάπου **35m**. Οί υπεύθυνοι της εταιρίας είπαν ότι πρόκειται για σφάλμα στον τομέα της επιπλεύσεως της κατασκευής. Παρ' αυτά, τυχόν κατασκευαστικές ατέλειες ελπίζεται να λυθούν στην επόμενη έκδοση -το **Aquabuoy 3.0**- και να συνεχιστή ή προσπάθεια για τον δαμασμό της ενέργειας των ωκεάνιων κυμάτων.

## AquaBuOY – Operating Principle





Πάνω: Στάδιο κατασκευής του άξονος του Aquabuoys.



**Πάνω:** Υπάρχουν σχέδια για φάρμες με **Aquabuoy** οί οποίες μπορεί αποδίδουν εκατοντάδες **MW**, αποσβένοντας τὸ ἀρχικὸ κόστος καὶ μειώνοντας αὐτὸ τῆς κίλοβατῶρας πρὸς τὸν καταναλωτῆ.



### **AWS: Archimedes Wave Swing**

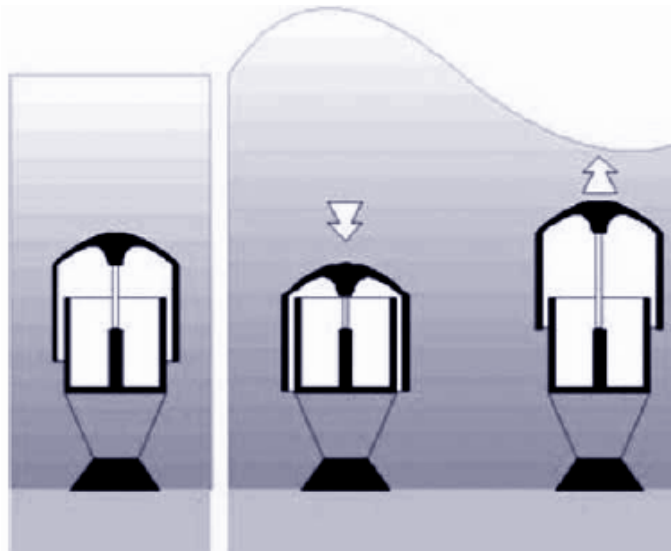
Ανάμεσα σὲ ὅλα τὰ κύρια πρὸς ἀνάπτυξη τεχνολογικὰ σενάρια, ὁ Ἀρχιμήδης ἀποτελεῖ μία μοναδικὴ προσέγγιση, κυρίως ἐπειδὴ εἶναι πλήρως ὑποβρύχιος. Αὐτὸ τὸ γεγονός τοῦ δίνει δύο σημαντικὰ πλεονεκτήματα: α) Τὴν ἐλάχιστη ἔκθεση τῆς κατασκευῆς σὲ καταστροφικὲς καταιγίδες καὶ β) τὴν ἀπόκρυψή της ἀπὸ τὸ ἀπαίδευτο βλέμμα τῆς ἀμαθοῦς μᾶζης. Ὦντας μὴ ὀρατῆ, ἀποκτᾶ εὐκολότερα καὶ τὴν δημόσια ἀποδοχή, κάτι ποὺ δύσκολα, πχ, μπορεῖ νὰ εἰπωθῆ γιὰ τὴν Αἰολικὴ ἐνέργεια σὲ ἀρκετὲς τῶν περιπτώσεων.

Κατὰ τὰ ἄλλα, ὁ Ἀρχιμήδης χαρακτηρίζεται ὡς **point absorber**, καὶ ὀραματίζεται νὰ χρησιμοποιηθῆ ὅπως τὸ προαναφερθὲν **Pelamis** σὲ πάρκα ἀποτελούμενα ἀπὸ διατάξεις συνδεδεμένων συσκευῶν, μὲ ἰσχύ ἀρκετῶν **MW**.

#### **2.4.1. - Ἀρχὴ λειτουργίας**

Τὸ **Archimedes Wave Swing (AWS)** ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕναν κυλινδρικό θάλαμο γεμάτο ἀέρα, ἀνοικτὸ ἄνωθεν καὶ σταθεροποιημένον στὴ πλατφόρμα ποὺ κάθεται

στον βυθό (Το σιλό). Το άνοικτο άνω τμήμα της βάσεως κλείνεται από έναν άλλον κύλινδρο, ο οποίος επιπλέει (**float**). Ανάμεσα στους δύο κυλίνδρους δημιουργείται μία πίεση αέρος, η οποία λειτουργεί ως ελατήριο και δεν τους επιτρέπει να πλημμυρήσουν. Το μέτρο επαναφοράς αυτού του "ελατηρίου" μπορεί να ρυθμιστεί αντλώντας ύδωρ μέσα ή έξω του θαλάμου. Έτσι, ο άνω κύλινδρος που επιπλέει (**float**) κινείται άνω-κάτω εξ αιτίας της πίεσεως που του ασκείται από το διερχόμενο κύμα. Περισσότερο απλά, ο κύλινδρος θα κινηθεί προς πάνω όταν το κύμα στην επιφάνεια της θαλάσσης βρίσκεται στο ελάχιστό του, ενώ θα κινηθεί προς τα κάτω όταν το κύμα αγγίζει το μέγιστο πλάτος του. Η ταλάντωση αυτή με την βοήθεια μίας γεννήτριας μετατρέπεται άπευθεΐας σέ ήλεκτρισμό.



**Πάνω:** Η αρχή λειτουργίας του Κυματιστής Κούνιας του Αρχιμήδους (ας μοΐ επιτραπεΐ παρακαλώ ή έλευθερία τών αποδόσεων-μεταφράσεων). Το διερχόμενο κύμα ασκεί την ελάχιστη ή μέγιστη πίεσή του στον γεμάτο αέρα κύλινδρο, κάνοντάς τον να κινείται σύμφωνα με αυτό.





Πάνω: Τò AWS στο λιμάνι Leixões (πλησίον του Πόρτο) τò 2004

#### 2.4.2. - Όλιγα ιστορικά

Η έμπνευσις για την ιδέα του Αρχιμήδους ανήκει πίσω στο **1994** σέ μία νέα εταιρία τότε, ονόματι **Teamwork Technology B.V.** Μετά από την πάροδο ενός μόλις έτους, έδοκιμάσθη ένα μοντέλο υπό **1:20** κλίμακος βόρεια τής Πορτογαλίας. Η τοποθεσία επιλέχθηκε όχι μόνον από την άποψη τής ενεργειακής διαθεσιμότητας, αλλά έπειδή ήταν και κοντά στο έθνικό ηλεκτρικό δίκτυο. Επίσης, τò γεγονός τής υπάρξεως λιμανιών θα αποτελούσε πηγή δεδομένων και τρόπων συστηρήσεως.

Τò **1997** ύδρήθηκε ή **AWS B.V.**, μαζί με τις **NUON, ECN, Delft Hydraulics, Teamwork Technology** και έναν ιδιωτικό επενδυτή. Πάλι μετά από ένα έτος κατασκευάσθηκε μοντέλο **1:50** αυτήν την φορά, και με μικροαλλαγές σέ ειδικά έξαρτήματα, άνοιχτά τής Πορτογαλίας έπιβεβαιώθηκε ή ισχύς πού στόχευε ή εταιρία για τò δοκιμαστικό μοντέλο, τὰ **2MW**.

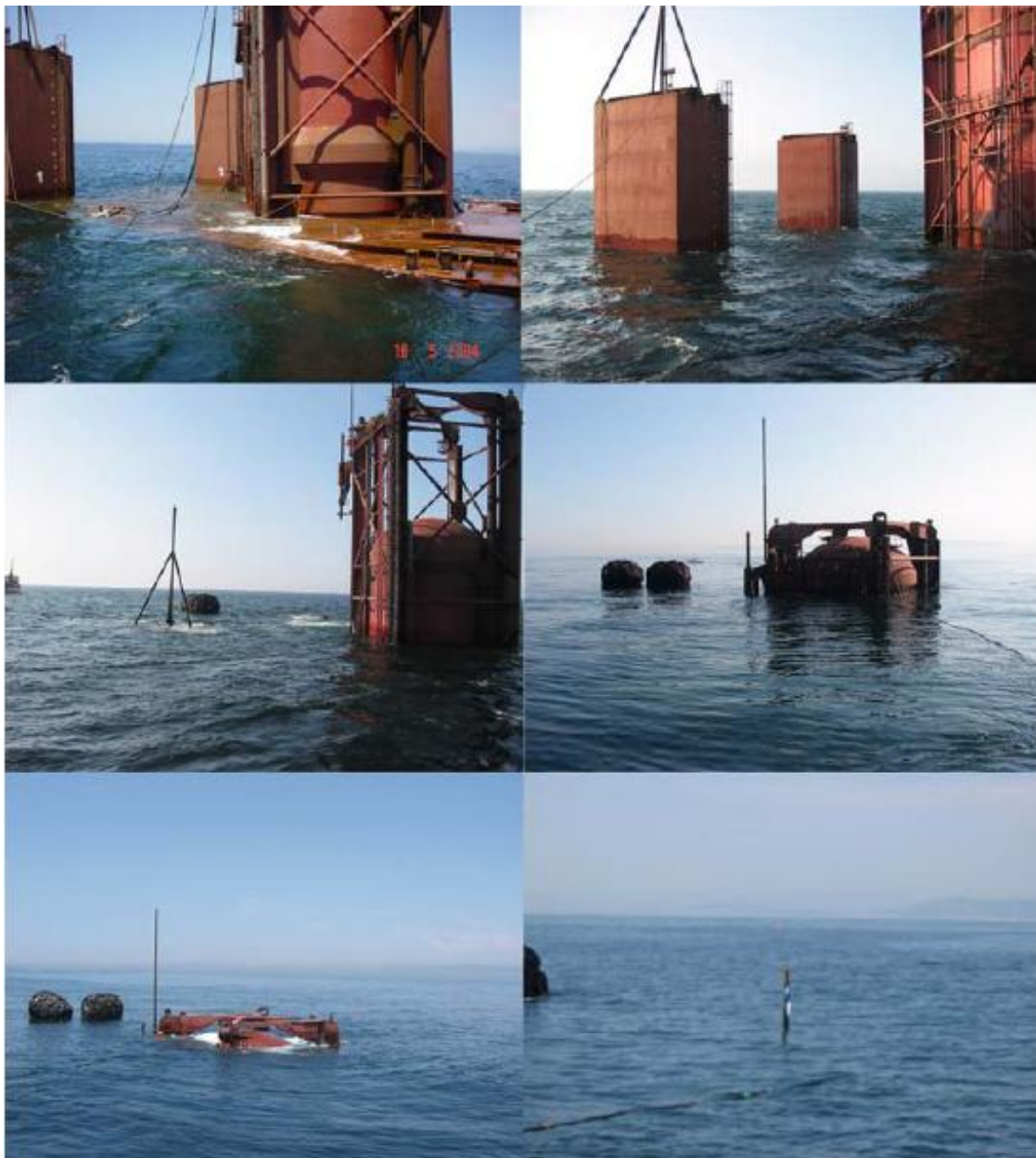


Πάνω: Δοκιμαστικό μοντέλο (Delft Hydraulics)



Στις αρχές του **1999**, τὸ σχέδιο γιὰ τὴν κατασκευὴ τοῦ πλήρους μεγέθους τοῦ Ἀρχιμήδους ἦταν ἔτοιμο, τὰ ἀπαραίτητα μπηκὰν σὲ παραγγελία ἀπὸ συνεταιίρους, ἐνῶ ἡ κατασκευὴ συναρμολογήθηκε στὴν Ῥουμανία. Τὸν Νοέμβριο τοῦ **2001** λοιπὸν, ὁ Ἀρχιμήδης ῥυμουκλήθηκε στὴν περιοχὴ δοκιμῶν γιὰ τὴν πρώτη του κατάδυση. Φεῦ, ἡ ὑποβρύχια δοκιμὴ σταμάτησε λόγω προβλημάτων σταθερότητας τῆς πλατφόρμας, καὶ ῥυμουκλήθηκε πίσω στὸ λιμάνι.

Ἡ δεύτερη προσπάθεια μετὰ ἀπὸ ἓνα ἔτος ὑπήρξε καὶ αὐτὴ ἀνεπιτυχῆς, μὰ ἡ ἐμπειρία ποὺ συσσωρεύχθη βοήθησε ὅπως φάνηκε, τὰ μάλα, ἀφοῦ τὸ **2004** τελικῶς ὁ Ἀρχιμήδης βυθίστηκε καὶ πραγματοποιοίησε ἐπιτυχῶς τὴν δοκιμὴ του. Περισυνελέχθησαν ἀρκετὰ στοιχεῖα γιὰ διάφορες καταστάσεις τῆς θαλάσσης, βελτιωτικὲς ῥυθμίσεις καὶ ἐξομοιώσεις τοῦ συστήματος.



**Πάνω: Στάδια τής διαδικασίας τής βυθύσεως του AWS.**

Description	Length (m)	Diameter (m)	Height (m)	Width (m)	Weight (ton)
Floater	–	9.5	21	–	400
Pontoon	48	–	5.5	28	1200
Guidance Structure	–	–	33.5	–	120

**Πάνω: Χαρακτηριστικές διαστάσεις του AWS πιλοτικού προγράμματος**

### 2.4.3. - Ίσχυς

Η μέγιστη παραγόμενη ισχύς του **Archimedes Wave Swing** είναι τής τάξεως των **2MW (1,25MW** τὸ πρωτότυπο).

### 2.4.4. - Γεννήτρια

- Τὸ σχέδιο διαθέτει φρένα ὕδατος γιὰ νὰ σταματᾷ τὴν λειτουργία τοῦ κυλίνδρου σὲ περίπτωση κορύφωσης λειτουργίας ἢ βλάβης τῆς γεννήτριας.

- Τὸ σύστημα τῆς γεννήτριας θὰ βοηθοῦσε περισσότερο ἂν ἦταν μὲ ταχύτητες καὶ μετέτρεπε τὴν εὐθύγραμμη κίνηση τῆς σημαδούρας σὲ περιστροφική, καθὼς τέτοιες διατάξεις εἶναι γνωστές, φθηνές καὶ σχετικῶς ἀποδοτικές. Πάραυτα, φαίνεται πὼς εἶναι ἀκατόρθωτη ἢ κατασκευὴ μίας τέτοιας γεννήτριας ποὺ θὰ εἶναι ἀνθεκτικὴ καὶ μὴ ἀπαιτητικὴ σὲ συντηρητικοὺς ἐλέγχους. Καὶ αὐτὸς εἶναι ὁ λόγος ποὺ στὸ τέλος χρησιμοποιήθηκε εὐθύγραμμη γεννήτρια (φέρει μαγνήτες καὶ μετατρέπει σὲ ἠλεκτρισμὸ τὴν μπρός-πίσω κίνηση).

- Εἶναι ἀδύνατον νὰ κατασκευαστεῖ οικονομικῶς συμφέρουσα γεννήτρια ποὺ θὰ ἐκμεταλευόταν ὅλο τὸ φάσμα τοῦ κυματικοῦ ὕψους. Διὰ αὐτὸ τὸν λόγον, ὁ Ἀρχιμήδης ἔχει εἰδικὰ φρένα ποὺ ἀπορροφοῦν τὰ πολὺ μεγάλα κύματα.

- Γιὰ νὰ μὴν ὑπερθεμανθῇ ὁ στάτωρ τῆς γεννήτριας, χρησιμοποιήθηκε σύστημα ὑδροψύξεως.

- Ὁ ἠλεκτρονικὸς μετατροπεὺς γιὰ τὴν εἰσαγωγή τοῦ ρεύματος στὸ δίκτυο βρίσκεται στὴν ξηρά, καὶ πιθανὸν αὐτὸ λύνει ἀρκετὰ προβλήματα περὶ τῶν ἠλεκτρονικῶν συστημάτων στὴν γεννήτρια.

- Το καλώδιο που ενώνει την γεννήτρια με το τερματικό στην στεριά μεταφέροντας την παραγώμενη ισχύ είναι σε μήκος **6km**.
- Μονωτικές επικαλύψεις έχουν τοποθετηθεί για την προστασία της γεννήτριας από το σκληρό περιβάλλον των θαλασσών.



Πάνω: Ό στάτωρ της γεννήτριας του **Archimedes Wave Swing**

## 2.5.0. - Ανάλυσις: Attenuators (Έξασθενητάι)

Οί κατασκευές αὐτῆς τῆς ἰδέας μετατροπῆς θαλάσσιας ἐνέργειας εἶναι πῶς, βρίσκονται προσανατολισμένες παραλλήλως στήν διεύθυνση τῶν κυμάτων, ἐνῶ ὅπως εἶδαμε, τὰ **point absorber** ἦταν καθέτως. Τὸ διερχόμενο κύμα περνώντας ἀπὸ τὴν συσκευή δημιουργεῖ μία τάνυση κάποιων στοιχείων καὶ δίνει κίνηση σὲ ὑδραυλικά πιστόνια καὶ ἀντλίες.

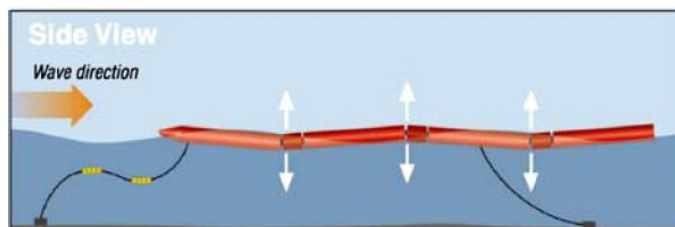
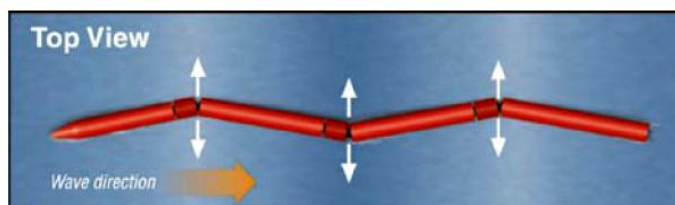
Οί Ἐξασθενητές δὲν μπορούμε νὰ ποῦμε ἀκριβῶς ὅτι χαίρουν εὐρείας χρήσεως, ἀλλὰ σίγουρα μὲ τὴν πρόοδο τῆς τεχνολογίας (καὶ τῶν ἐνεργειακῶν ἀναγκῶν φυσικά-φυσικά) εἶναι ζήτημα χρόνου νὰ δοῦμε περισσότερες ἀποδοτικὲς ὑλοποιήσεις γύρω ἀπὸ τὴν συγκεκριμένη τεχνολογία. Παρ' αὐτὰ, ὑπάρχει ἕνα πολὺ προχωρημένο καὶ (διάσημο) χαρτὶ στήν τράπουλα τῆς κατηγορίας τῶν Ἐξασθενητῶν.

### Pelamis Wave Power Ltd: Pelamis

#### 2.5.1. - Λειτουργία τοῦ Pelamis

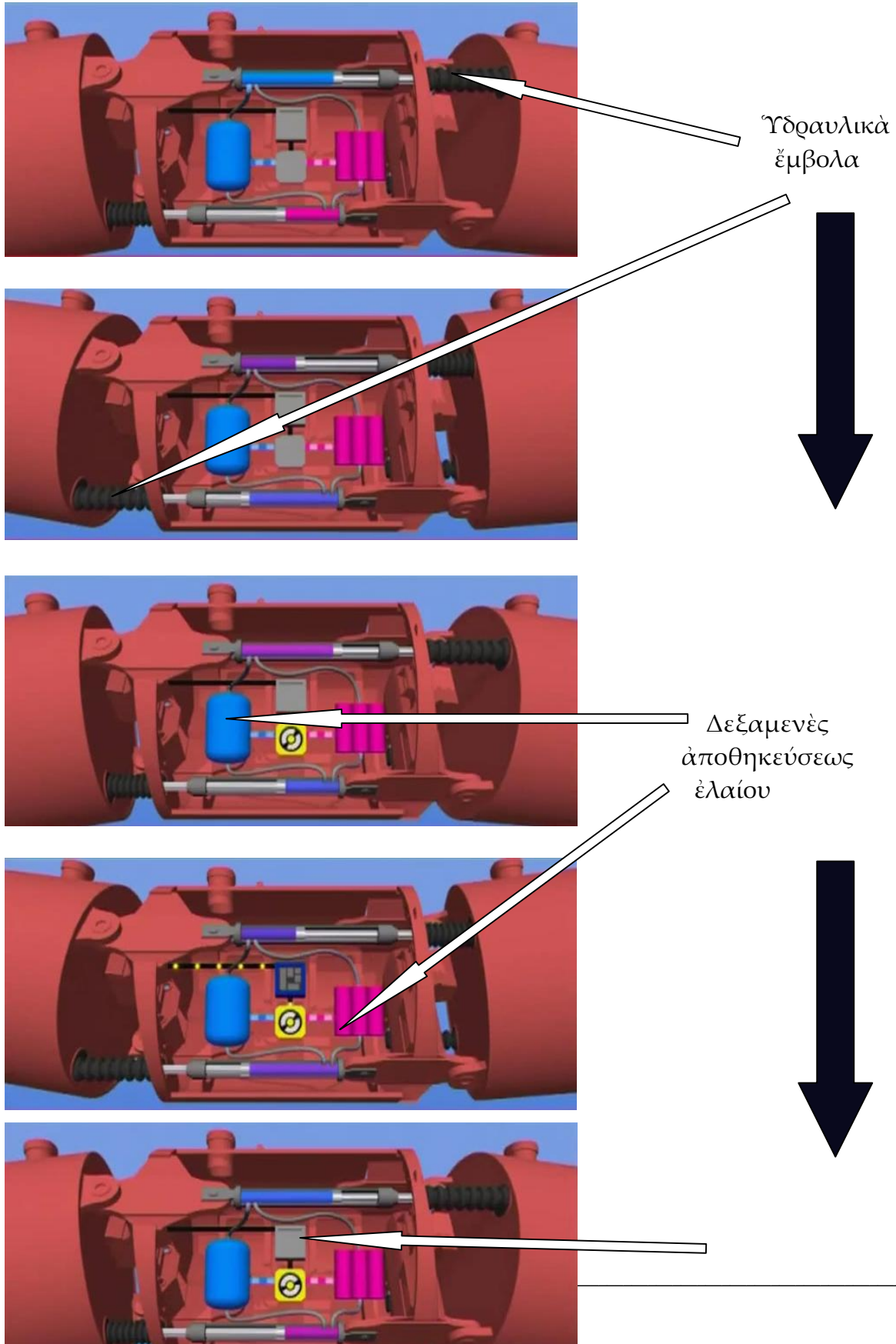
Τὸ **Pelamis** εἶναι ἕνας κυματικὸς μετατροπέυς ποὺ βρίσκεται σὲ ἡμιβυθισμένη κατάσταση, παρουσιάζοντας παράλληλα ὅμως μικρὸ ἐκτόπισμα. Πρόκειται γιὰ μία πολυτμηματικὴ κυλινδρική κατασκευή τῆς ὁποίας τὰ τμήματα εἶναι συνδεδεμένα μεταξὺ τους μὲ ἀρθρωτοὺς συνδέσμους.

