



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ**

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

**«ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΜΕ ΜΙΚΡΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ»**

ΚΑΡΑΜΠΕΛΑ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ 2013010014

ΜΠΕΡΜΠΑΤΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ 2013010143

ΣΕΛΗΝΙΩΤΑΚΗ ΕΙΡΗΝΗ 2013010086

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	3
Γεωθερμική ενέργεια	
Εισαγωγή.....	4
Γεωθερμικά συστήματα	5
Πλεονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας	10
Μειονεκτήματα γεωθερμικής ενέργειας.....	10
Ανασκόπηση γεωθερμικής εφαρμογής.....	10
Γεωθερμία στην Ελλάδα.....	11
Κυματική ενέργεια	
Εισαγωγή.....	12
Πλεονεκτήματα κυματικής ενέργειας	13
Μειονεκτήματα κυματικής ενέργειας	13
Τεχνολογίες μετατροπής της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων	13
Σύστημα κυματικής ενέργειας στο Ηράκλειο Κρήτης	16
Ενέργεια Πέδησης	
Εισαγωγή.....	17
Ιστορική Αναδρομή	18
Μέθοδοι μετατροπής ενέργειας σε RBS	18
Εφαρμογή	20
Πηγές.....	21

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι **ανανεώσιμες πηγές ενέργειας** ή ήπιες μορφές ενέργειας είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια.

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

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

Στη συνέχεια θα αναλυθούν η γεωρμική καθώς και η κυματική ενέργεια, ενώ θα γίνει αναφορά σε ορισμένες εναλλακτικές μορφές ενέργειας.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια. Η ενέργεια αυτή σχετίζεται με την ηφαιστειότητα και τις ειδικότερες γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της κάθε περιοχής. Είναι μια ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή, που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες. Οι γεωθερμικές περιοχές συχνά εντοπίζονται από τον ατμό που βγαίνει από σχισμές του φλοιού της γης ή από την παρουσία θερμών πηγών. Για να υφίσταται διαθέσιμο θερμό νερό ή ατμός σε μια περιοχή πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας αποθήκευσής του κοντά σε ένα θερμικό κέντρο. Στην περίπτωση αυτή, το νερό του ταμιευτήρα που συνήθως είναι βρόχινο νερό που έχει διεισδύσει στους βαθύτερους ορίζοντες της γης, θερμαίνεται και ανεβαίνει προς την επιφάνεια. Τα θερμικά αυτά ρευστά εμφανίζονται στην επιφάνεια είτε με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού είτε αντλούνται με γεώτρηση και αφού χρησιμοποιηθεί η θερμική τους ενέργεια, γίνεται επανέγχυση του ρευστού στο έδαφος με δεύτερη γεώτρηση. Έτσι ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρα και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος.

Η μετάδοση θερμότητας πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

- Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04 - 0,06 W/m²
- Με ρεύματα μεταφοράς, που περιορίζονται όμως στις ζώνες κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για την κάλυψη αναγκών του. Ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.

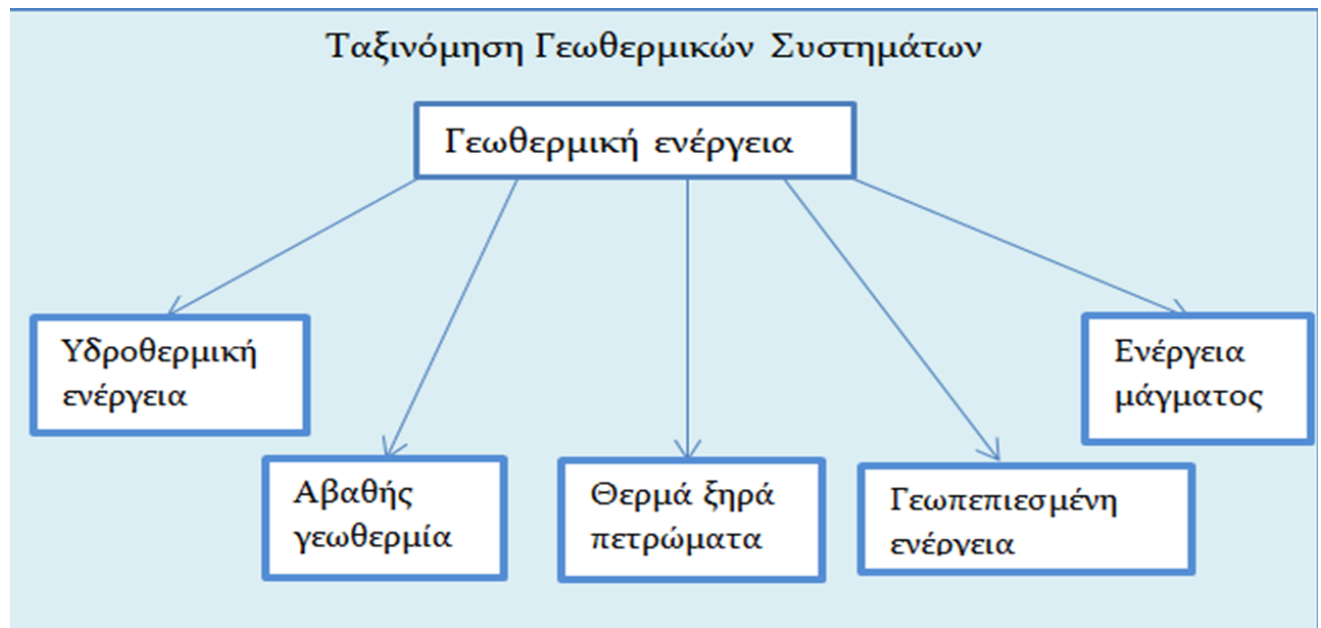
Η Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ισχύς τέτοιων εγκαταστάσεων το 1979 ήταν 1.916 MW με παραγόμενη ενέργεια 12×10⁶ kWh/yr.

