

Κόμβος ευφούς διαχείρισης Ανανεώσιμων Πηγών και  
Εξοικονόμησης ενέργειας



**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΩΝ:  
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ**





# ΑΠΕΞ

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ

ΟΝΟΜΑ:

ΣΧΟΛΕΙΟ:

ΤΑΞΗ:

ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ  
ΠΑΗΡΟΦΟΡΙΕΣ:



Ιστότοπος έργου



Ανώνυμη φόρμα  
αξιολόγησης

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

- Η σημερινή σας επίσκεψη αποτελείται από τρεις συνολικά ενότητες. Πρώτη είναι η ενότητα με θέμα την «Κλιματική αλλαγή». Ακολουθεί η ενότητα «Εξοικονόμηση ενέργειας» και τέλος η ενότητα που αφορά τις «ΑΠΕ και ευφυή δίκτυα». Στο τέλος της τρίτης ενότητας και πριν ολοκληρωθεί η σημερινή σας επίσκεψη θα κληθείτε να συμπληρώσετε ένα ερωτηματολόγιο και για τις τρεις ενότητες για να μας πείτε τη γνώμη σας για τα όσα παρακολουθήσατε και κάνατε.
- Η ενότητα «Κλιματική αλλαγή» αποτελείται από μια διαδραστική συζήτηση για το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής η οποία πλαισιώνεται από ένα βίντεο και άλλο υλικό. Στο τέλος της ενότητας θα σας ζητηθεί να «Λάβετε θέση» και να προβληματιστείτε με αφορμή κάποια ενδιαφέροντα ερωτήματα σχετικά με την κλιματική αλλαγή. Το παρόν φύλλο εργασίας περιέχει το υποστηρικτικό υλικό για τους μαθητές που παρακολουθούν την επίσκεψη «Εισαγωγή στην Ενεργειακή μετάβαση» και θα σας ζητηθεί από τους καθηγητές να ανατρέξετε σε αυτό.
- Η ενότητα «ΑΠΕ και ευφυή δίκτυα» αποτελείται από την παρουσίαση του εξοπλισμού που συμπεριλαμβάνεται συνήθως σε ένα ευφυές δίκτυο που περιλαμβάνει ΑΠΕ, δύο αριθμητικές ασκήσεις για την κατανόηση των εννοιών του ισοζυγίου ισχύος και της απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου και τέλος μία άσκηση επίδειξης αποκοπής φορτίου που αφορά τις τεχνικές ελέγχου και προστασίας του δικτύου.
- Το φύλλο εργασίας θα σας δοθεί στην αρχή της πρώτης ενότητας και μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε και για να κρατάτε σημειώσεις κατά την διάρκεια της παρουσίασης/συζήτησης



## ΕΝΟΤΗΤΑ : ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ

### ΣΤΟΧΟΙ:

- Κατανόηση βασικών εννοιών για το ζήτημα της κλιματικής αλλαγής (αιτίες, μηχανισμοί, αποτελέσματα)
- Κριτική ανάλυση των προτεινόμενων τεχνολογικών, οικονομικών και κοινωνικών λύσεων
- Συνειδητοποίηση κοινωνικών επιπτώσεων όπως η ενεργειακή φτώχεια και η κλιματική μετανάστευση
- Διερεύνηση λύσεων σε ατομικό, τοπικό και εθνικό επίπεδο, εφικτές δράσεις και πρωτοβουλίες του ατόμου

Τι περιμένω να μάθω/ κατανοήσω σε αυτή την ενότητα; (προσωπικός στόχος)

- 
- 



## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ:

### Γιατί άρχισε να ερευνάται το κλίμα;

Ο λόγος που άρχισε να ερευνάται το κλίμα, ήταν η παρατήρηση ότι παγκόσμια είχε ξεκινήσει μια άνοδος της θερμοκρασίας, περίπου έναν αιώνα μετά τη Βιομηχανική επανάσταση και την σε μεγάλη κλίμακα καύση άνθρακα για τη λειτουργία μηχανών. Δευτερογενώς, η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε:

- Λιώσιμο των πάγων στην Αρκτική και Ανταρκτική
- Αύξηση της στάθμης της θάλασσας
- Ακραία καιρικά φαινόμενα (ξηρασία, καταιγίδες, πλημμύρες, καύσωνες)
- Επίδραση στις σοδειές
- Κλιματική μετανάστευση

Σε μεγάλο βαθμό οι ερευνητές του κλίματος συμφωνούν ότι ο βασικός μηχανισμός αύξησης της θερμοκρασίας και αλλαγής του κλίματος είναι η συσσώρευση διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ) και άλλων αερίων τα οποία παράγονται κατά την καύση υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα. Λόγω της ύπαρξης του φαινομένου του θερμοκηπίου, η συσσώρευση αυτών των αερίων οδηγεί σε σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας.