Τὸ **Pelamis** κρατεῖται στήν ἐπιφάνεια μὲ ἕνα σύστημα ἀγκυροβολήσεως ποὺ τοῦ ἐπιτρέπει νὰ εὐθυγραμμίζεται μὲ τὰ διερχόμενα κύματα (ὡς ἀναφορὰ παίρνει τὸ μέγιστο πλάτος ἀπὸ κάθε κύμα). Ὅταν μειώνεται τὸ ὕψος τοῦ κύματος, ἡ διαφορὰ αὐτὴ κινεῖ τοὺς συνδέσμους ἀνάμεσα στὰ τμήματα τοῦ **Pelamis**. Ἡ κίνηση μεταφράζεται σὲ πίεση ποὺ μεταδίδεται σὲ ὑδραυλικά ἔμβολα, ποὺ μὲ τὴν σειρά τους πιέζουν λάδι σὲ ἕναν κινητήρα. Οἱ κινητῆρ κινεῖ μία γεννήτρια καὶ παράγει ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια. Ἡ ἐνέργεια ποὺ δημιουργεῖται ἀπὸ ὅλους τοὺς συνδέσμους τοῦ **Pelamis** ὁδηγεῖται σὲ ἕνα κεντρικὸ καλώδιο καὶ κατόπιν σὲ μία ἀρθρωσὴ ἔξωθεν τοῦ **Pelamis** ποὺ βρίσκεται τοποθετημένη στὸν βυθὸ τῆς θαλάσσης.





**Πάνω:** Σχηματική απεικόνιση του **Pelamis** (άνοψις και κάτοψις)  
**Κάτω:** Σχηματική απεικόνιση του έσωτερικού εν ώρα λειτουργίας. Διακρίνονται τὰ ἔμβολα, ἡ γεννήτρια καὶ ὁ κινητήρ.



## Γεννήτρια

## Κινητήρας

**2.5.2. - Πλεονεκτήματα**

1) Ένα πάρκο ενέργειας αποτελούμενο από πολλά **Pelamis** μπορεί να κατασκευαστεί εύκολα χάρις:

- στην ικανότητά τους να λειτουργούν σε πολλά βάθη και
- σε διάφορες συνθήκες που δύναται να επικρατούν στον βυθό.

Αυτά δίνουν στους κατασκευαστές την δυνατότητα να επιλέξουν ποικίλες τοποθεσίες που θα κριθούν κατάλληλες για τέτοιες φάρμες.

2) Το **Pelamis** κατασκευάζεται και συναρμολογείται σε ασφαλή εργαστήρια στην ξηρά, άρα χρειάζεται λίγη εργασία στο σημείο που θα πρόκειται να τοποθετηθεί στην θάλασσα. Έτσι αποφεύγονται τα υψηλά κόστη της επιτόπιας θαλάσσιας κατασκευής και μεταφοράς του **Pelamis**.

3) Οί καλωδιώσεις στην κατασκευή είναι αρκετά προσεγμένες, πράγμα που επιτρέπει την γρήγορη σύνδεσή/άποσύνδεσή του από το ηλεκτρικό δίκτυο και την άρση του συστήματος άγκυροβολήσεως για να μεταφερθεί στην στεριά σε περίπτωση κινδύνου. Πάλι αποφεύγονται κόστη ναυλώσεως πλοίων και έτοιμασίας ειδικού εξοπλισμού.

**2.5.3. - Το υλικό κατασκευής...**

...της μηχανής είναι εξ ολοκλήρου χάλυψ και μάλιστα χρησιμοποιώντας μεγάλους συντελεστές ασφαλείας. Τον χάλυβα τον επέλεξαν οί κατασκευαστές για να έχουν μία απλοποιημένη ανάλυση του σχεδίου και της δομής, και να καταστήσουν εύκολη την περαιτέρω τροποποίηση και τις επισκευαστικές διεργασίες. Αν και υπάρχει σκέψη της χρησιμοποίησεως υλικών όπως σκυρόδεμα, για ειδικά μέρη με σκοπό την μείωση του κατασκευαστικού κόστους.

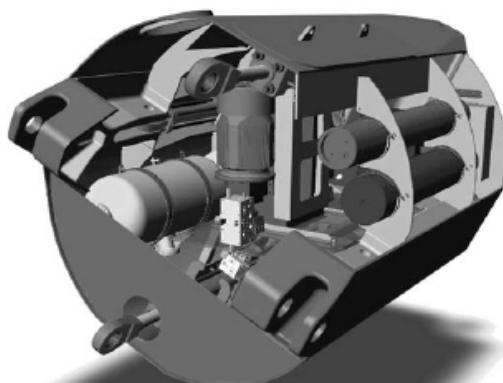




## Πάνω: Η πρόσοψις του Pelamis

### 2.5.4. - Ίσχύς του Pelamis

- Το σύστημα τῆς ἰσχύος βρίσκεται κλεισμένο σὲ ἓνα δεύτερο, πλήρως στεγανοποιημένο διαμέρισμα πίσω ἀπὸ τὰ ἔμβολα, ὥστε σὲ περίπτωση ποὺ σπάσουν τὰ στεγανὰ νὰ πλημμυρίσουν μόνο τὰ ὑδραυλικά ἔμβολα. Ἡ πρόσβασις σὲ ὅλα τὰ ὑποσυστήματα γίνεται μέσω μίας μεγάλης καταπακτῆς στὸ ἄνω μέρος τοῦ τμήματος μετατροπῆς ἐνέργειας. Μέγιστο βάρος γιὰ κάθε ὑποσύστημα ὀρίζονται οἱ τρεῖς τόνοι, γιὰ νὰ εἶναι ἀπλὴ καὶ γρήγορη ἡ ἀντικατάστασις του μὲ μικροὺς γερανοὺς.
- Τὸ **Pelamis** ἀποτελεῖται ἀπὸ **4** κυλινδρικὰ μεγάλα χωρία μὲ **3** ἐνδιάμεσα Τμήματα Μετατροπῆς Ἐνέργειας.
- Τὰ Τμήματα Μετατροπῆς Ἐνέργειας (**PCM**) μποροῦν νὰ λειτουργήσουν ἀνεξάρτητα καὶ ἀπομονωμένα μεταξύ τους, διατηρῶντας τὴν λειτουργικότητα τοῦ **Pelamis** σὲ πιθανὴ βλάβη μίας ἐκ τῶν μηχανῶν.
- Ἐνας ἐναλλάκτης ἐλαίου-ὑδατος συμπεριλαμβάνεται στὶς ἰκανότητες τοῦ **Pelamis** γιὰ νὰ ἀπορρίψει τὴν πλεονάζουσα ἐνέργεια σὲ περίπτωση τῆς ἀπώλειας συνδεσημότητος μὲ τὸ δίκτυο στὴν ξηρὰ ἢ ἀστοχίας τοῦ καλωδίου μεταφορᾶς ἰσχύος.
- Ἡ ἀποδοτικότης τοῦ συστήματος μετατροπῆς ἐνέργειας κυμαίνεται ἀπὸ **70%** σὲ χαμηλὰ ἐπίπεδα, σὲ **80%** εἰς πλήρην ἰσχύν.
- Οἱ τριφασικὲς ἀσύγχρονες γεννήτριες ποὺ χρησιμοποιοῦνται σὲ κάθε τμήμα ἔχουν ἰσχύ ἐξόδου **250KW**. Ἐπομένως μὲ τρεῖς ξεχωριστὰ ὅμοια τμήματα ἀνὰ **Pelamis**, ἔχουμε μέγιστη ἰσχύ ἐξόδου, **750KW**.
- Γιὰ περιβαλλοντολογικοὺς λόγους, τὸ ὑγρὸ ποὺ πιέζουν τὰ ὑδραυλικά ἔμβολα εἶναι βιοδιασπώμενο, καὶ σὲ περίπτωση ἀτυχοῦς διαρροῆς στὴν θάλασσα, τὸ ὑγρὸ θὰ διαλυθεῖ  
πλήρως σὲ μερικὲς  
ἡμέρες.



Πάνω: Λεπτομέρεια από το Τμήμα Μετατροπής Ενέργειας του **Pelamis**.



Πάνω: Δοκιμαστικά μοντέλα υπό κλίμακα σε έλεγχόμενη δεξαμενή. Έξαιρετικά σημαντικά tests γίνονται συνέχεια για συλλογή δεδομένων και παραμέτρων.



**Πάνω:** Τμήμα δοκιμαστικού μοντέλου για την έξομοίωση φορτίων.  
Το **Pelamis** είναι από τα περισσότερα μελετημένα σχέδια μετατροπής ενέργειας που παρουσιάστηκαν ποτέ, χάρις στον πειραματικό χρόνο και αριθμητική προσέγγιση που ξοδεύτηκαν γι' αυτό.



**Πάνω/Κάτω:** Το **Pelamis** έχει **150m** μήκος και **3m** πλάτος.



Πάνω: Η κατασκευή τών υποσυστημάτων ενέργειας του **Pelamis**.

### 2.6.0. - Ανάλυσις: **Overtopping devices** (Συσκευές υπερχειλήσεως)

Νά αναφέρουμε πρωτίστως πώς κατασκευές μετατροπής θαλάσσιας ενέργειας βασισμένες στην ιδέα της υπερχειλήσεως είναι τόσο υπερόντια, όσο και παράκτια. Το κατατάσσω στην **offshore** κατηγορία διότι η συσκευή που αναλύεται περισσότερο ανήκει σέ αυτήν την κατηγορία.

Αντιθέτως όπως είδαμε με τους Έξασθηνητές και τους Σημειακούς Απορροφητές, οί οποίοι εκμεταλεύοντο την ταλάντωση τών κυμάτων, ή αρχή της Υπερχειλήσεως είναι κατά βάση διαφορετική. Θα τò εξηγήσουμε καλλίτερα μαθαίνοντας για μία γνωστή κατασκευή που θεμελιώνεται από αυτήν την πρός ανάπτυξη τεχνολογία.

#### **Wave Dragon**

Τò **Wave Dragon** είναι μία από τις περισσότερο μελλοντικές τεχνολογίες στο πεδίο της κυματικής ενέργειας. Δέν ταλαντώνεται με τò κάθε κύμα, αλλά συγκεντρώνει την ενέργειά τους χωρίς νά κινείται.

### 2.6.1. - Αρχή λειτουργίας του **Wave Dragon**

Η πρόσοψις της κατασκευής είναι μία κεκλιμένη επιφάνεια, σαν κοίλη ράμπα. Τά κύματα που διέρχονται περνούν «άνεβαινοντας» αυτήν την επιφάνεια, καταλήγοντας σέ μία μεγάλη δεξαμενή ή όποια συλλέγει αυτά τὰ υπερχειλίζοντα



ύδατα, που έχουν υψηλότερο ενεργειακό δυναμικό από την περιβάλλουσα θάλασσα. Η ενέργεια συλλέγεται όταν το ύδωρ επιστρέφει στον ωκεανό μέσω μιας τουρμπίνας (**low head hydro turbine**).

Η αποτελεσματικότητα του **Wave Dragon** ενισχύεται από την παρουσία δύο μεγάλων ανοιχτών πτερυγίων που συγκεντρώνουν και κατευθύνουν τα κύματα ακριβώς πάνω στην ράμπα και στην δεξαμενή.

· Το **Wave Dragon** είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί ως επιπλέουσα κατασκευή για συνθήκες βάθους θαλάσσης άνω των **20m**, σε περιοχές με υψηλά κύματα, πλούσια σε ενέργεια.

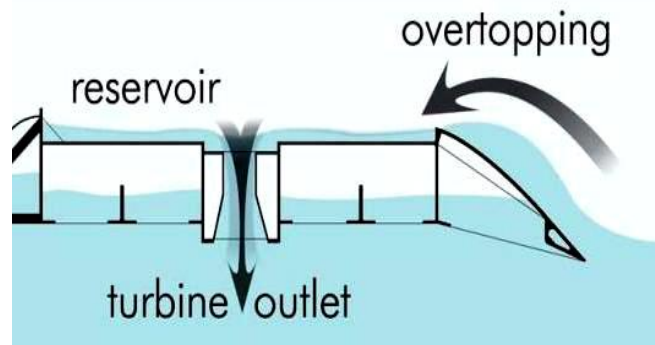
· Το πρωτότυπο για πάνω από **3** έτη δοκιμάζεται στην βόρεια Δανία.

**Δεξιά:** Το πρωτότυπο **Wave Dragon** στην θάλασσα της βόρειας Δανίας.

Η δεξαμενή και η κοίλη επιφάνεια βρίσκονται στο κέντρο του, ενώ πλαγίως βλέπουμε τα συγκεντρωτικά πτερύγια που οδηγούν τα κύματα ακριβώς πάνω στην ράμπα.



**Δεξιά:** Σχεδιάγραμμα της ιδέας της Υπερχειλήσεως. Το κύμα φτάνει στην κοίλη επιφάνεια και από τις δύο πλευρές, και αποβάλλεται πίσω στην θάλασσα περνώντας πρώτα μέσα από τους στρόβιλους.



### 2.6.2. - Στοιχεία

Το **Wave Dragon** είναι βασισμένο στην ιδέα του χρησιμοποιείν αποδεδειγμένες τεχνολογίες όταν βγαίνει στην ανοιχτή θάλασσα. Διαθέτει επίσης τρείς πολύ βασικά στοιχεία που το κάνουν να ξεχωρίζει:

· Τα δύο (πατενταρισμένα) κυματικά συγκεντρωτικά πτερύγια, που εστιάζουν τα ωκεάνια κύματα πάνω στην κοίλη επιφάνεια και είναι συνδεδεμένα με την κύρια κατασκευή. Το αποτέλεσμα είναι, καθώς εστιάζεται το κύμα να αποκτά σημαντικὰ μεγαλύτερο ύψος, αυξάνοντας ταυτόχρονα και την ενεργειακή απορρόφηση.

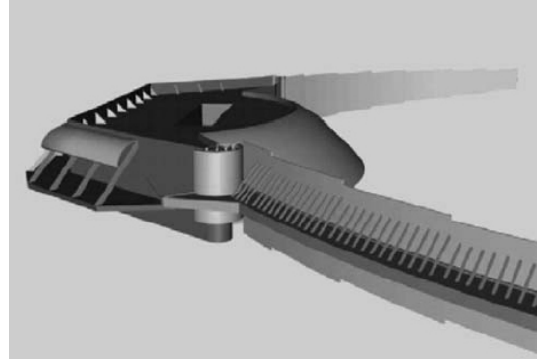
· Η κύρια δομή αποτελείται από μία διπλή κεκλιμένη επιφάνεια και πίσω της μία μεγάλη δεξαμενή αποθηκείσεως των υδάτων, φτιαγμένη από σκυρόδεμα.

Μάλιστα, θυμίζει όρισμένες βάρκες από μπετόν που κατασκευάστηκαν κατά την διάρκεια του Πρώτου Παγκοσμίου Πολέμου, και υπάρχουν μέχρι σήμερα.

- Μία σειρά από τουρμπίνες χαμηλού μανομετρικού-ύψηλης ροής βρίσκονται τοποθετημένες κατά μήκος βαθειά στην δεξαμενή και μετατρέπουν την πτώση του θαλασσινού ύδατος σε ηλεκτρισμό. Οί προπελλωτοί αυτοί στρόβιλοι χρησιμοποιείτο στην Ύδρoηλεκτρική βιομηχανία για όλoκληρες γενεές.

### 2.6.3. - Τὰ πτερύγια...

...είναι πλείω σημαντικά, καθώς ή θεωρία της Ύπερχειλήσεως βασίζεται στον όγκο του ύπερχειλήζοντος κύματος, και αυτός ό αυτός ό όγκος, στο ύψος του κύματος. Άρα μεγαλύτερο ύψος, μεγαλύτερος όγκος υδάτων πάνω από την ράμπα, μεγαλύτερη και ή ενέργεια που συλλέγεται. Έπιπλέον, οί πτέρυγες αυτές λειτουργούν ως σταθεροποιητές για όλoκληρη την κατασκευή, γιατί έπιπλέον από την δική τους άνωση. Κρατώντας όριζόντια την πλατφόρμα, λιγότερο νερό ξεφεύγει από την δεξαμενή και άπομένως, παρουσιάζεται άποδοτικότερη λειτουργία των τουρμπινών.



**Πάνω:** Εικόνα ύπολογιστού του **Wave Dragon**. Οί τουρμπίνες θα τοποθετηθούν στο κέντρο. Τὰ πτερύγια έχουν νεύρα στηρίξεως στην πίσω πλευρά τους, με την πρόσθια έπιφάνειά τους να είναι έπίπεδη για να καθοδηγή τα κύματα.

### 2.6.4. - Τò μέγεθος...

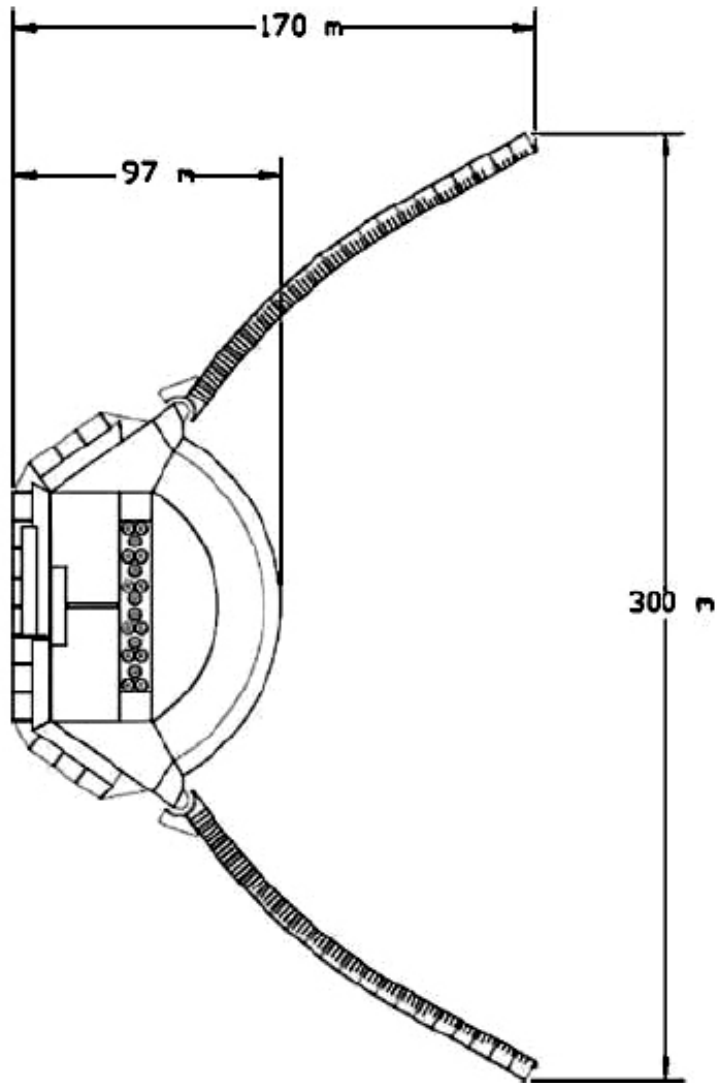
...μετράει, καθώς έμφανίζονται όρισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Πρώτον, ή κατασκευή άργει να δείξει σημάδια γηράνσεως, άφου έπιρρεάζεται έλάχιστα από την κρουστική δύναμη των κυμάτων.

- Έφόσον ή πλατφόρμα παραμένη σταθερή, είναι δυνατή ή έπιτόπια έργασία, δηλαδή πάνω στο κατάστρωμα. Τò γεγονός αυτό μειώνει σημαντικώς τό κόστος συντηρήσεως.

- Χάριν στον όγκο του, τὰ τεράστια και έπικίνδυνα κύματα άπλως θραύονται πάνω στην πλατφόρμα του, άνευ φθορών και λοιπών καταστροφών.

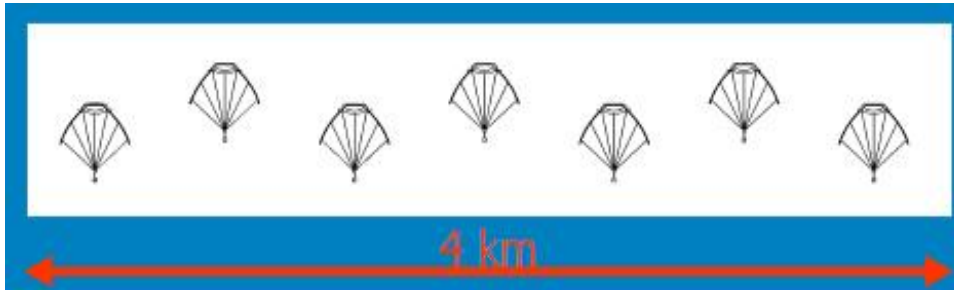




**Πάνω:** Οί διαστάσεις του **Wave Dragon**, σε μέτρα. Το έκτόπισμά του υπολογίζεται περίπου στους **30,000 τόνους!**

### 2.6.5. - Η ισχύς...

...τῆς μονάδος εἶναι περίπου **4-11MW**, ἀναλόγως πόσο ἐνεργητικό εἶναι τὸ κυματικό κλίμα στὴν πρὸς ἐγκατάστασην θαλάσσια περιοχή.



**Πάνω:** Πιθανές διαστάσεις φάρμας **Wave Dragon**, μία ἑκταση περίπου **3,2Km<sup>2</sup>**, εἶναι κατὰ **25%** μικρότερη γιὰ παραγωγή ἰδίας ἐνέργειας ἀπὸ ὑπερπόντια Αἰολικά πάρκα. Ἡ παραγώμενη ισχύς μπορεῖ νὰ τροφοδοτήσει πλήρως ἀπὸ **40.000** ἕως **60.000** οἰκίες.