Η Μέσης Ενθαλπίας (80 έως 150 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση ή και ξήρανση ξυλείας και αγροτικών προϊόντων καθώς και μερικές φορές και για την παραγωγή ηλεκτρισμού (π.χ. με κλειστό κύκλωμα φρέον που έχει χαμηλό σημείο ζέσεως).

Η Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C) που χρησιμοποιείται για θέρμανση χώρων, για θέρμανση θερμοκηπίων, για ιχθυοκαλλιέργειες, για παραγωγή γλυκού νερού.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

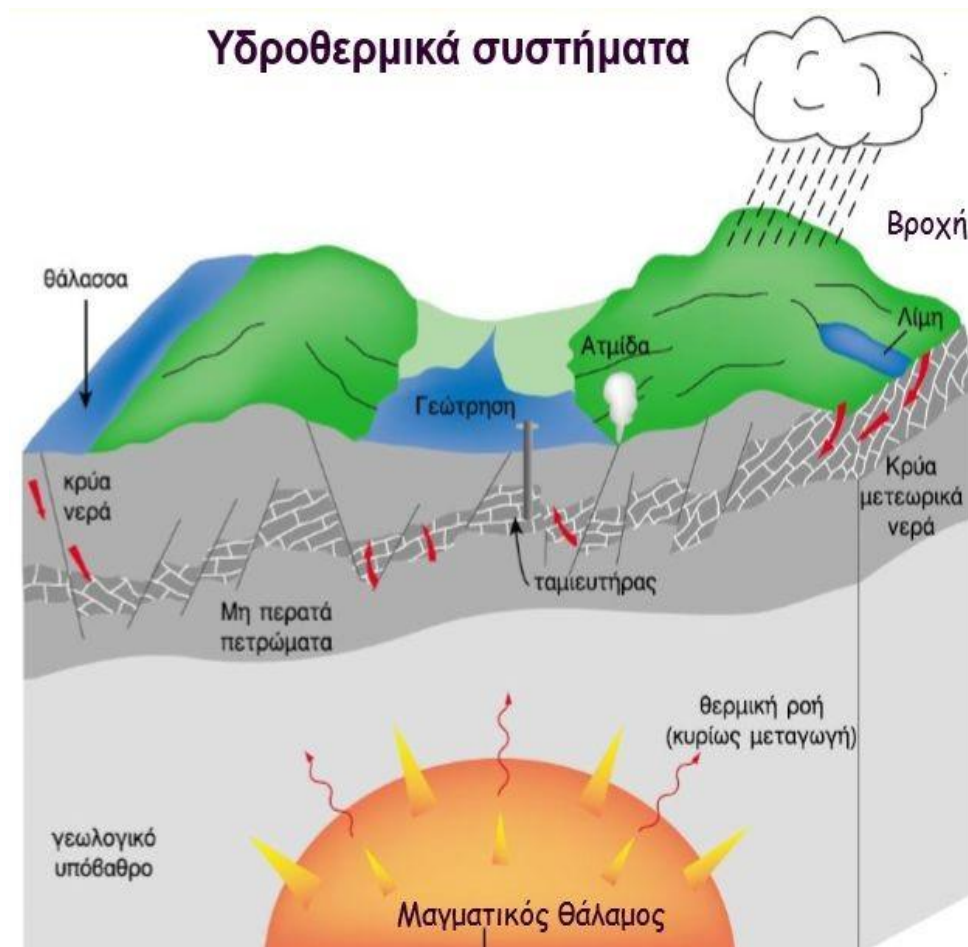
Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί μία φυσική πηγή ενέργειας με γήινη προέλευση, η οποία βρίσκεται σε ένα γεωλογικό χώρο που σχηματίζει στο σύνολό του ένα γεωθερμικό σύστημα.



Είδη γεωθερμικών συστημάτων ταξινομημένα με βάση τη συχνότητα χρήσης τους από αριστερά προς τα δεξιά.

Υδροθερμικά συστήματα: τα φυσικά υπόγεια θερμά ρευστά που βρίσκονται σε έναν ή περισσότερους ταμιευτήρες, θερμαίνονται από μία εστία θερμότητας και συχνά εμφανίζονται στην επιφάνεια της γης με τη μορφή θερμών εκδηλώσεων.

Διακρίνονται σε: συστήματα συναγωγής (convective systems) ή δυναμικά συστήματα
συστήματα αγωγής (conductive systems) ή στατικά συστήματα



Ένα γεωθερμικό πεδίο που παράγει ατμό και τα κύρια συστατικά του (από πάνω προς τα κάτω): η περιοχή επαναφόρτισης, το μη περατό κάλυμμα, ο ταμιευτήρας ρευστών και η πηγή ενέργειας.

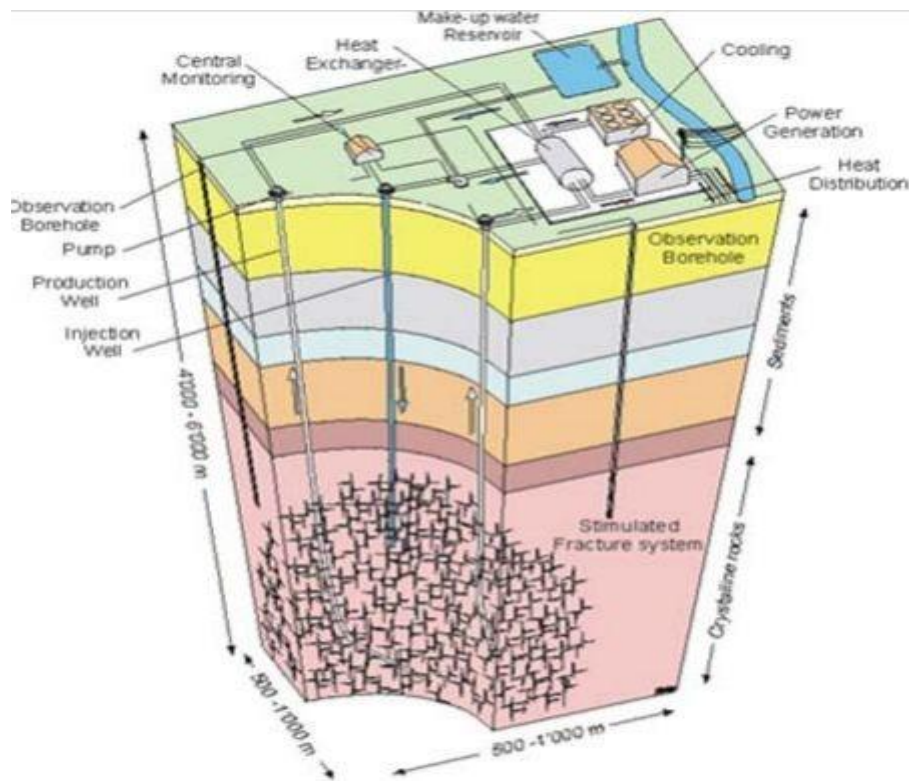
Η **αβαθής γεωθερμία** εκμεταλλεύομενη την σταθερή θερμοκρασία του εδάφους, παρέχει θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό με τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας. Η αβαθής γεωθερμία στην Ελλάδα βρίσκει εφαρμογή στη θέρμανση κτιρίων καθώς και θερμοκηπίων.