### Τι είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου;

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, συνίσταται στον εξής απλό μηχανισμό:

Οι ακτίνες του Ήλιου (που φέρουν θερμότητα) όταν προσπίπτουν στην επιφάνεια της Γης σε μεγάλο βαθμό ανακλώνται πίσω στο διάστημα. Όταν υπάρχουν στην ατμόσφαιρα αέρια όπως το  $\text{CO}_2$ , αυτά ανακλούν εκ νέου τις ανακλώμενες ακτίνες πίσω στην επιφάνεια της Γης και τις παγιδεύουν μεταξύ της επιφάνειας και της ατμόσφαιρας. Αυτός ο μηχανισμός υπάρχει από πάντα και είναι ο λόγος που στην επιφάνεια της Γης η θερμοκρασία βρίσκεται σε επίπεδα που επέτρεψαν την ανάπτυξη ζωής. Ο λόγος που πήρε αυτό το όνομα είναι γιατί στα θερμοκήπια, το διαφανές κάλυμμα που έχουν εξυπηρετεί τον ίδιο σκοπό, δηλαδή την παγίδευση των ακτινών του Ήλιου εντός του θερμοκηπίου.

### Αφού είναι φυσικό φαινόμενο που υπήρχε πάντα, ποιο είναι το πρόβλημα;

Ο άνθρακας που βρισκόταν στην ατμόσφαιρα πριν ξεκινήσουμε να καίμε πετρέλαιο περνούσε από διάφορες διαδικασίες και άλλαζε μορφές ωστόσο η ποσότητα του στην ατμόσφαιρα παρέμενε σχετικά σταθερή. Οι διαδικασίες αυτές στο σύνολο τους αποτελούν τον «κύκλο του άνθρακα». Οι διαδικασίες περιλαμβάνουν, την φωτοσύνθεση, την διαπνοή των φυτών, την εξάτμιση των ωκεανών, την αποσύνθεση ζώντων οργανισμών κ.α.

Καθώς οι άνθρωποι εξόρυσαν υδρογονάνθρακες όπως το πετρέλαιο για να το χρησιμοποιήσουν στην βιομηχανία και τις μεταφορές, πρόσθεσαν τόσο μεγάλες ποσότητες  $\text{CO}_2$  στην ατμόσφαιρα που απορύθμισαν το σύστημα Γη-Ήλιος-Ατμόσφαιρα και η θερμοκρασία άρχισε να ανεβαίνει.

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ:

### Πως θα μειώσουμε την καύση υδρογονανθράκων;

- Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να γίνεται σε ολοένα μεγαλύτερο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά , ανεμογεννήτριες, βιομάζα, γεωθερμία)
- Χρήση ηλεκτρικών αυτοκινήτων
- Λιγότερο ενεργοβόρες ηλεκτρικές συσκευές
- Τεχνολογίες δέσμευσης άνθρακα

### Τι σημαίνει ότι μια πηγή ενέργειας είναι ανανεώσιμη;

Μια πηγή ενέργειας είναι ανανεώσιμη όταν δεν μπορεί να εξαντληθεί δηλαδή δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όλη και να τελειώσει σαν ποσότητα.

Παραδοσιακές πηγές ενέργειας είναι η καύση πετρελαίου, λιγνίτη και κάρβουνου (ανήκουν στην οικογένεια των υδρογονανθράκων). Η πυρηνική ενέργεια επίσης έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως. Παρότι δεν εμπίπτει στον ορισμό της ΑΠΕ, η καύση της δεν εκλύει αέρια του θερμοκηπίου.

Ανανεώσιμες πηγές είναι ο Ήλιος (φωτοβολταϊκά και ηλιοθερμικά πάρκα), ο άνεμος (ανεμογεννήτριες), η κινητική ενέργεια του νερού (υδροηλεκτρικά) η βιομάζα, η γεωθερμία κ.α.. Η καύση βιομάζας απελευθερώνει CO<sub>2</sub> αλλά επειδή η ίδια ποσότητα δεσμεύεται ξανά για να δημιουργηθεί η βιομάζα, δεν αυξάνεται η συνολική ποσότητα CO<sub>2</sub> στο σύστημα.

### Τι μπορούμε να κάνουμε ατομικά και σε κοινότητες;

Υπάρχουν κάποιες ατομικές επιλογές όπως η χρήση δημόσιων μέσων μεταφοράς, η προτίμηση μέσων που εκλύουν λιγότερο CO<sub>2</sub>, η εγκατάσταση οικιακών ΦΒ, η χρήση ηλεκτρικού αυτοκινήτου, ή εν γένει η χρήση αυτοκινήτου μικρότερης κατανάλωσης και η σωστή συντήρηση του (π.χ. καταλύτης) κ.α.

Το βασικότερο είναι να είμαστε μέρος της συζήτησης, να γνωρίζουμε τους μηχανισμούς που ισχύουν, τις επιπτώσεις των πολιτικών αποφάσεων κλπ.



## ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ - ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ:

Ερωτήσεις κατανόησης (χρόνος: 10 λεπτά)

1. Ποιες είναι οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής; Περιγράψτε τυχόν αλλαγές που έχετε παρατηρήσει οι ίδιες/ίδιοι που να αποτελούν συμπτώματα της κλιματικής αλλαγής (περισσότερες καλοκαιρινές μέρες που θεωρούνται μέρες καύσωνα, περισσότερες ώρες χρήσης κλιματιστικού, διαταραχές στις σοδειές κ.α.)

.....  
.....  
.....

2. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που ανήκει ήδη στην ατμόσφαιρά και δεν επιβαρύνει το κλίμα και του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που προστίθεται και αυξάνει τη δέσμευση ηλιακής ακτινοβολίας;

.....  
.....  
.....

3. Για ποιους τομείς της ανθρώπινης ζωής κυρίως χρησιμοποιούμε καύση υδρογονανθράκων (πετρέλαιο/φυσικό αέριο και τα παράγωγα τους);

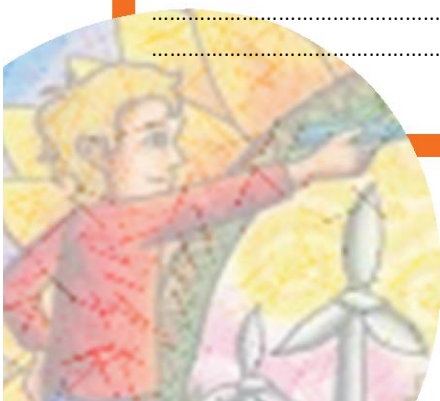
.....  
.....  
.....

4. Καταγράψτε τις Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που γνωρίζετε.

.....  
.....  
.....

5. Ποιες είναι κάποιες από τις αλλαγές που μπορούμε να κάνουμε στην ζωή μας ώστε να συνεχίσουμε να καλύπτουμε τις ανάγκες μας στους παραπάνω τομείς χωρίς να επιβαρύνουμε την ατμόσφαιρα με τα παράγωγα της καύσης;

.....  
.....  
.....





## ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ - ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ:

### «Λάβετε θέση» (χρόνος: 15 λεπτά)

**Στόχος:** Η κατανόηση ότι κατά την αντιμετώπιση του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής θα πρέπει να γίνουν συμβιβασμοί και να παρθούν αποφάσεις για τις οποίες η γνωμοδότηση δεν είναι ξεκάθαρη από την αρχή.

**Διαδικασία:** Όταν θα έχει ολοκληρωθεί η παρουσίαση και η συζήτηση για τα περιεχόμενα αυτής, θα σας ζητηθεί να σηκωθείτε από τις θέσεις σας και να σχηματίσετε μία γραμμή (σαν σε εκκίνηση αγώνα δρόμου). Ο συντονιστής ή η συντονίστρια θα αναγνώσει κάποιες δηλώσεις. Αν συμφωνείτε με την δήλωση ως έχει, κάντε ένα βήμα μπροστά. Αν διαφωνείτε, κάντε ένα βήμα πίσω. Αν δεν συμφωνείτε και δεν διαφωνείτε, παραμείνετε στην προηγούμενη θέση σας.

Κατά τη διάρκεια των εκφωνήσεων παρατηρήστε:

- Πόσο εύκολο είναι να παρθεί μια απόφαση για το κάθε ζήτημα;
- Υπάρχουν ερωτήσεις στις οποίες να υπάρχει ομοφωνία στους μαθητές; (κρίνοντας από το συντονισμένο βήμα εμπρός ή πίσω; )
- Υπήρχε κάποιο κοινό χαρακτηριστικό στις πιο εύκολες ή στις πιο δύσκολες αποφάσεις; (π.χ. η συμμετοχή κάποιας ευάλωτης ομάδας, ύπαρξη στατιστικών στοιχείων κ.α.)

Συζητήστε με τη βοήθεια του συντονιστή ή της συντονίστριας τις θέσεις που πάρθηκαν.

Ακολουθούν οι ερωτήσεις. Κατά τη διάρκεια της παρουσίασης μπορείτε να κρατάτε σημειώσεις ή ερωτήσεις που θα θέλατε να κάνετε.

Ερωτήσεις:

1. Πιστεύω ότι είναι καλό η πολιτεία να λάβει μέτρα για την μείωση εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, ακόμη και αν αυτά επηρεάσουν την καθημερινή μας ζωή
2. Πιστεύω ότι η πυρηνική ενέργεια αποτελεί λύση για την κλιματική αλλαγή
3. Πιστεύω ότι η τεχνολογία μπορεί να επιλύει όλα τα προβλήματα, ακόμη και τα κοινωνικά
4. Πιστεύω ότι αυτοί που επηρεάζονται άμεσα από την κλιματική αλλαγή είναι οι ίδιοι που κυρίως συμμετέχουν στην δημιουργία του προβλήματος και στην λήψη αποφάσεων για την αντιμετώπισή του
5. Πιστεύω ότι ανακουκλώνοντας τα απορρίμματα που παράγω ο ίδιος/α μπορώ να λύσω το πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής
6. Πιστεύω πως οι μεγάλες εταιρείες έχουν την ίδια ευθύνη με τον καθέναν από εμάς όσον αφορά στο πρόβλημα της υπερθέρμανσης
7. Πιστεύω ότι με αλλαγές στην καθημερινότητά μου μπορώ να αμβλύνω το πρόβλημα της κλιματικής κρίσης
8. Πιστεύω ότι η κλιματική αλλαγή επηρεάζει την ζωή μου άμεσα, τώρα
9. Πιστεύω ότι έχουμε ως ανθρωπότητα τις λύσεις να οικοδομήσουμε ένα καλύτερο μέλλον για όλους
10. Πιστεύω ότι εμείς, ως η νέα γενιά, θα καταφέρουμε κάτι καλύτερο από τους προηγούμενους, σε σχέση με τον τρόπο ζωής μας πάνω στον πλανήτη.