### 2.6.6. - Περὶ στροβίλων - μέρος 1ον

- Σὲ μία ὑδροηλεκτρικὴ ἐγκατάσταση, οἱ στροβίλοι πὺ συντηροῦνται τακτικᾶ ἔχουν μέσο ὄρο ζωῆς **40-80** ἔτη. Σὲ μία ὑπερπόντια ὅμως, πὺ οἱ συνθῆκες εἶναι πολὺ περισσότερο σκληρές καὶ ἡ διαδικασία συντηρήσεως πολὺ περισσότερο δύσκολη, τὰ κριτήρια γιὰ τὴν ἐπιλογή καὶ τὴν κατασκευὴ τῶν τουρμπινῶν ἦταν ἡ ἀπλότης καὶ ὄχι ἡ μέγιστη ἐνεργειακὴ παραγωγή.

- Οἱ στροβίλοι πὺ ἀπαιτεῖτο γιὰ τὴν παραγωγή τέτοιας ισχύος ἔρχονται ἀπὸ τὸν χῶρο τῆς ὑδροηλεκτρικῆς τεχνολογίας, ἔχουν χρησιμοποιηθεῖ γιὰ δεκαετίες, ἐνῶ μὲ τὴν πάροδο τοῦ χρόνου ἔχουν βελτιωθεῖ, παρουσιάζοντας ὑψηλοὺς ἀριθμοὺς ἀποδοτικότητος καὶ ἀξιοπιστίας.

- Ὡστόσο, οἱ συνθῆκες λειτουργίας τῶν τουρμπινῶν στὴν κυματικὴ ἐνέργεια εἶναι ἀρκετᾶ διαφορετικὲς ἀπὸ αὐτὲς πὺ βρίσκουμε πχ, σὲ ἕνα ἐργοστάσιο ἐνέργειας ὑδατοπτώσεως. Στὸ **Wave Dragon**, ἡ διακύμανσις τοῦ πιεζομετρικοῦ ὕψους εἶναι μεταξὺ **1-4m**, πὺ ἀποτελοῦν καὶ τὰ χαμηλότερα ὄρια τῆς ὑπάρχουσας τεχνογνωσίας μὲ αὐτοὺς τοὺς στροβίλους.

- Ἡ διπλανὴ γραφικὴ παράστασις δείχνει τὸν σχετισμὸ τοῦ μανομετρικοῦ **H** ὕψους καὶ τῆς ταχύτητος περιστροφῆς **n<sub>a</sub>** γιὰ τοὺς περισσότερο κοινούς τύπους ὑδροστροβίλων. Περνῶντας στὴν ἀριστερὴ καὶ κάτω περιοχὴ τοῦ γραφήματος σημαίνει πὺς ἡ τουρμπίνα θὰ κινεῖται πολὺ ἀργά, κάνοντάς τὴν περιττῶς ὀγκώδη καὶ πολυδάπανη. Ἀπ' τὴν ἄλλη, δεξιὰ σημαίνει ὅτι συναντοῦμε τὰ κατασκευαστικά

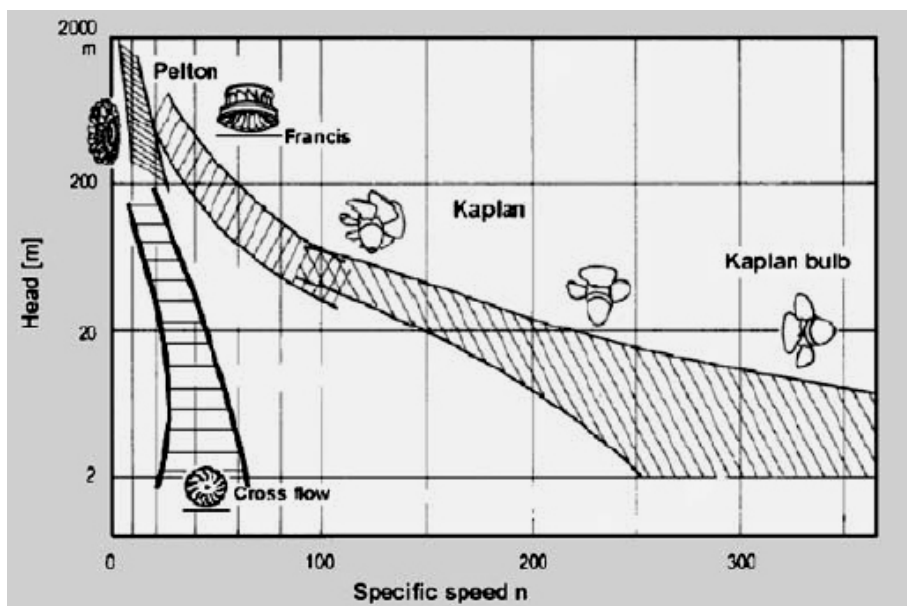
μας όρια, κυρίως λόγω άντοχής υλικών, αφού εκεί υπάρχουν κίνδυνοι εξασθενήσεως και διαβρώσεως από φαινόμενα σπηλαιώσεως.

Ο τροχός **Pelton** δεν εκπίπτει εις αυτήν την κατηγορίαν, διότι ο πίδαξ ύδατος κρούει τον δρομέα του στιγμιαίως (ή υπόλοιπη περρωτή τρέχει στον αέρα), επομένως έχει μικρή ταχύτητα και ενεργειακή πυκνότητα.

Ο στρόβιλος σταυρωτής ροής (**cross-flow**) παρομοίως, δεν κρίνεται κατάλληλος για τέτοιες εργασίες, παρότι την στιβαρότητα και την απλότητα που τον διακρίνουν, διότι:

- 1) Σε μικρά μανομετρικά ύποφέρει από πολύ μικρή απόδοση.
- 2) Ήξαιτίας των πολύ στενών περασμάτων ανάμεσα στα πτερύγια του τροχού, ενδέχεται να υπάρχουν επιβλαβής επιπλοκές από τυχόν θαλάσσια φύκια, κομμάτια από δίχτυα ψαρέματος και ότι άλλα σκουπίδια πετούν τα άνθρωποιδή στους ωκεανούς.
- 3) Λόγω χαμηλών ταχυτήτων, χρειάζεται κιβώτιο ταχυτήτων για να συνδεθῆ με την γεννήτρια.

Τελικώς, ο μόνος σωστός τύπος στρόβιλου κατάλληλος για την διακύμανση του πιεζομετρικού ύψους που έχουμε, είναι ο **Kaplan**, καθώς η κλίσις των πτερυγίων μπορεί να ρυθμιστῆ, προσαρμόζοντάς τον περισσότερο στις έκαστοτε συνθήκες λειτουργίας και αυξάνοντας την ενεργειακή απόδοση.



Πάνω: Διακύμανσις μανομετρικού κοινών υδροστροβίλων.

### 2.6.7. - Περί στροβίλων - μέρος 2ον

Με ένα σχέδιο κατασκευής μεγαλύτερου σταθμού, θεωρείται προτιμώτερον ή χρησιμοποίησις ἑνὸς ἀριθμοῦ μικροτέρων ὅμως, διαστάσεων στροβίλων, ἀπὸ ἕναν εὐμεγέθη. Κυρίως γιὰτὶ ἔχουμε τὰ ἑξῆς πλεονεκτήματα:

- Οἱ ἀτομικὲς μονάδες μποροῦν νὰ ἀποσπαστοῦν γιὰ ἐπισκευὴ δίχως τὴν παύση τῆς παραγωγῆς.
- Ἡ μεταφορὰ καὶ ἡ ἐργασία συντηρήσεως εἶναι πολὺ πιὸ εὐκολη, γρήγορη (καὶ φυσικᾶ πλείω οἰκονομική).
- Οἱ μικρὲς τουρμπίνες στηρίζονται σὲ μικροὺς ἄξονες, ἐπομένως ἡ χωροταξικὴ κατανομὴ εἶναι ἀπλούστερη (ἀποτέλεσμα σὲ κέρδος).
- Οἱ μικρότερες γεννήτριες ἔχουν καὶ ὑψηλότερη ταχύτητα περιστροφῆς, κάτι ποὺ σώζει τὰ ἔξοδα τῆς γεννήτριας.

Τὸ **Wave Dragon** σχεδιάζεται νὰ φέρη πάνω του - ἐξαρτᾶται φυσικᾶ ἀπὸ τὴν τοποθεσίαν - **16** ὡς **24** τουρμπίνες.

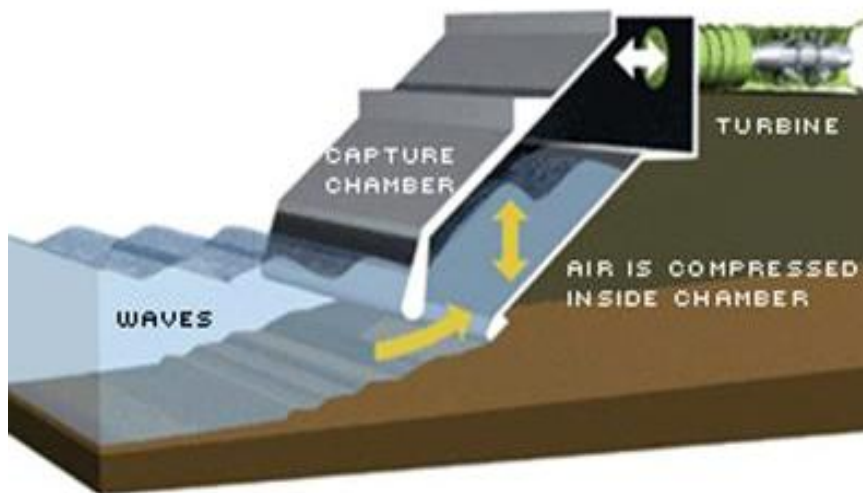


**Πάνω/Κάτω:** Δοκιμαστικὸ μοντέλο κλίμακος 1:4,5.



### 2.7.0. - Τεχνολογία Onshore: Στήλη Ταλαντευομένου Ύδατος (Oscillating Water Collumn)

Το σενάριο αυτής της τεχνολογίας είναι ότι το ύδωρ εισέρχεται σε μία κοιλότητα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσης, με παγιδευμένο αέρα από πάνω του. Η κίνηση του κύματος προκαλή την στήλη του ύδατος να κινηθῆ πάνω-κάτω σαν πιστόνι πιέζοντας τον αέρα, ο οποίος περνά μέσα από μία τουρμπίνα που συνδέεται με μία γεννήτρια. Σήμερα υπάρχουν μερικά πρωτότυπα, ενώ υπό δοκιμή βρίσκονται και άλλες υλοποιήσεις (σε **offshore**) σε περιοχές της Αμερικής, Αυστραλίας και Σκωτίας.



**Πάνω:** Σχεδιάγραμμα του OWC. Η τουρμπίνες που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως (έξαρτάται από τον κατασκευαστή, το οικονομικό και τις απαιτήσεις), τουρμπίνες Wells ή Impulse.

### Wavegen: LIMPET (Land Installed Marine Power Energy Transmitter)

#### 2.7.1. - Το LIMPET

Όπως αναφέραμε, το σύστημα Σ.Τ.Υ. αποτελείται από έναν θάλαμο που είναι γεμάτος αέρα πάνω από το επίπεδο της θάλασσης. Ακολουθώντας την κυματική

κίνησην, ή στάθμη τοῦ ὕδατος ἐν τῇ στήλῃ αὐξάνει καὶ μειώνεται, πού ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν ἐναλλακτικὴ συμπίεση καὶ ἀποσυμπίεση τοῦ ἀέρα στὸν θάλαμο. Ὁ συμπιεσμένος ἀέρας διαφεύγει μέσῳ ἐνὸς στροβίλου (πού εἶναι συνδεδεμένος μὲ μία γεννήτρια) παράγοντας ἐνέργεια. Ὅταν φθίνει ἡ στάθμη τοῦ ὕδατος, ὁ ἀέρας ἀποσυμπιέζεται περνώντας ὀπισθεν τοῦ στροβίλου, συνεχίζοντας τὴν περιστροφή του καὶ τὸν κύκλο ἰσχύος.

Πίσω στὸ **1974**, τὸ Πρόγραμμα Κυματικῆς Ἐνέργειας τοῦ Ἡνωμένου Βασιλείου πρότεινε τὴν συνδιάταξη μὲ ἓναν στρόβιλο **Wells** ὡς ἀξιόπιστο καὶ οἰκονομικὸ συνδιασμό γιὰ τὴν μετατροπὴ κυματικῆς ἐνέργειας σὲ χρήσιμο ἠλεκτρισμό. Σήμερα, ἡ τεχνολογία γνωρίζει τὴν ἐφαρμογὴ της σὲ ἐργοστάσια ἐπιδείξεως σὲ Ἰνδία, Κίνα, Ἰαπωνία, Ἰσπανία, Πορτογαλία, Ἀγγλία καὶ Σκωτία (συμπεριλαμβανομένου καὶ ὁ σταθμὸς ἐνέργειας **Limpet** στὸ **Islay**, ὅπως ἔχουμε πεῖ σὲ προηγούμενο κεφάλαιο).



Πάνω: Λεπτομέρειες τῆς κατασκευῆς τοῦ σταθμοῦ **LIMPET**.

### 2.7.2. - Περὶ τουρμπινῶν

Οἱ κατασκευές Σ.Τ.Υ. δὲν συναντῶνται πάντα μὲ τὴν ἴδια **Wells** τουρμπίνα. Μία μειονοψηφία κατασκευαστῶν προτείνει ἄλλους τύπους στροβίλων (ὅπως **impulse** ἢ ἀμφίστροφες). Πάραυτα, ἡ **Wells** εἶναι ἡ περισσότερὴ ἐλκυστικὴ λύση διότι:

- Εἶναι εὐχρηστικὴ καὶ στιβαρὴ ἐν συγκρίσει μὲ ἄλλες,
- Ἀρκετὰ ἀποδοτικὴ (ἡ πνευματικὴ μετατροπὴ εἶναι περίπου **50%**).
- Λειτουργεῖ μὲ μεγάλο εὖρος ῥοῆς.
- Ῥευστὸ μπορεῖ νὰ εἶναι καὶ ὁ ἀέρας.





- Αμφιστρόφιος (δύο κατευθύνσεων, μπρός-πίσω).
- Δεν χρειάζεται κιβώτο ταχυτήτων.
- Ούτε υδραυλικά παραυποσυστήματα.
- Δύο τέτοιες τουρμπίνες **250KW** βρίσκονται έγκατεστημένες στο

**LIMPET.**

Πάνω: Σύστημα στροβίλου-γεννήτριας

## Wave Energy Centre: Pico plant

### 2.8.1 - Τò χθές

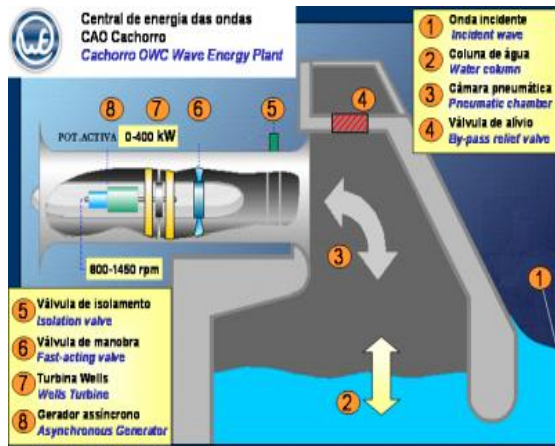
Αντιθέτως με τὸ **Limpet**, ἡ κατασκευὴ τοῦ **Pico** δὲν ἦταν γρήγορη καὶ ἀπλή: Μία καταγίδα διέλυσε τοὺς κυματοθραύστες ποὺ προστάτευαν τὸ ἐργοτάξιο καὶ μία δεύτερη κατέστρεψε μερικῶς καὶ πλημμύρισε τὸ δωμάτιο μὲ ἠλεκτρονικό ἐξοπλισμὸ λίγες ἐβδομάδες πρὶν τὴν ὀλοκλήρωση τοῦ σταθμοῦ. Ἀπ' τὴν ἀρχὴ κιόλας προέκυψαν διαφορετικῆς φύσεως προβλήματα. Ὑψηλές δονήσεις στὴν κατασκευὴ ποὺ στηρίζει τὴν γεννήτρια ἐξαιτίας τῶν στροφῶν τοῦ στροβίλου, προβλήματα στὴν βαλβίδα ἀπομονώσεως ἀπὸ τὶς διακυμάνσεις τῆς πιέσεως τοῦ ἀέρα στὸν θάλαμο (περίπου τρεῖς ἑκατομμύρια κύκλοι ἀνὰ ἔτος), τεράστια ἀπώλεια λιπαντικοῦ ἐλαίου ἀπὸ τὸ κύκλωμα λιπάνσεως τοῦ στροβίλου καὶ τὴν διαρροὴ ποὺ ὑπῆρχε ἀπὸ τὴν βροχὴ ἢ τὰ μεγάλα κύματα στὴν καταπακτὴ τῆς ὀροφῆς (ποὺ χρησιμεύει στὴν ἀποσύνδεση τῆς γεννήτριας/στροβίλου). Σχεδὸν ἀπὸ τὸ ἔτος ἀρξέως τῶν ἐργασιῶν ὡς τὸ **1999**, καὶ λόγω τῶν προβλημάτων ποὺ καθυστέρησαν τὸ πρόγραμμα, ὁ σταθμὸς πρακτικῶς εἶχε καταγεγραμμένες ἐλάχιστες λειτουργικὲς ὥρες.



### 2.8.2. - Τὸ σήμερα

Τὸ **Pico** ἄρχισε τὴν λειτουργία του τὸ **2005**, ἐνῶ ἀπὸ τὸ **2008** ὁ σταθμὸς δουλεύει σὲ συνεχή βάση. Δυστυχῶς, οἱ δονήσεις ποὺ κλόνιζαν τὴν κατασκευὴ ἐλαχιστοποιήθηκαν σὲ ἓναν βαθμὸ, μὰ χρειάσθηκε ἡ μείωσις τῶν στροφῶν τῆς τουρμπίνας στὶς **1100rpm**, μειώνοντας καὶ τὴν ἀπόδοση. Σημειώστε πὼς οἱ μέγιστες

στροφές του στροβίλου είναι **1500rpm** και η παραγόμενη ισχύς αυξάνεται τετραγωνικώς του αριθμού τούς... Λόγω τούτου, η μετατροπή της πνευματικής ενέργειας στην εν τῷ δικτύω ηλεκτρική αγγίζει το **52,6%** [**1,172KWh** ή πνευματική ενέργεια (**62,8Kw** μέσος ὅρος) που μεταφράζονται σε **617Kwh** στο ηλεκτρικό δίκτυο (**33,1Kw** μέσος ὅρος). Σίγουρα η λειτουργία του σταθμού και η ἔρευνα θα παρέξουν νέα σημαντικά στοιχεία για μελλοντικές αναβαθμίσεις.

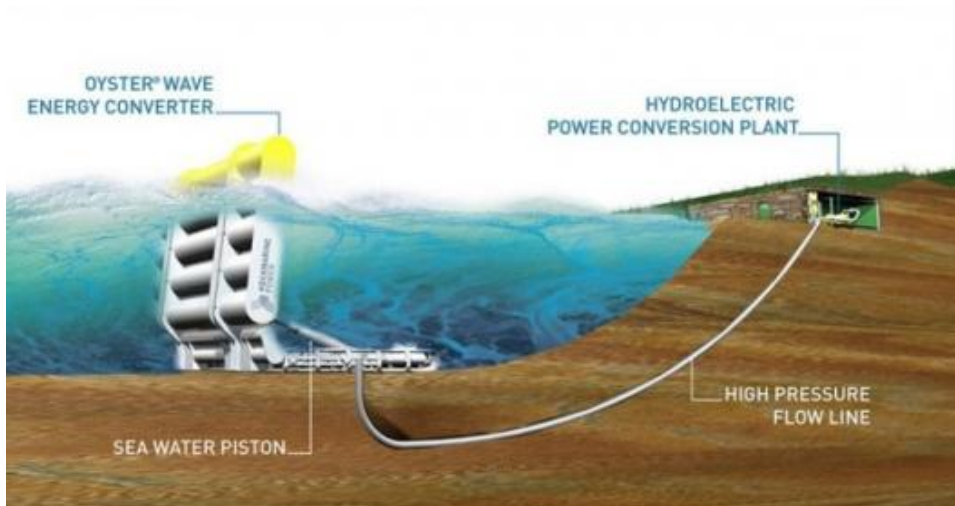


### Aquamarine Power: Oyster 1

Ἡ **Aquamarine Power Ltd.** ιδρύθηκε τὸ **2005** γιὰ τὴν ἀνάπτυξη τοῦ **Oyster**, μίας καινοτόμου ιδέας γιὰ τὴν μετατροπὴ τοῦ κυματισμοῦ σὲ ἐνέργεια.

#### 2.8.1. - Τὸ Oyster...

...εἶναι μία κατασκευὴ ποὺ ἀποτελεῖται ἀπὸ μία σταθερὴ βάση ποὺ στηρίζεται ἡ κατασκευὴ καὶ τοποθετεῖται στὸν βυθὸ τῆς θαλάσσης, καὶ μία μεγάλη ἐπιφάνεια ἀποτελούμενη ἀπὸ μία σειρὰ ἀπὸ κυλίνδρους οἱ ὁποῖοι λειτουργοῦν ὡς «φτερό», διαγράφοντας μία κίνηση μπρός-πίσω καθὼς κινοῦνται ἀπὸ τὰ κύματα τῆς ἐπιφανείας.



**Άριστερά:** Σχεδιάγραμμα λειτουργίας του **Oyster**. Ο σταθμός παραγωγής ενέργειας πρέπει να βρίσκεται στην ξηρά, καθώς το **Oyster** δεν διαθέτει ένσωματωμένους στροβίλους και γεννήτριες.