Θερμά-Ξηρά πετρώματα

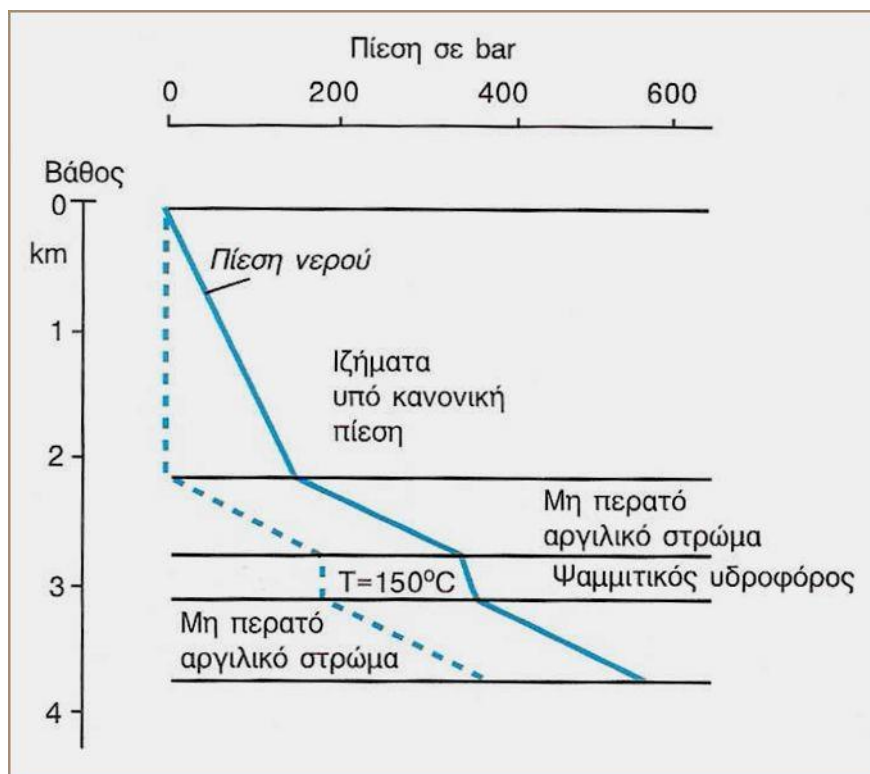
Μη πεπερατοί σχηματισμοί πετρωμάτων χωρίς φυσική κυκλοφορία ρευστών. Είναι τεχνητή κυκλοφορία νερών με σύστημα δύο τουλάχιστον γεωτρήσεων.



Concept of the Deep Heat Mining System

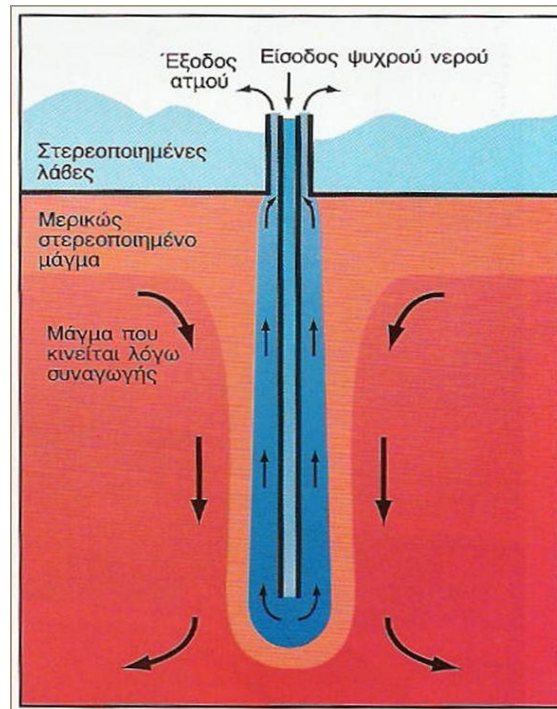
Γεωπεπιεσμένη ενέργεια

Έγκλειστα υδροφόρα στρώματα υπό μεγάλη πίεση, παρουσία υδρογονανθράκων (συστήματα αγωγής) .



Ενέργεια μάγματος

Κατασκευάζεται μία ειδική γεώτρηση μέχρι τη διείσδυση του μάγματος, μέσα στην οποία κυκλοφορεί ένα θερμαντικό μέσο.



Ένα γεωθερμικό σύστημα αποτελείται από:

Μία πηγή θερμότητας: μπορεί να είναι είτε μια μαγματική διείσδυση (με θερμοκρασίες 600-1200°C), η οποία έφθασε σε σχετικά μικρά βάθη (3-10 km), είτε η κανονική θερμική ροή της γης, που δημιουργεί όλο και θερμότερους σχηματισμούς όσο πηγαίνουμε στο βάθος

Έναν ταμειευτήρα (reservoir) : αποτελείται ουσιαστικά από ένα σύστημα θερμών διαπερατών πετρωμάτων, που επιτρέπουν την εύκολη κυκλοφορία ή τον εγκλωβισμό των κυκλοφορούντων ρευστών, τα οποία απάγουν θερμότητα.