# ⚡ ΑΠΕΞ 🖋️

## ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

A large rectangular area with a thick orange border, containing 25 horizontal dotted lines for writing notes.





## ΕΝΟΤΗΤΑ: ΑΠΕ και ΕΥΦΥΗ ΔΙΚΤΥΑ

### ΣΤΟΧΟΙ:

- Παρουσίαση και εξοικείωση με τα στοιχεία που αποτελούν ένα ευφύες δίκτυο (φωτοβολταϊκό πλαίσιο, αντιστροφέας, κ.α.). Κατανόηση βασικών αρχών λειτουργίας τους.
- Αριθμητική άσκηση για την κατανόηση υπολογισμού του βαθμού απόδοσης της διάταξης των φωτοβολταϊκών πλαισίων και επίδραση της σκίασης στην ισχύ εξόδου της.
- Αριθμητική άσκηση για την κατανόηση του ισοζυγίου ισχύος και του ρόλου των συσσωρευτών στο δίκτυο.
- Άσκηση επίδειξης της ανάγκης διαχείρισης της ζήτησης για την εύρυθμη λειτουργία του συστήματος.

Τι περιμένω να μάθω/ κατανοήσω σε αυτή την ενότητα; (προσωπικός στόχος)

- 
- 

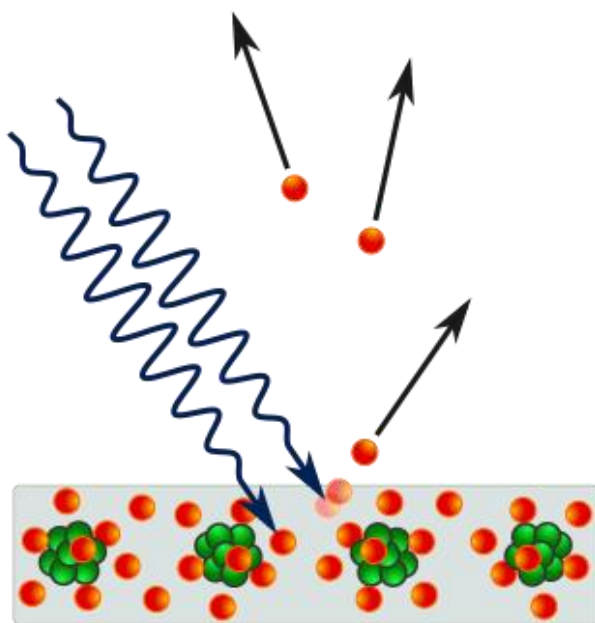


## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ:

### Φωτοβολταϊκό πλαίσιο:

Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο είναι μια συσκευή που μετατρέπει την ενέργεια του ηλιακού φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι χημικές διεργασίες που συμβαίνουν στην επιφάνεια του Ήλιου προκαλούν την εκπομπή από τον Ήλιο, φωτεινής ενέργειας σε μορφή φωτονίων. Από την δομή του ατόμου γνωρίζουμε ότι τα άτομα των χημικών στοιχείων αποτελούνται από τον πυρήνα (που περιέχει τα πρωτόνια και τα νετρόνια) και τα ηλεκτρόνια που κινούνται γύρω από τον πυρήνα. Όταν άτομα του ίδιου χημικού στοιχείου βρεθούν κοντά, αναπτύσσουν δεσμούς μεταξύ τους για να αποκτήσουν σταθερότητα. Σε κάποια στοιχεία (κυρίως μέταλλα) έχει παρατηρηθεί μια ειδική μορφή δεσμού, ο μεταλλικός, στον οποίο το ηλεκτρόνιο «πλέει» ανάμεσα σε πολλά άτομα του ίδιου στοιχείου και δεν ανήκει σε ένα μόνο άτομο αλλά ανήκει σε όλο το πλέγμα των ατόμων. Παράδειγμα ενός τέτοιου χημικού στοιχείου είναι το πυρίτιο με χημικό σύμβολο Si που χρησιμοποιείται κατά κόρον για την δημιουργία φωτοβολταϊκών πλαισίων. Στην περίπτωση του πυριτίου, όταν ένα φωτόνιο του Ήλιου πέφτει πάνω σε ένα από τα πλεύμενα ηλεκτρόνια, το απελευθερώνει από τα άτομα του πυριτίου (δεν ανήκει πια σε χημικό δεσμό) και μπορεί να «οδηγηθεί» προς μια κατεύθυνση, να γίνει δηλαδή ηλεκτρικό ρεύμα (Εικόνα 1). Τα περισσότερα πλαίσια αποτελούνται από πολλές μικρότερες φωτοβολταϊκές κυψέλες που ενώνονται σε σειρά και παράλληλα για να δημιουργήσουν το πλαίσιο.