Το **Oyster** λειτουργεί αρκετά απλά και αυτό αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα. Το πτερύγιο κινούμενο μπρός-πίσω (**Σημείωσις:** Το φτερό εκμεταλεύεται την οριζόντια κίνηση του κύματος, εν αντιθέσει με όσα έχουμε δει ως τώρα), πιέζει δύο έμβολα που βρίσκονται μεταξύ του φτερού και της βάσεως στηρίξεως. Σε αυτήν την έκδοση του **Oyster**, τα έμβολα πιέζουν θαλασσινό ύδωρ το οποίο καταλήγει μέσω αγωγού υψηλής πίεσεως σε έναν τροχό **Pelton**. Ο **Pelton** αποτελεί μία αρκετά αποδεκτή λύση, παρουσιάζοντας καλούς βαθμούς αποδόσεως και ταυτοχρόνως υπάρχει ή απαιτούμενη τεχνογνωσία πάνω του όσον αφορά μετατροπές-τροποποιήσεις και συντήρηση. Αν και το πρωτότυπο είναι ακόμη υπό δοκιμήν, υπάρχει ή σκέψις να μην χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό (που απαιτεί βεβαίως την τοποθέτηση κατάλληλων υποθαλάσσιων φίλτρων) αλλά ένα κλειστό κύκλωμα, με φρέσκο ύδωρ που θα επιστρέφει ή όχι στην ξηρά.

### 2.8.2. - Ίσχύς του Oyster



Το πρώτο υπό πλήρη κλίμακα πρωτότυπο μοντέλο παράγει ισχύ περίπου **315KW**. Σημαντικό για τον σχεδιασμό του **Oyster** θεωρήθηκε το γεγονός πως σε βάθος **10m**, ενισχύεται ή οριζόντια ροή (αυτό που θέλουμε) περισσότερο απ' ότι σε μεγαλύτερα βάθη.

**Άριστερά:** Στιγμή από την λειτουργία του **Oyster**.



**Δίπλα:** Οι διαστάσεις του φτερού είναι **18x10m**. Στα σχέδια του είναι υπολογισμένοι παράγοντες όπως ή άνωσις και συντελεστές μάζης-βάρους. Η μέση απορρόφησης ενέργειας στις θάλασσες του βόρειου Ατλαντικού που



βρίσκεται τώρα εκτιμάται στα **19kw/m**.



**Πάνω:** Χώροι μετατροπής ενέργειας, του ύποσταθμοῦ πού εἶναι κατασκευασμένος στην στεριά. Πρῶτα ὁ χῶρος τῆς τουρμπίνας **Pelton** καί δεύτερον, τὸ δωμάτιο μέ τόν ἐξοπλισμό γιά τήν μετατροπή ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας (μετασχηματιστές καί προστασία). Φυσικᾶ ἂν μία ἀπό τίς διατάξεις σταματήσῃ νά λειτουργή, θά συνεχίσουν τήν παραγωγή οἱ ὑπόλοιπες, δίνοντας τόν ἀπαραίτητο χρόνο νά ὀλοκληρωθοῦν οἱ ἐπισκευές.

### 2.8.3. - Τεχνολογική ἔφοδος

Οἱ ὑπεύθυνοι ὀραματίζονται τήν δημιουργία συνόλων ἀπό **Oyster** ἰσχύος ἀπό **3,5** ὠς **5MW** ἕκαστη. Πολλές τέτοιες συστοιχίες ὅμως θά μποροῦν νά δημιουργοῦν σταθμούς σοβαρῆς ἰσχύος **20~100MW!**

Ἡ ἐταιρία δέν σταματᾶ ἐδῶ, καθῶς παρουσίασε ἤδη τὸ **Oyster 2**, μία βελτιωμένη ἔκδοσις πού καθιστᾶ τήν συντήρησι καί τήν ἐπισκευή ἐνκόλυτες, ἐνῶ ἀποδίδει **250%** περισσότερη ἰσχύ **~800KW~** ἀπό τὸ πρωτότυπο μοντέλο!



### 2.9.0. - Υποθαλάσσια ρεύματα (Marine Currents)

Τὰ ὑποθαλάσσια ρεύματα ὑπακοῦν στὴν ἴδια δημιουργικὴ ἀρχὴ μὲ τὰ ἐπιφανειακὰ κυματικὰ ποὺ ἔχουμε περιγράψει. Δηλαδή, ἀπορροφοῦν τὴν ἐνέργειά τους ἐκ τῶν πρωτογενῶν πηγῶν ὅπως εἶναι ὁ ἥλιος (μὲ τὴν θέρμανση τῶν ὑδάτων πάνω στὴν ζώνη τοῦ Ἰσημερινοῦ) καὶ ὁ ἄνεμος. Δευτερογενῆς παράγοντες ποὺ δημιουργοῦν τὴν ὑποθαλάσσια κίνηση εἶναι ἡ ἀλατότης ἢ καὶ ἡ πυκνότης τῶν ὑδάτων (παράγοντες ποὺ μεταβάλλονται διαρκῶς).

Αὐτὰ τὰ κύματα εἶναι σχετικῶς σταθερὰ στὴν ροή τους καὶ ἔχουν μία διεύθυνση (ἐν ἀντιθέσει μὲ τὰ παλιρροϊκὰ κύματα). Ἄν καὶ τὰ μεγαλύτερα καὶ διασημότερα ἐξ αὐτῶν παρουσιάζουν σημαντικὲς διαφορῆς. Λόγου χάριν, στὴν Ἀμερικὴ συναντοῦμε:

1) τὸ ρεῦμα στὴν Φλόριδα (**Florida Straits currents**), ποὺ ξεκινᾷ μόλις **8km** ἔξω ἀπὸ τὴν νοτιότερη ἀκτὴ (πλησίον τοῦ Μαϊάμι) καὶ διατηρεῖ ἓνα μοτίβο σχετικῶς ὑψηλῶν ταχυτήτων γιὰ πάρα πολὺ μεγάλες ἀποστάσεις.

2) Ἀπεναντίας, τὸ ρεῦμα στὴν Καλιφόρνια (**California currents**) παρουσιάζει μικρὲς ταχύτητες καὶ ἀλλάζει περιοδικῶς τὴν κατεύθυνσή του.

#### 2.9.1. - Τί ζητῶ ἀπὸ ἓνα τέτοιο ρεῦμα;

Ὅμοίως μὲ τὸ κύμα, μᾶς ἐνδιαφέρει ἡ κινητικὴ ἐνέργεια ποὺ περιέχεται σὲ αὐτὲς τὶς εὐμεγέθεις ὑποθαλάσσιες ζῶνες. Θυμόμαστε ἀσφαλῶς πῶς τὸ ποσοῦν τῆς κινητικῆς ἐνέργειας εἶναι ἀνάλογο μὲ τὸ τετράγωνο τῆς ταχύτητος, καὶ γι' αὐτὸ λαμβάνεται σοβαρῶς ὑπ' ὄψιν. Τὸ ζήτημα ὅμως, ἐστιάζεται στὸ γεγονός πῶς οἱ ταχύτητες ροῆς τῶν ὑδάτων μὲ αὐτὲς τῶν ἀερίων εἶναι τάξιν μεγέθους μικρότερες. Θὰ εἶχαμε πρόβλημα στὴν εὐρεια πιθανοῦ ἐκμεταλῆσιμου δυναμικοῦ ἐὰν ὅμως δὲν ἴσχυε ἓνας περισσότερο σημαντικὸς παράγων: Ἡ πυκνότης τοῦ μέσου. Τὸ ὕδωρ ἔχουμε ἀναφέρει πῶς ἔστιν περίπου **835 φορές πυκνότερο τοῦ ἀέρος**. Πρακτικῶς, στὴν



Ίδια ακριβῶς ἐπιφάνεια (ὡς παρονομαστής) μία μέση ροὴ ὕδατος **8km/h** θὰ φέρει τὴν ἴδια ἐνέργεια μὲ ἓναν ἄνεμο ταχύτητος **177km/h** (ἓνας πολὺ δυνατὸς **F1** δηλαδή). Καὶ γι' αὐτὸν ἀκριβῶς τὸν λόγον, τὰ ὑποθαλάσσια ρεύματα θεωροῦνται τεράστιες καὶ ἀνεκμετάλλευτες δεξαμενὲς καθαρῆς ἐνέργειας.

### 2.9.2. - Ἐνεργειακὸ δυναμικὸν

Ἡ συνολικὴ παγκόσμια διαθέσιμη ἰσχύς τῶν ὑποθαλάσσιων ρευμάτων ἐκτιμᾶται στὰ **450GW**, μὲ ἐνεργειακὲς πυκνότητες μέχρι **15KW/m<sup>2</sup>**. Ἡ (σχετικῶς πάντα) συνεχῆς ἀπορροφήσιμη ἐνεργειακὴ πυκνότης κοντὰ στὴν ἐπιφάνεια τοῦ **Florida Straits current** κυμαίνεται περίπου στὸ **1KW/m<sup>2</sup>** τῆς ζώνης ροῆς.

Μία δεύτερη ἐκτίμησις ἀναφέρει πὼς ἡ ἐκμετάλλευσις μόνο τοῦ **1/1000** τῆς διαθέσιμης ἐνέργειας τοῦ τεράστιου ρεύματος στὸν κόλπο τοῦ Μεξικοῦ (ὡς **Gulf stream** θὰ τὸ βροῦμε) τὸ ὅποιο ἔχει:

- 1) **21.000** φορές περισσότερη ἐνέργεια ἀπὸ τοὺς καταρράκτες τοῦ Νιαγάρα
- 2) σὲ μία ροὴ **50** φορές μεγαλύτερη ἀπὸ αὐτὴν ὅλων τῶν ποταμῶν τοῦ πλανήτου, θὰ μποροῦσε νὰ καλύψει τὴν ζήτησις σὲ ἠλεκτρικὴ ἐνέργεια σὲ ποσοστὸ περίπου **35%**. Καὶ μετὰ, ἀσχολοῦνται μὲ ἄνθρακες καὶ πετρέλαια...

Ἐμεῖς πήραμε μία ἰδέα πόσο γιαντιαῖο εἶναι τὸ πιθανὸ δυναμικὸ τῶν ὑποθαλάσσιων ρευμάτων.

### 2.9.3. - Ρευμάτων διαθέσις

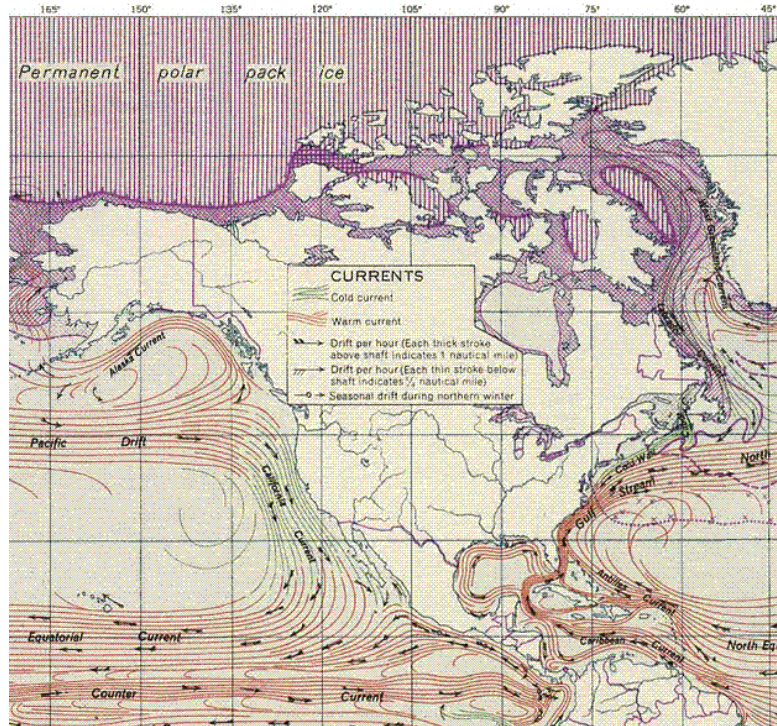
Ἀρκετὲς χῶρες ἔχουν παρουσιάσει ἐνδιαφέρον στὴν πρακτικὴ ἐφαρμογὴ θαλάσσιων τεχνολογιῶν ἀναλογιζόμενες τὰ ὠφέλη ἀπὸ τὴν ὑποθαλάσσια κίνηση. Βέβαια, δὲν διαθέτουν ὅλες οἱ χῶρες καὶ οἱ περιοχὲς τὸ ἴδιο δυναμικὸ, καθὼς ὡς ἀνανεώσιμη πηγή, εἶναι διασκορπισμένη.

Χῶρες ὅμως μὲ ἀριστη πρόσβασις σὲ αὐτὴν τὴν ἐνέργεια εἶναι τμήματα τῆς Ἀμερικῆς, οἱ Φιλιππίνες, ἡ Ἰαπωνία, Ἰρλανδία καὶ ἡ Βρετανία (γενικῶς ἔχουν κυματώδης θάλασσες τούτοι).

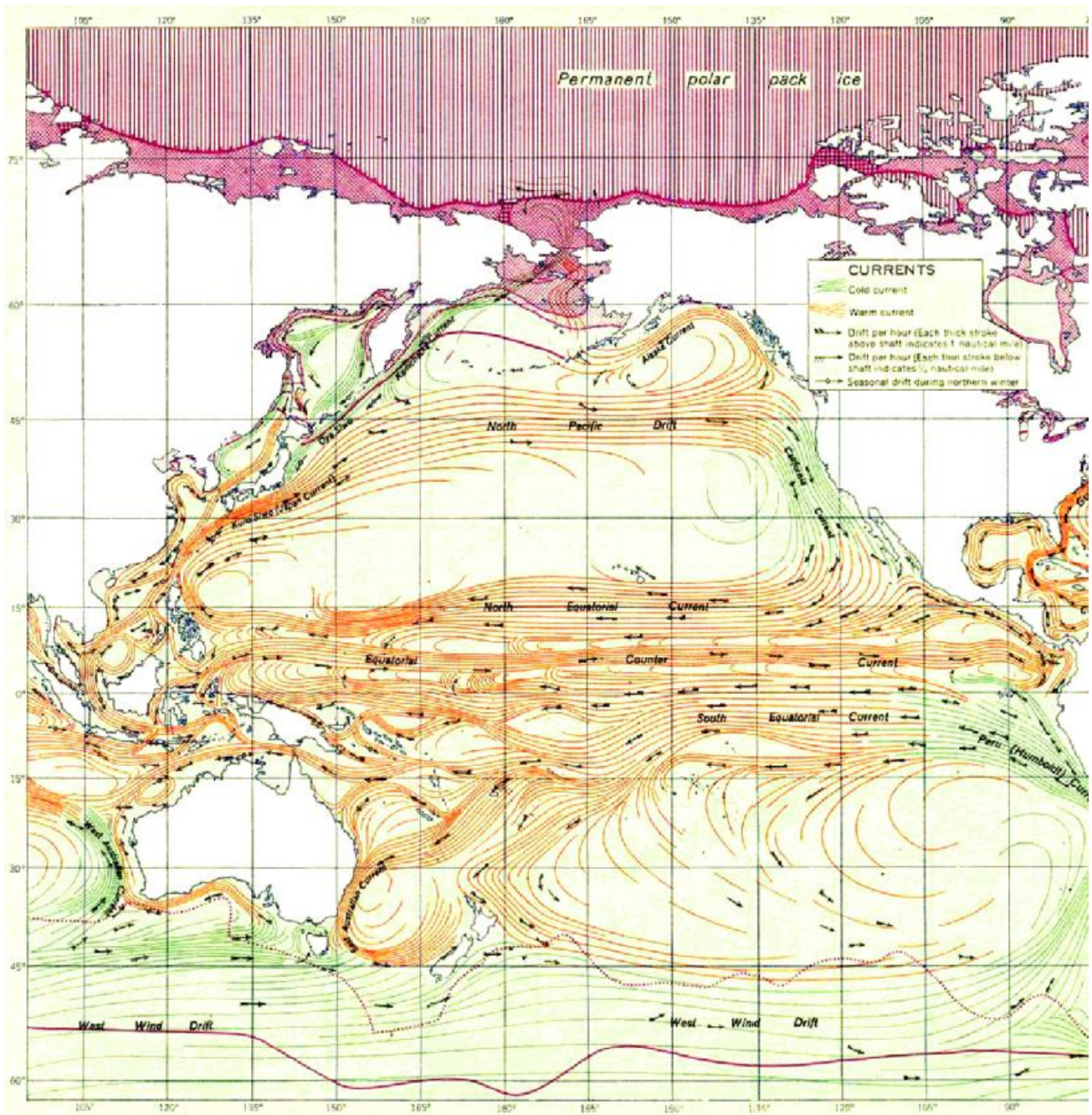
Ἄλλες περιοχὲς μὲ ιδιαίτερα ὑψηλῆς ἐντάσεως ρεύματα εἶναι οἱ περιοχὲς πάνω ἀπὸ τὴν Βρετανία (οἱ ὅποιοι φτάνουν αἰσίως τὰ **4,3GW** ἐγκατεστημένης ἰσχύος), οἱ θάλασσες τῆς Γαλλίας, στὰ στενὰ τῆς Μεσσηνίας (ἀνάμεσα σὲ Ἰταλία καὶ Σικελία) καὶ φυσικῶς στὴν Ἑλλάδα μας, σὲ ποικίλα μέρη ἀνάμεσα στὶς νήσους τοῦ Αἰγαίου πελάγους.

Ἐν συνεχείᾳ, ἀξιοποιήσιμο δυναμικὸ μπορεῖ νὰ βρεθῆ σὲ περιοχὲς τῆς νοτιοανατολικῆς Ἀσίας, δυτικῶς καὶ ανατολικῶς τοῦ Καναδά, καὶ σίγουρα σὲ μία λίστα ὑπόλοιπων περιοχῶν πάνω στὴν ὑφήλιο ποὺ ἀπαιτεῖται ὅμως πρῶτα σχολαστικὴ ἔρευνα.

**Κάτω:** Λεπτομέρεια του επόμενου χάρτου εστιάζοντας στις Η.Π.Α. Φαίνεται και το ρεύμα του κόλπου του Μεξικού. Στην Ευρώπη, από τὰ **450GW** διαθέσιμης παγκόσμιας ισχύος αναλογούν (μὲ σημερινῆς τεχνολογίας ἐγκατεστημένες τουρμπίνες) περίπου **12GW**.

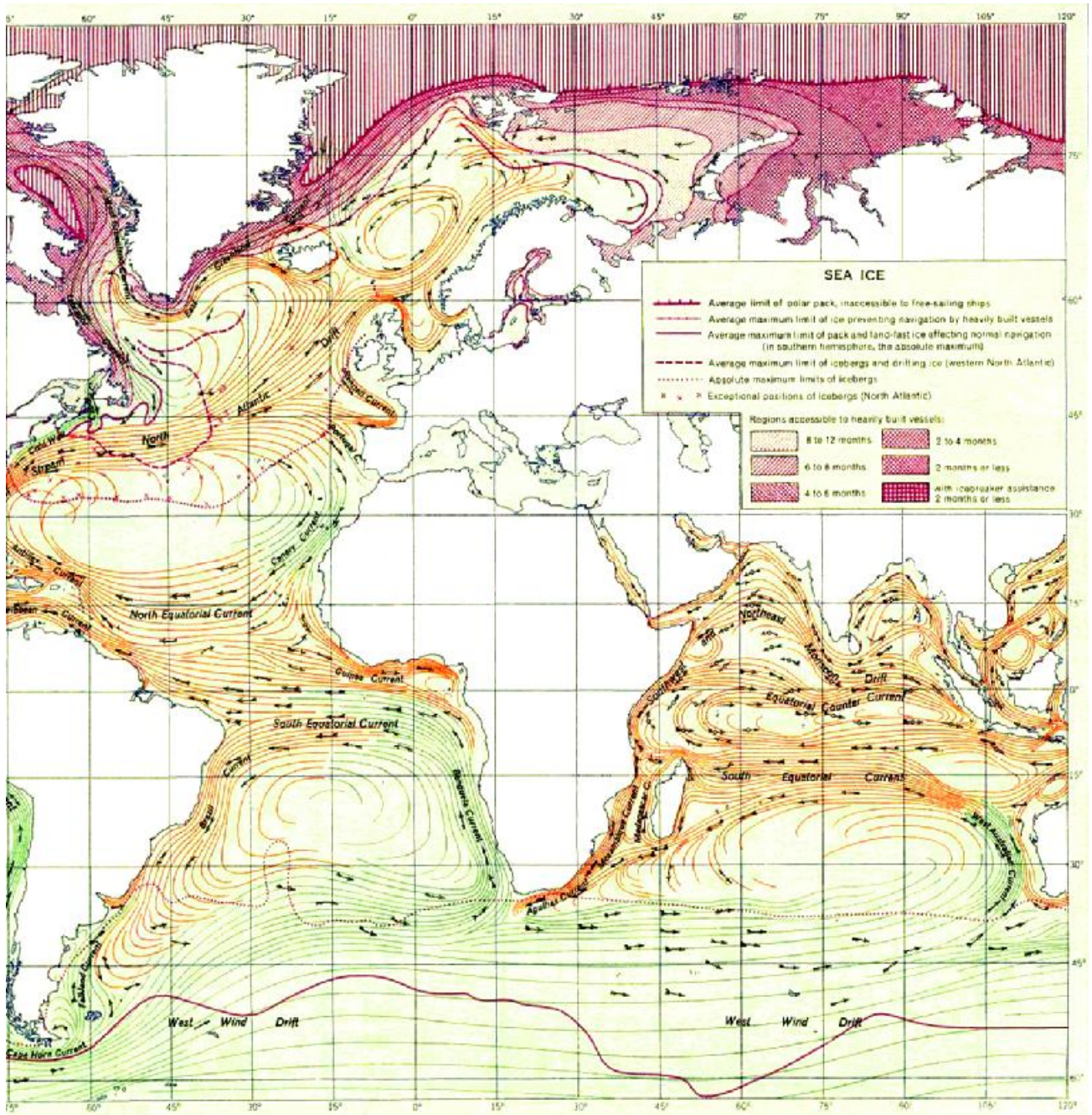






Πάνω: Η παγκόσμια κίνηση τῶν ρευμάτων. Παρατηροῦμε πὼς τὰ θερμὰ ρεύματα εἶναι πλησίον τῆς τροπικῆς ζώνης τοῦ Ἰσημερινοῦ. Ἐπίσης, τὰ θερμὰ μένουν περισσότερο κοντὰ στὴν ἐπιφάνεια τῶν ὠκεανῶν, ἐνῶ τὰ ψυχρὰ (λόγω πυκνότητος) βυθίζονται χιλιόμετρα κάτω ἀπ’ αὐτήν.