Τα γεωθερμικά ρευστά: που είναι οι κύριοι φορείς της μεταφοράς της θερμότητας. Είναι μετεωρικής ή επιφανειακής προέλευσης (και σπάνια μαγματικής), σε υγρή ή αέρια φάση και συχνά περιέχουν σημαντικές ποσότητες διαλυμένων στερεών ουσιών και αερίων.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αρχικά παρέχεται **συνεχής και σταθερή ενέργεια** με **μικρό λειτουργικό κόστος**. Ακόμα, για την εκμετάλλευσή της χρησιμοποιείται **γνωστή και απλή τεχνολογία**. Ένα από τα κυριότερα πλεονεκτήματα της γεωθερμίας σε σχέση με κάποιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (όπως ηλιακή και αιολική ενέργεια) είναι το γεγονός ότι **δεν επηρεάζεται από καιρικές συνθήκες**. Τέλος, παρουσιάζει **πρόσθετα πλεονεκτήματα σε σχέση με αγροτικές δραστηριότητες** με σημαντική συμβολή στην **οικονομική και κοινωνική ανάπτυξη** της περιφέρειας.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το **αρχικό κόστος** ενός γεωθερμικού συστήματος είναι **υψηλότερο από αυτό των συμβατικών συστημάτων**, αλλά κάνει απόσβεση σε λίγα χρόνια. Ακόμα, η **εφαρμογή** ενός γεωθερμικού συστήματος είναι **δυνατή υπό προϋποθέσεις** κυρίως **λόγω τοποθεσίας**. Για παράδειγμα, για τα ανοιχτά γεωθερμικά συστήματα απαιτείται παροχή καθαρού νερού, συνήθως από γεώτρηση. Αυτό προϋποθέτει να έχουμε καταλληλο εδαφος για την πραγματοποίηση της εργασίας αυτής. Επιπλέον, στην περίπτωση των οριζόντιων αβαθών γεωθερμικών συστημάτων χρειάζεται μεγάλη έκταση εδάφους.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Η εφαρμογή της γεωθερμικής ενέργειας πραγματοποιείται από τα ρωμαϊκά χρόνια για τη θέρμανση λουτρών σε διάφορες περιοχές της γης (π.χ. Bath της Αγγλίας, Πέργη Μικράς Ασίας).

Η πρώτη βιομηχανική εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας έγινε στο Λαρνταρέλλο (Lardarello) της Ιταλίας, όπου από τα μέσα του 18ου αιώνα χρησιμοποιήθηκε ο φυσικός ατμός για να εξατμίσει τα νερά που περιείχαν βορικό οξύ αλλά και να θερμάνει διάφορα κτήρια. Το 1904 έγινε στο ίδιο μέρος η πρώτη παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος από τη γεωθερμία (σήμερα παράγονται εκεί 2,5 δισ. kWh/έτος). Σπουδαία είναι η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας από την Ισλανδία, όπου καλύπτεται πολύ μεγάλο μέρος των αναγκών της χώρας σε ηλεκτρική ενέργεια και θέρμανση.

Ο σταθμός ηλεκτροπαραγωγής Wairakei είναι γεωθερμικός σταθμός ηλεκτροπαραγωγής κοντά στο γεωθερμικό πεδίο Wairakei της Νέας Ζηλανδίας. Ο σταθμός παραγωγής ενέργειας κατασκευάστηκε το 1958, ο πρώτος του τύπου (υγρός ατμός) στον κόσμο και σήμερα ανήκει και λειτουργεί από την Contact Energy. Μια μονάδα παραγωγής δυαδικού κύκλου κατασκευάστηκε το 2005 για να χρησιμοποιήσει ατμό χαμηλότερης θερμοκρασίας που είχε ήδη περάσει από το κύριο εργοστάσιο. [Με αυτόν τον τρόπο αυξήθηκε η συνολική χωρητικότητα του

σταθμού παραγωγής σε 181MW. Ο σταθμός παραγωγής ενέργειας Wairakei πρόκειται να καταργηθεί σταδιακά από το 2013 και να αντικατασταθεί από τον γεωθερμικό σταθμό Te Miti.

ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

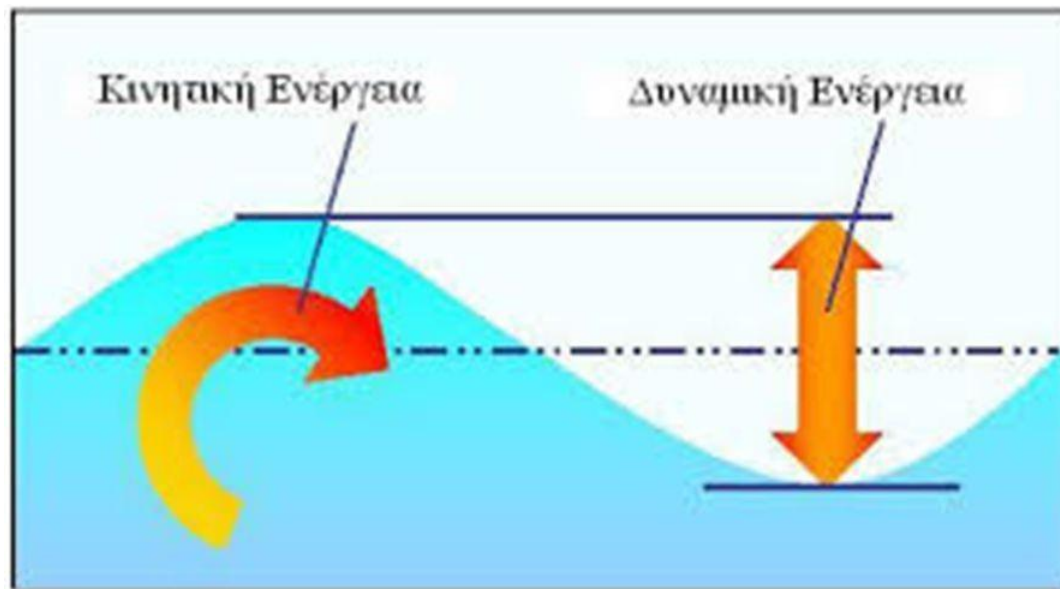
Λόγω κατάλληλων γεωλογικών συνθηκών, ο Ελλαδικός χώρος διαθέτει σημαντικές γεωθερμικές πηγές και των τριών κατηγοριών (υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας) σε οικονομικά βάθη (100-1500 μ). Σε μερικές περιπτώσεις τα βάθη των γεωθερμικών ταμιευτήρων είναι πολύ μικρά, κάνοντας ιδιαίτερα ελκυστική, από οικονομική άποψη, τη γεωθερμική εκμετάλλευση.