Τα πλαίσια μπορούν να συνδεθούν σε πολυπλοκότερες διατάξεις, με σκοπό να μεγιστοποιηθεί η ποσότητα της ενέργειας του Ήλιου που μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Στην Ελλάδα που είναι χώρα του βορείου ημισφαιρίου, τοποθετούνται με φορά προς το Νότο και συνήθως σε κλίση 30 μοιρών. Το πλαίσιο (ή η ομάδα των πλαισίων που έχουν τον ίδιο προσανατολισμό), καταλήγουν σε δύο καλώδια (θετικό και αρνητικό ηλεκτρικό δυναμικό DC τάσης) τα οποία οδηγούνται στον φωτοβολταϊκό ρυθμιστή φόρτισης όταν στο σύστημα υπάρχουν συσσωρευτές (αλλιώς οδηγούνται απευθείας στον φωτοβολταϊκό αντιστροφέα).



Εικόνα 1 Γραφική αναπαράσταση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου στο οποίο βασίζεται η λειτουργία των φωτοβολταϊκών πλαισίου [2]

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ:

### Φωτοβολταϊκός ρυθμιστής φόρτισης:

Σε αυτόνομα συστήματα που περιέχουν συσσωρευτές (όπως αυτό του κόμβου) επιλέγονται φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία έχουν ως έξοδο, τάση κατάλληλη για να φορτίσουν τους συσσωρευτές (λίγο πάνω από 24V για συστήματα 24V και ούτω καθ' εξής). Ωστόσο, επειδή η διάρκεια ζωής των συσσωρευτών εξαρτάται από τον τρόπο που φορτίζονται και η έξοδος των ΦΒ πλαισίων έχει τυχαία ισχύ ανάλογη της έντασης του ηλιακού φωτός, παρεμβάλλεται μεταξύ των πλαισίων και των συσσωρευτών, ο φωτοβολταϊκός ρυθμιστής φόρτισης. Ο ρυθμιστής φόρτισης στέλνει στους συσσωρευτές την ισχύ των φωτοβολταϊκών με τα χαρακτηριστικά (τάση (V), ένταση (A)) που είναι κατάλληλα για την τεχνολογία των συσσωρευτών και το επίπεδο φόρτισης τους.

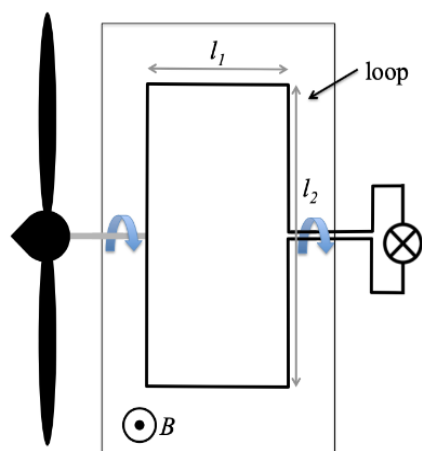
### Φωτοβολταϊκός αντιστροφέας:

Η βασική λειτουργία του φωτοβολταϊκού αντιστροφέα είναι να δίνει στην ηλεκτρική ενέργεια που εξέρχεται από τους πόλους των συσσωρευτών (αν υπάρχουν συσσωρευτές στο δίκτυο αλλιώς στην ισχύ των φωτοβολταϊκών) κατάλληλα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά για να μπορεί η ενέργεια να μεταφερθεί σε άλλα σημεία του δικτύου και να καταναλωθεί από τις συσκευές μας. Η ηλεκτρική ενέργεια που φτάνει στις πρίζες των σπιτιών μας έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά και οι συσκευές που χρησιμοποιούμε είναι φτιαγμένες για να λειτουργούν με αυτά (εναλλασσόμενο ρεύμα πλάτους 230V, συχνότητας 50Hz). Το ρεύμα που εξέρχεται από τους συσσωρευτές είναι συνεχές DC επομένως ο αντιστροφέας κάνει την μετατροπή από DC σε AC 230V, 50Hz.

### Ανεμογεννήτρια:

Μία άλλη πηγή ενέργειας που περιλαμβάνεται στον κόμβο είναι η ανεμογεννήτρια η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ανέμου (**αιολική ενέργεια**) σε ηλεκτρική. Η βασική αρχή λειτουργίας εδώ είναι ότι ένα **μεταλλικό πλαίσιο** το οποίο βρίσκεται **εντός ενός μαγνητικού πεδίου το οποίο μεταβάλλεται** (η κίνηση του ανέμου προκαλεί την κίνηση του μεταλλικού πλαισίου αλλάζοντας το μαγνητικό πεδίο που αυτό «βλέπει») **αναπτύσσει στα άκρα του μια διαφορά δυναμικού** προσπαθώντας να αντισταθεί στην μεταβολή του μαγνητικού πεδίου (Εικόνα 2). Η μετατροπή της κίνησης σε ηλεκτρική ενέργεια εντός της ανεμογεννήτριας γίνεται απο μια απλή γεννήτρια μόνιμων μαγνητών που μπορούμε να συναντήσουμε και σε άλλες εφαρμογές.

Η έξοδος της ανεμογεννήτριας είναι εναλλασσόμενη τάση, γι' αυτό στην έξοδο της υπάρχει **ανορθωτής τάσης** ο οποίος **μετατρέπει την εναλλασσόμενη σε συνεχή τάση** για να μπορεί να οδηγηθεί τελικά στους συσσωρευτές.