**2.9.5. - Κόστος;**

Πρός τὸ παρόν, μπορούμε μόνο νὰ εικάζουμε. Τὸ μόνο ποὺ εἶναι δυνατόν, εἶναι νὰ ἀναγνωρίσουμε τὶς δυνατότητες ποὺ μᾶς προσφέρει καὶ μὲ τὴν σταδιακὴ αὐξηση τοῦ ἐνδιαφέροντος καὶ τῆς συνδέσεως τοῦ ἠλεκτρικοῦ δικτύου μὲ τὶς πρώτες τεχνολογίες ποὺ δοκιμάζονται, θὰ ἔχουμε ἓνα πολὺ καλὸ χαρτὶ στὴν μεταπετρελαϊκὴ ἀνάπτυξη.

Ἄς πᾶμε νὰ δοῦμε μερικὲς κινήσεις ποὺ γίνονται ἀπὸ ἑταιρίες σὲ αὐτὸν τὸν νέο τομέα.

## Atlantis Resources Corporation: Atlantis

Η **Atlantis Resources Corporation** είναι μία πρωτοπόρος εταιρία ανάπτυξης υποθαλάσσιων τουρμπινών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το νέο της δημιούργημα είναι μία τεραστίων διαστάσεων (για τα ώκεάνια δεδομένα πάντα, μην γίνονται συγκρίσεις με την Αιολικήν) τουρμπίνα, την **AK1000**.

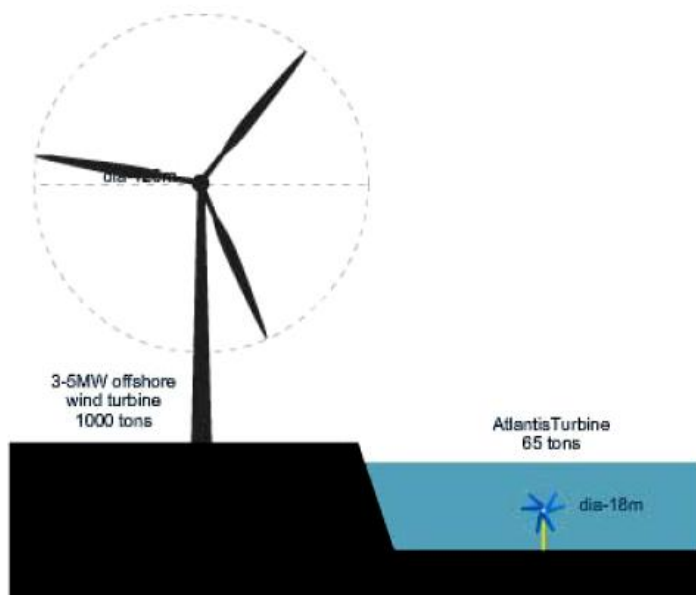
### 2.10.1 - Χαρακτηριστικά

- Η **AK1000** απέχει **22,5m** από το έδαφος, ενώ η φτερωτή της άγγίζει τα **18m** σε διάμετρο.
- Η γιγαντιαία τουρμπίνα ζυγίζει **1,430** ολόκληρους τόνους.
- Οί δύο φτερωτές περιστρέφονται μεταξύ τους με αντίθετη φορά.
- Ο μηχανικός βαθμός αποδώσεως ξεπερνά το **50%**.
- Δεν απαιτείται ή ύπαρξις κιβωτίου ταχυτήτων για την όδηγία τής γεννήτριας.
- Με προβλέψιμη ροή ρεύματος **2,65m/s**, η **AK1000** είναι ικανή να παράγη περίπου **1MW**, ισχύς που αρκεί - σύμφωνα με τους υπεύθυνους τής εταιρίας- να καλύψη ενεργειακώς **1000** οικίες. Αν και πιστεύω πως μία σύγχρονη οικία καταναλώνει περισσότερο από **1KW**, εμείς το δεχόμαστε με πάσα επιφύλαξη.
- Έπειδή βυθίζονται κάτω από την επιφάνεια τής θαλάσσης, παραμένουν κρυφές στο τοπίο (καί στην κριτική του κοινού λέω εγώ) και απολύτως σιωπηλές κατά τήν λειτουργία τους (άλλες υπέργηιες τουρμπίνες προκαλούν αβάσταχτο θόρυβο, λόγω τής υψηλόστροφης λειτουργίας τους).
- Οί περιστροφές που διαγράφει ο ρότωρ είναι απελπιστικά αργές για τουρμπίνα, **6-8** στροφές ανά λεπτό, και γι' αυτό κρίνεται ως ασφαλής για τήν θαλάσσια πανίδα και δέν επιρεάζει επιφανειακές δραστηριότητες τής περιοχής, λόγου χάριν, τήν αλιεία.
- Μπορεί να συνδεθεί με το έθνικό δίκτυο, ηλεκτροδοτώντας αστικές περιοχές με αυξημένη ζήτηση σε ενέργεια.
- Κατασκευάσθηκε από τήν **Soil Marine Dynamics**, ή βάση στηρίξεως και ή





συναρμολόγησις έγινε από την **Isleburn Engineering**, ενώ ο χάλυψ για την κατασκευή της τουρμπίνας ήρθε από την **Corus Scunthorpe**.  
 · Η ανάπτυξις του σχεδίου της **AK1000** κόστισε **30.000.000 \$**.



**Άριστερά:** Σχεδιάγραμμα που αναπαριστά την διαφορά μεγέθους που απαιτούν άλλες εναλλακτικές μορφές ενέργειας, όπως η Αιολική, σε σχέση με την ενέργεια των υποθαλάσσιων ρευμάτων. Ειδικότερα, απαιτείται το **1/10** σε χώρο εγκατάστασης και το **1/20** στα υλικά, γεγονός που κάνει τέτοια πᾶρκα ὄλο και περισσότερο ἐφικτά.

**Κάτω:** Η **AK1000** είναι ειδικῶς σχεδιασμένη για να αντέχει στο ψυχρὸ καὶ διαβρωτικὸ ὑποθαλάσσιο περιβάλλον.



### 2.10.2. - Μέχρι νεωτέρας...

Πρὶν περίπου δύο μῆνες (**24 Αὐγούστου 2010**) περίπου ἡ **Atlantis** πέτυχε τὴν ἐγκατάσταση τῆς **AK1000** στὰ ὕδατα τοῦ **Orkney** τῆς Σκωτίας, στὸ **European Energy Centre**. Ἡ ἐγκατάστασις ἐγινε **35m** κάτω ἀπὸ τὴν ἐπιφάνεια τῆς θαλάσσης, πῆρε μίᾳ ἐβδομάδα νὰ τοποθετηθῇ ἡ βᾶσις πὺ στήριζεται ἡ τουρμπίνα καὶ οἱ δίδυμες

φτερωτές της. Ήδη ξεκίνησε την λειτουργία της πού θα διαρκέσει τα επόμενα **3** έτη και η ενέργεια που παράγεται θα διανέμεται στο ηλεκτρικό δίκτυο της Σκωτίας.

## Marine Current Turbines: SeaGen

### 2.11.1. - SeaFlow

Το **2002** η **Marine Current Turbines (MCT)** συμπεριλήφθη σε ένα πρόγραμμα που είχε ως στόχο την επισκόπηση του δυναμικού των υποθαλάσσιων ρευμάτων στην βόρεια Ιρλανδία και την αναγνώριση πιθανών τοποθεσιών για την εγκατάσταση συστοιχιών κατάλληλων στροβίλων. Την ίδια περίοδο η **MCT** δούλεψε και σε ένα



άλλο πρόγραμμα, το οποίο και εγκαταστάθηκε **1,1Km** έξω από την ακτή επιτυχώς τον Μάιο του **2003** με το όνομα **SeaFlow**, μία τουρμπίνα ισχύος **300KW**. Το πρόγραμμα είχε κοστίσει περί τα **3,4** εκατομμύρια λίρες.

**Φωτό:** Στιγμιότυπα από την κατάδυση της **SeaFlow**. Η μία φτερωτή που διαθέτει μπορεί άνυψώνεται στο μονόστυλο στήριγμά της. Η διάμετρος του στύλου και της φτερωτής είναι **2,1m** και **11m** αντίστοιχως.

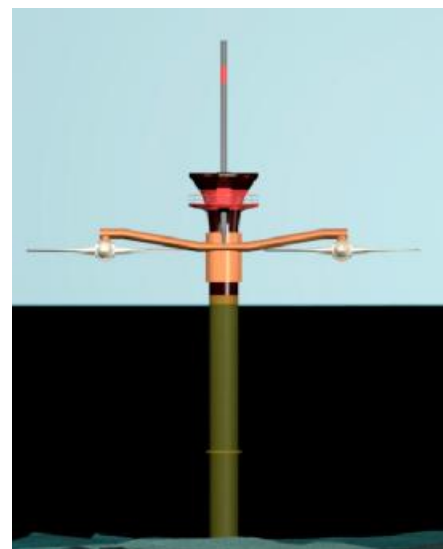


νά

### 2.11.2. - Η SeaGen

Τον Φεβρουάριο του **2008** άρχισε η προετοιμασία των πλοίων και των συνεργείων για την τοποθέτηση της **SeaGen**, της δεύτερης γενεάς τουρμπίνας που σχεδίασε η **MCT**. Η εγκατάσταση ολοκληρώθηκε τον Απρίλιο με την βοήθεια ειδικού γερανού και δραπάνου για την στήριξη του στύλου.

· Πρόκειται για την πιο ισχυρή τουρμπίνα ρευμάτων που υπάρχει ως σήμερα, διαθέτοντας **2x600KW** ρότορες.



- Οί ρότορες βρίσκονται σε μία οριζόντια «δοκό» πάνω στον πύργο ή οποία δύναται να αναδυθῆ (ἐνῶ στήν **SeaFlow** ἀναδυόταν ἡ φτερωτῆ) στήν ἐπιφάνεια γιά λόγους συντηρήσεως.
- Σημαντικό πλεονέκτημα ἐπίσης εἶναι ἡ δυνατότητα γιά συστοιχία μεγάλου ἀριθμοῦ τέτοιων γεννητριῶν γιά τήν παραγωγή ἡλεκτρικῆς ἐνέργειας.

· Τό μονόστυλο πού στηρίζεται ἡ **SeaGen** εἶναι κατασκευασμένο ἀπό χάλυβα καί ἔχει διάμετρο **3m**, μεγαλύτερη ἀπό τήν προκάτοχό της, Τό πέλμα πού χρησιμοποιήθηκε τελικῶς ἦταν διαφορετικό. Ὁ στύλος καταλήγει σέ ἕνα τετράποδο στήριγμα πού συνδέεται μέ χαλύβδινους σωλήνες στίς τέσσερις γωνίες του, ὅλα ὑπερυψωμένα **2m** ἀπό τόν βυθό τῆς θαλάσσης.



### 2.11.3. - Στοιχεῖα γιά τήν SeaGen

- Ἴσχυς: **2x600KW = 1,2MW**
- Ἐνέργεια ἀποδιδόμενη στό δίκτυο: **3,800MWh/ἔτος**
- Ἴσχυς ἀρκετή γιά **1140** οἰκίες (βάσει δεδομένου **3,33MWh/ἔτος**)
- Ἴσοδύναμος ἀνθραξ: **1695** τόνους/ἔτος
- Διάμετρος πύργου: **3,025m**
- Ὀλικό ὕψος: **40m**
- Ὀλικό βάρος κατασκευῆς: **300**τόνοι
- Μέσο ὕψος στάθμης ὑδάτων: **26,2m**
- Διάμετρος ρότορος: **16m**
- Ταχύτης ρότορος: **14,3rpm**
- Ταχύτης γεννήτριας: **1000rpm**
- Μέση ταχύτης ρεύματος: **3,7m/s** ἢ **7,2knots**



**Κάτω:** Ἀριστερά ἡ **Seagen** καί δεξιά ἡ προκάτοχός της, **SeaFlow**.





## 2.12.0. - Παλιροοϊκά κύματα

Το παλιροοϊκό κύμα είναι μία εναλλακτική μορφή ενέργειας που οφείλεται στις αλλαγές που προκαλούν στο επιφανειακό στρώμα των ωκεανών οι δυνάμεις των βαρυτικών πεδίων της Σελήνης και του Ήλιου. Αυτό που συμβαίνει είναι ή θάλασσα να έλκεται προς τον δορυφόρο της Γης, επιφέροντας την άνοδο της στάθμης των υδάτων (παλίροια) και την επόμενη πτώση τους για δύο ανεξάρτητους παρατηρητές σε διαφορετικές άκτες. Κυρίως ή Σελήνη επιρεάζει σημαντικώς αυτό το φαινόμενο, άφου ή δική της έλξις είναι υπερδιπλάσια σε ένταση από αυτή του Ήλιου. Ωστόσο, οι βαρύτητες λειτουργούν συνεργητικώς, και κάτω από την σωστή γωνία και ευθυγράμμιση (δορυφόρου και άστéρος) έχουμε την μεγένθυση του φαινομένου, κατά το όποιο παρατηρείται ή μέγιστη και ή ελάχιστη αύξομείωσις της στάθμης των υδάτων. Τέτοια δραματική άνοδο και κάθοδο έχουμε κάθε δύο εβδομάδες σε αρκετά μέρη πάνω στον πλανήτη. Ως πηγή ενέργειας, πρόκειται για την περισσότερη προβλέψιμη μορφή (πολύ περισσότερο από την ήλιακή ή την Αιολική), με τον χρόνο προβλέψεως να είναι άνω των **100** ετών!



### 2.12.1 - Τρόποι εκμεταλλεύσεως : Φράγμα (Barrage)

Οί άνθρωποι γνώριζαν πώς να επωφεληθοῦν από αυτήν την μορφή ενέργειας. Ήδη από τις αρχές του 8<sup>ου</sup> αιώνας οί Ισπανοί, οί Γάλλοι και οί Βρεττανοί έχτιζαν φράγματα σε τεχνητές λίμνες που γέμιζαν από την επεχόμενη παλίροια. Ύστερα από ένα μικρό άνοιγμα άφηναν το ύδωρ να διαφύγει προς την θάλασσα περνώντας μέσα από έναν υδρόμυλο.

Ή σημερινή τεχνική δέν διαφέρει και πάρα πολύ, τουλάχιστον κατά βάσιν ή ιδέα είναι ίδια. Τα σύγχρονα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας κτίζονται δίπλα σε μεγάλα κάθετα τείχη που έχουν μεγάλες έσοχές, απ' όπου και ρέει το ύδωρ. Οί έσοχές αυτές μπορούν να φράζουν, εγκλωβίζοντας την παλίροια και δημιουργώντας ύψομετρική διαφορά.

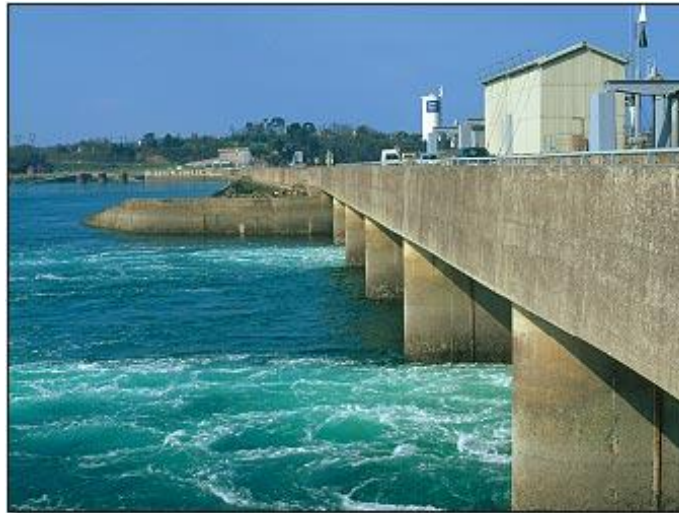


Ακριβώς τὸ ἴδιο συμβαίνει καὶ ἂν ἀλλάξει φορὰ ἢ παλίρροια, ὥστε νὰ εἶναι ἐκμεταλλεύσιμη ἢ πλυμμηρὶς εἴτε ἢ ἄμπωτη.

**Δεξιά:** Ἕνα διάσημο παράδειγμα, ἀπὸ τὰ ὀλίγα ἐργοστάσια ποῦ ὑπάρχουν εἶναι στὸν ποταμὸ **Rance** στὴν Γαλλία.

Πρόκειται γιὰ ἓνα μεγάλο φράγμα, κατασκευασμένο τὸ **1966**, ποῦ παράγει ἐνέργεια ἀπὸ τὸ διαφορετικὸ ὕψος τῶν ὑδάτων στὶς δύο πλευρὲς του. Δύο φορές τὴν ἡμέρα, ἔρχεται μία μεγάλη παλίρροια ποῦ πλυμμηρίζει τὸν ποταμὸ ἐρχόμενο ἀπὸ τὸν Ἀντλαντικὸ ὠκεανό.

Οἱ **24** συνολικῶς τουρμπίνες ποῦ διαθέτει τὸ ἐργοστάσιο παράγουν περίπου **240MW (660GWh** ἑτησίως) ἐνῶ μὲ μία ἀναβάθμιση ἐκτιμᾶται ὅτι θὰ ἀποδίδει πολὺ περισσότερη ἰσχύ.



**Πάνω:** Τὸ τοίχος τοῦ **Rance**. Ἐξυπηρετεῖ ἐπίσης ὡς γέφυρα καὶ τμήμα ὁδικοῦ δικτύου, ἀφοῦ πάνω του περνᾷ αυτοκινητόδρομος.

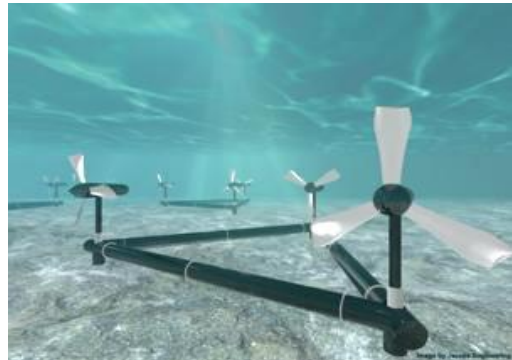
<i>Country</i>	<i>Site</i>	<i>Installed power (MW)</i>	<i>Basin area (km<sup>2</sup>)</i>	<i>Mean tide (m)</i>
France	La Rance	240	22	8.55
Russia	Kislaya Guba	0.4	1.1	2.3
Canada	Annapolis	18	15	6.4
China	Jiangxia	3.9	1.4	5.08



**Πάνω:** Άλλα μεγάλα έργα παλιτροικῆς ἐνέργειας, ὅλα κατασκευασμένα μετὰ τὸν δεῦτερο παγκόσμιο πόλεμο. Τὸ **La Rance** ποὺ ἀναφέραμε (κτίστηκε τὸ **1966**) Τὸ **Kislaya Guba** στὴν Ρωσία τὸ **1968**, τὸ **Annapolis** στὸν Καναδὰ τὸ **1984** καὶ τὸ ἐργοστάσιο **Jiangxia** στὴν Κίνα, τὸ **1985**.

### 2.12.2. - Παλιτροϊκὰ ρεύματα (Tidal Currents)

Ὁ δεῦτερος τρόπος εἶναι νὰ ἐκμεταλλευτεῖς τὰ ρεύματα ποὺ δημιουργοῦνται ἀπὸ τὴν μαζικὴ κίνηση τῶν ὑδάτων, χρησιμοποιῶντας τουρμπίνες καὶ φτερωτὲς ὅπως ἀκριβῶς εἶδαμε στὸ ὑποκεφάλαιο τῶν ὑποθαλάσσιων ρευμάτων. Ὑπάρχουν ἀρκετὲς τοποθεσίες μὲ πιθανὸ ὑψηλὸ δυναμικὸ, οἰκονομικῶς ἀποδεκτὲς: Τὸ **Pembrokeshire** στὴν Οὐαλία, **River Seven** μεταξύ Οὐαλίας καὶ Ἀγγλίας, **Cook Strait** στὴν Νέα Ζηλανδία, Ἀκρωτήριο **Fundy** ἐν Καναδᾷ, τὸ **East River** στὴν Νέα Ὑόρκη, τὸ **Golden Gate** στὸν ὄρμο τοῦ **San Francisco**, ὁ ποταμὸς **Piscataqua** στὸ **New Hampshire** καὶ τὰ **Channel Islands**. Αὐτὰ τὰ μέρη μποροῦν νὰ συνεισφέρουν τὰ μέγιστα στὴν ἤδη μεγάλη ζήτηση γιὰ ἠλεκτρισμὸ.



**Δεξιά:** Τὸ **Delta Stream** τῆς **Tidal Energy**. Ἀποτελεῖται ἀπὸ ἓνα ἰσοκελὲς τρίγωνο μὲ τοποθετημένη ἓναν στρόβιλο σὲ κάθε μίᾳ γωνία του. Οἱ στρόβιλοι περιστρέφονται γιὰ νὰ πιάσουν τὰ μέγιστα τοῦ ρεύματος (ἢ ἂν αὐτὸ ἀλλάξει φορᾷ). Δὲν ἔχει δοκιμασθεῖ ἀκόμη, ἀλλὰ οἱ σχεδιαστὲς του λένε πῶς οἱ τρεῖς πτερωτὲς θὰ παράγουν περίπου **1,2MW** ἰσχύος.