Στην Μήλο και Νίσυρο έχουν ανακαλυφθεί σπουδαία γεωθερμικά πεδία και έχουν γίνει γεωτρήσεις παραγωγής (5 και 2 αντίστοιχα). Οι γεωτρήσεις αυτές θα μπορούσαν να στηρίξουν μονάδες ηλεκτροπαραγωγής 20 και 5 MW, ενώ το πιθανό συνολικό δυναμικό υπολογίζεται να είναι την τάξης των 200 και 50 MW αντίστοιχα. Στην Βόρεια Ελλάδα η γεωθερμία προσφέρεται για θέρμανση, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες κ.λ.π. Στην λεκάνη του Στρυμόνα έχουν εντοπισθεί τα πολύ σημαντικά πεδία Θερμών-Νιγρίτας, Λιθότροπου-Ηράκλειας, Θερμοπηγής-Σιδηρόκαστρου και Αγγίστρου. Μεγάλα και μικρότερα γεωθερμικά θερμοκήπια λειτουργούν στην Νιγρίτα και το Σιδηρόκαστρο. Στην πεδινή περιοχή του Δέλτα Νέστου έχουν εντοπισθεί δύο πολύ σημαντικά γεωθερμικά πεδία, στο Ερατεινό Χρυσούπολης και στο Ν. Εράσμιο Μαγγάνων Ξάνθης. Νερά άριστης ποιότητας μέχρι 70 °C και σε πολύ οικονομικά βάθη παράγονται από γεωτρήσεις στις εύφορες αυτές πεδινές περιοχές. Στην Ν. Κεσσάνη και στο Πόρτο Λάγος Ξάνθης, σε μεγάλης έκτασης γεωθερμικά πεδία, παράγονται νερά θερμοκρασίας μέχρι 82 °C. Στην λεκάνη των λιμνών Βόλβης και Λαγκαδά έχουν εντοπισθεί τρία πολύ ρηχά πεδία με θερμοκρασίες μέχρι 56 °C. Στην Σαμοθράκη υπάρχουν ενθαρρυντικά στοιχεία καθώς γεωτρήσεις βάθους μέχρι 100 μ. συνάντησαν νερά της τάξης των 100° C.

ΚΥΜΑΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μέση κυματική ενέργεια είναι το άθροισμα της δυναμικής ενέργειας των μορίων του νερού που οφείλεται στην κατακόρυφη ταλάντωσή τους και της κινητικής ενέργειας που οφείλεται στην περιστροφική κίνηση των μορίων του νερού.



Η συνολική ενέργεια των κυμάτων υπολογίζεται από την σχέση:

$$ΕΔ + ΕΚ = 1/4 \rho g(A/2) + 1/4 \rho g(A/2) = 1/8 \rho g(H/2) [J/m^2]$$

όπου: ρ : η πυκνότητα του νερού

g : η επιτάχυνση της βαρύτητας

H : το ύψος του κύματος

A : το πλάτος του κύματος

Κάθε κύμα έχει τέσσερα κύρια χαρακτηριστικά:

- Το ύψος H , που είναι η κατακόρυφη απόσταση από την κορυφή ως το βαθύτερο σημείο κοιλιάς.
- Το μήκος κύματος λ , που είναι η οριζόντια απόσταση μεταξύ των κορυφών δύο διαδοχικών κυμάτων.

- Την ταχύτητα C , η οποία χωρίζεται σε ταχύτητα ομάδας και σε ταχύτητα φάσης.
- Την πυκνότητα του νερού ρ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η εκμετάλλευση της ενέργειας των κυμάτων συγκεντρώνει πολλά πλεονεκτήματα. Είναι όπως όλες οι ανανεώσιμες πηγές **ανεξάντλητη**, προσφέρει **ανεξαρτησία από εισαγωγές καυσίμων** και συμβάλλει στην **δημιουργία θέσεων εργασίας**. Η εκμετάλλευση της προκαλεί **μηδαμινή μόλυνση** του περιβάλλοντος. Μάλιστα, σύμφωνα με μελέτες για κάθε MWh ηλεκτρικού ρεύματος που παράγεται από μετατροπή της κυματικής ενέργειας **εξοικονομούνται κατά μέσο όρο 136 μεγατόνοι CO₂**. Οι επιπτώσεις από την εγκατάσταση κατασκευών εκμετάλλευσης της κυματικής ενέργειας στην **χλωρίδα και την πανίδα θεωρούνται ήπιες**, ενώ **μικρές** θεωρούνται η **οπτική και ακουστική ενόχληση**. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα όμως της κυματικής ενέργειας είναι η **υψηλή ενεργειακή πυκνότητα** που παρουσιάζει η οποία είναι η υψηλότερη μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών. Αναλυτικότερα, στην επιφάνεια της θάλασσας η πυκνότητα της κυματικής ενέργειας είναι 5 φορές μεγαλύτερη από την αιολική ενέργεια που εμφανίζεται 20 μετρά υψηλότερα και 20-30 φορές μεγαλύτερη από την ηλιακή ενέργεια στην ίδια περιοχή. Η τόσο μεγάλη διαφορά οφείλεται στο ότι η κυματική ενέργεια μεταφέρεται από το νερό η πυκνότητα του οποίου είναι 800 φορές μεγαλύτερη από την πυκνότητα του αέρα.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα που παρουσιάζει η εκμετάλλευση της κυματικής ενέργειας εντοπίζονται και ορισμένα προβλήματα. Αρχικά, η παραγωγή ενέργειας **εξαρτάται από τη δύναμη των κυμάτων**, γι' αυτό απαιτείται **προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης και λειτουργίας** της μονάδας. Επιπροσθέτως, θα πρέπει να δοθεί **ιδιαίτερη σημασία στον τρόπο κατασκευής των εγκαταστάσεων** έτσι ώστε να **αντέχουν στις δύσκολες καιρικές συνθήκες**. Ακόμα, πολλές από τις εγκαταστάσεις είναι **θορυβώδεις** ενώ το **κόστος μεταφοράς της παραγόμενης ενέργειας** στη στεριά είναι **πολύ υψηλό**.