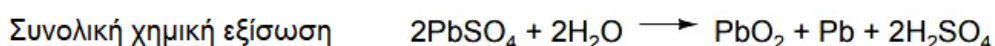
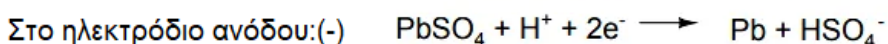
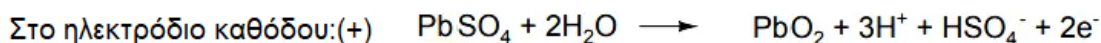
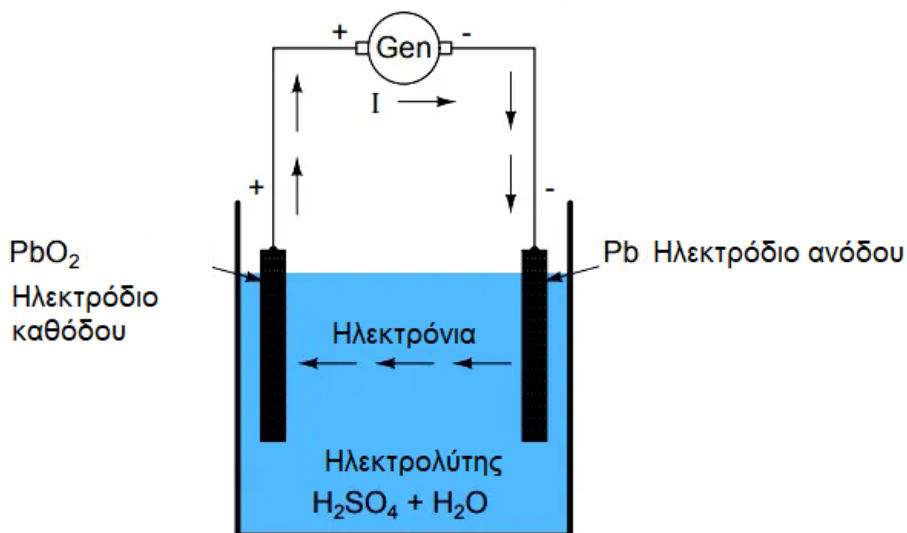
Εικόνα 2 Η αρχή λειτουργίας που μετατρέπει την κίνηση σε ηλεκτρική ενέργεια σε μια ανεμογεννήτρια [3]

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ:

### Συσσωρευτές:

Οι συσσωρευτές είναι τα στοιχεία του συστήματος τα οποία έχουν την δυνατότητα να **αποθηκεύσουν την ηλεκτρική ενέργεια** που περισσεύει (δηλαδή όταν τα φορτία καταναλώνουν λιγότερη από την ενέργεια που παράγουν οι δύο γεννήτριες) **με την μορφή χημικής ενέργειας**. Η βασική αρχή των συσσωρευτών είναι ότι τα δύο ηλεκτρόδια (άνοδος και κάθοδος) είναι φτιαγμένα από διαφορετικά υλικά τα οποία είναι βυθισμένα σε ηλεκτρολύτη (συνήθως κάποιο υγρό ή σπογγοειδές υλικό) και μεταξύ των τριών υλικών (θετικό ηλεκτρόδιο, αρνητικό ηλεκτρόδιο και ηλεκτρολύτης) συμβαίνει μια αυθόρμητη εξώθερμη χημική αντίδραση που παράγει ελεύθερα ηλεκτρόνια. Όταν οι πόλοι των συσσωρευτών δεν είναι ενωμένοι με κάποιο φορτίο εξωτερικά, τότε η χημική αντίδραση βρίσκει μια ισορροπία όπου κυκλικά παράγονται και καταναλώνονται ηλεκτρόνια. Όταν όμως **συνδέσουμε κάποιο φορτίο, τα παραγόμενα ηλεκτρόνια μετατρέπονται σε ηλεκτρικό ρεύμα και καταναλώνονται** επομένως η χημική αντίδραση πραγματοποιείται τότε κυρίως προς την μία κατεύθυνση. **Αντίστροφα όταν φορτίζουμε τους συσσωρευτές τους προσφέρουμε ενέργεια (ηλεκτρόνια) και η χημική αντίδραση του συσσωρευτή συμβαίνει κυρίως προς την άλλη κατεύθυνση αποθηκεύοντας την ενέργεια** που εισάγουμε (Εικόνα 3).

### Φόρτιση κελιού μολύβδου-οξέως



Εικόνα 3 Γράφημα φόρτισης συσσωρευτή μολύβδου οξέος [1]

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ:

### Ρυθμιστής εκτροπής:

Ο ρυθμιστής εκτροπής ελέγχει το πόσο φορτισμένοι είναι οι συσσωρευτές με σκοπό όταν η ενέργεια που παράγεται από τις γεννήτριες δεν μπορεί να συνεχίσει να αποθηκεύεται σε αυτούς, να **οδηγεί την υπερβάλλουσα ενέργεια σε απορριπτικά φορτία που** την καταναλώνουν και **την μετατρέπουν σε θερμότητα** για να προστατευτούν οι συσσωρευτές από υπερφόρτιση.