### 2.12.3. - Περιβαλλοντολὲς συνέπειες Παλιτροϊακῆς ἐνέργειας

Οἱ ὑποθαλάσσιες τουρμπίνες εἶναι ποὺ συγκεντρῶνουν τὸ ἐπιστημονικὸ ἐνδιαφέρον, καθὼς τὰ ὑδροηλεκτρικὰ φράγματα εἶναι γνωστὸ πῶς ἔχουν ὀρισμένα πολὺ σημαντικὰ μειονεκτήματα. Πρῶτον καὶ σημαντικότερον, τὰ φράγματα περιορίζουν τὴν μετακίνηση θρεπτικῶν στοιχείων καὶ μετάλλων, δημιουργῶντας ἀρνητικὲς ἐπιπτώσεις στὴν θαλάσσια ζωὴ καὶ σὲ ἀκραίες καταστάσεις, καταστρέφουν ἀκόμη καὶ παραλίες (**St. Servan**). Ἀκόμη καὶ μὲ τὸ κτίσιμο τοῦ **La Rance** ἐντοπίστηκαν τέτοιες συμπεριφορὲς στὸ οἰκοσύστημα. Δεῦτερον, ἡ θανάτωση τῶν ἰχθύων. Οἱ ἰχθεῖς μποροῦν νὰ σκοτωθοῦν ἀπὸ πτώσεις πίεσεως, ἐπαφὴ μὲ τὰ φτερὰ τῆς τουρμπίνης ἢ σπηλαιώσεις. Ἄν οἱ τουρμπίνες περιστρέφονται σὲ χαμηλὲς ταχύτητες (**25~50rpm**) οἱ θανατώσεις αὐτὲς μποροῦν νὰ ἐλαχιστοποιηθοῦν. Οἱ εἰδικὰ σχεδιασμένες γιὰ αὐτὸ τὸν σκοπὸ τουρμπίνες ἔχουν

ένα ποσοστό θνησιμότητας γύρω στο **15%**, ενώ έρευνάται μέθοδος με χρήση του σόναρ για την καθοδήγηση των κοπαδιών μέσα από την περιοχή των στροβίλων. Τρίτον, τα γιγαντιαία φράγματα και μεγάλες εγκαταστάσεις ενέργειας που απαιτούνται μετά βίας μπορούν να ανταγωνιστούν τα συνήθη εργοστάσια όρυκτων καυσίμων που χρησιμοποιούν φθηνό πετρέλαιο και άνθρακα, τα οποία προς το παρόν βρίσκονται σε περίσσεια.

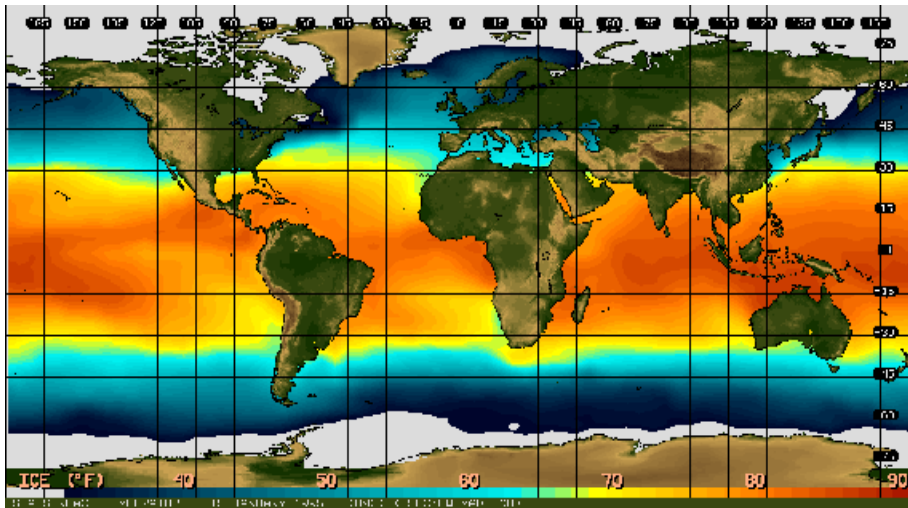
Έν κατακλείδι, αν και η παλίρροια πρόκειται για μία καθαρή μορφή ενέργειας, άφθονη και προβλέψιμη, ή βιομηχανία πρέπει να την παγκοσμιοποιήσει, αναπτύσσοντας νέους μεθόδους, αποδοτικούς και οικονομικούς, για την αξιοποιήσει στον βαθμό που της άρμόζει να βοηθήσει την ανθρωπότητα.

### **2.13.0 - Μετατροπή Ωκεάνιας Θερμικής Ένέργειας (Ocean Thermal Energy Conversion)**

Το **OTEC** είναι μία ενεργειακή τεχνολογία που μετατρέπει έμμέσως την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρική. Η ηλιακή ενέργεια που καταφθάνει και απορροφάται είναι πραγματικά ασύλληπτη. Για να έννοήσουμε γοργά το μέγεθος αυτής της ενέργειας, κατά την διάρκεια μίας τυπικής ημέρας, **60** εκατομμύρια τετραγωνικών χιλιομέτρων απορροφούν το ηλιακό ενεργειακό ισοδύναμο **250** δισεκατομμυρίων βαρελιών πετρελαίου.

#### **2.13.1. - Θερμική κατανομή**

Η κεντρική ιδέα είναι η χρησιμοποίησης της θερμικής διαβαθμίσεως των ωκεανών ως θερμική πηγή. Η κατακόρυφη διανομή της θερμοκρασίας στις ανοιχτές θάλασσες μπορεί να περιγραφη άπλοϊκώς ως ή ύπαρξις δύο ξεχωριστών επιπέδων, ένα στην επιφάνεια και ένα κάτω, κοντά στο βυθό. Τα ανώτερα στρώματα θερμαίνονται διαρκώς από τον ήλιο, απορροφώντας ήμερησίως τεράστια ποσά θερμικής ενέργειας. Τα κατώτερα στρώματα απ' την άλλη, αποτελούνται από υποθαλάσσια κύματα δημιουργούμενα από πάγους και μίξη ρευμάτων, προερχόμενα από βόρειες θάλασσες. Οί θερμοκρασίες εκεί παραμένουν εξαιρετικά χαμηλές, σχεδόν σε σημείο πήξεως. Σπανίως ή θερμική διακύμανσις σημαδεύεται από απότομη αλλαγή στην θερμοκρασία, τίς περισσότερες φορές ισχύει ή σταδιακή διαβάθμισις μεταξύ των στρωμάτων. Αυτό ακριβώς είναι που εκμεταλλευόμαστε στο **OTEC**. Μας ενδιαφέρει ή θερμοκρασιακή διαφορά του άνω και κάτω στρώματος να ξεπερνά τοῦς **20°C**, για να υπάρχει υπαρκτό κέρδος στην επίδοσι του συστήματος.



Πάνω: Η μέση ετήσια θερμική διακύμασις, σὲ βαθμοὺς **Fahrenheit**

**Γνωρίζατε ὅτι...**



Ἡ πρώτη καταγεγραμμένη ἀναφορὰ παραγωγῆς ἐνέργειας χρησιμοποιῶντας τὴν θερμοκρασιακὴ διαφορὰ τῶν ὠκεανῶν ἦταν στὸ μυθιστόρημα τοῦ Ἰουλίου Βέρν «**20.000** Λεῦγες Κάτω Ἀπὸ Τὴν Θάλασσα», καὶ ἐκδόθηκε τὸ **1870**.

### 2.13.2. - Τὸ Παρελθὸν

Τὸ **1881** ὁ **D' Arsonval** πρότεινε τὴν χρησιμοποίησι τῶν (σχετικῶς) θερμῶν ὑδάτων τῶν τροπικῶν γιὰ νὰ ἀτμοποιήσῃ ἀμμωνία καὶ νὰ κινήσῃ μ' αὐτοὺς ἕναν στρόβιλο, στηριζόμενος στὸν θερμοδυναμικὸ κύκλο τοῦ **Rankine**. Ἐπειδὴ ἡ ἀμμωνία κυκλοφορῆ ἐντὸς κλειστοῦ κυκλώματος, ὀνομάζεται **OTEC-κλειστοῦ κυκλώματος**.

Μὲ τὸ πέρασμα σχεδὸν ἐνὸς αἰῶνος, τὸ **1979**, κατασκευάστηκε ἕνα πολὺ μικρὸ πλωτὸ ἐργοστάσιο ἰσχύος **55KW**, ἔξω ἀπὸ τὴν Χαβάι. Λίγο ἀργότερα, μία συνεργασία Ἰαπωνικῶν ἐταιριῶν ἔφτιαξαν ἕνα ἐργοστάσιο (ἐπίγειο αὐτὴν τὴν φορὰ) ἰσχύος **100KW**. Καὶ οἱ δύο σταθμοὶ λειτούργησαν μόνο γιὰ μερικὸς μῆνες γιὰ λόγους ἐπιδείξεως, καθὼς ἦταν πολὺ μικρὰ γιὰ νὰ ὑπάρξει ἐνδιαφέρον σὲ σχέση ἄλλα συστήματα.



Πάνω: Ὁ πλωτὸς σταθμὸς παραγωγῆς ἐνέργειας στὴν Χαβάι (**50KW**)

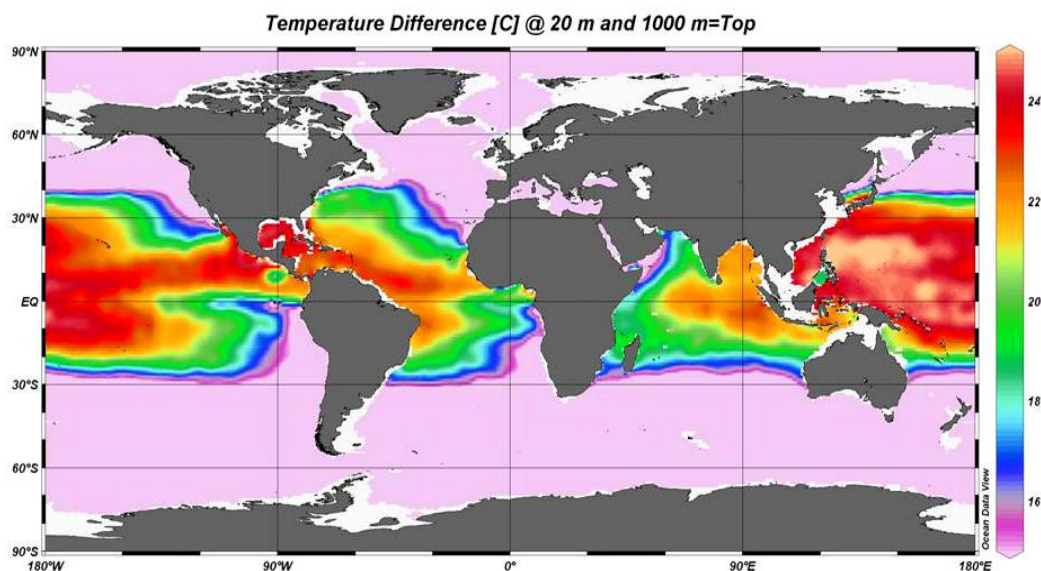




Πάνω: Σταθμός παραγωγής ενέργειας πάλι στην Χαβάι, ισχύος **210KW**. Λειτουργήσε για μία πενταετία (1993-1998) για πειραματικούς σκοπούς.

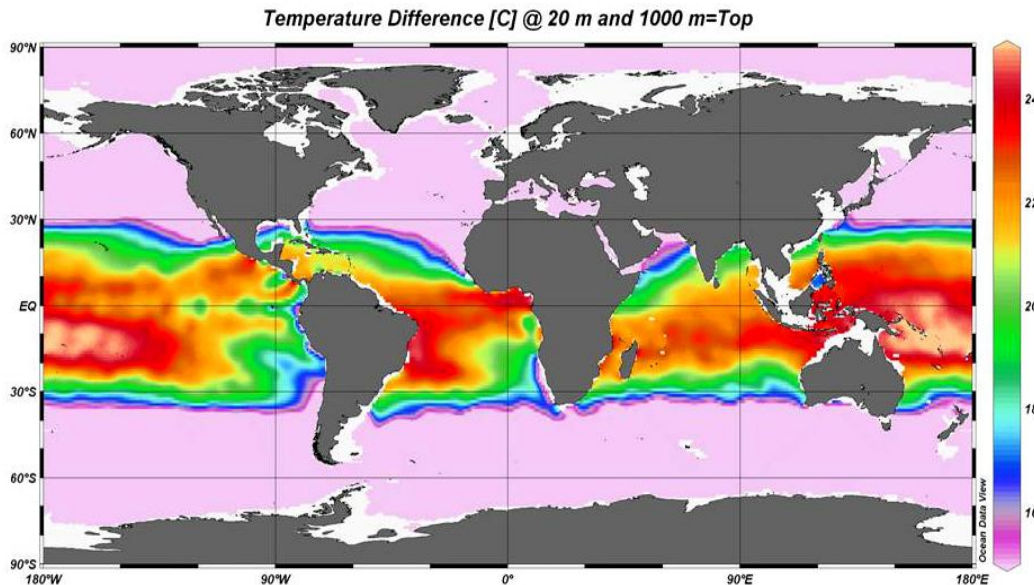
### 2.13.3. - Πού μπορεί να χρησιμοποιηθῆ τὸ ΟΤΕC;

Γιὰ μεγάλες θερμοκρασιακὲς διαφορὲς πρέπει ἀναγκαστικῶς νᾶ κοιτάξουμε περιοχὲς μὲ βαθειὰ παγωμὲνα ὕδατα ποὺ κείτονται ὑπὸ θερμῶν ἐπιφανειακῶν ρευμάτων. Γενικῶς τέτοιες περιοχὲς μεταξὺ τοῦ Τροπικοῦ τοῦ Καρκίνου καὶ τοῦ Τροπικοῦ τοῦ Αἰγόκερω. Ἐκεῖ ἡ θερμοκρασία τῆς ἐπιφανείας φθάνει τοὺς **25°C** καὶ ἄνω. Κάτω ἀπὸ **1000m** ὅμως, τὸ ὕδωρ μένει σχεδὸν στοὺς **4~6°C**.



**Πάνω και κάτω:** Η παγκόσμια θερμική σκέδασις στην περιοχή της ζώνης του Ίσημερινού τους μήνες Αύγουστο και Φεβρουάριο αντίστοιχως, σε °C.

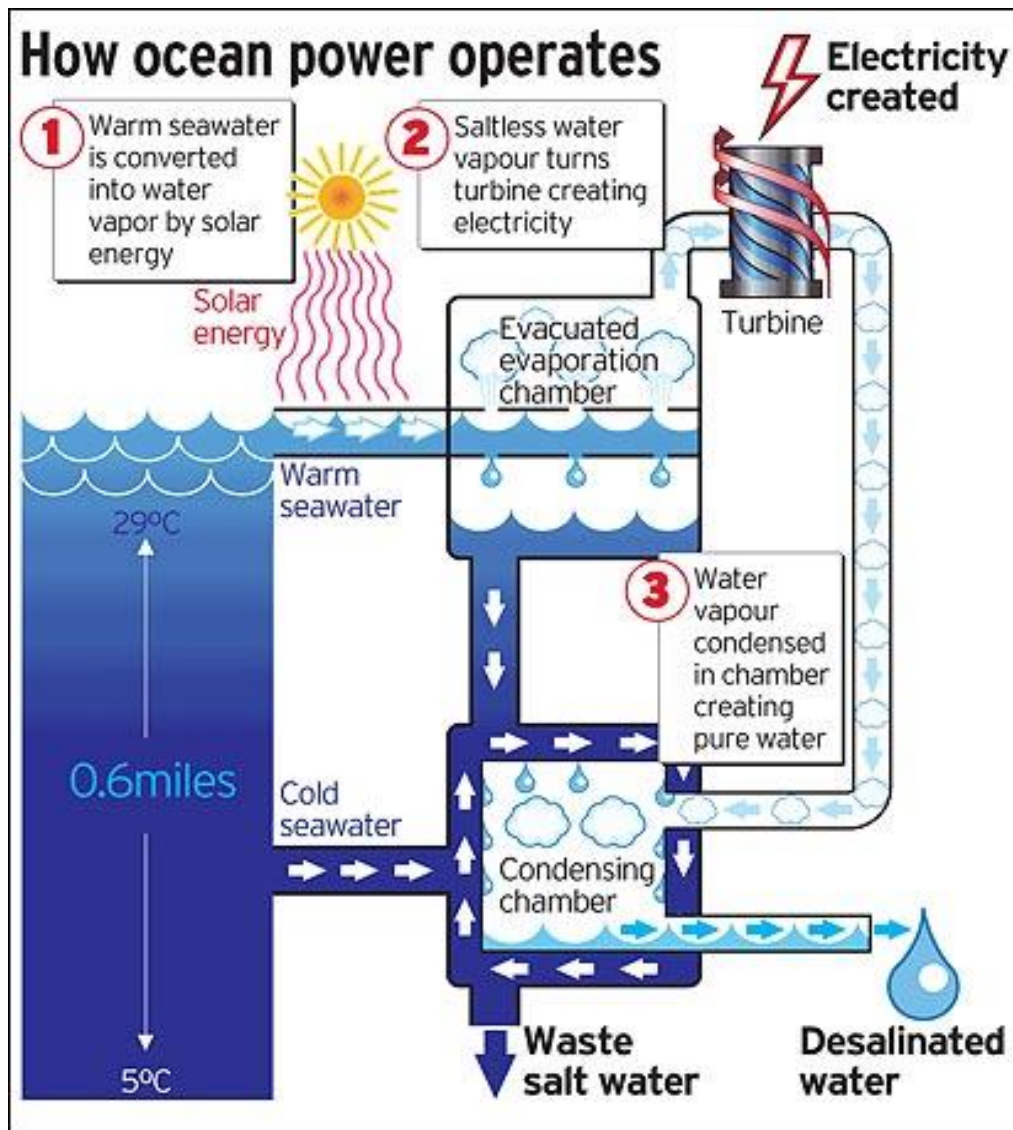
Η διαφορά της θερμοκρασίας της επιφανείας και του βυθού φθάνει τους **24°C**, κάνοντάς την ζώνη πρακτικῶς ἐπιτεύξιμη και κερδοφόρα. Η Βαλτική θάλασσα λόγω χάρην, δὲν εἶναι κερδοφόρα γιὰ τέτοιους σκοπούς, καθὼς ἡ μέση διαφορὰ στις θερμοκρασίες ὅλο τὸ ἔτος δὲν ὑπερβαίνει τοὺς **8~10°C**.



#### 2.13.4. - Πῶς λειτουργεῖ;

Ὅπως ἀκριβῶς ἓνας ψυκτικὸς κύκλος. Τὸ θερμὸ ὕδωρ τῆς ἐπιφανείας ἀντλεῖται και περνᾷ μέσα ἀπὸ ἓναν ἐναλλάκτη θερμότητος (τὸν ἐξατμιστὴ), πὺ δουλειὰ του εἶναι νὰ ἐξατμίσει γρήγορα τὸ κυκλοφορούμενο ἢ ψυκτικὸ μέσο. Κατὰ βάσιν χρησιμοποιεῖται προπάνιο ἢ ἀμμωνία, λόγω τοῦ χαμηλοῦ σημείου βρασμοῦ τους. Οἱ ἀτμοὶ λοιπὸν διαστέλλονται και ὡδηγοῦνται σὲ μία τουρπίνα, παράγωντας ἠλεκτρισμὸ. Κατόπιν, οἱ ἀτμοὶ ὑγροποιοῦνται πάλι περνῶντας μέσα ἀπὸ τὸν συμπυκνωτὴ, ὁ ὁποῖος ὁμως ψύχεται ἀπὸ τὸ παγωμένο ὕδωρ πὺ ἀντλεῖται ἀπὸ μεγάλο βάθος (**800~1000m**). Τὸ ὑγρὸ περνᾷ πάλι ἀπὸ τὸν ἐξατμιστὴ και κλείνει ὁ κύκλος. Ἡ ἐνέργεια πὺν χρησιμοποιεῖται γιὰ νὰ τροφοδοτήσῃ τοὺς κυκλοφορητὲς και ἄλλα ἐσωτερικὰ συστήματα εἶναι πολὺ μικρὴ σὲ ποσοστὸ ἀπ' αὐτὴν πὺν παράγεται ἐν συνόλῳ.



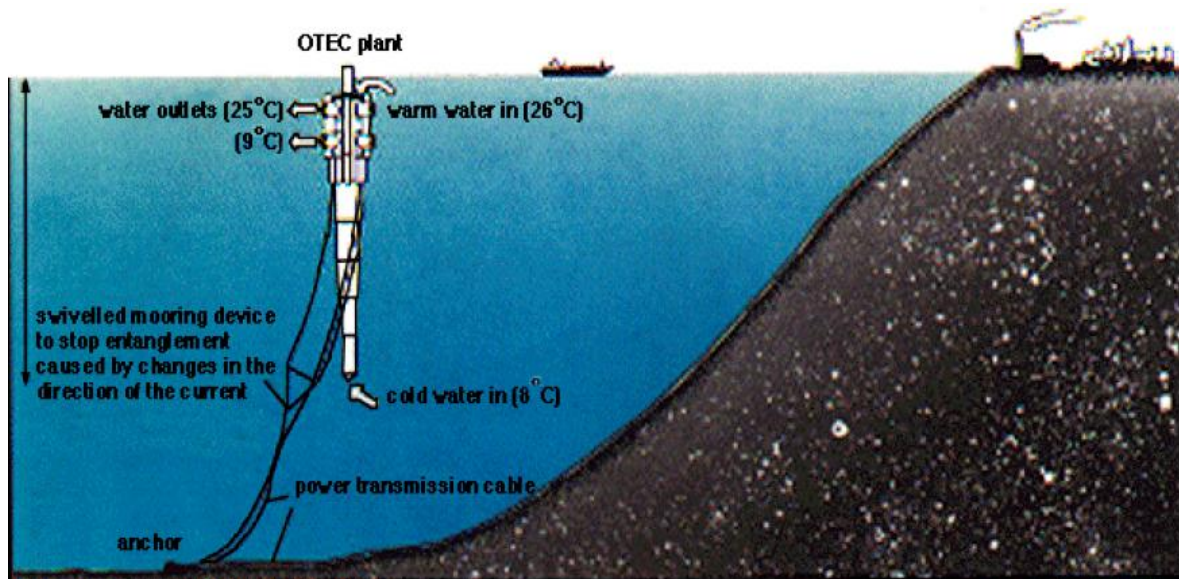


Πάνω: Αναλυτικό σχεδιάγραμμα λειτουργίας OTEC ανοικτού κύκλου.

#### 2.14.5. - Έπιθαλάσσιοι και επίγειοι σταθμοί

Ένας σταθμός παραγωγής ενέργειας στην στεριά αποτελείται από ένα κτήριο, που θα περιέχει τους εναλλάκτες, τις τουρμπίνες, τις γεννήτριες και τους ελέγχους. Το θερμό ύδωρ συλλέγεται από την επιφάνεια της θάλασσας μέσω ανοιγμάτων. Το ίδιο και το ψυχρό ύδωρ από τον βυθό.

Ένας πλεύμενος σταθμός λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο, με την κύρια διαφορά ότι επιπλέει και η παραγόμενη ενέργεια μεταφέρεται στην στεριά με ειδικά καλώδια.