Τεχνολογίες μετατροπής της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων

Όλοι οι μετατροπείς της ενέργειας των θαλάσσιων κυμάτων χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με την απόσταση της τοποθεσίας εγκατάστασης και λειτουργίας τους, από την ακτή. Αυτές οι κατηγορίες είναι:

A. Τεχνολογίες Ακτογραμμής(επάκτια): Οι τεχνολογίες ακτογραμμής είναι σταθερές ή ενσωματωμένες στην ακτογραμμή, κάτι το οποίο τους προσδίδει το πλεονέκτημα της εύκολης εγκατάστασης και συντήρησης. Επίσης οι τεχνολογίες ακτογραμμής δεν απαιτούν αγκυροβολήσεις σε μεγάλο βάθος υδάτων, ούτε υποθαλάσσια ηλεκτρικά καλώδια μεταφοράς. Ωστόσο, υπόκεινται σε ένα κυματικό καθεστώς σημαντικά μικρότερης ισχύος. Αυτό μπορεί να αντισταθμιστεί βέβαια από τη φυσική συγκέντρωση της κυματικής ενέργειας ('hot spots'). Επιπλέον, η εγκατάσταση τέτοιων διατάξεων μπορεί να περιοριστεί από τη γεωλογία της ακτογραμμής, το εύρος της παλίρροιας, τη διατήρηση του περιγράμματος της ακτής, κτλ. Οι πιο ανεπτυγμένες τεχνολογικά συσκευές ακτογραμμής είναι τύπου παλλόμενης στήλης ύδατος.



Επάκτιο Σύστημα στην Βραζιλία .

B. Παράκτιες Τεχνολογίες(επιπλέοντα): Οι παράκτιες τεχνολογίες εγκαθίστανται σε μέτριο βάθος υδάτων (περίπου 20 με 30 m), σε αποστάσεις μέχρι και περίπου 500 m από την ακτή. Έχουν σχεδόν τα ίδια πλεονεκτήματα με τις τεχνολογίες ακτογραμμής, ενώ παράλληλα υπόκειντο σε θαλάσσια κύματα υψηλότερου επιπέδου ισχύος.



Επιπλέον Σύστημα EMEC στη Σκωτία .

Γ. Υπεράκτιες Τεχνολογίες (Ανοιχτής Θαλάσσης)(υποβρύχια): Οι υπεράκτιες τεχνολογίες εκμεταλλεύονται τα πιο ισχυρά κυματικά κλίματα που συναντώνται σε μεγάλο βάθος υδάτων (μεγαλύτερο από 40 m). Ο σχεδιασμός των πιο πρόσφατων υπεράκτιων τεχνολογιών επικεντρώνεται κυρίως σε μικρές αρθρωτές συσκευές, που δίνουν συνολική παραγόμενη έξοδο μεγάλης ισχύος όταν παρατάσσονται σε μεγάλο αριθμό.



Υποβρύχιο Σύστημα στην Κορνουάλη

(WaveSub prototype from Welsh developers Marine Power Systems)

Όλα τα στοιχεία και οι πληροφορίες των τεχνολογιών που παρουσιάζονται , προέρχονται από τις ίδιες τις εταιρείες και τους φορείς που κατέχουν τα δικαιώματα εκμετάλλευσης τους. Συνεπώς η εγκυρότητα των τεχνολογικών, οικονομικών και αναπτυξιακών εκτιμήσεων και προοπτικών εξαρτάται από τους ίδιους τους κατασκευαστές.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΥΜΑΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Η εγκατάσταση ανήκει στη γερμανική εταιρεία SINNPOWER και υπάρχει συνεργασία με τον Οργανισμό Λιμένος Ηρακλείου, το Πολυτεχνείο Μονάχου, το Πανεπιστήμιο Αμβούργου, το Πολυτεχνείο Κρήτης, το ΤΕΙ Κρήτης και το Ινστιτούτο Τεχνολογίας & Έρευνας (ΙΤΕ) της Κρήτης. Στόχος της σημερινής εγκατάστασης είναι η δοκιμή της βελτιωμένη έκδοσης των κυματικών μετατροπέων έτσι ώστε να εγκατασταθούν άλλοι τρεις (πέντε στο σύνολο ως το 2020), δίπλα στους δύο υπάρχοντες.



Ενέργεια Πέδησης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα συστήματα αναζωογόνησης (RBS) είναι ένας τύπος συστήματος κινητικής ανάκτησης ενέργειας που μεταφέρει την κινητική ενέργεια ενός αντικειμένου σε κίνηση σε δυνητική ή αποθηκευμένη ενέργεια για να επιβραδύνει το όχημα και ως εκ τούτου αυξάνει την απόδοση καυσίμου. Αυτά τα συστήματα ονομάζονται επίσης συστήματα κινητικής ανάκτησης ενέργειας. Υπάρχουν πολλαπλές μέθοδοι μετατροπής ενέργειας σε RBSs, συμπεριλαμβανομένων των ελατηρίων, του σφονδύλου, των ηλεκτρομαγνητικών και των υδραυλικών. Πιο πρόσφατα, αναδύθηκε επίσης ένα υβριδικό RBS ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας. Κάθε τύπος RBS χρησιμοποιεί μια διαφορετική μέθοδο μετατροπής ενέργειας ή αποθήκευσης, παρέχοντας ποικίλη αποτελεσματικότητα και εφαρμογές για κάθε τύπο.