### Μετεωρολογικοί αισθητήρες:

Το σύστημα περιλαμβάνει, κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς, και μετεωρολογικούς αισθητήρες (ανεμόμετρο, αισθητήρας ακτινοβολίας, αισθητήρας θερμότητας) για να γίνει μέσω μετρήσεων κατανοητή η σχέση ανάμεσα στα διάφορα μεγέθη (π.χ. ταχύτητα ανέμου - ισχύς εξόδου ανεμογεννήτριας). Ένας μετατροπέας DC/DC τροφοδοτεί τους αισθητήρες με ενέργεια από τους συσσωρευτές.

### Κέντρο ελέγχου:

Το τελευταίο και πιο κεντρικό κομμάτι του συστήματος είναι το κέντρο ελέγχου Cerbo GX. Το Cerbo GX συλλέγει πληροφορίες για την κατάσταση του συστήματος, μπορεί να προβάλλει τις πληροφορίες σε εξωτερική οθόνη και επίσης μπορεί να στείλει διάφορες εντολές ελέγχου. Για παράδειγμα μπορεί να προγραμματιστεί να αποκόψει τα εξωτερικά φορτία (π.χ. λάμπες) όταν οι γεννήτριες δεν παράγουν αρκετή ισχύ και οι συσσωρευτές έχουν αποφορτιστεί τόσο που κινδυνεύει η σωστή λειτουργία τους.

### Ισοζύγιο ισχύος:

Η έννοια του ισοζυγίου ισχύος αποτελεί μια εξειδίκευση της διατήρησης του φορτίου ( αρχή αντίστοιχη με την αρχή διατήρησης της ενέργειας και την αρχή διατήρησης της ορμής). Θα μπορούσαμε να ορίσουμε την έννοια του ισοζυγίου ισχύος ως εξής:

*Σε ένα αυτόνομο ηλεκτρικό δίκτυο (μικροδίκτυο), το άθροισμά της ισχύος που παράγεται από τις γεννήτριες του δικτύου μείον το άθροισμα της ισχύος που καταναλώνεται από τα φορτία ισούται με την ισχύ που εισέρχεται στους συσσωρευτές για αποθήκευση (όταν το αποτέλεσμα της παραπάνω πράξης είναι θετικό) ή με την ισχύ που εξέρχεται από τους συσσωρευτές (όταν το αποτέλεσμα της παραπάνω πράξης είναι αρνητικό)*

$$P_{γεν1} + P_{γεν2} + \dots + P_{γενN} = P_{φορτ1} + \dots + P_{φορτN} + P_{μπατ}$$

Με την έννοια αυτόνομο ηλεκτρικό δίκτυο εννοείται το δίκτυο που δεν είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένο με το υπόλοιπο δίκτυο (ΔΕΔΔΗΕ) όπως αυτό που αποτελεί τον κόμβο του ΑΠΕΞ. Με πιο απλά λόγια θα μπορούσαμε να πούμε ότι όταν οι γεννήτριες παράγουν περισσότερη ισχύ από αυτή που ζητούν τα φορτία τη δεδομένη στιγμή τότε η περίσσια ισχύς οδηγείται προς τους συσσωρευτές προς αποθήκευση. Εάν είναι ήδη γεμάτοι τότε οδηγείται προς τα απορριπτικά φορτία για να γίνει θερμότητα. Όταν τα φορτία ζητούν περισσότερη ισχύ από αυτήν που παράγουν οι γεννήτριες τη δεδομένη χρονική στιγμή, τότε η διαφορά της ισχύος καλύπτεται από τους συσσωρευτές αν η φόρτιση τους επαρκεί. Αν δεν επαρκεί (πολύ χαμηλό επίπεδο φόρτισης) τότε κάποια μη-κρίσιμα φορτία θα αποσυνδεθούν.



## ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ - ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ:

**Άσκηση: Υπολογισμός βαθμού απόδοσης φωτοβολταϊκών πλαισίων και επίδραση σκίασης στην ισχύ εξόδου τους (χρόνος: 15 λεπτά)**

a) Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκής διάταξης

Αρχικά θα υπολογιστεί ο βαθμός απόδοσης της φωτοβολταϊκής διάταξης του κόμβου (έστω  $\alpha$ ) που ορίζεται ως ο λόγος μεταξύ της ηλεκτρικής ισχύος που παράγεται από τα πλαίσια ( $P_{εξ}$ ) και της ηλιακής ισχύος που δέχονται ( $P_{εισ}$ ). Δηλαδή  $\alpha = P_{εξ} / P_{εισ}$ .

- 1) Για τον υπολογισμό της ισχύος εξόδου συμβουλευτείτε την μέτρηση που έχει αποθηκευτεί στο Cerbo GX στο σημείο εξόδου της φωτοβολταϊκής διάταξης.
- 2) Για τον υπολογισμό της ισχύος εισόδου χρησιμοποιήστε τον ακόλουθο τύπο:

$$P_{εισ} = \text{πυκνότητα ηλιακής ισχύος ανά } m^2 * \text{επιφάνεια πλαισίου σε } m^2 * \text{πλήθος πλαισίων}$$

Για την μέτρηση πυκνότητας ηλιακής ισχύος ανά μονάδα επιφάνειας (μετράται σε  $W/m^2$ ) συμβουλευτείτε την μέτρηση που έχει αποθηκευτεί στο Cerbo GX από τον αισθητήρα ακτινοβολίας. Για την επιφάνεια του φωτοβολταϊκού πλαισίου αναφερθείτε στο φύλλο χαρακτηριστικών του φωτοβολταϊκού πλαισίου (datasheet).