Πάνω: Σχεδιάγραμμα εγκαταστάσεων επί θαλάσσης και επί γής.  
 Τέτοιες διατάξεις μπορούν να παράγουν ισχύ **160MW**.

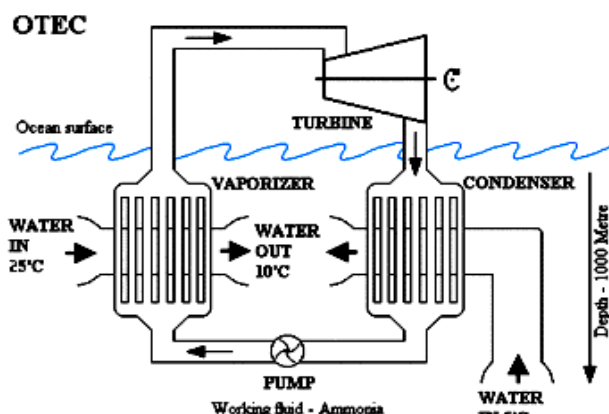
**2.14.6. - Οί διαφορές των**

Ένα πρόβλημα που χρήζει αναφοράς, είναι το μήκος του σωλήνος του ψυχρού ύδατος, το οποίο αποτελεί το μεγαλύτερο τμήμα των σταθμών. Αλλά σε μία εγκατάσταση στην στεριά ο σωλήν πρέπει να είναι πολύ μεγαλύτερος από μία επιπλέονσα εγκατάσταση (**1000m** καθέτως), διότι πρέπει να διανύσει περισσότερη απόσταση. Οί λόφοι σπανίως έχουν κλίση άνω των **15°**, που σημαίνει ότι ή απόσταση για ένα χιλιόμετρο θα είναι  $1000/ήμ 15° = 3864m$ . Μεγάλο μήκος. Γι' αυτό και τὰ έργαστάσια αυτά κοστίζουν **3 φορές πιό ακριβᾶ** ανά μονάδα ενέργειας σε σχέση με τὰ θαλάσσια.

Πλεονέκτημα απεναντίας αποτελεί ή πανεύκολη μεταφορά τής ισχύος στο δίκτυο ενέργειας, ενώ ή συντήρησις κοστίζει αρκετᾶ λιγότερα.

**2.14.7. - OTEC κλειστού κύκλου (Closed-cycle OTEC)**

Διαχωρίζουμε τὸ Otec σε δύο τύπους, τὸν ἀνοιχτὸ καὶ κλειστὸ τύπο.

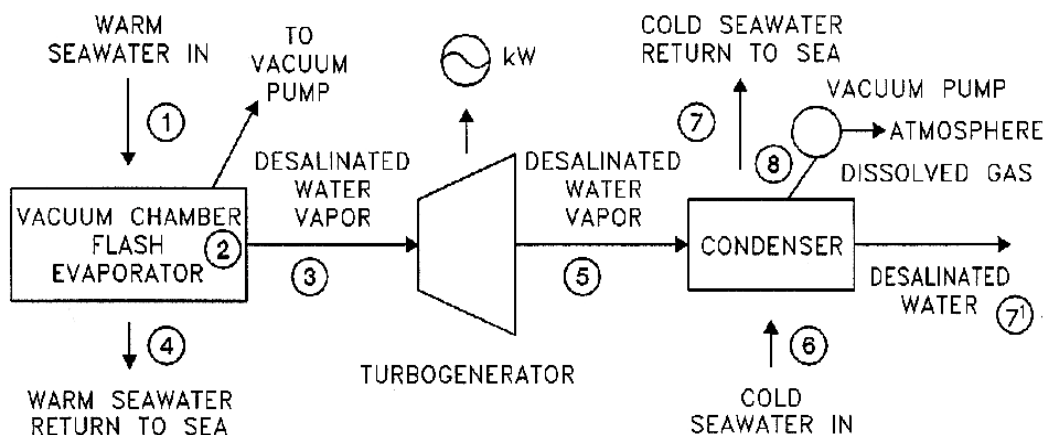


Στὸν κλειστὸ κύκλο, ὡς ἐργαζόμενο μέσο χρησιμοποιεῖται ἓνα ὑγρὸ μὲ χαμηλὸ σημειὸ βρασμοῦ, ὅπως ἡ ἀμμωνία (ξηρή). Τὸ θερμὸ ὕδωρ ἐξατμίζει τὴν ἀμμωνία καὶ οἱ ἀτμοὶ κινοῦν μία τουρμπίνα, ὅπως περιγράψαμε. Τὸ ψυχρὸ ὕδωρ ψύχει τὸν συμπυκνωτὴ ὁ ὁποῖος ὑγροποιεῖ τοὺς ἀτμούς τῆς ἀμμωνίας, κλείνοντας τὸν κύκλο.

Πάνω: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας **OTEC** κλειστοῦ τύπου.

#### 2.14.8. - **OTEC** ἀνοικτοῦ κύκλου (Open-cycle OTEC)

Στὸν ἀνοικτὸ κύκλο ἀπ' τὴν ἄλλη, τὸ θαλασσινὸ ὕδωρ εἶναι τὸ ἐργαζόμενο μέσον. Τὸ θερμὸ ὕδωρ τῆς ἐπιφάνειας ἀντλεῖται σὲ ἓναν ἐξατμιστὴ (ποῦ ἡ πίεσις φτάνει πολὺ χαμηλὰ, ἀκριβῶς **0,03bar**) ποῦ ἀτμοποιοῦν τὸ ὕδωρ σὲ θερμοκρασία **22°C**. Οἱ ἀτμοὶ περιστρέφουν ἓναν στρόβιλο χαμηλῆς πίεσεως ποῦ συνδέεται μὲ μία γεννήτρια καὶ παράγει ἠλεκτρικὸ ρεύμα. Ὑπάρχει καὶ ἓνα δεύτερο παράγωγο τοῦ ἀνοικτοῦ κύκλου **OTEC**. Ἀφοῦ δὲν κλείνει ὁ κύκλος, οἱ ἀτμοὶ τοῦ ὕδατος συμπυκνώνονται (πάλι ἀπὸ τὸ παγωμένο ὕδωρ τοῦ βυθοῦ) καὶ δημιουργεῖται καθαρὸ, ἀφαιλατωμένο ὕδωρ.



Πάνω: Διάγραμμα ροῆς **OTEC** ἀνοικτοῦ κύκλου, μὲ τὴν δεῖξη τῆς παραγωγῆς ἀφαιλατωμένου ὕδατος ἀπὸ τὴν ψύξη τῶν ἀτμῶν.

#### 2.14.9. - Παραπλήσια ὄφελῃ τοῦ **OTEC**

- Ἡ ἀπομάκρυνσις τοῦ ἄλατος καὶ ἡ παραγωγή φρέσκου ὕδατος εἶναι πολὺ σημαντικὸ πλεονέκτημα γιὰ πολλὰς περιοχὰς καὶ νήσους ποῦ ἡ πρόσβασις σὲ ὑδάτινους πόρους εἶναι περιορισμένη ἢ καὶ ἀδύνατη.
- Αὐτὸ φυσικῶς μπορεῖ νὰ σημαίνει ἀνάπτυξη γιὰ τὴν ἀγροκαλλιέργεια τὶς τοπικὰς ἀγορὰς. Οἱ δυνατότητες τοῦ **OTEC** μποροῦν νὰ καλύψουν τέτοιες

ανάγκες: Από μία εγκατάσταση **100MW** θα παράγονται **33.000.000 κυβικά μέτρα ύδατος ετησίως**. Μία τέτοια ροή συγκρίνεται με έναν μεσαίου μεγέθους ποταμό και μπορεί να καλύψει μία ολόκληρη αστική περιοχή.

- Το παγωμένο ύδωρ του βυθού, επειδή είναι μόνο μερικώς βαθμών Κελσίου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ψυκτικό σύστημα κλιματισμού σε μεγάλα κτήρια, περικόπτοντας δραματικά τις καταναλώσεις σε ηλεκτρικό ρεύμα.
- Τέλος, μία επιπλέον διεργασία που μπορεί να φανεί χρήσιμη στο μέλλον, είναι η ηλεκτρόλυση του ύδατος και η παραγωγή υδρογόνου (αμμή).

### 2.15.10. - Περιβαλλοντικά όφελη

Αξίζει να αναφέρουμε επίσης, πώς όχι μόνον το **OTEC** εκλύει ελάχιστες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακος, αλλά έχει την μονακριβή δυνατότητα μειώσεώς του! Πώς ακριβώς;

Ο σωλήν του βυθού άντλει συνέχεια παγωμένο ύδωρ. Το θέμα είναι πώς, το ύδωρ σε τέτοια βάθη είναι πολύ πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά και μεταλλικά στοιχεία από οργανική ύλη και βροχές που πέφτουν από την επιφάνεια. Ως συνέπεια όλα αυτά ανέρχονται στην επιφάνεια. Αυτό το νέο εμπλουτισμένο ύδωρ είναι η βάση για την ανάπτυξη φωτοσυνθετικού πλαγκτόν. Οί οργανισμοί τούτοι δεσμεύουν το **CO<sub>2</sub>** και το κρατούν στο σώμα τους. Όταν κλείσουν την τροφική αλυσίδα, το επιβαβές άεριο θα έχει καταλήξει στον βυθό των ωκεανών.

Το μέγεθος αυτού του κύκλου δεν είναι μικρό: Κάθε εγκατάσταση των **100MW** θα αποδεσμεύει μέσω αυτού του φαινομένου το ισοδύναμο άνθρακος που θα παρήγαγε ένα εργοστάσιο ορυκτών καυσίμων ίδιας ισχύος.



Ουδεμία άλλη (ωκεάνια ή μη) τεχνολογία δύναται να πράξει κάτι παρόμοιο.

### 2.15.11 - Άγορες για το OTEC

Υπάρχουν αγορές σε 4 σημεία του πλανήτη. Η πρώτη αγορά βρίσκεται στον Βόρειο Ειρηνικό, ή δεύτερη βρίσκεται σε Αμερικανικές περιοχές όπως το **Guam** και η **Samoa**, όπου τα **10MW** θεωρούνται αποδοτικά. Μία τρίτη αποτελεί μόνη της ή Χαβάι, που μπορεί να σηκώσει εργοστάσια άνω των **50MW**. Μία τέταρτη αγορά

είναι πλωτά εργοστάσια ισχύος **40MW** και άνω, σε περιοχές του **Puerto Rico**, Κόλπος του Μεξικού, στον Ατλαντικό και στον Ινδικό ωκεανό.

Για μικρές εγκαταστάσεις ερευνώνται αγορές στην Καραϊβική, Αφρική, Ασία και νήσους του Ειρηνικού, οι οποίοι θεωρούνται ή έναρκτηρία αγορά για **OTEC** άνοικτου κύκλου.

### 2.15.12 - Το Κόστος

Για μία επίγεια εγκατάσταση **10MW** κάποιος επενδυτής πρέπει να αποχωρησθεί **\$40.000.000!** Όμως, τα κέρδη που παράγει αγγίζουν τα **\$10.000.000** ετησίως, που σημαίνει πλήρη επιστροφή εντός τετραετίας. Για ένα μεγαθήριο **100MW** το κόστος ανέρχεται στα **\$215.000.000**, αλλά τα κέρδη εδώ είναι **\$100.000.000** ανά έτος, από πωλήσεις ενέργειας και φρέσκου ύδατος. Το καθαρό κέρδος έρχεται πάνω στην πενταετία ή λιγότερο.

### 2.15.13. - Πλεονεκτήματα του OTEC.

- Το **OTEC** είναι μία καθαρή, φυσική, ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Το θερμό ύδωρ δε θα σταματήσει ποτέ να θερμαίνεται από τον Ήλιο.
- Δυνατότητα επίλογης επίγειας ή πλωτής εγκαταστάσεως
- Η ελάχιστη έκλυσις αερίων θερμοκηπίου και λοιπών βλαβερών ρυπογόνων χημικών. Αν δέ, επανασχεδιαστεί με σύγχρονες προδιαγραφές, ή έκλυσις αυτή θα μειωθεί στο ελάχιστο.
- Η παραγωγή του φρέσκου ύδατος παράλληλα με την ηλεκτρική ισχύ αποτελεί τεράστιο έλκυστικό προσόν .
- Βοηθά στην οικονομική ανάπτυξη περιοχών, αφού το φρέσκο ύδωρ προωθεί αγροτικές δραστηριότητες και ιχθυοκαλλιέργειες.
- Θεωρητικώς άπειρο δυναμικό.
- Δυνατότητα κλιματισμού για κτήρια.
- Η απεξάρτησις από την μόλυση και την οικονομοπεριβαλλοντική επιβάρυνση.

### 2.15.14. - Μειονεκτήματα του OTEC.

- Στο παρόν έμβρυακό στάδιο που βρίσκεται, το κόστος της Κιλοβατώρας είναι κατά πολύ αυξημένο σε σχέση με την ενέργεια που παρόν παράγεται από εργοστάσια που χρησιμοποιούν όρυκτα καύσιμα.



- Ἡ θέση τους εἶναι καθορισμένη, καὶ δὲν μποροῦν νὰ φανοῦν χρήσιμα σὲ ὁποιοδήποτε μέρος τοῦ πλανῆτου. Πρέπει νὰ ὑπάρχει μία διαφορά ὅπως εἴπαμε, **20~22°C**.
- Οὐδεμία ἐταιρία θέλει νὰ ρίξει τὰ χρήματά της σὲ ἕναν τομέα πὺ εἶναι ὑπανάπτυκτος, τόσο σὲ σχέδιο ὅσο καὶ σὲ τελικὴ προώθηση. Ἔχει δοκιμασθεῖ μέχρι σήμερα μόνο σὲ πολὺ μικρῆς κλίμακος ἐγκαταστάσεις. Θυμίζουμε ὅτι ἡ Κυματικὴ ἐνέργεια ἔχει **ἤδη** περάσει τὸ δοκιμαστικὸ στάδιον καὶ στὸ ἐγγὺς μέλλον βγαίνει καὶ στὴν ἀγορά.
- Ἡ περιβαλλοντικὴ ἐπίπτωσης. Ἡ κατασκευὴ τῶν ἐργοστασίων ἐνδέχεται νὰ ἐπιφέρει ζημιὰς σὲ οἰκοσυστήματα καὶ κοραλλιογενεῖς ὑφάλους.

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

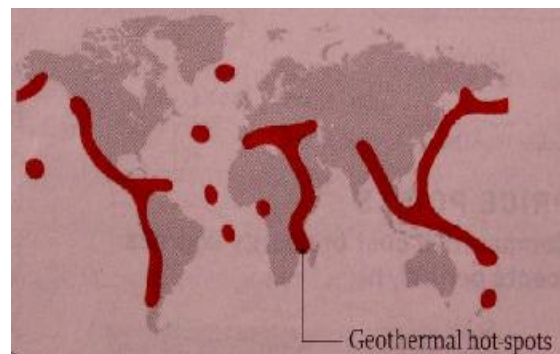
Ἡ κυματικὴ ἐνέργεια στὴν Ἑλλάδα

Ἡ Ἑλλάς διαθέτει μία πολὺ μεγάλη ἀκτογραμμὴ, συνολικοῦ μήκους **16.000Km**. Τὸ ὑψηλὸ αἰολικὸ δυναμικὸ στὸ Αἰγαίو Πέλαγος συνεπάγεται ἔντονη κυματικὴ δραστηριότητα, μὲ τὴν ἰσχὺ νὰ φτάνει τὰ **4KW/m** μετώπου κύματος. Μάλιστα ἐντοπίζονται καὶ περιοχὲς ποὺ ἐστιάζουν τὴν κυματικὴ ἐνέργεια, λόγω φαινομένων ἀνακλάσεως καὶ περιθλάσεων τῶν κυμάτων. Μπορεῖ τὸ δυναμικὸ νὰ μὴν εἶναι τὸ πιὸ ἀξιοθαύμαστο πάνω στὴν Γῆ, εἶναι ὅμως **ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΙΜΟ**. Ἀφήνει κέρδη. Αὐτὸ δὲν ἔχουμε ἀνάγκη;

### Προοπτικὴ - Τί μέλλει γενέσθαι

Ἔχω τὴν πεποίθηση πὼς ἡ Ἑλλάς εἶναι ἐνεργειακῶς αὐτόνομη. Τὰ στοιχεῖα εἶναι ἀδιάσειστα: Στὸ ἔτος, διαθέτουμε ἰσχυρότατη ἡλιοφάνεια τὶς (συντριπτικῶ) περισσότερες ἡμέρες ἐν συγκρίσει μὲ ἄλλες χῶρες (οἱ ὁποῖες ἔχουν ἐπενδύσει τὸν πῖσινὸ τους σὲ ἡλιακὲς τεχνολογίες), τὸ αἰολικὸ δυναμικὸ μπορεῖ νὰ καλύψει ὑπερδιπλασίως τὶς ἀνάγκες μας καὶ οὐδὲν περεταίρω σχόλιον. Δηλαδή, τί ἀκριβῶς καταλάβουμε ποὺ πράττουμε ἀκριβῶς ἀντίθετα ἀπὸ αὐτὰ ποὺ ὑπαγορεύη ἡ λογικὴ;

Προσέξτε παρακαλῶ τὴν δεξιὰ φωτογραφία. Τὶ δείχνει; Ὅτι εἴμαστε καὶ γεωθερμικῶς ἐνεργοί. Μάλιστα! Τὸ τελευταῖο ποῦ κρατῶ, σκεφτεῖτε ὅτι ἀπ' τὸ τεχνικῶς ἐκμεταλλεύσιμο κυματικὸ δυναμικὸ τῆς Μεσογείου, **τὸ ὑψηλότερο θεωρεῖται αὐτὸ τῆς Ἑλλάδος (5-9TW ἐτησίως)**! Οὐδὲν σχόλιον (δὶς).



### Συμπέρασμα

Ἡ ὠκεάνια ἐνέργεια εἶναι αὐτὸ ποὺ περιγράψαμε ὡς ἐδῶ: μία καθαρὴ μορφή ἐνέργειας, τεραστίου δυναμικοῦ, ἀνανεώσιμη, πρακτικὴ καὶ πλήρως ἐφαρμόσιμη σὲ πολλὰ σημεῖα πάνω στὸν πλανήτη. Καὶ ὅπως σὲ ὅλες τὶς Ἠπείες Μορφὲς Ἐνέργειας, ἡ προώθησίς τους παρέχει ὀφέλη γιὰ περιβαλλοντικούς, οικονομικούς καὶ κοινωνικούς τομεῖς.



Ἀπλῶς πρέπει νὰ δωθοῦν τὰ κίνητρα καὶ τὰ ἐφόδια γιὰ τὴν ἀνάπτυξή της. Πρέπει **ὀπωσδήποτε** νὰ ξαναδοῦμε τὸ θέμα μετὰ ἀπὸ ἓνα χρονικὸ διάστημα, ὅπου πιστεύω πὼς οἱ συνθήκες θὰ εἶναι περισσότερο εὐκρινεῖς καὶ οἱ τεχνολογίες περισσότερο βελτιωμένες.



**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ****Ίστιοσελίδες**

<http://www.nytimes.com/2007/04/15/magazine/15green.t.html?ex=1334289600&en=77253fdf8f321a95&ei=5088&partner=rssnyt&emc=rss>

<http://www.greentechmedia.com/articles/read/al-gore-sets-energy-goal-1142/>

<http://www.financialstandard.com.au/news/view/23561/>

[http://www.sustainlane.us/articles/city\\_renewable\\_energy.jsp](http://www.sustainlane.us/articles/city_renewable_energy.jsp)

Culture of Ecology: reconciling economics and environment. Robert E Babe. University of Toronto Press, 2006.