Τα RBS εγκαθίστανται κατά μήκος της μονάδας μετάδοσης κίνησης ή τοποθετούνται στους κινητήριους τροχούς ενός οχήματος, όπου εμποδίζουν την κίνηση των τροχών με τη χρήση μαγνητικών πεδίων ή μηχανικής ροπής. Αυτές οι μέθοδοι αναστολής κίνησης επιτρέπουν την παραγωγή ενέργειας υπό το φρενάρισμα, σε αντίθεση με τα φρένα τριβής που απλά σπαταλούν ενέργεια για να επιβραδύνουν το όχημα μετατρέποντας την κινητική ενέργεια σε θερμική ενέργεια. Λόγω της μέγιστης ταχύτητας φόρτισης των μηχανισμών αποθήκευσης ενέργειας, η δύναμη πέδησης από ένα RBS είναι περιορισμένη. Ως εκ τούτου, απαιτείται ένα παραδοσιακό σύστημα πέδησης τριβής για τη διατήρηση της ασφαλούς λειτουργίας ενός οχήματος όταν απαιτείται βαρύ φρενάρισμα. Το RBS μπορεί να βελτιώσει την κατανάλωση καυσίμου και να μειώσει το συνολικό φορτίο πέδησης που λαμβάνουν τα φρένα τριβής των οχημάτων, μειώνοντας τη φθορά των τακακιών των φρένων.

Τα RBS χρησιμοποιούνται σε σχεδόν όλα τα ηλεκτρικά οχήματα και τα υβριδικά ηλεκτρικά οχήματα. Επιπλέον, τα μέσα μαζικής μεταφοράς όπως τα λεωφορεία και τα αμαξοστάσια χρησιμοποιούν τα RBSs για να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του μεταφορικού στόλου και να εξοικονομήσουν χρήματα.

Ιστορική αναδρομή

Η ιδέα ενός φρένου που θα μπορούσε να πάρει την κινητική ενέργεια που απορροφά και να το μετατρέψει σε δυναμική ενέργεια για μεταγενέστερη χρήση ήταν γύρω από τα τέλη του 1800. Μερικές από τις πρώτες προσπάθειες αυτής της τεχνολογίας ήταν να εγκατασταθεί ελατήριο τύπου RBS σε ποδήλατα με εμπρόσθιο τροχό ή καμπίνες με άλογα.

Ο σιδηρόδρομος Baku-Tbilisi-Batumi άρχισε να εφαρμόζει την RBS στις αρχές της δεκαετίας του 1930. Αυτό είναι ένα παράδειγμα της πρώιμης χρήσης αυτής της τεχνολογίας στο σιδηροδρομικό σύστημα.

Στη δεκαετία του 1950, η ελβετική εταιρεία Oerlikon ανέπτυξε το gyrobus, το οποίο χρησιμοποίησε το σφόνδυλο ως μέθοδο αποθήκευσης ενέργειας. Τα αποτελέσματα της γυροσκοπικής κίνησης στο λεωφορείο σύντομα οδήγησαν στη διακοπή της.

Το 1967, η Αμερικανική Εταιρεία Αυτοκινήτων (AMC) δημιούργησε ένα φρένο αναγέννησης ηλεκτρικής ενέργειας για το concept electric car, το AMC Amitron. Η Toyota ήταν ο πρώτος κατασκευαστής αυτοκινήτων που εμπορευόταν την τεχνολογία RBS στα υβριδικά αυτοκίνητα σειράς Prius.

Από τότε, οι RBS έχουν εξελιχθεί ώστε να χρησιμοποιούνται σε όλα σχεδόν τα ηλεκτρικά και υβριδικά αυτοκίνητα, καθώς και σε ορισμένα οχήματα που κινούνται με αέριο.

Μέθοδοι μετατροπής ενέργειας σε RBS

Υπάρχουν πολλαπλές μέθοδοι μετατροπής ενέργειας σε RBS, συμπεριλαμβανομένων των ελατηρίων, του σφονδύλου, του ηλεκτρομαγνητικού και του υδραυλικού συστήματος. Πιο πρόσφατα, αναδύθηκε επίσης ένα υβριδικό RBS ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας. Κάθε τύπος RBS χρησιμοποιεί μια διαφορετική μέθοδο μετατροπής ενέργειας ή αποθήκευσης, παρέχοντας ποικίλη αποτελεσματικότητα και εφαρμογές για κάθε τύπο. Επί του παρόντος, ο συνηθέστερα χρησιμοποιούμενος τύπος είναι το ηλεκτρομαγνητικό σύστημα.

- **Ηλεκτρομαγνητικός:** Στο ηλεκτρομαγνητικό σύστημα, ο κινητήριος άξονας των οχημάτων συνδέεται με μια ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία χρησιμοποιεί μαγνητικά πεδία για να περιορίσει την περιστροφή του κινητήριου άξονα, επιβραδύνοντας το όχημα και παράγοντας ηλεκτρισμό. Στην περίπτωση ηλεκτρικών και υβριδικών οχημάτων, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια αποστέλλεται στις μπαταρίες, δίνοντάς τους μια επαναφόρτιση. Στα οχήματα που κινούνται με φυσικό αέριο, ο ηλεκτρισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να τροφοδοτήσει τα ηλεκτρονικά των αυτοκινήτων ή να αποσταλεί σε μια μπαταρία όπου αργότερα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει το όχημα μια επιπλέον ώθηση της εξουσίας. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται επί του παρόντος σε ορισμένα αγωνιστικά αυτοκίνητα του Le Mans Prototype.