Με βάση τα παραπάνω υπολογίστε το βαθμό απόδοσης της διάταξης  $\alpha$ .

b) Επίδραση σκίασης στην ισχύ εξόδου:

Χρησιμοποιήστε ένα κομμάτι χαρτόνι ή κάποιο άλλο αντικείμενο για να σκιάσετε την επιφάνεια των πλαισίων. Πώς επιδρά αυτό στην ισχύ εξόδου της διάταξης;





## ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ - ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ:

**Άσκηση: Υπολογισμός συνεισφοράς ισχύος συσσωρευτών (χρόνος: 15 λεπτά)**

Για την δεύτερη άσκηση θα χρησιμοποιηθεί η έννοια του ισοζυγίου ισχύος για να βρεθεί η συμβολή των συσσωρευτών σε διάφορες καταστάσεις του δικτύου και θα επαληθευτεί το ποσό που υπολογίστηκε με μετρήσεις.

*Περίπτωση 1:* Το φορτίο είναι χαμηλό και η παραγωγή των γεννητριών αρκεί για να το καλύψει. Μετρήστε μέσω του Cerbo GX ή άλλης μετρητικής διάταξης την ισχύ που καταναλώνουν τα φορτία. Μετρήστε την ισχύ εξόδου του Φ/Β και αθροίστε τη με την ισχύ εξόδου της ανεμογεννήτριας. Αν μία από τις δύο γεννήτριες δεν παράγει, τότε αγνοείστε τη συμβολή της. Εφαρμόστε τον τύπο που δίνεται παρακάτω για να βρείτε την ισχύ που οδηγείται στους συσσωρευτές. Επαληθεύστε την τιμή μέσω μέτρησης της ισχύος στην είσοδο των συσσωρευτών. Αν στους συσσωρευτές μετράτε μηδενική ισχύ εισόδου, τι σημαίνει αυτό και που οδηγείται η υπερβάλλουσα ισχύς;

$$P_{γεν1} + P_{γεν2} + \dots + P_{γενN} = P_{φορτ1} + \dots + P_{φορτN} + P_{μπατ}$$

*Περίπτωση 2:* Αυξήστε το φορτίο τόσο ώστε το άθροισμα της ισχύος των γεννητριών να είναι μικρότερο από τα φορτία. Μετρήστε ξανά την ισχύ που παράγουν οι γεννήτριες ξεχωριστά και αθροίστε τις. Ακολούθως μετρήστε την ισχύ των φορτίων. Εφαρμόστε τον τύπο που δίνεται παραπάνω για το ισοζύγιο ισχύος για να βρείτε την ισχύ που συνεισφέρουν οι συσσωρευτές; Τι παρατηρείτε σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση; Μετρήστε στην είσοδο των συσσωρευτών για να επαληθεύσετε την τιμή που υπολογίσατε. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί όταν οι συσσωρευτές αποφορτιστούν;







## ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ - ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ:

**Άσκηση: Επίδειξη αποκοπής φορτίου (χρόνος: 10 λεπτά)**

Η τελευταία άσκηση είναι άσκηση επίδειξης. Όταν το δίκτυο βρίσκεται σε κατάσταση ώστε:

- Οι γεννήτριες να είναι αποσυνδεδεμένες
- Τα φορτία να ζητούν μεγάλη ισχύ
- Η ισχύς καλύπτεται από την ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους συσσωρευτές
- Οι συσσωρευτές είναι κοντά στο όριο φόρτισης το οποίο έχει τεθεί ως ασφαλές για να προστατευτεί η διάρκεια ζωής τους

Με τις παραπάνω συνθήκες, παρατηρήστε τι θα συμβεί όταν οι συσσωρευτές δεν μπορούν να συνεισφέρουν άλλη ισχύ με ασφάλεια στα φορτία. Τι άλλες επιλογές ελέγχου φαντάζεστε ότι έχει το σύστημα; Μπορείτε να υποθέσετε σε ποιες περιπτώσεις δεν θα εφαρμοστούν αυτές οι συνθήκες ασφαλείας;





# ⚡ ΑΠΕΞ 🖋️

## ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

A large rectangular area with a dotted line border, intended for taking notes.





ΑΠΕΕΣΥ



ΕΛΙΔΕΚ.  
Ελληνικό Ίδρυμα  
Ερευνας & Καινοτομίας

Το έργο υποστηρίζεται από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της 3ης Προκήρυξης της Δράσης «Επιστήμη και Κοινωνία» με τίτλο «Κόμβοι Έρευνας, Καινοτομίας και Διάχυσης» (Αριθμός Έργου:2213)

## ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ:



**SMART  
RUE**

smartgrids Research Unit ECE NTUA



Community Energy River



Η εικόνα του εξωφύλλου παραχωρήθηκε ευγενικά προς χρήση στο υλικό που θα παραχθεί εντός του έργου από το Foundation for Global Peace and Environment

<https://fgpe-e.jimdofree.com/activities/painting9competition/24th-comopetition/>