Renewable Energy. Bent Sorensen. Elsevier, 2004

<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2009/05/global-concentrated-solar-power-industry-to-reach-25-gw-by-2020?cmpid=WNL-Friday-May8-2009>

[http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/scotland/6377423.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/scotland/6377423.stm)

<http://www.islandsonline.org/res.htm>

<http://www.greenpeace.org/greece/>

[http://climate.wwf.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=29&Itemid=93](http://climate.wwf.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=29&Itemid=93)

<http://deb8.gr/oikologoi/?p=21>

[http://www.kathimerini.gr/4dcgi/w\\_articles\\_kathcommon\\_1\\_09/07/2005\\_1284283](http://www.kathimerini.gr/4dcgi/w_articles_kathcommon_1_09/07/2005_1284283)

[http://www.oikologio.gr/component?option,com\\_smf/Itemid,27/topic,286.msg1045/#msg1045](http://www.oikologio.gr/component?option,com_smf/Itemid,27/topic,286.msg1045/#msg1045)

[http://tonto.eia.doe.gov/kids/energy.cfm?page=renewable\\_home-basics](http://tonto.eia.doe.gov/kids/energy.cfm?page=renewable_home-basics)

[http://www.essortment.com/all/fossilfuelimpa\\_rhxu.htm](http://www.essortment.com/all/fossilfuelimpa_rhxu.htm)

[http://www.bydesign.com/fossilfuels/links/html/fossil\\_fuel/fossil\\_fuel\\_benefits.html](http://www.bydesign.com/fossilfuels/links/html/fossil_fuel/fossil_fuel_benefits.html)

<http://www.enviroliteracy.org/category.php/14.html>

<http://library.thinkquest.org/20331/physics/>

<http://www.alternativeenergysecret.com/alternative-energy-articles.html>

<http://www.discoveringfossils.co.uk/fossilfuels.htm>

<http://www.buzzle.com/articles/coal/>

<http://fossil-fuel.co.uk/>

<http://climateextremist.blogspot.com/>

<http://www.benefits-of-recycling.com/whatisrecycling.html>

[wiki.uiowa.edu/display/greenergy/Ocean+Power](http://wiki.uiowa.edu/display/greenergy/Ocean+Power)

<http://www.engineeringtoolbox.com/>

<http://www.marketresearch.com/product/display.asp?productid=1781768&xs=r>

<http://www.solarbuzz.com/DistributedGeneration.htm>

<http://www.energyquest.ca.gov/story/index.html>

<http://www.altenergystocks.com/>

[http://www.ucsusa.org/global\\_warming/](http://www.ucsusa.org/global_warming/)

<http://www.ren21.net/RenewablesPolicy/tabid/5023/Default.aspx>

<http://www.qualitynet.gr/Marathonios/display.asp?ITMID=62136>

<http://www.benefits-of-recycling.com/disadvantagesofalternativeenergy.html>

[http://www.essortment.com/all/fossilfuelimpa\\_rhxu.htm](http://www.essortment.com/all/fossilfuelimpa_rhxu.htm)

<http://library.thinkquest.org/20331/types/fossil/>

<http://library.thinkquest.org/20331/physics/>

<http://advantages-of-usingcoal.blogspot.com/>

[http://www.bydesign.com/fossilfuels/links/html/fossil\\_fuel/fossil\\_fuel\\_benefits.html](http://www.bydesign.com/fossilfuels/links/html/fossil_fuel/fossil_fuel_benefits.html)

<http://www.alternativeenergysecret.com/>

<http://www.discoveringfossils.co.uk/fossilfuels.htm>



<http://www.hellasres.gr/Greek/with-frames/my-index-01.htm>

<http://www.buzzle.com/articles/fossil-fuels-advantages-and-disadvantages.html>

<http://www.discoveringfossils.co.uk/fossilfuels.htm>

<http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter17.html>

[http://www.ucsusa.org/clean\\_energy/technology\\_and\\_impacts/impacts/the-costs-of-coal.html](http://www.ucsusa.org/clean_energy/technology_and_impacts/impacts/the-costs-of-coal.html)

[http://www.ucsusa.org/clean\\_energy/technology\\_and\\_impacts/impacts/public-benefits-of-renewable.html](http://www.ucsusa.org/clean_energy/technology_and_impacts/impacts/public-benefits-of-renewable.html)

[http://www.ucsusa.org/clean\\_energy/technology\\_and\\_impacts/impacts/environmental-benefits-of.html](http://www.ucsusa.org/clean_energy/technology_and_impacts/impacts/environmental-benefits-of.html)

<http://wiki.uiowa.edu/display/greenergy/Ocean+Power>

[http://www.ren21.net/pdf/RE2007\\_Global\\_Status\\_Report.pdf](http://www.ren21.net/pdf/RE2007_Global_Status_Report.pdf)

[http://www.ren21.net/pdf/RE\\_GSR\\_2009\\_update.pdf](http://www.ren21.net/pdf/RE_GSR_2009_update.pdf)

<http://www.econews.gr/2010/01/14/energy-certificate-air-conditioners/>

[http://www.oikologio.gr/component/option,com\\_smf/Itemid,27/topic,286.msg1045/#msg1045](http://www.oikologio.gr/component/option,com_smf/Itemid,27/topic,286.msg1045/#msg1045)

1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> Κεφαλαίου

<http://www.aquaenergygroup.com/>

<http://www.indiana.edu/~geol105/1425chap4.htm>

<http://www.darvill.clara.net/altenerg/tidal.htm>

<http://www.nasa.gov/home/index.html>

<http://www.businessgreen.com/category/energy/marine>

<http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter14.html>

[http://climate.wwf.gr/index.php?option=com\\_content&task=view&id=37&Itemid=113](http://climate.wwf.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=37&Itemid=113)

<http://www.eu-oea.com/index.asp?sid=74>

<http://www.eu-oea.com/index.asp?bid=425>

<http://electric-vehicles-cars-bikes.blogspot.com/2010/05/aquamarine-power-officially-releases.html>

<http://onesunpower.wordpress.com/2008/04/27/marine-tidal-wave-current-turbines-renewable-clean-electric-power/>

[http://articles.cnn.com/2010-02-24/tech/wave.power.buoys\\_1\\_wave-energy-renewable-wave-power?\\_s=PM:TECH](http://articles.cnn.com/2010-02-24/tech/wave.power.buoys_1_wave-energy-renewable-wave-power?_s=PM:TECH)

<http://www.oceanpowermagazine.net/2009/04/30/commercial-demonstration-wave-energy-project-announcedwashington-state/>

<http://www.waveswing.com/>

<http://www.aw-energy.com/> (Accessed 26 November 2008).

CETO, 2008. Major milestones

[http://www.ceto.com.au/news/milestones.php?milestone=milestones/Continued Successful\\_Development\\_of\\_the\\_CETO\\_Technology/article.php](http://www.ceto.com.au/news/milestones.php?milestone=milestones/Continued_Successful_Development_of_the_CETO_Technology/article.php) (Accessed 26 November 2008).

Energetech, 2005. Homepage <http://www.energetech.com.au/> (Accessed 27 February 2007).

Energyme.com. Webpage [http://www.energyme.com/energy/2005/en\\_05\\_0528.htm](http://www.energyme.com/energy/2005/en_05_0528.htm) (Accessed 26 November 2008).

Green Energy Works, 2006. Wave Power

<http://www.greenenergyworks.org.uk/wave.htm> (Accessed 26 November 2008).

<http://www.jamstec.go.jp/jamstec/MTD/Whale/> (Accessed 26 November 2008).

Oceanlinx, 2008. Homepage <http://www.oceanlinx.com/latest-news.asp> (Accessed 26 November 2008).

Ocean Power Delivery, 2005. Homepage <http://www.oceanpd.com/> (Accessed 26 November 2008).

Ocean Power Technologies, 2005. Homepage <http://www.oceanpowertechnologies.com/> (Accessed 26 November 2008).

Pelamis Wave Power Ltd, 2008. Homepage <http://www.pelamiswave.com/index.php> (Accessed 26 November 2008).

The UN Atlas of the Oceans, 2006. Homepage <http://www.oceansatlas.com> (Accessed 26 November 2008).

Wavegen, 2006. Islay [http://www.wavegen.co.uk/what we offer limpet islay.htm](http://www.wavegen.co.uk/what_we_offer_limpet_islay.htm) (Accessed 26 November 2008).

Wave Dragon, 2005. Website – principals  
<http://www.wavedragon.net/technology/principles.htm> (Accessed 26 November 2008).  
<http://nanopatentsandinnovations.blogspot.com/2010/08/generating-energy-from-ocean-waters-off.html>

[http://vouzer.blogspot.com/2009/06/blog-post\\_06.html](http://vouzer.blogspot.com/2009/06/blog-post_06.html)

<http://www.miller-mccune.com/science-environment/harnessing-the-power-of-the-oceans-3910/>

<http://www.oceanenergycouncil.com/index.php/About-the-OEC/History-of-the-OEC.html>

<http://www.oceanenergy.ie/markets/irish.html>

[http://www.wavegen.co.uk/what we offer limpet islay.htm](http://www.wavegen.co.uk/what_we_offer_limpet_islay.htm)

<http://www.gizmag.com/go/5562/picture/22992/>

[http://news.cnet.com/8301-11128\\_3-20014115-54.html](http://news.cnet.com/8301-11128_3-20014115-54.html)

<http://rainbowwarrior2005.wordpress.com/2010/03/17/marine-current-turbines-to-power-750000-homes/>

<http://cleantech.com/news/5819/marine-energy-todays-facts-and-tomo>

<http://www.mywindpowersystem.com/2009/09/ocean-wave-energy-alternative-energy-part-7/>

<http://ocsenergy.anl.gov/guide/wave/index.cfm>

<http://ocsenergy.anl.gov/guide/ocean/index.cfm>

<http://ocsenergy.anl.gov/guide/current/index.cfm>

[http://www.edinformatics.com/math\\_science/alternative\\_energy/ocean/](http://www.edinformatics.com/math_science/alternative_energy/ocean/)

[http://www.our-energy.com/hydropower\\_hydroelectric\\_power.html](http://www.our-energy.com/hydropower_hydroelectric_power.html)

[http://www.our-energy.com/ocean\\_energy.html](http://www.our-energy.com/ocean_energy.html)

<http://www.fugro.com/careers/msdoceanagraphicengineers.asp>

<http://www.racerocks.com/racerock/energy/tidalenergy/tidalenergy2.htm>

<http://www.renewableenergyworld.com/rea/home>

[http://peswiki.com/index.php/PowerPedia:Ocean\\_Wave\\_Energy](http://peswiki.com/index.php/PowerPedia:Ocean_Wave_Energy)

[http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/northern\\_ireland/7790494.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/northern_ireland/7790494.stm)

[http://www.energysavers.gov/renewable\\_energy/ocean/index.cfm/mytopic=50010?print](http://www.energysavers.gov/renewable_energy/ocean/index.cfm/mytopic=50010?print)

[http://www.energysavers.gov/renewable\\_energy/ocean/index.cfm/mytopic=50008?print](http://www.energysavers.gov/renewable_energy/ocean/index.cfm/mytopic=50008?print)

[http://www.energysavers.gov/renewable\\_energy/ocean/index.cfm/mytopic=50009?print](http://www.energysavers.gov/renewable_energy/ocean/index.cfm/mytopic=50009?print)

<http://www.oceanenergycouncil.com/index.php/Ocean-Currents/Ocean-Current-Energy-FAQ.html>

<http://www.oceanenergycouncil.com/index.php/Ocean-Currents/Where-will-ocean-current-energy-work.html>

<http://www.oceanenergycouncil.com/index.php/Ocean-Currents/What-is-the-impact-ocean-current-energy-has-on-the-environment.html>

<http://www.oceanenergycouncil.com/index.php/Ocean-Currents/What-is-the-cost-of-current-energy.html>

<http://www.oceanenergycouncil.com/index.php/Ocean-Currents/What-devices-are-used-in-current-energy-conversion.html>

<http://www.pikeresearch.com/newsroom/ocean-energy-could-reach-up-to-200-gigawatts-of-power-generation-capacity-by-2025>

<http://www.hydroworld.com/index.html>

<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2009/06/renewable-energy-world-conference-now-seeking-abstracts>

[http://www.geology.wisc.edu/~valley/zircons/cool\\_early/cool\\_early\\_home.html](http://www.geology.wisc.edu/~valley/zircons/cool_early/cool_early_home.html)  
<http://www.ingentaconnect.com/content/arizona/maps/2005/00000040/00000004/art00003;jsessionid=7ibpocfkoqqql.alice>

[http://solarsystem.nasa.gov/scitech/display.cfm?ST\\_ID=446](http://solarsystem.nasa.gov/scitech/display.cfm?ST_ID=446)

[http://green.yahoo.com/blog/ecogeek/1383/oyster-offshore-wave-generator-is-2-5x-better-than-predecessor.html;\\_ylt=AmsjYg2CygYchCW71NknnSqIV8cX](http://green.yahoo.com/blog/ecogeek/1383/oyster-offshore-wave-generator-is-2-5x-better-than-predecessor.html;_ylt=AmsjYg2CygYchCW71NknnSqIV8cX)

<http://www.oceanpowertechnologies.com/pb40es.htm>

<http://www.oceanpowertechnologies.com/pb150.htm>

<http://www.oceanpowertechnologies.com/pod.htm>

<http://www.oceanpowertechnologies.com/tech.htm>

<http://www.oceanpowertechnologies.com/spain.htm>

<http://www.oceanpowertechnologies.com/projects.htm>

<http://www.oceanpowertechnologies.com/>

[www.tidalfluxenergies.com/](http://www.tidalfluxenergies.com/)

<http://waltercunningham.ifunnyblog.com/advantagesanddisadvantagesoftidalenergy/>

<http://www.alternative-energy-news.info/technology/hydro/tidal-power/>

<http://www.marineturbines.com/3/news/>

<http://www.marineturbines.com/18/projects/19/seagen/>

<http://www.marineturbines.com/21/technology/>

[http://www.marineturbines.com/21/technology/24/technical\\_advantages/](http://www.marineturbines.com/21/technology/24/technical_advantages/)

<http://www.renewableenergyspot.com/tidal-wave-energy/>

"Wave Power". University of Strathclyde.

[http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web\\_sites/01-02/RE\\_info/wave%20power.htm](http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/01-02/RE_info/wave%20power.htm).

Retrieved 2008-11-02.

"Wave Energy Potential on the U.S. Outer Continental Shelf" (PDF). United States Department of the Interior.



[http://www.ocsenergy.anl.gov/documents/docs/OCS\\_EIS\\_WhitePaper\\_Wave.pdf](http://www.ocsenergy.anl.gov/documents/docs/OCS_EIS_WhitePaper_Wave.pdf)  
Retrieved 2008-10-17.

<http://www.scotland.gov.uk/Publications/2006/04/24110728/10>

[http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web\\_sites/01-02/RE\\_info/wave%20power.htm](http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/01-02/RE_info/wave%20power.htm)

[http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/scotland/6377423.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/scotland/6377423.stm)

[http://www.hawaiisenergyfuture.com/articles/Wave\\_Energy.html](http://www.hawaiisenergyfuture.com/articles/Wave_Energy.html)

[http://pasoenergy.com/water\\_energy/index.html](http://pasoenergy.com/water_energy/index.html)

[http://www.wavedragon.net/index2.php?option=com\\_content&task=view&id=6&Itemid=5&pop=1&page=0](http://www.wavedragon.net/index2.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=5&pop=1&page=0)

[http://www.wavedragon.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=6&Itemid=5](http://www.wavedragon.net/index.php?option=com_content&task=view&id=6&Itemid=5)

[http://www.wavedragon.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=5&Itemid=6](http://www.wavedragon.net/index.php?option=com_content&task=view&id=5&Itemid=6)

[http://www.wavedragon.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=8&Itemid=16](http://www.wavedragon.net/index.php?option=com_content&task=view&id=8&Itemid=16)

[http://www.wavedragon.net/index.php?option=com\\_content&task=view&id=4&Itemid=35](http://www.wavedragon.net/index.php?option=com_content&task=view&id=4&Itemid=35)

<http://www.solarpowernotes.com/renewable-energy/what-is-renewable-energies.html>

<http://www.solarpowernotes.com/renewable-energy/wave-power/wave-energy.html>

<http://science.howstuffworks.com/environmental/earth/oceanography/wave-energy.htm/printable>

<http://science.howstuffworks.com/environmental/earth/oceanography/ocean-current.htm>

<http://blog.islayinfo.com/article.php/wavegen-turbine-islay-officially-open>

<http://www.windwavesandsun.com/WaveResource.html>

<http://www.onr.navy.mil/focus/ocean/motion/currents1.htm>

<http://www.onr.navy.mil/focus/ocean/motion/waves1.htm>

[http://www.innovations-report.com/html/reports/earth\\_sciences/report-16918.html](http://www.innovations-report.com/html/reports/earth_sciences/report-16918.html)

<http://www.oceanor.no/products/software/wwa/index.htm>

<http://www.seafriends.org.nz/oceano/index.htm>

<http://www.seafriends.org.nz/oceano/oceans.htm>

<http://www.seafriends.org.nz/oceano/oceans2.htm>

<http://www.atlantisresourcescorporation.com/media/news/1-latest/114-giant-tidal-turbine-successfully-installed-on-the-seabed-at-the-emec-facility.html>

<http://www.nrel.gov/otec/benefits.html>

<http://www.nrel.gov/otec/markets.html>

[http://www.nrel.gov/otec/design\\_location.html](http://www.nrel.gov/otec/design_location.html)

<http://www.nrel.gov/otec/achievements.html>

<http://www.nrel.gov/otec/refrigeration.html>

<http://www.nrel.gov/otec/desalination.html>

<http://www.nrel.gov/otec/mariculture.html>

<http://www.nrel.gov/otec/electricity.html>

<http://www.makai.com/p-otec.htm>

[http://www.otecnews.org/archive/2010\\_02\\_01\\_dusty.html](http://www.otecnews.org/archive/2010_02_01_dusty.html)

<http://www.marinebuzz.com/2007/10/25/what-is-ocean-thermal-energy-conversion-otec/>

<http://www.oceanthermalenergyconversion.org/>

PDF: τίτλοι και έγχειρίδια

Ode Magazine - Copenhagen 2009

Τεύχη από την Τεχνική Επιθεώρηση

**Energy Resources: Fossil Fuels**

**Other Environmental Impacts of Fossil Fuels**

**International Energy Agency, Implementing Agreement on Ocean Energy Systems (IEA-OES), Annual Report 2007**

<http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/assumption/pdf/renewable.pdf>

<http://www.hubbartpeak.com/hubbart/1956/1956.pdf>

[renewables\\_el\\_en.pdf](#)

**THE COSTS OF SUPPLYING RENEWABLE ENERGY**

Η διάσκεψη της Κοπεγχάγης και το ενεργειακό σύστημα της Ελλάδας

Στοιχεία της ΔΕΗ για διάθεση πετρελαίου και ενέργειας ανά πληθυσμό.

Ενεργειακό ισοζύγιο έτους 2007 - Υπουργείο Αναπτύξεως

**Kammen-SciAm-Renewables-9-06.pdf**

**Balancing Cost and Risk: The Treatment of Renewable Energy in Western Utility Resource Plans**

Υστερεί η Ελλάδα στην Ανανεώσιμη Ενέργεια

**Balancing Cost and Risk: The Treatment of Renewable Energy in Western Utility Resource Plans**

**Future Marine Energy. Results of the Marine Energy Challenge: Cost competitiveness and growth of wave and tidal stream energy**  
*Carbon Trust, January 2006*

**WAVE (the conversion of the power of ocean waves to electricity)**

**TERNA ENERGY: Presentation Greece**

**Alternative Energy Cost Comparisons**

**The Economics of Wind Energy**

**TOTAL INSTALLED WIND POWER WORLDWIDE COULD QUADRUPLE**

**FROM 40 GW TO 160 GW BY 2012**

**The EU's Target for Renewable Energy: 20% by 2020 (Volume 1)**

**THE ANTI-DEVELOPMENTAL STATE : MARKET POLITICS AND THEIR IMPLICATIONS FOR CLIMATE CHANGE<sup>1</sup> (BARBARA HARRISS-WHITE)**

**Balancing Cost and Risk: The Treatment of Renewable Energy in Western Utility Resource Plans**

**The Rise of *Renewable* Energy - Solar cells, wind turbines and biofuels are poised to become major energy sources. (BY DANIEL M. KAMMEN)**

**How to meet the EU's 2020 renewables target**

**GREECE – Renewable Energy Fact Sheet**

**The Economics of Renewable Energy**

**Tidal Power and the SeaGen Tidal Stream Turbine:  
An Overview *by Martin Wright***

**HydroKinetic Energy “*Lay of the Land*”**

**ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ ΕΘΝΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ - Γ. Λεμονής**

**Hydrokinetic Technologies Technical and Environmental Issues Workshop:  
the Wave Dragon case**

**AquaBuOY in Portugal (*AquaEnergy Group Ltd.*)**

**Case Study – European OWC pilot plant Pico/Azores**

**Comparing the electrical transmission systems for Archimedes  
Wave Swing parks**

**Mathematical and Numerical Modeling of the AquaBuOY Wave  
Energy Converter**

**ECOINVESTOR: Plugging Into Oceans of Energy**

**Overview of U.S. Ocean Wave and Current Energy: Resource, Technology,  
Environmental and Business Issues and Barriers**

*Sep 11, 2007 - Roger Bedard*

**Ocean Power Technologies Achieves Major Milestones with PB150 PowerBuoy. *Friday, 12 June 2009***

**FLOATING ATTENUATOR WAVE ENERGY DEVICE**

**EMEC & MARINE RENEWABLES: EMEC portfolio expands to meet industry needs**

**ISLAY LIMPET WAVE POWER PLANT:**

***1 November 1998 to 30 April 2002***

**Making Waves on the Ocean Energy Patent Landscape  
(*Michael Messinger and Richard Almon*)**

**TIDAL ENERGY**

***A. M. Gorlov, Northeastern University, Boston Massachusetts, USA  
2001 Academic Press***

**Technology White Paper on Ocean Current Energy Potential on the U.S. Outer Continental Shelf - *May 2006***

**Technology White Paper on Ocean Wave Energy Potential on the U.S. Outer Continental Shelf - *May 2006***

**“Making Waves in Power” - PowerBuoy Deployments (Present and Future)  
*Paul Jordan, Business Development Director  
22nd May 2008***

**Linear model identification of the Archimedes Wave Swing  
*Pedro Beirao, Duarte Valerio.***

**RENEABLE ENERGY WORLD magazine  
*January-February 2009***

**THE “SEAFLOW” PROJECT: PIONEERING THE DEVELOPMENT OF TIDAL STREAM TURBINES  
*Peter Fraenkel - Technical Director  
25 November 2003***

**THE SEAGEN TURBINE - *Data sheet***



**The Construction of Oyster – A Nearshore Surging Wave Energy Converter***David Collier, Trevor Whittaker, Michael Crowley***The development of Oyster – A shallow water surging wave energy converter***Trevor Whittaker, David Collier, Matt Folley, Max Osterried, Alan Henry, Michael Crowley***A Brief Review of Wave Energy***UK Department of Trade and Industry**T.W. Thorpe***The EC Wave Dragon project****The first offshore wave energy converter in the world connected to the electricity network***by Dr. Hans Christian Soerensen***OCEAN ENERGY***US department of the interior mineral management service***Renewable Energy Technologies for Use on the Outer Continental Shelf****Energy for Keeps: Renewable Energy Source: OCEAN****OCEAN POWER***THE ENERGY REPORT • MAY 2008***Small Hydropower and Ocean Wave Energy Resources****Summary of PIER-Funded Wave Energy Research****DEVELOPING WAVE ENERGY IN COASTAL CALIFORNIA: POTENTIAL SOCIO-ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL EFFECTS****OceanWave Energy: Current Status and Future Perspectives***Joao Cruz***Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) :Electricity and Desalinated Water Production***Luis A. Vega, Ph.D.***Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)***L. A. Vega, Ph.D., Hawaii, USA***OTEC - Ocean Thermal Energy Conversion***By Maria Bechtel and Erik Netz*

**Όπτικοακουστικό υλικό:**

**BBC - Earth, Power of the Planet - Oceans**

**<http://www.youtube.com/watch?v=74IVv3ocUGY>**

**<http://www.youtube.com/watch?v=XIIM3k6QyQ>**

**<http://www.youtube.com/watch?v=OUYvkXZC4bQ>**

**<http://www.youtube.com/watch?v=r7-EPR8Ss6M>**

**<http://www.youtube.com/watch?v=kDfnloFMwH8>**

**[http://www.youtube.com/watch?v=mPj\\_44MBoWA](http://www.youtube.com/watch?v=mPj_44MBoWA)**

**<http://www.youtube.com/watch?v=A5AY71sFeUw>**

**<http://www.youtube.com/watch?v=7TSmYmV23W0>**

**<http://www.youtube.com/watch?v=mcTNkoyvLFs>**

**<http://www.youtube.com/watch?v=kcnLuviteJc>**