- **Σφόνδυλος:** Στον σφόνδυλο RBS, το σύστημα συλλέγει την κινητική ενέργεια του οχήματος για να περιστρέψει έναν σφόνδυλο που συνδέεται με τον κινητήριο άξονα μέσω ενός κιβωτίου ταχυτήτων και κιβωτίου ταχυτήτων. Ο περιστρεφόμενος σφόνδυλος μπορεί στη συνέχεια να παράσχει ροπή στρέψης στον άξονα κίνησης, δίνοντας στο όχημα αυξημένη ισχύ.
- **Ηλεκτρομαγνητικός σφόνδυλος:** Το αναγεννητικό φρένο ηλεκτρομαγνητικών βαλβίδων είναι ένα υβριδικό μοντέλο ηλεκτρομαγνητικών RBSs και βολάν. Μοιράζεται τις βασικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας με το ηλεκτρομαγνητικό σύστημα. Ωστόσο, η ενέργεια αποθηκεύεται σε σφόνδυλο και όχι σε μπαταρίες. Με αυτή την έννοια, ο σφόνδυλος χρησιμεύει ως μηχανική μπαταρία, όπου η ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να αποθηκευτεί και να ανακτηθεί. Λόγω της μακροζωίας των μπαταριών σφονδύλου σε σύγκριση με τις μπαταρίες ιόντων λιθίου, ο ηλεκτρικός σφόνδυλος RBS είναι η πιο αποδοτική μέθοδος αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Ελατήριο:** Το εφεδρικό σύστημα πέδησης με επαναφορτιζόμενη πέδηση χρησιμοποιείται συνήθως σε οχήματα που κινούνται με ανθρώπινη κίνηση, όπως ποδήλατα ή αναπηρικές καρέκλες. Το ελατήριο RBS, ένα πηνίο ή ένα ελατήριο περιελίσσεται γύρω από έναν κώνο κατά τη διάρκεια της πέδησης για να αποθηκεύει ενέργεια με τη μορφή ελαστικού δυναμικού. Το δυναμικό μπορεί στη συνέχεια να επιστραφεί για να βοηθήσει τον οδηγό ενώ ανεβαίνει στο λόφο ή σε ανώμαλο έδαφος.
- **Υδραυλικός:** Το υδραυλικό RBS επιβραδύνει το όχημα παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια η οποία στη συνέχεια χρησιμοποιείται για τη συμπίεση ενός υγρού. Το αέριο αζώτου επιλέγεται συχνά ως εργαζόμενο υγρό. Τα υδραυλικά συστήματα RBS έχουν τη μεγαλύτερη ικανότητα αποθήκευσης ενέργειας σε οποιοδήποτε σύστημα, καθώς το συμπιεσμένο υγρό δεν διαλύει την ενέργεια με την πάροδο του χρόνου. Ωστόσο, η συμπίεση του αερίου με μια αντλία είναι μια αργή διαδικασία και περιορίζει σοβαρά τη δύναμη του υδραυλικού RBS.

Εφαρμογή

Έργο MetroHESS: Στην αξιοποίηση της ενέργειας που παράγεται από το «φρενάρισμα» των συρμών του Μετρό της Αθήνας, ώστε να τροφοδοτούνται με ηλεκτρισμό κυλιόμενες σκάλες, ανελκυστήρες, φωτιστικά σώματα και εξαερισμός, στοχεύει το ερευνητικό έργο «MetroHESS», που θα υλοποιηθεί στο πλαίσιο της Επιστημονικής και Τεχνολογικής Συνεργασίας Ελλάδας- Γερμανίας. Η ένταξη του έργου, με πλήρη τίτλο «Υβριδικό σύστημα ανάκτησης και αποθήκευσης της ενέργειας πέδησης των συρμών για την αξιοποίησή της σε σταθμούς Μετρό», εγκρίθηκε με απόφαση της Γενικής Γραμματείας Έρευνας και Τεχνολογίας. Μάλιστα, η εξοικονόμηση λειτουργικών δαπανών ενέργειας του Μετρό αναμένεται να ανέλθει σε 30%-40% ετησίως. Το έργο θα διαρκέσει 27 μήνες και το συνεργατικό του σχήμα αποτελείται από δύο ελληνικούς και ισάριθμους γερμανικούς φορείς. Από την Ελλάδα συμμετέχουν το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) και η ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ Α.Ε.. Από τη Γερμανία λαμβάνουν μέρος το Εργαστήριο Συστημάτων Αποθήκευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας του Πανεπιστημίου του Αννοβέρου (Leibniz Universität Hannover) και η βαυαρική MME Stercom Power Solutions GmbH. Το έργο συγχρηματοδοτείται από Εθνικούς Πόρους και την Ε.Ε. και ειδικότερα από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα, Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία (ΕΠΑνΕΚ)» του ΕΣΠΑ 2014 – 2020. Το σύνολο του προϋπολογισμού του έργου για τους ελληνικούς φορείς ανέρχεται συνολικά σε περίπου 399.000 ευρώ.

ΠΗΓΕΣ

- <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%AF%CE%B1> (20/12/19)
- Διαλεξη 3, καθηγητή Κώστα Βουδούρη, Γεωλόγος-Μαθηματικός, Δρ. Υδρογεωλογίας Πανεπιστημίου Πατρών
- «Οικονομικά του περιβάλλοντος» καθηγήτρια: Φοίβη Κουντούρη
Οικονομικό πανεπιστήμιο Αθηνών , τμήμα Διεθνών και Οικονομικών σπουδών
- https://translate.google.com/translate?hl=el&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Wairakei_Power_Station&prev=search (20/12/19)
- <https://ikee.lib.auth.gr/record/294389/files/Ntavalis-WaveEnergy.pdf>
- Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καβάλας- Σχολη τεχνολογικών εφαρμογών- Τμήμα Ηλεκτρολογίας, <http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/1818/1/012012117.pdf>
- https://energyeducation.ca/encyclopedia/Regenerative_braking
- https://www.fortunegreece.com/article/ergo-metrohess-axiopiisi-tis-energias-apo-to-frenarism-a-ton-sirmon-tou-metro/?fbclid=IwAR09yyuqisi5We5o4VifpqLQQg5dx2yXVf40F83sjQBFqEVpGH_6e9Yh0yw